



NATAL, RIO GRANDE DO NORTE 16 A 18 DE DEZEMBRO DE 2011

ANAIIS

ENGENHARIA I



Ministério da
Educação



Presidente da República

Dilma Viana Rousseff

Ministro da Educação

Fernando Haddad

Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica

Eliezer Moreira Pacheco

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte**Reitor**

Belchior de Oliveira Rocha

Pró-Reitor de Pesquisa e Inovação

José Yvan Pereira Leite

Pró-Reitor de Administração

Jucelino Cardoso de Medeiros

Pró-Reitor de Planejamento e Desenvolvimento Institucional

Francisco das Chagas de Mariz Fernandes

Pró-Reitora de Ensino

Anna Catharina da Costa Dantas

Pró-Reitor de Extensão

Wyllys Abel Farkatt Tabosa

Diretoria de Gestão e Atividades Estudantis

Solange da Costa Fernandes

Diretoria de Gestão e Tecnologia da Informação

Alex Fabiano de Araujo Furtunato

Diretoria de Gestão Pessoas

Auridan Dantas de Araújo


Reitora: Cláudia Sansil / IFPE**Pró-Reitora de Pesquisa e Inovação:** Ana Patrícia Falcão / IFPE**Reitor:** João Batista de Oliveira Silva / IFPB**Pró-Reitora de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação:** Nelma Mirian Chagas de Araújo Meira / IFPB**Reitor:** José Ferreira Costa / IFMA**Pró-Reitor de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação Tecnológica:** José Hilton Gomes Rangel / IFMA**Reitor:** Cláudio Ricardo Gomes de Lima / IFCE**Pró-Reitora de Pesquisa e Inovação:** Glória Maria Marinho Silva / IFCE**Reitor:** Ailton Ribeiro Oliveira IFSE**Pró-Reitora de Pesquisa e Extensão:** Ruth Sales Gama de Andrade / IFSE**Reitor:** Francisco das Chagas Santana / IFPI**Pró-Reitora de Pesquisa e Inovação:** Valdira de Caldas Brito Vieira / IFPI**Reitora:** Aurina Oliveira Santana / IFBA**Pró-Reitora de Pós-Graduação, Pesquisa e Inovação:** Rita Maria Weste Nano / IFBA**Reitor:** Edson Ary Oliveira Fontes / IFPA**Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação:** Otávio Fernandes Lima da Rocha / IFPA**Reitor:** Edvaldo Pereira da Silva / IFRR**Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação e Inovação Tecnológica:** Daygles Maria Ferreira de Souza / IFRR**Reitor:** Francisco Nairton do Nascimento / IFTO**Pró-Reitor de Pesquisa e Inovação:** Augusto Cesar dos Santos / IFTO**Reitor:** João Martins Dias / IFAM**Pró-Reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação:** Ana Mena Barreto Bastos / IFAM**Reitor:** Sergio Teixeira Costa / IFAL**Pró-Reitor de Pesquisa e Inovação:** Carlos Henrique Almeida Alves / IFAL**Reitor:** Marcelo Minghelli / IFAC**Pró-Reitor de Inovação:** Luís Pedro de Melo Plese / IFAC**Reitor:** Sebastião Edson Moura / IFBAIANO**Pró-Reitor de Pesquisa:** Vandemberg Salvador de Oliveira / IFBAIANO**Reitor:** Raimundo Vicente Jimenez / IFRO**Pró-Reitor de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação:** Artur de Souza Moret / IFRO**Reitor:** Sebastião Rildo Fernandes Diniz / IFSERTÃO PERNABUCANO**Pró-Reitor de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação:** Cícero Antônio de Souza Araújo / IFSERTÃO PERNABUCANO**Comissão Organizadora**

José Yvan Pereira Leite

Jerônimo Pereira Souza Santos

André Luiz Calado Araújo

Samir Cristino Souza

 O conteúdo dos artigos publicados é de inteira responsabilidade de seus autores.

VI Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica – CONNEPI - 2011

Copyright 2011 da Editora do IFRN

Todos os direitos reservados

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer tipo de sistema de armazenamento e transmissão de informação, sem prévia autorização, por escrito, da Editora do IFRN.

Divisão de serviços Técnicos

Catalogação da publicação na fonte.

Biblioteca Sebastião Fernandes (BSF) – IFRN

Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica – CONNEPI (VI.: Natal: 2011:Rio Grande do Norte. RN)/ José Yvan Pereira Leite...[et al.] Natal: SETEC/MEC, 2011. 14.217p.

ISBN 978-85-8161-016-0

1. Artes Letras e Linguísticas. 2. Ciências Agrárias. 3. Ciências Biológicas. 4. Ciências da Saúde. 5. Ciências Exatas da Terra. 6. Ciências Humanas. 7. Ciências Sociais Aplicadas. 8. Engenharias. I. Araújo, André Luis Calado. II. Santos, Jerônimo Pereira. III. Souza. Samir Cristino. IV. Leite, José Yvan Pereira

IFRN/BSF

CDD – 370.1

Apresentação

O VI Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação da Rede Federal de Educação Tecnológica (CONNEPI) ocorreu em Natal-RN, entre 16 e 18 de dezembro de 2011, no Campus Natal-Central do Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN). Integrado ao evento, houve ainda o VII Congresso de Iniciação Científica do IFRN (CONGIC) e a EXPOTEC, movimentando, no total, um público estimado em torno de 6 mil pessoas.

Assim, o VI CONNEPI assinala uma nova fase da ampliação e consolidação da Pesquisa e Inovação no âmbito dos Institutos Federais, demarcado pela apresentação de 1.799 artigos científicos e a realização de mostra tecnológica, quatro plenárias, 12 minicursos, além de reuniões de articulações para formação de redes, discussão de políticas de planejamento científico, organização de arranjos institucionais dos NITs da Rede Federal, entre outras atividades.

Com relação aos trabalhos científicos, estes foram apresentados por pesquisadores e estudantes bolsistas advindos dos programas institucionais de pesquisa dos Institutos Federais do Norte-Nordeste, dos Programas do CNPq (PIBITI, PIBIC, PIBIC-Af, PIBIC-EM, entre outras), CAPES (PIBID, PET), Petrobrás (PFRH) e Fundações de apoio. No quadro a seguir, pode-se observar a distribuição dos trabalhos por área temática, contemplando os vários ramos do conhecimento, com destaque para as áreas tecnológicas, que representam 64,2% das contribuições recebidas.

Áreas Temáticas	Quantidade	(%)
Artes, Letras e Linguística	73	4,1
Ciências Agrárias	274	15,2
Ciências Biológicas	163	9,1
Ciências da Saúde	85	4,7
Ciências Exatas e da Terra	363	20,2
Ciências Humanas	310	17,2
Ciências Sociais Aplicadas	176	9,8
Engenharia I	135	7,5
Engenharia II	64	3,6
Engenharia III	38	2,1
Engenharia IV	118	6,6
Total	1799	100

Já a mostra foi abrlhantada por 16 expositores, dentre os quais a Editora do IFRN, FUNCERN, Campi do IFs Rio Grande do Norte, Tocantins e Sertão Pernambucano, FAPERN, ProQuest, Shimadzu, Agilent, Projeto Caatinga Viva, Projeto Cultura e Projeto PETROTEC.

As plenárias, por sua vez, forneceram o espaço para discussões a respeito dos arranjos produtivos locais, das relações da Anprotec com a Rede Federal, da expansão do ensino profissional, das mudanças climáticas e da biomassa como fonte alternativa de energia.

Na oportunidade, aconteceu, ainda, o lançamento do repositório de livros do IFRN, de livros das Editoras do IFRN e do IF Sertão Pernambucano.

Em vista dos resultados alcançados, não poderíamos deixar de manifestar nossos agradecimentos a todos que contribuíram para o êxito do evento. Assim, a Comissão Organizadora do VI CONNEPI agradece às equipes de Tecnologia da Informação do IF de Sergipe, das Pró-Reitorias de Administração, de Ensino, de Extensão e de Pesquisa e Inovação do IFRN, bem como aos 400 avaliadores ad hoc que, de forma silenciosa, garantiram a qualidade dos trabalhos apresentados.

Agradece também às Reitorias dos Institutos Federais do Rio Grande do Norte e de Sergipe e à Secretaria de Educação Profissional Tecnológica pela confiança e pelo apoio político e financeiro, bem como à FUNCERN e aos gestores de Pesquisa e Inovação dos Institutos Federais do Norte-Nordeste, sem os quais não seria possível a realização desse grande evento.

Uma significativa parte de toda esse esforço interinstitucional, especificamente os 1.799 trabalhos científicos, é agora disponibilizada sob a forma destes Anais do VI CONNEPI, na expectativa de colaborar para a difusão do conhecimento nos ambientes acadêmicos e, por conseguinte, para o desenvolvimento da pesquisa e inovação na Rede.

Prof. José Yvan Pereira Leite
Comissão Organizadora – VI CONNEPI

Engenharia Civil

A IDENTIFICAÇÃO COMO VIA DE COMUNICAÇÃO VISUAL E SUA APLICAÇÃO INSTITUCIONAL NAS DEPENDÊNCIAS DO IFPA – CAMPUS BELÉM

C. L. Guimarães¹, P. C. Gonçalves², C. N. Fonseca³, S. N. Vieira⁴ e M. R. P. Silva⁵

^{1, 2, 3, 4 e 5} Instituto Federal do Pará - Campus Belém

camilaguimaraes94@ig.com.br – cantaopatricia10@yahoo.com.br – joannafonseca019@gmail.com –
suelennv@hotmail.com – marcos.gestorpublico@gmail.com

RESUMO

Este artigo busca evidenciar a utilidade e a vantagem do bom emprego da imagem e da marca como via de comunicação e identificação institucional. Discutir a respeito da importância de se saber a melhor forma de expor, elucidar e se fazer conhecer um conceito de maneira eficaz, uma vez que toda mensagem ao ser divulgada deve adquirir responsabilidade perante a sociedade, deter clareza e utilidade aos interessados, além do respeito perante o público em geral. São avaliadas as necessidades existentes, e pensadas as soluções mais adequadas a elas, viabilizando o percurso da mensagem até o seu receptor, e promovendo a identificação visual que é a final o objetivo do processo. O trabalho tem, portanto, objetivo facilitar a locomoção da comunidade e identificação do Instituto, tanto interiormente quanto para exteriormente. Assim sendo, na comunicação e identificação visual é imprescindível a exatidão das informações, pois ela de nada vale se seu significado não for compreendido em sua totalidade, uma vez que se trata de uma comunicação intencional, onde há uma mensagem e um receptor, e o fluxo entre eles deve ser livre e fluido.

Palavras-chave: Identidade, informação e imagem

1. INTRODUÇÃO

Desde sempre símbolos e imagens compõem uma parte de extrema utilidade e significância no desenvolvimento de características de culturas, povos, de grandes sociedades até comunidades menores e cada ação humana sobre a Terra. Sem os símbolos, de certa forma, não haveria a possibilidade de imprimir uma identidade com tanta abrangência e objetividade.

Então, trazendo isto ao âmbito institucional, surgem à proposta de uma clara diferenciação de setores a pouco custo, composta de impacto visual, informação central, personalidade conceitual e objetividade. O valor da comunicação se faz presente em todos os patamares da vida social, e a imagem entra neste contexto com extrema e indubitável importância. Uma solução prática que surge a partir das dificuldades informacionais efetivas é a criação de uma identidade visual. Este recurso propicia o destaque e a caracterização de tudo que pode ser conceituado, e que tenha importância e significado. O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, sendo um órgão de notável destaque e influência, deve ser possuidor de identidade autêntica e engajada capaz de expor e marcar visualmente sua presença tanto do lado externo quanto em seu interior. O projeto pretende aderir esta identidade visual promovendo o nível informacional e caracterizando os setores funcionais do campus Belém, para que haja uma leitura e conhecimento prático do instituto do lado de fora, assim como também conforto e praticidade na locomoção das pessoas que por lá transitam, sem confusão visual ou qualquer outro entrave relacionado a isto.

2. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

2.1 A falha na identificação visual e sua importância aos olhos do público que usufrui as dependências do IFPA Campus Belém.

De acordo com as proporções encontradas, a primeira questão apresentada evidencia que oitenta e sete por cento das mais de duzentas pessoas entrevistadas não se sentem asseguradas quanto à identificação visual que o Instituto Federal do Pará, Campus Belém, deveria apresentar. Isso equivale a uma incúria por parte da estruturação, que não beneficia nem prevalecem às necessidades do público que por ela circula. Fato este que se agrava ao constatar que, dentre estes oitenta e sete por cento, encontram-se alunos, professores e outros servidores que utilizam as instalações do Instituto diariamente.

Essa comunidade que usufrui as instalações da Instituição acaba tendo que lidar todos os dias com as carências em informações visuais, que poderiam facilitar e desenvolver as relações ali existentes, quando na verdade, por sua ausência acaba dificultando, e algumas vezes impedindo que determinadas atividades se efetuem.

Alunos chegam a se atrasar, ou até perder aulas por não conseguirem localizar salas, laboratórios, etc. Um problema bastante comum que atinge principalmente alunos de primeiro e segundo ano. Mas algo que afeta até mesmo veterano e servidores é a dificuldade ainda maior de localizar setores de caráter administrativo, como coordenações, departamentos de atendimento aos interesses do aluno e do público em geral, etc. Estes “desencontros” não poderiam ocorrer em vista que toda e qualquer parte da Instituição deve atender ao público e oferecer caminhos e soluções para seus alunos e servidores. Uma preocupação que vai bem além da estética, entrando no caráter de respeito para com a comunidade.

O segundo gráfico mais importante da pesquisa confirma mais uma vez a necessidade de uma Identificação e uma Comunicação Visual, que não é só questão estética ou estilo, mas um desejo e uma necessidade do público. Os dados mostram que cento e cinquenta e oito pessoas, dentre alunos, servidores e visitantes, acreditam que a aplicação do projeto seria “ótimo”, o que melhoraria a qualidade funcional da organização como um todo, atendendo às pessoas e veiculando a execução e a efetuação das atividades diárias institucionais.

A comunidade do Instituto anseia por uma melhoria de verdade, prática e funcional, como a sinalização de setores internos de cada prédio, o mapeamento dos blocos principais, a explicitação da função dos órgãos, até mesmo para que saibam onde e a quem recorrer de acordo com suas necessidades, viabilizando seus próprios problemas e também o trabalho dos funcionários de setores mais desconhecidos.

Durante a pesquisa de campo, pôde-se perceber que, na realidade, este projeto se faz qualificado para ser aderido à Instituição. A elevação do grau de qualidade de vivência seria considerável e os benefícios inúmeros, como os já citados neste arquivo, e evidenciados ainda mais durante esta pesquisa. Logo, o que se pode levar disto é que qualidade, bem-estar, comunicação e identificação visual são itens de grande importância, somados a um design próprio, definiriam conceitos e mensagens que o Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Pará (Campus Belém) quer e deve passar para sua própria comunidade e para o público externo.

3. CONCLUSÃO

A carência da Identificação e Comunicação Visual vai até mais longe do que a pura e simplesmente chamada “identificação”, acarretando também responsabilidade perante a veiculação do direito constitucional do público de ir e vir, uma vez que, no caso de ausência, prejudica o fluxo de informações necessárias à condução das pessoas dentro da instituição.

A ocultação de setores, a confusão visual, o desconhecimento de órgãos de importância social... Problemas que são identificados diariamente poderão ser diminuídos, e até mesmo extinguidos. A perda de aulas, provas ou compromissos por conta da dificuldade de acesso aos locais não será mais um fato corriqueiro ou justificável, com a implantação do Projeto.

A receptividade com relação ao público externo, que visita ou vem ao Instituto por questões esportivas, escolares, etc. será viabilizada, proporcionando uma imagem atrativa para a instituição, e conservando o conceito de “primeira boa impressão” que deve ser firmado, para que o IFPA se imponha como uma escola federal sede exemplo para as demais que, mais recentes, acabam podendo ultrapassar as mais antigas.

Como se notava, a inserção um projeto desta estatura ao instituto pode melhorar altamente a qualidade de organização e identificação, agregando a ele mais qualidade, praticidade e autenticidade, refletindo positivamente nas pessoas que usufruem o espaço, assim como também em sua imagem externa. Os alunos, servidores e professores teriam informação clara e objetiva, habilitando um trânsito interno com conflitos mínimos e acessibilidade simplificada aos setores existentes. A partir da aplicação de meios de comunicação claros, objetivos e práticos, somados às estratégias de pontuação no espaço do Instituto, a identidade visual estará promovendo a melhoria da qualidade no funcionamento em todo ciclo informacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- DO DELEUZE, G. / GUATARRI, F. Mil Platôs – capitalismo e esquizofrenia. Vol. 1, trad. Aurélio Guerra Neto e Célia Pinto Costa. Rio de Janeiro: Editora 34, coleção Trans, 1995.
- NDIS, Donis A. Sintaxe da linguagem visual. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1997.
- FLUSSER, Vilém. Filosofia da caixa preta: ensaios para uma futura filosofia da fotografia. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2002 – (Conexões; 15).
- FOUCAULT, Michel. Isto não é um cachimbo. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1989.
- HALL, Stuart. A identidade cultural na pós-modernidade. Rio de Janeiro: DP&A, 1998.
- KOTLER, Philip. Administração de marketing. São Paulo: Prentice Hall, 2000.
- LÉVY, Pierre. Cibercultura. São Paulo: Editora 34, 2000.
- MUNARI, Bruno – Design e Comunicação Visual, São Paulo, 1997.
- NIEMEYER, Lucy. Elementos de semiótica aplicados ao design. Rio de Janeiro: 2AB, 2003.
- PEÓN, Maria Luísa. Sistemas de identidade visual. Rio de Janeiro: 2AB, 2000.
- PORTO, Tania M. E. A comunicação na escola e a formação do professor em ação. In: . (Org.). Redes em construção: meios de comunicação e práticas educativas. Araraquara: JM Editora, 2003. p. 79-110.
- RANCIÈRE, Jacques. A partilha do sensível: estética e política. São Paulo: EXO Experimental (org.); Ed. 34, 2005.

A REALIDADE DO CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO EM OBRAS DA REGIÃO CENTRO-SUL DE SERGIPE - ESTUDO DE CASO

D. P. Neto¹, R. R. Siqueira², G. A. Santos³, F. Vieira⁴ e A. R. B. Santos⁵

^{1, 2, 3, 4 e 5} Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Lagarto
pvgomes@uol.com.br – hosanalilas393@yahoo.com.br – gilmagnoamado@hotmail.com –
flaviavieira@hotmail.com – anarita.bispo@hotmail.com

RESUMO

Com a realização da pesquisa “A realidade do controle tecnológico do concreto em obras da região centro-sul de Sergipe” constatou-se o grande amadorismo na produção deste material, em obras de pequeno e médio porte, flagrando situações críticas como o acréscimo indevido de água na massa; o inadequado armazenamento dos materiais; a ausência de estudos prévios para a dosagem do concreto; misturas e lançamentos ineficientes, resultando em estruturas com patologias visíveis e até graves. Dando continuidade a este programa de iniciação científica, com alunos do IFS (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe), Campus Lagarto, o presente trabalho visou dar continuidade à análise qualitativa de obras com larga produção de concreto, estas de médio e grande porte, porém, desta vez, acrescentando a análise do concreto enquanto fresco (através do Slump Test) e do concreto endurecido (medindo o f_{ck} através do rompimento dos corpos-de-prova aos 28 dias de idade). Os resultados foram surpreendentes, confirmando o que a análise qualitativa já indicava: concretos com até 1/3 da resistência exigida em projeto e abatimentos com leituras impraticáveis, pela alta fluidez da massa, sem a utilização de aditivos. Os registros fotográficos flagraram situações constrangedoras, como a re-mistura do material sem nenhum estudo precedente, na tentativa da recuperação do material, utilizando-o posteriormente para a confecção de pilares, com a conivência do responsável pela obra. Estes registros confirmam a importância do controle tecnológico do concreto, permitindo a iniciação de um programa de conscientização nas obras locais, o que será realizado em um projeto posterior.

Palavras-chave: concreto, resistência, controle.

1. INTRODUÇÃO

O presente estudo foi realizado na Região Centro-Sul do Estado de Sergipe, com destaque às obras situadas na cidade de Lagarto, considerado um importante centro industrial e comercial, onde pode ser observado o crescimento de obras de pequeno e médio porte, abrindo espaço também para investimentos em obras de grande porte, contribuindo no desenvolvimento da região.

Mesmo considerando que os responsáveis pelas obras possuem os conhecimentos técnicos adequados, percebeu-se à falta de regularidade a adequação das normas do controle tecnológico, não sendo repassado à equipe informações primordiais sobre as características dos agregados, fator água/cimento, manuseio correto dos materiais, trabalhabilidade, e outros critérios importantes para se atingir a resistência à compressão requerida e durabilidade adequada. Helene e Terzian (1992 p.29) citam que:

Treinamento e motivação das equipes é uma atividade permanente na construção civil. Exige a conscientização de todo o corpo técnico, sua motivação continua através da divulgação de resultados positivos e/ou negativos e o treinamento das equipes operacionais. Há necessidade da criação de novos cargos e qualificação da mão-de-obra. Helene e Terzian (1992, p.29).

Desta forma verifica-se a importância do controle tecnológico do concreto, uma vez que a inclusão de novas tecnologias proporciona investimentos na modernização de processos, equipamentos e qualificação de mão-de-obra.

A relevância deste estudo consiste na coleta de dados, baseado na realidade das obras, gerando a produção de conhecimento com vistas a futuras pesquisas mais aprofundadas. Destaca-se também o caráter conscientizador de estudo, incentivando às práticas de controle tecnológico do concreto que vão desde a compra dos agregados, aglomerantes e aditivos, até a utilização dos materiais na produção incluindo armazenamento, transporte, lançamento e adensamento. Com vistas ao controle a longo prazo, pode-se adotar a utilização de formulários para controle de entrega, conformidade e aceitação. Lembrando que no Estado de Sergipe, existem órgãos públicos e privados capacitados para realizar ensaios tecnológicos em laboratórios, fornecendo laudos técnicos, que podem servir de base para aprovação ou reprovação dos materiais e/ou do concreto em si.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

No Brasil observa-se que a produção de concreto cresce cada vez mais impulsionada pela demanda de obras tanto públicas como privadas. De acordo com informações obtidas no site da construtora Camargo Corrêa:

O setor de concreto no Brasil acumula hoje uma produção anual de 19 milhões de metros cúbicos, as empresas do segmento apostam em um crescimento devido a fatores que vão do aquecimento do mercado imobiliário a uma tendência mundial de maior participação do concreto dosado em obras da construção civil.

O concreto dosado em central é particularmente utilizado em grandes obras, devido as melhores condições de controle e custo/benefício a serem oferecidos. Trata-se de um produto executado com qualidade, segurança na seleção dos agregados, aglomerantes, fator água/cimento, aditivos, oferecendo maiores possibilidades de alcance dos resultados almejados.

Além disso, a usina realiza seus testes em laboratórios de controle tecnológico a fim de estabelecer o traço para o concreto, de acordo com as necessidades de seus clientes, adequando-se às diversas variáveis como resistência à compressão, permeabilidade, homogeneidade, vida útil e outros aspectos a serem considerados. Lembrando que em determinadas obras pode haver diferentes traços, para vigas, lajes, contra-pisos e diversas outras aplicações.

Segundo Fernando Jardim Mentone, diretor da ABRATEC (Associação Brasileira das Empresas de Tecnologia), “O fabricante faz um controle de produção para verificar se seu produto está de acordo com as expectativas do cliente e o construtor ensaia o concreto para testar se o produto comprado possui a qualidade desejada”.

Apesar dos avanços tecnológicos empregados na construção civil, ainda observamos em várias obras, a má utilização das normas técnicas, a falta de atenção com a qualidade, recebimento, manuseio, armazenamento dos materiais adquiridos, dosagem e mistura dos materiais, bem como a ausência dos ensaios tecnológicos.

Evidencia-se também que a qualidade na construção civil deve existir em todos os processos da obra, tornando-se importante em várias tarefas. Nas etapas de projeto, na seleção de materiais, na execução das fases da obra, é imprescindível seguir os procedimentos estabelecidos pelas normas técnicas que oferecem parâmetros para que seja possível realizar nesse sentido um adequado controle de qualidade. Kaoru Ishikawa um dos maiores estudiosos do controle de qualidade considera que “qualidade são as características do produto ou serviço que satisfazem às necessidades do usuário e geram satisfação”. (HELENE; TERZIAN, 1992 p.27).

Estes requisitos técnicos podem trazer benefícios ao concreto em relação à durabilidade, resistência e segurança contra futuras patologias. Contudo, se não forem realizados os controles tecnológicos poderão surgir problemas como fissuras, redução da vida útil, retrabalho, trazendo-lhe altos custos. Segundo Almeida (In Isaia, 2005):

Nos últimos anos, contudo grande parte dessas obras vem passando por uma fase de vida em que, com frequência a inspeção detalhada, a avaliação do desempenho em serviço, a recuperação e eventualmente, até o reforço estrutural têm sido necessários. Em casos extremos de má utilização ou total falta da manutenção, registram-se algumas necessidades de reconstrução. Tudo isso tem altos custos econômicos e sociais, principalmente quando se tratam de obras públicas como estradas, hospitais, escolas, aeroportos, pontes, viadutos, estações de tratamento d’água, redes de esgotamento sanitário, etc. Almeida (In Isaia, 2005).

Vale ressaltar que em muitas obras não há o conhecimento amplo sobre as normas técnicas que regulamentam os critérios do controle tecnológico tanto dos materiais componentes do concreto (NBR 12654) quanto da qualificação profissional, que aborda as funções da equipe e a necessidade de treinamento (NBR 15146).

3. METODOLOGIA

Inicialmente a metodologia empregada seguiu os procedimentos adotados na pesquisa iniciada no ano de 2009:

1ª Etapa- Identificação das obras que abrangem a Região Centro-Sul de Sergipe, mais precisamente os municípios próximos ao Campus – Lagarto. Neste sentido, procurou-se diversas obras públicas ou privadas como colégio, galeria de lojas, ginásio de esportes, supermercado, creche, clínica, hospital e residências de médio porte, acompanhadas por profissionais habilitados representadas por engenheiros ou técnicos em edificações. Algumas das obras selecionadas usaram o concreto dosado em central, pouco comum na região. A partir disto, foram escolhidas 05 obras de grande importância para a Região, sendo estas referentes à: 01 hospital, 01 creche, 01 clínica, 01 instituição de ensino particular e 01 instituição de ensino pública. Apenas uma delas não permitiu a retirada de amostras e a realização do slump, permitindo apenas a entrevista e o registro fotográfico.

2ª Etapa- Para as obras selecionadas, primeiramente, foi aplicado um questionário para uma análise qualitativa dos procedimento que regem controles de produção e de recebimento adequados, a saber:

- O concreto utilizado na obra é produzido no local ou usinado? Quando usinado, é usado em quais situações?

- Como é armazenado o cimento na obra? Há uma preocupação com a validade do cimento? Há uma preocupação com o local de armazenagem e número de sacos empilhados? Há uma preocupação com o tipo do cimento?

- Como é definido o traço para o concreto? Por experiências anteriores? Como é realizada a medida de cada componente?

- Qual a origem da areia? Tem alguma informação sobre o tipo de areia? Qual? Já realizou algum tipo de ensaio com a areia? Teria interesse em realizar ensaios com este material? Idem para a brita.

- Como é a ordem de colocação dos materiais na betoneira? Existe um motivo para a seqüência apresentada?

- Após a mistura, como é avaliado se o material está em boas condições de utilização? É realizado o Slump Test (abatimento do tronco de cone)? O ensaio é feito de acordo com as normas vigentes? Se não realiza, teria interesse em realizar?

- É feita a coleta dos corpos-de-prova para ensaio da resistência à compressão? Quantos CP's? É coletado de acordo com as normas vigentes? Onde é feito o rompimento? As resistências estão dentro do esperado? Se não realiza, tem interesse em realizar?

- É realizada a cura do concreto? De que forma? Por quantos dias?

Exclusivamente para concretos recebidos de centrais:

- No recebimento do caminhão betoneira quais os ensaios realizados (Slump Teste, coletas de CP's, etc)? Sempre os realiza?

- O que o faria negar o concreto que chega à obra?

Há um acompanhamento posterior, por parte da obra, dos ensaios de resistência à compressão? Onde são realizados estes ensaios? Se não, teria interesse em realizá-los?3ª (etapa) Paralelamente ao preenchimento do questionário pelo responsável, com a permissão deste, foram fotografados os procedimentos relevantes e realizados os ensaios de abatimento do tronco de cone (Slump Test) e coleta de corpos-de-prova para medição da resistência à compressão aos 28 dias de idade, seguindo as metodologias recomendadas por SOUZA et al. (1996) na referência "Qualidade na Aquisição de Materiais e Execução de Obras", realizadas pelo SindusCon-SP, em parceria com O SEBRAE-SP, sob orientação técnica do CTE-Centro de Tecnologia de Edificações.

4ª Etapa - Análise qualitativa das respostas ao questionário, dos resultados adquiridos nos ensaios práticos e instrução aos responsáveis pelas obras para adotar procedimentos adequados e normatizados.

4. ANÁLISE DAS OBRAS SELECIONADAS

As obras que serviram de elementos de análise estão situadas em municípios e comunidades que circundam o Município de Lagarto, considerado o segundo maior mercado consumidor de Sergipe, localizados na Região Centro-Sul do Estado e que acolhem grande parte dos alunos do IFS/Campus Lagarto, incluindo os alunos participantes deste projeto.

A grande maioria das obras da região escolhe a produção *in-loco* do concreto alegando dois fatores primordiais: a distância dos canteiros às usinas de concreto mais próximas (todas situadas na região metropolitana de Aracaju, distantes, em média, 80 km destes canteiros); e o custo/benefício desta escolha não sendo, segundo os entrevistados, adequado às suas situações. Uma usina de concreto

que apresenta grande volume de produção na capital confirmou a baixa produção de material para a região estudada, mesmo estando preparada para estas distâncias, considerada pequenas na grande maioria dos estados do país.

Para esta pesquisa foram visitadas quatro obras, organizadas da seguinte forma: obra A, B, C e obra modelo, sendo que a última foi denominada assim por apresentar maior organização do canteiro em relação às outras, dimensão do canteiro de obras, engenheiro e técnico acompanhando constantemente a obra e por apresentar aparentemente bom desempenho na execução dos ensaios e prováveis bons resultados.

O primeiro parâmetro analisado foi sobre as condições de armazenamento dos materiais. A figura 01 mostra o armazenamento de materiais constituintes do concreto na obra B. Esta figura apresenta um bom exemplo para o armazenamento dos cimentos, já que é perceptível preocupação enquanto ao empilhamento dos sacos de cimento e seu armazenamento. Em contra pronto é importante ressaltar que nesta mesma obra os agregados miúdos e graúdos estavam expostos ao ambiente, não estando separados por baias, como também a água era de má qualidade (figura 02) podendo interferir na qualidade do concreto e sua resistência.

Segundo Souza (1996, p. 43) "o cimento deve ser armazenado em pilhas de no máximo 15 sacos no almoxarifado por não mais que 30 dias [...] o piso deve ser revestido com estrado de madeira (pontalotes e tábuas ou chapas de compensado)".

Na obra C os agregados não estavam cobertos por lonas sendo que a ocorrência de chuvas deixou o material saturado. Diante disso questionado o responsável pela obra este afirmou que para compensar a água em excesso na areia normalmente realiza-se uma redução na água da mistura. Portanto sabe-se que a água da mistura deve ser manuseada de acordo com cálculos de dosagem, sendo que não foram realizados ensaios em laboratórios como determinam as normas regulamentadoras.

Neville (1997, p. 146) diz que: "[...] a condição básica do agregado deve ser saturado-superfície seca (SSS), [...] o agregado miúdo pode conter até mais de 10% da umidade superficial já o graúdo raramente contém mais do que 1%". A umidade dos agregados pode ser determinada de várias formas um método muito antigo e simples é o chamado "método frigideira" que consiste no agregado aquecido em uma bandeja sobre uma fonte de calor. O teor de umidade também pode ser determinado com um picnômetro.

Em uma das obras a sequência dos materiais seguia da seguinte forma: 1º água, 2º cimento, 3º areia (agregado miúdo) e 4º brita (agregado graúdo) neste contexto:

Vale ressaltar que os agregados graúdos devem ser carregados primeiro previamente umedecidos com parte da água destinada a mistura depois o agregado miúdo e o cimento e a colocação da primeira parcela de água após o término da colocação do graúdo que sucede o término da colocação do miúdo que por sua vez sucede o término da colocação do cimento e o restante da água, se caso houver a necessidade de aditivos devem ser previamente misturados a primeira parcela de água. Isaia (2005, p. 507).

Existem outros tipos de sequência dos materiais, mas deve-se considerar que a sequência garante a homogeneidade do concreto muito importante para garantir sua resistência e trabalhabilidade. Torna-se importante observar que não há um ensaio que realmente determine a trabalhabilidade, mas é indicada a prática do ensaio de abatimento do tronco de cone (Slump Test) realizado nas obras visitadas pela equipe de pesquisa, destacando-se uma das obras não permitiu a coleta das amostras. Já Neville (1997, p. 199) acrescenta:

[...] o ensaio de abatimento não determina a trabalhabilidade do concreto embora o *American Concrete Institute* (ACI16R-90) o considere como uma medida de

consistência, mas o ensaio é muito útil para detecção de variações na uniformidade de uma mistura com determinadas proporções nominais. Neville (1997, p. 199).

O ensaio consiste em preencher um molde, tronco de cone de 300 mm de altura, com três camadas de concreto aplicando 25 golpes uniformemente distribuídos em cada camada com um soquete de 16 mm de diâmetro. Nas figuras abaixo mostram-se ensaios e observações realizados na obra B, ressaltando que na figura 03 foi feita a re-mistura do concreto na presença do responsável pela obra. Nessa primeira etapa observou-se que o concreto possuía muita água, portanto ocorreu um deslizamento do material, resultando numa massa de concreto chegando a um resultado próximo a 300 mm. Na figura 4A observa-se o concreto antes da re-mistura, na figura 4B a re-mistura da massa e na figura 4C a realização do ensaio de Slump Test com o concreto re-misturado sem qualquer preocupação quanto a perda da qualidade do concreto.



Figura 01- Armazenamento do cimento – Obra B
Fonte: equipe de pesquisa.



Figura 02 – Aspecto da água – Obra B
Fonte: equipe de pesquisa.



Figura 03- Aspecto do concreto - Obra B
Fonte: equipe de pesquisa.



Figura 04 – A, B e C - Realização de Slump Test na obra C
Fonte: equipe de pesquisa.

Observa-se nas figuras 05A e 05B o concreto produzido na obra B. Com estas figuras pode ser feita uma breve comparação com o esquema dos tipos de abatimento (NEVILLE, 1997) na figura 06 observa-se que houve desagregação do concreto. Em consonância, as figuras 07A e 07B mostram o cisalhamento do concreto na obra modelo.



Figura 05 – A e B - Realização de Slump Test na obra B
 Fonte: equipe de pesquisa

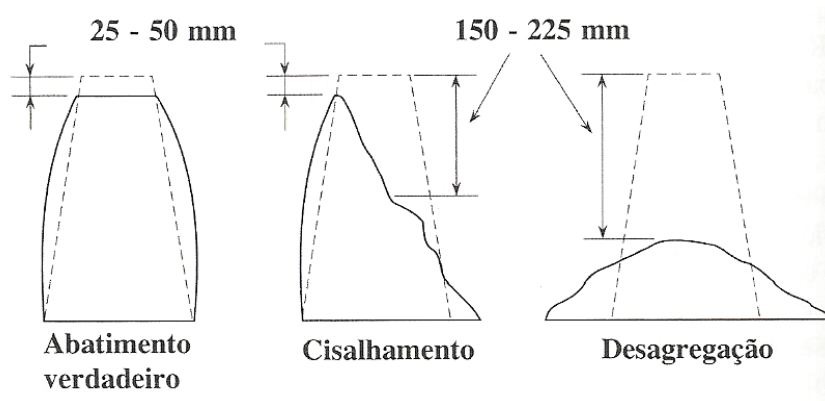


Figura 06- Esquema com tipos de abatimento
 Fonte: Neville, 1997



Figuras 07 – A e B - Ensaio de Slump Test na obra modelo
 Fonte: equipe de pesquisa

Cabe ressaltar que a figura 12 e 13 indica o concreto com bom teor de argamassa, compactação e uma superfície praticamente sem vazios. A determinação do teor de umidade de argamassa é muito importante, pois determina a adequabilidade do concreto quando for lançado nas formas. O SLUMP é realizado nas obras para determinar a resistência do concreto fresco e sua trabalhabilidade.



Figura 08- Slump de um concreto com bom teor de argamassa (HELENE & TERZIAN, 1992).



Figura 09- Superfície de um bom concreto (HELENE & TERZIAN, 1992).

Segundo Mehta e Monteiro (2008), para se obter concreto com determinadas características de desempenho, uma criteriosa seleção dos materiais componentes é o primeiro passo, o passo seguinte é um processo chamado dosagem do concreto, que significa encontrar a combinação dos materiais. Deste modo garantindo bom resultado no ensaio denominado Slump Test. Torna-se importante observar que o método de dosagem do concreto, nas obras inspecionadas, era totalmente não-experimental, onde a proporção dos materiais componentes do concreto, era feito em bases arbitrárias fixada em experiências anteriores do construtor e/ou pela tradição empregada nesse processo, evidentemente, maneira inadequada para obtenção do traço de um concreto.

Observou-se nas obras visitadas, que produziam concretos “*in loco*” (no local do canteiro), falta de controle quanto armazenamento de materiais, dosagem ou aplicação do concreto nas fôrmas, ressaltando que são etapas importantes para uma execução planejada de quaisquer construção de médio ou grande porte. Neste contexto, como é citado abaixo, a resistência á compressão é de grande importância, pois é através dela que se obtêm as variações da qualidade do concreto. Assim, determinada por ensaios à compressão de corpos-de-prova, moldados, extraídos e rompidos conforme estabelecido pelas NBRs: 5738, 5739 e 7680.

A resistência à compressão axial é considerada a propriedade mais importante do concreto, já que a esta os códigos nacionais e internacionais procuram associar as demais resistências e propriedades. A determinação é feita pelos ensaios à compressão de corpos-de-prova de dimensões padronizadas. (JACINTHO;GIONGO, 2005, In.: ISAIA, p.617)

Diante dos resultados obtidos observou-se que nas obras em que os engenheiros e/ou técnicos não se faziam constantemente presente houve uma maior dissonância entre os valores descritos nos projetos destas obras e o apresentado pelos resultados após o rompimento dos corpos de prova 15x30 cm capeados com argamassa. Neste sentido, nas obras em que pedreiros e ajudantes produziam o concreto de modo empírico, utilizando técnicas livres baseadas no saber-fazer e na experiência ocorriam desleixos quanto os diferentes traços na dosagem de materiais especificados pelo engenheiro. Desta forma, vale destacar que os trabalhadores na obra B utilizavam o mesmo traço tanto para o contra-piso quanto para a aplicação nas fôrmas dos pilares, por exemplo.

Segundo Souza (1996) deve-se tomar como resistência do exemplar o maior dos dois valores obtidos pelo ensaio, assim, executados pelo grupo de estudo. Com referência ao quadro 1, o primeiro caso, “Obra A”, foram coletados 2 (dois) corpos-de-prova, que quando rompidos aos 28 dias de idade (data limite para ruptura de corpos-de-prova), obteve como resultado da resistência de 13,20 MPa, assim, não compatível com o previsto pelo projeto estrutural, 15 MPa. O segundo caso, “Obra modelo”, foram coletados 2 (dois) corpos-de-prova, que quando rompidos, na data limite, obteve resistência ensaiada de 20,1 MPa, também contrapondo-se com o resultado almejado, 25 MPa. O terceiro caso,

“Obra B”, coletou-se 4 (quatro) corpos-de-prova, sendo 2 (dois) usinados com 28,26 MPa e 29,13 MPa de resistência e 2 (dois) virados no próprio canteiro, com resistência de 7,95 MPa e 9,04 MPa, enfim, a resistência indicada no projeto estrutural era de 25 MPa. O quarto caso, “Obra C”, foi coletado 1 (um) corpo-de-prova, que quando rompido na idade limite (28 dias) obteve 7,0 MPa de resistência, ou seja, apenas 46,67% do resultado almejado, 15 MPa. O quinto e último caso não foi citado no quadro, porque o responsável pela obra, não permitiu a coleta de corpos-de-prova, para assim, efetuar o ensaio e observar a resistência do concreto. Vale salientar que os únicos resultados ensaiados compatíveis com o resultado almejado, foram obtidos através de concreto dosado em central, deste modo, alegando que o concreto produzido por tal, oferece melhores condições de controle.

OBRAS	COLETAS	PRODUÇÃO	f_{ck} (28) Almejado	f_{ck} (28) Ensaiado	Acréscimo/ Decréscimo
Obra A	Única	<i>In loco</i>	15 MPa	13,20 MPa	- 12%
Obra Modelo	Coleta 1	<i>In loco</i>	25 MPa	14,66 MPa	- 41,33%
	Coleta 2	<i>In loco</i>	25 MPa	20,1 MPa	- 19,6%
Obra B	Coleta 1	<i>In loco</i>	25 MPa	7,95 MPa	- 68,2%
	Coleta 2	<i>In loco</i>	25 MPa	9,04 MPa	-63,84%
	Coleta 3	Usinado	25 MPa	28,26 MPa	+13,04%
	Coleta 4	Usinado	25 MPa	29,13 MPa	+16,52%
Obra C	Única	<i>In loco</i>	15 MPa	7,0 MPa	-53,33%

Quadro 01- Resultados dos ensaios de resistência à compressão

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos resultados obtidos nesta pesquisa mostra que não há o controle tecnológico em todos os aspectos relacionados à pesquisa desde a falta do controle no armazenamento dos materiais, como também dosagem, mistura e lançamentos inadequados, gerando como resultados uma nítida tendência de diminuição na resistência do concreto.

Este fato necessita ser estudado com maior profundidade, para contribuir com o incentivo das práticas de controle tecnológicos levando em conta a falta da utilização das normas técnicas. Todavia supõe-se que estes problemas pela falta do controle tecnológicos tais como: especificação da compra (definição do tipo de agregado), armazenamento dos materiais, fator água/cimento, dosagem experimental, lançamento, adensamento, cura e ensaios tecnológicos (Slump Test, coleta dos corpos-de-prova) entre outros. Em uma visão mais otimista observou-se que nas obras há necessidade de treinamento, práticas dos ensaios e conscientização das equipes que através dos ensaios tecnológicos podem obter bons resultados em relação às resistências e características de um bom concreto.

REFERÊNCIAS

ABNT. Normas Técnicas: **NBR NM 67**. Rio de Janeiro, 1998.

ABNT. Normas Técnicas: **NBR 5738**. Rio de Janeiro, 2003.

ABNT. Normas Técnicas: **NBR 5739**. Rio de Janeiro, 1994.

ABNT. Normas Técnicas: **NBR 7680**. Rio de Janeiro, 2006.

ABNT. Normas Técnicas: **NBR 12654**. Rio de Janeiro, 1992.

ABNT. Normas Técnicas: **NBR 15146**. Rio de Janeiro, 2004.

GOMES NETO, D.P.G., et al.. **Análise dos procedimentos utilizados na produção dos concretos na Região Centro-Sul de Sergipe.** 50º Congresso Brasileiro do Concreto. São Paulo, IBRACON, 2008.

HELENE, P; TERZIAN, P. **Manual de dosagem e controle do concreto.** São Paulo, PINI, 1992.

JACINTO A.E.P.G.A; GIONGO, J.S. In.: ISAIA, Geraldo. **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações.** v.1. São Paulo: IBRACON, 2005. 1600 p.

MEHTA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. In.: ISAIA, Geraldo. **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações.** v.1. São Paulo: IBRACON, 2005. 1600 p.

MEHTA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto: Microestrutura, propriedades e materiais.** São Paulo, IBRACON, 2008.

_____; _____. In.: ISAIA, Geraldo. **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações.** v.1. São Paulo: IBRACON, 2005. 1600 p.

MENTONE, F. J. In.: BOCCHILE, C. **Testado e Aprovado. Revista Técnica.** Maio/Abril 2001. n.51, p. 24-29.

NEVILLE, A.M. **Propriedades do concreto.** São Paulo, PINI, 1997.

SOUZA, R., et al..Qualidade na aquisição de materiais e execução de obras. São Paulo, PINI, 1996.

TANGO, C.E.S. In.: ISAIA, Geraldo. **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações.** v.1. São Paulo: IBRACON, 2005. 1600 p.

THOMAZ, E. In.: ISAIA, Geraldo. **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações.** v.1. São Paulo: IBRACON, 2005. 1600 p.

<http://www.obra24horas.com.br/materias/index.cfm?fuslaction=dsp_materias_exibir&materia=151>
Acesso em: 07 jul. 2009.

ANÁLISE COMPARATIVA DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE CONCRETO COM CURA POR IMERSÃO EM ÁGUA E COM CURA AO AR LIVRE

H. A. A. Diniz¹, S. S. de Oliveira², V. L. L. Gomes³ e N. S. L. de Souza⁴

^{1, 2, 3 e 4}Instituto Federal do Rio Grande do Norte - Campus Natal-Central

hugo_diniz29@yahoo.com.br – oliveiradesamuel@gmail.com – valtencir.gomes@ifrn.edu.br –
na.leal@hotmail.com

RESUMO

A produção de concreto, seja estrutural ou não, possui diversas etapas importantes, dentre as quais se destaca a cura, que se apresenta como um fator essencial para a obtenção de uma resistência satisfatória do material. Esta etapa tem como objetivos evitar a evaporação prematura da água, a qual é necessária para a hidratação do cimento, e para reduzir ao máximo a retração do concreto, evitando-se assim fissuras e, conseqüentemente, melhorando a sua durabilidade. Este artigo visa discutir, por meio de uma pesquisa experimental, o quanto o processo de cura por imersão interfere positivamente para a resistência à compressão do concreto. Para a obtenção dos dados necessários, foram realizados ensaios de resistência à compressão em corpos-de-prova cilíndricos, comparando-se os resultados entre os que passaram pela cura por imersão e os que não tiveram estes cuidados.

Palavras-chave: concreto, cura, resistência à compressão, durabilidade.

1. INTRODUÇÃO

A resistência e a durabilidade do concreto são propriedades de suma importância, sendo necessário seu conhecimento para correta utilização como material portante em estruturas de concreto armado. A cura, elemento essencial no processo do controle tecnológico do concreto, deve ser bem executada, de modo a garantir seu desempenho máximo, cuja resistência à compressão é a propriedade mais fácil de ser mensurada.

Partindo desse pressuposto, analisou-se a resistência à compressão, de forma comparativa, de corpos-de-prova de concreto em duas situações distintas de cura: corpos-de-prova imersos em tanque com água e corpos-de-prova expostos ao ar livre e às intempéries naturais. Este último processo foi adotado de modo a simular o que é frequentemente encontrado em obras.

A cura do concreto é de fundamental importância para que as reações químicas de hidratação dos compostos presentes na pasta de cimento ocorram. Estas reações são importantes para o ganho de resistência mecânica por parte do concreto e para a garantia da sua vida útil. Além disso, a manutenção da umidade do concreto por este método evita a formação de fissuras na superfície do material provocadas pelos efeitos de retração, o que ajuda a garantir sua durabilidade.

Este trabalho foi embasado na pesquisa realizada nos laboratórios de materiais de construção no departamento de construção civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Sendo assim, este material poderá ser um meio de consulta e de análise de conceitos relativos à produção de concreto em obras diversas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. O concreto e seus componentes

O concreto é um dos materiais mais utilizados no mundo. É composto basicamente por aglomerante, agregados graúdo e miúdo e água, podendo também ser adicionados outros materiais que confirmam melhorias ou acrescentem novas características, chamados de aditivos e adições, respectivamente. No Brasil, em geral, é utilizado como aglomerante o cimento Portland, como agregado graúdo a pedra britada e como agregado miúdo a areia de leito de rio.

Bauer (2001, p. 35) explica: “Cimento Portland é o produto obtido pela pulverização de *clinker* constituído essencialmente de silicatos hidráulicos de cálcio, com uma certa proporção de sulfato de cálcio natural, contendo, eventualmente, adições de certas substâncias que modificam suas propriedades ou facilitam seu emprego”.

O processo de endurecimento do cimento por hidratação é descrito da seguinte forma por Bauer (2001, p. 46):

Inicialmente, o silicato tricálcico (C_3S) se hidrolisa, isto é, separa-se em silicato bicálcico C_2S e hidróxido de cal. Este último precipita como cristal da solução supersaturada de cal. A seguir, o silicato bicálcico existente, resultante da hidrólise, combina-se com a água no processo de hidratação, adquirindo duas moléculas de água e depositando-se, a temperaturas ordinárias, no estado de gel. Esse processo, quando conduzido em temperaturas elevadas, resulta numa estrutura de natureza cristalina. Os dois últimos constituintes principais do cimento, o aluminato tricálcico e o ferro aluminato de cálcio, se hidratam, resultando, do primeiro, cristais de variado conteúdo de água e, do segundo, uma fase amorfa gelatinosa.

O agregado é um material constituído por misturas de partículas, as quais podem ter variados tamanhos, com atividade química praticamente inexistente e que não permite coesão entre suas partículas (BAUER, 2001). Podem ser naturais ou industrializados e têm como função melhorar algumas das características do concreto, como a retração e a resistência à abrasão.

Para serem alcançados resultados satisfatórios na produção do concreto, são necessários alguns cuidados tanto durante quanto após o procedimento.

2.2. A cura do concreto

Elemento fundamental para a hidratação do cimento, a água em falta impede a completa hidratação do cimento (BOTELHO; MARCHETTI, 2010).

Segundo Bauer (2001), entende-se por “cura do concreto” um conjunto de medidas que têm por objetivo evitar a evaporação da água utilizada na mistura do concreto, a qual deverá reagir com o cimento, hidratando-o. Este processo favorece a “resistência mecânica à ruptura e ao desgaste, impermeabilidade e resistência ao ataque de agentes agressivos” (BAUER, 2001, p. 260). Outro fator importante a ser considerado é que “a cura em água reduz a retração da peça na fase em que o concreto tem pouca resistência, fato este de fundamental importância, por evitar formação de fissuras de retração, que podem comprometer a impermeabilidade do concreto” (BAUER, 2001, p. 384).

Existe uma quantidade mínima de água que possibilita a hidratação do cimento e uma boa trabalhabilidade (BOTELHO; MARCHETTI, 2010). Essa quantidade precisa ser mantida no interior do concreto por meio do processo de cura, para que seja permitido o progresso da formação de gel no cimento presente no concreto, o que o torna cada vez mais resistente e impermeável (BAUER, 2001).

Com relação ao tempo gasto na cura do concreto, Bauer (2001, p. 260) diz que “quanto mais perfeita e mais demorada for a cura do concreto, tanto melhores serão as suas características”. No entanto, na prática, é necessário conciliar os requisitos da qualidade com os da economia. Por isso, o período mínimo de cura que atende a ambos é, em média, de 7 a 10 dias (COUTINHO, 1971 *apud* BAUER, 2001).

Existem diversos tipos de cura do concreto, dentre os quais destacam-se os seguintes:

- A vapor;
- Ao ar livre;
- Por submersão;
- Por imersão em tanque de água;
- Por irrigação ou aspersão de água,
- Por recobrimento com areia, terra, sacos de aniagem rompidos, serragem etc.;
- Por recobrimento com plásticos ou semelhantes;
- Por conservação das fôrmas;
- Por impermeabilização com pinturas;
- Por aplicação de cloreto de cálcio;
- Com membranas de cura.

Os métodos empregados na pesquisa de base deste trabalho foram as curas por imersão em tanque de água e ao ar livre. De acordo com Bauer (2001), a cura por submersão é o método ideal, podendo ser empregado em lajes, pisos e pavimentos em que haja grande superfície exposta e não haja necessidade de utilização nos primeiros dias. Porém, devido a restrições do uso desse sistema e à pouca praticidade do mesmo em canteiro de obras, devem ser escolhidos outros métodos de cura mais favoráveis em outras situações. O processo de cura ao ar livre utilizado no experimento atua como um simulador do que ocorre frequentemente em obras de construção civil. O material permanece exposto a intempéries

naturais e a grandes variações de temperatura. Esta exposição torna o material mais vulnerável a efeitos problemáticos do que quando o concreto está imerso em água.

Segundo a NBR 14931 (ABNT, 2004), “elementos estruturais de superfície devem ser curados até que atinjam resistência característica à compressão (f_{ck}) [...] igual ou maior que 15 MPa”. Durante a fase de hidratação, a cura deve ser realizada o mais breve possível, para que haja água suficiente para a máxima reação das partículas na pasta endurecida (SANTANA; COSTA).

3. METODOLOGIA

Para a realização da pesquisa, foi calculado o traço mais apropriado, para um concreto convencional, para se atingir uma resistência característica à compressão (f_{ck}) de 32 MPa, conforme o método de dosagem de concreto da ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), adaptado do método da ACI (*American Concrete Institute*) para agregados brasileiros. A preparação dos materiais e a fabricação do concreto se deram no laboratório de materiais de construção do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Para a separação dos materiais, os mesmos foram todos medidos em massa, por meio de uso de uma balança com precisão de 0,001 Kg.

3.1. Caracterização dos materiais

3.1.1. Cimento Portland

Na fabricação do concreto, foi utilizado cimento pozolânico CP IV - 32 RS RRAA, resistente a sulfatos e à reação álcali-agregado, cuja massa específica é de 2940,00 kg/m³ e cuja resistência a ser atingida aos 28 dias é de 32 MPa.

3.1.2. Agregado miúdo

O agregado miúdo empregado constitui-se de areia média retirada de leito de rio proveniente da região metropolitana de Natal. Os dados necessários ao cálculo do traço estão mostrados a seguir:

Tabela 1 – características físicas do agregado miúdo

Módulo de finura	2,231
Tipo de areia	Média
Massa específica	2604,17 kg/m ³
Massa unitária compactada (MU_{comp})	1594,7 kg/m ³

3.1.3. Agregado Graúdo

Foi utilizada brita de material granítico proveniente de uma pedreira encontrada no Estado do Rio Grande do Norte, a qual foi dividida em dois tipos com diferentes dimensões máximas ($D_{máx}$): 6,3 mm e 19,0 mm. Estão apresentados nas tabelas a seguir a proporção entre os dois tipos de brita que apresenta a melhor massa unitária compactada e, em consequência disso, menor volume de vazios, e as características físicas do material:

Tabela 2 – porcentagem de cada tipo de brita no agregado graúdo

Brita com diâmetro máximo de 6,3 mm	40%
Brita com diâmetro máximo de 19,0 mm	60%

Tabela 3 – características físicas dos dois tipos de agregado graúdo e da mistura

	Brita com $D_{m\acute{a}x}$ de 6,3 mm	Brita com $D_{m\acute{a}x}$ de 19,0 mm
Massa específica	2513 kg/m ³	2513 kg/m ³
MU _{comp}	1464 Kg/m ³	1535 kg/m ³
MU _{comp} da mistura	1595 kg/m ³	

3.1.4. Água

A água empregada, em temperatura ambiente, foi medida em massa, utilizando-se uma balança com precisão de 0,001 kg, a fim de se obter uma precisão suficiente para a confiabilidade do trabalho.

3.2. Caracterização do concreto

3.2.1. Abatimento do concreto

O traço foi calculado para atingir um abatimento de 70 ± 10 mm.

3.2.2. Desvio padrão (sd)

O método de preparação dos materiais empregado está de acordo com a seguinte condição descrita na NBR 12655 (ABNT, 2006, p. 14): “O cimento e os agregados são medidos em massa, a água de amassamento é medida em massa ou volume com dispositivo dosador e corrigida em função da umidade dos agregados”. Portanto, esta situação indica uma desvio padrão de 4,0 MPa.

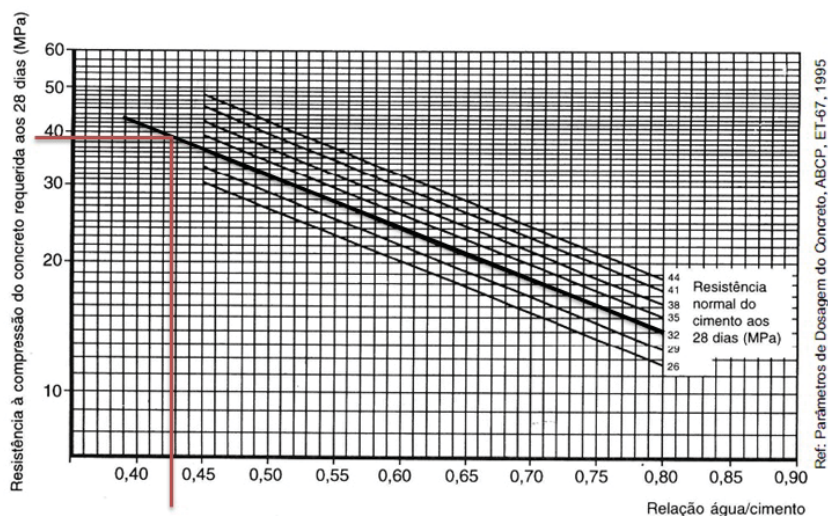
3.2.3. Resistência do concreto à compressão aos 28 dias (f_{c28})

$$f_{c28} = f_{ck} + 1,65 \times sd = 32 + 1,65 \times 4,0 = 38,6 \text{ MPa} \quad [\text{Equação 1}]$$

3.2.4. Fator água-cimento (fator a/c)

O fator a/c foi obtido a partir da curva de Abrams do cimento. O resultado obtido foi 0,428.

Gráfico 1 – Curva de Abrams do cimento



3.3. Cálculo do traço do concreto

O traço encontrado que satisfaz a necessidade do concreto de atingir o f_{c28} calculado anteriormente está apresentado a seguir.

$$1 : 0,991 : 0,996 : 1,495 : 0,428$$

3.4. Volume total de concreto

Foram moldados 60 corpos-de-prova com 100 mm de diâmetro e 200 mm de altura com o concreto produzido, tendo cada um volume de aproximadamente 1,6 litros. Portanto, foi necessário um total de 96 litros de concreto, conforme a equação a seguir:

$$V_{\text{total}} = 60 \times 1,6 \text{ L} = 96,0 \text{ L} \quad [\text{Equação 2}]$$

3.5. Massa de cada componente utilizado no traço

A massa de cada componente do traço de concreto foi calculada tendo como base o cálculo da proporção do traço. Para cada quantidade calculada, foram acrescentados 10%, devido às possíveis perdas de materiais na execução do concreto. Os dados estão apresentados a seguir:

Tabela 4 – Massa dos componentes do concreto

Material	Massa (kg)
Cimento	49,348
Areia	48,904
Brita 6,3 mm	49,151
Brita 19,0 mm	73,776

Água

21,121

3.6. Produção do concreto e moldagem dos corpos de prova

Para a produção do concreto, foi utilizada uma betoneira com capacidade de 120 litros. Após a parte interna da mesma ter sido umedecida, foi adicionado o agregado graúdo, para depois ser adicionada parte do volume de água. Quando as pedras estavam suficientemente umedecidas, foi lançado o cimento, para assim todas as pedras serem envolvidas por uma pasta de cimento. Quando isto foi verificado, o agregado miúdo foi acrescentado e, em seguida, o restante da água. O concreto foi mantido em movimento até ter sido verificada homogeneidade.

Assim que o material estava pronto, foi executado o ensaio de abatimento (*Slump Test*), conforme a NBR NM 67 (ABNT, 1998), chegando-se ao resultado de 72,5 mm. Após isto, foram moldados 60 corpos-de-prova em moldes cilíndricos metálicos com 100 mm de diâmetro, 200 mm de altura e aproximadamente 1,6 litros de volume, de acordo com a NBR 5738 (ABNT, 2003). Os moldes com o concreto foram mantidos no laboratório, cobertos com placas de vidro, para evitar perda de umidade e, 24 horas após, os corpos-de-prova foram desmoldados. A metade, ou seja, 30 corpos-de-prova, foi colocada em um tanque com água localizado no interior do laboratório, e a outra metade foi posicionada em local aberto, exposto às intempéries naturais.



Figura 1 – corpos de prova imersos



Figura 2 – corpos de prova ao ar livre

3.7. Ensaio de rompimento

Foi utilizada uma máquina computadorizada de medição da resistência à compressão, a qual segue as normas descritas na NBR 5739 (ABNT, 2007). Os corpos-de-prova foram capeados devidamente, para que a prensa pudesse agir uniformemente na superfície do cilindro. Em cada data de rompimento, foram rompidos três corpos-de-prova imersos em água e três expostos ao ar livre.



Figura 3 – Prensa hidráulica para compressão axial

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Visando-se alcançar o máximo de precisão, característica necessária no controle tecnológico de concreto, em todos os cálculos foram utilizadas três casas decimais. A análise foi feita por meio de comparações de resultados de resistência. A tabela abaixo mostra os dias e as datas de rompimento da pesquisa.

Tabela 5 - idades de rompimento dos corpos de prova

Moldagem dos corpos de prova: 05/09/11	
Idades	Datas de rompimento
3 dias	08/09/11
7 dias	12/09/11
14 dias	19/09/11
28 dias	03/10/11
50 dias	25/10/11
70 dias	14/11/11
90 dias	04/12/11
100 dias	14/12/11

É importante ressaltar que a pesquisa está em andamento.

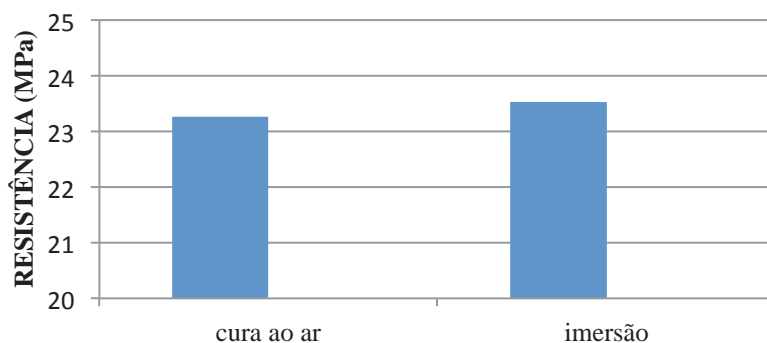
De acordo com a NBR 5739 (ABNT, 2007), cada data de rompimento de corpos-de-prova cilíndricos de concreto apresenta uma tolerância de desvio de horário de rompimento, as quais estão apresentadas na tabela a seguir.

Tabela 6 – tolerância de desvio de horário de rompimento de acordo com a idade do concreto

Rompimento	Tolerância
24 horas	0,5 hora
3 dias	2 horas
7 dias	6 horas
28 dias	24 horas
63 dias	36 horas
91 dias	48 horas

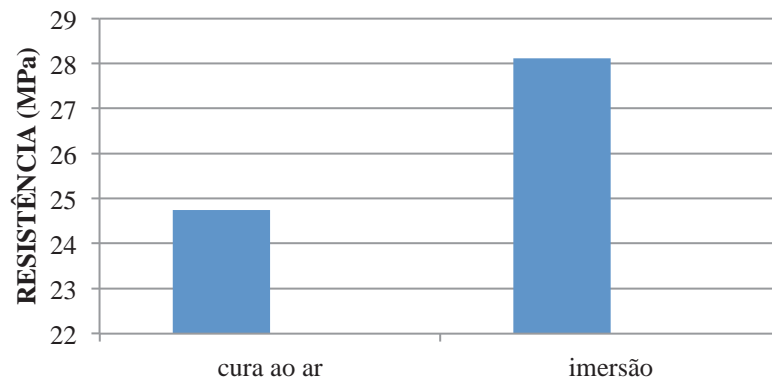
Os gráficos a seguir expõem os dados obtidos através das médias dos rompimentos dos corpos-de-prova na máquina de compressão axial:

Gráfico 2 - Resistências aos 3 dias



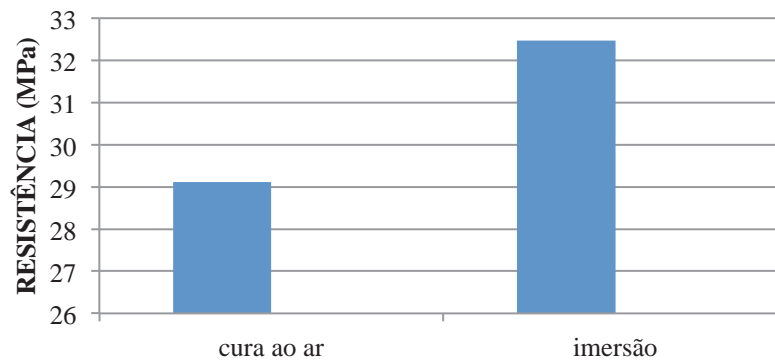
Analisando-se os rompimentos no 3º dia, observa-se que a variação de resistência é mínima entre os resultados dos corpos nas duas situações. Portanto, a influência da cura por imersão, embora ligeiramente percebida, ainda não é suficientemente clara.

Gráfico 3 - Resistências aos 7 dias



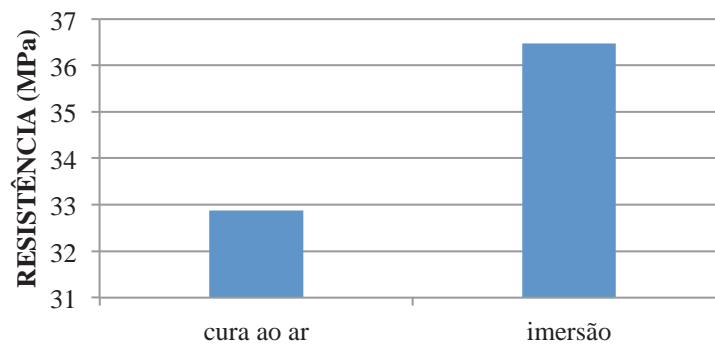
A partir da análise comparativa entre as duas situações, já é possível perceber uma diferença média de 3,355 MPa entre o dois grupos. Ou seja, o grupo imerso apresentou resistência média 13,56 % maior do que o grupo ao ar livre.

Gráfico 4 - Resistências aos 14 dias



Avaliando-se os rompimentos aos catorze dias, pôde ser observada novamente uma discrepância entre as duas situações. A diferença entre as resistências dos dois grupos manteve-se em 3,355 MPa, o que equivale a uma resistência média 11,52% superior por parte do concreto imerso, em relação ao exposto.

Gráfico 5 - Resistências aos 28 dias



Nos rompimentos aos 28 dias, verificou-se uma diferença 3,59 MPa entre os dois grupos, o que significa que o grupo imerso em água teve uma resistência média 10,92% superior ao grupo exposto ao ar.

Estão previstos, para o período posterior à criação deste artigo mais quatro ensaios de compressão dos corpos-de-prova. Nestes ensaios, é esperado um progresso das resistências dos dois grupos de corpo-de-prova, sendo sempre maiores as resistências do grupo imerso em água.

5. CONCLUSÃO

Para todos os fins, os objetivos almejados foram satisfatórios, apresentando resultados confiáveis desde o início do processo experimental. Pôde ser verificado que nas idades de 7, 14 e 28 dias o concreto imerso em água apresentou um acréscimo de resistência de mais de 10% em relação ao exposto ao ar livre, dado que comprova a eficiência do processo de cura e a importância do uso desse procedimento na construção civil.

Esta pesquisa poderá apresentar dados importantes para o conhecimento sobre o uso dos métodos de cura em materiais de concreto convencional, produzidos em obras diversas da construção civil, e as suas consequências positivas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655**: Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento - Procedimento. Rio de Janeiro, 2006. 22 p.

_____. **NBR 5738**: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro, 2003. 6 p.

_____. **NBR 5739**: Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007. 14 p.

_____. **NBR 14931**: Execução de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2004. 59 p.

BAUER, Luiz Alfredo Falcão. **Materiais de Construção**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001. 471 p.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos; MARCHETTI, Osvaldemar. **Concreto Armado, eu te amo**. 6. ed. São Paulo: Blucher, 2010. 507 p.

COUTINHO, A. de Souza. **Fabrico e propriedades do betão**. Lisboa: LNEC, 1973.

SANTANA, Lisandro Lacerda; COSTA, Fernanda Nepomuceno. **Análise da resistência à compressão de concretos com cura úmida e sem cura**. Salvador: UCSAL. 16 p.

ANÁLISE DA ADIÇÃO DE FIBRAS PROVINIENTES DE PET TRITURADO EM CONCRETOS ESTRUTURAIS

J. G.N. Fidelis J. G. T. Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas

Campus de Palmeira dos Índios – Palmeira dos Índios – AL.

gabriel335ac@hotmail.com, jgtsilva@gmail.com

RESUMO

Este trabalho apresenta resultados preliminares sobre a adição do pet triturado, proveniente de garrafas moídas, na fabricação de concreto estrutural de resistência normal ($25 \text{ MPa} < f_{ck}$) utilizando materiais comercializados na cidade de Palmeira dos Índios – AL e adjacências, através de uma análise da resistência à compressão, contribuindo, dessa maneira, para a redução do impacto ambiental causado por este resíduo. Para execução desse estudo realizou-se ensaios de resistência à compressão, através de dosagem obtida por meio do método do ACI (ver Bauer, 1997), prevista para uma resistência à compressão de 25 MPa aos 28 dias. Após a determinação da dosagem, a investigação consiste em analisar a influência da adição de 1% e 3% de fibras na resistência à compressão do concreto.

Palavras-chave: concreto, reciclagem de pet, ensaios tecnológicos

1. INTRODUÇÃO

A adição no concreto de fibras oriundas da trituração de garrafas pet (poli tereftalato de etileno) é de interesse da indústria da construção civil, pois a mesma busca de maneira constante e insistente materiais alternativos que venham atender às condições de redução de custo, agilidade de execução e melhores condições termo-acústico das edificações. Visando também a redução da extração de materiais naturais, utilizando em seu lugar materiais recicláveis e não recicláveis.

Quando se fala em resíduos sólidos de difícil degradação, pode-se dizer que pet é o principal material que compõe esse tipo de resíduo, de fato, este polímero já faz parte da vida das pessoas, pois é amplamente utilizado devido à sua versatilidade e baixo custo de produção. Porém, conforme já mencionado, sua degradação na natureza é muito lenta, o que garante sua existência no meio ambiente por várias gerações.

Segundo Dyer (2010), o mercado da construção civil, pelo alto consumo de matéria-prima, tem sido visto como uma possibilidade para o encapsulamento definitivo de alguns resíduos, entre eles o pet.

2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Dyer (2010) estudou a utilização de resíduos de pet poli (tereftalato de etileno) como agregado em argamassa. Foram utilizados para este trabalho cimento portland e areia com uma constituição granulométrica média de 1,4mm. Foi utilizado um PET moído foi adquirido de recicladores com diâmetro de 0,001 á 0,1 milímetros (chamado de pó de PET) e de 0,5 á 1,5 milímetros (chamados flocos).

Descobriu que corpos-de-prova contendo cimento e PET na composição resistiram a cargas maiores que os tradicionais, feitos de cimento e areia na mesma dosagem, atingindo médias de 1.200 N e 685N, respectivamente.

Os corpos de prova feitos com cimento + PET apresentaram ainda desvios-padrão inferiores e deslocamentos na carga máxima superiores aos apresentados pelos corpos de prova de cimento + areia. Os resultados podem ser vistos com mais detalhe na tabela 1

Tabela 1 – Resultados obtidos (Dyer, 2010)

Cimento + Areia		Cimento + PET	
Corpo de prova	Carga Máxima (Newton)	Corpo de prova	Carga Máxima (Newton)
1	519,7524	1	628,4101
2	451,0078	2	1503,9478
3	383,3419	3	1567,7891
4	1388,6216	4	1105,0133
Média	685,6809	Média	1201,29
Desvio- Padrão	471,9245	Desvio- Padrão	433,35

Galvão et al (2009) estudam reparos no vertedouro da UHE Mourão, através da aplicação de concretos com adição de material reciclado. No referido estudo foram utilizados materiais reciclados de

polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno tereftalato (PET) e pneus inservíveis em diferentes teores (0,5; 1,0; 2,5; 5,0 e 7,5%) para produção de materiais de reparo (MRs).

Os resultados obtidos considerando-se as resistências à compressão axial dos (MRs) trabalhados e do (CR), são apresentados na Figura 1, onde se verifica para os três materiais que o teor limite ideal na mistura ficou estabelecido em 2,5% em peso, tendo o concreto contendo PET o melhor desempenho neste teor, com $(36,0 \pm 0,5)$ MPa, seguido pelos outros dois materiais (PEBD 2,5% e PNEU 2,5%), com valores muito próximos entre si, de $(33,9 \pm 0,5)$ MPa e $(33,7 \pm 0,5)$ MPa, respectivamente, aos 28 dias. Em geral, os concretos com teor de 2,5% de adição de material polimérico reciclado apresentaram os melhores resultados de resistência à tração por compressão diametral (ver figura 2). Os teores de 2,5% e 5,0% podem ser adotados para aplicação do material em campo, considerando-se a relação entre as resistências à compressão e à tração. De ambos, o primeiro teor apresentou maior relação; entretanto, o segundo tem a vantagem da sua maior quantidade em massa na estrutura, trazendo um maior benefício ambiental.

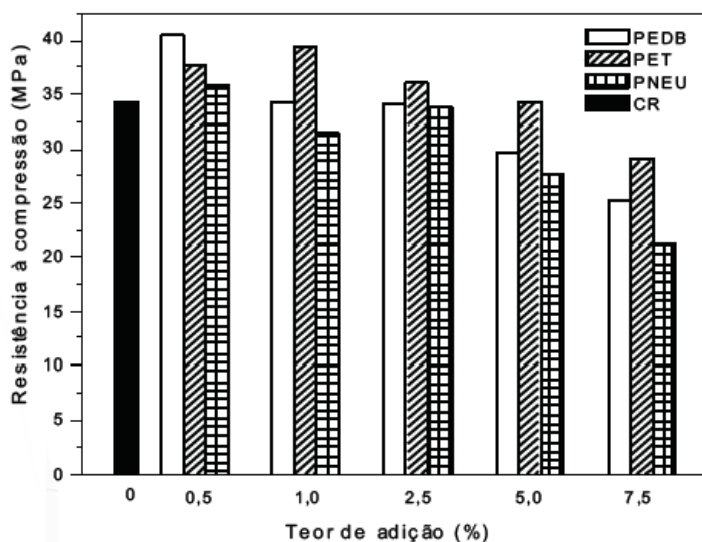


Figura 1 – Gráfico comparativo das resistências à compressão dos diferentes concretos com adição de materiais reciclados e seus respectivos teores, aos 28 dias. (Galvão et al, 2009)

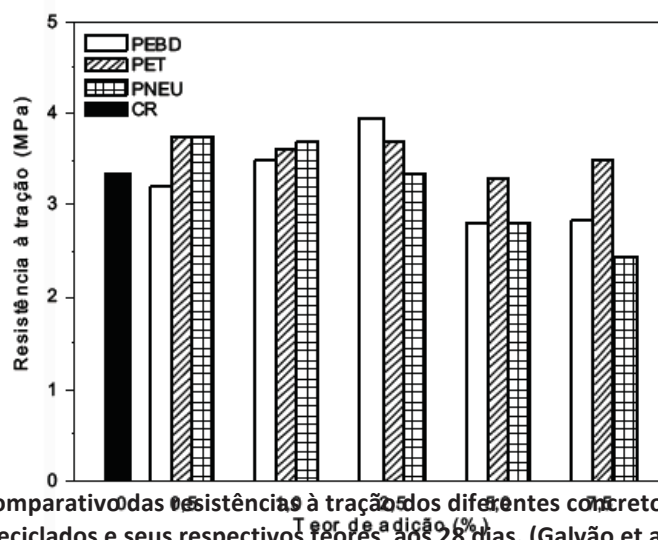


Figura 2 – Gráfico comparativo das resistências à tração dos diferentes concretos com adição de materiais reciclados e seus respectivos teores, aos 28 dias. (Galvão et al, 2009)

3. METODOLOGIA

3.1 Materiais

Devido à ausência de uma balança que faça pesagem de objetos submersos e também de um frasco de Chapman (também utilizado para este fim), optou-se pelo método do picnômetro para determinar a densidade absoluta tanto do cimento quanto dos agregados. Este procedimento pode ser visto em Caputo (1998), dessa forma, a densidade absoluta dos materiais pode ser determinada de acordo com a seguinte equação:

$$\gamma = (\gamma_a P_s)/(P_1 - P_2 + P_s) \quad [\text{Eq.01}]$$

onde:

γ : densidade absoluta do material;

γ_a : densidade da água a temperatura ambiente;

P_s : peso do material seco em estufa;

P_1 : peso do picnômetro cheio com apenas água em seu interior;

P_2 : peso do picnômetro cheio com água e contendo material de peso seco P_s ;

O cimento empregado no presente estudo foi o Portland composto identificado na embalagem pela sigla CP II-Z-32 RS, trata-se de um material de fácil obtenção na região do entorno da cidade de Palmeira dos Índios, Alagoas. A tabela 2 lista os resultados obtidos para este material.

Tabela 2: Parâmetros obtidos na caracterização do cimento utilizado.

Tipo de ensaio	Valor obtido
Densidade absoluta (γ^c)	3,2 g/cm ³
Densidade aparente (ρ^c)	1,39 g/cm ³

No caso do agregado graúdo, após a obtenção do peso seco em estufa da amostra, este material ficou submerso em água por 24 horas antes de ser colocado no picnômetro para a determinação de P_2 , este procedimento tem por finalidade evitar que haja absorção de água pelo agregado durante o ensaio.

A determinação da densidade aparente seca do cimento e dos agregados foi feito segundo o procedimento descrito na NBR 7251(1982), que consiste em verter o material a uma determinada altura em um recipiente de volume conhecido V_t , após o total preenchimento do referido recipiente, rasa-se o recipiente e determina-se a massa de material contida no mesmo (P_s), com isso a densidade aparente seca é obtida a partir da equação 2:

$$\rho = P_s / V_t \quad [\text{Eq.02}]$$

As tabelas 3 e 4 mostram os resultados obtidos para as densidades absolutas e aparente seca do agregado miúdo e graúdo respectivamente

Tabela 3: Densidade aparente e absoluta da areia.

Densidade Aparente da Areia	Densidade Absoluta da Areia
$\rho^{ar} = 1,65 \text{ g/cm}^3$.	$\gamma^{ar} = 2,58 \text{ g/cm}^3$.

Tabela 4: Densidade aparente e absoluta do agregado graúdo.

Densidade Aparente da Brita	Densidade Absoluta da Brita
$\rho^{br} = 1,56 \text{ g/cm}^3$	$\gamma^{br} = 2,77 \text{ g/cm}^3$

A análise granulométrica dos agregados foi feita de acordo com a NBR 7217. No caso do agregado miúdo, passou-se 4000 g de areia pelo quarteador duas vezes, chegando numa massa final de 1000 g. Os resultados obtidos são mostrados nas tabelas 5.

Tabela 5: Composição Granulométrica da Areia.

Quantidade de areia para análise: 1000g					
Peneira (mm)	Massa retida, Mi (g)	Massa ret. ac., $\sum Mi$ (g)	% R retida	% Rac ret. acum.	% P Passa
4,75	1,196	1,196	0,1196	0,1196	99,8804
2,36	28,162	29,358	2,8162	2,9358	97,0642
1,18	109,263	138,621	10,9263	13,8621	86,1379
0,6	265,381	404,002	26,5381	40,4002	59,5998
0,3	306,14	710,142	30,614	71,0142	28,9858
0,15	256,817	966,959	25,6817	96,6959	3,3041
0,075	21,456	988,415	2,1456	98,8415	1,1585
Dimensão máxima característica (mm):			2,01		
Módulo de finura:			2,25		

No ensaio do agregado graúdo, a amostra foi lavada e depois seca em estufa por 48 horas, com objetivo de eliminar a matéria orgânica e outros resíduos. Os resultados obtidos podem ser vistos na tabela 6.

Tabela 6: Composição Granulométrica do agregado gráudo.

Quantidade de brita para análise: 5000g					
Peneira (mm)	Massa retida, Mi (g)	Massa ret. ac., $\sum Mi$ (g)	% R Retida	% Rac ret. acum.	% P passa
50	0,00	0,00	0,00	0,00	100
8	0,00	0,00	0,00	0,00	100
25	0,00	0,00	0,00	0,00	100
12,5	0,00	0,00	0,00	0,00	100
9,52	185,33	185,33	3,71	3,71	96,29
6,35	1121,37	1306,7	22,42	26,13	73,87
5,66	684,93	1991,63	13,7	39,83	60,17
4,75	1254,56	3246,19	25,09	64,92	35,08
Dimensão máxima característica (mm)			9,5		

3.2 Dosagem

Com os dados constantes no item anterior determinou-se a dosagem do concreto, que foi feita pelo método do ACI (American Concrete Institute), visando atingir resistência média à compressão 31,56 MPa e uma resistência característica de 25 MPa, ambas aos 28 dias. Todos os materiais empregados na confecção do traço foram dosados em peso com o auxílio de uma balança (controle tipo A) e misturados numa betoneira com capacidade nominal de 140 litros.

Tabela 7: Dosagem do concreto estudado.

Traço em massa:			
Cimento	Areia	Brita	Água
1	2,25	1,68	0,45

3.3 Métodos de ensaios

Foram moldados e capeados com enxofre (NBR 5738/1994) 15 corpos-de-prova cilíndricos de 100x200 mm para serem rompidos aos 28 dias, a princípio, pretendia-se ensaiar 5 corpos (com 1% de adição de fibras) e 5 corpos-de-prova com 3% de adição de fibras. Problemas técnicos impossibilitaram a realização de um dos ensaios (com 1% de adição de fibras) na idade pretendida de 28 dias, só sendo possível realizá-lo aos 38 dias, porém, estudos mostram que a resistência à compressão do concreto evolui muito pouco após 28 dias de idade (ver, por exemplo, Silva & Pessôa, 2001), dessa forma, os resultados ensaiados aos 38 dias não deve ser maior que 5% em relação àqueles que deveriam ser

obtidos aos 28 dias de idade. Para efeito de comparação, os corpos-de-prova com adição de 3% e 0% de fibras também foram ensaiados aos 38 dias, estes ensaios foram executados seguindo os preceitos da NBR5739/2007.

4. RESULTADOS

As tabelas 8,9 e 10 mostram os resultados dos ensaios de resistência à compressão aos 38 dias de idade, onde na terceira coluna de cada tabela é mostrado o desvio padrão de cada série de ensaios, o valor médio da resistência à compressão e seu valor característico são mostrados respectivamente na quarta e quinta coluna de cada tabela.

Tabela 8: resultados dos ensaios experimentais para 0% de fibras.

Idade			38 dias	
Parâmetro	f_c (MPa)	S_d (MPa)	f_{cm} (MPa)	f_{ck} (MPa)
CP1 (0% de fibra)	28,86			
CP2(0% de fibra)	30,88			
CP3(0% de fibra)	32,48	2,42	29,33	25,33
CP4(0% de fibra)	25,22			
CP5(0% de fibra)	28,65			

Tabela 9: resultados dos ensaios experimentais para 1% de fibras.

Idade			38 dias	
Parâmetro	f_c (MPa)	S_d (MPa)	f_{cm} (MPa)	f_{ck} (MPa)
CP1 (1% de fibra)	20,16			
CP2(1% de fibra)	21,31			
CP3(1% de fibra)	23,30	1,104	21,92	20,1
CP4(1% de fibra)	22,05			
CP5(1% de fibra)	22,76			

Tabela 10: resultados dos ensaios experimentais para 3% de fibras.

Idade			38 dias	
-------	--	--	---------	--

Parâmetro	f_c (MPa)	S_d (MPa)	f_{cm} (MPa)	f_{ck} (MPa)
CP1 (3% de fibra)	20,98			
CP2(3% de fibra)	21,80			
CP3(3% de fibra)	20,27	1,52	21,85	19,33
CP4(3% de fibra)	24,71			
CP5(3% de fibra)	21,46			

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudo preliminares realizados no laboratório de materiais do IFAL (Campus Palmeira dos Índios) mostraram boa adequação do método de dosagem do ACI utilizando os materiais comumente comercializados na região (cimento, areia e pedra britada), ou seja, constatou-se, em diversas ocasiões, e também no presente estudo, que a resistência à compressão uniaxial pretendida para uma determinada dosagem é sempre confirmada em ensaios de laboratório

A redução da resistência à compressão dos traços obtidos com a substituição de parte do agregado miúdo por resíduos de Pet está relacionada, sem dúvida, a menor interação química entre o polímero e a matriz cimentícia, devido a menor resistência mecânica intrínseca do polímero, que compõe a fibra, com respeito aos agregados minerais que apresentam uma resistência mecânica muito maior.

Constata-se através das tabelas 8 e 9 que a adição de fibras fez com que o material não atingisse a resistência à compressão pretendida, tomando-se como base essa resistência (f_{ck} de 25 MPa) observa-se uma drástica redução de 20,64 % no valor da resistência à compressão, para a adição de 1% de fibras na dosagem, porém, ao se triplicar o teor de fibras, observa-se uma redução bem menos acentuada, em torno de 23,7 % quando comparado com o valor de referência.

Vale ressaltar, que a dosagem apresentada na tabela 6, não foi aquela calculada através do método supracitado, devido ao fato de essa dosagem calculada ter apresentado problemas de segregação e consistência quando se adicionavam fibras, houve uma permuta de 20% da massa de brita pela massa de areia, objetivando aumentar o teor de argamassa da dosagem.

Suspeitava-se que a redução na quantidade de brita na dosagem acarretasse a diminuição da resistência à compressão para o concreto de referência, mesmo mantendo a proporção total de materiais inertes por massa de cimento (areia+brita+fibras), porém este fato não foi constatado, sendo assim, a drástica redução na resistência à compressão, provavelmente foi provocada apenas pela adição de fibras de Pet.

Em estudos futuros pretende-se, também, analisar outras propriedades desse concreto endurecido com fibras, como o módulo de elasticidade, retração e resistência à tração na compressão.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 5738**: Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto. Rio de Janeiro, 1994.

ABNT. **NBR 5739**: Concreto-Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndrico. Rio de Janeiro, 2007.

ABNT. **NBR 7217**: Agregado: determinação da composição granulométrica, especificação. Rio de Janeiro, 1987.

ABNT. **NBR 7251**: Agregado em estado solto: determinação da massa unitária, especificação. Rio de Janeiro, 1982.

Bauer, L. A. F (1997). Materiais de construção, vol II, 5^a ed., LTC, Rio de Janeiro.

Caputo, H. P. (1998). Mecânica dos solos e aplicações, vol I, 6^a ed., LTC, Rio de Janeiro.

Dyer, P. P. O. L. (2010). A utilização de resíduos de pet (Poli tereftalato de etileno) como agregado em argamassas. 25^o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.

Silva, J. G. T.; Pessôa, E. P. O. C. (2001). Estudo estatístico e experimental da resistência à compressão de concretos utilizados em Alagoas. Trabalho de conclusão de curso de graduação em Eng. Civil, Universidade Federal de Alagoas.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

Canellas, S. S. (2005). Reciclagem de PET, visando a substituição de agregado miúdo em argamassas. Dissertação de mestrado, PUC.

Galvão, J. C. A.; Portella, K. F.; Joukoski, A; Mendes, R.;Ferreira, E. S. (2009). Reparos no vertedouro da UHE Mourão: Aplicação de concretos com adição de material reciclado – 1^a parte. Espaço Energia, N^o11, PP 35-38.

Kanning, R. C.;Cerri, J. A (2009). Blocos LEGOLEVE - Uma Alternativa para Alvenaria de Vedação Intertravada. International workshop advances in cleaner production, São Paulo-SP.

Maragon, E. (2004). Aspectos do comportamento e da degradação de matrizes de concreto de cimento portland reforçados com fibras provenientes da reciclagem de garrafas pet.Trabalho de conclusão de curso. UNIJUÍ, Ijuí, Rio Grande do Sul.

Mehta, P. K.; Monteiro, P. J. M. (1994). Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais Ed. Pini. São Paulo.

Modro, N.L.R.; Modro, N.R.; Modro, N.R.; Oliveira, A.P.N. (2009). Avaliação de concreto de cimento Portland contendo resíduos de PET. Revista Matéria, v. 14, n. 1, pp. 725 – 736.

ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA E CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD) DA CIDADE DE FORTALEZA- CE

A. S. Lima¹ e A. E. B. Cabral²

¹e²Instituto Federal do Ceará - Campus Fortaleza e ²Universidade Federal do Ceará- Campus Fortaleza
Adrianas.lima@gmail.com – Eduardo.cabral@ufc.br

RESUMO

A construção civil é um dos setores que mais cresce no mundo, sendo reconhecida como uma importante atividade para o desenvolvimento econômico e social. Como um paradoxo, é uma atividade de grande impacto ambiental, apresentando elevado consumo de recursos naturais e sendo responsável por grande parte dos resíduos gerados atualmente. Um importante mecanismo de auxílio à gestão dos resíduos de construção e demolição (RCD) foi a criação da Resolução CONAMA Nº 307/2002, a qual estabelece diretrizes e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, além de classificar os materiais para que possam ter o tratamento e destino adequado, buscando reduzir os impactos ambientais e aplicando o uso de tecnologias para a reutilização e reciclagem do resíduo de construção civil. O RCD é constituído de materiais com alto potencial para reciclagem, tais como areia, concreto e argamassa. A análise da composição gravimétrica do RCD é um importante parâmetro a ser considerado quando se trata de sistemas de tratamento e disposição final desses resíduos. A determinação das diferentes frações dos componentes fornece alternativas de tratamento e aproveitamento do RCD. Este trabalho tem por objetivo analisar a composição gravimétrica do RCD produzido na cidade de Fortaleza e classificá-lo de acordo com a Resolução CONAMA 307/2002. Os materiais foram coletados em montes e pilhas de resíduos em dois pontos distintos que recebem RCD da cidade de Fortaleza: uma área em recuperação e uma usina de reciclagem. Foram realizadas coletas durante os meses de janeiro, abril e julho do ano de 2011, totalizando três amostras compostas. A coleta de cada amostra seguiu as recomendações da NBR 10007:2004. As amostras foram homogeneizadas e quarteadas. Foram definidos grupos de materiais para a composição gravimétrica, através de regra de três simples foi calculado o percentual de cada material, também foram calculados média aritmética, desvio padrão e coeficiente de variação. Os grupos de materiais foram, então, enquadrados na Resolução CONAMA Nº 307/2002. Os resultados obtidos mostram que o RCD de Fortaleza é constituído, conforme Resolução Nº 307 (CONAMA, 2002), de resíduos Classe A (93,4%) e Classe B (6,6%), não foi constatado percentual de resíduos Classe C e Classe D. Verificou-se que o RCD é constituído principalmente por areia e pedregulho (28,3%) e argamassa (20,37%), materiais com elevado potencial de reutilização ou reciclagem.

Palavras-chave: RCD, composição gravimétrica, CONAMA.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos setores que mais cresce no mundo, sendo reconhecida como uma importante atividade para o desenvolvimento econômico e social (HALMEMAN et al., 2009). Como um paradoxo, é uma atividade de grande impacto ambiental, apresentando elevado consumo de recursos naturais para confecção de materiais e sendo responsável por grande parte dos resíduos gerados atualmente. Em 2007 foi estimada uma geração de 75 milhões de toneladas de resíduos produzidos pela indústria da construção (EGUCHI et al., 2007 apud LOVATO, 2007, p.18). No Brasil os resíduos de construção e demolição (RCD) representam 50% da massa dos resíduos sólidos urbanos (RSU). Estimativas apontam que a quantidade de resíduos de construção produzida seja de 68, 5 milhões de toneladas por ano (ÂNGULO, 2005).

Os resíduos de construção e demolição ocupam grande volume para disposição final. A falta de destinação adequada para estes resíduos, afeta diretamente a população e o meio ambiente, pois estes resíduos são depositados irregularmente em terrenos baldios, margens dos recursos hídricos, vias públicas e encostas florestadas, contaminando rios, lagoas, ocasionando enchentes, danos à paisagem, obstrução de vias e proliferação de vetores que causam doenças.

Além da destinação inadequada, a exploração de matéria-prima também causa grandes impactos ambientais. De acordo com Sjöström (1996) citado por John (2000) a construção civil é responsável pela extração de 14% a 50% dos recursos naturais do planeta. A areia, muito utilizada na construção civil é obtida pela exploração de leito dos rios, o que causa a degradação do curso d'água devido a retirada da cobertura vegetal. A exploração de brita é realizada em formações geológicas com o uso de explosivos alterando a paisagem e a qualidade do ar.

A questão ambiental na atividade da construção civil ganhou relevância nos últimos anos, a preocupação com a escassez de recursos naturais, os impactos causados ao meio ambiente, a geração e a deposição inadequada de resíduos que causam efeitos irreversíveis ao meio ambiente, tem levado a um novo conceito de construção sustentável baseado na prevenção e redução de resíduos, utilização de tecnologias limpas e materiais recicláveis e reutilizáveis (VÁZQUEZ, 2001).

Um importante mecanismo de auxílio à gestão do RCD foi a criação da Resolução Nº 307 (CONAMA, 2002), a qual estabelece diretrizes e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, além de classificar os materiais para que possam ter o tratamento e destino adequado, buscando reduzir os impactos ambientais e aplicando o uso de tecnologias para a reutilização e reciclagem do resíduo de construção civil.

A reciclagem do RCD é uma alternativa para economizar os recursos naturais utilizados como matéria prima na construção civil, além de uma possibilidade de redução nos custos de construção e redução do volume final dos resíduos a serem dispostos.

O RCD é constituído de materiais passíveis de reciclagem ou reutilização. De acordo com Oliveira et al. (2005) apud Oliveira (2008), em Goiás, 60% do RCD gerado pode ser reutilizado. O RCD gerado em Salvador é composto em sua maior parte por restos de concreto e argamassa equivalentes a 53% do RCD, 22% é composta por solo e areia, materiais com alto potencial de reciclagem na construção civil (CARNEIRO et al., 2001).

Uma das etapas imprescindíveis para estudos de alternativas que visem à reciclagem do RCD é a caracterização do entulho, tanto na sua forma bruta quanto na reciclada (CARNEIRO et al., 2001), pois os fatores de geração e a composição pode interferir diretamente na qualidade do agregado produzido. A possibilidade de utilização de um resíduo deve ser avaliada tanto pelas características técnicas que se deseja, quanto pelos possíveis impactos ambientais que possa causar (SILVA e ARNOSTI Jr., 2006).

A análise da composição gravimétrica dos resíduos de construção e demolição (RCD) é um importante parâmetro a ser considerado quando se trata de sistemas de tratamento e disposição final

desses resíduos. A determinação das diferentes frações dos componentes fornece alternativas de tratamento e aproveitamento do RCD (CORNELLI et al., 2006). Além disso, o RCD pode conter impurezas e contaminantes provenientes de polímeros, gesso, matéria orgânica, amianto e sílica que podem prejudicar o desempenho estrutural dos materiais produzidos com RCD reciclado e o meio ambiente (CARNEIRO et al., 2001 apud SILVA e ARNOSTI Jr., 2006).

Portanto, a composição gravimétrica é a análise primordial a ser realizada para o máximo aproveitamento do RCD na reciclagem e reutilização. Este trabalho tem por objetivo analisar a composição gravimétrica do RCD produzido na cidade de Fortaleza e classificá-lo de acordo com a Resolução CONAMA 307/2002.

2. METODOLOGIA

Os materiais foram coletados em montes e pilhas de resíduos em dois pontos distintos que recebem RCD da cidade de Fortaleza: uma área em recuperação e uma usina de reciclagem. Foram realizadas coletas durante os meses de janeiro, abril e julho do ano de 2011, totalizando três amostras compostas. Cada amostra consistiu em quatro coletas mensais de aproximadamente 70 kg cada. As coletas ocorreram na primeira e terceira semana do mês referente às mesmas, seguindo as recomendações da NBR 10007 (ABNT, 2004) com exceção da utilização do amostrador trípé, que não se mostrou adequado para o tipo de resíduo coletado.

Ao final de cada coleta mensal, foi gerada uma amostra composta que passou por um processo de homogeneização seguida de quarteamento. Este procedimento foi feito para obter uma porção representativa de cada amostra composta inicial.

Em seguida as amostras foram conduzidas ao Laboratório de Materiais de Construção Civil – LMCC do Departamento de Construção Civil – DCC do IFCE, onde foram novamente pesadas. Foram definidos grupos de materiais para a composição gravimétrica: cerâmica vermelha, cerâmica de revestimento, tijolo branco, argamassa, concreto, areia e pedregulho, gesso, outros (plástico, madeira, papelão, vidro, orgânico, metais), espuma, couro, tecido e embalagens de tintas, solventes e amianto. Os materiais foram separados manualmente e pesados. Foi considerado areia e pedregulho o material não retido na peneira 12,5 mm. Através de uma regra de três simples, foi calculado o percentual em peso de cada material obtendo-se assim a composição gravimétrica do RCD. Foi também calculado desvio padrão, média aritmética e coeficiente de variação com o auxílio do software Excel® de domínio público. Os grupos de materiais foram então enquadrados em classes de acordo com a Resolução CONAMA 307/2002.

3. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS

Ao final do quarteamento, foram obtidas três amostras representativas de 108,8 kg, 145 kg e 149,4 kg. A amostra 1 (AM1) e a amostra 2 (AM2) foram coletadas em uma área em recuperação com RCD de Fortaleza, já a amostra 3 (AM3) foi coletada em uma usina particular de reciclagem.

Por meio da tabela 1, verifica-se que os resíduos de construção e demolição da cidade de Fortaleza são bastante heterogêneos, apesar disso, uma média de 93,4% foi considerado resíduo pertencente à Classe A (Figura 1), de acordo com a Resolução CONAMA 307/2002, possuindo um alto potencial de reciclagem.

Tabela 1 – Classificação e porcentagem do RCD da cidade de Fortaleza

CONAMA 307/2002	Amostra	AM1 (%)	AM2 (%)	AM3 (%)	Média Aritmética	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação
	Grupo						
A	1. Argamassa	18,1%	22,7%	20,3%	20,3%	2,3%	11%
	2. Concreto	2,1%	17,5%	18,0%	12,5%	9%	71%
	3. Tijolo Branco	4,0%	14,4%	17,3%	12%	6,9%	58%
	4. Areia e Pedregulho	51,8%	18,0%	15,1%	28,3%	20,4%	72%
	5. Cerâmica Vermelha	12,7%	15,7%	17,5%	15,3%	2,4%	12%
	6. Cerâmica de Revestimento	4,4%	5,0%	5,6%	5,0%	0,6%	15%
	Total	93,1%	93,3%	93,8%	93,4%	0,3%	0,3%
B	7. Outros (Plástico, Papelão, Madeira, Vidro, metais)	2,0%	1,6%	1,2%	1,6%	0,4%	25%
	8. Gesso	4,9%	5,1%	5,0%	5,0%	0,1%	2%
	Total	6,9%	6,7%	6,2%	6,6%	0,3%	4,5%

O grupo areia e pedregulho obteve um percentual médio de 28,3% do RCD coletado (tabela 1), e um alto coeficiente de variação, que se deve ao fato da AM1 possuir um alto percentual de areia e pedregulho (51,8%) quando comparada às demais amostras. A grande quantidade de areia e pedregulho na AM1 pode ter ocorrido pelo fato de que no mês de janeiro estava ocorrendo escavações referentes à construção de um centro de convenções e túneis em Fortaleza, o que ocorreu com menor intensidade nos meses subsequentes.

A argamassa é bastante utilizada como reboco e assentamento de pisos e azulejos. De acordo com Ramos (2007) é um material bastante desperdiçado em obras civis. Sendo, portanto, o segundo material que maior contribuiu para a composição do RCD de Fortaleza com um percentual que variou entre 18,1% a 22,7%, de acordo com a tabela 1.

O concreto é originado de lajes, pilares e vigas, geralmente resultado de demolição. A AM1 (2,1%) mostrou uma discrepância em relação às demais amostras (tabela 1). O que pode ter ocorrido no mês de janeiro, referente à amostra, é que área em recuperação recebeu mais resíduos provenientes de escavação do que resíduos de demolição, o mesmo pode ter ocorrido ao grupo tijolo branco que resultou em uma AM1 de 4% enquanto as demais amostras 2 e 3 apresentaram resultados de 14,4% e 17,3% respectivamente.

Os grupos cerâmica vermelha e cerâmica de revestimento apresentaram pouca variação entre as amostras (tabela 1). A cerâmica vermelha é constituinte de tijolos e telhas, é um material bastante comum na construção de casas. Durante o processo construtivo é comum o desperdício desse material, por este motivo a presença constante da cerâmica vermelha em todas as amostras. A cerâmica de revestimento, muito utilizada em pisos e paredes só é descartada caso seja danificada ou em demolições, sendo um material de menor porcentagem na geração de RCD.

O grupo outros e o grupo gesso são pertencentes à Classe B, que são materiais recicláveis para outras destinações que não os agregados ou fabricação de blocos. A Classe B apresentou um percentual médio de 6,6% (Figura 1), resultado próximo ao obtido por Ramos (2007), em que os resíduos classe B variou entre 4,83% e 13,01% na cidade de Vitória-ES.

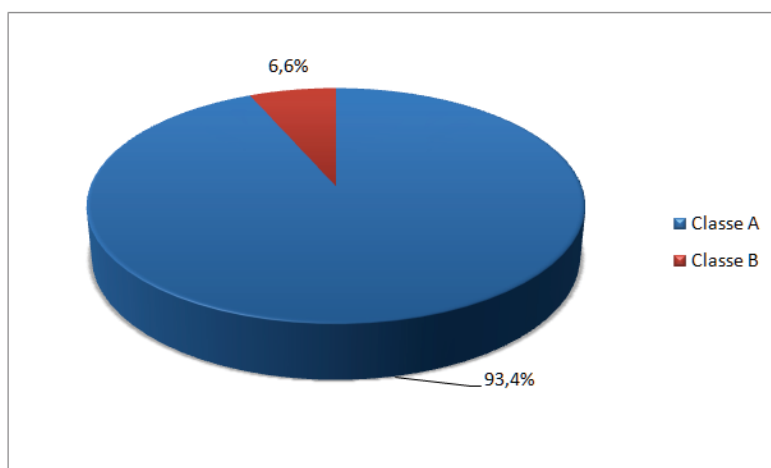


Figura 1 – Classificação do RCD de acordo com a Resolução CONAMA 307/2002

O grupo Outros, constituído de plástico, madeira, papelão, vidro, orgânico e metais (Figura 2), apresentou resultados em percentual semelhantes em todas as amostras variando de 1,2% a 2,0% do RCD (tabela 1). Estes resíduos são encontrados em menor quantidade já que, em Fortaleza, as empresas geradoras de resíduos de construção civil são obrigadas a executar um plano de gerenciamento e segregar este material de acordo com a Resolução CONAMA 307/2002.



Figura 2 – Grupo Outros pertencente à Classe B da Res. CONAMA 307/2002

O grupo Gesso, anteriormente classificado Classe C, materiais que não possuem tecnologia para reaproveitamento, atualmente é considerado Classe B, como consta na Resolução Nº 431 (CONAMA, 2011) em que altera o Art. 3º da Resolução Nº 307 (CONAMA, 2002). A presença de gesso nas amostras de RCD de Fortaleza se mostrou praticamente constante como consta na tabela 1. O gesso é um material bastante utilizado no revestimento de tetos, rodapés e molduras. Muitos edifícios atualmente possuem paredes inteiras revestidas de gesso, o que diminui os custos e aumenta a geração de gesso.

Tanto na área em recuperação quanto na usina de reciclagem não foram diagnosticadas porcentagens significantes de material Classe C e Classe D (resíduos perigosos).

A figura 3 mostra a composição média dos resíduos da cidade de Fortaleza, verifica-se que argamassa, concreto, areia e pedregulho somam uma porcentagem de 61,2%. Estes materiais, após um processo de britagem podem produzir agregados com alto potencial para utilização na construção civil (CARNEIRO et al., 2001). Além disso, estudos comprovam que o gesso pode ser reaproveitado para moldagem (HARADA e PIMENTEL, 2010) e correção de solo (SOARES e SANTOS, 2010).

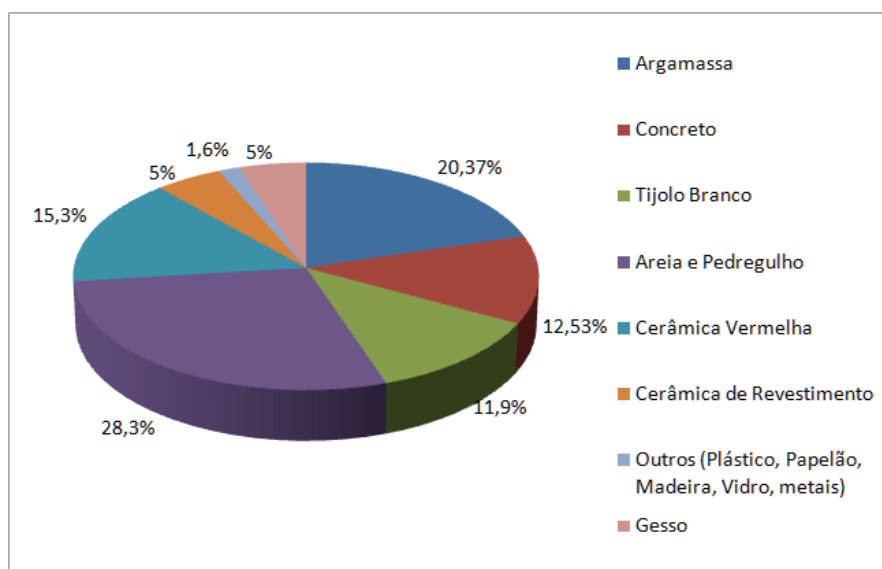


Figura 3 – Composição média do RCD da cidade de Fortaleza

4. CONCLUSÃO

O RCD de Fortaleza é constituído, conforme Resolução Nº 307 (CONAMA, 2002), de resíduos Classe A (93,4%) e Classe B (6,6%), não foi constatado percentual de resíduos Classe C e Classe D. Verificou-se que o RCD é constituído principalmente por areia e pedregulho (28,3%) e argamassa (20,37%), materiais com elevado potencial de reutilização ou reciclagem. Estes dados justificam uma política de reaproveitamento e reciclagem do RCD em Fortaleza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÂNGULO, S.C. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados.** Dissertação (Mestrado) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 155p. 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Amostragem de resíduos sólidos.** NBR 10.007. Rio de Janeiro, 2004.

CARNEIRO, A.P.; BRUM, I.A.S.; CASSA, J.C.S. (coordenadores). **Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção**. Caixa Econômica Federal. EDUFBA. Salvador, 2001.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002**. Ministério das Cidades, Secretária Nacional de Habitação. Publicada no Diário Oficial da União em 17/07/2002.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 431, de 24 de maio de 2011**. Ministério das Cidades, Secretária Nacional de Habitação. Publicada no Diário Oficial da União em 25/05/2011.

CORNELLI, R.; SCHNEIDER, V.E.; HILLIG, E.; POLETTO, M. **Caracterização de resíduos de construção e demolição (RCD) em dois municípios da serra Gaúcha**. In: XXI Congresso de Iniciação Científica em Engenharia Tecnológica. UNIJUÍ. Ijuí, 2006.

HALMEMAN, M.C.R.; SOUZA, P.C.; CASARIN, A.N. Caracterização dos resíduos de construção e demolição na unidade de recebimento de resíduos sólidos no município de Campo Mourão – PR. **Revista Tecnológica**, Edição especial ENTECA 2009, p.203-209, 2009.

HARADA, E.; PIMENTEL, L.L. **Reaproveitamento do Resíduo do Gesso**. In: Anais do XV Encontro de Iniciação Científica da PUC-Campinas. Campinas, 2010.

JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. Tese (livre docência). Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 102p. 2000.

LOVATO, P.S., **Verificação dos parâmetros de controle de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição para utilização em concreto**. Dissertação (Mestrado) PPGE/UFGRS, Porto Alegre, 180p. 2007.

OLIVEIRA, E.G.; MENDES, O. **Gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição: Estudo de caso da Resolução 307 do CONAMA**. Goiânia, 2008. Disponível em <http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/Continua/GERENCIAMENTO%20DE%20RES%20C3%84DUOS%20DA%20CONSTRU%20C3%87%20C3%83O%20CIVIL%20E%20DEMOLI%20C3%87%20C3%83O%20%20ESTUDO%20DE%20CASO%20DA%20RESOL____.pdf> Acesso em 19/09/2009.

RAMOS, B.F. **Indicadores de qualidade dos resíduos da construção civil do município de Vitória-ES**. Dissertação (Mestrado). CT-PPGEA da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 161p. 2007.

SILVA, W.R.C.; ARNOSTI Jr., S. Caracterização do resíduo de construção e demolição (RCD) reciclado. **Holos Environment**, v.5 n.2, p. 137-151, 2006.

SOARES, L.M.; SANTOS, H.A. **Estudo da Viabilidade Técnica da reutilização do gesso da construção civil em medidas de recuperação de solos de matas ciliares**. In: 62ª Reunião Anual SBPC. UFRN. Natal, 2010.

VÁZQUEZ, E. **Aplicación de nuevos materiales reciclados en La construcción civil**. In: IV Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil - Materiais Reciclados e suas Aplicações. IBRACON. São Paulo. pp. 11-22, 2001.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Materiais de Construção Civil – LMCC do Departamento de Construção Civil – DCC do IFCE, ao Professor Doutor Tássio Lofti pelo auxílio nas análises e a FUNCAP pelo financiamento do projeto.

ANÁLISE DAS PERDAS GERAIS NO CANTEIRO DE OBRAS: ESTUDO DE CASO REALIZADO NO SERVIÇO DE REBOCO E REVESTIMENTO CERÂMICO

J. A. G. NETO¹, C. M. S. SANTOS² e F. S. TOMÉ³

^{1, 2 e 3}Instituto Federal da Paraíba - Campus Monteiro

jaugustogn@hotmail.com – cícero_marciano@yahoo.com.br – felipestome@hotmail.com

RESUMO

A construção civil sempre foi objeto de críticas em decorrência principalmente dos altos custos e da baixa produtividade da mão-de-obra. Nesse sentido, a construção civil busca avanços nas inovações tecnológicas e gerenciais, a fim de reduzir desperdícios e aumentar a produtividade e competitividade das empresas do setor. Todavia, as obras em cidades localizada no interior de estados pobre do Brasil, não conseguem acompanhar esses avanços. Dessa forma, o presente artigo tem como objetivo mensurar o rendimento de mão-de-obra e mapear as perdas gerais no canteiro de obras da construção de uma biblioteca pública. Para este fim, foi efetuado um estudo de campo no canteiro de obra que obteve como resultado a constatação de baixos índices de desempenho de mão- de-obra e vários tipos de perdas ocasionados por falhas gerenciais e falta de tecnologia construtiva.

Palavras-chave: perdas, mão-de-obra, construção civil.

1. INTRODUÇÃO

O consumo de recursos físicos (a saber, materiais, mão-de-obra e equipamentos), é extremamente relevante e tem sido tema de vários estudos em diferentes partes do mundo, especialmente sob o aspecto dos resíduos gerados. Segundo SOUZA (2005), a Indústria da Construção Civil consome de 100 a 200 vezes mais que a Indústria Automobilística. A cadeia produtiva da Construção é responsável pelo consumo de 14% a 50% dos recursos naturais extraídos no planeta. No Japão responde por 50% dos materiais circulantes na economia e, nos Estados Unidos da América (EUA), relaciona-se a 75% dos materiais.

Em geral, a construção civil sempre foi objeto de críticas em decorrência principalmente dos altos custos (elevado índice de desperdício de material) e da baixa produtividade (alta rotatividade e baixa qualificação da mão-de-obra). Esse se deve, principalmente, porque, até a década de 80, havia um elevado número de obras públicas com poucas exigências quanto à qualidade e os clientes eram pouco acostumados e mesmo despreparados para exigirem os seus direitos de consumidores. Isso permitiu que as construtoras conseguissem obter grandes lucros, pois os custos eram facilmente repassados para os preços dos produtos da construção civil. Esta situação inibiu o setor à introdução de novas tecnologias como novos materiais, processos construtivos mais racionais e mecanizados e formas de gestão de maior eficiência (LORENZON & MARTINS, 2006).

De acordo com Isatto *et al* (2000), ao longo dos anos 90, um novo referencial teórico vem sendo construído para a gestão de processos na construção civil, envolvendo o esforço de um grande número de acadêmicos tanto no país como no exterior, com o objetivo de adaptar alguns conceitos e princípios gerais da área de Gestão da Produção às peculiaridades do setor. Este esforço tem sido denominado de Lean Construction, por estar fortemente baseado no paradigma da *Lean Production* (Produção Enxuta), que se contrapõe ao paradigma da produção em massa (*Mass Production*), cujas raízes estão no Taylorismo e Fordismo.

Os maiores avanços nas construções civis, nos últimos anos, ocorreram principalmente nas grandes obras, como as industriais, onde foram implantadas e incrementadas soluções construtivas como estruturas de aço e pré-moldados de concreto armado que permitiram maior rapidez na execução da obra com menor possibilidade de desperdício de materiais. Em construções prediais convencionais, utilizando estruturas de concreto ou alvenaria, os estudos e as práticas para aumentar a produção, reduzir o desperdício e extinguir os defeitos pós-ocupação (patologias) têm sido realizados em todos os setores da obra, seja na utilização de novos materiais, mais resistentes e duradouros, requerendo treinamento de mão-de-obra e fiscalização adequada durante os processos, seja na grande evolução da política do gerenciamento destas obras, permitindo uma razoável aproximação da construção civil às outras atividades industriais (GOMES NETO *et al* 2007).

Diante deste cenário, em que a construção civil avança nas inovações tecnológicas e gerenciais, a fim de reduzir desperdícios e aumentar a produtividade e competitividade das empresas do setor, surge a seguinte indagação: Será que as obras em cidades localizadas no interior de um estado pobre do Brasil, acompanham esse avanço?

2. SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP)

Pode-se dizer que o Sistema Toyota de Produção (STP) é o detalhamento operacional do modelo japonês, que colocou a Toyota como terceira maior fabricante de veículos do mundo. Neste novo contexto, o Sistema Toyota de Produção (STP) constituiu-se em um exemplo de grande sucesso na adaptação às novas normas de concorrência intercapitalista, promovendo, ao mesmo tempo, uma produção flexível e com baixos custos. Este foi um dos motivos pelos quais se coloca o STP como modelo de ambiente moderno de manufatura (MÜLLER, 2011).

Os princípios de produção defendidos por Ohno e Shingo, mentores do Sistema Toyota de Produção, estão fortemente vinculados com o conceito de perdas. A noção de perdas entre os industriais no início do século estava ligada basicamente com o desperdício de materiais.

O objetivo exposto por Ohno (1988), no STP, consiste em aumentar a taxa de trabalho que adiciona valor - eliminando perdas, minimizando trabalho adicional e maximizando trabalho efetivo. O autor ainda destaca as sete grandes perdas a serem perseguidas no STP:

- 1- Superprodução, a maior fonte de desperdício;
- 2- Tempo de espera, refere-se a materiais que aguardam em filas para serem processados;
- 3- Transporte, nunca geram valor agregado no produto;
- 4- Processamento, algumas operações de um processo poderiam nem existir;
- 5- Estoque, sua redução ocorrerá através de sua causa raiz;
- 6- Movimentação;
- 7- Defeitos, produzir produtos defeituosos significa desperdiçar materiais, mão-de-obra, movimentação de materiais defeituosos e outros.

O que se tenta alertar é para a necessidade de mensuração destas perdas. E um sistema de controle e custeio deve suprir esta demanda. No Japão, a deficiência no controle de custos talvez não seja tão grave, pois sua ênfase forte em planejamento reduz, de certa forma, a necessidade de um controle rigoroso.

3. PERDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O conceito de perdas na construção civil é, com freqüência, associado unicamente aos desperdícios de materiais. No entanto, as perdas estendem-se além deste conceito e devem ser entendidas como qualquer ineficiência que se reflita no uso de equipamentos, materiais, mão-de-obra e capital em quantidades superiores àquelas necessárias à produção da edificação. Neste caso, as perdas englobam tanto a ocorrência de desperdícios de materiais quanto à execução de tarefas desnecessárias que geram custos adicionais e não agregam valor (FORMOSO et al 1996).

Tais perdas são conseqüência de um processo de baixa qualidade, que traz como resultado não só uma elevação de custos, mas também um produto final de qualidade deficiente.

Para a melhor compreensão deste conceito, deve-se conhecer a natureza das atividades que compõem o processo de produção. Um processo pode ser entendido como um fluxo de materiais e informações desde a matéria prima até o produto final. Neste fluxo, os materiais são processados, inspecionados, movimentados ou estão em espera. Assim, as atividades componentes de um processo podem ser classificadas em duas principais categorias:

- (a) Atividades de conversão: envolvem o processamento dos materiais em produtos acabados.
- (b) Atividades de fluxo: relacionam-se às tarefas de inspeção, movimento e espera dos materiais.

São as atividades de conversão que normalmente agregam valor ao produto, ou seja, transformam as matérias primas ou componentes nos produtos requeridos pelos clientes. Entretanto, nem toda a atividade de conversão agrega valor ao produto. Por exemplo, a necessidade de retrabalho indica que se executou uma atividade de conversão sem agregar valor.

Para reduzir as perdas na construção de edificações é necessário conhecer sua natureza e identificar suas principais causas. Na construção civil a classificação adotada pelo **NORIE/UFRGS** (Núcleo Orientado para Inovação da Edificação) partiu do conceito das sete perdas de Shingo (1981), adaptando-o para construção civil. Nove categorias de perdas são identificadas:

Tipo	Conceito	Exemplo
Perdas por superprodução	Refere-se às perdas que ocorrem devido à produção em quantidades superiores às necessárias.	Produção de argamassa em quantidade superior à necessária para um dia de trabalho, excesso de espessura de lajes de concreto armado.
Perdas por substituição	Decorrem da utilização de um material de valor ou características de desempenho superiores ao especificado.	Utilização de argamassa com traços de maior resistência que a especificada, utilização de tijolos maciços no lugar de blocos cerâmicos furados.
Perdas por espera	Relacionadas com a sincronização e o nivelamento dos fluxos de materiais e as atividades dos trabalhadores. Podem envolver tanto perdas de mão - de - obra quanto de equipamentos.	Paradas nos serviços originadas por falta de disponibilidade de equipamentos ou de materiais
Perdas por transporte	As perdas por transporte estão associadas ao manuseio excessivo ou inadequado dos materiais e componentes em função de uma má programação das atividades ou de um layout ineficiente.	Tempo excessivo despendido em transporte devido a grandes distâncias entre estoques e o guincho, quebra de materiais devido ao seu duplo manuseio ou ao uso de equipamento de transporte inadequado.
Perdas no processamento em si	Têm origem na própria natureza das atividades do processo ou na execução inadequada dos mesmos. Decorrem da falta de procedimentos padronizados e ineficiências nos métodos de trabalho, da falta de treinamento da mão de obra ou de deficiências no detalhamento e Construtiva dos projetos.	Quebra de paredes rebocadas para viabilizar a execução das instalações; quebra manual de blocos devido à falta de meios-blocos.
Perdas nos estoques	Estão associadas à existência de estoques excessivos, em função da programação inadequada na entrega dos materiais ou de erros na orçamentação, podendo gerar situações de falta de locais adequados para a deposição dos mesmos. Também decorrem da falta de cuidados no armazenamento dos materiais. Podem resultar tanto em perdas de materiais quanto de capital.	Custo financeiro dos estoques, deterioração do cimento devido ao armazenamento em contato com o solo e ou em pilhas muito altas.
Perdas no movimento	Decorrem da realização de movimentos desnecessários por parte dos trabalhadores, durante a execução das suas atividades e podem ser geradas por frentes de	Tempo excessivo de movimentação entre postos de trabalho devido à falta de programação de uma sequência adequada de atividades; esforço excessivo do trabalhador em

	trabalho afastadas e de difícil acesso, falta de estudo de layout do canteiro e do posto de trabalho, falta de equipamentos adequados, etc.	função de condições ergonômicas desfavoráveis.
Perdas pela elaboração de produtos defeituosos	Ocorrem quando são fabricados produtos que não atendem aos requisitos de qualidade especificados. Geralmente, originam-se da ausência de integração entre o projeto e a execução, das deficiências do planejamento e controle do processo produtivo; da utilização de materiais defeituosos e da falta de treinamento dos operários. Resultam em retrabalhos ou em redução do desempenho do produto final, como.	Falhas nas impermeabilizações e pinturas, descolamento de azulejos.
Outras	Existem ainda tipos de perdas de natureza diferente dos anteriores.	Roubo, vandalismo, acidentes, etc.

Quadro 1 - Adaptado do NORIE/UFRGS

4. METODOLOGIA

A presente pesquisa é descritiva, explicativa e participante, viabilizada por meio do levantamento de campo e estudo de caso. A amostra foi a não-probabilística e intencional, ou seja, dirigiu-se a pesquisa para um estudo de caso, tendo em vista, o pequeno número de obras com volume de produção expressivo, e, compatível com os anseios da pesquisa.

A pesquisa foi conduzida em uma empresa do setor da construção civil do estado de Minas Gerais, que atua no segmento de obras públicas e privadas há 12 anos. A obra em questão está situada na cidade de Sumé (Cariri Ocidental Paraibano) distante 270 km da Capital João Pessoa. Trata-se da construção da biblioteca de uma instituição de ensino superior que, durante a coleta de dados se encontrava na fase de acabamento (pavimentação e revestimentos). A obra em questão apresenta dezesseis operários em seu quadro de efetivos e de acordo com o encarregado da obra tem prazo de entrega marcado para 21/10/11.

Foram sujeitos da pesquisa os serviços de revestimento cerâmico e reboco em massa única (Figuras 1 e 2). A escolha desses serviços se deu em função de sua execução ser concomitante a coleta de dados. As variáveis de investigação foram à produtividade de mão-de-obra e as perdas de acordo com a classificação do (NORIE/UFRGS).



Figura 1: Execução de revestimento cerâmico



Figura 2: Execução de reboco em massa única

A pesquisa foi realizada em três etapas:

1. **Pesquisa bibliográfica:** inicialmente realizou-se uma pesquisa bibliográfica a fim de buscar o conhecimento teórico para desenvolver as análises, argumentos e observações. O foco dessa pesquisa foram o STP (Sistema Toyota de Produção) e perdas na construção civil.
2. **Pesquisa de campo:** Em um segundo momento, procedeu-se a coleta de dados por meio de entrevistas estruturadas, formatadas conforme a literatura pesquisada em que foram entrevistados o engenheiro e encarregado de obras. Os serviços de reboco e revestimento cerâmico foram acompanhados por meio de observação direta. Ainda, com o objetivo de viabilizar o registro dos dados durante a pesquisa de campo, foram utilizadas fotografias, ficha de pesquisas e caderno de anotações. Foram anotadas e cronometradas as etapas de cada atividade juntamente aos fluxogramas propostos dos seguintes serviços: reboco e aplicação de cerâmica. A análise desses dados tem como intuito identificar as atividades de fluxo e conversão cronometrando o tempo gasto em cada etapa da execução desses serviços.
3. **Tratamento dos dados:** Os dados coletados no canteiro de obra foram registrados e analisados em dois estágios:
 - a. **Fluxograma de Processo** – Ferramenta utilizada para representar graficamente os processos analisados na pesquisa. Nesse sentido, foi adotada a simbologia do ASME (Associação Americana de Engenharia Mecânica), difundida pelo Sistema Toyota de Produção na década de 70.

Operação 	Movimento 	Espera 	Inspeção 	Estocagem 
---	--	---	---	--

Figura 3: Simbologia de Fluxograma de Processo ASME.

Fonte: Shingo 1981.

- b. **Tabulação de dados:** Estratégia utilizada para representar o tempo gasto em cada atividade e respectivamente o profissional responsável, bem como, a análise de desempenho da mão-de-obra e, o registro de todas as perdas identificadas durante o processo.

5. ESTUDO DE CASO

Nesta seção são apresentados os resultados da pesquisa de campo, em que, nesse primeiro momento, conforme mostram as figuras 4 e 5, teve como foco a descrição e classificação das atividades de fluxo ou conversão. Para viabilizar a descrição do processo de execução desses serviços, foi utilizada a simbologia do ASME, ilustrada na figura 3. A análise do fluxograma de processo tem como objetivo identificar quais pontos do processo agrega ou não valor ao produto final.

Atividade: REBOCO POR M² Local: 1º PAVIMENTO

TEMPO	DESCRIÇÃO DOS ELEMENTOS	●	→	D	■	▼	ATIVIDADE	
							FLUXO	CONVERSÃO
1:20	Nivelamento com nível de mangueira	●	→	D	■	▼	●	
1:20	Nivelamento com prumo	●	→	D	■	▼		●
1:00	Aplicação da mestra	●	→	D	■	▼		●
0:07	Transporte do cimento	●	→	D	■	▼	●	
0:10	Transporte da areia	●	→	D	■	▼	●	
2:40	Confecção da argamassa	●	→	D	■	▼		●
0:16	Transporte da argamassa	●	→	D	■	▼	●	
2:40	Aplicação da argamassa	●	→	D	■	▼		●
1:20	Espera por falta de material	●	→	D	■	▼	●	
2:00	Nivelamento da argamassa	●	→	D	■	▼		●
0:40	Conferencia do nivelamento	●	→	D	■	▼	●	
1:20	Acabamento do trabalho	●	→	D	■	▼		●
2:40	Limpeza do local	●	→	D	■	▼		●

Figura 4 – Fluxograma do serviço de reboco

Atividade: APLICAÇÃO DE CERÂMICA

 Local: CAIXA D'ÁGUA

TEMPO	DESCRIÇÃO DOS ELEMENTOS	●	➔	◐	■	▼	ATIVIDADE	
							FLUXO	CONVERSÃO
0:24	Transporte da cerâmica	●	➔	◐	■	▼	●	
0:48	Transporte do cimento cola	●	➔	◐	■	▼	●	
1:00	Confecção do cimento cola	●	➔	◐	■	▼		●
1:15	Aplicação do cimento cola	●	➔	◐	■	▼		●
1:15	Aplicação da cerâmica	●	➔	◐	■	▼		●
0:30	Verificação do alinhamento	●	➔	◐	■	▼	●	
1:35	Transporte do rejunte	●	➔	◐	■	▼	●	
4:00	Confecção do rejunte	●	➔	◐	■	▼		●
4:00	Aplicação do rejunte	●	➔	◐	■	▼		●
7:00	Limpeza do Local	●	➔	◐	■	▼		●

Figura 5 - Fluxograma do serviço de aplicação cerâmica

Conforme visto nas Figuras 4 e 5 temos a percepção do tempo gasto nas atividades. Na Figura 4, há uma proporção de seis atividades de fluxo para sete atividades de conversão, já na Figura 5 observa-se que há quatro atividades de fluxo e seis de conversão. No canteiro de obras, observa-se, em geral, que as atividades de fluxo são executadas por serventes e as de conversão por pedreiros. Nesse sentido, foi efetuada uma análise do tempo que cada profissional, dedica a execução por m² dos respectivos serviços, a fim de identificar a ociosidade de mão de obra, conforme mostra o Quadro abaixo.

SERVIÇO	OPERÁRIO	ATIVIDADE	TEMPO	TEMPO TOTAL
Reboco	Servente	Transporte do cimento	0:07	4:33
		Transporte da areia	0:10	
		Confecção da argamassa	2:40	
		Transporte da argamassa	0:16	
		Espera por falta de material	1:20	
	Pedreiro	Nivelamento com nível de mangueira	1:20	15:20
		Nivelamento com prumo	1:20	
		Aplicação da mestra	1:00	
		Aplicação da argamassa	2:40	
		Nivelamento da argamassa	2:00	
		Conferencia do nivelamento	0:40	
		Acabamento do trabalho	1:20	
		Limpeza do local	2:40	
Aplicação de Cerâmica	Servente	Transporte da cerâmica	0:24	2:47
		Transporte do cimento cola	0:48	
		Transporte do rejunte	1:35	

	Pedreiro	Confecção do cimento cola	1:00	19:00
		Aplicação do cimento cola	1:15	
		Aplicação da cerâmica	1:15	
		Verificação do alinhamento	0:30	
		Confecção do rejunte	4:00	
		Aplicação do rejunte	4:00	
		Limpeza do Local	7:00	

Quadro 2 – Respectivas tarefas por profissional.

No Quadro 2 pode-se observar que os serviços de aplicação de cerâmica e reboco estão num tempo adequado, mas se for verificado o tempo de relação entre servente e pedreiro pode-se verificar uma grande deficiência, pois no tempo total de serviço de aplicação de cerâmica, por exemplo, o servente passa mais de dezesseis minutos em trabalho ocioso e no serviço de reboco mais de dez minutos. De acordo com essa análise, poderia ser feita uma mudança no dimensionamento de mão-de-obra, ou seja, a contratação de um servente para três pedreiros minimizando o tempo de serviço ocioso. O dimensionamento equivocado de mão-de-obra nesses serviços provocou um baixo rendimento da mesma conforme mostra a tabela 1, que apresenta seus índices de desempenho.

Tabela 1: Análise de desempenho de mão-de-obra

SERVIÇO	RENDIMENTO (%)		
	SERVENTE	PEDREIRO	MÉDIA
REBOCO	21,78	77,11	49,95
APLICAÇÃO DE CERÂMICA	12,72	87,26	49,99

Como se pode observar na Tabela 1, o rendimento de mão-de-obra médio está abaixo de 50,00%, ou seja, metade do tempo de execução dos serviços se configura como tempo ocioso, se destacando, sobretudo, o rendimento dos serventes responsáveis pela execução das atividades de fluxo.

Além disso, por meio da análise dos fluxogramas, e, observação direta *in loco*, foi possível também, mapear as perdas durante a execução dos serviços analisados. O Quadro 3 apresenta as perdas identificadas no canteiro de obra.

SERVIÇO	TIPO DE PERDA
Reboco	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Perda por espera: falta de cimento na obra (crise de mercado) e produção de argamassa em descompasso com a execução do serviço, ocasionando um atraso no cronograma e uma perda em mão de obra ociosa; <input type="checkbox"/> Perda por processamento: falta de infra-estrutura e tecnologia de processo, aumentando o lead-time de produção. <input type="checkbox"/> Perda por superprodução: por não haver um calculo diário de produção de argamassa, há uma perda por superprodução; <input type="checkbox"/> Perdas pela elaboração de produtos defeituosos: má execução da alvenaria, ocasionando perda no processamento do reboco, pois foi identificada uma espessura maior de reboco por m² que a especificada em projeto. <input type="checkbox"/> Estoque: custo financeiro e de estocagem dos agregados miúdos. <input type="checkbox"/> Outros: crise do cimento, gerando mão-de-obra ociosa e perdas financeiras pela

	aquisição do insumo a um valor superior ao orçado.
Aplicação de Cerâmica	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Perda por estoque: na estocagem da cerâmica nos palettes, ocasionando a quebra de peças; <input type="checkbox"/> Perda por transporte: no transporte entre os palettes e o local de aplicação, ocasionando a quebra de peças; <input type="checkbox"/> Perda por processamento: não foi feita uma otimização entre o tamanho das peças e a área da aplicação da cerâmica; <input type="checkbox"/> Perdas pela elaboração de produtos defeituosos: desníveis na execução do reboco, gerando um maior consumo de argamassa colante para a aplicação da cerâmica.

Quadro 3 – Perdas identificadas nos serviços de reboco e aplicação cerâmica.

O Quadro 3 apresenta as principais perdas segundo o STP relacionadas à construção civil, identificou-se que grande parte dessas perdas podem ser evitadas, pois as mesmas foram ocasionadas por erros de processamento e planejamento da obra. Isso poderia ser evitado com um planejamento mais detalhado e uma melhor instrução dos serventes e pedreiros que poderiam evitar, por exemplo, perdas por transporte e superprodução. Deve-se salientar que, com relação a crise do cimento, pouco pode ser feito, em função de se configurar como um episódio inusitado e inesperado, não levado em consideração durante o planejamento da obra.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do estudo realizado, foi possível verificar que as informações adquiridas na estrutura teórica corroboram com os dados coletados nos canteiros de obra, ou seja, há uma grande incidência de perdas durante a execução dos serviços nos canteiros de obras.

Por meio da análise dos fluxogramas, foi possível identificar que o tempo de execução dos serviços contempla em sua grande maioria atividades de fluxo, ou seja, não agregam valor e proporcionam perdas gerais no canteiro de obras. Um ponto importante nessa análise é verificar que há alinhamento entre atividades de fluxo e valor, e, respectivo profissional responsável por sua realização. Observou-se que as atividades de fluxos foram executadas por serventes e as de conversão por pedreiros.

Ademais, pode-se observar que devido ao grande número de atividades de fluxo, o rendimento da mão-de-obra, apresentou índices baixos, todavia, esperados em função de estudos realizados que apontam essa deficiência nos canteiros de obras. Outro ponto a se considerar com relação a mão-de-obra é fato do pedreiro executar a atividade de limpeza das cerâmicas, que apesar de ser atividade de conversão não agrega valor, sendo recomendável dessa forma que seja designado ao servente, tendo em vista que o mesmo apresenta os menores índices de rendimento em função do tempo ocioso.

Seguindo os baixos rendimentos de mão-de-obra, observaram-se vários tipos de perdas, frutos da falta de planejamento e treinamento de mão-de-obra, evidenciando um efeito em cadeia, em que a falta de planejamento e análise de projetos se mostram como a origem das perdas ao longo da execução dos serviços. Esse fato pode ser constatado no momento em que foi identificado o mau dimensionamento de mão-de-obra, que gerou ociosidade, e, na escolha das dimensões das peças de cerâmica, onde sua otimização poderia evitar perdas de materiais. As falhas de execução por falta de treinamento também se enquadram nesse contexto, tendo em vista, que devem ser viabilizadas pela gerência da obra.

REFERÊNCIAS

FORMOSO, Carlos T. et al. **Perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor.** Revista TechneJul/Ago – nº 23 pp 30-32. Ed. Pini.. São Paulo 1996.

GOMES NETO *et al.* **Diagnóstico dos Procedimentos Construtivos Realizados em Pequenas Obras na cidade de Lagarto- SE, in;** II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, João Pessoa - PB - 2007

ISATTO, E. L.; FORMOSO, C. T.; DE CESARE, C. M.; HIROTA, E. H. & ALVES, T. C. L. **Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil.** Porto Alegre, SEBRAE/RS, 2000. Série SEBRAE Construção Civil, Vol. 5.

LORENZON A. I & MARTINS A. R.. **Discussão sobre a medição do desempenho na leanconstruction. In:** XIII SIMPEP - Bauru, São Paulo, Brasil, 2006.

MÜLLER, Cláudio. **Sistema Toyota de Produção.** São Paulo. Disponível em: <<http://www.construtoracastelobranco.com.br/aempresa/ps-37/files/toyotasp.pdf>> Acessado em: 25 de agosto de 2011.

OHNO, Taiichi. **Workplace Management, Productivity Press, 1988.**

SOUZA, Ubiraci E. L. de. **Como reduzir perdas nos canteiros:** Manual de gestão do consumo de materiais na construção civil. São Paulo: Pini, 2005.

SHINGO, S. A study of Toyota production system from an industrial engineering viewpoint. Toquio, Japan Management Association, 1981.

APLICAÇÃO DO LAUDO PERICIAL AMBIENTAL EM FEIRA MUNICIPAL DE PARAÍSO DO TONCATINS: ESTUDO DE CASO

F. M. RODRIGUES¹ e L. G. S. M RODRIGUES²

¹Instituto Federal do Tocantins - Campus Paraíso do Tocantins e ²Instituto Federal do Tocantins - Campus Paraíso do Tocantins

fernandomorais@ifto.edu.br – lilianegarcia@ifto.edu.br

RESUMO

O presente trabalho teve objetivo básico elaborar um laudo de pericial ambiental na Feira Municipal de Paraíso do Tocantins-TO, afim de subsidiar melhorias. Para tanto, foram utilizados visita em campo, diagnóstico e modelo de laudo pericial, proposto por Bosse Neto em 2008. Dentre os principais passivos laudados foram: estrutura do prédio inadequada, falta de higienização e fiscalização nas alas de comércio de alimentos e falta de fiscalização na área de comércio de produtos eletrônicos. Diante do trabalho realizado, conclui-se que a partir dos aspectos levantados no laudo pericial das condições sanitárias e ambientais da Feira municipal de Paraíso do Tocantins servem de subsídio para as ações do gestor municipal quanto à sua minimização, bem como a remediação a fim de garantir aos usuários da mesma com qualidade ambiental.

Palavras-chave: perícia ambiental; feira; gestão e danos.

1. INTRODUÇÃO

Considera-se sobre perícia ambiental como sendo um importante instrumento para gestão do meio e destina-se à avaliação dos danos ambientais, causados por ação de pessoa, seja ela física ou jurídica, de direito público ou privado, que venham a resultar na degradação da qualidade ambiental.

O dano ambiental produzido pelo homem proporciona o direito à sociedade de exigir do agente causador uma reparação, porém quando se trata de meio ambiente é extremamente difícil dimensionar a extensão do dano. Por exemplo, como, apesar das modernas tecnologias, calcular o efeito de uma contaminação do solo.

É possível, na medida em que são utilizados atuais padrões econométricos que determinam monetariamente os impactos ambientais. Que, por sua vez, exigem cálculos complicados, feitos por computadores com programas avançados, para chegarem a resultados razoavelmente aceitáveis.

De qualquer maneira, é necessário que a avaliação dos danos causados seja a mais correta e próxima da verdade possível, pois tanto a valoração como a punição que a sociedade adota se dão em termos econômicos e com possível restrição da liberdade.

Dentro do Estado do Tocantins, a cidade de Paraíso do Tocantins-TO apresenta destaque em relação as demais como produtora de alimentos, onde parte dessa produção é direcionada para o abastecimento do comércio externo e interno.

Para tal, parte desses produtos são comercializados na Feira Municipal, durante os finais de semana. Onde o mesmo, disponibiliza a sua população variedade de: alimentos, artesanatos e multi-utilidades (bolsas, relógios, bijuterias, sandálias, e outros).

A Feira Municipal de Paraíso apresenta uma estrutura física em condições inadequadas conforme critérios estabelecidos pelas vigilâncias sanitárias, que levam a diminuir os consumidores naquele ambiente.

Contudo, a Feira Municipal de Paraíso é bastante frequentada por falta de outros empreendimentos que proporcionem lazer aos seus moradores.

Além da estrutura física apresentar um aspecto de “impacto visual” não atrativo ou que possibilite bem estar, ainda há uma grande quantidade de geração de resíduo sólido em consequência dos produtos vendidos na feira, que é ocasionado devido a falta de organização dos próprios feirantes.

Descrever as atividades e intervenções realizadas no empreendimento referido (construção, reforma, ampliação, instalação ou funcionamento de estabelecimento, obra ou serviço, supressão de vegetação, lançamento/despejo esgotos, produtos químicos, lixo etc.), esclarecendo se são potencialmente poluidoras (KASKANTZIS NETO, 1998).

Esclarecer se a(s) alteração(ões) adversa(s) das características do meio ambiente podem: **(a)** prejudicar a saúde, a segurança e o bem-estar da população; **(b)** criar condições desfavoráveis às atividades sociais e econômicas; afetar desfavoravelmente a biota; **(c)** afetar as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; **(d)** ou lançar matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (KASKANTZIS NETO, 1998).

Esclarecer se as atividades, intervenções e seus efeitos (alteração adversa das características do meio ambiente) continuam sendo desenvolvidas, se a permanência das atividades e intervenções torna mais grave a degradação ambiental ou mesmo a situação de perigo existente. Justificar, informando se as atividades e intervenções devem ser suspensas (SOARES, 2005).

Nesse sentido, o presente estudo elaborou laudo de perícia ambiental na Feira Municipal de Paraíso do Tocantins-TO.

2. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Após visita *in loco*, foram constatados alguns passivos ambientais, os quais serviram de base para elaboração de Laudo Técnico Pericial para Gestão Ambiental da Feira Municipal de Paraíso do Tocantins.

2.1. Descrição do Empreendimento

A Feira Municipal atua no ramo de comércio de gêneros alimentícios, artesanato, e turismo gastronômico (Figura 02), cujos horários e dias de funcionamento são: 12:00 às 20:00, aos sábados e domingos, cuja gestão administrativa de forma direta é da Prefeitura Municipal, e indireta dos comerciantes e população em geral.



Figura 02- Feira municipal de Paraíso do Tocantins-TO.

Dentre estrutura do prédio é composta por Galpão (Figura 03) de concreto armado, paredes de alvenarias, tela de proteção, sanitários internos, telhado de metal, piso de cimento, instalação elétricas e hidráulicas.

Além disso, no seu entorno há calçadas, porém não há estacionamento. Bem como local para carga e descarga.



Figura 03- Galpão da Feira municipal de Paraíso do Tocantins-TO.

2.2. Setores da Feira e Respective Passivos Ambientais

Diante da visita verificou-se que a estrutura da feira apresenta um aspecto de “impacto visual” não atrativo ou estética que possibilita bem estar. Os feirantes não mantêm organização adequada (Figura 04).



Figura 04- Feira municipal de Paraíso do Tocantins-TO.

Além disso, ressalta-se que as instalações sanitárias estão em estado de má conservação (Figuras 05 e 06).



Figura 05- Sanitários da Feira municipal de Paraíso do Tocantins-TO.



Figura 06- Louça sanitária da Feira municipal de Paraíso do Tocantins-TO.

Nessa ala ocorre a disposição por parte dos feirantes a oferta de frutas e verduras para os consumidores (Figura 07).



Figura 07- Feira municipal de Paraíso do Tocantins-TO.

Porém, aspectos ou problemas ambientais são apresentados nessa ala, são à disposição de resíduos sólidos no entorno desses alimentos e seus respectivos consumidores (Figura 08).



Figura 08- Resíduos sólidos gerados na Feira municipal de Paraíso do Tocantins-TO.

Verificou-se que nesse foi destinado a comercialização de artesanato. Mas, o que procede é venda de artigos eletroeletrônicos do seguimento importados (Figura 09).



Figura 09- Comércio de artigos eletroeletrônicos na Feira municipal de Paraíso do Tocantins-TO.

Ressalta-se que por análise da conjuntura nacional desse tipo de comércio, faz-se menção que os mesmos podem funcionar sem devidas regularidades.

Ocorrem na praça de alimentação da Feira Municipal de Paraíso a manipulação, preparo e consumo de alimentos produzidos pela comunidade (Figura 10).



Figura 10- Manipulação, preparo e consumo na Feira municipal de Paraíso do Tocantins-TO.

Em comitância a essas ações, destaca-se a falta de higienização e impacto visual dos resíduos sólidos bem como das lixeiras de acondicionamento (Figura 11).



Figura 11- Entorno das bancas de eira municipal de Paraíso do Tocantins-TO.

Ala da Feira Municipal destinada a comércio de carnes e pescados produzidos na região (Figura 12).



Figura 12- Disposição das carnes para consumo na Feira municipal de Paraíso do Tocantins-TO.

Todavia, verificou-se falta de higienização, se tratando de carnes e pescado (Figura 13).



Figura 13- Manipulação inadequada de pescado na Feira municipal de Paraíso do Tocantins-TO.

3. METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado na Feira Municipal de Paraíso está localizada no perímetro urbano do município de Paraíso do Tocantins na região centro oeste do Estado do Tocantins, conforme Figura 01, e foi realizado durante o ano de 2009.



Figura 01- Localização do município de Paraíso do Tocantins-TO. Fonte: Google Earth, 2010.

Na Feira Municipal realiza-se o comércio de gêneros alimentícios, artesanato, e lazer para a população de Paraíso do Tocantins.

Para obter o diagnóstico da área de estudo, foram realizadas visitas em campo, registro fotográfico e *check-list* dos principais aspectos ambientais.

A partir dos dados levantados, utilizou-se do modelo de laudo pericial, proposto por Bosse Neto em 2008, o qual sistematiza as informações por meio da descrição dos processos impactantes da seguinte forma:

- Descrição do local;
- Diagnóstico dos passivos ambientais na área.

4. CONCLUSÃO

Diante do trabalho realizado, conclui-se que:

- o empreendimento apresenta condições sanitárias e ambientais inadequadas para funcionamento da Feira municipal de Paraíso do Tocantins, pois as instalações não apresentam infraestrutura precárias;
- de acordo com as condições apresentadas pelo diagnóstico, as alas da Feira que estão com maiores comprometimentos sob a ótica ambiental são: comercialização de verduras e carnes, parte elétrica e sanitária do prédio, bem como a falta de adequações para incêndio;
- verifica-se que esse estudo serve de subsídio para as ações do gestor municipal quanto à sua minimização, bem como a remediação a fim de garantir aos usuários da mesma com qualidade ambiental;
- recomenda-se o método proposto por Bosse Neto em 2008, pois os resultados apresentados foram satisfatório.

REFERÊNCIAS

BOSSE NETO, P. **Laudo Técnico Ambiental**. 2008. Disponível em: <http://www.gpca.com.br/gil/art94.htm>. Acesso em: 15 de Out de 2009.

BRASIL. **Lei nº 9.605/98**. Leis de Crimes Ambientais. 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm. Acesso em: 15 de Out de 2009.

KASKANTZIS NETO. **Perícia Ambiental**. Campinas: UNICAMP, 1998.

SCARTON, R. **Perícia Ambiental**. Porto Alegre/RS: PUC-RS, 2003.

SOARES, P. A. **Teoria Ecológica e Análise Ambiental: Perícias Ambientais**. Paraíba: UFPB, 2005.

APROPRIAÇÃO DE CUSTOS EM OBRAS DE EDIFICAÇÕES VERTICAIS A LUZ DO CICLO PDCA: UM ESTUDO DE CASO NO SERVIÇO DE ARMAÇÃO DE FERRAGEM.

C. M. S. Santos¹ e N. M. C. Araújo²

¹Instituto Federal da Paraíba - Campus Monteiro e ²Instituto Federal da Paraíba - Campus João Pessoa.
cícero_marciano@yahoo.com.br – nelmamca@gmail.com

Resumo: Este artigo tem como objetivo efetuar um estudo comparativo entre os índices do TCPO x apropriação *in loco*, seguindo a lógica do ciclo PDCA, com o intuito de estabelecer um processo de melhoria continua nos índices utilizados nas composições de preços unitários dos seus orçamentos e os realmente utilizados pelas empresas construtoras em seus canteiros de obra. Para tal, foi realizado um estudo de caso (pesquisa de campo, exploratória e descritiva) acerca da variação de consumo dos índices de matéria-prima e mão-de-obra, onde foi analisado o serviço de armação de ferragem de pilares, vigas e lajes, em duas obras de edificações verticais em uma empresa de médio porte da cidade de João Pessoa. Como resultado, observou-se uma grande variação entre os índices de consumo do livro TCPO (TCPO, 2008), adotados no orçamento do PDCA inicial, e o efetivo consumo dos recursos durante a execução dos serviços, com essas variações sendo consideravelmente reduzidas em um segundo momento, quando foram adotados índices obtidos de apropriações *in loco*, corroborando com os pressupostos iniciais da pesquisa.

Palavras-chave: PDCA, apropriação de custos, índices

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é um setor industrial que representa uma importância fundamental na economia brasileira, possuindo uma considerável participação na composição do PIB (Produto Interno Bruto), de acordo com o IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada). Com relação aos postos de trabalho, sua participação é, em média, de 40% do total da mão-de-obra da indústria de transformação em geral. Comparando-se com outros setores da indústria de transformação, é o maior de todos eles (VIEIRA, 2006).

Na Paraíba, assim como nos demais estados brasileiros, a indústria da construção civil está em ascensão, sobretudo no setor imobiliário. Com o mercado aquecido, o número de empresas e o montante investido no setor crescem rapidamente, tornando o mercado cada dia mais competitivo, sendo necessário que as empresas construtoras do setor de habitação procurem reduzir os custos da produção, a fim de desenvolverem uma sustentabilidade competitiva para manterem-se neste acirrado mercado.

As atividades de mensurar e controlar os custos da produção estão diretamente relacionadas ao planejamento da produção. Outros setores da organização podem auxiliar essas atividades, como, por exemplo, o setor de projetos, que fornece informações que relacionam dados de obras anteriores com dados da obra que será executada, com o intuito de quantificar os serviços e definir composições de custos. Para tanto, há a necessidade de definir índices de desempenho dos insumos, obtidos a partir de apropriação em obra e de informações quanto ao preço dos insumos avaliados.

Para Valle e Hochheim (2006), os processos de orçamentação utilizados atualmente na indústria da construção civil, principalmente em pequenas e médias empresas, são baseados em índices de consumo de materiais e mão-de-obra retirados de tabelas de composição de preços pré-definidas, insensíveis às variações regionais e tecnológicas. Esse método de orçar obras traz a incerteza de que os valores estimados sejam compatíveis com os valores reais, em virtude do mesmo não contemplar os costumes e disponibilidade de materiais e serviços do local da obra.

A variação da composição dos custos depende, basicamente, da variação do indicador de produtividade adotado, tanto para os materiais quanto para a mão-de-obra. Tal consideração faz com que pesquisadores questionem a adoção de valores médios de produtividade e perdas na formulação de um orçamento, uma vez que diversas pesquisas realizadas no Brasil apontam uma grande variabilidade dos índices de consumo de materiais (SOIBELMAN, 1993; AGOPYAN *et al.*, 1998; SOUZA, 1998) e produtividade de mão-de-obra (SOUZA e ARAÚJO, 1999; SOUZA *et al.*, 2001), em função, dentre outros motivos, das características do canteiro e dos serviços em execução.

A falta de índices representativos da realidade das empresas leva as mesmas a adotarem índices médios do setor, que, geralmente, diferem da realidade de seus canteiros, tanto no que diz respeito à forma como esses índices são mensurados, quanto pela diferença das características das obras nas quais se basearam. A adoção desses índices gerais acaba sendo responsável por falhas no processo orçamentário (ANDRADE & SOUZA, 2003).

Neves *et al.* (2002) afirmam que tem sido marcante, em todos os setores industriais, a necessidade das organizações se posicionarem estrategicamente frente a seus objetivos e repensarem o seu modo de agir. Os princípios gerenciais estão sendo revistos e modificados, o alinhamento entre os objetivos estratégicos e as ações práticas tem sido buscado, a diminuição dos custos e a eliminação das perdas têm sido constantemente foco de atenção de diretores e proprietários. Contudo, pouco tem sido feito com sucesso, pois é comum que, nesta busca por melhoria, muitas empresas adotem e implementem novas técnicas de gestão, obtenham ganhos significativos e logo após, sem motivo aparente, as abandonem. Neste aspecto, também as empresas de construção civil vêm buscando formas de aprimorar seus processos produtivos e gerenciais. A busca pela implementação de seus processos visa a melhoria de seus produtos finais, com conseqüente acréscimo no valor percebido de seu produto, pelo cliente final.

2. PRINCÍPIO DA MELHORIA CONTÍNUA

De acordo com Slack *et al.* (1999), o conceito de melhoria continua implica literalmente num processo sem fim, questionando repetitivamente e requestionando os trabalhos detalhados de uma operação. A natureza repetitiva e cíclica do princípio da melhoria continua é mais bem resumida pelo que é chamado ciclo PDCA (ou roda de Deming – assim chamado em homenagem ao famoso “guru” de qualidade). O PDCA é a seqüência de atividades que são percorridas de maneira cíclica para melhoria das atividades. O conhecido ciclo de Deming (Ciclo de Stewart) mostra uma seqüência lógica de abordagem de processo ou de uma seleção de problemas. Na literatura é mais comumente conhecido como Ciclo PDCA.

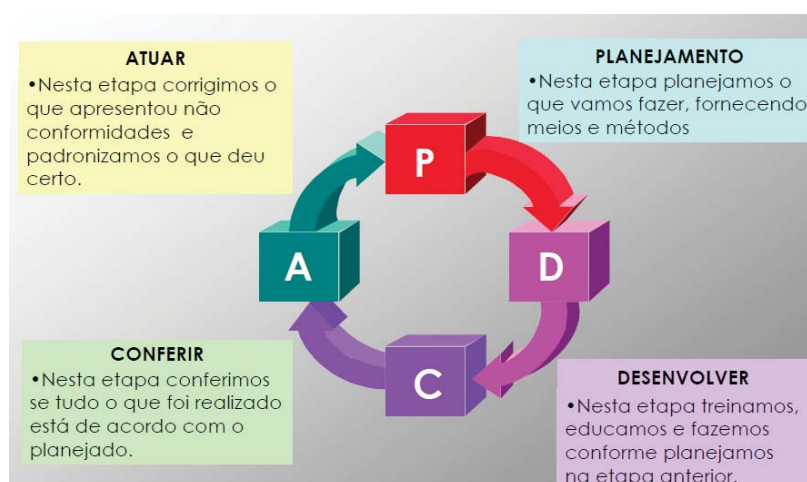


Figura 1 – Ciclo PDCA (MARQUEZ, 2007)

3. CUSTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Define-se custos na construção civil como o montante financeiro, proveniente de gastos com bens, serviços e transações financeiras, necessários à execução de um empreendimento, desde a etapa de estudo de viabilização até a sua utilização, durante um prazo pré-estabelecido (ANDRADE & SOUZA, 2003).

Antes de caracterizar os custos da produção em empresas de construção civil, convém falar sobre o seu funcionamento, a fim de compreender como os custos estão inseridos no processo produtivo deste setor. As empresas de construção civil atuam em dois sistemas administrativos: sistema de administração central, onde os custos são chamados de custos empresariais; e sistemas de produção, onde os custos são os custos de produção (LIBRELOTTO *et al.*, 1998).

Cabral (1988) afirma que o sistema de administração central concentra toda infra-estrutura necessária ao funcionamento da empresa como um todo, localizando-se no escritório central ou regional da empresa. Os custos relativos a este sistema são denominados custos empresariais. Já o sistema de produção, envolve não só a execução das obras, mas também toda estrutura administrativa destinada ao seu apoio direto. Os custos relativos ao sistema de produção são denominados custos da produção. Segundo Limmer (1997), os custos da produção classificam-se em diretos e indiretos, sendo de suma importância a correta classificação desses custos. Define-se como custo direto o custo dos insumos que são agregados ao produto, isto é, os que são incorporados ao mesmo; e como custo indireto o custo dos insumos necessários à produção, mas que não se agregam ao produto. Os custos diretos de produção podem ser divididos em três elementos primários: materiais, mão-de-obra e equipamentos.

Já os custos indiretos de produção, são aqueles que não podem ser apropriados diretamente à execução dos serviços, porém, estão inseridos no processo produtivo. São considerados indiretos pela dificuldade que apresentam de ser atribuídos aos serviços, ou seja, são de difícil mensuração. Constituem-se basicamente pelos custos originados nos departamentos de produção, como, por exemplo, custos dos projetos arquitetônicos e complementares e gastos com mão-de-obra técnica.

A elaboração e a montagem de uma composição de custos refletem, basicamente, o conhecimento e a identificação da unidade de serviço proposta, seja ela o simples assentamento de uma porta de madeira ou a montagem de uma sofisticada subestação de distribuição elétrica. As unidades de serviço estão contidas em projetos específicos que, por sua vez, deverão ter condições de serem apropriadas em todas as suas áreas, volumes e quantidades, assim como os coeficientes de quantificação da mão-de-obra necessários à execução de cada etapa construtiva.

Para Limmer (1997), outra premissa aqui considerada é a da proporcionalidade entre o custo total de um serviço e a quantidade do mesmo a ser produzida, validade do preço unitário para uma determinada faixa de quantidade do serviço ao qual se refere, o que permite estabelecer o custo total de um serviço como igual ao produto da sua quantidade, obtida por medição, pelo custo de produção de uma unidade do serviço.

Segundo Giamusso (1991), para cada obra identificam-se serviços em que se deve desdobrar cada etapa construtiva e para cada um desses serviços monta-se uma ficha de composição de custos. Essa ficha de composição de custos unitários, de acordo com Limmer (1997), é feita a partir de coeficientes técnicos de consumo extraídos de publicações especializadas ou compiladas por cada empresa, pelo processo de experiências e erro, em função do planejamento e do controle dos projetos por elas executados. Outra forma de se obter os índices de consumo é por meio de apropriação de custos *in loco*. De acordo com Azevedo (2009), o termo “apropriação” pode ser definido como a apuração dos serviços executados visando a obtenção e o conhecimento exato das quantidades de material/mão-de-obra e dos tempos realmente empregados nos serviços realizados, onde as informações colhidas na obra servem de base para as composições de custo unitário de serviços, análise da produtividade, ajustes e elaboração do cronograma da obra e controle de gastos e prioridades da obra. Dentre as principais importâncias da apropriação de custos pode-se citar:

- Comparar os valores entre os custos orçados e os apropriados;
- Determinar os motivos de diferenças e corrigi-los;
- Avaliar as possíveis alterações no andamento da obra;
- Comparar com serviços iguais às outras obras;
- Prever despesas para futuras etapas de serviço;
- Acompanhar e corrigir o cronograma da obra;
- Aprovar decisões em tempo hábil;
- Analisar a produtividade dos operários.

A apropriação de custos, ou apropriação direta, nada mais é que a observação e medição da produtividade da mão-de-obra e dos consumos de materiais e equipamentos. Assim, pode-se obter valores mais próximos do efetivo consumo dos recursos durante a execução dos serviços.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Conforme classificação de pesquisa proposta por Vergara (2000), este estudo, quanto aos fins, trata-se de uma pesquisa exploratória e descritiva, pois pretende obter maiores informações sobre as características de uma determinada atividade econômica. Quanto aos meios, trata-se de uma investigação científica, pesquisa bibliográfica e de campo.

Esta pesquisa foi realizada com base em estudos de campo conduzidos em obras de edificações verticais em uma empresa de médio porte na cidade de João Pessoa. A empresa utiliza: planilha orçamentária

vinculada aos serviços, indicadores próprios ou do livro TCPO para a composição dos custos unitários e planejamento e controle de obras associado ao orçamento.

Foram analisadas duas obras de edificações verticais, denominadas aqui de obra A e obra B. A obra A trata-se de um edifício de 28 pavimentos, alto padrão de acabamento e situado no bairro de Manaíra. Já a obra B, dispõe de três torres, cada torre com 18 pavimentos, alto padrão de acabamento e situado no bairro dos Bancários.

A primeira etapa da coleta de dados foi a pesquisa bibliográfica em livros, *sites* especializados, anais de eventos, periódicos nacionais, teses e dissertações, com informações pertinentes ao tema da pesquisa. Nesta etapa, buscaram-se estudos desenvolvidos sobre o princípio da melhoria contínua, custos na construção civil, bem como seu processo de orçamentação, com ênfase em obras de edificações verticais.

A segunda etapa de coleta de dados tratou da pesquisa de campo. A pesquisa de campo foi realizada em dois canteiros de obra com o objetivo de acompanhar o processo produtivo, identificar os itens de custos e o efetivo consumo dos recursos nos canteiros de obra para obter índices de consumo cada vez mais próximos dos reais, de acordo com o princípio da melhoria contínua e que não apresentassem variação superior a 10% entre orçado e realizado, de acordo com os anseios da empresa.

Com base nos dados e informações coletados nas pesquisas bibliográficas e, posteriormente, por meio da pesquisa de campo, foi possível obter índices de consumo mais próximos da realidade dos canteiros de obra da empresa.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta sessão são analisados os dados da pesquisa. Esta análise seguiu a lógica do ciclo PDCA, sendo analisados os dados coletados na obra A e, posteriormente, os dados coletados na obra B. A princípio, apresenta-se a análise dos dados da obra A.

Na obra A, a empresa não dispunha de nenhum registro acerca do serviço de armação de ferragem para efetuar sua CPU (Composição de Preço Unitário). Com isso, os índices de consumo para CPU foram obtidos por meio do livro (TCPO, 2008). O acompanhamento da execução desse serviço teve como objetivo verificar a eficácia desses índices e, em função da comprovação de sua não eficácia, propor, com base nessa análise, índices mais próximos da realidade dos canteiros de obra da empresa. A análise do processo, na obra A, seguiu a lógica do ciclo PDCA e, com isso, foi efetuada em quatro etapas:

Planejamento: Nesta etapa foram definidos os índices de consumo, ou seja, a base para o planejamento desse serviço. Os índices de consumo adotados foram extraídos do livro TCPO (TCPO, 2008), em função da empresa não possuir índices de consumo provenientes de um banco de dados próprio:

Tabela 1 - CPU do serviço de armação de pilar (kg)

Índices de consumo: TCPO	Unidade	Índice
Mão-de-obra		
Ajudante de Armador	h	0,034
Armador	h	0,034
Material		
Espacador Circular de plástico	un	4,70
Barra de aço CA-50 3/8" - bitola (12.50 a 20.00) mm	m	1,10

Após estabelecer os índices de consumo para o serviço, o passo seguinte é executá-lo com os recursos disponíveis na obra.

Desenvolver (Execução): A Tabela 2 apresenta os insumos identificados e mensurados durante o acompanhamento do processo no canteiro de obra.

Tabela 2 - Serviço: Armação de Pilar (kg)

Índices de consumo: TCPO	Unidade	Consumo
Mão-de-obra		
Ajudante de Armador	h	0,06
Armador	h	0,06
Material		
Espaçador Circular de plástico	un	1,82
Barra de aço CA-50 3/8" - bitola (12.50 a 20.00) mm	m	1,05
Barra de aço CA-60 6.30mm	m	1,05

Conferir: A Tabela 3 apresenta a análise comparativa entre o planejado (índices do TCPO, 2008) e o executado (índices obtidos por meio de apropriação de custos *in loco*). Esta análise comparativa será base para o processo de melhoria contínua.

Tabela 3 - Índice x apropriação do serviço de armação de pilar (kg)

Índices de consumo: TCPO	Unid.	Índice	Consumo	Varição (%)
Mão-de-obra				
Ajudante de Armador	h	0,034	0,06	43,33
Armador	h	0,034	0,06	43,33
Material				
Espaçador Circular de plástico	un	4,70	1,82	158,24
Barra de aço CA-50 3/8" - bitola (12.50 a 20.00) mm	m	1,10	1,05	4,76
Barra de aço CA-60 6.30mm	m		1,05	

Análise Crítica: Os espaços vazios na Tabela 3 são referentes aos recursos não especificados no momento da composição de custos, porém, foram utilizados durante a execução do serviço. Observam-se distorções acentuadas. Apenas a barra de aço CA-50 teve distorção entre o orçado e o realizado aceitável. Outro ponto importante consiste no uso dos espaçadores para delimitar o cobrimento do concreto. Foi utilizado espaçador de plástico 3020, não correspondendo à especificação do livro TCPO e, ainda, este insumo foi relacionado a uma unidade de medida que não apresenta correlação nenhuma com o peso da armadura (unidade do serviço) e sim com a área de aplicação. Outro ponto importante, com relação às divergências nos indicadores de mão-de-obra, é a negligência de alguns serviços na composição de custos do livro TCPO, a exemplo da aplicação de grampos, que fez parte da composição de custos da empresa e não foi considerado pelo livro TCPO.

A análise foi efetuada apenas no serviço de armação para pilares, a fim de obter índices mais próximos da realidade da empresa. Tendo em vista que esse serviço apresentou consumo de recursos com divergências acentuadas em relação aos índices do TCPO (2008) e é realizado em três elementos estruturais diferentes, convém adotar a apropriação de custos e análise desses elementos estruturais separadamente.

Planejamento: Nesta etapa serão estabelecidos os índices de consumo para o serviço de armação de ferragem de pilares, vigas e lajes com base na análise anterior. Vejamos na Tabela 4 a CPU adotada.

Tabela 4 - CPU para armação de pilar, viga e laje (kg)

Índices de consumo: Próprio	Unidade	Consumo
Mão-de-obra		
Ajudante de Armador	h	0,06
Armador	h	0,06
Material		
Espaçador Circular de plástico	un	1,82
Barra de aço CA-50 3/8" - bitola (12.50 a 20.00) mm	m	1,05
Barra de aço CA-60 6.30mm	m	1,05

Desenvolver (Execução): As tabelas 5, 6 e 7 apresentam os insumos identificados e mensurados durante o acompanhamento do processo no canteiro de obra separadamente, conforme conclusão obtida no PDCA inicial.

Tabela 5 - Apropriação *in loco* do serviço armação de pilar (kg)

Índices de consumo: Próprio	Unidade	Consumo
Mão-de-obra		
Ajudante de Armador	h	0,065
Armador	h	0,065
Material		
Espaçador Circular de plástico	un	0,92
Barra de aço CA-50 3/8" - bitola (12.50 a 20.00) mm	m	1,00
Barra de aço CA-60 6.30mm	m	1,00

Tabela 6 - Apropriação *in loco* do serviço armação de vigas (kg)

Índices de consumo: Próprio	Unidade	Consumo
Mão-de-obra		
Ajudante de Armador	h	0,059
Armador	h	0,059
Material		
Espaçador Circular de plástico	un.	0,91
Espaçador Circular de plástico	un	1,68
Barra de aço CA-50 3/8" - bitola (12.50 a 20.00) mm	m	1,05
Barra de aço CA-60 6.30mm	m	1,05

Tabela 7 - Apropriação *in loco* do serviço armação de lajes (kg)

Índices de consumo: Próprio	Unidade	Consumo
Mão-de-obra		
Ajudante de Armador	h	0,042
Armador	h	0,042
Material		
Espaçador Circular de plástico	un	1,20
Barra de aço CA-50 3/8" - bitola (12.50 a 20.00) mm	m	1,00
Barra de aço CA-60 6.30mm	m	1,00
Arame recozido bitola: 18 BWG	kg	

Conferir: As tabelas 7, 8 e 9, apresentam a análise comparativa entre o planejado (indicadores da apropriação de custos *in loco* obtida no PDCA inicial) e o executado (indicadores obtidos por meio de apropriação de custos *in loco* na obra B). Esta análise comparativa será base para o processo de melhoria continua.

Tabela 8 - Apropriação *in loco* do serviço armação de pilar (kg)

Índices de consumo: Próprio	Unid.	Índice	Consumo	Varição (%)
Mão-de-obra				
Ajudante de Armador	h	0,06	0,065	7,69
Armador	h	0,06	0,065	7,69
Material				
Espaçador Circular de plástico	un	1,82	0,92	97,83
Barra de aço CA-50 3/8" bitola (12.50 a 20.00) mm	m	1,05	1,00	5,00
Barra de aço CA-60 6.30mm	m	1,05	1,00	5,00

Tabela 9 - Apropriação *in loco* do serviço armação de vigas (kg)

Índices de consumo: Próprio	Unid.	Índice	Consumo	Varição (%)
Mão-de-obra				
Ajudante de Armador	h	0,06	0,059	1,69
Armador	h	0,06	0,059	1,69
Material				
Espaçador Circular de plástico	un	1,82	0,91	100,00
Espaçador Circular de plástico	un	1,05	1,68	37,5
Barra de aço CA-50 3/8" - bitola (12.50 a 20.00) mm	m	1,05	1,05	0,0
Barra de aço CA-60 6.30mm	m		1,05	

Tabela 10 - Apropriação *in loco* do Serviço armação de Lajes (kg)

Índices de consumo: Próprio	Unid.	Índice	Consumo	Variação (%)
Mão-de-obra				
Ajudante de Armador	h	0,06	0,042	42,86
Armador	h	0,06	0,042	42,86
Material				
Espaçador Circular de plástico	un	1,82	1,20	51,67
Barra de aço CA-50 3/8" - bitola (12.50 a 20.00) mm	m	1,05	1,00	5,00
Barra de aço CA-60 6.30mm	m	1,05	1,00	5,00

Análise Crítica: Ao contrario do PDCA inicial, não se observam espaços vazios nas tabelas 7, 8 e 9, ou seja, há um maior delineamento entre as especificações técnicas do orçamento e a execução do serviço. Observam-se distorções acentuadas, porém menores que o evento do PDCA inicial. Vários insumos apresentaram distorções entre o orçado e o realizado aceitável. Entretanto, ainda observam-se problemas com relação aos índices adotados para os espaçadores de plásticos que delimitam o cobrimento do concreto. Apesar de não haver mais problemas de especificação, este insumo continua relacionado a uma unidade de medida que não apresenta correlação com o peso da armadura (unidade do serviço) e sim com a área de aplicação. Outro ponto importante, com relação às divergências nos indicadores de mão-de-obra, é o escopo do serviço. Não houve negligência de tarefas na composição de custos, com isso, esses índices apresentaram variação entre orçado e realizado bem abaixo do PDCA inicial.

A análise dos elementos estruturais separadamente proporcionou melhoria nos índices de consumo, observadas na análise comparativa efetuada na 3ª fase desse PDCA. Após o PDCA efetuada na obra B, convém à empresa: continuar analisando os elementos estruturais separadamente, adotar os indicadores de consumo obtidos nessas análises e estabelecer o período para retroalimentação do processo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio desta pesquisa, foi possível verificar que as informações adquiridas na estrutura teórica corroboram com os dados coletados nos canteiros de obra, ou seja, há uma grande variação entre os índices de consumo utilizados nas composições de custos durante a elaboração de orçamentos e o efetivo consumo dos recursos em seus canteiros de obra, sobretudo quando esses índices são obtidos por meio de bases genéricas, a exemplo do TCPO (2008), utilizado nesta pesquisa.

Dessa forma, o objetivo principal da pesquisa foi alcançado, uma vez que foi efetuada um estudo comparativo entre os índices do livro TCPO (2008) e de empresas construtoras, utilizados na composição de preços unitários na elaboração de orçamentos, com a apropriação de custos *in loco*. Nesse momento, foi possível obter as informações que comprovam esse fenômeno.

Com relação à variação de consumo (orçado x realizado), observou-se que os índices do livro TCPO apresentaram um maior percentual de índices com variação acima do aceitável. Já os indicadores próprios, concentram na maior parte de seus indicadores uma variação abaixo de 10%, que confere a esses índices uma maior eficácia comparada aos índices do TCPO (2008), refletida na variação de consumo.

Diante desse estudo, fazem-se as seguintes recomendações, a fim de que a empresa alcance uma maior eficácia em seu processo orçamentário:

Orçamento Formal: A empresa deve estabelecer orçamentos formais e vinculados aos serviços. Esses orçamentos devem ser embasados pelos planos de contas, que nada mais são que a descrição dos serviços que constituem a obra. A esses serviços devem ser discriminados os insumos necessários para sua execução, onde os mesmos devem receber índices de consumo padrão (indicadores de consumo) e, ainda, acrescidos do BDI, para efetuar a composição de preços unitários. O somatório dos custos desses serviços deve proporcionar o custo global da obra

Especificações Técnicas: Devem ser bem definidas, uma vez que, como visto nesta pesquisa, as distorções entre as especificações técnicas e os recursos utilizados nos canteiros de obra agravam ainda mais a variação de consumo dos insumos, entre o orçado na concepção do projeto e o realizado durante a execução. Acima de tudo, essas especificações devem ser obedecidas durante a execução dos serviços. Em caso de índices de consumo obtidos por meio de tabelas generalizadas, deve-se ter o cuidado de observar as especificações dessa base de dados e os recursos disponíveis da empresa, para evitar distorções nesse sentido.

Apropriação de Custos: As atividades de apropriação de custos devem ser adotadas a fim de proporcionar às empresas índices de consumo que reflitam a realidade de seus canteiros de obra. Nesse sentido, é interessante estender essas práticas aos demais serviços da empresa, sobretudo aos mais representativos em termos de custos.

REFERÊNCIAS

- AGOPYAN, V., SOUZA, U.E.L., PALIARI, J.C., ANDRADE, A.C., **Alternativas para redução de desperdícios de materiais em canteiros de obras:** Relatório final. São Paulo: EPUSP/FINEP/ITOC 1998.
- ANDRADE, A. C.; SOUZA U. E. L. **Críticas ao processo orçamentário tradicional e recomendações para a confecção de um orçamento integrado ao processo de produção de um empreendimento.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 3., 2003, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2003.
- AZEVEDO, M. L. M. de. **Apropriação de custos na construção civil. E-civil.** Disponível em: <http://www.ecivilnet.com/artigos/apropriacao_de_custos.htm>. Acesso em: 15 abr. 2009.
- CABRAL, E. C. C. **Proposta de metodologia de orçamento operacional para obras de edificações.** 1988. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1988.
- GIAMMUSSO E. S. **Orçamentos e custos na construção civil.** São Paulo: PINI, 1991.
- KNOLSEISEN, P. C.. **Compatibilização de Orçamento com o Planejamento do Processo de Trabalho para Obras de Edificações.** 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- LIBRELOTTO, L. I.; FERROLI, P. C.; VARVAKIS. G.. **Custos na Construção Civil: uma análise teórica e comparativa.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 1998.
- LIMMER, CARL V. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras.** Rio de Janeiro: LTC Editora, 1997.
- MARQUES, A. **Notas de aula QSMS. Pós-graduação em Engenharia de Petróleo e Gás Natural.** UFF : Rio de Janeiro, 2007.
- NEVES, R. M.; COELHO, H. O.; FORMOSO C. T.. **Aprendizagem na implantação do PCP.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., 2002, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ABEPRO, 2002.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- SOIBELMAN, L. **As perdas de materiais na construção de edificações: Sua incidência e controle.** Porto Alegre, 1993. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.
- SOUZA, U.E.L.. **Avaliação dos consumos de materiais nos canteiros de obras da região Nordeste do Brasil.** São

Paulo: PCC/EPUSP, SENAI, ITQC, 1998.

SOUZA, U. E. L.. ARAÚJO, L.O.C.. **Cartilha da produtividade da mão-de-obra na construção civil:** fôrmas, armação, concretagem e alvenaria. São Paulo: EPUSP/SECOVI, 1999 (Publicação Técnica).

SOUZA, U. E. L.; LIBRAIS, C. F.; MAEDA, F. M.; SILVA, L. L.R.. **Cartilha da produtividade da mão-de-obra na construção civil: revestimentos com argamassa, gesso, placas cerâmicas e pintura.** São Paulo: PCCUSP, 2001 (Publicação Técnica).

VALLE, E. F. de, HOCHHEIM, N. **Análise de custos paramétricos em edificações não-residenciais do Oeste Catarinense.** In: WORKSHOP DE DESEMPENHO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS, 2006, Chapecó. **Anais...** Chapecó: [Universidade Comunitária da Região de Chapecó - UNOCHAPECÓ](#), 2006.

VERGARA S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** São Paulo: Atlas, 2000.

VIEIRA NETO. A. **Construção civil & produtividade:** ganhe pontos contra o desperdício. São Paulo: PINI, 1993.

VIEIRA, H. F. **Logística aplicada à construção civil:** como melhorar o fluxo de produção nas obras. São Paulo: PINI, 2006.

APROVEITAMENTO DE RESÍDUO DE GRANITO NA CONFECÇÃO DE BLOCOS DE CONCRETO

V. C. F. Azevedo, K. L. Silva, K. F. M. Lucena¹ e A. C. M. Ferreira²

¹Instituto Federal da Paraíba - Campus João Pessoa e ²Instituto Federal da Paraíba - Campus Campina Grande
vivannyazevedo@hotmail.com - kartinalle@hotmail.com - kennedyflavio@yahoo.com.br -
a.claudia1@hotmail.com

RESUMO

Durante o processo de aproveitamento das rochas de granito como ornamentais são geradas grandes quantidades de resíduos que misturados com água formam uma lama. Essa lama além do pó das rochas, que representa cerca de 25% dos blocos, contém outros componentes como granalha metálica e cal, sendo um grande problema ambiental e empresarial, pois a mais comum destinação é o armazenamento em reservatórios dentro das fábricas ou a disposição em terrenos próximos, em função de . Se o rejeito do beneficiamento das rochas ornamentais não tiver uma destinação final adequada pode provocar danos aos corpos d'água, prejuízo estético da paisagem natural, além do perigo à saúde humana provocado pela poeira, quando esse material seco é transportado pelo vento. Sendo assim, a presente pesquisa objetiva avaliar a utilização do rejeito da indústria de beneficiamento de granito na fabricação de produtos para construção civil, a fim de propiciar o aproveitamento do resíduo e mitigar os impactos ambientais por ele causados. Foram testados vários traços com diferentes quantidades de resíduo na confecção de blocos de concreto. Esse estudo confirmou a viabilidade do uso do resíduo do granito com essa destinação, porém não foi feita uma análise de viabilidade econômica.

Palavras-chave: Resíduos sólidos, reutilização, impacto ambiental.

1. INTRODUÇÃO

A extração e beneficiamento de minerais no Brasil é uma das atividades mais importantes para economia do país, produzindo para o mercado interno e principalmente para exportação. O Estado da Paraíba também tem demonstrado sua potencialidade na exploração de recursos minerais, merecendo destaque a produção de rochas ornamentais para revestimentos, como as rochas graníticas, que são concorrentes dos revestimentos cerâmicos, em função da sua beleza natural, grande diversidade de padrões de cores, resistência física e química e preços cada vez mais competitivos. O setor é responsável por geração de riquezas e de empregos, mas é inegavelmente um dos mais agressivos ao meio ambiente.

A exploração dos recursos naturais de forma irracional tem promovido não apenas sua escassez, mas também a geração de resíduos que é um problema de difícil solução. A indústria mineradora é responsável por quantidades significativas de resíduos, e boa parte ainda não recebe uma destinação adequada ou foram encontradas soluções viáveis para o seu reaproveitamento.

Esse problema acontece durante o processo de aproveitamento das rochas de granito como rochas ornamentais, onde ocorre a geração de grandes quantidades de resíduos que misturados com água formam uma lama. Diante da falta de soluções viáveis para o reaproveitamento, muitas empresas destinam o resíduo a terrenos próximos onde ficam armazenados sem a utilização de medidas de segurança.

Os resíduos sólidos industriais são uma preocupação crescente em todo o planeta por representarem um sério problema ambiental, em função dos tipos e da quantidade que é gerada e, muitas vezes, lançada ao meio sem qualquer critério. Em países emergentes como o Brasil, onde o ritmo de crescimento é bastante acentuado e a gestão dos resíduos sólidos é pouco eficiente, há sérios riscos de que os problemas se multipliquem. Portanto, cada vez mais esse problema chama a atenção de especialistas e do poder público dos países que se dedicam ao trabalho de melhoria da qualidade ambiental.

De acordo com Nogueira et al. (2006) e Moreira et al. (2003) são muitos os motivos que levam à utilização dos resíduos industriais, mas de um modo geral os principais são: o esgotamento dos recursos não renováveis, a redução do consumo de energia, a redução da quantidade de rejeito a ser descartada na natureza, menores emissões de poluentes, a redução de custos, a melhoria da saúde e segurança da população, o valor agregado ao resíduo indesejável, e a possibilidade de geração de empregos.

Diante disso, a presente pesquisa busca analisar a utilização do resíduo da indústria de beneficiamento de granito na fabricação de produtos para construção civil a fim de encontrar soluções para seu reaproveitamento e mitigar impactos ambientais por ele causados, reduzindo da quantidade a ser descartada na natureza.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os resíduos sólidos industriais são aqueles em estado sólido e semi-sólido que resultam da atividade industrial, incluindo-se os lodos provenientes das instalações de tratamento de águas residuárias, aqueles gerados em equipamentos de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou corpos d'água, ou exijam, para isto, soluções economicamente inviáveis, em face da melhor tecnologia disponível.

Atualmente, os aterros industriais são a técnica mais empregada para a destinação e o controle dos resíduos. Em função da periculosidade dos resíduos a serem dispostos podem ser classificados nas classes I, II ou III. Os aterros Classe I podem receber resíduos industriais perigosos; os da Classe II, resíduos não-inertes; e os Classe III, somente resíduos inertes. Segundo Monteiro (2001) a maior restrição quanto aos aterros como solução para disposição final de lixo, é sua demanda por grandes extensões de área para sua viabilização operacional e econômica, lembrando que os resíduos

permanecem potencialmente perigosos no solo até que possam ser incorporados naturalmente ao meio ambiente. Um aterro industrial, com capacidade para receber 15 mil toneladas, demanda um investimento inicial de US\$2 milhões, com um custo operacional entre US\$100,00 a US\$200,00 por tonelada. O custo operacional varia com o grau de toxicidade do resíduo disposto.

O gerenciamento dos resíduos implica primeiramente em uma mudança de comportamento por parte de toda a comunidade. O gerenciamento e a minimização na produção de resíduos são atitudes ambientais responsáveis e devem ser práticas corriqueiras em indústrias, necessitando do comprometimento das chefias e de todo o pessoal envolvido com as atividades de produção, para que o programa tenha chance de sucesso. Qualquer ação para a resolução deste problema, quando ocorrer de maneira isolada e pontual terá pouca chance de sucesso, pois este assunto faz parte de um processo, que exige aprimoramento e vigilância contínua, caso contrário estará fadado ao insucesso (NASCIMENTO & MOTHÉ, 2007).

Nos últimos anos, tem sido dado um enfoque maior a questão dos resíduos, principalmente a busca de soluções para o seu reaproveitamento, pois dessa forma se reduz a necessidade de retirar cada vez mais matéria prima da natureza. A exploração dos recursos naturais quase sempre acontece em desacordo com a capacidade de reposição pelo meio, ou seja, de maneira insustentável. Sendo assim, etapas como o reaproveitamento e a reciclagem tem um papel fundamental na gestão sustentável dos resíduos. Mothé Filho (2005) comenta que o reaproveitamento apresenta dentre outras, a vantagem de diminuir a quantidade de rejeito a ser descartada na natureza, além de agregar valor a um resíduo indesejável, e possibilitar também a geração novos empregos.

No setor do beneficiamento das rochas de granito como rochas ornamentais são geradas grandes quantidades de resíduos, geralmente destinados a terrenos, aterros ou lagoas de decantação. Se não for dada uma destinação final adequada, esse resíduo pode provocar danos ambientais em corpos d'água, como poluição, desequilíbrio de ecossistemas e assoreamento. Outro aspecto relevante está relacionado ao perigo de causar danos à saúde humana, provocados pela poeira quando esse material seco é transportado pelo vento e o prejuízo estético à paisagem natural (MOREIRA et al., 2003).

A etapa inicial do processo de exploração industrial das rochas ornamentais consiste na pesquisa geológica e no estudo de viabilidade econômica, onde são avaliados os custos, a qualidade do material e a aceitabilidade no mercado, entre outros. Iniciada a lavra, os blocos da rocha são extraídos e transportados até o parque de beneficiamento onde ocorre o corte dos blocos por teares para serem obtidas chapas de diferentes espessuras, sendo necessários vários dias para o corte. As chapas seguem para o tratamento (aplicação de resinas e polimento) e posteriormente para estocagem, onde são disponibilizadas à venda.

É no processo de corte dos blocos que é gerado o resíduo, uma lama, que além do pó das rochas (cerca de 25% do bloco) contém outros componentes como granalha metálica e cal. Dependendo da empresa, o resíduo pode ter várias destinações, sendo muito comum o armazenamento em reservatórios dentro das fábricas ou a disposição em terrenos próximos, constituindo um sério problema para as empresas e para o ambiente.

Diversos estudos tem avaliado a utilização dos resíduos de granito como substituto ou como componente de produtos de interesse na indústria da construção civil a exemplo da produção de cerâmicas sintéticas, telhas cerâmicas, lajotas para pisos, tijolos, blocos, concreto asfáltico, destacando-se os trabalhos de Moreira et al., (2003), Nogueira et al. (2006), Pazeto, et al., (2008), Gonçalves, et. al. (2002), Moura et al. (2002). Embora estes estudos tenham comprovado a possibilidade do uso dos resíduos do beneficiamento do granito, verifica-se ainda a demanda por estudos na busca das soluções mais viáveis do ponto de vista técnico, econômico e ambiental.

3. MATERIAL E MÉTODOS

No estudo foi utilizado o resíduo da indústria de mármore e granito oriundo de uma empresa da

cidade de Campina Grande – PB localizada a 130 Km de João Pessoa. O resíduo foi coletado diretamente na indústria em forma de lama (Figura 1), sendo proveniente de apenas um tipo de granito e transportado para o Campus João Pessoa do IFPB onde ficou armazenado. Posteriormente foi seco ao ar, destorroado e peneirado, utilizando-se peneira nº 40 com abertura de 0,425mm.



Figura 1. Lama proveniente do corte de granito.

Para determinar os elementos químicos constituintes do material, uma amostra do resíduo foi analisada em laboratório. Desse modo, a etapa seguinte foi a definição do tipo de produto a ser confeccionado com a utilização do resíduo do granito, optando-se por blocos e ladrilhos. Assim, foram confeccionados corpos de prova moldados de acordo com os padrões normalmente empregados no mercado. Para a confecção dos mesmos, utilizou-se o cimento Portland comum, de acordo a NBR 5732 (ABNT, 1991) e, como agregados, o resíduo do beneficiamento do granito, destorroado e peneirado (Figura 2) e areia ou pedrisco, obtidos no comércio de materiais de construção com granulometria determinada pela NBR 7217 (ABNT, 1987).



Figura 2. Amostra do resíduo do granito destorroado.

Na preparação da massa, utilizaram-se traços com diferentes partes do resíduo de granito, em substituição ou não da areia, e foi adicionada água para a mistura. As porções foram medidas num mesmo recipiente e pesadas. Realizaram-se 5 experimentos:

- Primeiro experimento: com o traço 1:3:1 (cimento, granito, pedrisco): utilizaram-se 809,4g de pedrisco, 580g de cimento, 416,6g do resíduo do granito e 2.020 ml de água.

- Segundo experimento: experiência: o traço foi 1:2:2 (cimento, granito, areia grossa): foram utilizadas 1,229g de cimento, 3.608,9g de areia, 1.913g de granito e 2.000ml de água.
- Terceiro experimento: com o traço 1:1:2 (cimento, areia grossa, granito): utilizaram-se 1.164,1g de cimento, 1.772,4g de areia, 1.756g de granito e 1.740 ml de água.
- Quarto experimento: o traço foi 1:1:1 (cimento, granito, pedrisco): foram utilizados 2.595,7g de cimento, 3.316,8g de pedrisco, 1.840,4g de granito e 2.600ml de água.
- Quinto experimento: traço 1:1:1:1 (cimento, granito, areia grossa, pedrisco): com 2.615,7g de cimento, 2.062,8g de granito, 3.387g de areia, 3.636,9g de pedrisco (4,75 mm) e 2.000ml de água.

A massa pronta foi colocada em formas, ficando reservadas por sete dias, onde passaram por um processo de cura. Esse mesmo procedimento foi utilizado em todas as experiências. Aos 28 dias foram realizados os testes de absorção de água NBR 9778 (ABNT 1987) e resistência à compressão NBR 5739 (ABNT 1994).

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Analisando as propriedades físicas e químicas do resíduo do granito e comparando-os com os resultados de outros estudos constatou-se que não existem diferenças importantes na sua composição e textura. O resíduo do granito utilizado possui massa específica de 2,53 g/cm³. O material utilizado apresenta uma granulometria semelhante à de material argiloso e baixa coesão, o que se confirmou neste trabalho. Através da amostra do resíduo de granito analisada em laboratório, foi possível conhecer sua composição química (Tabela 1). Observou-se que o material apresenta elevados valores de silício e de alumínio.

Tabela 1. Análise química do granito usado nos experimentos.

Elemento	Teor (%)
PR (perda ao rubro)	2,19
SiO ₂ (dióxido de silício)	56,28
RI (resíduo insolúvel)	4,40
Fe ₂ O ₃ (trióxido de ferro)	8,38
Al ₂ O ₃ (trióxido de alumínio)	20,02
CaO (óxido de cálcio)	1,40
MgO (óxido de magnésio)	1,00
Na ₂ O (óxido de sódio)	3,09
K ₂ O (óxido de potássio)	2,36

Realizaram-se 5 experimentos na confecção de blocos de concreto (Figura 3) e lajotas (Figura 4). O primeiro experimento resultou em 5 peças, sendo 4 blocos de concreto e 1 ladrilho. O segundo, em 8 peças, onde foram 7 blocos e 1 ladrilho. O terceiro experimento resultou em 6 peças, sendo 5 blocos e 1 ladrilho. No quarto, obteve-se 9 peças, sendo 8 blocos e 1 ladrilho. A última experiência resultou em 10 peças, sendo 9 blocos e 1 ladrilho. Em todas as experiências, os ladrilhos foram moldados para deficientes visuais.



Figura 3. Bloco confeccionado com o resíduo do granito.



Figura 4. Ladrilho para deficientes visuais confeccionada com o resíduo do granito.

Após a cura das peças foi realizada a determinação da absorção de água, onde se pôde constatar que a presença do resíduo do granito aumenta a absorção de água do bloco (Tabela 2).

Tabela 2. Resultados da análise de absorção aparente de água

Traço	Peso seco	Peso úmido	Índice de absorção
1:3:1	707,0g	922,2g	30,4%
1:2:2	850,9g	1.037,0g	21,9%
1:1:2	801,1g	1.037,0g	29,4%
1:1:1	916,6g	1.091,1g	19,0%

1:1:1:1	1.008,7g	1.143,0g	13,3%
---------	----------	----------	-------

Os blocos confeccionados foram avaliados quanto à resistência à compressão simples (Figuras 5 e 6). Os resultados na confecção de blocos de concreto permitiram confirmar a sua viabilidade técnica, em substituição de outros componentes naturais como a areia e saibro. Foram obtidas resistências nos blocos compatíveis à dos tijolos de solo-cimento (Tabela 3).



Figura 5. Prensa manual para ensaio de compressão simples.



Figura 6. Detalhe do corpo de prova se rompendo.

Tabela 3 - Resistência à compressão axial simples dos blocos.

Traço	Resistência (MPa)
1:3:1	4,54
1:2:2	4,04
1:1:2	4,50
1:1:1	9,23
1:1:1:1	6,40

Os resultados foram compatíveis com os obtidos por Gonçalves et al. (2002), Freire et al. (2009) e Costa et al. (2006), confirmando a viabilidade técnica do uso do resíduo.

5. CONCLUSÃO

Os resultados apresentaram-se favoráveis à utilização do resíduo do granito como material adequado à fabricação de blocos de concreto para construção civil. Porém, verificada a viabilidade técnica é necessário um estudo mais detalhado com relação à dosagem mais viável sob o aspecto técnico-econômico, pois do ponto de vista ambiental os resultados são conclusivos, sendo indiscutível o benefício do uso do resíduo nesse segmento. Um fator negativo presenciado é que a presença do resíduo do granito aumenta a absorção de água do bloco.

6. AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ, pela bolsa concedida ao titular da pesquisa para o desenvolvimento do trabalho.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT (1987). NBR 9778. Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água por imersão – Índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro.

_____ NBR 5732. Cimento Portland comum. Rio de Janeiro. ABNT. 1991.

_____ NBR 7217. Agregados, determinação de composição granulométrica. Rio de Janeiro. ABNT. 1987.

_____ NBR 5739: Concreto. Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro. ABNT, 1994.

MONTEIRO, J. H. P. Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200 p.

MOREIRA, J. M. S.; FREIRA, M. N.; HOLANDA, J. N. F. Utilização de resíduo de serragem de granito proveniente do estado do Espírito Santo em cerâmica vermelha. Cerâmica, n. 49, 2003. p. 262-267.

MOTHÉ FILHO, H. F; POLIVANOV, H; MOTHÉ, C. G. Reciclagem dos Resíduos Sólidos de Rochas Ornamentais. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ. Vol. 28-2 / 2005 p.139-151

NOGUEIRA, R. E. F. Q.; ARGONS, Z. R., MATTOS, I. C. Caracterização de resíduos provenientes da extração de granitos da Serra da Meruoca (CE), visando seu aproveitamento como matéria-prima cerâmica. 17º CBECIMat – Anais - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Foz do Iguaçu, PR, Brasil. p. 2054 – 2064.

NASCIMENTO, T. C. F.; MOTHÉ, C. G. Gerenciamento de resíduos sólidos industriais. Revista Analytica. 2007. n. 27. p. 36-48.

PAZETO, A. A.; BORLINI, M. C.; CARANASSIOS, A. Caracterização do resíduo proveniente do beneficiamento do granito Iberê Crema Bordeaux e sua aplicação em cerâmica argilosa. Anais... XVI Jornada d iniciação científica – CETEM. p. 134 – 140. 2008.

MOURA, W. A.; GONÇALVES, J. P.; LEITE, R. S. Utilização do resíduo do corte de mármore e granito em argamassas de revestimento de confecção de lajotas para piso. Sitientibus, Feira de Santana, n. 26, p. 49-61, 2002.

GONÇALVES, J. P.; MOURA, W. A. DAL MOLIN, D. C. C. Avaliação da influência da utilização do resíduo de corte de granito (RCG), como adição, em propriedades mecânicas do concreto. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 53-68, jan./mar. 2002.

ARGAMASSA DE EMBOÇO ECO IMPERMEABILIZANTE

A. L. M. Silva¹, C. Silva² e E. L. Silva³

^{1, 2 e 3}Instituto Federal de Alagoas - Campus Palmeira dos Índios
ailma_leanne@hotmail.com – cleo.edificar@hotmail.com – edja.estruturas@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho consiste no estudo de uma argamassa de emboço que possa atender às necessidades de resistência, impermeabilização e redução de danos ambientais por meio da substituição de algumas porcentagens de areia por cinzas do bagaço da cana de açúcar e adição do poliacetato de vinila (PVA). A incorporação destes elementos na construção civil tem por objetivo oferecer uma alternativa mais econômica e viável ambientalmente que possa ser adotada pelas indústrias. A adoção do bagaço da cana-de-açúcar em argamassas e concretos confere maior resistência e poder de impermeabilização e o poliacetato de vinila possui propriedades plásticas, flexibilidade, boa aderência e vedação. Na primeira etapa do projeto foram feitas a caracterização das cinzas, a partir de estudos já existentes e alguns ensaios feitos no laboratório do IFAL- Campus Palmeira dos Índios, entre outros, os de granulometria e de massa específica. Em seguida foram definidas as dosagens para argamassa com diferentes porcentagens de cinzas e PVA para moldagem dos corpos de prova.

Palavras-chave: argamassa, cinzas do bagaço da cana de açúcar, PVA e impermeabilização.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil atravessa uma fase de grande desenvolvimento impulsionada pelo Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), a construção de instalações para a copa de 2014 e as olimpíadas de 2016, a descoberta da camada de pré-sal, entre outros. Todos esses ganhos, juntamente com políticas que estimulam o crescimento da economia do país geraram crescimento nos setores da indústria e da construção civil. Mas junto com esse crescimento surgem os problemas a respeito da poluição ambiental, levando a uma preocupação a cerca de obter um melhor aproveitamento dos recursos naturais e do gerenciamento dos resíduos.

O setor da construção civil passou a buscar por melhorias tecnológicas e a substituição de materiais convencionais por materiais alternativos que reduzam os problemas ambientais e ao mesmo tempo atendam as exigências do mercado com uma relação de custo/benefício satisfatória.

No setor da indústria, houve um grande crescimento na produção da cana-de-açúcar, visando atender à demanda de produção para obtenção do álcool com finalidade de combustível veicular. Esse crescimento gerou uma grande apreensão a respeito do destino correto acerca das cinzas geradas pela queima do bagaço da cana-de-açúcar visando à obtenção de energia dentro das usinas. As cinzas resultantes desta queima são em sua grande maioria descartadas de forma incorreta, sendo lançadas toneladas nas lavouras de cana.

Um dos principais problemas da construção civil é a infiltração, esta é a maior causa de patologia das edificações, afetando o revestimento, entre outros sistemas. Há inúmeros produtos impermeabilizantes no mercado, porém de custo bastante elevado. Buscando solucionar este problema de forma eficiente e ecológica, pesquisas foram desenvolvidas nessa área e seus resultados apontam o poder impermeabilizante dos resíduos sucroalcooleiro, que pode substituir em até 50% a o uso da areia em concretos e argamassas. O poliacetato de vinila (PVA) é uma substância que possui plasticidade, boa aderência e flexibilidade. Associados, o PVA e o resíduo sucroalcooleiro podem ser capazes de manter suas propriedades físicas e mecânicas das misturas, criando uma argamassa de boa qualidade, econômica, com ganhos de resistência, agindo de forma eficaz na proteção dos materiais das construções contra a passagem de líquidos e vapores.

2. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

2.1 Obtenção das cinzas por meio de laboratório:

A obtenção das cinzas por meio de laboratório no IFAL, a cana foi posta na estufa para a umidade diminuir significativamente para que pudesse ser queimada sem a utilização de nenhum material inflamável ou combustível. (ver tabela1)

Tempo na estufa (h)	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	T (°C)
24	450	365	100
8	195	140	100
6	195	65	100

Tabela 1- Queima do bagaço da cana

Após a produção de cinzas por meio de laboratório constatou-se a diferença de coloração, granulometria e consistência das cinzas produzidas no IFAL e as cedidas pela usina. (ver foto 1 e 2)



Foto 1- Cinzas prod. No IFAL.



Foto 2- Cinzas prod. No IFAL e na usina.

2.2 Ensaios de Granulometria – Determinação da Composição Granulométrica

Com as cinzas já obtidas, foram feitos os ensaios de granulometria de acordo com a NBR NM 248/2003 agregados- determinação da composição granulométrica. Este ensaio foi repetido com outras cinzas cedidas por uma usina.

Material utilizado: Estufa, Balança, Peneiras (série normal), Agitador mecânico, Pincel e Bandejas.

As amostras das cinzas foram colocadas na estufa para evitar o excesso de umidade. Após pesada a quantidade desejada de cinza, as amostras foram introduzidas na série de peneiras e foi utilizado o agitador mecânico por um tempo razoável. Foi removido o material retido para uma bandeja identificada e pincelada a tela para limpar as peneiras. As massas correspondentes a cada peneira foram pesadas e os resultados poderão ser vistos nas tabelas 2 e 3 abaixo.

Peneiras	Mat. Ret. (g)	Mat. Ac. (g)
4.75	1.960	88,040
2.36	6.355	81,685
1.18	22, 474	59,211
0.600	2,233	56,978
0.300	33,835	23,143
0.150	13,773	9,037
0.075	5,995	3,375

Tabela 2- Ensaio da distribuição granulométrica das cinzas produzidas no laboratório do IFAL.

Peneiras	Mat. Ret. (g)	Mat. Ac. (g)
4.75	0	100
2.36	23,765	76,235

1.18	50,998	25,237
0.600	7,408	17,829
0.300	13,416	95,587
0.150	4,413	100
0.075	0	0

Tabela 3- Ensaio da distribuição granulométrica das cinzas trazidas da usina.

Através dos ensaios de granulometria (com as cinzas do IFAL e da usina) constatou-se que as cinzas produzidas no IFAL com a retirada dos corpos estranhos adquiridos no processo de queima têm uma granulometria similar às cinzas da usina, porém elas adquirem umidade com muita facilidade passando de um material consideravelmente fino para úmido e esponjoso em muito tempo em temperatura ambiente.



Foto 3- Cinzas prod. no IFAL e na usina, respectivamente, após alguns dias.

2.3 Determinação da Massa Específica

Para melhor caracterização das cinzas foram feitos os ensaios de suas massas específicas fundamentados na ABNT NBR NM 23:2001- Cimento portland e outros materiais em pó - Determinação da massa específica.

Material utilizado: água destilada, peneira de malha 300, pipetas, tubos de proveta, frascos de Le Chatelier, cinzas (produzidas no IFAL e na usina), balança com resolução de 0,001g, recipientes e funis.

Inicialmente as cinzas do bagaço da cana de açúcar foram peneiradas na peneira de malha 300 para que os corpos estranhos fossem retirados. A norma recomenda a peneira de malha 150, mas como as cinzas ficaram consideravelmente retidas na malha 150, foi utilizada a peneira de malha 300.

Seguiu-se com a adição da água destilada com o auxílio de um funil, pipetas e tubos graduados nos frascos de Le Chatelier no lugar do reagente já que a água não reage com a cinza. Em cada frasco foi registrado uma marca com a água compreendido entre as marcas correspondentes a 0 e 1 cm³.

Os frascos foram colocados em banho na posição vertical em temperatura ambiente por 30min para que a água nele contida não sofresse alteração em sua temperatura e foram pesadas quatro amostras (duas com cinzas produzidas na usina e duas no IFAL) na balança com resolução de 0.001g.

Com a ajuda de um funil as cinzas foram sendo colocadas no frasco até que atingissem a marca entre 18cm³ e 24cm³ na escala graduada do frasco de Le chatelier e após atingido a marca desejada os

frascos foram tampados e girados em posição inclinada até que cessassem as subidas das bolhas de ar para a superfície. Então, foram feitas as leituras com a aproximação de $0,1\text{cm}^3$. A tabela 4 e a foto 4 facilitarão a visualização dos resultados obtidos nos frascos com as respectivas amostras.

	Frascos	Massa (g)	Leitura L1	Leitura L2
Cinzas UF	V1	50	$0,5\text{ cm}^3$	21 cm^3
Cinzas UF	V2	50	$0,5\text{ cm}^3$	$20,2\text{ cm}^3$
Cinzas IFAL	V3	40	$0,9\text{ cm}^3$	$19,2\text{ cm}^3$
Cinzas IFAL	V4	40	$0,6\text{ cm}^3$	$18,7\text{ cm}^3$

Tabela 4- Resultados do ensaio de determinação da massa específica.

Pode-se obter a massa específica usando a equação abaixo:

$$(1) \rho = m/v$$

ρ = massa específica

m = massa do material

v = volume correspondente, nesse caso L2-L1.

Sendo assim: $\rho v1 = 50/20,5 = 2,439\text{g/cm}^3$

$\rho v2 = 50/19,7 = 2,535\text{ g/cm}^3$

$\rho v3 = 40/18,3 = 2,185\text{ g/cm}^3$

$\rho v4 = 40/18,1 = 2,209\text{ g/cm}^3$



Foto 4 - Ensaio de determinação da massa unitária

Na foto 4 observam-se os ensaios de massa específica realizados com as cinzas onde foi verificado através da tabela 4 e da fórmula que a massa específica da cinza dependendo das condições de queima ou incineração é de aproximadamente $2,000\text{ g/cm}^3$ à $2,500\text{ g/cm}^3$.

2.4 Dosagem da argamassa

Um das etapas importantes da pesquisa foi o estudo das dosagens para a argamassa e a seleção das porcentagens de cinzas e do PVA. Na tabela 5 poderá ser vista a escolha do traço tabelado para emboço (massa grossa) revestimento externo e na tabela 6 as porcentagens utilizadas na dosagem.

TRAÇO		
1	2	9
Cimento (g)	Cal (v)	Areia (v)

Tabela 5

Subst. Em Vol. (%)	Areia (Vol.)	Cinza (Vol.)
15%	7,65	1,35
25%	6,75	2,25
35%	5,85	3,15
50%	4,5	4,5

Tabela 6

2.5 Determinação da Resistência à compressão:

Materiais: Cimento, areia média, cal, cinzas, PVA e água; molde para corpo de prova 5x10cm com fundo rosqueável; soquete e Máquina de ensaio para compressão (prensa hidráulica).

Com a determinação dos traços (ver tabela 5 e 6) foram separados os materiais para execução da argamassa sem adição de cinzas nem PVA e a correspondente a substituição em volume de areia por 15% das cinzas cedidas pela usina com 40g de um liquido com PVA para cada 0,000114m³ de argamassa. O volume de água indicado para o traço 1:2:9 é 0,480l por m³ de argamassa.

Os corpos de provas foram moldados com base na NBR-7215:1999 Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão. Após 24hrs submetidos à cura inicial ao ar foram levados ao tanque para a cura final em água e rompidos na prensa após 24h. (Ver tabela 7)

Cps	Adição/cinzas (v)	Adição/PVA (g)	Idade (dias)	MPa
C1 e C2	0%	0g	3	0,86 MPa e 1,01MPa
C3 e C4	15%	40g	3	1,90 MPa e 1,10 MPa

Tabela 7- Ensaio de resistência à compressão



Foto 5- Material para confecção da argamassa.



Foto 6- Moldagem dos CP's de argamassa.

Através dos ensaios realizados pode-se comprovar ganhos de resistência e trabalhabilidade da argamassa. Também constatou-se a necessidade de um traço mais preciso, ou seja, totalmente em peso e mais rico em aglomerante, que a proporcione maior interação entre seus componentes trazendo maior homogeneidade e ganhos em sua resistência.

1. CONCLUSÃO

Diante dos resultados expostos, evidencia-se que a argamassa de emboço eco impermeabilizante pode ser uma alternativa eficaz para evitar a indesejável passagem de líquidos e vapores nas estruturas.

É importante salientar que foi constatado uma melhora significativa na parte funcional econômica e ecológica, mostrando que mesmo com as dificuldades encontradas ao longo dos ensaios a inclusão desses elementos na construção civil poder ser uma inovação viável e sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. NBR NM 248:2003 Agregados- Determinação Da Composição Granulométrica. Método de Ensaio.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. NBR NM 23: 2001. Cimento Portland e outros materiais em pó- Determinação da massa específica.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. NBR 7215:1996 Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão.
- [4] Fiorito, A. J. S. I. Manual de argamassas e Revestimentos- Estudos e Procedimentos de Execução. 1ª ed. SP: PINI, junho de 2005.
- [5] GOMIDE, Tito Lívio Ferreira et al. Técnica de Inspeção e Manutenção Predial. São Paulo: Pini, 2006.
- [6] VASCONCELOS, Y. Concreto feito com cinzas. Revista Pesquisa FAPESP, São Paulo, Maio.2010, Seção Tecnologia-Novos Materias.
- [7] Thomaz, E. Tecnologia, Gerenciamento e Qualidade na Construção. 1ª ed. SP: PINI, 2001, 449p.
- [8] Eder Felipett, Aula de Processamento de Polímeros, PUC-RJ, fev. 2003.
Disponível em: <http://www.revistapesquisa.fapesp.br/?art=4130&bd=1&pg=1&lg>.
Acesso em: 11 de fevereiro de 2011.
- [9] Disponível em: <http://www.gestaoderesiduos.com.br/residuo-construcao-civil.php?id=752>.
Acesso em: 11 de fevereiro de 2011.
- [10] Disponível em: http://www.tifnet.com.br/disciplinas/polimeros_aula_01.pdf
Acesso em: 15 de março de 2011.

AVALIAÇÃO DA DEFORMABILIDADE DE MISTURAS DE SOLO E RESÍDUOS DE PNEUS PARA A CONSTRUÇÃO DE ATERROS

V. M. N. Bezerra¹ e A. C. M. L. Costa²

¹Instituto Federal do Rio Grande do Norte – Campus Natal Central e ²Instituto Federal do Rio Grande do Norte – Campus Natal Central
vanessamnb@gmail.com – cmlins@gmail.com

RESUMO

A adição de resíduos de pneu ao solo pode ser realizada com a finalidade de melhorar as propriedades mecânicas de um aterro. Essa técnica ainda é pouco difundida no Brasil e representa uma alternativa de material leve e de baixo custo. Este trabalho consiste no estudo da aplicação de misturas de solo e resíduos de pneu para a construção de aterros. Após a trituração do pneu, os fragmentos resultantes são misturados no solo, avaliando-se as deformações da mistura em ensaios de compressão confinada. Para tanto foram realizados ensaios de caracterização e ensaios oedométricos apenas com o solo e com misturas de solo/resíduos na proporção de 40% de resíduo. Os resultados mostraram a facilidade com que a mistura se deforma quando submetida a grandes esforços de compressão. Teores mais baixos de resíduos precisam ser avaliados através de ensaios oedométricos a fim de obter a proporção adequada para o solo utilizado.

Palavras-chave: aterro, construção, pneu, resíduo, solo.

1. INTRODUÇÃO

Uma vez não servindo mais para o uso, o pneu é simplesmente descartado na natureza, poluindo visual e quimicamente o espaço, representando uma ameaça à saúde humana. Visando diminuir a frequência com que ações como esta e muitas outras ocorrem, a engenharia tem, por meio de estudos, descoberto e desenvolvido formas de reaproveitamento do produto sob a forma de resíduos em suas obras.

A Engenharia Civil começou a usar pneus em obras no século passado, mas as aplicações vieram aumentar na última década. Até que em 1998, a ASTM (American Society for Testing and Materials) aprovou a utilização de pneus inservíveis em aplicações na Engenharia Civil, o que permitiu o uso deste artefato em obras de construção no lugar de materiais convencionais.

A destinação em aterros também é possível, onde o pneu pode ser disposto em grande quantidade, desde que, antes passe por processo de trituração. Quando triturado, o pneu ocupa bem menos espaço, devido à eliminação do espaço vazio em seu centro, o que permite a adição de mais material de enchimento. Estima-se que 1m^3 possa ser ocupado por aproximadamente 600kg de pneus picados.

Os fragmentos podem ser utilizados tanto separadamente como misturados com solo, sendo a mistura mais eficaz, pois ela reduz tanto a compressibilidade como a combustibilidade dos fragmentos. Estes facilitam a drenagem e, portanto, não contribuem para o excesso de poro-pressão que pode causar problemas de estabilidade durante o carregamento do material de enchimento (YOON et. al., 2006). Além disso, estudos indicam que o impacto causado pela construção de aterro usando resíduos de pneus, sobre o lençol freático e, até sobre o ar, é considerado desprezível.

O tamanho dos fragmentos depende do equipamento usado para corte do artefato e certamente influencia no comportamento tensão-deformação da mistura. O dimensionamento varia entre 50 e 300 mm, onde os pedaços requeridos para o preenchimento de aterros devem ter tamanho máximo de 150 a 300 mm. Fragmentos menores são de tamanho equidimensional, já os maiores são longos e planos; assim dispõe a ASTM 6270-98 (apud YOON et. al., 2005). Dependendo da finalidade da obra, o resíduo de dimensões menores parece mais eficiente, todavia, quando o objetivo é utilizá-lo como material de construção, torna-se mais econômico usar pedaços de dimensões maiores; mas sempre considerando as propriedades da mistura e as limitações relacionadas ao seu uso.

A inclusão de resíduos de pneu como reforço consiste em uma alternativa de material, leve e de baixo custo, usado para melhorar as propriedades mecânicas do solo. Tendo em vista o exposto, este trabalho avalia a aplicação de misturas de solo e resíduos de pneu para a construção de aterros, sob a ótica da deformabilidade do material.

Para esta avaliação utilizou-se como material, solo laterítico e resíduos de borracha de pneu, que foram analisados tanto misturados como separadamente, em dosagens previamente definidas. O solo e a mistura foram submetidos a ensaios de caracterização e ensaios de compressão confinada.

2. METODOLOGIA

O solo utilizado neste estudo consiste em um solo coesivo, ou seja, de granulometria fina, laterítico, classificado de acordo com o Sistema Unificado de Classificação dos Solos, como SC (areia argilosa). Possui peso específico de $2,71 \text{ KN/m}^3$ e limites de liquidez e índice de plasticidade de 21% e 7%, respectivamente, segundo Costa et. al. (2011). O resíduo de pneu foi obtido, já triturado, de uma vulcanizadora.

Com esses materiais foram realizados ensaios de Granulometria e Compactação cujos resultados são mostrados nas figuras 1 e 2. No caso do resíduo, o Proctor Normal foi feito com a mistura solo + pneu na porcentagem de 50%.

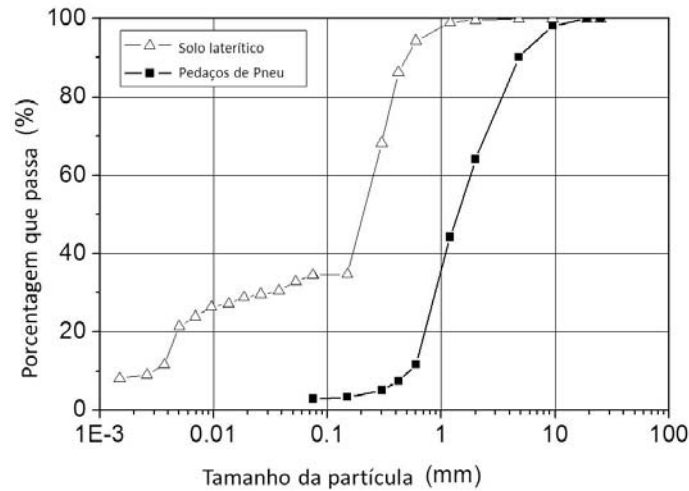


Figura 1 – Curva granulométrica de solo laterítico e pedaços de pneu (COSTA et. al., 2011)

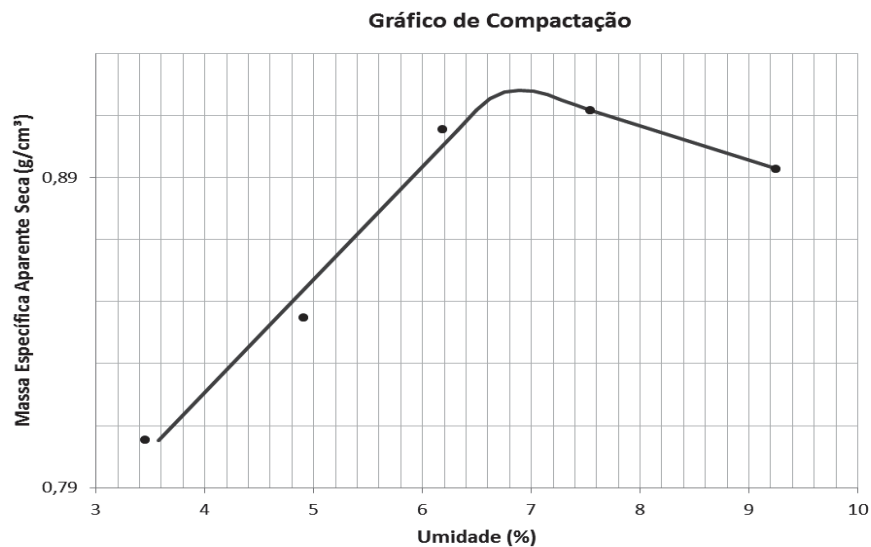


Figura 2 – Curva de compactação para mistura com 50% de resíduo

Na avaliação do comportamento mecânico da mistura foram realizados ensaios de Adensamento Unidimensional ou Oedométricos, com e sem saturação do corpo-de-prova, de acordo com a NBR 12007. Para este tipo de experimento foi utilizado o mesmo resíduo avaliado por Costa et. al. (2011) também obtido de uma vulcanizadora na cidade de Natal/RN, cujo peso específico equivale a 1,11 KN/m³ e cujo tamanho das partículas (D50) é igual a 1,4 mm .

As dosagens a serem trabalhadas foram as porcentagens de 0% e 40% de resíduo, definidas segundo Zornberg et al. (2004a) apud Costa et. al. (2011), conforme a fórmula abaixo:

$$\chi = \frac{w_{tb}}{w_{tb} + w_s}$$

Onde:

\square - teor de resíduo (%),

w_{tb} - peso dos pedaços de pneu (g)

w_s - peso seco do solo (g)

A mistura foi preparada considerando as dosagens estipuladas e o teor de umidade ótima encontrado nos ensaios de Compactação.

O corpo-de-prova foi compactado na umidade ótima no próprio cilindro da prensa de adensamento, cujas dimensões correspondem a 20 mm de altura e 50 mm de diâmetro interno. As leituras correspondentes à variação da sua deformação foram realizadas nos intervalos de tempo determinados pela MB 3336 através de um extensômetro de resolução igual a 0,01mm, devidamente ajustado e zerado para que as cargas pudessem ser aplicadas. A tensão aplicada nos ensaios variou de 10 kPa a 600 kPa. Logo após foi realizado o descarregamento em três estágios. O procedimento do ensaio com saturação só se diferenciou pela saturação do CP imediatamente após o carregamento com 10kPa.

3. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

A Figura 3 mostra resultados obtidos nos ensaios de compressão oedométrica sem inundação, podendo-se observar a deformação correspondente a cada valor de tensão aplicada nos ensaios. Pode-se verificar que a adição de resíduo aumentou as deformações do corpo de prova com o incremento de tensão. Para a tensão de 600 kPa, o acréscimo da deformação para a condição da mistura solo-resíduo em relação ao solo sem adição de resíduo foi acentuada. Entretanto, deve-se considerar que esse nível de tensão corresponde a um aterro de grande altura, cerca de 30 m, considerando um peso específico igual a 20 kN/m³, e que portanto, não é representativo de condições normalmente encontradas em campo. Para menores níveis de deformação a diferença entre as deformações do corpo de prova apenas com solo e com a mistura diminuem, porém ainda permanece significativa.

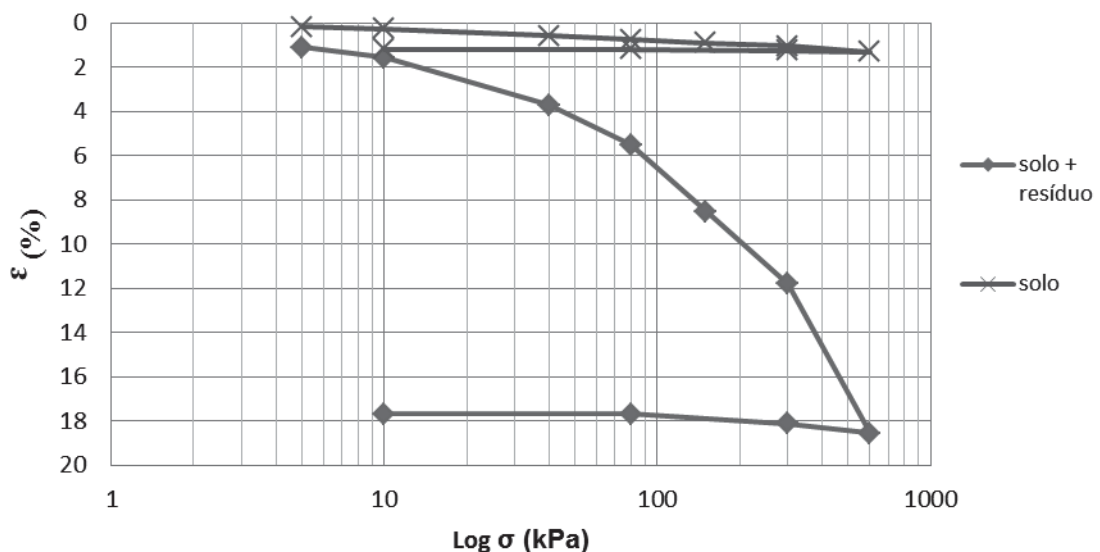


Figura 3 – Tensão versus Deformação para Ensaios sem inundação

Na Figura 4, é possível observar o comportamento do solo no ensaio inundado e sem inundação. Como esperado, os ensaios com inundação revelaram maiores valores de deformação em comparação aos ensaios realizados com o corpo de prova compactado na umidade ótima. Esse comportamento também é verdade ao comparar os resultados dos ensaios com a mistura solo + resíduo com e sem inundação.

No caso dos ensaios com inundação, a Figura 5 mostra que a diferença entre as deformações do solo e da mistura, embora ocorra, é menor que as encontradas nos ensaios realizados na umidade ótima.

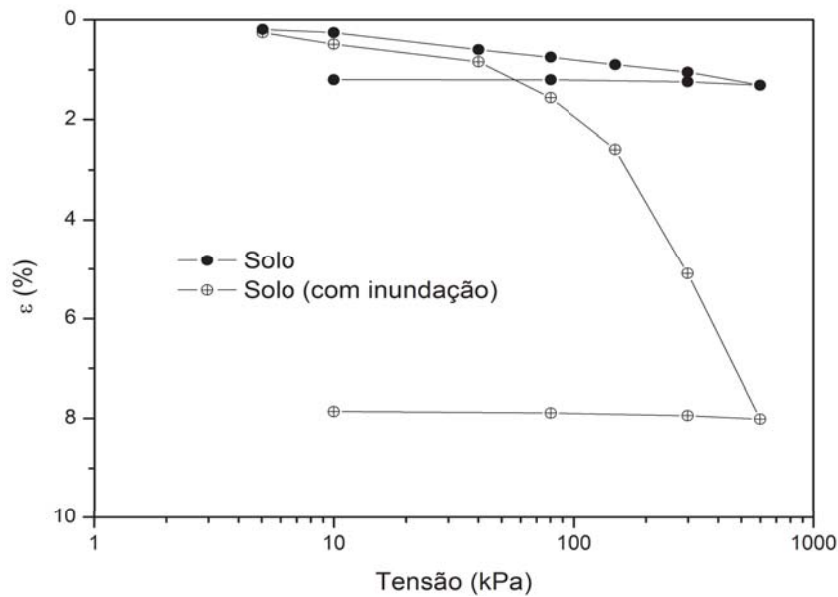


Figura 4 – Tensão versus Deformação para Ensaio com solo sem inundação e com inundação.

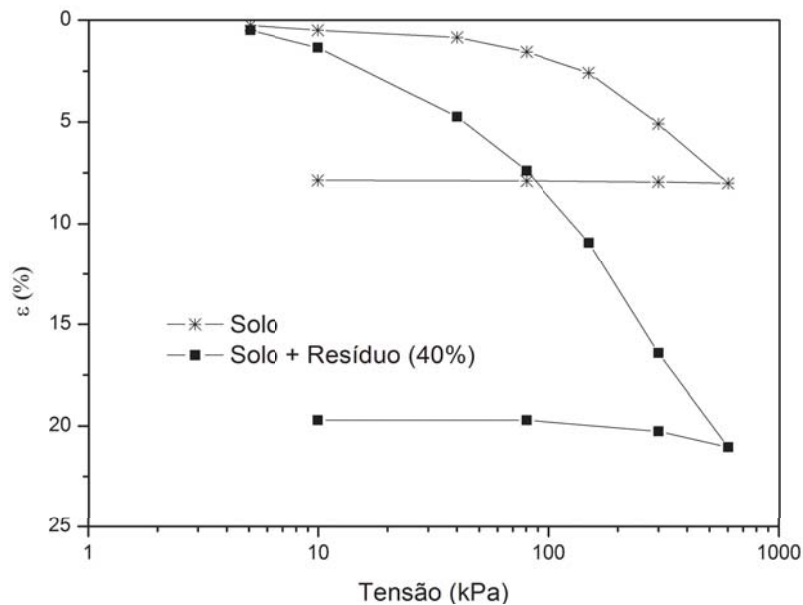


Figura 5 – Tensão versus Deformação para Ensaio com inundação

As Figura 6 e 7 apresentam o comportamento observado ao longo do tempo para valores constantes de tensão considerando apenas solo e, a mistura solo + resíduo. Embora o valor da deformação para cada tempo seja bem diferente nas duas condições a taxa de deformação com tempo foi semelhante nos dois casos. Esse mesmo comportamento foi observado nos outros estágios de carregamento.

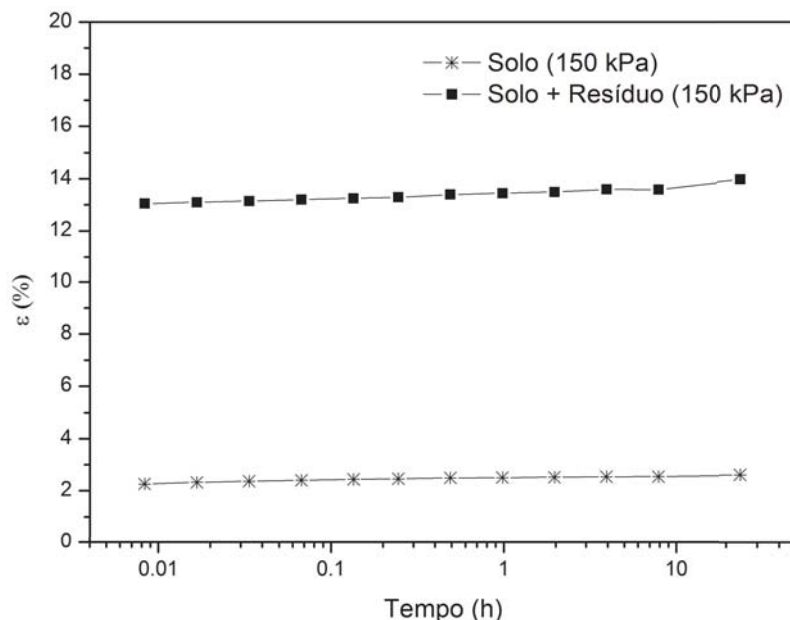


Figura 6 – Deformação ao longo do tempo para ensaios sem inundação (tensão=150 kPa).

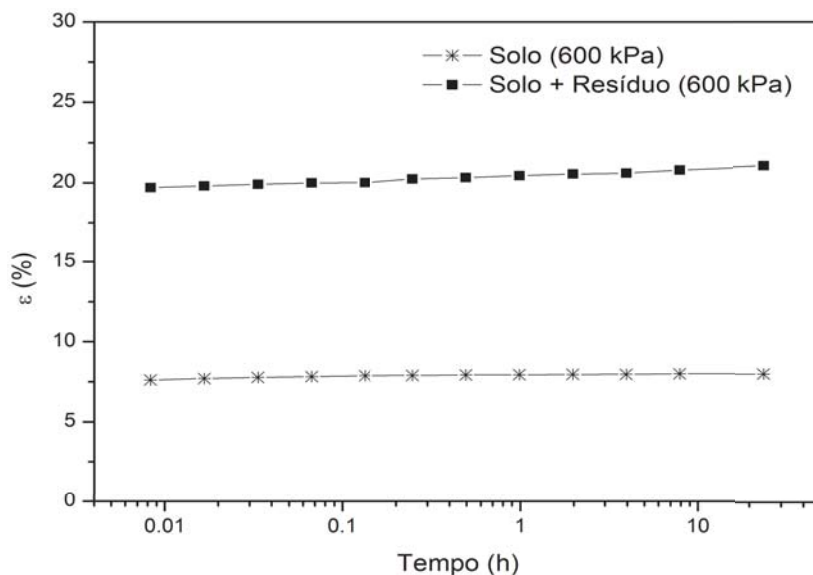


Figura 7 – Deformação ao longo do tempo para ensaios sem inundação (tensão=600 kPa).

Os dados obtidos indicam que a proporção de resíduos utilizada no presente trabalho (40%) não resultou em um comportamento mecânico adequado com relação às deformações do material. Costa et al. (2011) indica que esse teor de resíduos representa o maior ganho de resistência com base em ensaios de cisalhamento direto. Entretanto, os ensaios realizados no presente trabalho indicam que essa proporção não é recomendada para a aplicação de resíduos de pneus na execução de aterros com

o solo estudado. Teores mais baixos de resíduos precisam ser avaliados através de ensaios oedométricos e talvez possibilitem a referida aplicação. Nesse caso, é indispensável avaliar a deformação secundária do material através de ensaios com carregamento constante por maior período de tempo.

4. CONCLUSÃO

Ao contrário do solo puro, a mistura é bem mais leve e ocupa um volume maior quando suas partículas estão dispersas, porém quando compactada o índice de vazios diminui consideravelmente e, por conseguinte, o volume da quantidade de mistura também. Isso implica a necessidade de mais material para preenchimento, o que permite o uso da mistura em grande quantidade, dando a muitos pneus indevidamente descartados um destino apropriado. Uma obra de aterro pode ficar sujeita a grandes tensões e, com base no resultado dos ensaios realizados neste estudo, o material se deforma com bastante facilidade. A literatura técnica mostra resultados positivos provenientes da aplicação da mistura solo + resíduo de pneu em aterros, todavia para obter resultados mais precisos é necessário um estudo mais minucioso da mistura. Teores mais baixos de resíduos precisam ser avaliados através de ensaios oedométricos e talvez possibilitem a referida aplicação. Nesse caso, é indispensável avaliar a deformação secundária do material através de ensaios com carregamento constante por maior período de tempo.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. MB 3336: Solo: Ensaio de adensamento unidimensional. Rio de Janeiro, 1990.
- COSTA, Y. D. et. al. Shear Strength Behaviour of Tire Derived Aggregate – Lateritic Soil Mixtures. 2011. Trabalho apresentado ao 2011 PanAm-CGS Geotechnical Conference, Toronto, 2011.
- EDINÇLICLER, A.; BAYKAL, G.; SAYGILI, A. Influence of different processing techniques on the mechanical properties of used tires in embankment construction. Waste Management 30, 2010, p. 1073-1080.
- KAMIMURA, E. Potencial de utilização dos resíduos de borracha de pneus pela indústria da construção civil. 2002. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- YOON, S.; PREZZI, M.; SIDDIKI, N. Z.; KIM, B. (2006). Construction of a test embankment using a sand-tire shred mixture as fill material. Waste Management. V. 26, p. 1033-1044.
- ZORNBERG, J. G.; COSTA, Y. D.; VOLLENWEIDER, B. (2004b). Performance of Prototype Embankment Built with Tire Shreds and Nongranular Soil. In: Transportation Research Record 1874, TRB, p. 70-77.

AVALIAÇÃO DO MÓDULO DE ELASTICIDADE DE CONCRETOS UTILIZANDO MICROMECAÂNICA DE CAMPOS MÉDIOS

J. R. A. V. Tavares¹, S. F. Mendonça² e R. M. S. Silva³

^{1 2 3} Instituto Federal de Alagoas – Campus Palmeira dos Índios

¹jhonnattaricharly@hotmail.com – ²samanthaifal@gmail.com – ³rodrigo.mero@gmail.com

RESUMO

Este trabalho estuda o comportamento do concreto, utilizando técnicas experimentais e simulação numérica, para modelar as propriedades mecânicas desse material. Quando o concreto é avaliado em sua macro-escala, pode ser entendido como um material compósito homogêneo, por ser formado da combinação de uma matriz (argamassa) mais uma inclusão (agregado graúdo), e por apresentar as mesmas propriedades mecânicas em todos os seus pontos, sendo essa constatação uma simplificação para o desenvolvimento das teorias que abordam esse assunto. Sabe-se que o concreto em sua micro-escala, em um elemento de volume representativo (EVR), pode ser tratado como a composição de diversos materiais: agregados, aglomerante, água. Nessas circunstâncias, o concreto não mais pode ser entendido como um material homogêneo, partindo agora para um material heterogêneo. Entretanto, para estudo das propriedades efetivas globais, ou seja, na macro-escala, podem-se utilizar técnicas de micromecânica de campos médios, que levam em consideração as propriedades das frações volumétricas constituintes do material. Alguns modelos são propostos na literatura para quantificação de propriedades mecânicas de materiais, como: Mori-Tanaka, Auto Consistente, Dilute Suspension, Esquema Diferencial, dentre outros. Os métodos micromecânicos supracitados foram empregados para a avaliação do módulo de elasticidade estático em um tempo de cura de 7, 14 e 28 dias. No entanto, em nenhuma das idades foi conveniente utilizar estes modelos numéricos para o compósito concreto.

Palavras-chave: Concreto, Propriedades Mecânicas, Micromecânica.

1. INTRODUÇÃO

Dado um corpo admitido homogêneo e contínuo em sua macroestrutura, quando reduzido em uma escala suficientemente pequena, o mesmo não se comporta como material homogêneo e sim heterogêneo, além de apresentar descontinuidades.

Uma simplificação adotada usualmente em macro-escalas pode ser admitida quando se estuda a micro-escala de materiais, que é a homogeneidade e a continuidade na escala de estudo (Figura 1).

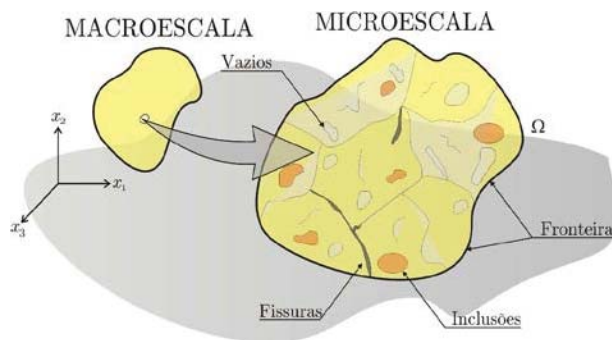


Figura 1 - Elemento de volume representativo (EVR) [Fonte: Cavalcante, 2008].

O EVR (Figura 1) ilustra a transformação de um elemento em sua macro-escala, admitido homogêneo em suas propriedades mecânicas, para um elemento em sua micro-escala, onde se pode observar claramente, os elementos constituintes desse EVR, como fissuras, inclusões, fronteira etc.

Quando se estuda micromecânica de campos médios, definem-se os elementos que constituem o EVR, como fases (inclusões) e o material que circunda as fases da matriz. Dessa forma um composto em seu elemento de volume representativo, pode ser caracterizado por uma matriz e diversas fases.

Um volume é considerado representativo, quando ao diminuir a sua escala tenha-se a heterogeneidade representada pelas suas fases bem caracterizadas.

Para entender as definições da micromecânica, pode-se admitir que o volume representativo seja a soma do volume da matriz com o somatório do volume de todas as parcelas de inclusões, podendo ser, vazios, material, fissuras etc. (CHRISTENSEN e LO, 1979). Eq. (1):

$$V = V_m + \sum_{\alpha=1}^n V_{\alpha} \quad [\text{Eq.01}]$$

onde, V_m é o volume da matriz, V_{α} é o volume das inclusões e V o volume total do elemento representativo. Ao tomar-se a razão entre os volumes da matriz e o volume total, bem como o volume das inclusões e o volume total tem-se as frações volumétricas a seguir. Eq. (2):

$$f_m = \frac{V_m}{V} \quad [\text{Eq.02}]$$

Para determinação da fração volumétrica da inclusão, temos a Eq. (3), a seguir:

$$f_{\alpha} = \frac{1}{V} \sum_{\alpha=1}^n V_{\alpha} \quad [\text{Eq. 03}]$$

As frações volumétricas são extremamente importantes nesse tipo de análise, onde a mais simplificada propõe uma média ponderada em função das frações, das propriedades para análise global, também conhecida como regra da mistura.

Com o passar do tempo diversos métodos foram desenvolvidos para resolução do problema micromecânico, destacando-se o Método da Inclusão Equivalente desenvolvido por (J.D. Eshelby) em seu trabalho "*The determination of the elastic Field of an ellipsoidal inclusion and related problems*", em 1954, sendo essa uma das grandes contribuições para o desenvolvimento da micromecânica de meios efetivos.

A partir do método proposto por Eshelby, outros métodos foram desenvolvidos, destacando-se: Auto-Consistente, Mori-Tanaka, Esquema Diferencial dentre outros (BENVENISTE, 1987), (HASHIN, 1988), (WALPOLE, 1987). Nesse trabalho propõe-se utilizar os diversos métodos para análise micromecânica do concreto.

Conhecendo as características mecânicas das fases e da matriz, e suas respectivas frações volumétricas, pode-se obter o valor das características mecânicas globais. Aplicando tal definição ao problema do estudo tecnológico do concreto, onde ensaios são repetidos para diversos corpos de prova em diversas idades, tornando-se a rotina desgastante e onerosa. Para contornar tal dificuldade, podem-se calibrar os métodos numéricos com alguns ensaios e posteriormente substituí-los, uma vez conhecida as propriedades dos constituintes e o traço empregado na confecção do concreto.

2. METODOLOGIA

A metodologia empregada neste trabalho consiste em duas etapas distintas, sendo a primeira referente ao estudo experimental e a segunda etapa a comparação com modelos numéricos da micromecânica de campos médios.

2.1 Metodologia Experimental

Neste trabalho, os estudos foram realizados em um laboratório especializado, localizado no Instituto Federal de Alagoas, campus Palmeira dos Índios, o qual oferece equipamentos necessários para a pesquisa. Utilizando este, foram executados ensaios de caracterização dos materiais empregados no concreto, bem como a definição das frações volumétricas da matriz e das inclusões, moldagem dos corpos de provas, adensamento, ensaios mecânicos dentre outros.

É indispensável ressaltar, que os ensaios de caracterização foram feitos de acordo com as necessidades do modelo de dosagem, o método do ACI.

2.1.1 Cimento Portland

Para confecção do concreto, foi utilizado cimento Portland CP II Z 32 RS. De acordo com a NBR NM 23 (ABNT, 2001), este material apresenta uma massa específica de $3,12\text{g/cm}^3$.

2.1.2 Agregados

Para caracterização dos agregados, foram executados ensaios de acordo com as indicações das normas vigentes. Os ensaios de granulometria tiveram como base a norma de referência NBR 7217 – Determinação da Composição Granulométrica dos Agregados (Agosto 1987).

De posse dos resultados granulométricos, realizam-se ensaios para determinação de parâmetros físicos dos agregados. Estes resultados são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Parâmetros físicos do agregado miúdo (areia).

DETERMINAÇÕES	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS
Módulo de finura	NBR 7211	2,25
Diâmetro máximo (mm)	NBR 7211	2,36
Massa específica (g/cm ³)	NBR NM 52	2,58
Massa aparente (g/cm ³)	NBR NM 45	1,65
Umidade (%)	S2-53	3,42

Tabela 2 - Parâmetros físicos do agregado graúdo (brita).

DETERMINAÇÕES	MÉTODO DE ENSAIO	RESULTADOS
Diâmetro máximo (mm)	NBR 7211	9,52
Massa específica (g/cm ³)	NBR NM 52	2,77
Massa aparente (g/cm ³)	NBR NM 45	1,56

2.1.3 Determinação da composição do concreto e argamassa de referência

A determinação do traço experimental teve como base o método americano de dosagem – American Concrete Institute, o método ACI. O traço experimental 1: 1,04: 1,03, em peso seco, com fator água/cimento de 0,327 foi efetuado para uma resistência a compressão prevista aos 7 e 28 dias respectivamente, de 32 e 38,6 MPa. Neste traço tem-se 2,07 kg de agregados/kg de cimento, 50,24% de agregado miúdo/agregados.

Devido à necessidade de realizar um estudo comparativo, foi utilizado para a argamassa o mesmo traço do concreto, uma vez que tal análise nos fornece informações necessárias no estudo da micromecânica.

2.1.4 Moldagem dos corpos-de-prova de concreto e argamassa

A moldagem e a cura dos corpos-de-prova de concreto e argamassa foram realizadas de acordo com a norma NBR 5738 (ABNT, 2003) e com a norma NBR 13276 (ABNT, 2005), respectivamente. Para realização da pesquisa, foram moldados 15 corpos-de-prova de concreto, utilizando moldes de 15x30cm (diâmetro x altura), e 15 corpos-de-prova de argamassa, utilizando moldes de 5x10cm (diâmetro x altura).

Uma propriedade importante para o concreto em seu estado fresco é a determinação da consistência por meio do *slump test*. Este ensaio torna-se imprescindível, já que a consistência é um dos principais fatores que influenciam na trabalhabilidade do concreto. Diante das especificações da norma NBR NM 67 (ABNT, 1998), o concreto utilizado nesta pesquisa é considerado como de consistência firme.

A realização da cura do concreto e da argamassa é fundamental, já que garantir a obtenção de resistência mecânica para ambos os compostos. Este processo foi executado de acordo com a NBR 9479 – Argamassa e Concreto – Câmaras Úmidas e Tanques para a cura de corpos-de-prova (Junho 2006).

2.1.5 Ensaios de compressão

Os ensaios de resistência à compressão foram realizados de acordo com os procedimentos da NBR 5739 (ABNT, 2007), os quais prescrevem os métodos que devem ser ensaiados os corpos de prova cilíndricos. A máquina utilizada para este ensaio, bem como o de módulo de elasticidade, foi a prensa Hidráulica, fabricada pela EMIC, com capacidade de carga de 2000 KN.

2.1.6 Ensaio para determinação do módulo de elasticidade estático

Os ensaios para determinação do módulo de elasticidade estático do concreto foram realizados conforme a NBR 8522- Concreto- Determinação dos Módulos de Elasticidade e de Deformação da Curva Tensão e Deformação (Dezembro 2003). Foi utilizada a mesma metodologia para determinação do módulo da argamassa.

2.1.7 Definição das frações volumétricas da matriz e das inclusões

Para determinação das frações volumétricas da matriz e das inclusões, foi utilizado o traço em volume (1: 0,63 : 0,63), encontrado a partir do traço em massa (1: 1,04: 1,03), dividido pela massa aparente correspondente a cada agregado. Houve uma redução no volume total dos corpos-de-prova em 2%, devido à incorporação de ar sugerida pelo ACI, que considera a dimensão máxima do agregado para esta estimativa. Então, considerando o volume da inclusão de 0,63, obtivemos uma porcentagem de 29% do volume total.

2.2 Metodologia Numérica

Modelos numéricos para caracterização das propriedades globais de materiais compósitos a partir de técnicas de micromecânica são amplamente estudados, principalmente nas últimas décadas.

A maioria dos modelos numéricos empregados é baseada no modelo da inclusão equivalente de Eshelby, tratando de uma inclusão elipsoidal imersa em um meio infinito.

Os modelos empregados baseando-se no modelo de Eshelby diferem entre si, pela forma como tratam as interações entre as inclusões. No caso do estudo micromecânico de concreto, um problema é constatado: a zona de transição (interface entre o agregado e a pasta), já que tem influência direta na propriedade global do material.

Diversos trabalhos propõem o estudo do concreto levando em consideração a zona de transição, com modelos de três fases, e outros modelos, como o proposto por Monteiro (2002). Os modelos citados tratam apenas de duas fases, uma matriz e uma inclusão. Para o tratamento numérico deste trabalho, utilizam-se os modelos de duas fases, sendo a argamassa a matriz e o agregado graúdo as inclusões.

2.2.1 Modelo Auto-Consistente

Proposto por Hill (1965), esse método permite a obtenção da matriz constitutiva global, a partir das matrizes constitutivas da inclusão e da matriz. A Equação (4), logo abaixo, mostra o cálculo de sua determinação.

$$\bar{C} = C + f_{\alpha}(C_{\alpha} - C)[I + S\bar{C}^{-1}(C_{\alpha} - C)]^{-1} \quad [\text{Eq.04}]$$

sendo C_{α} a matriz constitutiva da "inclusão", C , a matriz constitutiva da "matriz", f_{α} , a fração volumétrica da inclusão. Na equação de recorrência do método Auto-Consistente, tem-se ainda o tensor de Eshelby (S), que pode variar com a geometria das inclusões, podendo ser esférica, cilíndrica ou disco e a matriz identidade I .

2.2.2 Modelo de Mori-Tanaka

O modelo de Mori-Tanaka é um modelo baseado no lema de Mori-Tanaka (1978) que tem a Eq.(5), a seguir, de recorrência.

$$\bar{C} = [f_{\alpha}C_{\alpha}[I - SC^{-1}(C - C_{\alpha})]^{-1} + (1 - f_{\alpha})C][f_{\alpha}[I - SC^{-1}(C - C_{\alpha})]^{-1} + (1 - f_{\alpha})I]^{-1} \quad [\text{Eq.05}]$$

2.2.3 Modelo Esquema Diferencial

O esquema diferencial é um modelo incremental, que adiciona a fração volumétrica de forma incremental até o valor de estudo. Esse modelo foi proposto por Hashin (1988) e tem a Eq.(6) de recorrência.

$$\bar{C}(i + 1) = \bar{C}(i) + \frac{\Delta f_{\alpha}}{1 - f_{\alpha}} [C_{\alpha} - \bar{C}(i)]A^{DIL} \quad [\text{Eq.06}]$$

onde A^{DIL} , pode ser determinado pela Eq.(7).

$$\bar{C}(i + 1) = [I - S(i)\bar{C}(i)^{-1}[\bar{C}(i) - C_{\alpha}]^{-1}] \quad [\text{Eq.07}]$$

para uma estratégia inicial, faz-se a Eq.(8).

$$\bar{C}(i) = C \quad [\text{Eq.08}]$$

2.2.4 Modelo Dilute Suspension

No modelo *Dilute Suspension*, admite-se que não existe interação entre as inclusões, sendo a consideração feita que uma matriz infinita envolve uma única inclusão. Para avaliação do tensor constitutivo, a equação de recorrência do modelo *Dilute Suspension* é:

$$C = C_m + f_i(C_i - C_m):[I - S : C_m^{-1} : (C_m - C_i)]^{-1} \quad [\text{Eq.09}]$$

3. RESULTADOS

As Figuras (2) e (3), a seguir, ilustram os corpos-de-prova, bem como as idades dos ensaios mecânicos e os valores encontrados experimentalmente.

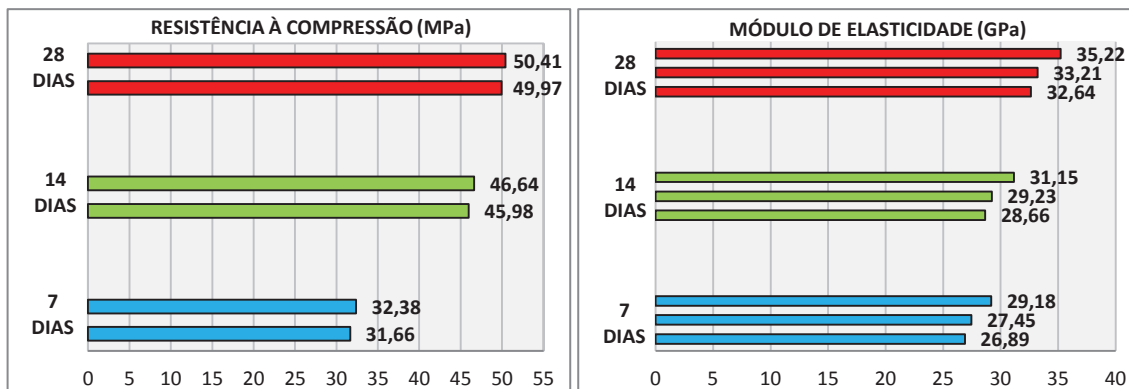


Figura 2 - Resultados dos ensaios mecânicos de concreto.

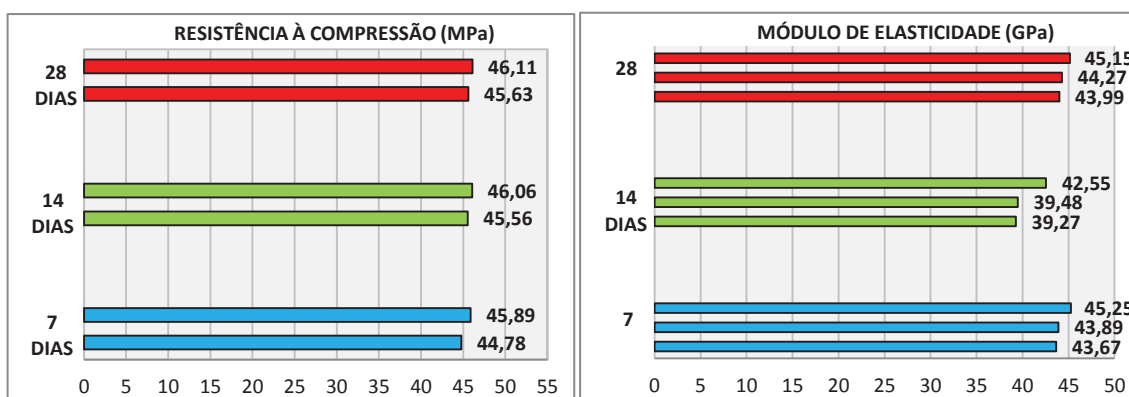


Figura 3 - Resultados dos ensaios mecânicos de argamassa.

De posse dos resultados experimentais, monta-se uma tabela, com as respectivas propriedades mecânicas das fases e matriz, considerando a média aritmética e valores encontrados na literatura, conforme Tabela (3).

Tabela 3 - Análise dos resultados experimentais para aplicação micromecânica.

Idade	Matriz		Inclusão		Compósito	
	Argamassa		Agregado Graúdo		Concreto	
	Coefficiente de Poisson ¹	Módulo de Elasticidade	Coefficiente de Poisson ²	Módulo de Elasticidade ²	Coefficiente de Poisson ³	Módulo de Elasticidade
7 Dias	0,11	44,27GPa	0,28	48,3GPa	0,2	27,84GPa
14 Dias	0,11	40,43GPa	0,28	50,5GPa	0,2	29,68GPa
28 Dias	0,11	44,47GPa	0,28	52,7GPa	0,2	33,69GPa

A Figura (4) ilustra o estudo numérico feito com os valores referentes à Tabela 4, para o módulo de elasticidade.

¹Valor médio adotado por Ottosen (1984)

²Fonte: Magalhães (2006)

³Valor médio adotado pela NBR 6118-2003

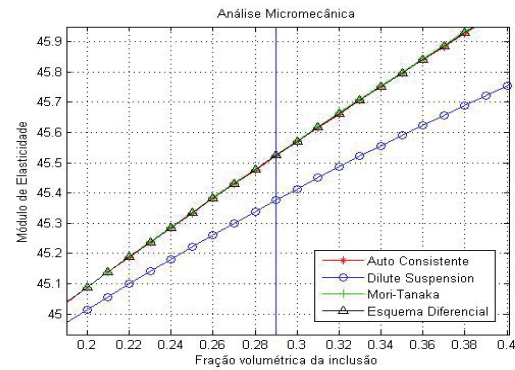
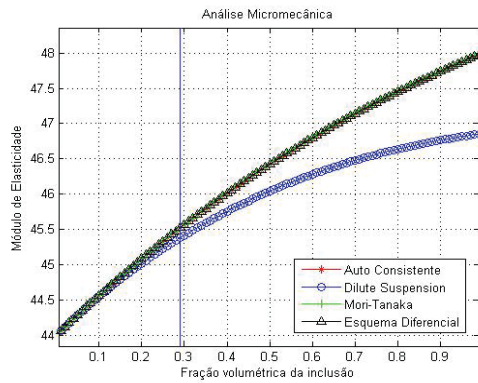


Figura 4 - Módulo de elasticidade para 7 dias, variando a fração volumétrica da inclusão [zoom na fração de 29%].

A reta vertical indica o valor da fração volumétrica da inclusão em um elemento de volume representativo. Na composição dos corpos de prova utilizou-se uma fração volumétrica de 29% de inclusão (Agregado Graúdo). Em todos os gráficos poderá ser observado esse valor como referência.

A análise micromecânica para o Coeficiente de Poisson pode ser observada na Figura (5) com a mesma idade acima utilizada.

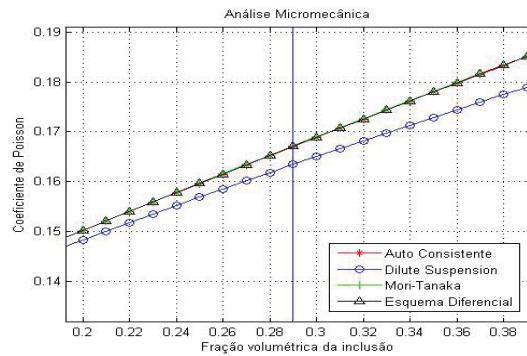
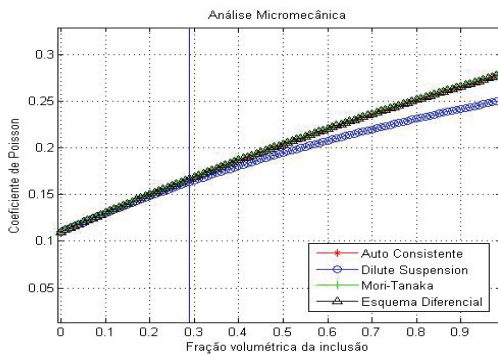


Figura 5 - Coeficiente de Poisson para 7 dias, variando a fração volumétrica da inclusão.

A Figura (6) ilustra o módulo de elasticidade para 14 dias.

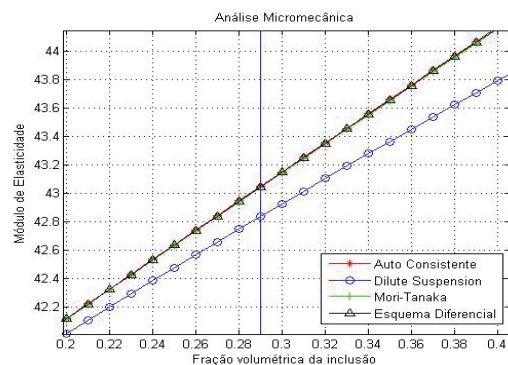
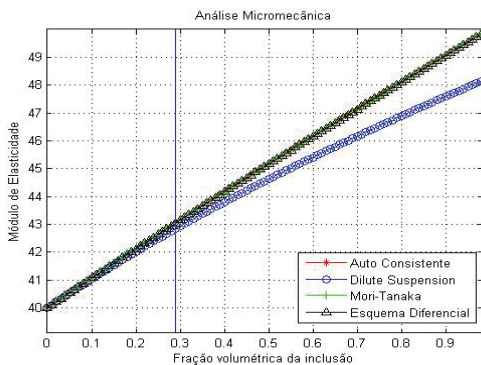


Figura 6 - Módulo de elasticidade para 14 dias, variando a fração volumétrica da inclusão [zoom na fração de 29%].

A Figura (7) observa-se o Coeficiente de Poisson para o tempo de cura de 14 dias.

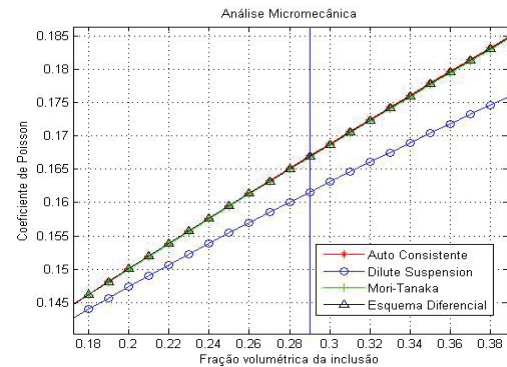
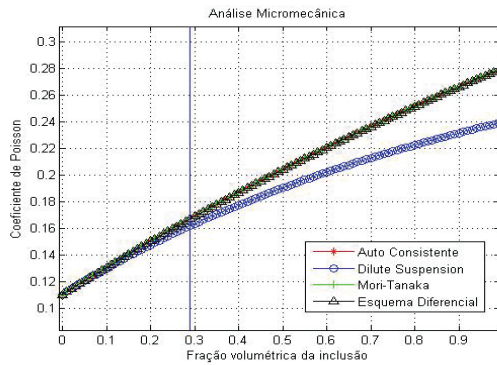


Figura 7 - Coeficiente de Poisson para 14 dias, variando a fração volumétrica da inclusão.

A análise micromecânica para 28 dias, do módulo de elasticidade e coeficiente de Poisson, podem ser observadas nas Figuras 7 e 8, respectivamente.

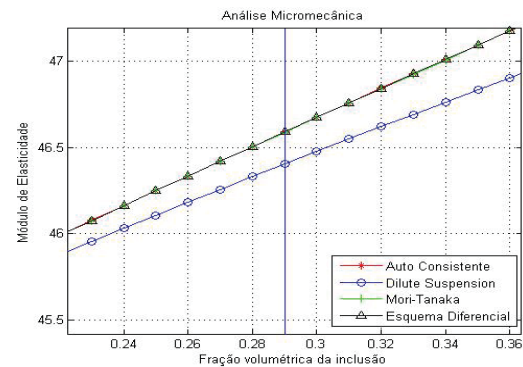
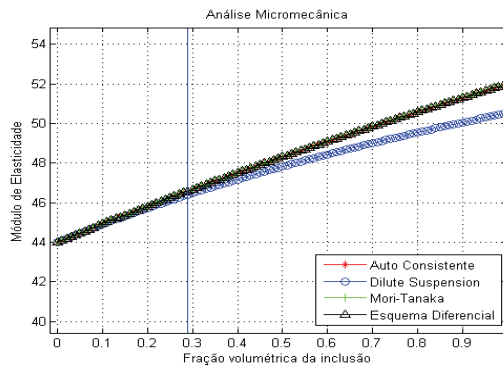


Figura 7 - Módulo de elasticidade para 28 dias, variando a fração volumétrica da inclusão [zoom na fração de 29%].

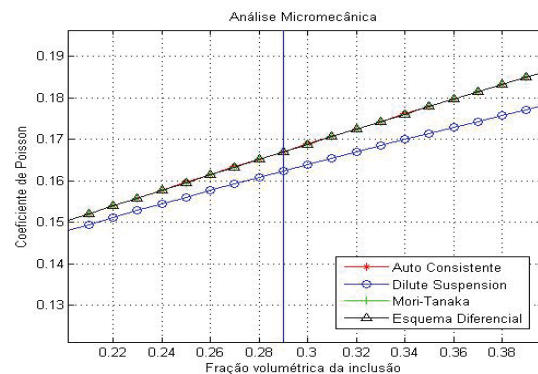
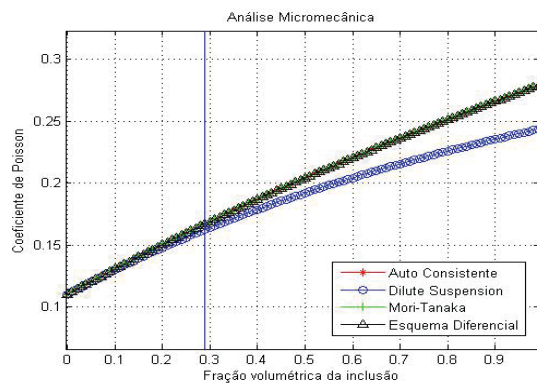


Figura 8 - Coeficiente de Poisson para 28 dias, variando a fração volumétrica da inclusão.

Em um estudo inicial, verifica-se que quando se adota duas fases para o concreto, imputa ao mesmo um erro grave, que é não levar em conta a zona de transição (interface entre a argamassa e o agregado), essa influência é notada claramente nas distorções apresentadas pelos resultados da micromecânica.

Para os valores acima estudados, nenhum dos resultados foi satisfatório, portanto, existem duas hipóteses: calibrar mais os experimentos, uma vez que alguns valores foram retirados da literatura ou

aceitar que modelos clássicos da micromecânica com duas fases não satisfazem o problema do concreto.

4. CONCLUSÃO

Esse trabalho mostrou claramente que alguns modelos micromecânicos de duas fases não geram bons resultados para o problema do material compósito concreto. É fato que se trata de um trabalho inicial, onde os resultados obtidos, principalmente como análise laboratorial podem e devem ser melhorados para que respaldem a análise numérica.

Nessas circunstâncias, vale à pena salientar o grau de dificuldade empregado nas análises numéricas e principalmente nos experimentos laboratoriais, uma vez que a pesquisa fora realizada por alunos do ensino técnico (médio). Os conhecimentos obtidos com esses resultados abre caminhos para novas análises, com modelos de 3 ou 4 fases para tratar o concreto.

Novos experimentos serão realizados para ratificar os resultados obtidos, com mais amostras e mais traços.

AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem o fomento do Programa de Iniciação Científica Tecnológica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, bem como a ajuda dos professores colaboradores, Dr. João Gilberto Teixeira Silva, MSc. Sheyla Karolina Justino Marques e MSc. Vinicius Dantas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

BENVENISTE, Y., A new approach to the application of Mori-Tanaka's theory in composite materials. *Mechanics of Material* 6 147-157, 1987.

CAVALCANTE, R. D. B., Avaliação de Propriedades Elásticas Efetivas de Rochas com Cavidades Secas ou Saturadas. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Civil, Universidade Federal de Alagoas, 2008.

CHRISTENSEN, R.M., LO, K. H., Solutions for Effective Shear Properties in Three Phase Sphere and Cylinder Models. *Journal Mechanics Phis. Solids*, Vol 27. pp. 315 330. Pergamon Press. Ltd, 1979.

HASHIN, Z., The differential scheme and its application to cracked materials, *J.Mech. Phys. Solids*, Vol. 36, 719-734, 1988.

MAGALHÃES, A.G. FRANÇA, E.P., AGUILAR, M.T.P., ALIXTO, J.M., VASCONCELOS, W.L. . A Influência de Agregados Graúdos de Diferentes Mineralogias nas Propriedades Mecânicas do Concreto de Alto Desempenho. 17º CBECIMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 2006.

MONTEIRO, P.J.M Monteiro, HASHIN, Z. An Inverse Method to Determine the Elastic Properties of the Interphase Between the Aggregate and the Cement Past. *Journal Cement and Concret Research*, Vol 32 - pp1291-1300, 2002.

AVALIAÇÃO DO PENETRÔMETRO DO TIPO DCP PARA CONTROLE DE COMPACTAÇÃO DE AREIA

C. S. S. Costa¹, P. F. C. Araújo² e C. M. L. Costa³

^{1, 2 e 3}Instituto Federal do Rio Grande do Norte - Campus Natal-Central
caio_17sc@hotmail.com – pedroferrer@live.com

RESUMO

Este presente artigo apresenta um estudo avaliativo referente ao uso do penetrômetro do tipo DCP através de ensaios em laboratório, a fim de estabelecer correlações entre o índice de penetração dinâmica do penetrômetro (DPI) e a densidade relativa (D_r) do solo. Além disso, o artigo apresenta o funcionamento do equipamento, os métodos utilizados nos ensaios, assim como o tipo de solo utilizado e os benefícios que o DCP traz para o controle de execução de aterros.

Os resultados obtidos, até o presente momento, mostram que as correlações feitas com o DCP em laboratório apresentam-se bastante próximas com as condições encontradas em campo, no que diz respeito a compactação de areia, demonstrando, assim, ser o DCP, um equipamento eficiente, seguro, que vem para suprir as necessidades da área e para substituir os métodos tradicionais que requerem um tempo relativamente grande neste tipo de trabalho.

Palavras-chave: penetrômetro dinâmico de cone, densidade relativa, corpo de prova de areia, compactação.

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo apresenta resultados parciais de uma pesquisa em laboratório empregando-se o penetrômetro do tipo DCP em corpos de prova de areia, utilizando-se uma caixa de aço como molde, buscando avaliá-lo e torná-lo um aparelho que controle a execução de aterros com areias, tendo em vista que é comum, na região de Natal, a presença de depósitos de areia.

A utilização da caixa de aço como molde foi definida para que o processo de compactação fosse possível sob condições controladas. O objetivo principal do trabalho é estabelecer correlações entre o índice de penetração do penetrômetro (DPI) e a densidade relativa do solo (D_r), além da sua portabilidade e viabilidade em campo.

A aplicação deste tipo de penetrômetro possibilita alguns benefícios na área da engenharia, como por exemplo: o baixo custo, a fácil utilização, e a segurança na compactação de aterros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na Engenharia Geotécnica, a utilização de ensaios de penetração dinâmica para a determinação da resistência do solo é uma prática considerada muito antiga, segundo alguns registros históricos que indicam o uso desta prática desde meados do séc. XIX (Broms e Flodim 1988).

Atualmente, existem vários tipos de penetrômetros em uso na área da GEOTECNIA, tanto na parte de pesquisa em laboratório como em campo, como por exemplo: o seu uso na exploração do subsolo, visando sempre atender os diferentes objetivos e necessidades. Com isso, faz-se necessário definir correlações em função do solo em uso.

Neste presente artigo, o tipo de penetrômetro descrito é o cone de penetração dinâmica (DCP), o qual apresenta características importantes e de grande interesse para os profissionais da área da Engenharia, como: é um aparelho portátil, de baixo custo e de utilização ágil.

Esse tipo de penetrômetro foi desenvolvido inicialmente na Austrália, devido à necessidade de se ter um equipamento simples e seguro para caracterização ágil do subsolo (Scala 1956). Porém, a evolução do aparelho ocorreu depois da sua introdução na África do Sul na década de 1960 (por isso, é conhecido também como penetrômetro sul-africano). Este aparelho foi utilizado como método para avaliação de rodovias (África do Sul), potencial de colapso do solo e controle construtivo e reabilitação de pavimentos (Klein 1975 e 1982).

A partir da década de 1980, nos EUA, iniciou-se as pesquisas referentes ao DCP. Alguns pesquisadores, como Yoder (1982), Yankelevskie e Adim (1980) desenvolveram algumas correlações iniciais, o que mais tarde fez com que Chua (1988) desenvolvesse um modelo para correlacionar a deformidade inicial do solo com a resistência à penetração do DCP. Pesquisas com o DCP, no Brasil, tem se mostrado bastante evoluídas, sendo avaliado na capacidade de carga de fundações diretas (Melo Filho 2007), para a avaliação da capacidade de suporte de camadas de aterros e pavimentos (Röhm e Nogueira 1990, Cardoso e Trichês 1998, Amaral e Vertematti 2006, Trichês e Dal Pai 2006).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Penetrômetro utilizado

O penetrômetro do tipo cone de penetração dinâmica, empregado nos ensaios em laboratório, é formado por: duas hastes com diâmetro de 16 mm, das quais uma possui, na extremidade, uma ponta cônica de 60° e 20 mm de diâmetro; um martelo (peso) de massa igual a 8 kg, o qual cai em queda livre de uma altura constante de 575 mm, como descrito na ASTM D-6951.

É necessário ressaltar que o impacto do martelo em uma cabeça-de-bater acoplada à haste inferior provoca a penetração da ponta cônica no solo e que a profundidade da ponta cônica é medida por uma régua graduada, conforme a figura 1 abaixo.



Figura 1. Cone de penetração dinâmica

O funcionamento deste equipamento necessita de uma pessoa para manusear o peso e outra para fazer a anotação das leituras de penetração da ponta cônica. Além disso, no processo do ensaio o equipamento deve ser posicionado na vertical, com a régua graduada fixada à superfície do terreno. Inicia-se o ensaio com um golpe para ajustar a ponta (golpe zero) e em seguida, são anotadas as leituras de penetração e o número de golpes. É preciso saber que a máxima penetração do DCP é de aproximadamente 800 mm. E com os dados obtidos são calculadas as correlações, como: DPI (índice de penetração dinâmica do penetrômetro e a densidade relativa do solo. (Ver figura 2, a seguir).



Figura 2: posicionamento do DCP

4. ENSAIO

Tendo em vista que o ensaio em laboratório tinha como objetivo principal calcular parâmetros como a densidade relativa e o DPI, já citados anteriormente, fez-se uso de uma caixa de aço, no qual o solo era lançado e compactado com uma placa vibratória (a placa vibratória utilizada foi da marca Wacker, modelo VP-1550 AW), sendo o equipamento mais correto para se compactar o solo areia, para assim, fazer o ensaio com o DCP. (Ver Figura 3, a seguir).



Figura 3: compactação do solo na caixa.

4.1 Preparação do Ensaio

A caixa de aço é composta por placas de aço unidas por parafusos, e para facilitar o ensaio utilizou-se apenas a parte inferior dela, contendo uma altura de 700 mm. As dimensões internas da caixa são de 1,40 x 1,40 x 1,40 m. Logo depois do lançamento do solo na caixa, fez-se a compactação com a placa. Este ensaio teve como objetivo preparar o solo com uma densidade relativa próxima a 100%, por se tratar de areia e o trabalho de compactação de areia exigir o grau de 100% de confiabilidade para a sua execução. (É importante ressaltar que a densidade relativa do solo não está ligada ao ensaio de Proctor normal).

O procedimento tomado para a compactação do solo na caixa foi a de que o solo seria compactado em duas camadas, tendo a primeira camada espessura de 300 mm e a segunda de 250 mm, em um total de 550 mm. Para a obtenção dos dados, consideraram-se duas camadas de 250 mm e os 50 mm restante teve a função de um espaçamento, para evitar o choque do penetrômetro com o fundo da caixa. Como mostra a figura 4 abaixo.

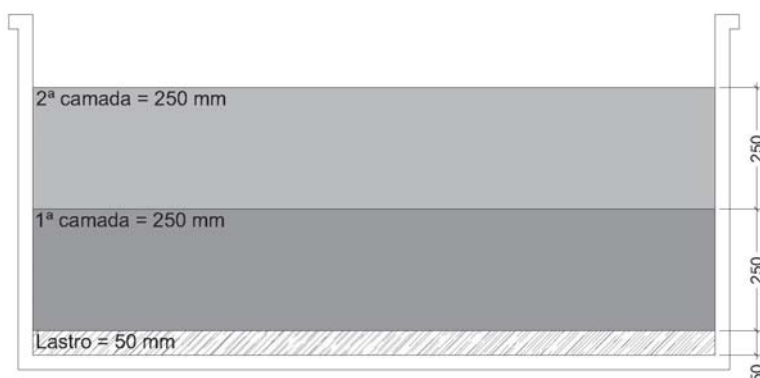


Figura 4: corte da caixa e a demarcação das camadas.

4.2 Ensaio Penetrométricos

Após compactação da primeira camada (300 mm), realizaram-se com a ponta cônica, ensaios penetrométricos em pontos distintos com afastamento entre pontos igual a 0,30 m. O solo foi preparado com densidade próxima a 100%. Para controlar a densidade, foram feitos ensaios de frasco de areia em pontos próximos aos pontos dos ensaios penetrométricos. Como mostra a figura 5 abaixo.

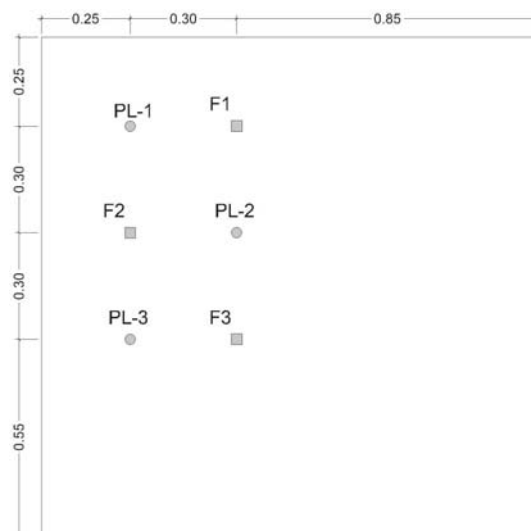


Figura 5: distribuição dos pontos de ensaios penetrométricos (PL-1, PL-2 e PL-3) e dos furos dos ensaios de frasco de areia (F1, F2 e F3) na primeira camada -(medidas em m).

Ao término dos ensaios penetrométricos na primeira camada, preencheu-se, a caixa, até a segunda camada (250 mm), repetindo os mesmos procedimentos feitos na primeira, apenas distribuindo os pontos penetrométricos (PL-4, PL-5, PL-6, PL-7 e PL-8) e os furos dos ensaios de frasco de areia (F4, F5, F6 e F7) do lado direito da segunda camada, obedecendo às mesmas medidas da primeira camada, como mostra a figura 5 acima.

Através dos ensaios de frasco de areia foram determinados os resultados da massa específica aparente seca (in situ) de cada furo dos ensaios de frasco realizados. Ver tabela 1.

Tabela 1: resultados da massa específica aparente seca em g/dm^3 dos furos dos ensaios de frasco de areia.

Ponto	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Massa específica aparente seca	1633	1616	1648	1647	1644	1571	1671

5. SOLO UTILIZADO

Diante do estudo granulométrico feito do solo em vigor neste artigo e empregado nos ensaios penetrométricos dentro da caixa, conforme as normas da ABNT, ficou definido que o solo é do tipo areia média com granulometria uniforme, com aproximadamente 70% de areia média, apresentando coeficiente de não uniformidade igual a 2. A definição de que o solo é do tipo areia média, só vem a confirmar que é um solo característico da região de Natal- RN. A figura 6 mostra a curva granulométrica do solo.

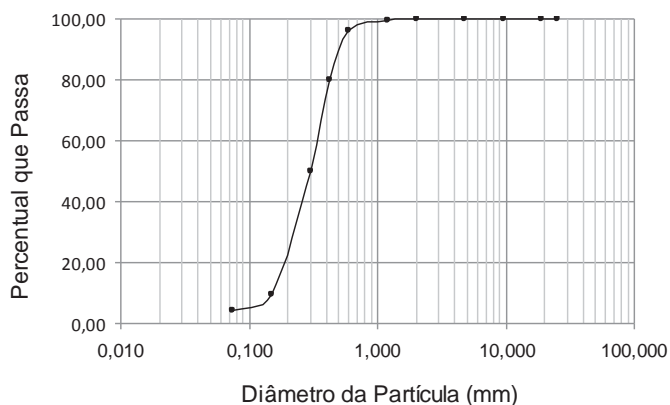


Figura 6: curva granulométrica do solo utilizado nos ensaios.

Ainda determinou-se a massa específica dos sólidos deste solo como o índice de vazios máximo e mínimo (com o solo seco), conforme as normas da ABNT. A Tabela 2, a seguir, mostra os valores.

Tabela 2: caracterização do solo

γ_s (kN/m ³)	26,67
$e_{\text{mín}}$	0,61
$e_{\text{máx}}$	0,89

6. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Para verificar as densidades relativas nos pontos onde foram feitos os ensaios penetrométricos, realizaram-se ensaios de frasco de areia, próximo aos pontos dos ensaios penetrométricos.

Como foi descrito no tópico 4.1, o solo foi preparado com uma densidade relativa próxima a

100%, e devido a algumas variações, o solo não se apresentou com uma densidade relativa exatamente igual a 100% nos pontos do ensaio penetrométrico, como mostra a tabela 3.

Tabela 3: Valores das densidades relativas do solo considerados em cada um dos pontos de ensaio penetrométrico.

Ponto do ensaio penetrométrico	Densidade Relativa do ponto de ensaio penetrométrico (%)
1	88
2	94
3	91
4	95
5	95
6	94
7	94
8	94

Para determinar a densidade relativa de cada ponto penetrométrico, fez-se uma média aritmética entre os valores das densidades relativas dos furos dos ensaios de frasco de areia (sabendo que, para cada ponto de ensaio penetrométrico, há dois furos de ensaios de frasco de areia relacionados a cada ponto).

As Figuras 7 e 8, abaixo, mostram a relação do número de golpes aplicados pelo penetrômetro pela profundidade que este penetrou. Assim, a resistência do penetrômetro é demonstrada.

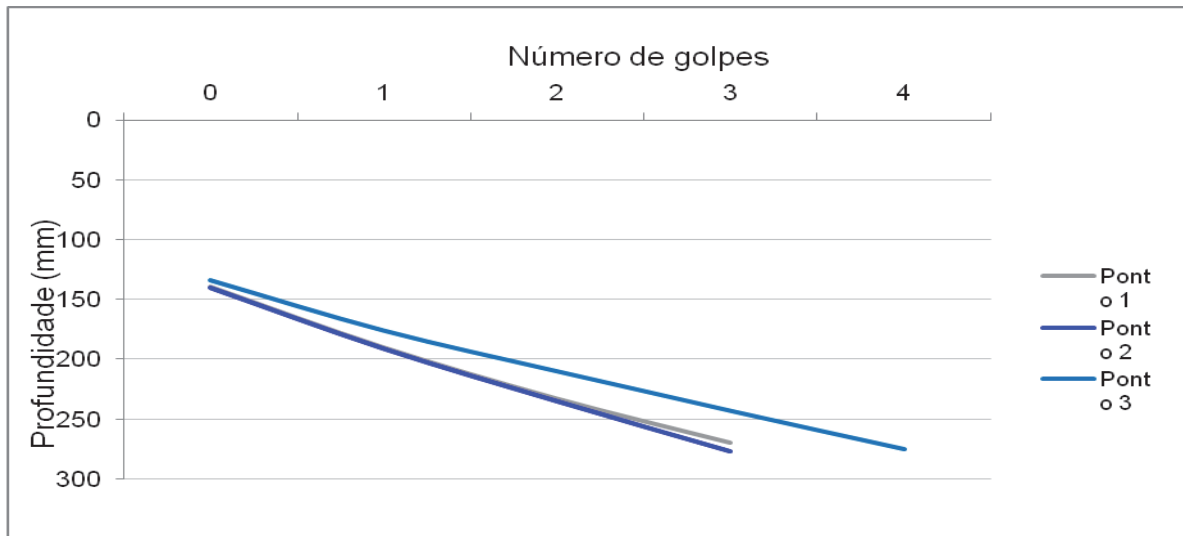


Figura 7: relação do nº de golpes pela profundidade das camadas.

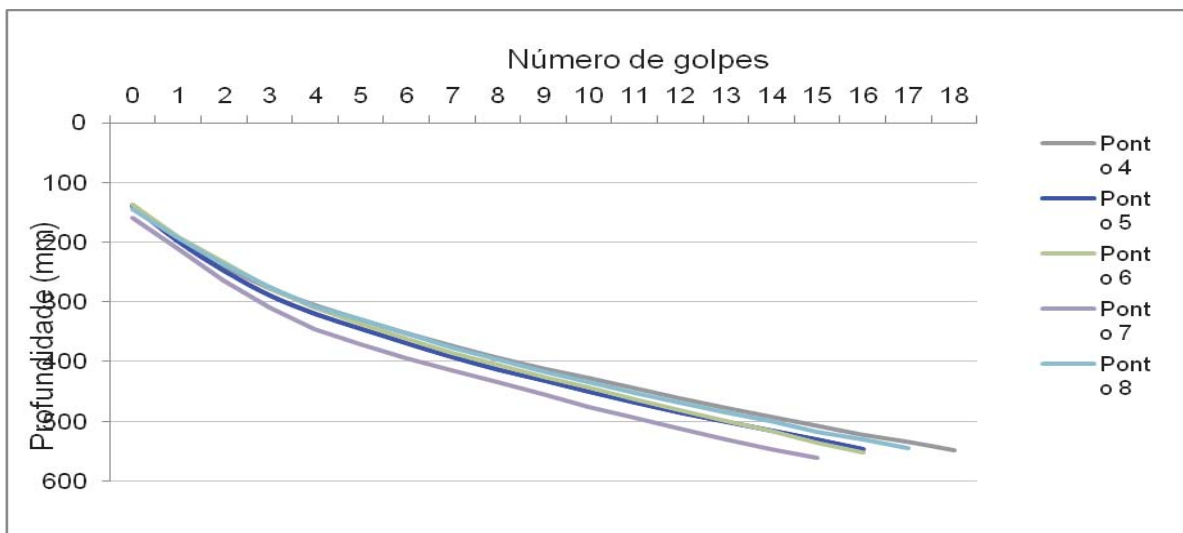


Figura 8: relação do nº de golpes pela profundidade das camadas.

Portanto, pode-se concluir dos dois gráficos que quanto mais a curva estiver para o sentido da direita, o ponto representado por ela terá a maior densidade, e com isso, maior resistência, pois precisa de uma quantidade de golpes maior para alcançar a mesma profundidade que outro ponto alcança com menos golpes.

De uma forma geral, o que pode ser avaliado através dos resultados obtidos nos ensaios e apresentados neste artigo, é que o controle que há na compactação de areia é limitado à verificação *in situ* da densidade relativa do solo empregando-se o frasco de areia para a determinação da massa específica do solo em campo. Com isso, o método do frasco de areia torna-se um processo relativamente demorado em relação à velocidade necessária para a execução de uma obra, sendo um ensaio tradicional, porém que permite a verificação da compactação em uma quantidade reduzida de pontos no aterro.

Por isso, é através da rapidez e facilidade de execução, e até mesmo através dos resultados obtidos neste trabalho, que o penetrômetro do tipo DCP representa uma alternativa altamente eficiente

para substituir os métodos tradicionais e também para suplantar o problema destes métodos, que é o grande gasto de tempo na execução.

7. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou a importância, eficiência e, acima de tudo, a segurança do equipamento penetrômetro do tipo DCP na sua aplicação, inicialmente, em ensaios de laboratórios no que se refere a sua utilização no controle de compactação de aterros com areia em campo.

A área da Engenharia está em evolução, e é através da utilização do equipamento DCP em campo em curta escala de tempo, que se busca substituir os métodos mais tradicionais que ainda são usados nesta área por ele, sendo um equipamento de baixo custo e com eficiência de poucos.

Os ensaios realizados com o penetrômetro do tipo DCP, até o momento, mostraram que a densidade relativa está relacionada com a resistência do penetrômetro, e que os valores das correlações em estudo com o equipamento se mostram próximos em relação aos valores das correlações encontrados na execução do trabalho proposto, que é a compactação de areia, em campo.

Portanto, pode-se dizer que os resultados obtidos só comprovam a eficiência do DCP e a sua confiabilidade e aplicação na compactação de areia, tornando-se um equipamento que vem suprir toda e qualquer necessidade de tempo e agilidade, no que diz respeito a este tipo de trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ABGE- **Associação Brasileira de Geologia de Engenharia** (1980). Glossário de Equipamentos de sondagem.

Amaral, F.C. e Vertematti, E. (2006). **Correlações DCP x CBR para Areias Médias e Finas Uniformes**, XIII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, Curitiba, Vol.2, p. 691-696.

Klein, E.G.(1975), **the Use of the dynamic Cone Penetrometer (DCP)**, Transvaal Roads Department, Report No. L2/74, Pretoria.

Röhm, S., Nogueira, J.B (1990). **Determinação de mini-CBR através do ensaio de penetração dinâmica**. 21ª Reunião Anual de Pavimentação, ABPV, Rio de Janeiro, pp. 61-73.

CRIAÇÃO DE MAPA DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL AO DERRAME DE ÓLEO EM POSTOS DE COMBUSTÍVEIS NA ILHA DE SÃO LUIS

P.M. Naíra¹ e L.S.S. André²

¹Instituto Federal do Maranhão – Campus Monte Castelo e ²Instituto Federal do Maranhão – Campus Monte Castelo

Naira_pearce@hotmail.com – andresantos@ifma.edu.br

RESUMO

Com a crescente descoberta de novas fontes de petróleo e a sua grande utilidade na vida terrestre, o investimento em postos de combustíveis tornou-se rentável. Dessa forma, este trabalho aborda pesquisa feita com o intuito de mapear todos os postos de combustíveis, incluindo inativos e em construção, na ilha de São Luis - MA. Com o fim de analisar espacialmente a localização dos postos de combustíveis e da sua interferência junto ao seu entorno. Com alguns critérios essenciais, uma escala de vulnerabilidade foi criada para classificar locais de risco que podem sofrer maior impacto se houver derramamento de óleo e conseqüentemente priorizar estes locais no ato de remediação dessa possível ocorrência.

Palavras-chave: Postos de combustíveis, derramamento, vulnerabilidade.

1. INTRODUÇÃO

Devido ao crescimento urbano desordenado, desconsiderando os limites impostos pelo ambiente, os problemas sócio-ambientais nas cidades se intensificam. Nesse sentido, os processos de expansão da rede de abastecimento de produtos derivados do petróleo tornam-se cada vez mais presentes nos centros urbanos, em todo país, principalmente nas zonas de cobertura sedimentar recente, contendo sedimentos inconsolidados e friáveis. Com as instalações de postos de combustíveis próximos ou sobre locais vulneráveis, há o risco permanente de contaminação do solo e lençol freático por conta de vazamento dos tanques de combustíveis. Para elaboração de planos de contingência faz-se necessário o mapeamento das áreas sensíveis ao derrame de óleo

2. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

2.1 Base de Dados Georreferenciados

Os dados adquiridos foram armazenados em um banco de dados georreferenciados, para utilização na aferição das informações obtidas nas imagens de sensoriamento remoto.

2.2 Criação do Mapa de sensibilidade

Os fatores essenciais no que tangem os riscos de derramamento de óleo e suas possíveis conseqüências em seu entorno também foram analisadas meticulosamente, e a partir desta, uma escala de vulnerabilidade foi desenvolvida. Para a criação da escala de sensibilidade, 7 variáveis foram utilizadas: ocupação, quais estabelecimentos estão próximos dos postos de combustíveis a no máximo 1000m, se estes se encontram próximos a outros postos no raio de 1000m, proximidade de corpos d'água, tipo de vegetação, proximidade a unidades de preservação e a utilização da escala de vulnerabilidade do MMA, variando do menos vulnerável (índice 1) ao mais vulnerável (índice 10).

3. CONCLUSÃO

Devido ao relevo do local e de acordo com a análise da escala de vulnerabilidade costeira do Ministério do Meio Ambiente, locais de menor relevo acidentado apresentam maiores riscos de contaminação de vazamentos de óleo. Torna-se ainda mais preocupante devido a predominância de argilas, característicos de mangues e cascalhos.

O meio em que são encontrados os postos de combustíveis é vulnerável ao seu possível vazamento, pois encontram-se muito próximos a córregos, a poucos metros de distância de mangues e extremamente limítrofes a residências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

MARQUES, C. E. B. ET AL.. **O Licenciamento ambiental dos postos de revenda varejista de combustíveis de Goiânia.** 2003. < <http://www.ucg.br/nupenge>> acessado em 16 de fevereiro de 2005.

DE PIETRI, D. E. 1995 **The spatial configuration of vegetation as an indicator of landscape degradation due to livestock enterprises in Argentina.** Journal of Applied Ecology, v. 32, p. 857-365.

SANDRES, Gisele Carvalho. **Contaminação dos solos e águas subterrâneas provocadas por vazamento de Gasolina nos Postos de combustíveis, devido à corrosão em tanques enterrados.** Dissertação de Mestrado – Universidade Federal Fluminense – 2004.

SS BOMBAS. **Manutenção e Instalação de Bombas. Equipamentos.** Disponível em <http://www.ssbombasdecombustivel.com.br/equipamento2> acessado em 15 de março de 2009

BLASCHKE, T, KUX, H. 2007. **Sensoriamento remoto e SIG avançados:** novos sistemas sensores: métodos inovadores – 2ª Ed. – São Paulo: Oficina de Textos

DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE SANTA INÊS – MA: Um estudo de Caso do Centro

SOUSA NETO, ROBERTO L. de¹, OLIVEIRA, VALÉRIA² C. e SANTOS, LORAINE DE O.L. dos³

¹Instituto Federal do Maranhão- Campus Santa Inês, ²Instituto Federal do Maranhão- Campus Santa Inês e

³Instituto Federal do Maranhão- Campus Santa Inês

robertinhoneto@hotmail.com – val_carvalho_10@hotmail.com – lorainelauris@ifma.edu.br

RESUMO

O aumento acelerado da geração de resíduos sólidos, resultante das atividades humanas, da concentração de pessoas e do aumento da produção individual de rejeitos proveniente do consumo da sociedade, justifica a preocupação cada vez maior com o meio ambiente, com a saúde pública e com a qualidade de vida da população. Sabe-se que o cenário desejável para essa problemática é a geração de lixo controlado, a redução de desperdícios, a máxima reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos e a universalização dos serviços de limpeza urbana. Sabendo-se que com o aumento da população a produção de lixo não cessa de crescer, torna-se imperativo assegurar seu gerenciamento com o emprego das estratégias de gestão desses materiais. Buscar soluções para a questão dos resíduos sólidos urbanos é um dos principais desafios encontrados pelos gestores públicos na atualidade, devendo encontrar alternativas de minimização de resíduos e eliminação ambientalmente compatível, conservando os solos, as águas e o ar. Nesse contexto, no Município de Santa Inês – MA, é, sem dúvida, um dos grandes desafios a ser enfrentado pelo poder público, principalmente em nível municipal, uma vez que é de sua inteira responsabilidade a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares. O presente trabalho teve por objetivo realizar o diagnóstico dos locais de descarga inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no bairro do Centro do referido município, onde foram percorridas as ruas do bairro para identificar os pontos de disposição irregular e foi contabilizada a frequência de aparecimento de cada tipo de resíduo (conforme classificação segundo a NBR 10.004/87). A metodologia utilizada foi composta por pesquisa de campo em determinadas ruas do Centro, a saber: Rua da Pedra Branca, Rua do Bambu, Avenida Luiz Muniz, Rua do Comércio, Rua Nova, Rua Santo Antonio, Rua da Raposa, Avenida Governador Sarney, Travessa Duque de Caxias, Rua Oswaldo Cruz e Avenida Castelo Branco. Foram realizados levantamentos com GPS e registraram-se imagens dos locais com a disposição inadequada. Os Resíduos Sólidos Urbanos foram divididos em: Papel/papelão, Metal (alumínio e aço), Plástico, Vidro, Matéria orgânica, VOLUMOSOS (móveis, eletrodomésticos, podas e capinas) e Resíduos de Construção e Demolição – RCD. Dentre os principais resultados observou-se que em todos os logradouros pesquisados foram encontrados pelo menos 1 ponto com disposição inadequada de RSU. O resíduo de plástico foi encontrado em todos os logradouros pesquisados.

Palavras-chave: Resíduos sólidos; disposição inadequada; meio ambiente.

1. INTRODUÇÃO

O aumento acelerado da geração de resíduos sólidos, resultante das atividades humanas, da concentração de pessoas e do aumento da produção individual de rejeitos proveniente do consumo da sociedade, justifica a preocupação cada vez maior com o meio ambiente, com a saúde pública e com a qualidade de vida da população.

Nesse contexto, no Município de Santa Inês – MA a problemática dos resíduos sólidos urbanos é, sem dúvida, um dos grandes desafios a ser enfrentado pelo poder público, principalmente em nível municipal, uma vez que é de sua inteira responsabilidade a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares. Sabe-se que o cenário desejável para essa problemática é a geração de lixo controlada, a redução de desperdícios, a máxima reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos e a universalização dos serviços de limpeza urbana.

Existem vários tipos e considerações sobre os resíduos sólidos urbanos, envolvendo as responsabilidades dos geradores, o planejamento das atividades e as diversas etapas e processos de operacionalização, a depender da origem dos rejeitos. Em razão da amplitude do tema e da limitação de tempo e recursos, foi selecionada para esse estudo a análise do segmento da limpeza urbana inerente aos resíduos sólidos domiciliares.

O Maranhão foi revelado em um levantamento realizado pelo Centro de Apoio Operacional de Meio Ambiente, Urbanismo e Patrimônio Cultural (CAOMA). O relatório de Gerenciamento de Resíduos Sólidos no Estado do Maranhão mostra a situação de 127 municípios do Estado, que se dispuseram a responder os questionários enviados pelo Ministério Público. No Maranhão, segundo dados do IMESC (2009), o maior indicador de contaminação do solo e de recursos hídricos é a destinação inadequada de esgotos domésticos, citado por 32 municípios.

O chorume exposto é considerado como terceiro fator de contaminação de solo e é resultante da decomposição dos resíduos orgânicos, sendo na fase líquida, de cor escura, odor desagradável e altamente tóxico, pode contaminar seriamente o subsolo e as águas subterrâneas com metais pesados e outras substâncias altamente prejudiciais a saúde humana e ambiental (IMESC, 2009).

Além do chorume, os lixões a céu aberto atraem vetores como ratos, baratas, moscas, formigas, escorpiões e outros, que podem transmitir uma série de doenças como diarreias infecciosas, parasitoses, amebíase, etc. podendo ocorrer também o desenvolvimento, nesse ambiente insalubre, de larvas de mosquitos que provocam a dengue e a leishmaniose (IMESC, 2009). No que tange aos poluentes atmosféricos, a incineração de lixo e odores provenientes de vazadores (lixões) também foram considerados, por 14 municípios maranhenses, como fontes de poluição (IMESC, 2009).

Diante dessa panorâmica faz-se necessário um estudo sobre a caracterização, transporte e coleta dos resíduos sólidos presentes na cidade de Santa Inês – MA.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em todo o mundo, a destinação final inadequada dos resíduos sólidos tem sido vista como um dos principais problemas da atualidade, que se agrava pelo crescimento da população e pelo incremento da produção de lixo *per capita*.

Em países economicamente desenvolvidos, à medida que há uma evolução tecnológica, agregam-se novos hábitos e costumes na sociedade, gerando novas fontes de poluição do ambiente, resultando em um resíduo cada vez mais complexo em sua constituição e com consequentes problemas relativos a seu tratamento. Todo sistema de produção e de consumo implica na geração de uma quantidade de subprodutos e resíduos (TABALIPA e FIORI, 2006).

Segundo a norma brasileira NBR 10004/87 – Resíduos sólidos – classificação, resíduos sólidos são: “aqueles resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de

origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face a melhor tecnologia disponível”.

Essa definição torna evidente a diversidade e complexidade dos resíduos sólidos. Os Resíduos Sólidos de origem Urbana (RSU) compreendem aqueles produzidos pelas inúmeras atividades desenvolvidas em áreas com aglomerações humanas do município, abrangendo resíduos de várias origens, como residencial, comercial, de estabelecimentos de saúde, industriais, da limpeza pública (varrição, capina, poda e outros), da construção civil e, finalmente, os agrícolas. Dentre os vários RSU gerados, são normalmente encaminhados para a disposição em aterros sob responsabilidade do poder municipal os resíduos de origem domiciliar ou aqueles com características similares, como os comerciais, e os resíduos da limpeza pública (ZANTA e FERREIRA, 2003).

Segundo a SULIP (2008), são considerados resíduos públicos: os provenientes da capina, roçagem e raspagem de terra; resíduos diversificados, ou seja, vários tipos de resíduos misturados ou não, como os entulhos da construção civil, animais mortos, lixo domiciliar, podas, móveis, eletrodomésticos, pneus, dentre outros que são descartados em terrenos baldios e logradouros públicos; restos da comercialização existente em feiras e mercados públicos; e os provenientes da limpeza da faixa de praia.

A operação de coleta e transporte de resíduos sólidos é fundamental na qualidade ambiental de uma cidade. Infelizmente, o que se verifica é o surgimento espontâneo de pontos de acumulação de lixo domiciliar a céu aberto, expostos indevidamente ou espalhados nos logradouros, prejudicando o ambiente e arriscando a saúde pública (MONTEIRO e ZVEILBIL, 2001).

Os resíduos sólidos urbanos, quando depositados em terrenos baldios, a céu aberto, além do aspecto estético desagradável, causam maus odores, devido à decomposição das frações orgânicas, o que favorece a proliferação de moscas, baratas, ratos, dentre outros vetores. Outro agravante da deposição irregular é a presença de catadores realizando uma atividade com sérios riscos de transmissão de doenças (MOTA, 2006).

No caso dos resíduos comerciais, estes podem ser aceitos para coleta e disposição no aterro desde que autorizado pelas instituições responsáveis pelo Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos (GIRSU).

O gerenciamento de resíduos de origem não domiciliar, o caso dos resíduos de serviço de saúde ou da construção civil, são igualmente de responsabilidade do gerador, estando sujeitos a legislação específica vigente.

Sabendo-se que com o aumento da população a produção de lixo não cessa de crescer, torna-se imperativo assegurar seu gerenciamento com o emprego das estratégias de gestão desses materiais. Buscar soluções para a problemática dos resíduos sólidos urbanos é um dos principais desafios encontrados pelos gestores públicos na atualidade, devendo encontrar alternativas de minimização de resíduos e eliminação ambientalmente compatível, conservando os solos, as águas e o ar.

Dados do IBGE (2007) mostram que na maioria dos municípios do Brasil ainda persiste a deposição em “lixões” como forma mais comum de destinação final dos resíduos sólidos coletados, implicando na ocorrência de problemas sociais, econômicos, sanitários, de poluição e de contaminação do meio. Nesse sentido, Monteiro et. al (2001) informa que, no Brasil, apesar da existência de normas para o setor, mais de 80% dos municípios vazam seus resíduos em locais a céu aberto, em cursos d’água ou em áreas ambientalmente protegidas, a maioria com a presença de catadores – entre eles crianças –, denunciando os problemas sociais que a má gestão do lixo acarreta.

A inexistência de um modelo adequado de gestão para os resíduos sólidos urbanos nas prefeituras tem criado sérios problemas, os quais comprometem o meio ambiente e, conseqüentemente, a qualidade de vida da população. A coleta de resíduos sólidos e sua correta disposição é considerada como integrante do saneamento básico e sua falta ou deficiência pode ser causadora de doenças e mortes.

De acordo com Azevedo (1991), as pessoas com doenças causadas, direta ou indiretamente, pela água de má qualidade e por falta de saneamento ocupam 80% dos leitos hospitalares, nos países em desenvolvimento. Dependendo de sua origem, os resíduos sólidos podem apresentar volumes e periculosidade bastante distintos, com implicações sempre complexas para sua disposição final.

3. METODOLOGIA

3.1 Objeto de estudo

O Município de Santa Inês está situado na Mesorregião Oeste Maranhense, e está localizado a 250 km de São Luis, Capital do Estado do Maranhão. Segundo o IBGE (2007) possui uma população estimada em 82.026 habitantes.

Situado na Microrregião Geográfica de Pindaré, a 45° 22' 48" de Longitude Oeste e 3° 40' 1" de Latitude Sul, possui uma Área Territorial de 768 km². Seus limites são com os seguintes municípios: Pindaré e Igarapé do Meio ao Norte; com Santa Luzia e Brejo de Areia ao Sul; com Vitorino Freire e Bela Vista ao Leste; e com os Municípios de Pindaré e Tufilândia a Oeste. A Figura 01 mostra o núcleo urbano do Município de Santa Inês.



Figura 01: Imagem de satélite do Núcleo Urbano de Santa Inês, 2009.

Fonte: Google, 2009

O referido município conta com 41 bairros dos quais foi pesquisado o "Centro" (Figura 02), pelo fato do mesmo ser o mais antigo e de maior valor histórico e econômico para a região. Além disso, possui vários tipos de edificações (comerciais e residenciais) e circulação de um grande número de pessoas, principalmente na área comercial.



Figura 02: Mapa do Bairro Centro Santa Inês – MA

3.2 Levantamento e Caracterização dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)

O levantamento dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) dispostos inadequadamente foi realizado no bairro do centro onde foram percorridas as ruas do bairro para identificar os locais que possuíam resíduos dispostos inadequadamente, sendo elas: Rua da Pedra Branca, Rua do Bambu, Avenida Luiz Muniz, Rua do Comércio, Rua Nova, Rua Santo Antonio, Rua da Raposa, Avenida Governador Sarney, Travessa Duque de Caxias, Rua Oswaldo Cruz e Avenida Castelo Branco.

A presente pesquisa constou de observação direta, isto é, todas as ruas foram percorridas e anotadas qual (ais) ponto (s) que possuíam resíduos dispostos inadequadamente. E também, levantamento bibliográfico sobre o assunto.

Os tipos de resíduos que foram classificados de acordo com NBR 10004/87. Os RSU foram divididos em: Papel/papelão, Metal (alumínio e aço), Plástico, Matéria orgânica, VOLUMOSOS (móveis, eletrodomésticos, podas) e Resíduo de Construção e Demolição (RCD).

4. RESULTADOS E DICUSSÕES

Durante o levantamento de campo, observou-se mais de 200 locais de disposição inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) somente no bairro do Centro e 98% dos logradouros possuíam pelo menos um ponto de disposição inadequada de RSU (figura 03).

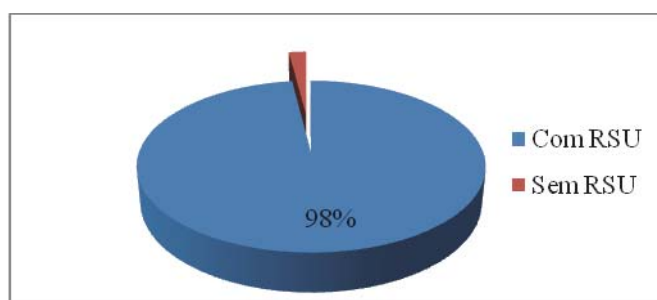


Figura 03: RSU encontrados nos logradouros do Bairro Centro, Santa Inês – MA, 2011

Nas áreas de corredores principais que são Rua do Comércio, Rua Governador José Sarney, Avenida Luis Muniz, Rua da Raposa, Rua da Pedra Branca e a Rua da Raposa os tipos de RSU encontrados em maior quantidade foram Resíduo de Construção e Demolição (RCD), papel/papelão, plástico, metal, material orgânico de restaurantes, lanchonetes e doméstico (Figura 04 a, b e c).



Figura 04: Disposição inadequada de (a) papelão e plástico; (b) RCD e (c) plástico e matéria orgânica, Santa Inês - Ma, 2011.

Dentre os logradouros que continham disposição inadequada de resíduos sólidos observou-se que o plástico foi encontrado numa frequência de 100% das ruas pesquisadas, seguido pela matéria orgânica 81,9% (estabelecimentos comerciais e residências), papel/papelão e RCD que obtiveram 72,8% cada um; já os volumosos 36,4% e podas aproximadamente de 27,3% (Figura 05).

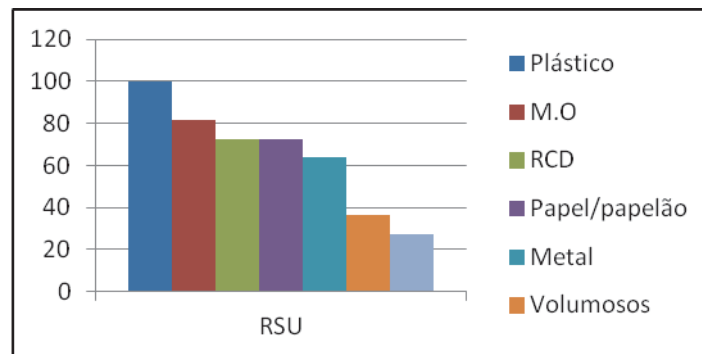


Figura 05: Frequência dos tipos de RSU dispostos inadequadamente nos logradouros, Santa Inês – MA, 2011.

A presença de material plástico pode ser entendida pelas mudanças nas características dos resíduos sólidos que vem ocorrendo desde a década de sessenta, época em que houve sensível aumento de sua geração, principalmente do lixo doméstico, devido à substituição de inúmeros produtos, que passaram, após o primeiro uso, de duráveis a descartáveis (BANDEIRA, 2010).

Para Reveilleau (2007), “pode-se elencar os seguintes exemplos: as garrafas de vidro (de leite) foram substituídas por sacos plásticos e, a seguir, pela caixa longa vida; as garrafas de vidro (de cervejas e refrigerantes) foram substituídas por latinhas e garrafas de PET”.

Outro fato que chamou bastante atenção foi a frequência de disposição inadequada dos resíduos da construção civil (RCD), onde vale lembrar que sua destinação final é de responsabilidade da fonte produtora.

Na Rua da Pedra Branca e na Trav. Duque de Caxias, verificou-se também que existe uma intensa disposição de RSU às margens de canais de drenagem (Figura 06 a e b). Os RSU (resíduos sólidos urbanos) que são carregados para dentro desses canais de drenagem em períodos de precipitação podem ocasionar a obstrução desses canais (TUCCI, 2003).



Figura 06: Situação da (a)Rua da Pedra Branca e (b) Trav. Duque de Caxias, Santa Inês -MA, 2011.

Na cidade de Santa Inês, é perceptível a construção de residências junto a leitos de rios (Figura 07). Suas margens, entretanto, deveriam ser preservadas com a manutenção da mata ciliar ou de galeria. Também é possível observar que na maioria dos casos, o rio é usado como local de disposição final de resíduos sólidos, um hábito cultural existente e condenável.



Figura 07: Rio no perímetro urbano, com disposição inadequada de RSU, Santa Inês – MA, 2011

Os RSU produzidos causam efeitos negativos decorrentes da prática da sua disposição inadequada em fundos de vale, às margens de ruas ou cursos d'água. Essas práticas habituais podem provocar, entre outras coisas, contaminação de corpos d'água, assoreamento, enchentes, proliferação de vetores transmissores de doenças, tais como cães, gatos, ratos, baratas, moscas, vermes, entre outros. Some-se a isso a poluição visual, mau cheiro e contaminação do ambiente (MUCELIN & BELLINI, 2008).

Outro fato que merece destaque foi à grande quantidade de RS orgânicos encontrada na feira livre da Av. Luis Muniz, onde se constatou ainda a presença de animais nos locais de venda de carne (Figura 08).



Figura 08: Feira livre da Av. Luis Muniz (venda de carne) com a presença de animais e resíduo de matéria orgânica, Santa Inês – MA, 2011.

Os problemas causados pela disposição incorreta de RS orgânicos abrangem desde problemas de contaminação do solo e da água, produção de odores e disseminação de doenças (LAMBALIS, 1992).

O gerenciamento dos resíduos sólidos é um dos itens da infra-estrutura básica de um município e Gertner *et al.* (2006) esclarecem que é um aspecto importante a se considerar no desenvolvimento implementação de infra-estrutura de um local, podendo (na sua falta) impedir o desenvolvimento habitacional, inibir investimentos, afetar a qualidade de vida dos residentes e, conseqüentemente, degradar a imagem da cidade.

Yázigi (2005) acrescenta que a construção de uma totalidade urbana de qualidade deve estar, antes de tudo, a serviço da sociedade. Seduzir o residente seria a melhor forma de dar retorno a seus impostos, ou seja, a melhoria do ambiente urbano.

Notou-se ainda, que há serviço de varrição nas principais vias do centro (Rua do Comercio, Rua Gov. José Sarney, Av. Luis Muniz e na Rua Santo Antônio), sendo realizado 2 vezes por dia (pela manhã – 6:00 horas e no final do dia – 18:30 horas).

5. CONCLUSÃO

Todas as ruas levantadas possuíam pelo menos um ponto de disposição inadequada de resíduo sólido. E os resíduos plásticos foram encontrados em todos os logradouros pesquisados.

A composição dos RSU é bastante diversificada, compreendendo desde restos de alimentos, papéis, plásticos, metais podendo ser prejudiciais ao meio ambiente e à saúde pública.

Levando-se em consideração a natureza, a localização e as quantidades geradas, esses resíduos podem apresentar um duplo problema, tanto econômico como ambiental. Além das questões socioeconômicas e ambientais, os resíduos sólidos possuem importância sanitária, tornando-os também um problema de saúde pública, e, como tal, devem ser tratados.

Não existe uma fiscalização urbanística que favoreça o estabelecimento de coleta e transporte privados, no entanto existem Leis que regularizam o gerenciamento dos RSU.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10004*: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 1987.

BANDEIRA, M. da S. Avaliação dos planos, programas e projetos de resíduos sólidos do Plano de Desenvolvimento Diretor Urbano do município de Porto Seguro, Bahia. *In: Revista Eletrônica Multidisciplinar Pindorama*. n. 01, 2010.

GERTNER, D.; HAIDER, D.; KOTLER, P.; REIN, I. *Marketing de lugares*. São Paulo: Prentice Hall. 2006.
IMESC. *Indicadores Ambientais do Estado do Maranhão*. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. 2009. 237p.

INSTITUTO BRASILEIRO de Geografia e Estatística – IBGE. *Pesquisa nacional de saneamento básico 2007*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 16 de março de 2011.

LAMBAIS, M. C. Poluição orgânica e seu controle. *In: Microbiologia do solo*. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 1992, 231-342p.

MONTEIRO, J. H. P.; ZVEILBIL, V. Z.. *Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro: IBAM, 2001

MONTEIRO, J. H. P. et al. *Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

MOTA, S. *Introdução à engenharia ambiental*. 4 ed. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

MUCELIN, C.A.; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. *In: Sociedade & Natureza*, Minas Gerais: Uberlândia, n. 20: 111-124, jun. 2008

REVEILLEAU, A. C. A. A. *Política e gestão compartilhadas de resíduos sólidos no âmbito do poder público, do empreendedor e do consumidor: responsabilidade socioambiental e sua implementação*. 2007. 282 f. Dissertação (Mestrado) Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

SULIP, Superintendência de Limpeza Pública. *Serviços de Limpeza Pública – Gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos de São Luís(MA)*, 2008.

TAPBALIPA, N. L e FIORI, A.P. Caracterização e Classificação dos Resíduos sólidos Urbanos do Município de Pato Branco, PR. p. 23-33 *In: Revista Brasileira de Ciências Ambientais*. 2006.

TUCCI, C. E. M. Drenagem Urbana. *In: Ciência e Cultura*, vol. 55, n.04, out-dez., 2003.

YÁZIGI, E. Sedução da Cidade para nós e Turismo. *IN: TRIGO, L. G. G. Análises Regionais e Globais do Turismo Brasileiro*. SÃO PAULO: ROCA. P. 71-79. 2005.

ZANTA, V. M. e FERREIRA, C. F. A. Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos. p. 01-16 *In: Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte*. Rio de Janeiro: ABES,RIMA, 2003.

EFEITO DA DENSIDADE RELATIVA DO SOLO EM RESULTADOS DE ENSAIOS DE RAMPA

Emiliana de Souza Rezende¹

¹Instituto Federal de Sergipe - Campus Estância
emilianarezende@hotmail.com

RESUMO

Em obras ambientais de proteção de taludes com geossintéticos é de extrema importância a obtenção dos parâmetros de resistência (adesão e ângulo de atrito da interface) da interface solo-geossintético. O ensaio de laboratório mais adequado para a obtenção desses parâmetros é o de cisalhamento em plano inclinado ou ensaio de rampa, pois permite simular a condição de campo onde o cisalhamento ocorre em um plano inclinado sob baixas tensões. Um fator relevante, nestes tipos de obras, é a compactação ou densificação do solo de cobertura do talude. Assim, neste trabalho apresenta-se um estudo experimental com ensaios de rampa, visando analisar a influência da densidade relativa do solo na resistência da interface solo-geossintético. Para isto procurou-se analisar o efeito do tipo de solo, da densidade relativa do solo, o tipo geossintético e a tensão confinante aplicada. Os resultados dos ensaios mostraram que o aumento da densidade relativa do solo acarreta um acréscimo no ângulo de atrito da interface. Outras conseqüências também foram observadas com o aumento da densificação do solo, como a elevação dos valores de ângulo de rampa e redução dos deslocamentos na ruptura.

Palavras-chave: geossintéticos, resistência de interface, ensaios de rampa, fatores de influência.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de geossintéticos para estabilização de maciços de terra vem sendo cada vez mais difundida no Brasil.

Para o dimensionamento dessas estruturas é necessário conhecer os parâmetros de resistência da interface solo-geossintético, através da realização de ensaios de cisalhamento direto e arrancamento.

Em alguns casos, os ensaios de cisalhamento direto e arrancamento não conseguem representar corretamente o mecanismo de interação como, por exemplo, em obras de proteção ou cobertura de taludes de barragens de rejeitos, onde a mobilização da resistência da interface ocorre em um plano inclinado, em geral, sob baixas tensões de confinamento. Segundo Palmeira (1999) os ensaios de cisalhamento a baixos níveis de tensões podem gerar erros grosseiros, sendo necessários equipamentos e técnicas de ensaio cuidadosas e especiais para que forneçam resultados confiáveis. Já os ensaios de arrancamento não conseguem representar corretamente o mecanismo de interação entre o solo e o geossintético nestas situações. Desta forma, os ensaios de rampa são mais representativos, sendo a resistência mobilizada pelo deslocamento da massa superior de solo em relação ao geossintético, que permanece fixo em um plano inclinado.

2. MECÂNICA DO ENSAIO DE RAMPA

O ensaio de rampa caracteriza-se por ser um ensaio rápido e de fácil execução, sendo possível determinar o comportamento ao cisalhamento sob tensões normais muito baixas. Basicamente, consiste em confinar uma amostra de solo em uma caixa rígida e apoiá-la sobre a face do geossintético fixa a uma base rígida que está inicialmente na horizontal. Aumenta-se gradativamente a inclinação do plano até ocorrer o deslizamento ao longo da interface solo-geossintético.

A Figura 1 apresenta um esquema típico de um equipamento de rampa, baseado na norma européia ISO 12957-2.

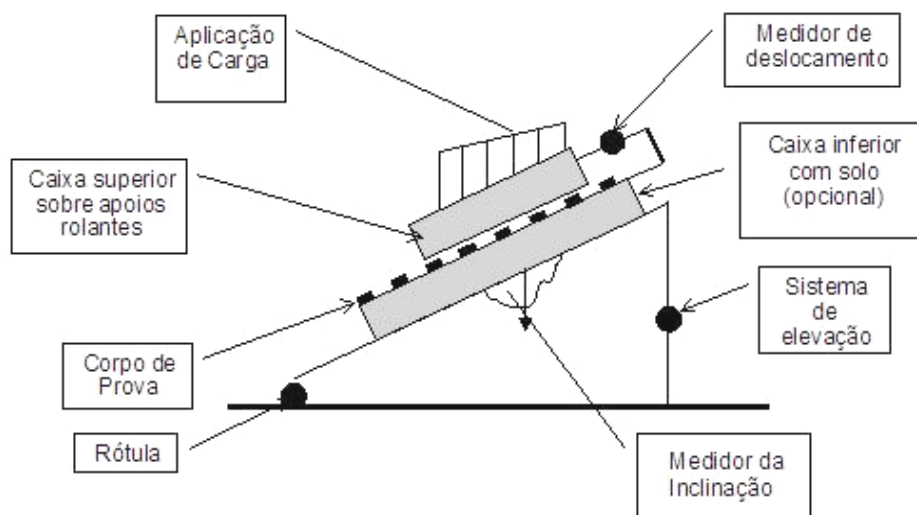


Figura 1 - Representação esquemática do equipamento de ensaio de rampa (Adaptado da ISO 12957-2).

A base onde apoia-se o geossintético pode ser formada por uma caixa preenchida com solo, ou ainda por uma base rígida, por exemplo, placa de madeira (ver Figura 2). As restrições feitas à base rígida ocorrem quando são ensaiadas interfaces solo-geogrelhas, em virtude da não reprodução da parcela de atrito solo-solo nas aberturas da geogrelha.

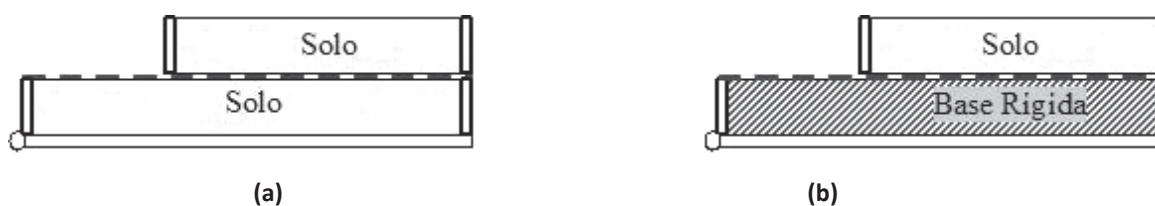


Figura 2 - Configurações do ensaio de rampa. (a) Geossintético entre caixas inferior e superior preenchidas com solo, (b) Geossintético preso à base rígida (Rezende, 2005).

Podem existir também outros arranjos especiais, como a aplicação de sobrecargas sobre a camada de solo ou ainda outros tipos de interfaces (geossintético-geossintético). Existem vários métodos para aplicação das tensões normais, entre eles pode-se citar a utilização de amostras de solo com diferentes alturas, como também a aplicação de sobrecargas através da colocação de placas de concreto, colchões de ar, entre outros.

Como o objetivo do ensaio é a obtenção dos parâmetros de resistência de interface solo-geossintético, devem ser executados, no mínimo, três ensaios sob tensões normais diferentes a fim de se obter a envoltória de resistência da interface.

Os procedimentos do ensaio de cisalhamento em plano inclinado encontram-se descritos na ISO 12957-2.

Mesmo de fácil execução, o ensaio possui limitações, de acordo com estudos realizados por diversos autores, entre eles, Palmeira et al. (2002), Mello et al. (2003), Aguiar (2003) e Rezende (2005). Uma delas está relacionada à variação da tensão normal com a inclinação da rampa. A outra limitação seria a forma de distribuição da tensão normal. Geralmente, admite-se que a distribuição da tensão normal é uniforme ao longo da superfície de contato. No entanto, verifica-se que a não uniformidade vai aumentando à medida que a inclinação do plano de cisalhamento aumenta.

3. PROGRAMA EXPERIMENTAL

Os ensaios de rampa apresentados no presente trabalho fazem parte de uma detalhada pesquisa experimental utilizando um equipamento de rampa de grande porte (ver Figura 3). Nesta pesquisa, procurou-se analisar a influência de alguns fatores nos resultados de ensaios de rampa, tais como o tipo de solo, a densidade relativa do solo, o tipo geossintético e a tensão confinante aplicada (Rezende, 2005). Este trabalho reporta os resultados de ensaios em geogrelha com solo arenoso em duas densidades relativas distintas (35% e 100%), ou seja, analisa-se a influência da densidade relativa do solo em interfaces solo-geogrelha.

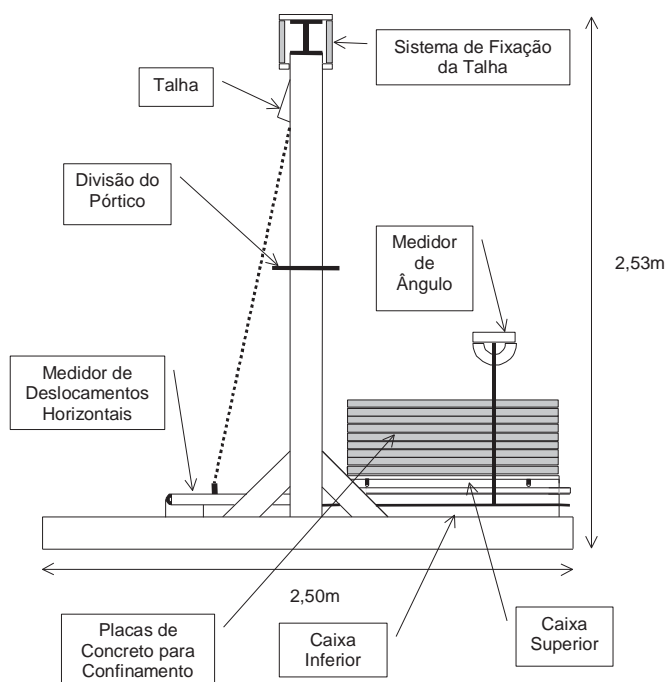


Figura 3 – Equipamento de rampa (Aguiar, 2003).

3.1 Materiais utilizados

Nos ensaios reportados neste trabalho, utilizou-se uma areia uniforme, composta basicamente por quartzo, com partículas de dimensões que variam entre 0,074 e 4,76mm. Os valores de peso específico mínimo e máximo são de 16,06 e 18,04 kN/m³, respectivamente. Na Tabela 1 estão listadas as principais propriedades físicas do solo.

Tabela 1 – Propriedades dos solos

Solo	e	ρ_s (kN/m ³)	$\phi_{Dr=35\%}$ (°)	$\phi_{Dr=100}$ (°)
Areia	0,57	2,66	31,4	38,0

Obs.: e = índice de vazios do solo, ρ_s = peso específico dos grãos, ϕ = ângulo de atrito.

Como material geossintético, utilizou-se uma geogrelha constituída de poliéster de alta tenacidade revestida com PVC. A Tabela 2 apresenta as principais características do material obtidas do catálogo do fabricante.

Tabela 2 – Propriedades da geogrelha

Característica	Valor
Abertura	20mm x 30mm
Resistência à Tração Longitudinal	35 kN/m
Resistência à Tração Transversal	25 kN/m
Alongamento na Ruptura (Longitudinal)	5%

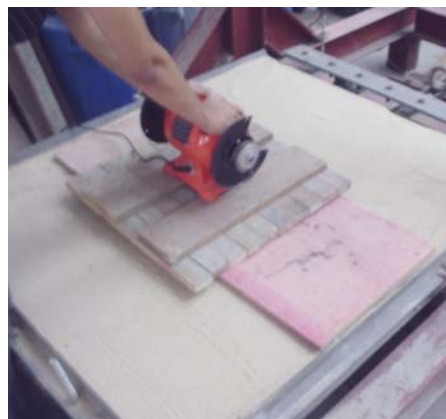
3.2 Preparação dos corpos de prova

A seqüência de preparação dos corpos de prova iniciava-se pela deposição do solo na caixa inferior, com o volume necessário para a obtenção do peso específico desejado. No caso dos ensaios com areia

densa, vibrava-se a camada de solo até atingir a altura de 5cm (Figura 4b). Logo após, instalava-se o geossintético nessa superfície, esticando-o e ancorando uma das extremidades na garra metálica. Em seguida, instalava-se a caixa superior de ensaio, densificando o solo e regularizando a superfície da mesma forma que a inferior.



(a)



(b)

Figura 4 – Esquema de densificação do solo: (a) lançamento do solo, (b) vibração (Rezende, 2005).

3.3 Programa de ensaios

Nesta campanha, fez-se a divisão dos ensaios de acordo com a densidade do material, como mostra a Tabela 3. Cada um dos ensaios foi realizado sobre dois corpos de prova do mesmo geossintético, com exceção das tensões confinantes maiores (acima de 5,0 kPa). Nestas, foi realizado somente um ensaio para cada interface.

Os resultados dos ensaios são expressos através das curvas de ângulo de rampa vs deslocamento da caixa e razão de tensões (σ/σ) vs deslocamento da caixa.

Tabela 3 – Programa de ensaios

Interface	Simbologia do ensaio	Dr (%)
Areia – Geogrelha	AR-GG-35	35
	AR-GG-100	100

Avaliou-se a eficiência de cada interface de acordo com as seguintes expressões:

$$E_{\phi} = \frac{\tan \phi_{sg}}{\tan \phi} \quad [\text{Eq. 01}]$$

$$E_c = \frac{a}{c} \quad [\text{Eq. 02}]$$

Onde:

$E_{\sigma,c}$ = eficiência da interface em função de ângulo de atrito e adesão;

ϕ = ângulo de atrito do solo;

ϕ_{sg} = ângulo de atrito da interface solo-geossintético;

a = adesão da interface solo-geossintético;

c = coesão do solo.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A Tabela 4 resume os resultados dos ensaios da interface areia-geogrelha, nas densidades relativas de 35% e 100%, em função das três tensões de confinamento.

Tabela 4 – Resultados dos ensaios na interface AR-GR.

σ_n (kPa)	Corpo de Prova	$\sigma_{l\text{máx}}$ (mm)	ϕ (°)	σ (kPa)	σ (kPa)	σ/σ
Dr = 35%						
2,1	CP1	7,25	32	1,8	1,2	0,70
	CP2	7,50	32	1,8	1,2	0,70
3,3	CP1	7,00	30	2,8	1,8	0,62
	CP2	14,0	30	2,8	1,8	0,62
5,1	CP1	3,25	27	4,6	2,4	0,53
Dr = 100%						
2,2	CP1	1,50	33	1,8	1,3	0,72
	CP2	6,50	33	1,8	1,3	0,72
3,4	CP1	2,00	33	2,8	1,9	0,70
	CP2	1,00	33	2,8	1,9	0,70
5,2	CP1	2,00	30	4,5	2,7	0,60

De acordo com os resultados dos ensaios, à medida que aumenta a densidade relativa do solo, verifica-se, na ruptura, uma redução nos valores dos deslocamentos e um acréscimo no ângulo de rampa para a interface areia-geogrelha.

A Figura 5 apresenta as curvas de ângulo de rampa e razão de tensões (σ/σ) vs deslocamento da caixa superior nas três tensões de confinamento, para as duas densidades relativas (35% e 100%) na interface areia-geogrelha.

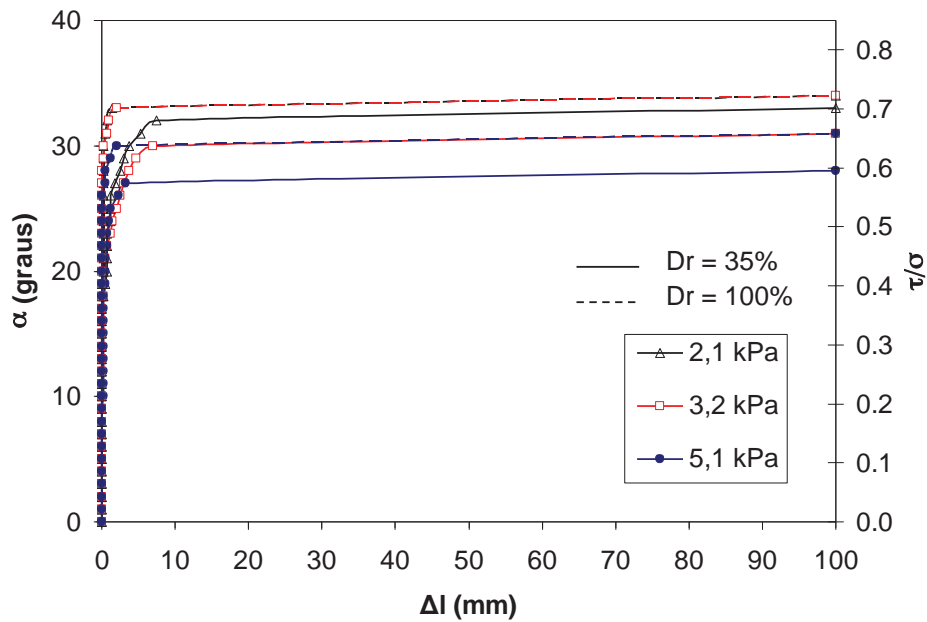


Figura 5 – Comparação dos resultados de ensaios de rampa nas interfaces AR-GR-35 e AR-GR-100.

A Figura 6 mostra as envoltórias de rupturas na interface areia-geogrelha, em densidades relativas de 35% e 100%, obtendo-se os seguintes parâmetros de resistência: adesão de 0,5 kPa e ângulo de atrito de 23,1° para a areia na densidade relativa de 35% e adesão de 0,4 kPa e ângulo de atrito de 27,4° para a areia na densidade de 100%. Assim, o aumento da densidade causou uma redução de 0,1 kPa na parcela da adesão e um acréscimo de 4,3° no ângulo de atrito.

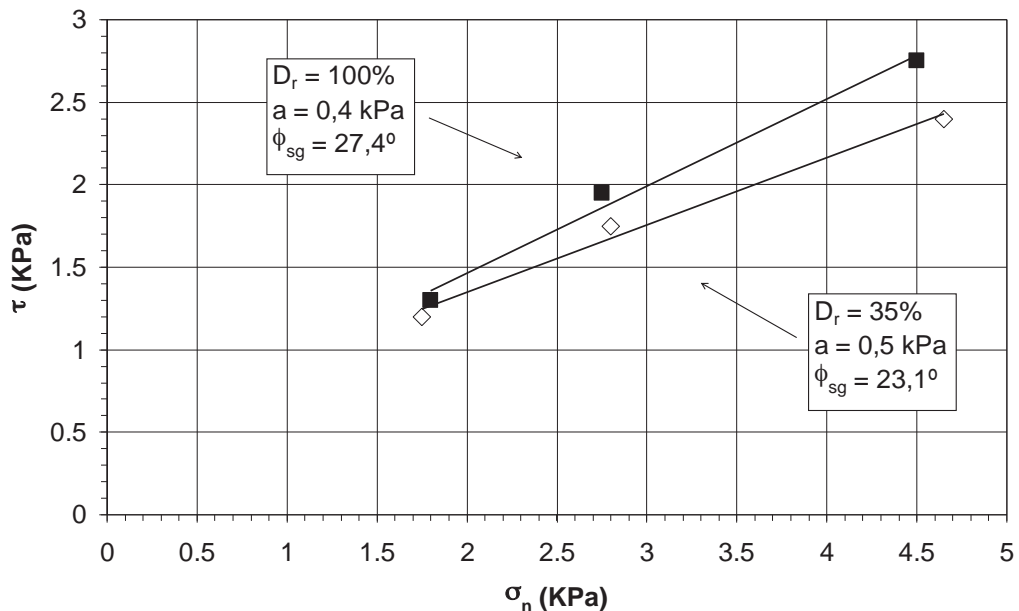


Figura 6 – Envoltórias de resistência das interfaces AR-GR-35 e AR-GR-100.

Com os parâmetros de resistência obtidos a partir dos ensaios, obteve-se a eficiência da interface areia-geogrelha nas densidades de 35% e 100%, através das equações (1) e (2), como apresentado na Tabela 5.

De acordo com a Tabela 5, observa-se que a elevação da densidade relativa do solo de 35% para 100% acarreta o acréscimo da eficiência da interface em função do ângulo de atrito (E_{τ}) de 0,84 para 0,96 e o decréscimo da eficiência da interface em função da adesão (E_c) de 2,94 para 1,05.

Tabela 6 – Parâmetros de resistência e eficiência de interação para a interface AR-GR.

Interface	Dr (%)	a (kPa)	α (°)	E_c	E_{α}
AR - GR	35	0,5	23,1	2,94	0,84
	100	0,4	27,4	1,05	0,96

5. CONCLUSÕES

Os resultados dos ensaios mostraram que o aumento da densidade relativa do solo de 35% para 100% acarreta um acréscimo de 18,6% no ângulo de atrito da interface, tendo como consequência maior o aumento da eficiência da interface em função do ângulo de atrito (E_f). Outras consequências também foram observadas com o aumento da densificação do solo, como a elevação dos valores de ângulo de rampa e redução dos deslocamentos na ruptura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- AGUIAR, V.R. Ensaio de rampa para estudo da resistência de interface solo-geossintéticos. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- DEUTSCHE NORM. DIN EN 963: Geotextiles and geotextile-related products: sampling and preparation of test specimens, 1995.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 12957-2: Geotextiles and geotextiles related products: Determination of friction characteristics. Genebra-Suíça, 1999.
- MELLO, L.G.R.; LIMA, N.R.; PALMEIRA, E.M. Estudo da interação entre interfaces de solo e geossintético em taludes de disposição de resíduos. Solos e Rochas, v.26 n.1, p.19-35, 2003.
- PALMEIRA, E.M. Aspectos relacionados à interação solo-geossintéticos. In: SIMPÓSIO SULAMERICANO DE GEOSSINTÉTICOS, 1., 1999, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: 1999, pp. 83-90.
- PALMEIRA, E.M.; LIMA JR, N.R.; MELLO, L.G.R. Interaction between soils and geosynthetic layers in large scale ramp tests. Geosynthetics International, v.9, n.2, 2002.
- REZENDE, E.S. Estudo da resistência de interface solo-geossintético utilizando o equipamento de rampa. 2005. 150p. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

ESCRITÓRIO DE ARQUITETURA SUSTENTÁVEL

J. S. Marinho¹; J. V. Ferreira²; K. F. B. Abreu³ e M. R. N. Silva⁴

¹Instituto Federal do Tocantins – Campus Palmas; ²Instituto Federal do Tocantins – Campus Palmas; ³Instituto Federal do Tocantins – Campus Palmas; ⁴Instituto Federal do Tocantins – Campus Palmas.
jessmarinho@hotmail.com – jessicaviana11@hotmail.com – edific.karol@hotmail.com – mariliarsilva@hotmail.com

RESUMO

O artigo tem como proposta inicial apresentar um modelo de escritório de arquitetura voltado a atender obras de todos os portes, tendo como requisito básico sua completa sustentabilidade. O modelo proposto do escritório deve ter em sua estrutura, materiais e tecnologias sustentáveis, visando atender as necessidades de quem convive nesse ambiente de trabalho e de quem por ventura requirite os serviços deste escritório.

A partir de levantamentos e estudos de casos, pode-se formular idéias de fontes inovadoras que proporcionam melhorias significativas na qualidade de vida e ações afirmativas em esfera ambiental. A importância da pesquisa está em incentivar as pessoas a aderirem a ética sustentável em suas obras. Buscando mostrar de forma prática sua qualidade e funcionalidade, considerando que o próprio escritório de arquitetura adota estas medidas sustentáveis, e conseqüentemente influencia na decisão dos clientes a condescender a obras ecologicamente corretas.

Palavras-chave: Modelo de Escritório de Arquitetura Sustentável, Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

Questões de preocupação ambiental vêm a muito sendo discutidas socialmente. Seja por influir diretamente na vida das pessoas, seja por estar ligada a possibilidade de um futuro melhor. No ramo da construção civil, não é diferente. Uma vez que esta área tem grande responsabilidade nos impactos ambientais, considerando sua ativa participação na construção de edificações, que mais e mais lançam materiais poluentes e não renováveis ao meio ambiente.

Na construção civil muito se idealiza no conceito de sustentabilidade, no entanto são minoritárias as atitudes que são postas em prática e obtém resultados positivos como o planejado. Isso porque a maioria das pessoas tem certo receio em aderir aos materiais e as tecnologias sustentáveis. Vários são os motivos para este receio, como por exemplo: o tempo de durabilidade do material ou tecnologia; o alto custo inicial e de manutenção; e as vantagens em longo prazo, como é o caso da lâmpada LED; a preocupação com a estética da obra; e, até mesmo falta de conhecimento.

Para incentivar a sociedade a aderir métodos sustentáveis em construções são necessárias que sejam explicitadas de forma concreta suas inúmeras vantagens. Um escritório de arquitetura é basicamente o cartão de visita da empresa, se a estética e a qualidade do escritório estão em conformidade, será mais fácil convencer o cliente a optar por uma obra sustentável. Sabe-se bem que o proprietário do escritório, não utilizaria materiais de baixa qualidade na obra do próprio escritório de arquitetura, pois ele correria o risco de passar uma imagem negativa da empresa.

2. CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL: CONVEITOS E FUNDAMENTOS

O conceito de sustentabilidade vem sendo muito discorrido, mas somente agora a sociedade passou a melhor considerá-lo e dar ênfase à sua visível importância e impacto no planeta. Dessa forma a população tem adotado a questão como uma responsabilidade social. É notável, portanto, o motivo de destaque que este tema tem conseguido em revistas, programas de TV, congressos, discursos políticos, dentre outros.

Há atualmente várias faces sobre o conceito de sustentabilidade, mas o conceito que repercute em peso é:

"O desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades." (Brundtland, 1987)

Este conceito é aplicado em diversas pesquisas relacionadas à sustentabilidade. É de compreensão imediata, pois é simples e sucinto em sua explicação.

Na área de Construção Civil, o tema deve ser ainda mais considerado e avaliado, uma vez que envolve atividades que utiliza materiais e processos com impactos expressivos no ambiente. Uma abordagem que vem obtendo destaque na atualidade é a questão de construção sustentável, que faz uso de materiais e tecnologias mais 'limpas' possíveis, podendo esta ser reaproveitada, de fácil manejo e que cause menos entulho em relação a outras.

Edificar de forma sustentável é não repelir às novas tecnologias, aderir a produtos ecologicamente corretos e satisfazer o desejo de quem porventura, venha a usufruir da obra. O objetivo é atender com qualidade e conforto a população atual, sem esgotar os recursos e fontes dos materiais, para que assim, futuras gerações também desfrutem desta qualidade e conforto. Com isso, sabe-se que quanto mais minimizados os impactos ambientais, maior é a certeza de que outras gerações poderão ter suas necessidades contentadas.

Para que uma obra obtenha certificação de sua sustentabilidade, devem-se levar em consideração diversos aspectos, tais como sociais, econômicos e ambientais. Segundo fontes do IDHEA (Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica) há nove passos fundamentais para que uma obra seja idealizada como sendo sustentável. Estes passos são: Planejamento sustentável da obra;

aproveitamento passivo dos recursos naturais; eficiência energética; gestão e economia da água; gestão dos resíduos na edificação; qualidade do ar e do ambiente interior; conforto termo acústico; uso racional de materiais; uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis.

A Construção Civil, segundo dados do Worldwatch Institute, é o setor que mais gera impacto ambiental, consumindo 40% das pedras e areia existentes no mundo por ano, e da extração de madeira que tem um percentual de 25% por ano. Além destes dados, relata que a construção civil é abonador por 40% do consumo mundial de energia e 16% do consumo mundial de água. Com estes dados intimidantes, a construção civil, tem se empenhado para minimizar estes efeitos, de forma a evitar que a construção seja vista como um pilar de um caos ambiental.

As obras sustentáveis estão a todo o vapor em diversos segmentos. Sejam em residências, prédios, empresas, estádios de futebol, locais públicos, dentre outros. Concretizar uma obra sustentável hoje pode ser considerado um investimento futuro, já que sustentabilidade pode vir a tornar-se requisito obrigatório, devido ao eminente esgotamento de materiais.

A escolha do escritório de arquitetura sustentável remete a uma particularidade de exemplo prático e visível de quem procura o escritório para edificar uma obra. Além de ser sustentável é o estopim que faltava para incentivar clientes a aderirem materiais e tecnologias que causem menor impacto ambiental.

3. METODOLOGIA DE PROJETO

O método utilizado é baseado amplamente no Estudo de Casos. Onde é avaliado o problema e objetivo a ser difundido. Este Estudo de Casos trata-se da análise profunda dos elementos que são requeridos no Modelo de Escritório de Arquitetura Sustentável. Estes elementos estão relacionados a materiais e tecnologias sustentáveis, que irão compor a estrutura e acabamento do Escritório, a partir de pesquisas e estudos em obras do mesmo porte, pôde-se extrair resultados otimistas. O objetivo está fundamentado em expor estas inovações através do Estudo de Casos e do Projeto Arquitetônico do Escritório, a fim de apontar soluções para os problemas ambientais e para a melhoria do bem estar social.

3.1 Conceito de Estudo de Casos

Segundo VILABOLA, o conceito de estudo de casos, é uma categoria de pesquisa cujo objeto é uma unidade que se analisa profundamente. Pode ser caracterizada como um estudo de uma entidade bem definida, como um programa, uma instituição, um sistema educativo, uma pessoa ou uma unidade social. Visa conhecer seu 'como' e os seus 'porquês', evidenciando a sua unidade e identidade própria. É uma investigação que se assume como particularista, debruçando-se sobre uma situação específica, procurando descobrir o que há nela de mais essencial e característico. (VILABOLA).

Com o estudo de casos, pode-se evitar insatisfação ou surpresas negativas em relação à obra, pois ele permite ao cliente, o acompanhamento sobre o estilo a ser adotado, sobre os materiais a serem utilizados na obra, sobre as vantagens e desvantagens de optar por opções ofertadas. Trata-se de uma verificação de obras já existentes com as mesmas características desejadas, para avaliar profundamente os benefícios e desvantagens em adotar uma obra parecida; uma pesquisa completa. Assim, no caso do escritório de arquitetura sustentável, a importância se dá no ato de minimizar os impactos ambientais, evitar insatisfação e prejuízo.

As técnicas e materiais sustentáveis presente no modelo do escritório de arquitetura são baseadas em outras obras já existentes que as utilizaram.

Este estudo de caso será o memorial descritivo da obra, pois engloba desde os embasamentos teóricos até a finalização da obra de forma prática.

3.2 Etapas Básicas do Estudo de Casos

Estudo de Casos deve ser uma investigação profunda, mas por se tratar de um documento limitado, procedeu-se uma seleção das etapas fundamentais. Estas etapas são:

3.2.1 Conceituações e Tendência

Não há fontes específicas sobre Escritório de Arquitetura Sustentável por se tratar de uma idealização inédita, mas existem diversas fontes de Obras Sustentáveis. Assimilando o conceito de escritório com obra sustentável pode se formular o seguinte conceito:

Local subdividido em salas, de acordo com cada atividade desenvolvida por determinado funcionário, onde incidem todos os processos da efetivação do projeto. Seguindo um ideal sustentável, utiliza, portanto em suas especificações o máximo possível de materiais e tecnologias sustentáveis.

A tendência está relacionada a obras 'verdes', ditas sustentáveis. Aplicando considerações rústicas no uso de materiais, e contemporâneas devido sua praticidade.

3.2.2 Condicionantes Físicos

Refere-se ao clima, a insolação, a topografia e as paisagens visuais nas áreas externas ao terreno.

O projeto do escritório de arquitetura sustentável é idealizado para a cidade de Palmas – Tocantins, por este motivo, os condicionantes físicos são característicos da região.

Palmas é uma cidade de clima quente e com grande índice de insolação, pois fica próxima a linha do Equador. Devido a isso, o local escolhido além de ser plano, será localizado próximo a uma área verde, que ainda é abundante na região, para minimizar o calor.

Aproveitando o alto índice de insolação, o escritório será edificado em um lugar estratégico do terreno para ter os ambientes com iluminação natural pelo maior tempo possível.

3.2.3 Determinação do Programa de Necessidades

O programa de necessidades é estabelecido juntamente com o cliente. O projetista do Escritório de Arquitetura Sustentável prevê as necessidades primordiais de cada dependência do escritório. Um modo prático de se elaborá-lo é montar uma tabela com todas as dependências e inserir as principais prioridades destas.

Com o programa de necessidades elaborado, a visualização das prioridades fica mais explícita, evitando que tanto o projetista quanto o cliente fujam do foco. Ex.:

Tabela 01 – Programa de Necessidades

	Necessidade

Dependência	
Área Externa	Iluminação em LED
Recepção	Estofados Ecológicos
B.W.C. Feminino Masculino	Economia de Água
Corredor	Integração a Área Externa
Sala de Reuniões	Conforto termo-acustico
Sala 01	Móveis Ecológicos
Sala02	Espaço Amplo

3.2.4 Concepção Estrutural/Materiais

A estrutura da obra, como já citado anteriormente, baseia-se nas tendências rústicas e contemporâneas. Não é possível prever todos os materiais de uma obra, mas o enfoque dos materiais ecológicos e tecnologias que contribuem para o meio ambiente estão presentes na tabela abaixo:

Tabela 02 – Descrição dos Materiais

ECONOMIA DE ÁGUA E ENERGIA		
Materiais	Aplicações	Especificações Ambientais
Luminárias de LED	Iluminação	As lâmpadas em LED tem custo inicial elevado, mas a sua economia é cerca de 50% a 80% em relação a outras lâmpadas.
Coleta de água de chuva	Irrigação do Telhado Verde e jardim.	A chuva na região acontece entre os meses de setembro e março. A água será armazenada para ser utilizada nas descargas dos banheiros, e irrigar o jardim externo e o telhado verde.
Automação	Automação Escritório	Gera economia na obra, pois diminui o uso da fiação. Além disso, proporciona conforto, manutenção facilitada,

		energia, segurança e funcionalidade.
Energia solar	Garantir energia	Tem custo elevado devido à instalação dos painéis e sua manutenção, mas é econômica em longo prazo.
Torneiras com sensor de presença	Nos banheiros e na copa	Possui sensor de presença, evitando o desperdício abusivo e garantindo conforto e higiene.
Válvula de Descarga Fluxo Duplo	Para os banheiros	Possui dois fluxos de água. Um exerce mais pressão para sólidos e o outro menos pressão para líquidos. Ocorre então, a economia de água.

CONFORTO TÉRMICO E ACÚSTICO

Materiais	Aplicação	Especificações Ambientais
Paisagismo ecológico	Área externa integrada a área interna	Áreas externas bem arborizadas, a fim de melhorar o clima do escritório.
Telhado Verde	Na queda do telhado direito	<p>É revestir o teto com plantas. Além de ficar bonito esteticamente, aproveitando o espaço que não teria outra serventia, também é uma forma de contribuir para com o meio ambiente.</p> <p>Para a implantação do telhado verde é necessário que se faça uma estrutura específica que seja impermeável e drenada. Tem como vantagem a ampliação do conforto acústico, térmico e melhora na umidade. Em Palmas há períodos em que há umidade muito baixa.</p> <p>Apresenta como desvantagem o custo de implantação de sistema de irrigação e sua manutenção. Ressaltando, que se não for manejado de maneira correta, pode gerar infiltração e umidade na obra.</p>
Tijolos de Solo Cimento	Alvenaria Estrutural	Na confecção destes tijolos é inexistente o processo da queima. Partindo desse ponto, é uma tecnologia que evita o

		desmatamento e conseqüentemente, a poluição do ar.
--	--	--

QUALIDADE DO AR

Materiais	Aplicação	Especificações Ambientais
Resina ECOPISO	Revestimento de Piso	Trata-se de resina impermeável, que em sua composição leva mais de 70% de matérias-primas renováveis. Como por exemplo, o óleo de mamona. No processo de aplicação não libera gases tóxicos.
Tinta Artesanal	Paredes	Tintas produzidas artesanalmente na região, além de minimizar os impactos ambientais excitam na renda local.
Umidificadores	Ventilação	Além de refrigerar o ambiente, é mais econômico que o ar condicionado e oferece mais qualidade no ar.

MADEIRAS

Materiais	Aplicação	Especificações Ambientais
Madeira de demolição	Produção de móveis	A madeira de demolição é derivada de elementos de obras antigas. Ela pode ser reaproveitada, possibilitando a diminuição da demanda de fabricação de madeiras novas.
Bambu	Bancos do jardim	É resistente, é típico da região, e renovável.
DECK	Área que liga a empresa ao jardim	O DECK é constituído de madeira reflorestada. Permite ar agradável e mais limpeza de um ambiente para o outro.

OUTROS

Materiais	Aplicação	Especificações Ambientais
Puff com fibra de bambu	Assentos	É constituído de fibras de bambu e algodão. Sua

		confeção é feita artesanalmente, gerando renda local.
Telhas ecológicas	Cobertura	Na parte em que não for coberto com o telhado verde, o telhado será revestido com telhas de concreto, que mais leves, empregam menos material. Apresentam a mesma resistência que as demais.
Eletrodomésticos	Conforto do escritório	A preferência será pelos eletrodomésticos que apresentam o selo de economia A.
Espaço garantido para a coleta do lixo	Qualidade do ambiente e higiene	Antes de adentrar ao escritório terá um espaço reservado para a coleta seletiva.

3.3 Modelo Estrutural do Escritório de Arquitetura Sustentável

A esquematização se dá por meio do software do AUTOCAD. É composto por uma planta baixa e um corte para mostrar a localização dos materiais e tecnologias encontrados na Tabela 02.

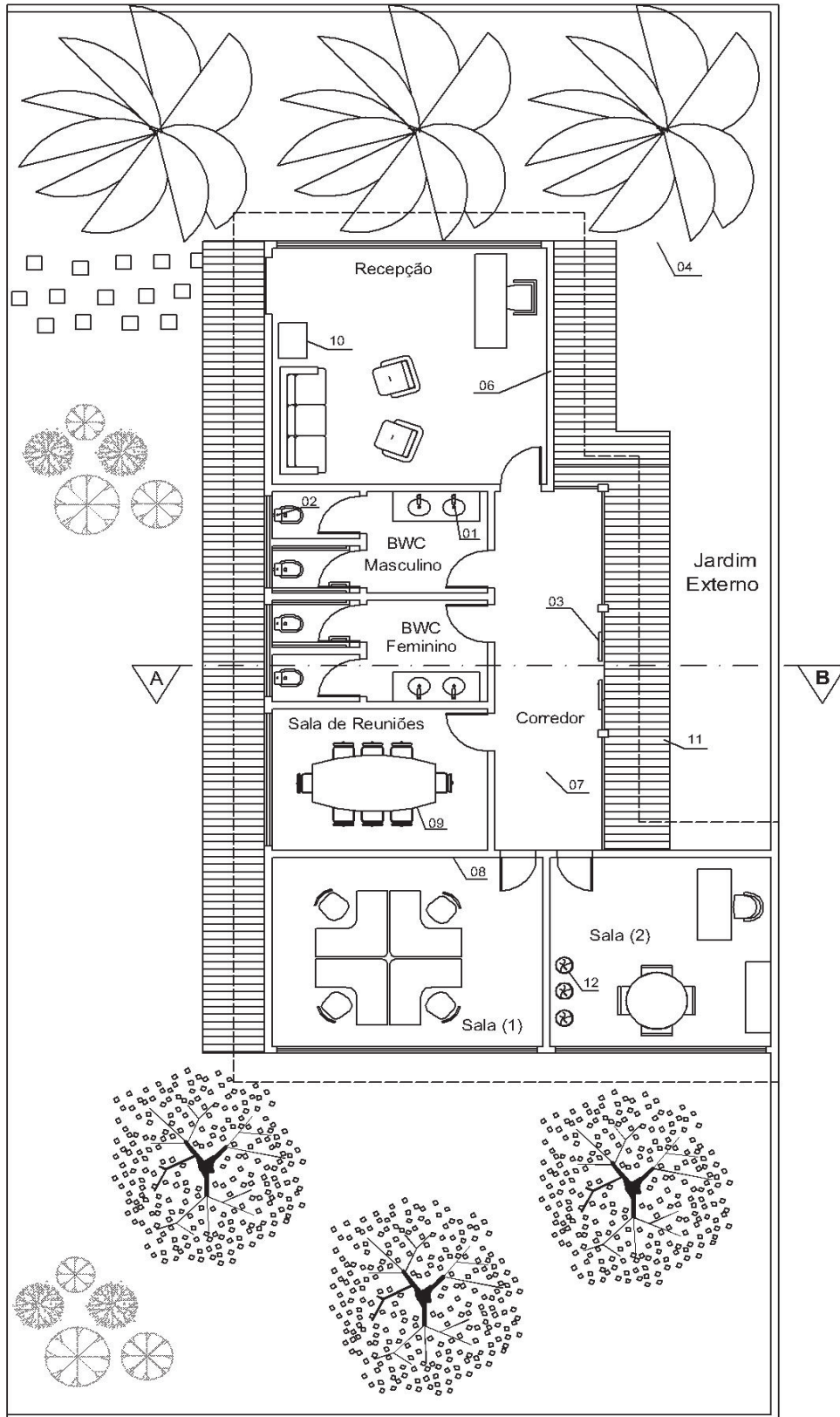


Figura 1 – Planta Baixa do Escritório Sustentável

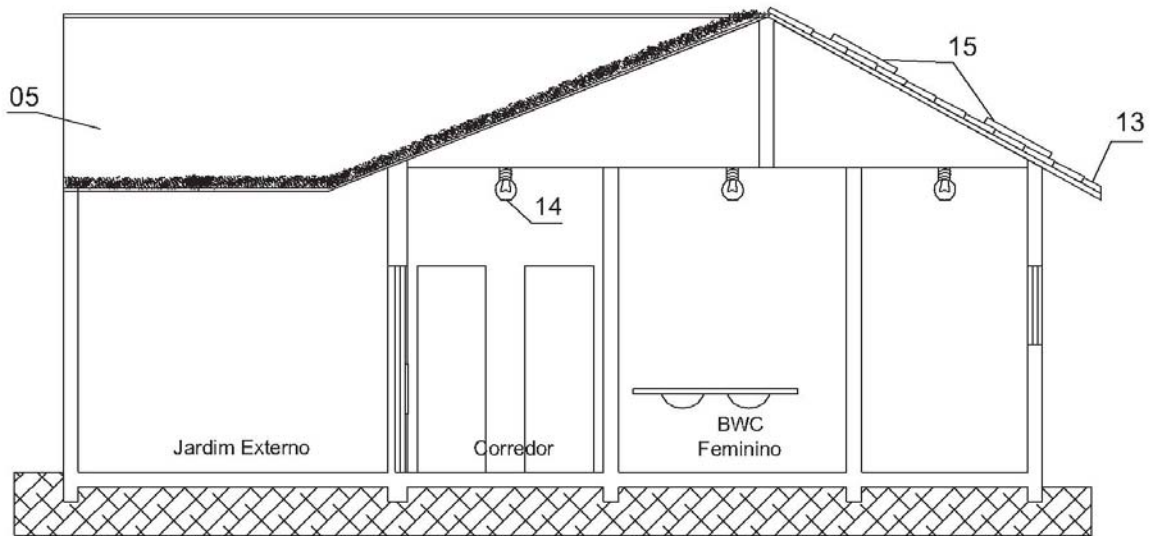


Figura 2 – Corte AB do Escritório Sustentável

Legenda:

- 01 – Torneiras com sensor de presença;
- 02 – Válvula de descarga fluxo duplo;
- 03 – Vidros;
- 04 – Paisagismo Ecológico;
- 05 – Telhado Verde;
- 06 – Tijolos de solo-cimento;
- 07 – Resina ecopiso;
- 08 – Tinta artesanal;
- 09 – Madeira de demolição;
- 10 – Bambu;
- 11 – Deck;
- 12 – Puff com fibra de bambu;
- 13 – Telhas ecológicas;
- 14 – Luminárias de LED;
- 15 – Placas Solares.

3.4 Funcionalidade do Escritório de Arquitetura Sustentável

Após ser implantado o Escritório de Arquitetura Sustentável, sua funcionalidade baseia-se somente em atender seus clientes de maneira a incentivá-los a aderirem práticas sustentáveis, tanto em suas obras, quanto no seu dia a dia. Para isso, serão distribuídas cartilhas sustentáveis, como sendo seu cartão de visita.

O escritório irá trabalhar somente com material ecologicamente correto, minimizará o uso de papeis, fazendo com que a maior parte dos processos seja arquivada no sistema operacional da empresa. E que por este motivo requer um sistema específico, que seja de segurança para a empresa.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sustentabilidade visa atender a quatro requisitos fundamentais: a adequação ambiental, a viabilidade econômica, a justiça social e a aceitação cultural. No modelo de Escritório de Arquitetura Sustentável, por exemplo, pode-se perceber que ele foi adequado para atender as necessidades ambientais, promovendo a utilização de materiais e tecnologias ecológicas. No quesito de viabilidade econômica, é aparente que alguns materiais ou tecnologias sustentáveis sejam de fácil acesso e baixo custo, e que requeiram reparos anuais, instalações específicas e, mão de obra especializada.

No que se refere à justiça social, fica explícito a questão ética, de usufruir com consciência hoje, para que assim, outras gerações não se prejudiquem por impensadas atitudes da sociedade. A aceitação cultural está ligada à bagagem que é imposta pela sociedade, de ser certo ou errado.

A Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura - AsBEA, o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável - CBCS e outras instituições apresentam diversos princípios básicos da construção sustentável, dentre os quais destaca-se: aproveitamento de condições naturais locais; utilizar o mínimo de terreno e integrar-se ao ambiente natural; implantação e análise do entorno; não provocar ou reduzir impactos no entorno – paisagem, temperaturas e concentração de calor, sensação de bem-estar; qualidade ambiental interna e externa; gestão sustentável da implantação da obra; adaptar-se às necessidades atuais e futuras dos usuários; uso de matérias-primas que contribuam com a eco-eficiência do processo; redução do consumo energético; redução do consumo de água; reduzir, reutilizar, reciclar e dispor corretamente os resíduos sólidos; introduzir inovações tecnológicas sempre que possível e viável; e, educação ambiental: conscientização dos envolvidos no processo.

O Modelo de Escritório Sustentável, além de atender a estas condições, também serve de exemplo prático para outras pessoas que querem edificar uma obra com parâmetros sustentáveis. Além de ser um investimento para o próprio escritório é um modo de ser inovador e obter lucros com atitudes eficientes e sustentáveis.

REFERÊNCIAS

FERREIRA, César Argentieri; MORUZZI, Rodrigo Braga. Considerações sobre a aplicação do telhado verde para captação de água de chuva em sistemas de aproveitamento para fins não potáveis.

VIEIRA, Luciana Alves; BARROS FILHO, Mauro Normando Macêdo. A emergência do conceito de Arquitetura Sustentável e os métodos de avaliação do desempenho ambiental de edificações. *Humanae*, v.1, n.3, p. 1-26, Dez. 2009.

JOHN, V. M.; SATO, N.M.N.; AGOPYAN, V.; SJÖSTRÖM, C. Durabilidade e Sustentabilidade: Desafios para a Construção Civil Brasileira.

JÚNIOR, Eloy Fassi Casagrande; DEEKE, Vania. Implantando práticas sustentáveis nos campi universitários: A proposta do “Escritório Verde” da UTFPR. Universidade Tecnológica do Paraná.

YEMAL, A.; TEIXEIRA, N. O. V.; NÄÄS, I. A, Sustentabilidade na Construção Civil. São Paulo, 2011.

BLUMENSCHHEIN, Raquel Naves; TOMÉ, Maria Vitoria Ferrari. LACIS/FAU/CDS/FGA-UnB: Inovação e Sustentabilidade. Distrito Federal, 2011.

MARQUES, Flávia Miranda; SALGADO, Mônica Santos. Padrões de sustentabilidade aplicados ao processo de projeto.

PAIVA, Monique; SOARES, Carlos. Processo de projeto sob a ótica do desenvolvimento sustentável.

ZAMBONI, Bruno Pagotto; RICCOII, Adriano Sartório. Sustentabilidade empresarial: uma oportunidade para novos negócios.

ESTUDO COMPARATIVO DO MÓDULO DE ELASTICIDADE DINÂMICO ENTRE CORPOS-DE-PROVA PRISMÁTICOS E CILÍNDRICOS DE ARGAMASSAS AUTOADENSÁVEIS

E. V. de Borja¹, R. R. F. de Freitas², I. D. G. da Silva³, E. C. de Faria⁴

^{1,2,3,4}Instituto Federal do Rio Grande do Norte- Campus Natal Central

edilberto.borja@ifrn.edu.br – emilly_rachel@yahoo.com.br – sgdi2@yahoo.com.br – evilane_cassia@globo.com

RESUMO

Como parte complementar de um estudo mais amplo em argamassas para concretos autoadensáveis (BORJA *et al*, 2010; 2011), realizou-se neste estudo uma análise comparativa do módulo de elasticidade dinâmico através da propagação de ondas longitudinais em corpos-de-prova prismáticos (4 cm x 4 cm x 16 cm) e corpos-de-prova cilíndricos (5 cm de diâmetro e 10 cm de altura), com intuito de verificar a influência do formato dos corpos-de-prova e materiais constituintes das composições analisadas nesta propriedade da argamassa, uma vez que a NBR 15630 (2008) prescreve em seu texto método de ensaio não-destrutivo para determinação do módulo de elasticidade dinâmico, obtidas por pulsos ultra-sônicos, apenas em corpos-de-prova prismáticos de argamassas. Foram realizados ensaios em cinco composições de argamassas para concretos autoadensáveis, denominadas argamassas autonivelantes. Para cada composição analisada, foram moldados 9 (nove) corpos-de-prova prismáticos e 9 (nove) corpos-de-prova cilíndricos. Nas idades de 1, 7 e 28 dias foram realizados ensaios para determinação do módulo de elasticidade dinâmico (E_d). Para tanto, utilizou-se de 03 (três) corpos-de-prova prismáticos e 03 (três) corpos-de-prova cilíndricos, para cada idade. Antes da realização dos ensaios para determinação do módulo, utilizaram-se os corpos-de-prova para determinação da massa específica na condição superfície saturada seca. Os resultados de módulo de elasticidade dinâmico (E_d) obtidos nos corpos-de-prova prismáticos não indicaram diferenças de valores significativos quando comparados com os resultados obtidos nos corpos-de-prova cilíndricos, após 7 dias de cura.

Palavras-chave: argamassas autonivelantes, módulo de elasticidade dinâmico, ultra-som.

1. INTRODUÇÃO

Nas obras de edificações é possível constatar a diversificação de inúmeros traços (dosagens) adotados para argamassas de assentamento e revestimento. Nas argamassas de revestimento este largo espectro de traços influencia diretamente sobre o seu desempenho, principalmente quanto à fissuração e aderência superficial, o que provavelmente decorre, entre outras causas, da impossibilidade de melhor controle de dosagem e da variabilidade dos aglomerantes e aditivos. Ressaltam-se também as variações do agregado miúdo quanto à sua composição granulométrica e teor de proporcionamento, podendo causar reflexos em propriedades importantes das argamassas e no seu desempenho como material de revestimento (MIRANDA e SELMO, 2001).

Em se tratando de compósitos cimentícios, a inclusão de materiais superfinos proporciona diversas melhorias nas propriedades de argamassas de elevada fluidez, tanto no estado fresco como no estado endurecido. Contribuem ainda na redução do calor da hidratação do cimento e durabilidade em virtude do aumento do fator de empacotamento dos materiais, dificultando o surgimento de poros e vazios e, deste modo, impedindo que agentes nocivos penetrem na estrutura (METHA e MONTEIRO, 2008).

Dessa forma, independente do tipo de argamassa que se utilize em edificações, suas propriedades técnicas e de desempenho exigem um controle tecnológico bem elaborado e constante, de modo a avaliar, de forma criteriosa, suas propriedades reológicas até a evolução das suas propriedades no estado endurecido, principalmente nos quesitos que envolvem as características de durabilidade. Este controle se faz importante, uma vez que contribuem para uma maior vida útil da edificação.

A elasticidade ou resiliência é a propriedade da argamassa de suportar tensões sem se romper ou de apresentar fissuras prejudiciais e, também, sem perder a aderência (BAÍA e SABBATINI, 2000), retornando às suas dimensões iniciais quando cessadas as solicitações que lhe forem impostas.

Nas argamassas, as fissuras são decorrentes do alívio de tensões originadas pelas deformações da base, consideradas, segundo Baía e Sabbatini (2000), prejudiciais quando permitem que ocorra a percolação de água, seja no revestimento ou em compósitos cimentícios, uma vez que compromete a aderência ao substrato, estanqueidade da superfície e durabilidade da edificação.

Neste sentido, a capacidade da argamassa de absorver deformações pode ser avaliada através do módulo de elasticidade (estático ou dinâmico), uma vez que reflete, quando analisada de forma comparativa, a maior ou menor facilidade do material de se deformar. Em Oliveira (2001), cita-se sobre a necessidade de deformabilidade das argamassas na maioria de suas aplicações, principalmente para argamassas de assentamento e revestimento.

Dentro deste contexto, o presente estudo pretende avaliar e comparar os resultados obtidos de ensaio não destrutivo de ultra-som para determinação do módulo de elasticidade dinâmico, em cinco formulações de argamassas para concretos autoadensáveis, em corpos-de-prova prismáticos (4 cm x 4 cm x 16 cm) e corpos-de-prova cilíndricos (5 cm de diâmetro e 10 cm de comprimento), nas idades de 1, 7, 28 e 91 dias.

2. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

2.1 Determinação do PIE da calcita in natura (ausência de reagentes)

Vestibulum orci velit, aliquam nec suscipit ultrices, mollis eget orci. Vestibulum laoreet convallis nunc vitae sollicitudin. Phasellus placerat turpis at mauris aliquet mattis. Etiam nunc odio, egestas et pharetra ut, tincidunt eu arcu. Praesent a lacus ligula, laoreet euismod nulla. Nunc et elit ut magna lacinia convallis sed sit amet arcu. Sed venenatis consectetur orci nec tincidunt. Etiam ut turpis quis felis

rhoncus grvida. Sed ut libero eget massa malesuada dapibus nec eu neque. Etiam leo nisl, lacinia in elementum fringilla, iaculis nec elit. Ut semper ipsum est, eget malesuada erat. Integer vitae quam magna. Suspendisse cursus molestie lacus vel iaculis. Sed a tellus magna.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Após intensos estudos iniciais para a determinação das dosagens de argamassas autonivelantes para produção de concretos autoadensáveis com adições minerais, ficou estabelecido a confecção de cinco traços, sendo um deles o de referência (sem adições minerais) e os demais com adições de metacaulim e cinza do bagaço da cana-de-açúcar. As quantidades dos materiais constituintes, inclusive das adições minerais inseridas em substituição parcial do cimento, e nomenclatura adotada, estão apresentadas na tabela 1. Nas dosagens estudadas, manteve-se constante o fator a/mc (água/materiais cimentícios) de 0,415 e superplastificante a base de éter policarboxílico, este também em função da quantidade dos materiais cimentícios (mc) de 0,6%, em massa.

Tabela 1 - Quantidade dos Materiais e Nomenclaturas dos traços.

Nomenclatura	Descrição (% das adições)	C (g)	M (g)	CBC (g)	A (g)	Água (g)	SP (g)
ARG00M_00C	0% de M e 0% de CBC	1200,0	0,0	0,0	1066,0	498,0	7,2
ARG05M_05C	5% de M e 5% de CBC	1080,0	60,0	60,0	1066,0	498,0	7,2
ARG10M_00C	10% de M e 0% de CBC	1080,0	120,0	0,0	1066,0	498,0	7,2
ARG00M_10C	0% de M e 10% de CBC	1080,0	0,0	120,0	1066,0	498,0	7,2
ARG00M_20C	0% de M e 20% de CBC	960,0	0,0	240,0	1066,0	498,0	7,2

C – Cimento, M – Metacaulim, CBC – Cinza de biomassa da cana-de-açúcar, A – Areia fina, SP – Aditivo Superplastificante.

Utilizou-se, para produção das argamassas autoadensáveis, o cimento Portland composto tipo CP-II Z 32 RS. Na tabela 2, apresentam-se as propriedades físicas do cimento e das adições minerais (cinza de biomassa e metacaulim), caracterizadas seguindo as recomendações da NBR NM 23 (2001).

Tabela 2 – Massa Específica e Massa Unitária dos materiais constituintes das argamassas

	Cimento	Metacaulim	Cinza de biomassa
Massa Unitária (kg/m ³)	1100	560	660
Massa Específica (kg/m ³)	3090	2560	2490

A cinza de biomassa da cana-de-açúcar, proveniente do resíduo de queima do bagaço da cana-de-açúcar, foi coletada diretamente de depósito a céu aberto no pátio de descarga da limpeza dos fornos da Usina Estivas (Arêz-RN). Após coleta e encaminhamento ao laboratório de Construção Civil do IFRN, foi seca em estufa (105^o C) e submetida ao processo de moagem em moinhos de bolas esféricas metálica (03h30min) e peneiramento (peneira de 200 *mesh* - 75µm), visando uma redução na finura e retirada das partículas indesejáveis (resíduos), antes de ser adicionada à argamassa. A amostra de metacaulim estudada nesta pesquisa é proveniente da calcinação de argilas caulínicas, e encontra-se comercialmente disponível no mercado brasileiro.

A areia utilizada foi proveniente de depósitos sedimentares do rio Potengi-RN. A classificação granulométrica (NBR NM 248, apresentando módulo de finura igual a 1,41, classificada como areia

muito fina, massa específica igual a 2620 kg/m^3 (NBR NM 45, 2006) e massa unitária de 1570 kg/m^3 (NBR NM 52, 2009). A curva granulométrica encontra-se ilustrada na figura 2.

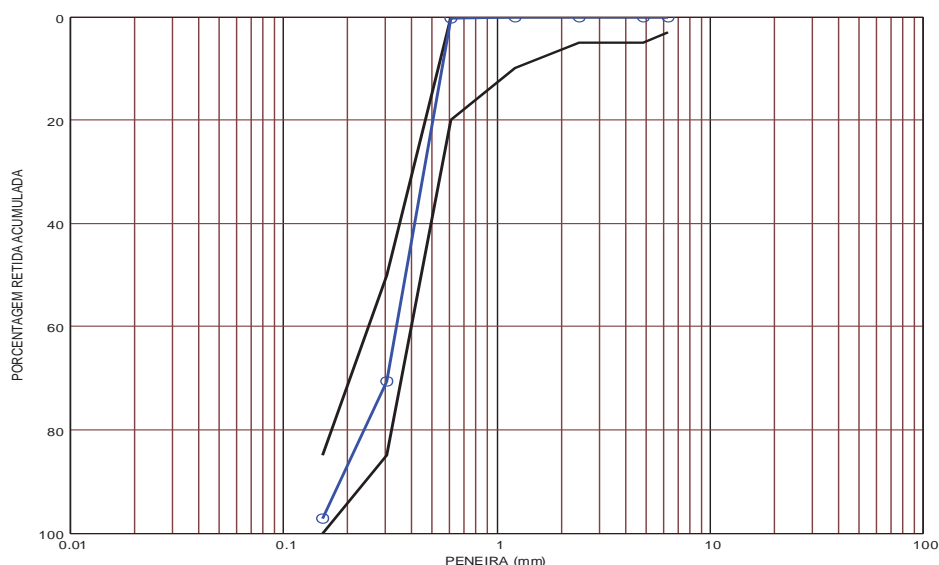


Figura 2 – Curva granulométrica da areia.

Para a mistura das argamassas, foi utilizado um misturador mecânico de argamassa (argamassadeira). As etapas para a mistura obedeceram às seqüências normativas sendo, portanto, colocada a água de amassamento por etapas e o aditivo químico misturado a uma quantia da água, ao final do processo. Para cada um dos traços foram confeccionados nove corpos-de-prova cilíndricos (5 cm de diâmetro e 10 cm de altura) e nove prismáticos (4 cm x 4 cm x 16 cm).

Decorrido 24h, procedeu-se a desfôrma das amostras. Em três corpos-de-prova cilíndricos e três prismáticos foi determinado a massa específica na condição superfície saturada seca (NBR 9778, 2005) e o módulo de elasticidade dinâmico, através de medidor de velocidade de pulso ultrassônico, modelo 58 – E0048, em acordo com a NBR 15630 (2008).

4. RESULTADOS E DICURSSÕES

Na tabela 3 apresentam-se os resultados das massas específicas na condição superfície saturada seca (sss) das argamassas para 1, 7 e 28 dias. Os resultados apresentados representam a média aritmética de seis determinações, uma vez que se trata dos valores obtidos em três corpos-de-prova cilíndricos e três corpos-de-prova prismáticos, para cada idade analisada.

Tabela 3 – Massas específicas na condição superfície saturada seca (kg/m^3)

Traço	1 dia	7 dias	28 dias
ARG00M_00C	2139	2169	2177
ARG05M_05C	2151	2166	2180
ARG10M_00C	2125	2144	2155
ARG00M_10C	2172	2172	2156
ARG00M_20C	2136	2144	2142

Nas formulações ARG00M_00C, ARG05M_05C e ARG10M_00C, percebe-se um aumento gradual da massa específica (condição SSS) com o passar do tempo, sugerindo que durante o processo de hidratação da pasta cimentícia, os vazios deixados pela água de amassamento foram substituído pelos

produtos de hidratação do cimento, tornando a massa cimentícia mais densa. Em contrapartida, as formulações que continham somente a adição de cinza de biomassa na sua composição (ARG00M_10C e ARG00M_20C), apresentaram um decréscimo da massa específica (condição SSS) aos 28 dias. Este comportamento sugere uma lenta reatividade da cinza no composto com uma possível água de amassamento não totalmente consumida no processo de hidratação.

Nas figuras 3 a 7, ilustram-se, em forma de gráfico, a evolução do módulo de elasticidade dinâmico (E_d) com o tempo de cura (1, 7 e 28 dias), para os corpos-de-prova cilíndricos e prismáticos. Os valores apresentados para cada idade representam a média aritmética de três determinações em três corpos-de-prova distintos.

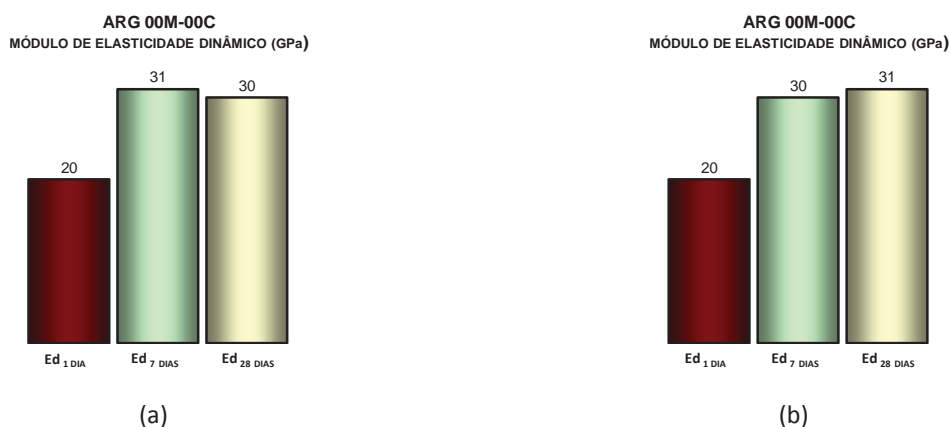


Figura 3 – Módulos de elasticidade dinâmico realizados na argamassa ARG 00M_00C, após 1, 7 e 28 dias, em corpos-de-prova: (a) cilíndricos e, (b) prismáticos.

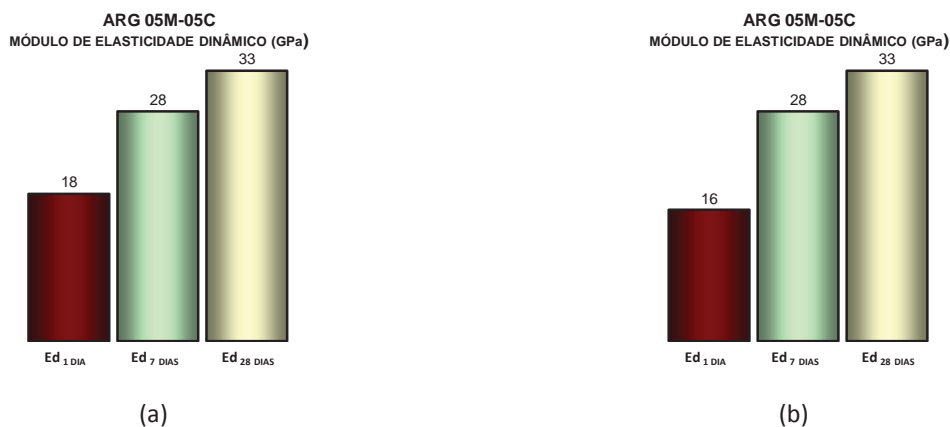


Figura 4 – Módulos de elasticidade dinâmico realizados na argamassa ARG 05M_05C, após 1, 7 e 28 dias, em corpos-de-prova: (a) cilíndricos e, (b) prismáticos.

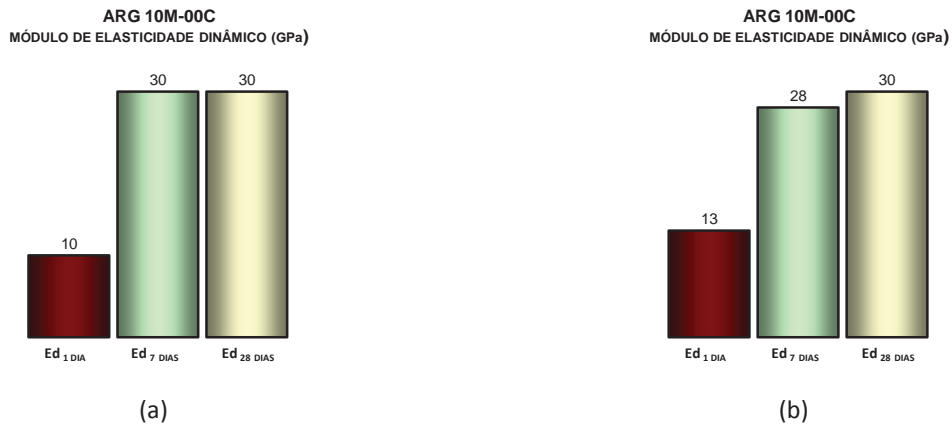


Figura 5 – Módulos de elasticidade dinâmico realizados na argamassa ARG 10M_00C, após 1, 7 e 28 dias, em corpos-de-prova: (a) cilíndricos e, (b) prismáticos.

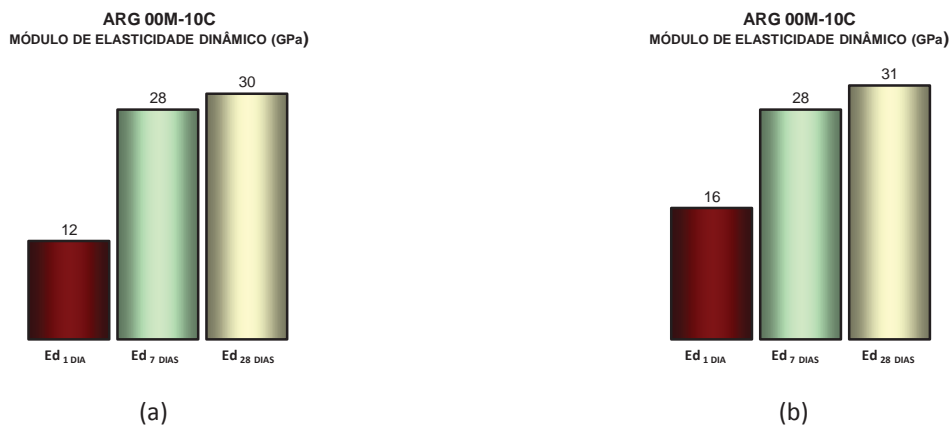


Figura 6 – Módulos de elasticidade dinâmico realizados na argamassa ARG 00M_10C, após 1, 7 e 28 dias, em corpos-de-prova: (a) cilíndricos e, (b) prismáticos.

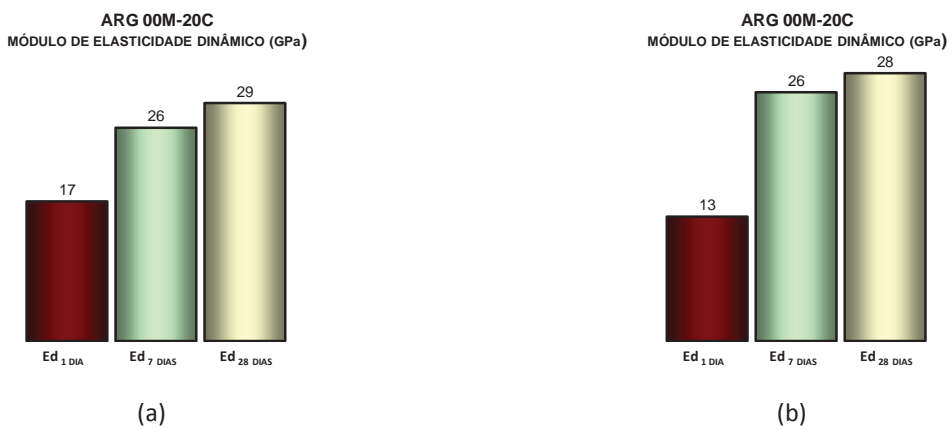


Figura 7 – Módulos de elasticidade dinâmico realizados na argamassa ARG 00M_20C, após 1, 7 e 28 dias, em corpos-de-prova: (a) cilíndricos e, (b) prismáticos.

O módulo de elasticidade dinâmico (E_d) medido nos corpos-de-prova serve como parâmetro para determinar a capacidade de deformação das argamassas no estado endurecido. Para Cincotto *et al.* (1995), esta característica está diretamente relacionada com a durabilidade do material.

Com base nas figuras 3, 4, 5, 6 e 7 é possível verificar que todos os traços apresentaram aumento do módulo de deformação dinâmico com o passar do tempo, com pequenos incrementos do módulo a partir do 7º dia de cura.

No primeiro dia de cura, observa-se uma pequena variação de valores de módulo de elasticidade dinâmico quando se compara corpos-de-prova cilíndricos com os prismáticos. Como as reações de hidratação ainda estão ocorrendo de forma mais intensa, pode-se atribuir essas variações a este fenômeno de hidratação que está diretamente relacionado com o comprimento da amostra que a onda ultra-sônica percorre, quando na execução do ensaio. Porém, após sete dias da moldagem, observa-se uma constância de valores de módulos (E_d), independente do formato do corpo-de-prova, ou seja, não foram observadas diferenças significativas dos módulos de elasticidade dinâmico (E_d) determinados em amostras prismáticas e ou amostras cilíndricas. Constata-se também que a inclusão das adições minerais em substituição parcial ao cimento também não provocaram alterações significativas no E_d .

5. CONCLUSÃO

Com base nas informações apresentadas, nos materiais utilizados, nas quantidades, procedimentos e condições de ensaios realizados, conclui-se que, quando completada a reação de hidratação do cimento em compósitos cimentícios, a determinação do módulo de elasticidade dinâmico através da propagação de onda ultra-sônica independe do formato da amostra, podendo ser realizado tanto em corpos-de-prova prismáticos (4 cm x 4 cm x 16 cm) como em corpos-de-prova cilíndricos (5 cm de diâmetro e 10 cm de altura).

REFERÊNCIAS

Brasil, N. N. Rede Norte Nordeste. Recife: Departamento de Engenharia de Minas. UFPE, 2010.

ESTUDO DA ACESSIBILIDADE ATRAVÉS DA AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO: O CASO DE UM SHOPPING LOCALIZADO NA CIDADE DE JOÃO PESSOA - BRASIL

L. M. S. de Lima¹ e J. B. A. de Oliveira² e A. R. Meira.³

^{1, 2 e 3} Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) – Campus João Pessoa
luanasa.arquiteta@gmail.com - jamillydeoliveira1@hotmail.com - alexrmeira@uol.com.br

RESUMO

Oferecer condições adequadas às pessoas portadoras de necessidades especiais para que elas exerçam plenamente a cidadania implica, antes de tudo, em dar possibilidade de acesso às atividades das quais deseja participar. Os espaços públicos, que teoricamente deveriam ser plenamente acessíveis a todos os cidadãos, muitas vezes funcionam como barreiras intransponíveis. Visando avaliar essa questão de acessibilidade, o presente trabalho foi desenvolvido em um Shopping Center construído na cidade de João Pessoa, no Brasil. Através da Avaliação Pós-ocupação investigou-se tecnicamente o local, realizando medições, tomando como base a NBR 9050. Também foram entrevistadas pessoas portadoras de necessidades especiais que trafegavam pelo estabelecimento. Embora tenha sido observado o cumprimento de vários requisitos normativos, o Shopping analisado ainda carece de ajustes para que possa ser considerado adequado e acessível a qualquer público que por ele trafegue.

Palavras-chave: Avaliação pós-ocupação, acessibilidade, portadores de necessidades especiais.

1. INTRODUÇÃO

Um Shopping Center é constituído por um grupo de estabelecimentos de diferentes atividades comerciais unificados arquitetonicamente. Trata-se de um espaço privativo, fechado e monitorado, que visa recriar, no seu interior, a cidade idealizada, oferecendo-se como confortáveis e bonitos centros de consumo, lazer e serviços, destituídos de toda a negatividade do urbano (sujeira, poluição, dificuldade de estacionamento, violência urbana, insegurança, etc.). Com isso, deve promover condições adequadas de acessibilidade, buscando atender as necessidades da maior diversidade possível de usuários.

A preocupação em oferecer espaços cujas condições de uso sejam seguras e confortáveis é cada vez mais constante, sobretudo nos espaços edificados. Diante dessa reflexão e tendo em vista a qualidade ambiental que os shoppings centers devem possuir, tornam-se cada vez mais necessários estudos que avaliem as condições de acessibilidade para todos os usuários, inclusive àqueles que possuem necessidades especiais (idosos, pessoas com restrições temporárias, tais como, mães com carrinho de bebê, pessoas com muletas etc.) e aqueles com restrições oriundas de deficiência físicas.

As pessoas com necessidades especiais poderiam ter suas vidas facilitadas e independentes se houvesse uma maior preocupação com os ambientes e equipamentos para eles disponibilizados, através de uma adequada acessibilidade aos mesmos.

Neste sentido, o presente trabalho busca avaliar a questão de acessibilidade em um Shopping Center construído na cidade de João Pessoa (Brasil), utilizando-se, para tanto, da avaliação pós-ocupação. Tomando-se como base a Norma Brasileira NBR 9050, investigou-se tecnicamente o local, realizando medições e fazendo entrevistas com as pessoas portadoras de necessidades especiais que trafegavam pelo estabelecimento para fins de elaboração do diagnóstico, considerando a diversidade de usuários e a influência dos elementos ambientais presentes.

2. BREVE FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para a melhor compreensão da questão da acessibilidade espacial faz-se necessário uma breve abordagem teórica, detendo-se especificamente a conceituação do tema e aos dispositivos legais existentes, como será visto a seguir.

O conceito de acessibilidade, segundo a NBR 9050/2004 constitui “possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para utilização com segurança e autonomia de edificações, espaço, mobiliário, equipamento urbano e elementos”. Isso significa não apenas permitir que pessoas com deficiências ou mobilidade reduzida participem de atividades que incluem o uso de produtos, serviços e informação, mas a inclusão e a extensão do uso destes por todas as parcelas presentes em uma determinada população. Consequentemente, um espaço acessível é aquele de fácil compreensão, que permite ao usuário ir e vir, comunicar-se, assim como fazer parte de todas as atividades que esse espaço proporcione com segurança, conforto e autonomia, independentemente de suas necessidades específicas.

Pode-se entender também, como a possibilidade de plena integração entre as pessoas e os ambientes, permitindo que as atividades sejam realizadas com êxito, por todos os diferentes usuários. Garantir a acessibilidade para todos é uma tarefa difícil, pois deve-se abranger as necessidades espaciais de pessoas com as mais diferentes restrições, ou seja, pessoas com limitações em desempenhar atividades devido as suas condições físicas associadas às características dos ambientes (DISCHINGER; BINS ELY, 2006).

Neste trabalho, os aspectos abordados dizem respeito à questão arquitetônica, ou seja, aos fatores relacionados às condições de acessibilidade espacial, conforme descrevem Dischinger e Bins Ely (2006), através de quatro fatores:

- Orientação - possibilidade de distinguir o local onde se está, e o percurso que se deve fazer para chegar a um determinado destino a partir de informação arquitetônica e informações adicionais;
- Deslocamento - condições de movimento nos percursos horizontais e verticais e sua continuidade;
- Uso – condições que possibilitam a utilização dos equipamentos e a participação das atividades fins; e
- Comunicação - condições de troca e intercâmbio entre pessoas e entre pessoas e equipamentos de tecnologia assistiva (como terminais de computadores e telefones com mensagens de texto), que permitam o ingresso, o uso do ambiente e a participação nas atividades.

No que diz respeito aos dispositivos legais, na Constituição Federal Brasileira de 1988 consta que os fundamentos da nação são promover a dignidade da pessoa humana e garantir o exercício da cidadania para que não haja desigualdades sociais e sejam eliminados quaisquer preconceitos ou discriminações. Isto significa conceder a todos, inclusive as pessoas com deficiências, direitos sociais à educação, à saúde, ao trabalho, ao lazer e à segurança (BRASIL, 1988).

Também em nível federal, foi aprovado em dezembro de 2004 o Decreto nº 5.296 (BRASIL, 2004), o qual institui que, para a aprovação e licenciamento de projetos arquitetônicos e urbanísticos, a concepção e implantação devem atender os princípios do desenho universal, tendo como referenciais básicos às normas técnicas de acessibilidade da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

A ABNT, em 2004, elaborou a NBR 9050 – Acessibilidade às edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Este documento apresenta os requisitos básicos para a promoção da acessibilidade nos espaços, visando suprir a carência de referenciais técnicos a respeito da questão.

A NBR 9050 atende aos princípios do desenho universal, e deve ser aplicada a todos os projetos que virem a ser elaborados, construídos, bem como as reformas e ampliações de edificações e equipamentos já existentes. Prevê ainda, condições de acessibilidade em espaços edificados com estrutura física adaptada destinada a atender o maior numero de usuários possíveis. É importante ressaltar que os desenhos de soluções apresentados na norma são obrigações a serem seguidas e não sugestões projetuais.

3. METODOLOGIA

Para a realização desse trabalho, além da revisão bibliográfica e do estudo aprofundado da norma NBR9050/2004, procedeu-se com a pesquisa de campo. Esta buscou avaliar a relação entre os elementos e pessoas em situações reais, com o objetivo de coletar dados que pudessem servir de suporte para a discussão dos parâmetros técnicos da NBR 9050/2004.

Para se proceder com o estudo de campo contou-se com a combinação de diferentes instrumentos de investigação: observações, entrevistas e levantamentos físicos, fotográficos e medições. A utilização de diferentes procedimentos procurou sanar as limitações apresentadas por cada um, complementando-os. Cabe ressaltar que sua aplicação não obedeceu a uma ordem cronológica.

A seguir, serão descritas as etapas que compõem esta metodologia:

Observações: tais observações foram realizadas de forma sistemática, ou seja, em condições controladas para se responder aos propósitos que foram anteriormente definidos. Assim, buscou-se fazer com que os resultados correspondessem à realidade e não a ilusões derivadas da deficiência inerente aos sentidos humanos em captar a realidade.

Levantamento amostral em forma de questionários: organizado com a finalidade de aferir as dificuldades (ou não) dos usuários portadores de necessidades especiais com relação à acessibilidade aos espaços abertos do shopping. O estudo limitou-se aos acessos principais, estacionamentos, circulações

(horizontal e vertical) e sanitários. Foram escolhidos, de forma aleatória, um total de 15 portadores de necessidades especiais. A análise dos resultados levou em consideração todas essas fontes de evidência registradas no questionário.

Levantamento físico, medições e levantamento fotográfico: organizado através de um roteiro estruturado e realizado com o intuito de avaliar a acessibilidade aos diferentes espaços que impedissem o atendimento de maneira confortável a todos os usuários. O roteiro permitiu catalogar a situação dos ambientes em estudo. As medições e o levantamento fotográfico registraram a situação da implantação e as condições dos equipamentos nos espaços estudados, visando embasar sugestões que tornem o empreendimento mais inclusivo.

Processamentos dos resultados e análises: após a coleta de dados em campo, procedeu-se com a tabulação dos dados e as respectivas análises, realizadas à luz dos princípios da NBR 9050/2004.

Em função do grande número de parâmetros técnicos contidos na norma NBR 9050/2004 e do curto espaço de tempo para realização do estudo de campo, optou-se por avaliar os seguintes elementos: [1] acessos e circulações; [2] sanitários; e [3] vagas para estacionamentos.

4. RESULTADOS

Os resultados aqui apresentados foram provenientes dos questionários aplicados aos portadores de necessidades especiais, representados na Figura 1, bem como das observações e dos levantamentos técnicos realizadas no Shopping Center estudado.

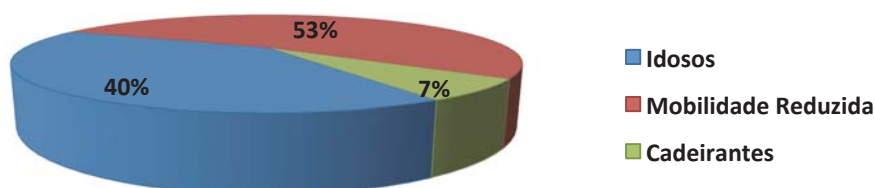


Figura 1- Quantidade de entrevistados

4.1 ACESSOS E CIRCULAÇÕES

O acesso ao Shopping Center e a acessibilidade vertical e horizontal aos ambientes públicos do shopping abrangem a existência e/ou adequação de áreas de circulação, pisos, corredores, rampas, degraus, corrimãos, elevadores, escadas rolante etc., cada um com suas pré-definições normativas detalhadamente estipuladas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, através da NBR 9050.

No caso estudado, o acesso ao shopping é feito através de escadas e rampas, sendo que neste estudo foram analisadas apenas as rampas, por serem elas a única opção de entrada aos portadores de necessidades especiais, alvo da presente pesquisa.

Segundo a NBR 9050 (BRASIL, 2004), a rampa deve ser estabelecida de acordo com o fluxo de pessoas. A largura livre mínima recomendável é de 1,50m, sendo o mínimo admissível 1,20m. Devem incorporar guias de balizamento, de no mínimo 5,0cm de altura, quando não houver paredes laterais, não se deixando, notadamente, de se observar a sua correta inclinação de 8,33% para novas construções e de 12,5% em reformas, quando esgotadas todas as possibilidades de soluções que atendam a norma.

No objeto de estudo foi constatado que o dimensionamento da maioria das rampas de acesso está de acordo com a Norma Brasileira. A rampa de entrada situada na fachada Oeste é a que apresenta menor

largura, 1,30m, e uma inclinação de 7,96% que, mesmo assim, obedece perfeitamente a norma. As rampas do shopping apresentam balizamento que varia de 5,0cm a 10,0cm de altura.

Apenas uma das quatro rampas de acesso ao shopping está apresentando distorção em relação ao estabelecido na NBR 9050. A rampa situada na esquina da fachada Norte com a fachada Leste apresenta uma inclinação de 9,65%. Por ter sido construída em uma etapa de ampliação, a mesma deveria estar dentro do estabelecido pela norma, visto que não havia restrição de área para ampliá-la, como pode ser observado na Figura 2.

O único problema questionado por uma boa parte dos entrevistados, cerca de 40%, é que por estarem localizadas nas laterais dos acessos principais, e em sua maioria apresentando vagas de estacionamento na frente, as rampas não ficam visíveis, obrigando os portadores de mobilidade reduzida, que desconhecem sua localização, a utilizar-se das escadas (Figuras 3 e 4).



Figura 2 - Rampa de acesso na esquina da Fachada Norte com a Leste.



Figura 3: Rampa de acesso na entrada Oeste com vagas na frente da rampa.



Figura 4: Rampa de acesso na esquina da Fachada Norte com a Fachada Leste.

A NBR 9050 recomenda ainda a instalação de corrimãos laterais com alturas de 0,92 e 0,70m do piso, ter largura entre 3,0 e 4,5cm sem arestas vivas, com afastamento das paredes de no mínimo 4,0cm livres. Além disso, devem ter acabamento recurvado prolongado 30,0cm do início e após o término da rampa, sem interferir a circulação, conforme NBR 9050 (BRASIL, 2004).

No shopping analisado, na maioria das rampas observa-se a existência de corrimãos em apenas uma das laterais e, mesmo assim, instalado de forma incorreta. A presença dos corrimãos duplos na maioria dos acessos apresenta alturas de 0,95e 0,75m com diâmetro de 5,0cm cada, sem prolongamento de 0,30m antes do início da rampa. O acesso oeste é o único que apresenta, em sua rampa, corrimãos nas duas laterais. Contudo, não dispõe das barras nas duas alturas, só uma a 1,05m e, mesmo assim, não oferece o balizamento exigido pela lei (Figura 5).

Dentro do shopping, o acesso aos pavimentos é feito através de escadas, escadas rolantes e elevadores (Figura 6), todos com dimensões adequadas a população.



(a) Esquina da Fachada Norte com Leste (b) Fachada Sul /Estacionamento Interno (c) Fachada Oeste

Figura 5: Corrimãos dos acessos sem o prolongamento no início da rampa.

As escadas rolantes existentes não apresentam plataforma para cadeiras de rodas e estão nas extremidades internas do Shopping, uma para subir do lado leste e outra para descer do lado oeste. Em torno de 33% dos idosos entrevistados apresentaram reclamações sobre este equipamento, com relação à distância entre elas. Os mesmos alegam ter que percorrer toda a extensão do pavimento para acessá-la.



(a)

(b)

(c)

Figura 6: Equipamentos de acessos verticais.

As circulações atendem a NBR 9050, pois apresentam larguras que variam de 1,20m no pavimento destinado apenas aos consultórios e a universidade (3º andar) e de 2,00 a 4,00m nos demais pavimentos do shopping (Figura 7). Conforme a norma, as circulações devem ter no mínimo 1,20m para corredores de uso comum com extensão até 10,00m, como é o caso do terceiro pavimento, e 1,50m para corredores com extensão superior a 10,00m. Corredores de uso público devem ter dimensões iguais ou maiores que 1,50m.

Com relação aos pisos, por exemplo, estes devem apresentar uma superfície regular, firme, estável, contínua, antiderrapante e estruturada, de forma a evitar trepidações nas cadeiras de rodas e ou escorregões das pessoas portadoras de mobilidade reduzida. O Shopping apresenta um piso regular e sem desníveis, mas não é um piso considerado como antiderrapante, pois tem sua superfície bastante polida.



Figura 7: Circulações do Shopping Center

Em algumas entradas se faz o uso de tapetes que estão embutidos no piso, com um desnível que não chega a atrapalhar a passagem do cadeirante, pois é inferior a 5,0mm como determina a norma.

4.2 SANITÁRIOS

De acordo com a norma de acessibilidade a edificações, os sanitários acessíveis devem localizar-se em rotas acessíveis, próximos à circulação principal, preferencialmente próximos ou integrados às demais instalações sanitárias. Também devem ser devidamente sinalizados.

O acesso ao sanitário do primeiro pavimento está localizado em uma rota acessível e é feito através de uma rampa de 1,20m de largura, com corrimão duplo prolongado em apenas um dos lados nas alturas de 0,90m e 0,75m. A inclinação da mesma corresponde a 15,38%, totalmente em desacordo com o permitido pela legislação e ainda tornando-se um obstáculo no acesso a um telefone público e a escada (Figura 8).

Os sanitários de uso público devem ter no mínimo 5% do total de cada peça instalada acessível, respeitada no mínimo uma de cada. Quando houver divisão por sexo, as peças devem ser consideradas separadamente para efeito de cálculo. Recomenda-se a instalação de uma bacia infantil para uso de crianças e de pessoas com baixa estatura.

No local estudado, os banheiros para PNEs são integrados aos demais, separados de acordo com o sexo, onde se observa a existência de um boxe adaptado a PNE a cada seis convencionais, tanto no masculino como no feminino, mas não há banheiro ou boxe direcionado apenas às crianças.



Figura 8: Acesso aos sanitários do primeiro pavimento.

4.3 BOXE PARA BACIA SANITÁRIA ACESSÍVEL

De acordo com NBR 9050 (BRASIL, 2004), os boxes para bacia sanitária devem ter dimensões mínimas de 1,50 x 1,70m, garantir a área para transferência com dimensões mínimas de 0,80 x 1,20m e possuir portas de no mínimo 0,80m com aberturas para fora do boxe.

De acordo com o verificado *in loco*, os sanitários apresentaram dimensões diferentes, um medindo 1,40 x 1,53m, fora dos padrões da norma e outro com 1,75 x 1,50m adequando-se ao estabelecido pela NBR 9050. Além disso, apresentam áreas de transferências medindo 0,80 x 1,50m, lavatório dentro do boxe, barras de apoio e portas de 0,90m com abertura voltada para o lado externo, atendendo ao exigido pela legislação.

4.4 BARRAS DE APOIO

Segundo a NBR 9050 (BRASIL, 2004), as barras de apoio utilizadas em sanitários devem obedecer ao seguinte critério: na lateral e no fundo, junto à bacia sanitária, devem ser colocadas barras horizontais para apoio e transferência, com comprimento mínimo de 0,75m a 0,80m de altura do piso acabado.

Procedendo-se com as medições, constatou-se que as barras de apoio existentes nos sanitários apresentam dimensões de 0,60m de comprimento em um dos sanitários femininos e 0,75m em outro, discordando do estabelecido em norma. Ambos estão a 0,80m de altura do piso, enquadrando-se na NBR 9050, no que diz respeito a esse requisito (Figura 9).

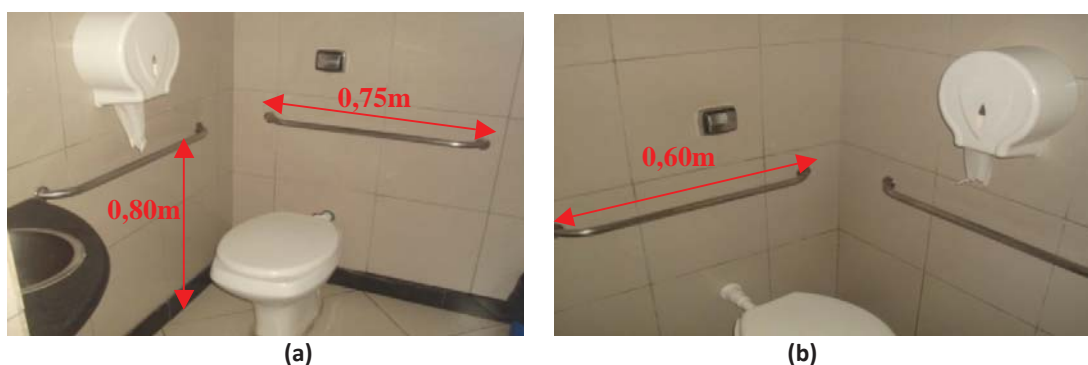


Figura 9: Barras de apoio dos sanitários.

4.4.1 Bacias sanitárias

As bacias sanitárias devem estar a uma altura entre 0,43m e 0,45m do piso acabado, medidas a partir da borda superior, sem o assento. Com o assento, esta altura deve ser de no máximo 0,46m. Já o acionamento da descarga deve estar a uma altura de 1,00m, do seu eixo ao piso acabado, e ser preferencialmente do tipo alavanca ou com mecanismos automáticos. Nos banheiros estudados, apesar da adaptação para elevar a bacia, a altura da mesma ficou com 0,43m, incluindo o assento. Quanto ao acionamento da descarga a altura encontrada foi de 1,05m (Figura 10).

4.4.2 Lavatórios

O elemento relacionado não está totalmente de acordo com a norma. Segundo a mesma, os lavatórios devem ser suspensos, sendo que sua borda superior deve estar a uma altura de 0,78m a 0,80m do piso acabado e respeitando uma altura livre mínima de 0,73m na sua parte inferior frontal. O sifão e a tubulação devem estar situados a no mínimo 0,25m da face externa frontal e ter dispositivo de proteção do tipo coluna suspensa ou similar. Não é permitida a utilização de colunas até o piso ou gabinetes.

Os lavatórios dos banheiros para PNEs do Shopping Center estão localizados dentro do boxe, possuem altura de 0,90 m do piso acabado e uma altura livre de 0,80 m, apresentando o sifão e tubulação aparentes, em desconformidade com a lei (Figura 11). Já as torneiras das bancadas dos boxes estão de acordo com a NBR 9050, pois são acionadas por dispositivos de pressão e estão dentro do alcance estabelecido.



Figura 10: Bacia sanitária adaptada a PNE.



Figura 11: Lavatórios dos banheiros.

4.5 VAGAS DE ESTACIONAMENTO

As vagas para estacionamento de veículos conduzidos por pessoas com necessidades especiais devem ter sinalização horizontal e vertical. Os percursos entre o estacionamento de veículos e as entradas principais devem compor uma rota acessível. Quando da impraticabilidade de se executar rota acessível entre o estacionamento e as entradas acessíveis, devem ser previstas vagas de estacionamento exclusivas para pessoas com necessidades especiais, interligadas à(s) entrada(s) através de rota(s) acessível(is).

No shopping, pode-se observar a presença de vagas destinadas a PNEs, tanto no estacionamento externo (recuos laterais Norte e Oeste) quanto no estacionamento interno. Nos estacionamentos externos, as vagas para cadeirantes ficam próximas às rampas de acesso e são bem sinalizadas. Em relação a isto, 33% das críticas realizadas pelos entrevistados são em relação ao desrespeito dos demais usuários para com a vaga. Eles relatam que muitas pessoas não portadoras de necessidades especiais ocupam as vagas reservadas e, quando não, os cones colocados para evitar esse desrespeito, fecham o livre acesso dos PNEs,

fazendo com que haja a necessidade e o constrangimento de pedir ao segurança para retirá-los (Figura 12). Também são encontradas vagas reservadas e sinalizadas para as pessoas idosas, mas a rota acessível é comprometida, visto que, como não há espaço entre a edificação e a vaga de estacionamento, obriga esses pedestres a ter que transitar por trás dos veículos para ter acesso à entrada mais próxima.

Outra reclamação dos entrevistados foi referente ao tamanho das vagas de estacionamento, onde 15% das pessoas se queixaram que o espaço destinado a eles é estreito, principalmente no estacionamento do subsolo, cujas vagas destinadas aos PNEs posicionam-se uma atrás da outra e a área para descida do usuário fica na via de passagem dos outros veículos (Figura 13).



Figura 12: Sinalização horizontal e vertical.



Figura 13: Vaga delimitada para PNE do subsolo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao se analisar a NBR 9050, num primeiro contado, se vê de imediato que são várias as nuances normativas para uma boa e correta acessibilidade. Todavia, há de se pensar que um mundo inclusivo exige que se busque promover uma ação condigna de igualdade de tratamento e oportunidade a todos.

Para projetar ambientes acessíveis, é necessário primeiramente entender que o ambiente deve se adequar ao indivíduo e não o indivíduo ao ambiente. O ambiente deve minimizar o nível de solicitação, considerando as limitações das pessoas, entre elas estão os idosos, pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e ao mesmo tempo maximizar o aproveitamento de suas habilidades, promovendo a participação de todos igualmente, sendo um espaço seguro, acolhedor, agradável e confortável.

No tocante ao estudo de campo, especificamente as entrevistas realizadas, um dado que chamou a atenção foi que os portadores de necessidades especiais, idosos e pessoas com alguma mobilidade física, estão, de forma geral, satisfeitos com a acessibilidade no Shopping Center analisado, apesar de algumas desconformidades apresentadas e mostradas na avaliação técnica.

Embora tenha sido observado o cumprimento de vários requisitos normativos, o Shopping Center investigado ainda carece de alguns ajustes para que possa ser considerado totalmente adequado e acessível a qualquer público que por ele trafegue.

No caso da acessibilidade, são sugeridas a melhoria da visibilidade e a colocação de placas indicativas nos acessos às rampas, adequando os corrimãos de acordo com o exigido nas normas e fazendo a colocação dos corrimãos que estão faltando.

Com relação aos sanitários, recomenda-se a adequação dos equipamentos, como tamanhos dos boxes, altura das bancadas, tamanhos das barras e altura dos sanitários, para que possam dar o conforto

necessário aos PNEs. Também se faz necessária a adequação da rampa de acesso dos sanitários do primeiro pavimento, de forma que a inclinação máxima não ultrapasse os 12,5%.

Já para melhorar os estacionamentos, aconselha-se a organização do mesmo, de forma que permita a rota acessível livre. Além disso, também se faz necessário o redimensionamento das vagas especiais, deixando a área de descida de forma protegida, para garantir a segurança dos passageiros.

Espera-se com este trabalho reforçar a necessidade cada vez maior de se conceber espaços acessíveis e de se ouvir o usuário para conhecer seu perfil e necessidades, garantindo-lhe um ambiente adequado, em todos os aspectos já abordados, assegurando-lhe satisfação e conforto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Acessibilidade de pessoas portadoras de deficiências a edificação, espaços, Mobiliários e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, Senado, 1988.

BRASIL. **Decreto nº. 5.296, de 02 de dezembro de 2004**. Brasília, 2004.

DISCHINGER, M.; BINS ELY, V. H. M. **Promovendo acessibilidade nos edifícios públicos: guia de avaliação e implementação de normas técnicas**. Santa Catarina: Ministério Público do Estado, 2006.

ESTUDO DA INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO (CHAMOTE) EM FORMULAÇÕES PARA TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO

M. L. A. Silva ; D. V. Bazílio ; M. C. A. Maciel e S. K. J. Marques

Instituto Federal de Alagoas - Campus Palmeira dos Índios e Instituto Federal de Alagoas – Campus Palmeira dos Índios - Instituto Federal de Alagoas - Campus Palmeira dos Índios - Instituto Federal de Alagoas - Campus Palmeira dos Índios

mayaraifal@gmail.com – vb_dayane@hotmail.com – claraa-@hotmail.com – sheyla_karolina@hotmail.com

RESUMO

O presente trabalho consiste no estudo das características e propriedades tecnológicas de tijolos solo-cimento formulados a partir de misturas binárias e ternárias de cimento Portland, areia, água, com e sem adição de chamote, através de técnicas experimentais em laboratórios, com o objetivo de melhorar seu desempenho e diminuir seu custo utilizando o resíduo e, conseqüentemente, aumentando sua vida útil. Os tijolos de solo-cimento constituem uma das alternativas para a construção em alvenaria. Esses elementos, após pequeno período de cura, garantem resistência à compressão simples similar à dos tijolos maciços e blocos cerâmicos, sendo a resistência tanto mais elevada quanto maior for à quantidade de cimento empregada. O solo cimento é o material resultante da mistura homogênea, compactada e curada de solo, cimento e água em proporções adequadas. O produto resultante deste processo é um material com boa resistência à compressão, bom índice de impermeabilidade, baixo índice de retração volumétrica e boa durabilidade. O solo é o componente mais utilizado para a obtenção do solo-cimento. Para a determinação da mistura ótima, estudou-se a inclusão de teores de resíduos diferenciados (70%; 60%; 50%; 40% e 30%) onde foram confeccionados 15 corpos-de-prova para cada formulação. A avaliação dos tijolos confeccionados será feita a partir de ensaios de compressão simples, perda de massa por imersão e absorção de água.

Palavras-chave: solo-cimento, chamote, resistência, ensaios tecnológicos.

1. INTRODUÇÃO

Dentre vários tipos de construções, a execução de unidades habitacionais consiste numa importante área de atuação da engenharia civil. Na busca de soluções para os sistemas construtivos, são estudadas novas alternativas, métodos e materiais, os quais buscam a redução de custo, menor impacto ambiental, desenvolvimento sustentável, reaproveitamento de material, canteiros de obras mais limpos e eficientes.

A construção civil é uma atividade executada com a finalidade de atender às demandas básicas de moradia e prover instalações para o desenvolvimento de atividades produtivas (SOUZA, 2000).

Na construção de casas populares, uso de tijolos de solo-cimento, também conhecidos como tijolos ecológicos, é bastante difundido pela vantagem da sua rápida fabricação no próprio canteiro de obras, a mão-de-obra para operar os equipamentos não precisa ser especializada, podendo ser confeccionados pela própria comunidade, e também a boa qualidade e regularidade no aspecto final das peças, propiciando um menor consumo de argamassa de assentamento e de revestimentos. Dessa forma, as obras terminam em prazos mais curtos, promovendo uma relação custo-benefício bem mais satisfatória.

O solo-cimento é o material resultante da mistura homogênea, compactada e curada de solo, cimento e água em proporções adequadas. O produto resultante deste processo é um material com boa resistência à compressão, bom índice de impermeabilidade, baixo índice de retração volumétrica e boa durabilidade. O aproveitamento do chamote vem a ser bastante oportuno, do ponto de vista ambiental, já que o impacto na sua disposição é reduzido.

Para que um produto seja aceito no mercado, sem restrições é necessário conhecer muito bem o seu comportamento físico, químico e potencial de utilização. No caso de resíduo é preciso avaliar também a possibilidade de impactos que possam ser causados por ocasião do seu beneficiamento (PERA, 1996).

Este trabalho tem o objetivo de comprovar a eficiência do uso do resíduo chamote na fabricação de tijolos solo-cimento, tornando o tijolo de solo-cimento-chamote com uma maior resistência mecânica e menor absorção de água. Espera-se, portanto, que esta pesquisa propicie a utilização desse resíduo por motivos técnico e ambientais proporcionando condições da qualidade de vida.

2. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

2.1 Análise granulométrica

O ensaio de granulometria é o processo utilizado para a determinação da porcentagem em peso que cada tamanho de partículas representa na massa total ensaiada. Através dos resultados obtidos desse ensaio é possível a construção da curva de distribuição granulométrica possibilitando assim a determinação de suas características físicas.

Na Figura 1 a seguir, apresenta a curva granulométrica do solo utilizado nas formulações e revela que o material é bem graduado, possuindo vários tamanhos de grãos (partículas).

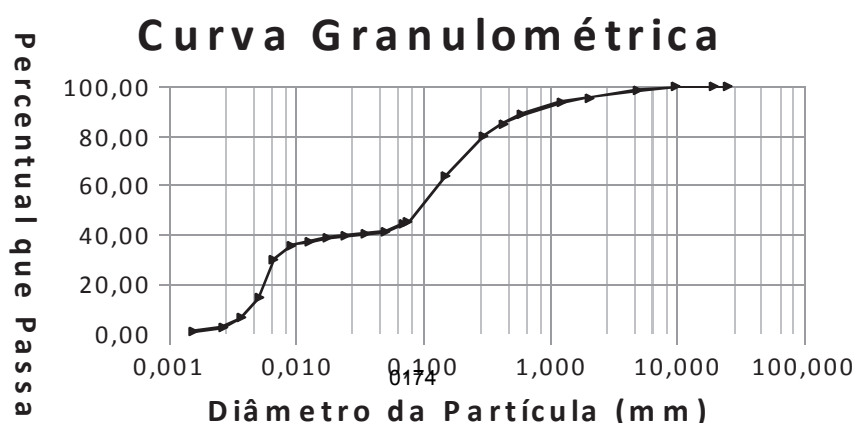


Figura 1. Curva Granulométrica

2.2 Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade

De modo semelhante, a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, através de suas normas NBR 10832 e 10833, estabelece critérios para seleção de solos a serem utilizados na fabricação de tijolos maciços de solo-cimento, onde o limite de liquidez deve ser menor que 45% e o limite de plasticidade menor que 18%.

A Tabela 1 apresenta o resultado dos limites de liquidez e plasticidade, para o solo utilizado, e o resultado do índice de plasticidade. Ficou comprovado, conforme as solicitações da Norma NBR 10832 e 10833, que o solo é próprio para utilização na fabricação de tijolo solo-cimento, não havendo necessidade de correção no solo para obtenção de melhores resultados.

Tabela 1– Limite de liquidez e limite de plasticidade

Ensaio	%
Limite de Liquidez	26,89%
Limite de Plasticidade	18,37%
Índice de Plasticidade	8,52%

2.3 Resistência dos Corpos de Prova

A Tabela 2 apresenta a dosagem seguida da resistência à compressão. Em termos de resistência à compressão simples, todos os tijolos atenderam aos requisitos da NBR 8492 empregada para tijolos prensados de solo-cimento. Essa norma estabelece, como mínimo, o valor médio de 2,0 MPa e nenhum valor inferior a 1,7 MPa aos 7 dias de idade.

Tabela 2: Resistência à compressão dos corpos-de-prova feitos de tijolos.

Dosagem	Resistência à compressão	Desvio padrão
Solo + 14% de cimento	3,22 MPa	± 0,04
Chamote+ 14% de cimento	2,21 MPa	± 0,02
Solo + 14% de cimento + 70% de chamote	3,67 MPa	± 0,06
Solo + 14% de cimento + 60% de chamote	3,28 MPa	± 0,02
Solo + 14% de cimento + 50% de chamote	3,92 MPa	± 0,03
Solo + 14% de cimento + 40% de chamote	4,06 MPa	± 0,02
Solo + 14% de cimento + 30% de chamote	4,08 MPa	± 0,02

Na Figura 2 é apresentado o gráfico de resistência média de compressão dos tijolos em função da porcentagem de resíduo.

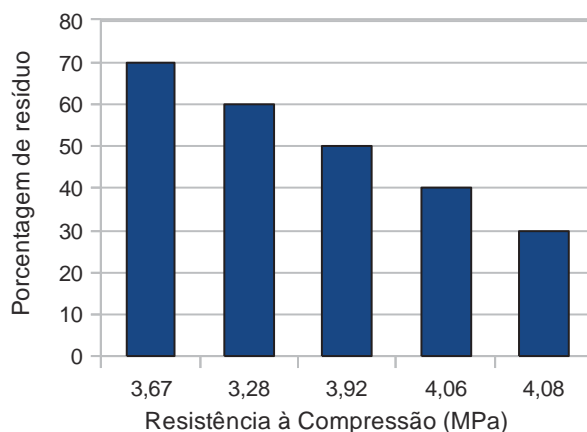


Figura 2: Resistência à compressão dos tijolos

Nota-se que quanto mais chamote incorporamos nos tijolos, menor sua resistência fica. Mas, todos os resultados foram satisfatórios e atenderam a resistência mínima prescrita na normalização.

2.4 Perda de Massa por Imersão

Foram seguidas as diretrizes do ME 26 – IPT/BNH – Determinação de perda de massa por molhagem e secagem de tijolos solo-cimento – Método de ensaio. Conforme mostrado na Tabela 3 os tijolos apresentaram uma perda de massa dentro dos padrões especificados na norma, que atribui uma perda de massa para o tijolo de solo-cimento até 5%.

Foi observado que os tijolos moldados com o teor máximo de resíduo obteve uma maior perda de massa e a medida que o resíduo é diminuído na formulação dos tijolos apresenta uma menor perda de massa.

Tabela 3: Ensaio de Perda de Massa por Imersão.

Dosagem	PMI (%)	Desvio
Solo + 14% de cimento	3,5	± 0,06
Chamote + 14% de cimento	4,6	± 0,07
Solo + 14% de cimento + 70% de chamote	4,4	± 0,05
Solo + 14% de cimento + 60% de chamote	4,4	± 0,05
Solo +14% de cimento + 50% de chamote	4,3	± 0,04
Solo + 14% de cimento + 40% de chamote	4,1	± 0,04
Solo + 14% de cimento + 30% de chamote	3,7	± 0,02

2.5 Absorção de Água

O ensaio foi realizado de acordo com a NBR-8492 onde os tijolos são secos em estufa até a constância de massa, retirados e pesados. Em seguida, são imersos por 24 horas em água, de onde são retirados para nova pesagem e cálculo dos respectivos valores de absorção. Verificou-se que todos os traços atenderam a NBR 8492, que prescreve absorção máxima de 20%.

Nota-se decréscimos nos valores de absorção conforme se adiciona menores quantidades de resíduo chamote(Tabela 4).

Tabela 4: Ensaio de Absorção de água dos corpos-de-prova moldados.

Dosagem	Absorção de água (%)	Desvio padrão
Solo + 14% de cimento	15,6	± 0,3
Chamote + 14% de cimento	14	± 0,3
Solo + 14% de cimento + 70% de chamote	13,5	± 0,3
Solo +14% de cimento + 60% de chamote	16,9	± 0,4
Solo +14% de cimento + 50% de chamote	16,7	± 0,3
Solo +14% de cimento + 40% de chamote	15,9	± 0,3
Solo + 14% de cimento + 30% de chamote	15,7	± 0,3

2.6 Confeção dos corpos-de-prova

Os corpos-de-prova, moldados com o material na umidade ótima, previamente determinada para cada composição por meio do ensaio de compactação. Após a confecção, os corpos-de-prova transferidos para uma superfície plana, durante os 07 (sete) primeiros dias, os elementos permaneceram mantidos úmidos por meio de um borrifador, a fim de garantir a cura necessária. O uso do borrifador mostrou-se eficiente por espalhar a água de forma uniforme. Os tijolos foram moldados com ajuda de uma prensa manual, as dimensões dos tijolos são de 20 x 10 x 4,5 cm.

Na Figura 3 ilustra os tijolos moldados .



Figura 3: Tijolos maciços confeccionados

3 CONCLUSÃO

Após análise e discussão dos resultados obtidos nos ensaios realizados, conclui-se que:

A incorporação do resíduo chamote possibilita condições técnicas favoráveis para se produzir tijolos prensados de solo-cimento com qualidade e de custo inferior, podendo ser produzidos em um canteiro de obras, não precisando de mão de obra qualificada.

É uma alternativa tecnicamente viável, prática e ecologicamente correta, pois contribui para a redução do volume de materiais descartados na natureza, reduz a exploração dos recursos naturais e com dispensa da queima na fabricação dos tijolos, evita o desmatamento e a emissão de gases tóxicos ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6457: Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização.** Método de ensaio. São Paulo, 1986. 9p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6459: Solo -Determinação do limite de liquidez.** Método de ensaio. São Paulo, 1984. 6p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6508: Grãos de solos que passam na peneira de 4,8 mm – Determinação da massa específica.** Método de ensaio. São Paulo, 1984. 8p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7180: Solo -Determinação do limite de plasticidade.** Método de ensaio. São Paulo, 1984. 3p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7181: Solo– Análise granulométrica.** Método de ensaio. São Paulo, 1984. 15p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7182: Solo– Ensaio de compactação.** Método de ensaio. Rio de Janeiro, RJ, 1986. 10p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 8491: Tijolo maciço de solo-cimento.** Especificação. Rio de Janeiro, RJ, 1994. 4p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 8492: Tijolo maciço de solo-cimento – Determinação da resistência à compressão e da absorção d'água.** Método de ensaio. Rio de Janeiro, RJ, 1984. 5p.

FIQUEROLA, V. **Alvenaria de solo-cimento.** Revista *Techné*, n. 85, abr., São Paulo: Editora Pini, 2004.

LOPES, W. G. R. **Solo-cimento reforçado com bambu: características físico-mecânicas.** Campinas, SP: 2002. 158p. Dissertação de Doutorado. UNICAMP.

PERA, J. State. In: **Workshop sobre reciclagem e reutilização de resíduos como materiais de construção**, 1996, São Paulo.

ROLIM, M. M.; FREIRE, W. J.; BERALDO, A. L. **Análise comparativa da resistência à compressão simples de corpos-de-prova, tijolos e painéis de solo-cimento.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 3, n. 1, p. 89-92, Campina Grande, PB: DEAg-UFPB, 1999.

ESTUDO DA VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE LODO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA EM BLOCOS DE VEDAÇÃO

N. R. S.¹; A. S. R.²; J. S.³; S. C. B. L.⁴; H. B. M. F.⁵

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima – Campus Boa Vista

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima – Campus Boa Vista

³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima – Campus Boa Vista

⁴Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima – Campus Boa Vista

⁵Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima – Campus Boa Vista

¹natalis_19@yahoo.com.br; ²apolianasr@hotmail.com; ³jozilenedesouza@yahoo.com.br; ⁴susana@ifrr.edu.br

RESUMO

A água é um recurso natural essencial para a existência da vida na Terra. Devido à poluição e à contaminação desse recurso faz-se necessário o seu tratamento para consumo humano. Entretanto, durante a realização da potabilização da água são gerados nos decantadores das Estações de Tratamento de Água (ETA's) resíduos denominados lodo de ETA, que em sua maioria tem como destino final os aterros sanitários ou simplesmente o lançamento na rede de esgoto ou nos rios. Tendo em vista o setor da construção civil apresentar enorme potencial para agregar resíduos de diversos ramos industriais em componentes para uso em construções como tijolos cerâmicos, blocos de concreto, argamassa e que os órgãos ambientais estão exigindo cada vez mais alternativas adequadas à destinação final desses resíduos, é que o presente trabalho objetivou analisar a viabilidade de inserir o lodo gerado na ETA de Boa Vista/RR em traços para a confecção de blocos manuais para alvenaria de vedação. As amostras de lodo colhidas dos decantadores foram caracterizadas quanto às propriedades físico-química e mineralógicas para verificar a possibilidade de incorporação do resíduo nos traços e propor uma solução alternativa de aproveitamento do resíduo gerado nos tanques de decantação da referida estação de tratamento. Foram preparadas composições com percentuais de substituição do lodo por 20% do agregado miúdo em peso, no traço inicial 1:0,5:10, para blocos de vedação com dimensões de 5cm x10cm x 20cm. Os blocos foram confeccionados em prensa manual e submetidos a ensaios mecânicos e físicos para determinação da resistência à compressão simples e absorção de água, após 28 dias de cura. Os resultados indicaram a viabilidade da incorporação de lodo de ETA em substituição parcial ao agregado miúdo.

Palavras-chave: Reaproveitamento; Lodo de ETA; Blocos de vedação.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento da demanda por água potável tem implicado em um aumento da geração de resíduos nas Estações de Tratamento de Água (ETA), os quais têm como destino mais comum os cursos d'água, mesmo estes sendo considerados como resíduo sólido e devendo estar alinhados com as considerações da NBR 10004 (2004). Entre as alternativas mais conhecidas, destacam-se: aplicação no solo, aterro sanitário, lançamento em redes de esgoto e utilização como matéria – prima em alguns tipos de indústrias (OLIVEIRA et al, 2004). No entanto, além dessas alternativas vem surgindo novas possibilidades de reaproveitamento de resíduos, através de tecnologias que visam o desenvolvimento sustentável e a preservação do meio ambiente.

O setor da construção civil é o maior consumidor de recursos naturais, absorvendo cerca de 20 a 50% do total de recursos naturais utilizados pela humanidade. A incorporação deste resíduo em matriz de concreto pode ser uma forma viável de destinação final, pois além de reduzir significativamente os impactos ambientais pela minimização da quantidade de recursos naturais utilizados, diminui a pressão sobre os aterros sanitários ou o seu lançamento em corpos de água (HOPPEN et al, 2005).

Devido à presença de compostos de Si, Al, Fe e argilomineral do grupo caulinita, a utilização do lodo em traços com até 5%, foi proposta alternativamente em matrizes de concreto substituindo parcialmente os aglomerados miúdos e o cimento cuja extração também causa impacto ao meio ambiente (MARGEM et al, 2006).

Tendo em vista a importância do tema para a Engenharia Sanitária e Ambiental, este trabalho tem o propósito de estudar a viabilidade técnica da reciclagem do resíduo (lodo) gerado na Estação de Tratamento de Água do Município de Boa Vista/RR para utilização em traços na confecção de blocos de vedação para construção civil, estudando as características físico-químicas e mineralógicas do resíduo da ETA, bem como avaliando o efeito da incorporação do lodo proveniente da ETA de Boa Vista/RR nas propriedades físicas e mecânicas de blocos de vedação para uso na construção civil, após 28 dias de cura.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O crescimento das cidades tem aumentado consideravelmente a demanda por água potável. Para transformar a água bruta em água apropriada para consumo humano, a Estação de Tratamento de Água (ETA) utiliza os processos de coagulação, floculação, decantação e filtração, adicionados de diversos componentes formando resíduos que serão removidos na sedimentação e filtração principalmente nos decantadores, sendo estes resíduos chamados de lodo de ETA (TSUTIYA; HIRATA, 2001).

Segundo Grandin et al (1993) o lodo de ETA é constituído de resíduos sólidos orgânicos e inorgânicos provenientes da água bruta, tais como: algas, bactérias, vírus, partículas orgânicas em suspensão, colóides, areias, argila, siltes, cálcio, magnésio, ferro, manganês, etc. Estes constituintes são observados em formas de hidróxidos de alumínio em grande quantidade, provenientes da adição de produtos químicos e, em alguns casos, polímeros condicionantes também utilizados no processo (SILVA; BIDONE; MARQUES, 2000 apud HOPPEN, 2005).

Mesmo esse lodo sendo classificado como “resíduo sólido” pela NBR 10004 (2004), durante anos, os resíduos gerados nas ETA's têm sido lançados diretamente nos cursos de água por constituir o método mais barato de disposição.

Um dos grandes desafios é a busca de alternativas economicamente e tecnicamente viáveis, e ambientalmente vantajosas de destinação final do lodo de ETA. A utilização benéfica deste resíduo pode ser considerada uma oportunidade para aumentar a receita das empresas de saneamento, mas, principalmente, reduzir custos e impactos ambientais associados a este rejeito (TSUTIYA; HIRATA apud HOPPEN, 2005). Cordeiro (2000) complementa que a utilização de lodo de ETA como matéria – prima pode reduzir a quantidade de recursos naturais utilizados, além de deixar de ocupar espaços em aterro sanitário.

Em várias partes do mundo, o tratamento e a disposição de lodos de ETA's vêm sendo tratado como oportunidade de aumento de receita e, principalmente, redução de custos e de impactos ambientais em empresas e sistemas autônomos de saneamento básico. Uma das formas de economia neste processo é o aproveitamento do lodo gerado para utilização em outras atividades, tais como: fabricação de cimento,

Natal-RN -2011

fabricação de tijolos, cultivo de grama comercial, compostagem, solo comercial, plantação de cítricos, melhoria da sedimentabilidade em águas com baixa turbidez, construção civil (estudo com argamassa e concreto). No entanto, são necessários estudos específicos da composição e controle de dosagem do lodo aplicado, de modo a garantir tanto a preservação do meio ambiente e a saúde da população, quanto à fabricação de produtos com qualidade (MEGDA et al, 2005).

O enorme potencial para absorção de matérias-primas torna a construção civil um dos segmentos industriais mais atrativos, devido os componentes para construção civil como concreto, argamassas, massas cerâmicas, blocos de vedação, etc., poder incorporar vários tipos de resíduos. Uma das alternativas mais viáveis, na atualidade, para o destino de resíduos gerado em diferentes segmentos industriais, consiste, basicamente, na incorporação de um determinado percentual do resíduo na massa ou no traço para geração de um novo produto. Menezes et al (2002), Moreira et al, (2003) e Uslu e Arol (2004) ressaltam que esta é uma tecnologia adequada na reciclagem de resíduos industriais e constitui-se num dos aspectos implementados pelo Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), preconizado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia do Governo Federal.

Observa-se uma crescente demanda ao longo dos anos para o aproveitamento do lodo de ETA nos efluentes de algumas indústrias que não podendo devolvê-los ao manancial onde aduziu a água para utilização no processo de sua fábrica ou empresa, é obrigada a acondicioná-lo de forma segura e adequada em aterros ou cavas (Mothé et al, 2004).

Segundo Cabis e Dos Santos (2001), entre as indústrias em nível mundial, a construção civil é uma das mais importantes, acarretando grandes quantidades de perdas em seus processos. O uso dos resíduos e desperdícios, próprios e de outras indústrias, torna-se um desafio para seus administradores, que tentam minimizar os custos de materiais e insumos a serem usados nos projetos. Para Angulo et al (2000), a reciclagem de resíduos faz parte do Desenvolvimento Sustentável na construção civil.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Para realização deste trabalho foram utilizados os seguintes materiais: cimento, cal, agregado miúdo e lodo proveniente da limpeza dos tanques de filtração da Estação de Tratamento de Água (ETA) da CAER (Companhia de Água e Esgoto de Roraima) do Município de Boa Vista/RR.

3.2 Metodologia

Identificação da Estação de Tratamento de Água (ETA) de Boa Vista/RR – realizou-se visitas à ETA com o objetivo de observar as fases de tratamento da água desde a captação no Rio Branco até sua reservação, buscando informações sobre o coagulante químico utilizado, a lavagem dos decantadores e o destino final do lodo.

Coleta do resíduo (lodo) – a coleta do resíduo foi realizada com a ajuda dos operadores da CAER durante a lavagem de um dos decantadores da ETA 1 (Estação de Tratamento de Água 1). Esse material, após coletado, foi colocado em garrafas plásticas, devidamente lavadas, e encaminhado ao IFRR para os devidos procedimentos de análise.

Após a coleta o material foi levado ao Laboratório de Materiais de Construção e Mecânica dos Solos/IFRR/Campus Boa Vista, realizando-se o beneficiamento que consistiu na secagem completa, em estufa a 100 °C, durante 24h. O material foi destorroado manualmente no almofariz com ajuda da mão de gral e peneirado em malha 200 (abertura de 0,075mm), sendo enviado à UFCG/PB (Universidade Federal de Campina Grande -Paraíba), para realização dos ensaios de caracterização física, química e mineralógica.

☐Análise química por fluorescência de raios ☐

Realizou-se a análise química através da fluorescência de raios ☐ que é uma poderosa técnica não destrutiva, a qual permite uma análise qualitativa (identificação dos elementos presentes numa amostra) e também quantitativa, estabelecendo a proporção em que cada elemento se encontra presente.

☐Difração de raios ☐

A difração de raios X tem como finalidade a caracterização mineralógica das matérias-primas alternativas, neste caso o lodo. O ensaio foi realizado em um Difratômetro SHIMADZU RD-6000 com radiação $CuK\alpha$, tensão de 40 kV, corrente de 30 mA, modo fixe time, com passo de 0,02 e tempo de contagem de 0,6s, com ângulo 2θ percorrido de 10 a 60.

Ensaio de granulometria a laser do resíduo

A granulometria foi através da análise granulométrica por difração a laser cujo método consiste na dispersão de partículas em fase líquida associada com um processo de medida óptica. Neste método é combinada a relação proporcional entre a difração do laser e a concentração e tamanho das partículas.

Determinação dos traços

Como forma de estudo prévio utilizou-se o traço 1:0,5:10 (Cimento:Cal:Agregado Miúdo), onde substituiu-se 20% do agregado miúdo por lodo da ETA, ficando: 1:0,5:8,0:2,0 em peso.

Moldagem dos blocos

A moldagem dos blocos de vedação com substituição de 20% do agregado miúdo por lodo na ETA, em peso, foi realizada em prensa manual (Figura 1) para o traço 1:0,5:8,0:2,0 (Cimento:Cal:Agregado Miúdo:Lodo). Após 28 dias de cura em ambiente úmido, os blocos foram rompidos para avaliação de resistência à compressão simples e determinado o teor de absorção de água (NBR 8492, 1984), bem como se verificou as dimensões, planeza das faces e desvio em relação ao esquadro, conforme prediz a NBR 8491 (1984).



Figura 1 – Prensa usada na moldagem dos blocos

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

A Estação de Tratamento de Água de Boa Vista é convencional (de ciclo completo), seu processo de tratamento é constituído das seguintes etapas: captação, adução, coagulação, floculação, decantação, filtração, cloração e fluoretação e correção de pH (Figura 2a).

O coagulante químico utilizado para aglomerar partículas sólidas é o sulfato de alumínio. Após a aglomeração das partículas sólidas com a utilização de sulfato de alumínio, a água vai para o tanque de decantação, onde, por ação da gravidade, os flocos com as impurezas e partículas ficam depositados no fundo; gerando o lodo. A lavagem dos tanques de decantação é manual, feita pelos operadores da CAER a cada quinze dias, conforme Figura 2b. Observou-se ainda que após esta lavagem o lodo é lançado diretamente no Rio Branco, podendo causar problemas à comunidade aquática.



Figura 2a – ETA de Boa Vista/RR e 2b - Lavagem de tanque de decantação.

4.1 Estudo das características físico-químicas e mineralógicas do resíduo da ETA

A composição química da amostra do resíduo coletado na ETA foi determinada por fluorescência de raios X, conforme resultados apresentados na Tabela 1, abaixo.

Tabela 1 - Resultados da análise química do lodo da ETA de Boa Vista/RR, por fluorescência de raios X (FRX).

Compostos analisados	Análise Química Quantitativa (%)
SiO ₂	45,460
Al ₂ O ₃	30,500
TiO ₂	1,230
Fe ₂ O ₃	10,168
MnO	0,103
MgO	1,033
CaO	0,493
Na ₂ O	0,100
K ₂ O	1,039
P ₂ O ₅	0,226
V ₂ O ₅	0,046
Cr ₂ O ₃	0,041
Br	0,005
Perda ao Fogo (PF)	2,400
SOMA	100,00

Analisando os dados da Tabela 1, verificou-se que, similarmente ao que foi constatado na literatura (Cordeiro, 2001; Bidone et al, 2001), a análise do lodo seco pulverizado, por FRX, revelou a presença de compostos de Al, Si e Fe em maior concentração, correspondendo à cerca de 93,20%. A perda ao fogo do resíduo de ETA é relativamente alta, da ordem de 2,40%, que pode estar relacionada principalmente com a presença de argilominerais, hidróxidos e matéria orgânica.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados da análise do ensaio de lixiviação e solubilização do lodo da ETA de Boa Vista/RR, juntamente com a concentração máxima definida para cada ensaio, (NBR 10005, NBR 10006 e NBR 10007, 2004). Observou-se que os resultados obtidos para o ensaio de lixiviação estão em consonância com a Norma Técnica, estando dentro dos limites máximos estabelecidos, indicando que este resíduo não apresenta características de periculosidade, sendo classificado como

resíduo Classe II (não perigoso-não inerte), conforme NBR 10004 (2004). Verificou-se uma pequena alteração na concentração de chumbo (Pb), porém acredita-se que esta diferença, em relação ao estabelecido pela norma, seja insignificante, visto que o limite máximo permitido é de 1,00mg/l e o valor encontrado foi de 1,06mg/l.

Tabela 2 - Concentrações de metais (mg/l) encontrados no lodo da ETA do Município de Boa Vista/RR.

Parâmetros	Lodo da ETA (Boa Vista/RR)	Limite Máximo mg/l
Sódio (Na)	4,0	
Potássio (K)	4,58	
Silício (Si)	10,0	
Cálcio (Ca)	28,0	
Estrôncio (Sr)	2,96	
Magnésio (Mg)	19,50	
Chumbo (Pb)	1,06	1,00
Ferro (Fe)	0,042	
Manganês (Mn)	30,01	
Cromo (Cr)	0,86	5,00
Fósforo (P)	0,11	
Alumínio (Al)	0,30	
Zinco (Zn)	0,48	
Cobre (Cu)	0,09	
Bário (Ba)	1,2	0,0
Cobalto (Co)	0,05	
Níquel (Ni)	1,16	
Cádmio (Cd)	0,2	0,50

Limites Máximos permissíveis para o ensaio de lixiviação, NBR 10.005 (ABNT, 2004).

□ Parâmetro não considerado pela NBR 10.004/198

Comparando-se estes resultados com os da Tabela 2, observou-se que foram detectados os elementos químicos Pb, Cd, Cu e Cr, em pequenas proporções. A concentração destes metais no lodo varia de acordo com o local de coleta, ou seja, com o tipo de contaminante presente na água a ser tratada e com a quantidade destes elementos químicos no agente coagulante utilizado.

O difratograma de raios X do resíduo coletado na ETA é mostrado na Figura 3. Verificou-se picos de difração característicos das fases cristalinas referentes principalmente à caulinita ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$) e sílica (SiO_2) ou quartzo. Ainda há indícios da presença da mica moscovita detectada por seus picos menos intensos.

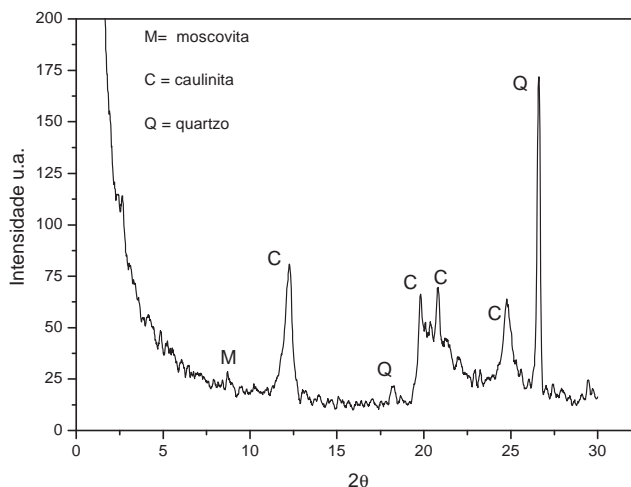


Figura 3 – Difratoograma de raios X (DRX) do lodo da ETA, Boa Vista/RR.

O resultado do ensaio de granulometria a laser com o resíduo é mostrado na Figura 4. Para realização desse ensaio as amostras foram beneficiadas em peneira ABNT n°200 (0,075mm), dispersas em 250ml de água destilada em agitador a velocidade de 1000rpm por 10min. Em seguida a dispersão foi colocada em um equipamento Modelo 1064 da CILAS, em modo úmido, até atingir a concentração ideal, que é de 150 unidades de difração/área de incidência.

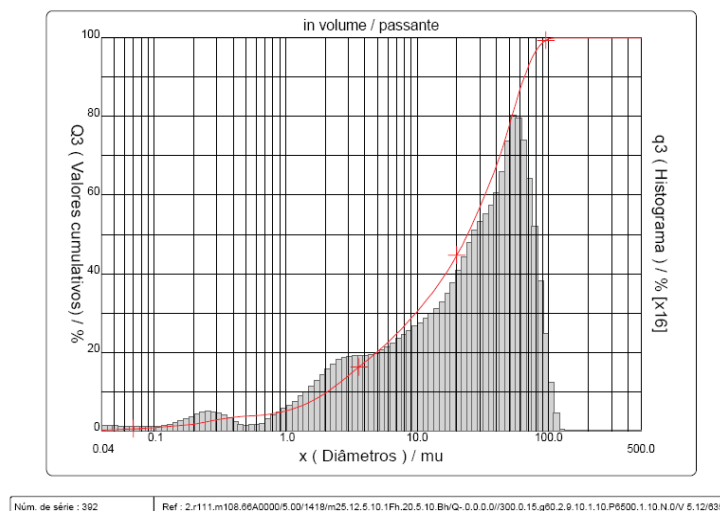


Figura 4 – Granulometria a Laser do lodo da ETA, Boa Vista/RR.

No ensaio de granulometria verificou-se que o lodo tem aparência e granulometria semelhante às argilas, dado relevante para a caracterização do resíduo.

4.2 Moldagem dos Blocos

Após o estudo das características físico-químicas e mineralógicas do resíduo, moldou-se os blocos de vedação com substituição de 20% de agregado miúdo por lodo, dimensões 5cm x 10cm x 20cm os quais foram submetidos a ensaios de resistência à compressão simples e absorção de água, por 28 dias de cura.

A Figura 5 mostra os blocos de vedação, com dimensões de 5cm x 10cm x 20cm, moldados com 20% de lodo em substituição ao agregado miúdo, em peso.



Figura 5 – Blocos de Vedação com Lodo.

Para cada ensaio foram confeccionados 3 (três) blocos no traço 1:0,5:8,0:2,0 (cimento:cal:agregado miúdo:lodo), que após a secagem permaneceram imersos em água durante 28 dias. Consumado esse período, realizou-se os ensaios de Resistência a Compressão Simples (RCS) e Absorção de Água (ABS), cujos resultados são apresentados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente:

Tabela 3 - Resistência à Compressão Simples dos blocos

TRAÇO	RCS kg/cm ²	RCS (MPa)
1:0,5:8,0:2,0	210,00	2,10
	210,00	2,10
	200,00	2,00
Média	206,67	2,06

Tabela 4 – Teor e Absorção de Água dos blocos

TRAÇO	ABS (%)
1:0,5:8,0:2,0	18,67
	19,30
	18,85
Média	18,94

Analisando as dimensões dos blocos, de acordo com a norma NBR 8491 (1984), todas as amostras podem ser aceitas, no que reverencia a dimensões.

Para a resistência à compressão, as amostras foram ensaiadas de acordo a NBR 8492 (1984), a qual estipula que os valores médios devem ser superiores a 2,00 MPa (20 kgf/cm²) e nenhum valor individual deve ser inferior a 1,00 MPa (10 kgf/cm²) para blocos com idade mínima de sete dias. No presente trabalho, a idade mínima adotada foi de 28 dias (tempo de cura). Verificou-se que os blocos com percentuais de 20% de lodo totalmente seco atendem aos limites da norma, apresentando média de RCS igual a 2,06MPa.

Para a absorção de água, segundo a Norma NBR 8492 (1984), os blocos confeccionados com 20% de lodo em substituição ao agregado miúdo encontram-se com valores inferiores aos estabelecidos pela norma, ou seja, abaixo de 20%, variando de 18,67% a 19,30%, com média de 18,94%.

Natal-RN -2011

Cabis e Dos Santos (2001) citado por Porras et al (2008) também estudaram tijolos de fabricação manual com percentuais de substituição de 10%, 15%, 20% e 25% de lodo desidratado na estufa, mas constatou que em todos os blocos ocorre perda de material da superfície por atrito.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados alcançados nesse trabalho, em relação às dimensões dos blocos foram compatíveis com os valores aceitos pela norma NBR 8491 (1984).

Para a resistência a compressão simples, observou-se que os blocos produzidos com a mistura de cimento, cal, agregado e lodo atendem aos requisitos estabelecidos pela norma brasileira NBR 8492 (1984), para a idade dos blocos e o traço em estudo.

No estudo de absorção de água, os blocos confeccionados com 20% de lodo em substituição ao agregado miúdo, obtiveram valores inferiores aos estabelecidos pela NBR 8492 (1984), com média em torno de 18,94%. Porém, estudiosos que realizaram estudos nessa linha de pesquisa, constataram que ocorre em todos os blocos perda de material da superfície por atrito.

Diante do exposto pode-se concluir que os blocos produzidos com a mistura de cimento, cal, agregado e lodo atendem às normas brasileiras em relação aos parâmetros de absorção de água e resistência à compressão simples, para o traço em estudo.

REFERÊNCIAS

INGULO, S. C.; ORDAN, S.E.; OHN, V. M. **Desenvolvimento sustentável e reciclagem de resíduos na construção civil**. PCC -Departamento Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica. EPUSP, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-8491**: Tijolo maciço de solo-cimento - Especificação. Rio de Janeiro; 1984.

ABNT. **NBR -8492**: Tijolo maciço de solo-cimento - Determinação da resistência à compressão e da absorção d'água - Método de ensaio. Rio de Janeiro; 2004.

ABNT. **NBR -10004**: Resíduos Sólidos: Classificação. Rio de Janeiro; 2004.

ABNT. **NBR -10005**: Lixiviação de resíduos. Rio de Janeiro, 2004 (b). 10p.

ABNT. **NBR -10006**: Solubilização de resíduos. Rio de Janeiro, 2004 (c). 2p.

ABNT. **NBR -10007**: Amostragem de resíduos. Rio de Janeiro, 2004 (d). 33p.

BIDONE, F.; SILVA, A. P.; MARQUES, D. M. **Anais da ABES, RIMA**. Rio de Janeiro (2001) 215-244.

CORDEIRO, S. **Anais da ABES, RIMA**. Pg 121-142. Rio de Janeiro (2001).

CORDEIRO, S. **Gerenciamento de Lodo de ETAs – Remoção de água, através de leitos de secagem e codisposição da fase sólida em matrizes de cimento e resíduos da construção civil**. São Carlos: UFSCar / FINEP: 2000. 145 p. Relatório Técnico PROSAB 2.

CYBIS, L. F.; DOS SANTOS, C. V. **Aplicação das técnicas de produção mais limpas na indústria da construção civil -estudo de caso**. I Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, 2001.

GRANDIN, S. R.; ALEM SOBRINHO, P.; GARCIA R., A. D. **Desidratação de Lodos Produzidos em Estações de Tratamento de Água.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 1ª, 1993, Natal. Anais... Natal: ABES, 1993. v.2, p. 324-341.

HOPPEN, C., et al. **Estudo de dosagem para incorporação do lodo de ETA em matriz de concreto, como forma de disposição final.** 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Campo Grande/MS, 2005.

MARGEM, I.; ALEANDRE, ; VIEIRA C. M. F.; MONTEIRO, S. N. **Cerâmica vermelha incorporada com lodo de ETA.** 1º CBECIMat -Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 15 a 19 de Novembro de 2006, Foz do Iguaçu, PR, Brasil. Disponível em www.metallum.com.br/1cbecimat/resumos/1cbecimat-102-036.pdf.

MEGDA, C. R. et al. **Propostas de aproveitamento de lodos gerados em ETAs.** 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Campo Grande/MS, 2005.

MENEZES, R. R.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C. **O estado da arte sobre o uso de resíduos como matérias-primas em cerâmicas alternativas.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 6 (2): 303-313. 2002.

MOREIRA, M. S.; FREIRE, M. N.; HOLANDA, N. F. **Utilização do resíduo de granito proveniente do estado do Espírito Santo em cerâmica vermelha.** Revista Cerâmica. 49 (319): 252-255. 2003.

MOTH, C.G.; MOTH FILHO, H.F.; COMARA, A. **Utilização do lodo residual do tratamento de água para a indústria da cerâmica vermelha.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 48. Curitiba; ABC, 2004, ref. 5-39.

OLIVEIRA, E.M.S.; MACHADO, S.Q.; HOLANDA, N.F. **Caracterização de resíduo proveniente de estação de tratamento de águas visando sua utilização em cerâmica vermelha.** Cerâmica, SÃO PAULO, BR, pg 324-330, 2004.

PORRAS, A. C.; LIMA ISAAC, R.; MORITA, D. **Incorporação do lodo das estações de tratamento de água e agregado reciclado de resíduo da construção civil em elementos de alvenaria -tijolos estabilizados com cimento.** Ciência e Ingeniería Neogranadina, Vol. 18-2, pp. 5-28. Bogotá, Diciembre, 2008. ISSN 0124-8100.

SILVA, A. P.; BIDONE, F. R. A.; MARQUES, D. M. L da M. **Avaliação da Lixiviação de Alumínio e da Produção de Ácidos Graxos Voláteis em Reatores Anaeróbios Utilizados para Estudar a Disposição Final de Lodos de ETAs em Aterros Sanitários.** In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, 7ª, 2000, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: AIDIS, 2000. 1 CDROM.

TSUTUYA, M. T.; HIRATA, A. Y. **Aproveitamento e Disposição Final de Lodos de Estação de Tratamento de Água do Estado de São Paulo.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21ª, 2001, João Pessoa. Anais... João Pessoa: ABES, 2001. 1 CD-ROM.

USLU, T.; AROL, A. L. – **Use of boron waste additive in red bricks.** Waste Management. 24: 213-220. 2004.

ESTUDO DO MÓDULO DE ELASTICIDADE DE CONCRETOS ESTRUTURAIS PRODUZIDOS COM MATERIAIS PROVENIENTES DA REGIÃO DE PALMEIRA DOS ÍNDIOS-AL

R. M. O. S. Gomes¹, K. Santos² e J. G. T. Silva³

¹Instituto Federal de Alagoas - Campus Palmeira dos Índios, ²Instituto Federal de Alagoas – Campus Palmeira dos Índios e ³Instituto Federal de Alagoas – Campus Palmeira dos Índios
ronald.muryellison@gmail.com – kellyane_santos@hotmail.com – jgtsilva@gmail.com

RESUMO

Este trabalho analisa o módulo de elasticidade estático de concretos convencionais produzidos com materiais disponíveis na região localizada nos arredores dos municípios alagoanos de Palmeira dos Índios e Arapiraca. De acordo com Neto & Helene (2002), o novo modelo de previsão da NBR 6118/2003 estima valores de módulo similares aos dos modelos estabelecidos internacionalmente, no entanto, estaria seguindo também situações específicas de países com condições muito diferentes do Brasil, podendo acarretar erros. Isto ressalta a necessidade de um estudo abrangente do módulo de elasticidade, incorporando situações e características específicas do país. Inicialmente, houve um estudo de caráter estatístico com a finalidade de mapear a origem dos agregados utilizados na confecção de concretos estruturais empregados na supracitada região do agreste alagoano, para em seguida, submetê-los a uma rígida caracterização no laboratório do IF-AL campus Palmeira dos Índios para determinação de uma dosagem, e logo após, moldagem e ensaio de corpos-de-prova para a determinação do módulo de elasticidade experimental e sua evolução ao longo do tempo. Finalizando o trabalho, foi feito um comparativo entre os resultados obtidos nos ensaios e aqueles calculados a partir da resistência à compressão, utilizando diversas equações encontradas na literatura técnico-científica.

Palavras-chave: módulo de elasticidade, concreto, NBR 6118 (2003), NBR 8522 (2008)

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos o controle tecnológico do concreto se deu basicamente através da medida de sua consistência e resistência à compressão, com o desenvolvimento de cimentos mais finos e mais reativos, a resistência à compressão não é suficiente para avaliar o desempenho do concreto na sua totalidade. Outras propriedades mecânicas, como módulo de elasticidade (estático e dinâmico), tenacidade à fratura, resistência à tração na flexão e resistência à fadiga, devem ser consideradas. No trabalho que se pretende desenvolver será dada uma ênfase ao estudo do módulo de elasticidade estático.

O módulo de elasticidade do concreto, diferentemente dos metais, varia em função das matérias primas utilizadas e de sua resistência mecânica, além disso, a microestrutura da zona de transição (pasta-agregado) também afeta esta propriedade mecânica. Como resultado é praticamente impossível se ter um único módulo para o composto cimentício. Outro fator a ser considerado é que apesar do agregado e da pasta apresentarem comportamento elástico, o mesmo não acontece com o concreto, isto estaria relacionado ao fato de que o concreto apresenta microfissuras (localizadas na zona de transição) mesmo antes do carregamento. O número e velocidade de propagação dependem das características das matérias primas empregadas e resistência do concreto.

O módulo de elasticidade pode ser definido como sendo a relação entre a tensão aplicada e deformação instantânea obtida dentro de um comportamento elástico linear do material. Apesar de o concreto ser considerado um material de comportamento não linear, apresentando dessa forma um módulo de elasticidade para cada nível de tensão, no entanto, tais variações do módulo de elasticidade são consideradas pequenas dentro de um nível de tensão de compressão que vai de zero a 60% da sua resistência à compressão (Kwak & Fillippou, 1990), com isso, esse material é considerado elástico linear dentro desse intervalo de tensões. A NBR 8522/2003 determina três métodos de determinação dos módulos de elasticidade, segundo Neto & Helene (2002) podem ser:

- Módulo de deformação, estático e instantâneo, tangente à origem, também conhecido como módulo de elasticidade tangente inicial. Do ponto de vista prático de ensaio corresponde ao módulo de elasticidade cordal entre 0,5 MPa e $0,3f_c$ e ao módulo de elasticidade tangente a $0,3f_c$. Convencionou-se indicar este módulo de deformação por E_{ci} , geralmente expresso em GPa.

- Módulo de deformação, estático e instantâneo, secante a qualquer porcentagem de f_c . Em geral trabalha-se com o módulo cordal entre 0,5 MPa e $0,4f_c$, que é equivalente ao módulo de elasticidade tangente a $0,4f_c$, pois esta é geralmente a tensão nas condições de serviço recomendadas nos códigos e normas de projeto de estruturas de concreto. Convencionou-se indicar este módulo de deformação por E_c , geralmente expresso em GPa.

- Módulo de deformação, estático e instantâneo, cordal entre quaisquer intervalos de tensão ou deformação específica. Do ponto de vista prático de projeto é pouco utilizado.

A obtenção experimental do módulo de elasticidade inicial (E_{ci}) é feita por meio de um ensaio prescrito pela NBR 8522(2003). A referida norma estabelece que, inicialmente, devem-se romper dois corpos-de-prova com as mesmas dimensões para obter a resistência a compressão (f_c) representativa do material, essa resistência é obtida através da média de resistência à ruptura dos dois corpos-de-prova. Em seguida obtém-se um valor de E_{ci} em outros três corpos. Para cada corpo-de-prova, o valor do módulo é obtido segundo plano de carga e descarga mostrado na Figura (1).



Figura 1 – Plano de carga e descarga do corpo-de-prova (NBR 8522/2003).

São encontrados na literatura técnico-científica diversos modelos que, na ausência de dados experimentais, estimam o valor do módulo de elasticidade estático a partir a resistência à compressão. No presente estudo, com os resultados do programa experimental, será feito um estudo comparativo utilizando sete modelos teóricos, na tentativa de identificar qual modelo que melhor se adéqua ao concreto produzido na região.

- Modelo proposto pela AASHTO (AASHTO, 1998).

$$E_{ci} = 2,275 \cdot 10^{-4} (0,0624 \gamma_c)^{1,5} (145,032 f_c)^{0,5} \quad [\text{Eq.01}]$$

onde:

E_{ci} : módulo de elasticidade tangente na origem em GPa;

γ_c : Densidade do concreto em kg/m^3 ;

f_c : resistência à compressão do concreto em MPa.

- Modelo B₃ (Bazant & Baweja, 1995)

$$E_{ci} = 0,393 \cdot (145,032 f_c)^{0,5} \quad [\text{Eq.02}]$$

- Modelo do CEB (CEB-MC90, 1990)

$$E_{ci} = 21,5 \cdot (0,1 f_c + 8)^{1/3} \quad [\text{Eq.03}]$$

- Modelo do GL 2000 (Gardner & Lockman, 2001)

$$E_{ci} = 3,45 \text{ GPa} + 0,358 (145,032 f_{cm})^{1/2} \quad [\text{Eq.04}]$$

onde:

$$f_{cm} = 1,1 f_{ck} + 4,826 \text{ MPa}$$

f_{ck} : Resistência característica à compressão do concreto em MPa

- Modelo de Shams & Kahn (Shams & Kahn, 2000)

$$E_{ci} = 2,825 \text{ GPa} + 0,2827 (145,032 f_c)^{1/2} \quad [\text{Eq.05}]$$

- Modelo do NCHRP (Tadros *et. al.*, 2003)

$$E_{ci} = 253,7 (0,14 + 1,45 \cdot 10^{-4} f_c) \cdot (0,145 f_c)^{1/2} \quad [\text{Eq.06}]$$

- Modelo pela NBR 6118 (NBR 6118, 2003)

$$E_{ci} = 5600 (f_{ck})^{1/2} \quad [\text{Eq.07}]$$

2. METODOLOGIA

2.1 Materiais

Foi utilizado um cimento Portland composto do tipo CP II–Z–32 RS, material largamente disponível na região, onde foram determinados os parâmetros mais relevantes para se obter uma dosagem do concreto através do método do ACI (descrito, por exemplo, em Bauer, 1997) a Tabela 1 lista os resultados obtidos:

Tabela 1: Parâmetros obtidos na caracterização do cimento utilizado.

Tipo de ensaio	Valor obtido
Densidade absoluta (γ^c)	3,2 g/cm ³
Densidade aparente (ρ^c)	1,39 g/cm ³

Um levantamento estatístico sobre a origem dos agregados, miúdo e graúdo, utilizados nas grandes obras da cidade, constatou que a grande maioria do agregado miúdo (areia natural) comercializado na região é proveniente da cidade vizinha de Quebrangulo, enquanto que o agregado graúdo (pedra britada) vem de outra cidade próxima, o município de Arapiraca.

Por não dispor de uma balança que possa pesar objetos submersos nem de um frasco de Chapman, a solução encontrada para determinar a densidade absoluta do cimento e dos agregados foi utilizar o método do picnômetro, cujo procedimento pode ser visto em Caputo (1998), dessa forma, a densidade absoluta dos materiais pode ser determinada de acordo com a seguinte equação:

$$\gamma = (\gamma_a P_s) / (P_1 - P_2 + P_s) \quad [\text{Eq.08}]$$

onde:

γ : densidade absoluta do material;

γ_a : densidade da água a temperatura ambiente;

P_s : peso do material seco em estufa;

P_1 : peso do picnômetro cheio com apenas água em seu interior;

P_2 : peso do picnômetro cheio com água e contendo material de peso seco P_s ;

No caso do agregado graúdo, após a obtenção do peso seco em estufa, da amostra, este material ficou submerso em água por 24 horas antes de ser colocado no picnômetro para a determinação de P_2 . Esse procedimento tem por finalidade evitar que haja absorção de água pelo agregado durante o ensaio.

A determinação da densidade aparente seca do cimento e dos agregados foi feita segundo o procedimento descrito na NBR 7251(1982), que consiste em verter o material a uma determinada altura em um recipiente de volume conhecido V_t , após o total preenchimento do referido recipiente, rasa-se o recipiente e determina-se a massa de material contida no mesmo (P_s), com isso a densidade aparente seca é obtida a partir de:

$$\rho = P_s / V_t \quad [\text{Eq.09}]$$

As Tabelas 2 e 3 mostram os resultados obtidos para as densidades absolutas e aparente seca do agregado miúdo e graúdo respectivamente.

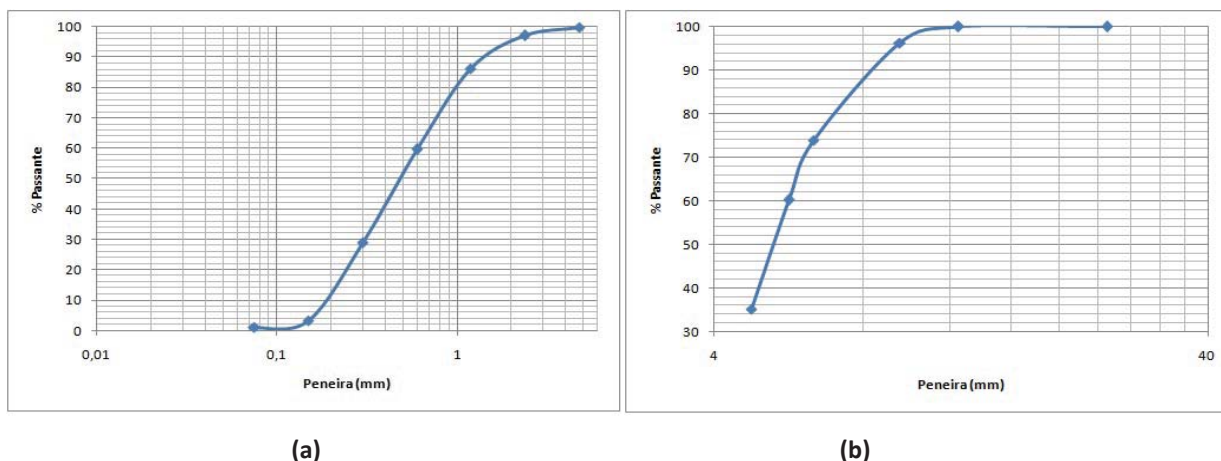
Tabela 2: Densidade aparente e absoluta da areia.

Densidade Aparente da Areia	Densidade Absoluta da Areia
$\rho^{ar} = 1,65 \text{ g/cm}^3$.	$\gamma^{ar} = 2,58 \text{ g/cm}^3$.

Tabela 3: Densidade aparente e absoluta do agregado graúdo.

Densidade Aparente da Brita	Densidade Absoluta da Brita
$\rho^{br} = 1,56g/cm$	$\gamma^{br} = 2,77g/cm^3$

A análise granulométrica dos agregados foi feita de acordo com a NBR 7217. Os resultados nos permitiram obter curvas granulométricas que podem ser observadas no gráfico 1.


Gráfico 1: Curva granulométrica: (a) da areia, (b) da brita.

Os dados obtidos nos revelam um diâmetro máximo de 9,5 mm para a brita e 2,01mm para a areia que também possui um módulo de finura de 2,25.

2.2 Dosagem

Com os dados constantes no item anterior determinou-se a dosagem do concreto, que foi feita pelo método do ACI (American Concrete Institute). O traço experimental foi calculado para uma resistência média prevista aos 7 dias de 30 Mpa (1:1,5:1,04:0,35) e 35 Mpa (1:1,1:0,86:0;29).

O método de dosagem escolhido necessita, além dos parâmetros mostrados no item anterior, que se arbitre um valor para o Slump do concreto (ensaio de abatimento do tronco de cone) e uma porcentagem de ar incorporado de acordo com a dimensão máxima característica do agregado graúdo. Nesse caso arbitrou-se um abatimento entre 2,5 e 5 cm sem aditivo plastificante e uma porcentagem de ar incorporado de 3%.

2.3 Métodos de ensaio

Foram moldados e capeados com enxofre (NBR 5738-1994) 12 corpos-de-prova cilíndricos por idade de ruptura, sendo 8 com dimensões 150x300 mm e 5 medindo 100x200 mm para serem rompidos aos 7, 14 e 28 dias. A cada idade, 3 corpos-de-prova eram ensaiados para determinação da resistência à compressão (NBR5739-2007), para obter uma previsão da tensão de ruptura à compressão, de acordo com a recomendação da NBR 8522-2003. Com os dados da tensão de ruptura à compressão, calculou-se o percentual de carga última adequado ao tipo de determinação do módulo de elasticidade. Foi usada a determinação através do módulo tangente inicial, utilizando o plano de carga Tipo I. Para atender esta especificação, foi aplicado um plano de carga variando de 0,5 MPa até 30% da carga última, sendo utilizados outros 3 corpos-de-prova, de acordo com NBR 8522-2003.

3. RESULTADOS

Após a realização de ensaios experimentais de resistência à compressão e módulo de elasticidade nas idades supracitadas, foi feito um comparativo entre o módulo obtido experimentalmente com aqueles obtidos utilizando os modelos matemáticas mostradas nas Eq. 1 a 7. Os resultados dos ensaios

são mostrados nas tabelas 4 e 5, enquanto que nas figuras 2 e 3, são mostrados os resultados comparativos entre o experimental e os teóricos em cada idade.

Tabela 4: resultados dos ensaios experimentais para a dosagem pretendida de 30 MPa.

Idade	7 dias		14 dias		28 dias	
	f_c (MPa)	E_{ci} (GPa)	f_c (MPa)	E_{ci} (GPa)	f_c (MPa)	E_{ci} (GPa)
CP1(15x30cm)	28,86	-	29,01	-	36,72	-
CP2(15x30cm)	35,99	-	30,9	-	34,06	-
CP3(15x30cm)	25,69	26,82	30,99	28,67	32,25	25,38
CP4(15x30cm)	27,31	25,91	35,2	28,81	33,92	22,31
CP5(15x30cm)	34,4	31,36	31,99	27,68	36,3	24,87
CP6(15x30cm)	27,93	25,15	34,03	31,57	34,34	25,74
CP7(15x30cm)	32,67	27,37	31,51	30,01	36,31	27,28
CP8(15x30cm)	33,48	31,52	35,02	28,84	34,33	28,12
CP9(10x20cm)	27,41	28,4	33,01	30,11	35	26,24
CP10(10x20cm)	37,98	32,5*	36,72	29,1	34,99	25,38
CP11(10x20cm)	35,51	31,56	31,17	26,15	35,24	27,11
CP12(10x20cm)	27,56	-	32,57	-	34,14	-
Média	31,23	28,95	32,67	29,00	34,8	25,8
S_d	4,02	-	2,11	-	1,2	-
f_{ck}	24,62	-	29,2	-	32,8	-

* Valor descartado, por divergir muito da média dos corpos-de-prova 1;2 e 12 (NBR 8522/2008).

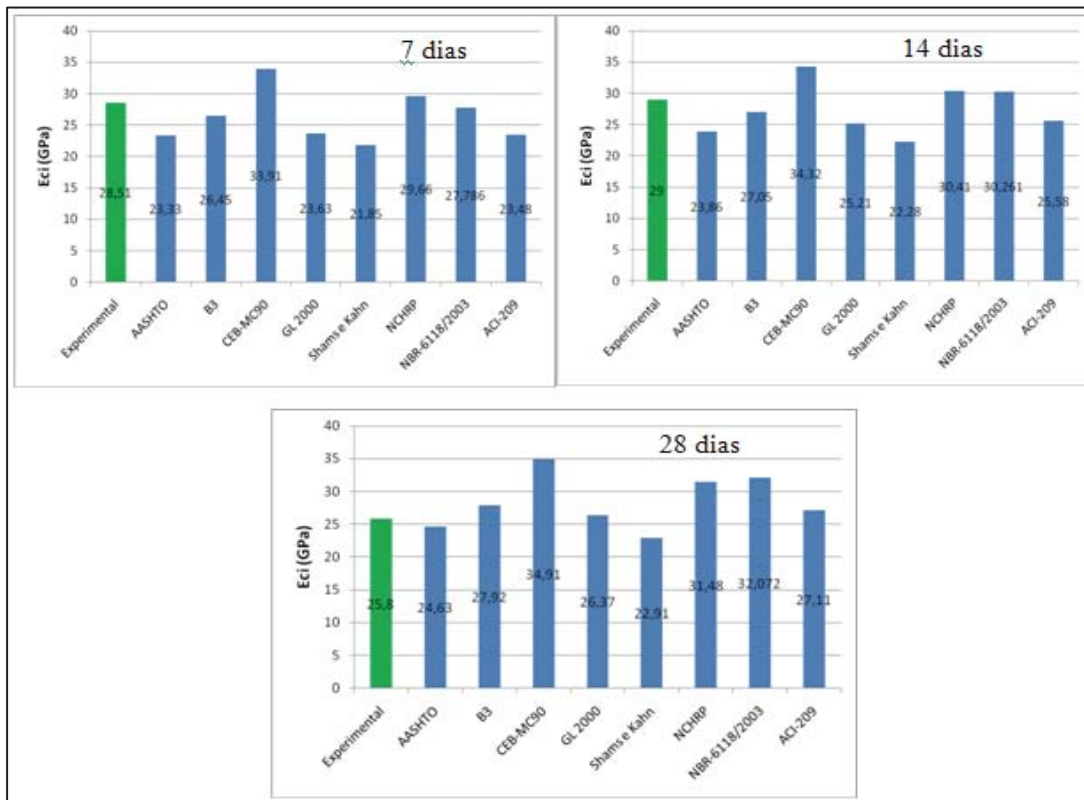


Figura 2 – Comparativo entre os valores experimentais e os teóricos para uma dosagem pretendida de 30 MPa.

Tabela 5: resultados dos ensaios experimentais para a dosagem pretendida de 35 MPa.

Idade	7 dias		14 dias		28 dias	
	f_c (MPa)	E_{ci} (GPa)	f_c (MPa)	E_{ci} (GPa)	f_c (MPa)	E_{ci} (GPa)
CP1(15x30cm)	31,93	-	39,07	-	41,22	-
CP2(15x30cm)	35,01	-	42,88	-	41,65	-
CP3(15x30cm)	33,59	28,27	44,72	31,82	46,23	27,16
CP4(15x30cm)	38,04	27,79	39,29	26,99	50,13	29,5
CP5(15x30cm)	37,42	26,87	41,86	28,22	45,57	28,69
CP6(15x30cm)	39,6	28,06	41,31	32,03	49,85	30,45
CP7(15x30cm)	36,22	26,52	42,78	29,74	46,18	28,58
CP8(15x30cm)	33,84	25,57	44,38	30,35	42,5	27,13
CP9(10x20cm)	35,3	28,13	39,94	27,82	48,34	29,41
CP10(10x20cm)	34,9	28,89	46,21	28,25	48,28	27,38
CP11(10x20cm)	34,49	27,17	38,63	26,75	45,54	30,29
CP12(10x20cm)	33,84	-	40,25	-	48,63	-
Média	35,34	27,47	41,78	29,1	41,17	28,73
S_d	2,05	-	2,36	-	2,94	-
f_{ck}	31,97	-	37,9	-	41,35	-

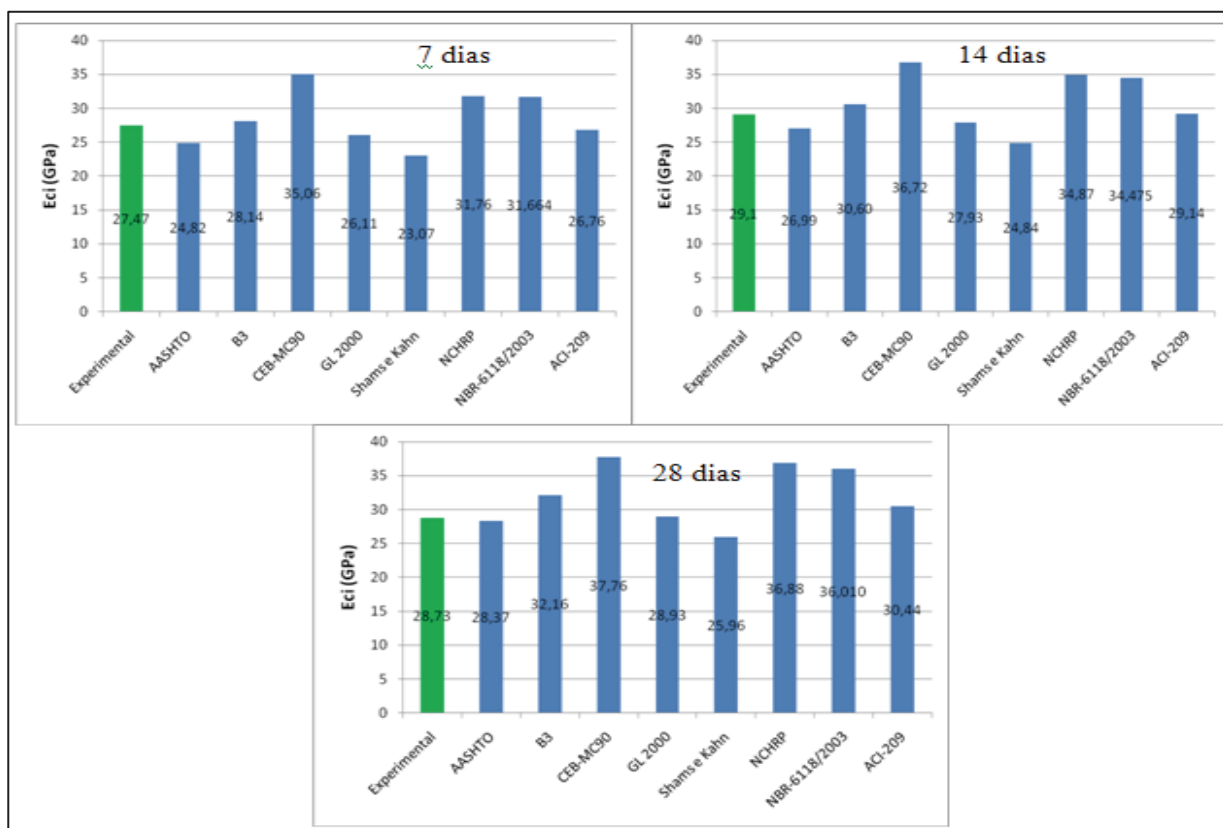


Figura 3 – Comparativo entre os valores experimentais e os teóricos para uma dosagem pretendida de 35 Mpa.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados experimentais para o módulo de elasticidade mostrados nas figuras 4 e 5 foram obtidos por meio de média aritmética dos valores constantes nas tabelas 7 e 8 para cada idade. No cálculo do módulo de elasticidade teórico, algumas equações necessitavam, como parâmetros de entrada, do valor da resistência à compressão f_c , nesse caso essa variável foi obtida como sendo a média dos valores de ruptura mostrados nessas mesmas tabelas.

O método de dosagem escolhido se adequou bem aos materiais disponíveis na região, tanto na obtenção da resistência característica à compressão (f_{ck}) quanto na confirmação da consistência (*Slump*), pois atenderam às especificações teóricas da dosagem, ou seja, resistência característica à compressão maior do que a pretendida na dosagem e abatimento próximo ao valor adotado, dispensado qualquer reajuste na dosagem.

Dentre os diversos modelos teóricos aqui apresentados, o modelo do ACI apresentou boa correlação em 4 das seis situações analisadas, com diferenças, em relação ao valor obtido experimental, menores que 10%, indicando, assim, que este modelo pode prever de maneira confiável o módulo de elasticidade a partir da resistência à compressão.

O modelo proposto pela NBR 6118/2003 apresentou grandes discrepâncias em quatro das seis situações analisadas, apresentando boa correlação apenas com os resultados experimentais obtidos nas idades 7 e 14 dias e para uma dosagem de 30 MPa.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem ao fomento do Programa de Iniciação Científica Tecnológica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Palmeira dos Índios (IFAL/PIIn), bem como pela ajuda dos professores colaboradores, MSc. Rodrigo Mero Sarmiento Silva, MSc. Sheyla Karolina Justino Marques e MSc. Vinicius Dantas.

REFERÊNCIAS

- ABNT. **NBR 5738**: Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto . Rio de Janeiro, 1994.
- ABNT. **NBR 5739**: Concreto-Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndrico. Rio de Janeiro, 2007.
- ABNT. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto- Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.
- ABNT. **NBR 7217**: Agregado: determinação da composição granulométrica, especificação. Rio de Janeiro, 1987.
- ABNT. **NBR 7251**: Agregados em estado solto: determinação da massa unitária, especificação . Rio de Janeiro, 1982.
- ABNT. **NBR 8522**: Concreto – Determinação dos módulos estáticos de elasticidade e de deformação e da curva tensão-deformação. Rio de Janeiro, 2003.
- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), (1998). Standard Specification for Highway Bridges: Sixteenth Edition. Washington, D.C.
- Bauer, L. A. F (1997). Materiais de construção, vol II, 5ª ed., LTC, Rio de Janeiro.
- Bazant, Z.P. and Baweja, S. (1995). Creep and Shrinkage Prediction Model for Analysis and Design of Concrete Structures – Model B3.” RILEM Recommendation, Materials and Structures, vol. 28, pp 357-365.
- Caputo, H. P. (1998). Mecânica dos solos e aplicações, vol I, 6ª ed., LTC, Rio de Janeiro.

- Comite Euro-International du Beton-Federation Internationale de la Precontrainte. (1990). CEB-FIP Model Code 1990, Lausanne, Switzerland.
- Gardner, N.J. and Lockman, M.J. (2001). Design Provisions for Drying Shrinkage and Creep of Normal-Strength Concrete. ACI Materials Journal, ACI, No 9, vol. 2, pp 159-167. High-Strength Concrete Bridge Girders. NCHRP Report 496, National Cooperative Highway Research Program (NCHRP).
- Kwak, H. G.; Fillippou, F. C.; (1990). Finite element analysis of reinforced concrete structures under monotonic loads, University of California, Berkeley, California, department of Civil Engineering. REPORT No UCB/SEMM-90/14, November.
- Neto, A. A. M., Helene, P. R. N (2002). Módulo de Elasticidade: Dosagem e Avaliação de Modelos de Previsão do Módulo de Elasticidade de Concretos. Instituto Brasileiro do Concreto - 44º Congresso Brasileiro.
- Shams, M. & Kahn, L.F. (2000). Time-Dependent Behavior of High-Performance Concrete. Georgia Tech Structural Engineering, Mechanics and Materials Research Report No. 00-5, Georgia Department of Transportation Research Project No. 9510, April, 2000, 395 pp.
- Tadros, M.K.; Seguirant, S.J.; Galt, J.G. (2003). Prestress Losses in Pretensioned

EXPOSIÇÃO DOS EMPREGADOS À ELETRICIDADE NOS CANTEIROS DE OBRA NA CIDADE DE IMPERATRIZ - MA

C. M. A. Autor

Instituto Federal do Maranhão - Campus Imperatriz
lucas.m.nogueira14@gmail.com

RESUMO

Este artigo trata a respeito dos trabalhadores que estão expostos a eletricidade, mostrando e indicando as soluções para o descuido das empresas quanto aos riscos de choque elétrico sofrido pelos trabalhadores da construção civil, bem como a irresponsabilidades das mesmas para corrigir erros em suas instalações elétricas. Chegando ao arremate que as obras de construção civil negligenciam as normas de segurança, quando se trata das projeções das instalações elétricas, como também a exposição dos empregados à fiação elétrica espalhadas por toda a construção, gerando o que é chamado de acidente do trabalho. A eletricidade diz respeito á um perigo não visível, e por isso, muitas vezes ignorado e, infelizmente esse assunto continua assombrando a construção civil.

Palavras-chave: Eletricidade, Construção Civil, Trabalhadores, Acidente.

1. INTRODUÇÃO

Um genial experimento de Benjamim Franklin foi, sem dúvida, uma revolução na ciência, mas, possivelmente, ele não estava preparado para tal. Pode ter faltado segurança.

Assim como Benjamim, muitas pessoas se esquecem de uma das maiores ameaças para o homem: a eletricidade. Nem mesmo as experiências de vários acidentes fizeram com que elas tomassem noção do perigo que se expõem todos os dias. Isso é ainda mais verídico para trabalhadores da construção civil, que além de exporem a vida a diversos riscos como soterramento e quedas ainda têm que conviver diariamente com a eletricidade.

Precariedade, gambiarras, fio solto, fio descascado e acidentes são cenas comuns em vários canteiros de obra.

Para mostrar a realidade dos trabalhadores da construção civil e sua exposição à eletricidade adotou-se visitas técnicas a canteiros de obras, bem como entrevistas com os responsáveis pela obra e correlacionamos os resultados com os números de acidentes.

2. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

A ação da descarga elétrica pelo corpo é arrasadora, o fato do corpo ser condutor elétrico, dependendo da intensidade da descarga, pode causar a parada dos principais órgãos.

As instalações elétricas nas construções civis são necessárias, isso não quer dizer que sejam precárias só por serem provisórias, muito pelo contrário, é fato que 30% de todos acidentes por eletricidade ocorrem nas empresas.[Gráfico 1]

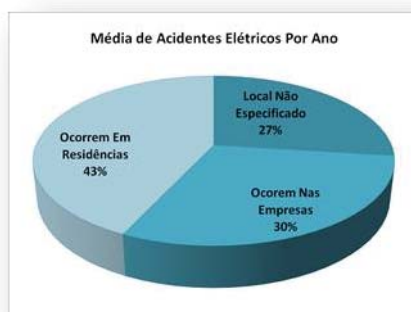
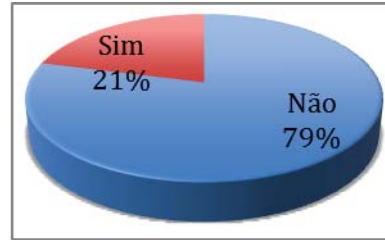


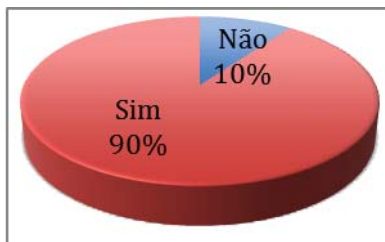
Gráfico 1 – Acidentes elétricos por ano.

Baseando-se nesses dados foi realizado um questionários em algumas da empresas da indústria da construção civil em Imperatriz-Ma obtendo-se as seguintes respostas.

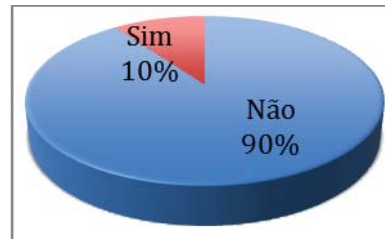
Já aconteceu algum acidente elétrico na empresa?



As máquinas da empresa tem aterramento?



A empresa tem projeto elétrico?



A instalação elétrica da empresa é feita por um responsável técnico?

3. CONCLUSÃO

Muito ainda ir se fala a respeito sobre os acidentes que ocorrem nos canteiros de obras, já que pouco faz pra mudar esta situação. De 2004 ate 2006 passaram de 28.875 para 31.529, os acidentes envolvendo eletricidade na construção civil em todo o Brasil, se formos parar e pensar veremos que hoje em 2010 esse numero estará ate dobro já que cada ano aumenta mais o numero de construções e o numero de acidentes. Devemos levar em conta que a maioria dessas pessoas que sofrem estes acidentes não sabe ler e escrever, talvez seja um dos principais motivos para ficarem esquecidos já que não são pessoas “importantes” dentro de uma sociedade.

REFERÊNCIAS BILIOGRÁFICA

ABNT- (Associação Brasileiras de Normas Técnicas).

A segurança na obra; editora: interciência; autores: Edison da Silva Rousselet e César falcão.

CLT comentada 40° edição; autores: Eduardo Gabriel Saad, José Eduardo Duarte Saad, Ana Maria Saad.

<http://dalcantara.vilabol.uol.com.br/index4.html>, acessado em 7 de julho de 2010

<http://www.slideshare.net/OMonitor/apresentao-da-nr-18-pcmat-e-ppraa> , acessado em 7 de julho de 2010

<http://www.abracopel.org.br/?s=estatisticas> , acessado em 8 de julho de 2010

<http://segtrabsabe.blogspot.com/2009/05/acidente-do-trabalho-com-eletricidade.html>, acessado em 8 de julho de 2010

http://www.ecivilnet.com/artigos/seguranca_do_trabalho.htm, acessado em 8 de julho de 2010

<http://www.ricardomattos.com/eletro1.html> , acessado em 9 de julho de 2010

FISSURAS EM ALVENARIA NÃO ESTRUTURAL: UMA ANÁLISE DAS PRINCIPAIS CAUSAS E ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO

R. F. DUARTE¹ e T. N. SOARES²

¹Instituto Federal de Alagoas - Campus Palmeira dos Índios e ²Instituto Federal de Alagoas – Campus Palmeira dos Índios

reginaifal@hotmail.com – tais-soares92@hotmail.com

RESUMO

A fissura é um dos principais e mais antigos problemas patológicos das estruturas em alvenaria de vedação, podendo influenciar em vários aspectos importantes da construção, tais como sua estética, condições estruturais, de conforto e, principalmente, sua vida útil. A alvenaria de vedação corresponde às paredes que não possuem diretamente função estrutural, ou seja, não transmitem estabilidade aos demais elementos construtivos. As fissuras em alvenarias não estruturais são originadas pela atuação de tensões nos materiais. Quando a sollicitação das tensões é maior do que a capacidade de resistência dos materiais, a fissura tende a aliviar suas tensões. Desta forma, este trabalho tem como objetivo a análise de algumas implicações relacionadas ao aparecimento de fissuras nas alvenarias de vedação e, assim comparar alguns métodos utilizados para recuperação da mesma. Por fim, este ensaio se estabelece como contribuição científica do campo de patologias das construções, bem como frisar soluções para este problema, no sentido de recuperação ou até mesmo prevenção.

Palavras-chave: Alvenaria de vedação, manifestação patológica, fissura, recuperação.

1. INTRODUÇÃO

As edificações são uma das mais antigas e importantes formas de habitação para o homem, encarregadas de protegê-lo de ações climáticas e proporcionando segurança ao indivíduo. A alvenaria de vedação como sendo a principal componente deste meio de proteção, recebendo diariamente impactos produzidos por forças vindas da natureza, (chuva, vento, etc.), ou até mesmo sobrecargas não previstas, passam por modificações de suas características, agravando assim a possibilidade de surgimento de patologias.

Por não possuir valor estrutural significativa, a alvenaria de vedação não recebe a devida atenção na fase de elaboração de projeto, conseqüentemente contribuindo para o aparecimento de tal anomalia. “[...] patologia não estrutural é aquela que corresponde a paredes das quais não depende diretamente a estabilidade de outros elementos.” (SILVA, 2002, p. 191) [1].

A fissura é um dos principais problemas patológicos das estruturas em alvenaria de vedação, podendo influenciar em vários aspectos importantes da construção, tais como sua estética, condições estruturais, de conforto e, principalmente sua vida útil. As fissuras em alvenarias não estruturais são originadas pela atuação de tensões nos materiais. Quando a sollicitação das tensões é maior do que a capacidade de resistência dos materiais, a fissura tende a aliviar suas tensões (CORSINI, 2010).

A fissuração possui estratégias específicas de reabilitação, desde um reparo simples, até uma demolição e reconstrução da parte danificada. É fundamental que antes da adoção de qualquer medida visando à recuperação da fissura se conheça sua origem, pois o adequado funcionamento dos sistemas de recuperação está subordinado ao prévio tratamento dessas. Considerando ainda que as fissuras se movimentam ao longo do tempo, em virtude das variações térmicas e higroscópicas da alvenaria e do próprio revestimento, da deformação lenta da estrutura de concreto na qual a alvenaria está inserida (SILVA, 2002 *apud* LORDSLEEM JR & FRANCO, 1997).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas, fissura é entendida como uma abertura que aparece na superfície de qualquer material sólido e cuja espessura é inferior a 0,5 mm.

“Em uma visão geral, simplificada, as origens das fissuras da edificação podem surgir na fase de projetos – arquitetônico, estrutural, de fundação, de instalações -, de execução de alvenaria, dos vários sistemas de acabamento e, inclusive, na fase de utilização, por mau uso da unidade.” (GRANDISKI *apud* CORSINI, 2010)

As falhas de projeto compreendem operações de construção que foram mal executadas por falta de detalhamento, omissões ou equívocos de projeto, relativos aos materiais e às técnicas construtivas (QUALIFORM, 1987 *apud* FIESS *et. al.*, 2004). São consideradas uma das principais causadoras do surgimento de anomalias em alvenarias. “

Geralmente o projeto apresentado é insuficiente, no que respeita à especificação dos materiais a empregar, características, pormenores de execução e representação dos pontos singulares a escalas convenientes, assim como, recorre cada vez mais a opções arquitetônicas potenciadoras de patologias, nomeadamente pela incidência mais direta nas fachadas dos agentes climáticos e pela sua maior esbelteza e desenvolvimento (CURSO DE ENGENHARIA CIVIL, S/D).

Falhas de execução compreendem aqueles serviços que apresentam manifestações patológicas em razão da falta de controle dos serviços, omissão de alguma especificação que conste em projeto e falta de cumprimento da normalização técnica.

As falhas decorrentes do uso dizem respeito àqueles elementos que foram prejudicados pela falta as atividades necessárias à garantia do seu desempenho satisfatório ao longo do tempo (SOUZA; RIPPER, 1998 *apud* FIESS *et. al.*, 2004). Ainda mais que, novamente citando o Curso de Engenharia Civil,

As movimentações térmicas de um material estão relacionadas com as propriedades físicas do mesmo e com a intensidade da variação da temperatura, enquanto que a magnitude das tensões desenvolvidas é função da intensidade da movimentação, do grau de restrição imposto pelos vínculos a esta movimentação e das propriedades elásticas do material.

Na tabela a seguir serão apresentadas as principais causas da patologia em alvenaria de vedação, especificando os aspectos ligados a ocorrência da fissuração.

Tabela 1 – Principais causas da fissuração

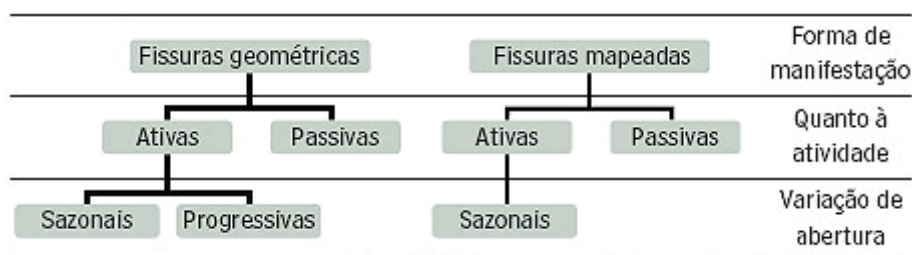
Causas de fissuração	Aspectos particulares
Recalques de fundação	<ul style="list-style-type: none"> ■ Assentamentos diferenciais de fundações diretas ■ Variação do teor de umidade dos solos argilosos ■ Heterogeneidade e deficiente compactação de aterros etc.
Atuação de sobrecargas	<ul style="list-style-type: none"> ■ Concentração de cargas e tensões
Deformação das estruturas de concreto armado	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pavimento inferior mais deformável que o superior ■ Pavimento inferior menos deformável que o superior ■ Pavimento inferior e superior com deformação idêntica ■ Fissuração devida à deformação da região em balanço ■ Fissuração devida à rotação do pavimento no apoio ■ Fissuras de "bigode" nos vértices de aberturas ■ Deformação instantânea ou lenta do concreto
Variações de temperatura	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fissuração devida aos movimentos das coberturas ■ Fissuração devida aos movimentos das estruturas reticuladas ■ Fissuração devida aos movimentos da própria parede
Variações de umidade	<ul style="list-style-type: none"> ■ Movimentos reversíveis e irreversíveis ■ Fissuração devido à variação do teor de umidade por causas externas ■ Fissuração devido à variação natural do teor de umidade dos materiais ■ Fissuração devida à retração das argamassas ■ Fissuração devida à expansão irreversível dos produtos cerâmicos
Ataques químicos	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hidratação retardada da cal ■ Expansão das argamassas e concretos por ação dos sulfatos ■ Retração das argamassas por carbonatação
Outros casos de fissuração	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ações acidentais (sismo, incêndios e impactos fortuitos) ■ Retração da argamassa e expansão irreversível de produtos cerâmicos ■ Choque térmico ■ Envelhecimento e degradação natural dos materiais e das estruturas

Fonte: Avaliação de Sistemas de Recuperação de Fissuras em Alvenaria de Vedação, Renato Sahade.

Desta forma, como diz Valle (2008, p. 16), "Os elementos e componentes de uma construção estão sujeitos a variações que repercutem numa variação dimensional dos materiais de construção (dilatação ou contração), os movimentos de dilatação e contração são tensões que poderão provocar o aparecimento de fissuras".

As fissuras de acordo com sua manifestação são classificadas a partir de sua forma como podendo ser geométrica ou mapeada. E quanto a sua atividade, podem ser divididas entre fissuras ativas ou passivas, como mostra o esquema a seguir:

Quadro 1 – classificação das fissuras em alvenaria



Fonte: Renato Sarac (s/d) apud Corsini (2010, p. 1).

As alvenarias com fissurações de atividade ativa possuem variações sensíveis à abertura e fechamento e classificam-se entre sazonais – estão relacionadas com a variação de temperatura e umidade - ou progressivas – apresentam abertura sempre crescente, podendo apresentar problemas estruturais.

Quanto às fissurações de forma geométrica podem ocorrer tanto nos elementos da alvenaria quanto em suas juntas de assentamento. As mapeadas podem ser formadas por retração das argamassas e, possuem forma de mapa por terem, em geral, aberturas superficiais. As fissuras passivas são causadas por solicitações variáveis sensivelmente ao decorrer do tempo, assim, tornando-se consideravelmente estabilizadas. (CORSINI, 2010)

Segundo Alberto Casado Lordsleem Júnior, é imprescindível a investigação da causa ou causas que a originaram antes da adoção de qualquer medida visando à recuperação da fissura, pois, o adequado funcionamento dos sistemas de recuperação está subordinado ao prévio tratamento destas.

3. METODOLOGIA

No estudo foram comparados dois métodos de reabilitação de fissuras, um fornecido pela Revista *TECHNE*, 160 edição – Trinca ou fissura? (CORSINI, 2010) - e o outro realizado por alunos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas, onde foram utilizados métodos convencionais na região.

4. RESULTADOS E DICURSSÕES

Os principais sistemas de recuperação de fissuras em alvenaria estão relacionados com as características típicas da fissura. Inicialmente devem ser levantadas todas as possíveis causas da anomalia, por possuir estratégias específicas de reabilitação, a alvenaria fissurada pode ser recuperada a partir de um reparo simples, até uma demolição e reconstrução da parte danificada.

Então, de acordo com Corsini (2010), para a realização do ensaio, primeiramente deve ser preparada toda superfície, fazendo-se uma abertura em um perfil em forma de “V”, com um disco de corte, para que se possa ser apresentada aproximadamente 1,0 cm de profundidade e 1,0 cm de largura.

O acabamento da parede foi removido em uma faixa de cerca de 20 cm em torno da fissura, contados 10 cm para cada lado, até atingir o reboco, para remover todo o sistema de pintura existente (massa acrílica e tinta).

A fissura foi preenchida com duas demãos de selante acrílico por meio de aplicador. Em seguida, foi necessário aguardar 48 horas, no mínimo, para secagem entre demãos. Utilizou-se uma espátula nessa aplicação, para que o material fosse bem compactado no interior da fissura.

Foi determinado, então, um intervalo de 24 horas para secagem da última demão do selante acrílico. Uma farta demão de impermeabilizante acrílico foi aplicada, diluído com 10% de água, sobre a fissura e as faixas laterais. Foi preciso aguardar seis horas para a secagem.

Uma segunda demão de impermeabilizante acrílico foi aplicada, da mesma forma que no item anterior, fixando-se, nessa etapa, uma tela de poliéster, de 20 cm de largura, sobre toda a faixa da fissura, tendo como orientação o eixo da trinca. Foram necessárias seis horas para a secagem total.

No acabamento final, um novo nivelamento foi executado, sobre as partes anteriormente rebaixadas, com massa acrílica, aplicada em camadas finas e sucessivas, não ultrapassando espessura final superior de 3 mm.

Foram aplicadas duas demãos de tinta látex acrílica, com diluição de 30% a 40% de água na primeira demão, e de 10% a 20% na segunda, usando-se um rolo de lã para aplicação. Foi necessário observar um intervalo de quatro horas entre as demãos.

Em Palmeira dos Índios, alunos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, realizaram ensaios de reabilitação de fissuras em alvenaria não estrutural, onde o método realizado não se enquadra no modelo da Revista TECHNE. Para a recuperação das fissuras, utilizou-se apenas argamassa, para o revestimento da parte fissurada e massa corrida para dar um acabamento final, deixando a superfície lisa e corrigindo as imperfeições. Logo após aplica-se a pintura sobre a alvenaria para melhorar a aparência. Este método é utilizado na região usualmente pela população, deixando claro que é inadequado e inseguro, a fissura pode ter sido escondida ou até mesmo amenizada, mas isso não significa que ela não irá retornar.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para uma recuperação adequada de fissuras em alvenarias de vedação, se faz necessária a realização de pesquisas mais aprofundadas, onde o trabalho será limitado a uma constatação de campo baseado em entrevistas buscando conhecer os métodos utilizados para a reabilitação da mesma. Pelo menos três obras de pequeno ou grande porte deverão ser entrevistadas. Após a junção dos dados coletados pela entrevista, será possível a realização de uma análise do melhor e mais exato método a ser utilizado.

REFERÊNCIAS

CORSINI, Rodnei. **Trinca ou fissura?** Como se origina, quais os tipos, causas e as técnicas mais recomendadas de recuperação de fissuras. TECHNE160/JULHO, 2010. Disponível em: <http://www.usp.br/fau/cursos/graduacao/arq_urbanismo/disciplinas/aut0139/Trinca_ou_Fissura.pdf>. Acesso em: 18 set 2011.

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL: Processos gerais de Construção II. Anomalias em alvenarias. (s/d). Disponível em: <http://www.estt.ipt.pt/download/disciplina/1136__Anomalias%20em%20paredes.pdf>. Acesso em: 20 set 2011.

FISS, Júlio Ricardo F. et. al. **Causas da ocorrência de manifestações Patológicas em conjuntos habitacionais do estado de São Paulo.** I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável. X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: São Paulo, 2004. P.p 18-21. Disponível em: <<http://www.compar.eng.br/public/Oliveira%20-%20Manif%20Pat%20Edif%20Habitacionais.pdf>>. Acesso em: 22 set 2011.

LORDSLEEM JÚNIOR, Alberto Casado. **Sistemas de recuperação de fissuras da alvenaria de vedação:** Avaliação da capacidade de deformação. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil. (Dissertação): São Paulo, 1997. Disponível em: <http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BTs_Petreche/BT195-%20Lordsleem%20Jr.PDF>. Acesso em: 22 set 2011.

SILVA, J. Mendes da. **Alvenarias não estruturais: patologias e estratégias de reabilitação.** Seminário sobre Paredes de Alvenaria - Universidade de Coimbra: Porto, 2002. P.p. 187-206. Disponível em: <http://www.civil.uminho.pt/masonry/Publications/Paredes_de_Alvenaria/Artigo%20Pag%20187-206.pdf>. Acesso em: 23 set 2011.

VALLE, Juliana Borges de Senna. **Patologia das alvenarias:** Causa / diagnóstico / previsibilidade. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. Departamento de Engenharia de Materiais e construção. Curso de Especialização em Engenharia Civil (monografia): Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Patologia%20das%20alvenarias.pdf>>. Acesso em: 23 set 2011.

INCORPORAÇÃO DE APARAS DE COURO NA COMPOSIÇÃO DE BLOCOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO PRELIMINAR

A. S. L.¹ e A. C. S.²

¹e²Instituto Federal do Ceará - Campus Fortaleza
adrianas.lima@gmail.com – adeildocabral@gmail.com

RESUMO

A indústria coureiro-calçadista foi uma das indústrias que mais cresceu no estado do Ceará. Entretanto, houve um aumento na geração de resíduos, uma vez que é uma atividade que produz uma quantidade elevada de resíduos que podem contaminar o meio ambiente. Sabendo que no Ceará não há um descarte adequado desses resíduos, que são depositados em aterros sanitários, este trabalho teve por objetivo incorporar aparas de couro de fábricas de calçados em blocos de construção civil como uma alternativa de descarte ecologicamente viável. Foram produzidos quatro blocos de resíduos de couro, com dois traços distintos, ambos utilizando 5% de agregado de couro. Sendo dois deles produzidos com couro triturado e dois com couro em tiras. Para os a produção dos blocos foi utilizada uma composição de 71,4% de areia comum (3kg) , 23,6% de cimento Portland CII (1kg), 5% de couro e 710mL de água. Os blocos foram dispostos à sombra para secagem durante sete dias. Os tijolos feitos com resíduos de couro possuem uma morfologia diferente dos blocos convencionais e podem ser utilizados em canteiros paisagísticos e decoração de interiores. Após a realização de testes analíticos estruturais, a produção em larga escala desses tijolos pode diminuir a quantidade de resíduos de couro depositados em aterros sanitários.

Palavras-chave: Couro, resíduo, construção civil.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, é importante estabelecer condições sustentáveis aos processos industriais, devido a quantidades de produtos nocivos lançados ao meio ambiente. A indústria coureiro-calçadista é uma das responsáveis por grande poluição ao meio ambiente, devido à quantidade de resíduos gerados e sem destinação adequada.

O Ceará têm se tornado um dos grandes exportadores no setor coureiro-calçadista. No primeiro trimestre de 2008, foi o maior exportador brasileiro em volume de calçados com 22,4 milhões de pares. Um dos fatores responsáveis por esse crescimento foi a instalação de grandes indústrias de curtumes. Em 2001, Segundo Inventário de Resíduos industriais (SEMACE, 2004), havia sete indústrias de curtume no Estado. Com isso, houve o crescimento de fábricas de calçados e artefatos de couro, em 2001 havia 28 indústrias.

Na indústria de calçados, as difusões de novas tecnologias e as utilizações de novos materiais na produção levam essa atividade a tornar-se um grande ramo industrial, e a elevada utilização de recursos naturais resulta em certa quantidade de resíduos que são gerados nas várias fases de produção (FRANÇA, LEITE & PRASAD, 2007). É uma das maiores fontes geradoras de resíduos no Estado do Ceará. Os resíduos vão desde serragem de couro wet blue (Figura 1), lodo de estações de tratamento e aparas de couro nas fabricas de calçados (Figura 2) (Tabela 1).



Figura 1 – Serragem de couro *wet blue*



Figura 2 – Aparas de couro

Tabela 1 – Quantidade de resíduos gerados pela indústria coureiro-calçadista.

Resíduo	Quantidade gerada (toneladas/ano)	Fonte geradora
Serragem e pó de couro contendo cromo	3.488,10	Indústrias de curtume
Aparas de couro curtido ao cromo	2.084,48	Fabricação de calçados e artefatos de couro

Lodo de estações de tratamento de efluentes de curtimento ao cromo	825,73	Indústrias de curtume
--	--------	-----------------------

Fonte: Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Industriais do Estado do Ceará. SEMACE, 2004

No estado do Ceará, estes resíduos não possuem destinação adequada, sendo depositados em aterros sanitários comuns, além do que, o volume de resíduos gerados é muito superior e deveria ter uma forma de reaproveitamento, uma vez que ocupa muito espaço e pode trazer conseqüências ao meio ambiente, devido a presença de substâncias químicas nocivas que são utilizadas na fabricação do couro. Um desses produtos é o cromo, que segundo a norma NBR 10.004, que dispõe sobre a classificação de resíduos sólidos, o cromo da indústria coureiro-calçadista está classificado na lista de materiais perigosos devido a sua carga tóxica. O cromo é muito utilizado no curtimento de couro, pois confere características importantes de qualidade, como maior resistência do couro à luz e durabilidade, além de suportar altas temperaturas. Os curtimentos de cromo são utilizados em 80% a 90% dos processos, apesar do conhecimento dos riscos ambientais decorrentes de disposições inadequadas de materiais contendo a substância.

Devido à presença do cromo, os resíduos do couro possuem um período de degradação de vinte anos, relativamente elevado (FRANÇA, LEITE & PRASAD, 2007), ocupando bastante espaço em aterros sanitários, além da contaminação do solo por substâncias químicas nocivas.

Na última década, com a preocupação crescente em relação a disposição inadequada de resíduos e o aumento da poluição ambiental, muitas pesquisas têm sido realizadas na tentativa de identificar processos ecologicamente viáveis de reaproveitamento dos resíduos gerados pela indústria coureiro-calçadista. Uma alternativa seria a recuperação do cromo na forma de cromato de sódio através de incineração, podendo ser reutilizado no processo de curtimento de couros e peles (CASTRO, 2004 apud VAZ et al, 2009). Outra alternativa seria a incorporação de aparas de couro wet blue, em argila (SOUZA et al, 2007). Um outro estudo que vem sendo desenvolvido por uma empresa paulista de produtos de couro é a utilização de aparas de couro e aglutinante natural para confecção de blocos com melhor isolamento térmico (ROQUE, 2009).

Na busca de processos ecologicamente viáveis de reaproveitamento de resíduos de couro originados de indústrias de calçados de Fortaleza, este trabalho preliminar tem como objetivo incorporar resíduos de aparas de couro em produtos de construção civil, conferindo a este resultado uma alternativa de descarte tecnicamente viável.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os retalhos de couro foram cedidos por uma fábrica de artefatos de couro. O experimento foi realizado no laboratório de Mecânica dos Solos. Foram produzidos quatro blocos, com dois tipos de traços, ambos utilizando 5% de agregado de couro (12g). Para o primeiro traço (dois blocos) Foi utilizada uma composição de 71,4% de areia comum (3kg), 23,6% de cimento Portland CII (1kg) e 5% de couro triturado e 710mL de água. Foi utilizada a mesma proporção para o segundo traço, entretanto o couro foi disposto em tiras. As formas de blocos foram lubrificadas com óleo Singer® para facilitar a retirada do bloco (Figura 3).



Figura 3 – Formas preparadas para receber blocos

Os agregados secos foram pesados em balanças de precisão KN WAAGEN® KN2000 e KN15 e foram misturados em bacias até a completa homogeneização da massa (Figura 4). Em seguida, foram dispostas em moldes de madeira (Figura 5). Os blocos foram dispostos à sombra para secagem durante sete dias (Figura 6).



Figura 4 – Mistura de agregados e água.

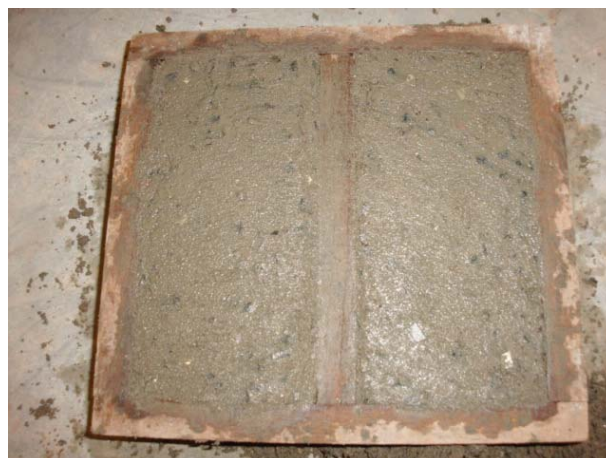


Figura 5 - Bloco em molde de madeira

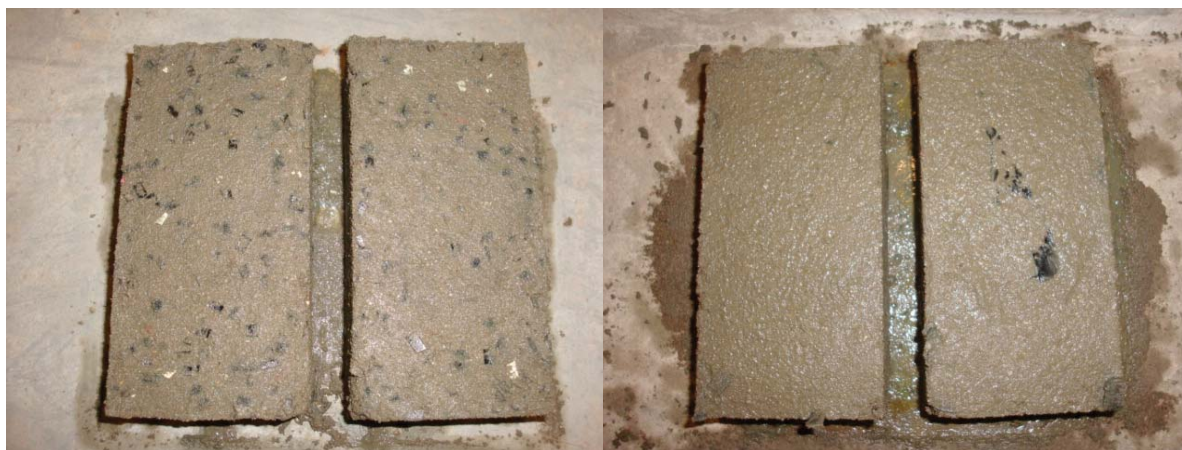


Figura 6 - Blocos dispostos para secagem à sombra

3. ANÁLISE DE RESULTADOS

O tempo necessário para secagem completa ao ar livre dos blocos foi de sete dias. A secagem ao ar livre evita a emissão de gases liberados na secagem industrial em fornos, método comumente utilizado na fabricação de blocos de concreto convencionais.

Os blocos experimentais apresentam uma cor uniforme com as faces homogêneas, com algumas imperfeições ocasionadas pela retirada do molde. A diferença granulométrica dos resíduos entre os tipos de traços produz blocos com características morfológicas distintas de blocos convencionais (Figura 7 e 8), podendo ocasionar diferentes resistências de acordo com o tipo de traço utilizado em cada bloco. Estudos realizados por Baffa (2005) apud Pena (2008) concluiu que é viável a produção de concreto pré-fabricado com soma dos retalhos do couro, este produto apresentou leveza e boa durabilidade.

Os blocos com couro em tiras apresentou algumas fissuras devido à disposição das tiras que tiveram pouca adesão ao cimento. Já o couro triturado se mostrou bastante eficaz nesta adesão. Renófilo (2006) afirma que a incorporação do couro em tijolos é uma boa alternativa, pois, um dos produtos principais para a construção de qualquer obra civil é o tijolo. Em um primeiro momento, pode se inferir o uso em obras paisagísticas e de leve impacto.



Figura 7 – Traço 1, couro triturado



Figura 8 – Traço 2, couro em tiras

4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste experimento preliminar apontam para a viabilidade de incorporação de resíduos de couro triturado em blocos de construção, entretanto alguns testes devem ser feitos para garantir a segurança e durabilidade do bloco. Estes blocos, após os testes analíticos estruturais poderão ser utilizados em canteiros paisagísticos, decoração de interiores e locais onde o impacto seja leve. A produção destes tijolos pode diminuir a quantidade de resíduos de couro depositados em aterros sanitários conferindo uma alternativa de descarte ecologicamente viável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FRANÇA, P.X.N. LEITE, V.D. PRASAD, S. Análise dos impactos socioambientais das micro e pequenas indústrias de calçados instaladas na cidade de Campina Grande. **Revista Econômica do Nordeste** V. 38 Nº03. 14p. Fortaleza, 2007.

PENA, J.R. **Análise de alternativas para o reaproveitamento do resíduo do couro das indústrias calçadistas de Jáu – SP**. Dissertação (Mestrado). C.C.E.N.T., Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental. Universidade de Ribeirão Preto. 106p. Ribeirão Preto, 2008.

RENÓFILO. A. **Tijolos que dão no couro**. Jornal da UNESP, 2000. Disponível em: <http://www.unesp.br/aci/jornal/151/meio_ambiente.htm> . Acesso em: 20 de agosto de 2011.

ROQUE, L.P. **Empresa usa resíduos de couro para fabricar blocos para a construção civil**. **Revista Sustentabilidade**, 2009. Disponível em <<http://www.revistasustentabilidade.com.br/construcao-verde/couro-e-usado-na-fabricacao-de-blocos-para-construcao-civil>> . Acesso em 17 de setembro de 2011.

SEMACE, **Superintendência Estadual do Meio Ambiente. Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Industriais do Ceará**. 106p. Fortaleza, 2004,

VAZ, H.P. SILVA, L.A.B.F. MARTINS, M.L. JUNIOR, O.M. **Aproveitamento dos resíduos de couros curtidos com cromo: Resíduos da rebaixadeira**. São Paulo, 2009.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à FUNCAP, à empresa COUROFINO e os laboratórios LERCA e Laboratório de Mecânica de Solos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará-IFCE.

INFLUÊNCIA DA ALTA TEMPERATURA (150°C E 200°C) NA RESISTÊNCIA DE CONCRETOS E ARGAMASSAS

D. F. Ferreira¹; M. A. S. Anjos² e E. V. Borja³

^{1,2 e 3} Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – Campus Natal Central
¹ dani_dff@hotmail.com; ² marcos.anjos@ifrn.edu.br; ³ edilberto.borja@ifrn.edu.br

RESUMO

A microestrutura dos produtos hidratados de concretos de cimento Portland sofre alterações na sua estrutura física, composição química e quantidade de água, quando é exposta a elevadas temperaturas como as verificadas em um incêndio, afetando assim sua durabilidade. Neste contexto o presente trabalho experimental foi desenvolvido para avaliar os efeitos da adição de fibras e de resíduo de biomassa da cana de açúcar em concretos e argamassas submetidos a temperaturas ambiente, 150°C e 200°C. Para tanto foram formulados concretos com adição de fibras de polipropileno e adições minerais provenientes do resíduo da biomassa da cana-de-açúcar, foram confeccionados ainda as argamassas dos traços de concreto em análise, colocando estes materiais nas mesmas condições dos concretos, com o intuito de avaliar a influência dos agregados na manutenção das resistências. As análises foram feitas a partir de ensaios de resistência à compressão dos concretos e das argamassas. Verificou-se um aumento da resistência à compressão das argamassas e concretos, quando estes foram submetidos à temperatura de 150°C e 200°C em relação àquele que não foi submetido a estas temperaturas.

Palavra-Chave: concretos, resíduo de biomassa da cana-de-açúcar, fibras de polipropileno, alta temperatura.

1. INTRODUÇÃO

O aumento da temperatura durante o período de cura do cimento acelera as reações químicas de hidratação, favorecendo as resistências iniciais, sem efeitos prejudiciais sobre as resistências a idades mais avançadas. Uma temperatura mais alta durante e depois do contato inicial entre o cimento e a água reduz a extensão do período de latência de modo que a estrutura total da pasta hidratada se define mais cedo (NEVILLE, 1997).

Apesar da temperatura de cura elevada aumentar a resistência inicial, como mencionado, a taxa de elevação e o valor da temperatura devem ser moderados, pois temperaturas muito elevadas inicialmente podem prejudicar a resistência e a porosidade dos materiais cimentícios a idades subseqüentes, podendo ainda produzir uma distribuição não uniforme dos produtos de hidratação no interior da pasta (KIM et al., 2002).

Para temperaturas superiores a 110°C, ocorre a transformação de fases dos compostos hidratados do cimento, ocasionando mudanças na estrutura física, composição química e quantidade de água quimicamente combinada, acarretando alteração da durabilidade através da diminuição da resistência à compressão de concretos expostos as elevadas temperaturas (CHAN, et al, 2000; XIAO & GERT, 2004; YANG, 2009).

No entanto, a redução da resistência à compressão não é verificada tão fortemente quando são analisados concretos com diferentes agregados de origem silicosa e calcária e temperaturas abaixo de 200°C, até esta temperatura pode ocorrer uma ligeira queda ou aumento de resistência dependendo da configuração de ensaios e dos materiais utilizados, como citado por Mehta e Monteiro (2008) apud Abrams.

Porém, para temperaturas acima desta ocorre sempre uma redução na resistência, independentemente do tipo de agregado utilizado, pois a influência da modificação nos compostos hidratados da pasta parecem ser mais relevante que a composição química e mineralógica dos agregados utilizados.

O silicato de cálcio hidratado (C-S-H) é o principal produto de hidratação do cimento, sendo o principal responsável pela resistência das pastas cimentícias, além de ter boa estabilidade a temperaturas de até 110°C, no entanto para temperaturas acima destas o C-S-H sofre metamorfismo convertendo-se na fase α -C2SH, mais cristalino e mais denso que o C-S-H convencional (NELSON, 1990).

O comportamento de materiais cimentícios submetidos a elevadas temperaturas é dependente da composição química e mineralógica dos seus componentes, como tipo, quantidade e dimensões dos agregados utilizados, da micro-estrutura dos produtos hidratados do cimento, e das temperaturas de exposição (MEHTA e MONTEIRO, 2008).

O presente trabalho avalia a adição de resíduo da biomassa da cana-de-açúcar e de fibras de polipropileno no comportamento dos materiais cimentícios (concretos e argamassas) submetidos a temperaturas de 25°C, 150°C e 200°C.

2. METODOLOGIA

Foram formulados três traços de concreto com relação material cimentício: agregado total de 1:3,51, com fator água/cimento de 0,45 e teor de argamassa de 51%, como demonstrado na tabela 1, cujo traço unitário em massa é igual a 1: 1,30: 2,21: 0,45. Nestes traços ocorreu a inclusão de fibras de polipropileno no teor de 1% sobre o volume de concreto e a adição de 20% de resíduo de biomassa da cana de açúcar em substituição do cimento, em todos os traços mantendo-se o mesmo consumo de água.

Foram confeccionadas ainda as argamassas dos concretos descritos na tabela 1, cujo traço unitário em massa é de 1: 1,30: 0,45, com objetivo de avaliar a influencia do agregado graúdo no comportamento dos materiais cimentícios submetidos a elevadas temperaturas

Tabela 1 – Consumo de materiais por m³ de concreto

	CIM (kg)	RBC (kg)	AM (kg)	AG (kg)	ÁGUA (kg)	FPP (kg)
CR	475,4	-	618,0	1050,7	213,9	-
C-RBC	380,3	95,1	618,0	1050,7	213,9	-
C-FPP	475,4	-	618,0	1050,7	213,9	1,0

Todos os corpos-de-prova de concretos e argamassas foram curados por imersão em água a temperatura ambiente, durante 28 dias. Após esse período os corpos-de-prova foram retirados da água e permaneceram em temperatura e umidade ambiente no laboratório por 1 dia, sendo em seguida colocados em estufa previamente aquecida a temperaturas de 150°C e 200°C durante três dias, seguidos de 1 dia de resfriamento, para então serem realizados os ensaios de resistência à compressão.

2.1 Materiais

- ✓ Cimento: Portland CP II F 32;
- ✓ Agregado miúdo: areia média;
- ✓ Agregado graúdo: brita granítica 19 mm;
- ✓ Fibras de polipropileno com comprimento de 20 mm
- ✓ Resíduo de biomassa da cana-de-açúcar (RBC).

O RBC foi coletado após a limpeza dos fornos de queima da biomassa para co-geração de energia em uma usina sucroalcooleira, localizada no município de Arez no Estado do Rio Grande do Norte. O resíduo coletado foi seco em estufa a temperatura de 100°C e em seguida passou por moagem em moinho de bolas com carga de 10 kg de corpos moedores para 1 kg de resíduo, por seis horas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Concreto

Os valores resultantes dos ensaios de resistência a compressão para os concretos de referência (CR), concretos com resíduo de biomassa da cana-de-açúcar (C-RBC) e concretos com fibras de polipropileno (C-FPP), submetidos as três condições de temperaturas, temperatura ambiente (T-AMB), temperatura de 150°C (T-150) e temperatura de 200°C (T-200) são apresentados na figura 1.

Verifica-se que quando os concretos são ensaiados à compressão após cura por imersão e temperatura ambiente a adição de RBC no percentual de 20% utilizada não acarretou em perda de resistência, mesmo mantendo-se o consumo de água do traço de referência. Este fato pode proporcionar ganhos em termos econômicos e ambientais devido ao menor uso de cimento para produzir concretos de resistência semelhantes. Já o concreto com adição de fibras de polipropileno

apresenta uma ligeira queda na resistência à compressão devido a incorporação de ar acompanhada pela adição da fibra.

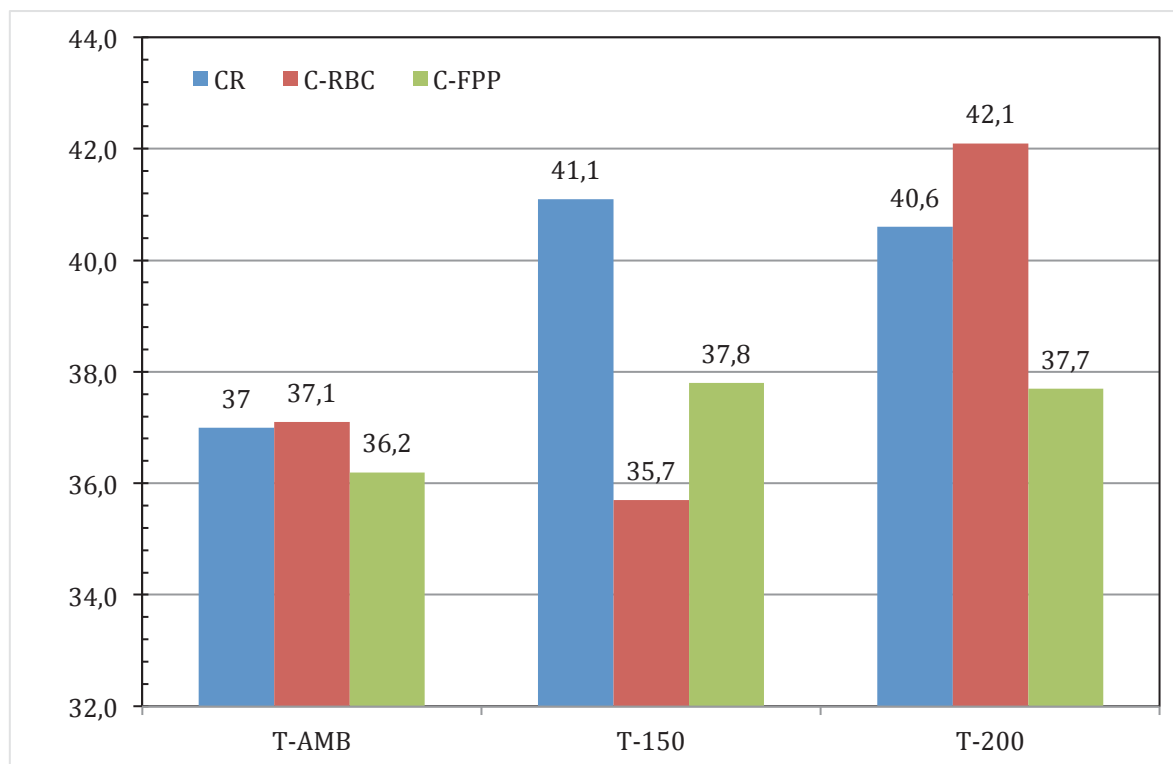


Figura 1 – Resistência à compressão dos concretos submetidos a diferentes temperaturas.

Quando os concretos são submetidos a temperaturas de 150°C e 200°C ocorre um aumento nas resistências à compressão para todos os concretos analisados em comparação aos mesmos ensaiados após cura ambiente, a exceção é feita para o C-RBC submetido a temperatura de 150°C, este fato pode está relacionado a falhas na realização do ensaio, e portanto deve ser realizado novos testes, uma vez que nas argamassas deste traço não ocorreu fato semelhante, mas sim houve um amento na resistência com o aumento da temperatura como pode ser visto na figura 2.

3.2 Argamassas

Ensaio de resistência a compressão também foram realizados nas argamassas. Os resultados obtidos com este ensaio para os traços submetidos às diferentes temperaturas estão dispostos nas figuras 2 a 4.

Para as argamassas do traço de referência, o aumento de temperatura provocou um aumento também na resistência. O resíduo de biomassa da cana-de-açúcar como adição mineral no concreto conferiu um aumento de resistência à compressão da argamassa do traço de referência, juntamente ao aumento de temperatura. O que pode novamente ser explicado pelo poder pozolânico que esta cinza possui.

A adição de fibras de polipropileno não alterou a resistência à temperatura de 150°C, no entanto ocorreu uma diminuição a temperatura de 200°C.

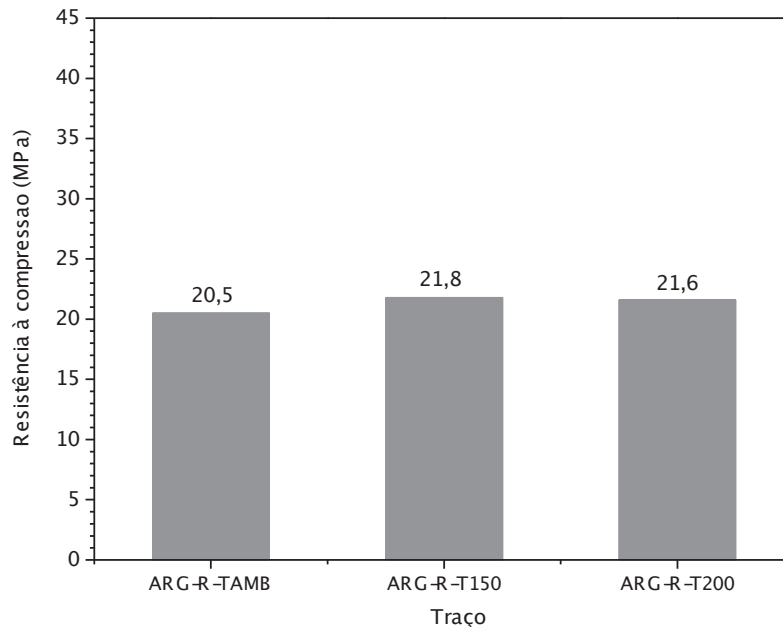


Figura 2 – Resistência à compressão das argamassas de referencia

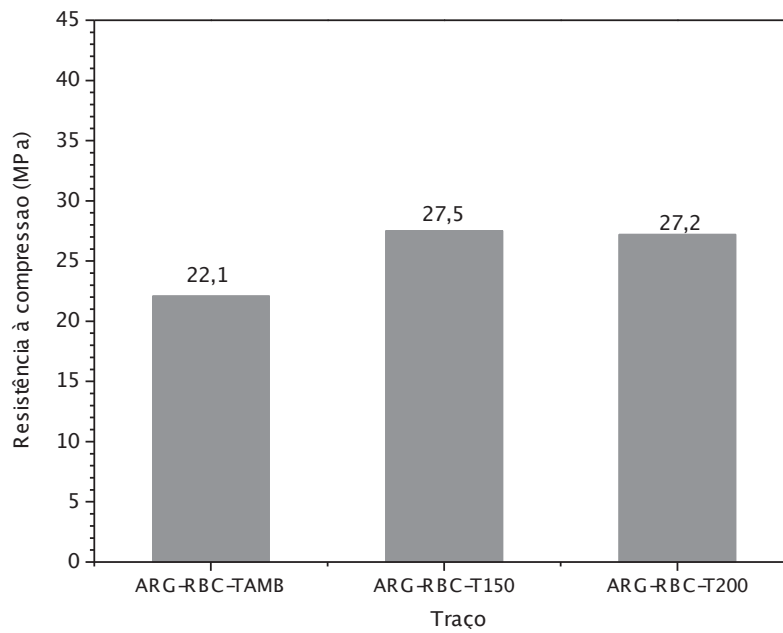


Figura 3 – Resistência à compressão das argamassas com adição de RBC

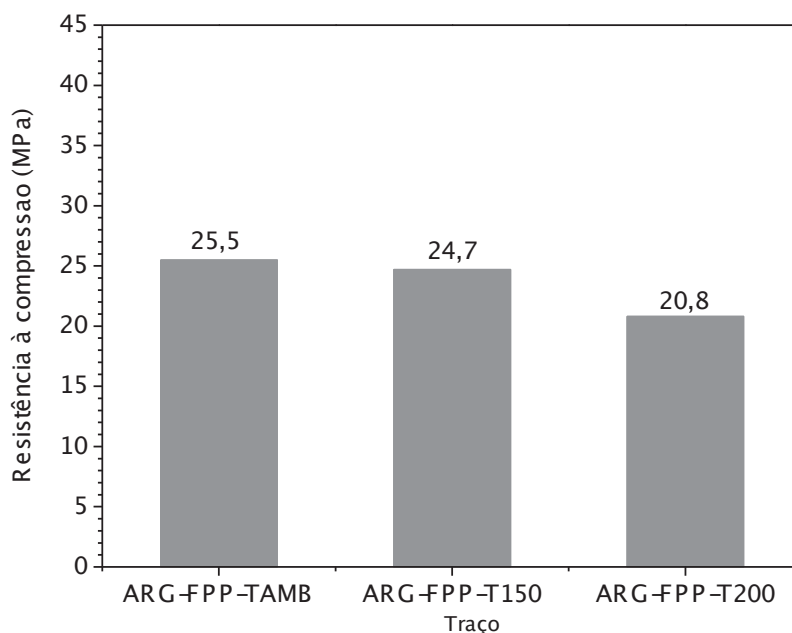


Figura 4 – Resistência a compressão das argamassas com adição de fibras

Ao comparar os efeitos das adições nas argamassas que foram ensaiadas após exposição a temperatura ambiente é possível observar que tanto as fibras de polipropileno quanto o resíduo de biomassa da cana-de-açúcar possibilitaram um aumento de resistência, como apresentado na figura 5 (a). O mesmo fenômeno pode ser observado nas argamassas expostas a temperatura de 150°C, figura 5 (b).

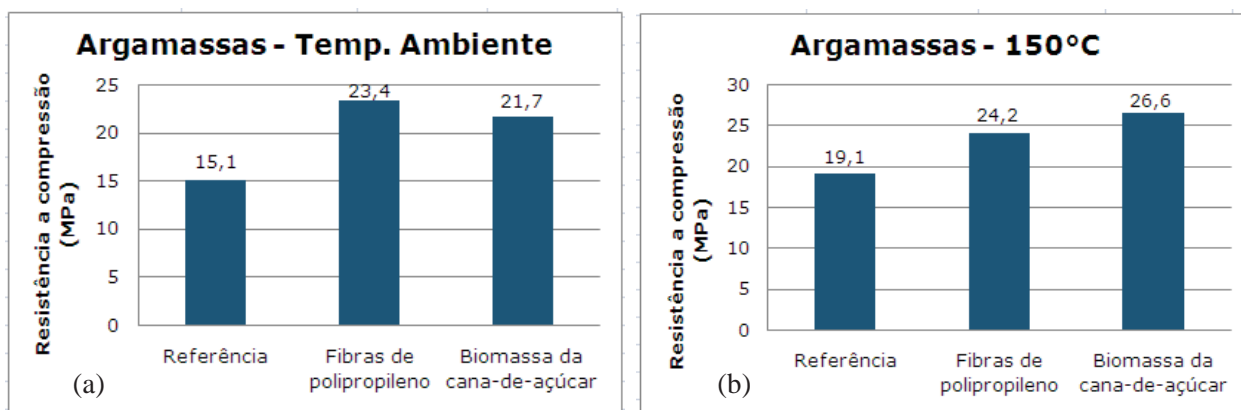


Figura 5 – (a) Resistência à compressão das argamassas a temperatura ambiente. (b) Resistência à compressão dos concretos submetidos a 150°C.

Elevando a temperatura para 200°C não ocorre alteração na resistência da argamassa com adição de fibras de PP em relação a argamassa de referência, como pode ser observado na figura 6. Quanto à adição da cinza da cana-de-açúcar ocorreu um acréscimo de resistência em relação aos outros traços.

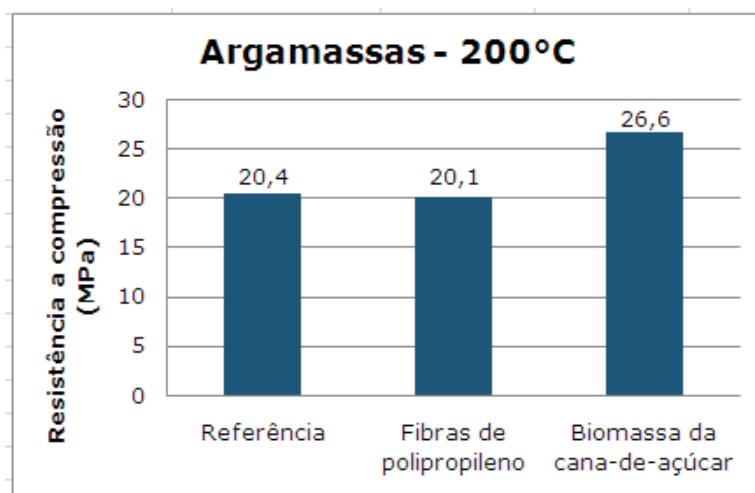


Figura 6 – Resistência à compressão dos concretos submetidos a 200°C.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados dos ensaios de resistência a compressão as adições avaliadas neste trabalho podem ser utilizadas como forma de minimizar as ações deletérias que concretos e argamassas podem sofrer quando são submetidos a altas temperaturas.

REFERÊNCIAS

1. NEVILLE, A. M. (1997). Propriedades do Concreto. São Paulo: Pini.
2. KIM, J. K., HAN, S. H., & PARK, S. K. (2002). Effect of temperature and aging on the mechanical properties of concrete, part I: experimental results. *Cement, Concrete Reserch* , 1087-1094.
3. CHAN, Y. N., LUO, X., & SUN, W. (2000). Compressive strength and pore structure of high-performance concrete after exposure to high temperature up to 800°C. *Cement and Concrete Research* , 247–251.
4. XIAO, J., & GERT, K. (2004). Study on concrete at high temperature in China - an overview. *Fire Safety Journal* , 89–103.
5. YANG, H., LIN, Y., HSIAO, C., & LIU, J.-Y. (2009). Evaluating residual compressive strength of concrete at elevated temperatures using ultrasonic pulse velocity. *Fire Safety Journal* , 121-130.
6. NELSON, E. B. (1990). *Well Cementing*, Chapter 9. Houston: Dowell Schlumberger Educational Service.

LEVANTAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA REGIÃO DO CENTRO DA CIDADE, SANTA INÊS –MA

PEREIRA, ALEX K. C. ¹ e SANTOS, LORAINE de O. L. ²

¹Instituto Federal do Maranhão - Campus Santa Inês e ²Instituto Federal do Maranhão – Campus Santa Inês
Alexkilmer_@hotmail.com – lorainelauris@ifma.edu.br

RESUMO

O uso e a ocupação do solo são o reflexo de atividades econômicas, como a industrial e a agrícola entre outras, que são responsáveis por alterações na qualidade da água, do ar, do solo e de outros recursos naturais, que interferem diretamente na qualidade de vida da população. O espaço transformado pelo homem assume diversas formas, dentre as quais podemos apontar duas bem distintas: o espaço urbano e o espaço rural. Os espaços urbanos caracterizam-se pelo maior adensamento humano enquanto que os rurais, pelo povoamento mais disperso. Sabe-se, que o uso e ocupação do solo modificam a paisagem natural de uma determinada região. O processo de ocupação do território, determinado por condicionantes naturais e sociais, e as suas consequências sobre os sistemas ecológicos, produzem efeitos na paisagem e no ambiente que precisam ser compreendidos para que possam ser oferecidas alternativas para o futuro de nossas sociedades no rumo da sustentabilidade. Em relação à vegetação nativa, as transformações econômicas e sociais que acompanham a industrialização e a urbanização, em via de regra, ocasionam sua eliminação ou fragmentação em pequenas áreas residuais, na maioria das vezes isoladas umas das outras. Normalmente permanecem nos locais mais íngremes, nos terrenos alagados ou nos topos de morro. No meio urbano os fragmentos constituem-se verdadeiras ilhas de vegetação nativa, camuflados por edificações. Contudo o processo de urbanização do estado do Maranhão, principalmente a cidade de Santa Inês, ocorreu a partir da década de sessenta sendo vivenciado por uma rápida ocupação dos seus espaços, apresentando um uso e ocupação do solo de forma desordenada e sem se preocupar com os impactos ambientais causados pelo processo de urbanização do espaço, em substituição a paisagem natural. Diante dessa panorâmica faz-se necessário um estudo sobre o uso e ocupação do solo da parte urbana da cidade de Santa Inês – MA. O presente artigo tem por objetivo levantar e caracterizar os tipos de uso e ocupação do solo da região mais antiga da cidade de Santa Inês, e fazendo uma relação entre os usos do solo com a modificação da paisagem natural. A metodologia usada constou de pesquisa bibliográfica sobre o assunto, e, pesquisa de campo com observação direta, cujo objetivo será levantar e identificar quais os tipos de uso e ocupação de solo existente na área do centro e adjacências. Serão percorridas todas as ruas da região para identificar os tipos de uso e ocupação do solo. Outra metodologia aplicada será o uso de imagens de satélite e fotografias aéreas da referida área para fazer um comparativo ao longo dos anos para saber que mudanças ocorridas na paisagem natural.

Palavras-chave: Uso e ocupação do solo; mudança da paisagem urbana; construção civil

1. INTRODUÇÃO

O processo de ocupação do território, determinado por condicionantes naturais e sociais, e as suas conseqüências sobre os sistemas ecológicos, produzem efeitos na paisagem e no ambiente que precisam ser compreendidos para que possam ser oferecidas alternativas para o futuro de nossas sociedades no rumo da sustentabilidade.

O uso e a ocupação do solo são o reflexo de atividades econômicas, como a industrial e a agrícola entre outras, que são responsáveis por alterações na qualidade da água, do ar, do solo e de outros recursos naturais, que interferem diretamente na qualidade de vida da população.

Em relação à vegetação nativa, as transformações econômicas e sociais que acompanham a industrialização e a urbanização, em via de regra, ocasionam sua eliminação ou fragmentação em pequenas áreas residuais, na maioria das vezes isoladas umas das outras. Normalmente, permanecem nos locais mais íngremes, nos terrenos alagados ou nos topos de morro. No meio urbano os fragmentos constituem-se verdadeiras ilhas de vegetação nativa, camuflados por edificações.

Contudo o processo de urbanização do estado do Maranhão, principalmente a cidade de Santa Inês, ocorreu a partir da década de sessenta sendo vivenciado por uma rápida ocupação dos seus espaços.

Diante dessa panorâmica faz-se necessário um estudo sobre o uso e ocupação do solo da parte urbana da cidade de Santa Inês – MA. Nesse sentido, o presente trabalho mostra a necessidade de se ter conhecimento acerca dos problemas do uso e ocupação do solo e da intensificação da atuação na área de estudo de especuladores imobiliários, contabilizando os impactos gerados ao longo dos anos, além de tentar buscar uma maneira de minimizá-los.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Ecologia da Paisagem

A paisagem é definida como “um espaço de terreno que se abrange num lance de vista” (dicionário Aurélio). A palavra “paisagem” possui, assim, conotações diversas em função do contexto e da pessoa que a usa. Pintores, geógrafos, geólogos, arquitetos, ecólogos, todos têm uma interpretação própria do que é uma paisagem. Apesar da diversidade de conceitos, a noção de espaço aberto, espaço “vivenciado” ou de espaço de inter-relação do homem com o seu ambiente está imbuída na maior parte dessas definições (METZGER, 2001).

Esse espaço é vivenciado de diferentes formas, através de uma projeção de sentimentos ou emoções pessoais, da contemplação de uma beleza cênica, da organização ou planejamento da ocupação territorial, da domesticação ou modificação da natureza segundo padrões sociais, do entendimento das relações da biota com o seu ambiente, ou como cenário/palco de eventos históricos. A paisagem como noção de “espaço”, ganhando sentido ou utilidade através do “olho” ou da “percepção” de um observador, pode ser o conceito principal de confluência dessas diferentes “visões” (METZGER, 2001).

Numa conceituação mais abrangente, em relação às definições anteriores, propõe-se que a paisagem seja definida como “*um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo esta heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação*” (METZGER, 2001).

Dentro da abordagem “geográfica” da ecologia de paisagens, o mosaico heterogêneo estará sendo visto através dos olhos do homem, de suas necessidades, anseios e planos de ocupação territorial. Como o homem age em amplas extensões de seu território, neste caso a ecologia de

paisagens lida obrigatoriamente com escalas espaciais (e, por conseguinte, temporais) amplas, podendo ter vários quilômetros quadrados (FORMAN, 1995).

O conjunto interativo da paisagem é então composto por “ecossistemas” ou por unidades de “cobertura” ou de “uso e ocupação do território”, sendo que a escolha de umas dessas três formas de representar as unidades da paisagem é feita (arbitrariamente) pelo observador. Os limites entre esses conjuntos interativos da paisagem seriam então definidos por três fatores: o ambiente abiótico (formas de relevo, tipos de solo, dinâmica hidro-geomorfológica, parâmetros climáticos, em particular), as perturbações naturais (fogo, tornados, enchentes, erupções vulcânicas, geadas, por exemplo) e antrópicas (fragmentação e alteração de habitats, desmatamento, criação de reservatórios, implantação de estradas, entre outros). Estes fatores condicionam, em primeiro lugar, a presença de determinadas unidades (METZGER, 2001).

Em termos aplicados, argumenta-se que a ecologia de paisagens pode contribuir, pois se propõe a lidar com mosaicos antropizados, na escala na qual o homem está modificando o seu ambiente.

2.2 Uso e Ocupação do Solo

O espaço transformado pelo homem assume diversas formas, dentre as quais podemos apontar duas bem distintas: o espaço urbano e o espaço rural. Os espaços urbanos caracterizam-se pelo maior adensamento humano enquanto que os rurais, pelo povoamento mais disperso (SANTOS; BARCELLOS, 2006).

Segundo Rosa et. al (1989) a expressão "uso do solo" pode ser entendida como sendo a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem. O levantamento do uso do solo é de grande importância, na medida em que os efeitos do mau uso causam deterioração no ambiente. Os processos de erosão intensos, as inundações, os assoreamentos desenfreados de reservatórios e cursos d' água são conseqüências do mau uso deste solo.

Segundo SÁNCHEZ (2006), com relação ao parcelamento do solo, indica que data de meados da década de 70 os primeiros planos de uso do solo no Brasil, os quais procuravam ordenar as ocupações no espaço urbano brasileiro.

No tocante a questão do uso e ocupação do solo este merece grande destaque, pois é ele o responsável por impactos sérios, pela importância e desenvolvimento de uma determinada região (NOVAES *et.al.*, 2007).

Para Piedra Corrêa (2003), a falta de monitoramento do crescimento de um município é um dos grandes obstáculos à ação das prefeituras. Os cadastros desatualizados defasam a arrecadação de impostos, as áreas de preservação são ocupadas, e as cidades começam a apresentar uma ocupação desordenada. Isso nos permite refletir que o crescimento urbano deveria ser constantemente monitorado e avaliado para viabilizar a interferência de forma preventiva.

O uso e a ocupação do solo são o reflexo de atividades econômicas, como a industrial e a agrícola entre outras, que são responsáveis por alterações na qualidade da água, do ar, do solo e de outros recursos naturais, que interferem diretamente na qualidade de vida da população.

Em relação à vegetação nativa, as transformações econômicas e sociais que acompanham a industrialização e a urbanização, em via de regra, ocasionam sua eliminação ou fragmentação em pequenas áreas residuais, na maioria das vezes isoladas umas das outras. Normalmente permanecem nos locais mais íngremes, nos terrenos alagados ou nos topos de morro. No meio urbano os fragmentos constituem-se verdadeiras ilhas de vegetação nativa, camuflados por edificações.

3. METODOLOGIA

3.1 Objeto de Estudo

O Município de Santa Inês está situado na Mesorregião Oeste Maranhense, a 250 km distância de São Luis, capital do estado do Maranhão. Segundo o IBGE (2007) possui uma população estimada em 82.026 habitantes.

Situado na Microrregião Geográfica de Pindaré, a 45° 22' 48" de Longitude Oeste e 3° 40' 1" de Latitude Sul, possui uma Área Territorial de 768 km². Seus limites são com os seguintes Municípios Pindaré e Igarapé do Meio ao Norte, com Santa Luzia e Brejo de Areia ao Sul, com Vitorino Freire e Bela Vista ao Leste e com os Municípios de Pindaré e Tufilândia a Oeste. A Figura 01 mostra o núcleo urbano do Município de Santa Inês.



Figura 01: Imagem de satélite do Núcleo Urbano de Santa Inês, 2009.

Fonte: Google, 2009

O referido município conta com 41 bairros dos quais foi pesquisado o “Centro” (Figura 02), pelo fato do mesmo ser o mais antigo e seu valor histórico e econômico para a região. Além disso, possui vários tipos de edificações (sendo comerciais e residenciais) e circulação de um grande número de pessoas, principalmente na área comercial.



Figura 02: Mapa do Bairro Centro Santa Inês – MA

3.2 Levantamento e Caracterização da Paisagem Natural X os Tipos de Ocupação

Para o uso e ocupação do solo utilizou-se a estratégia de pesquisa bibliográfica sobre o assunto, mapas (topográficos, recursos hídricos, vegetação nativa e etc.) e registros sobre a paisagem natural e as mudanças ocorridas pela ocupação das áreas desde a década de 60 até os dias atuais. Outra metodologia aplicada será o uso de imagens de satélite e fotografias aéreas da referida área.

A pesquisa de campo constou de observação direta, cujo objetivo foi levantar e identificar quais os tipos de uso e ocupação de solo existente na área do centro.

Foram percorridas todas as ruas da região para identificar os tipos de uso e ocupação do solo, e também serão coletadas também as coordenadas UTM's (universal transversal Mercator) de cada tipo de uso e ocupação, para tanto, será utilizado aparelho GPS (Sistema de Posicionamento Global) de navegação e o datum de referência será o SAD 69.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A região mais antiga é o Centro da cidade de Santa Inês. Essa região se caracteriza por ter um uso e ocupação solo composto por um mosaico de estabelecimentos comerciais e residenciais (mais antigas da cidade), prédios públicos, igrejas, há também a presença de praças.

As categorias de uso e ocupação do solo (Figura 03) identificadas são as seguintes:

- ✓ Edificações Comerciais: Presença de edificações maiores, edifícios antigos e alguma verticalidade das edificações (2 pavimentos);
- ✓ Edificações Unifamiliares: Ocorrência terrenos e edificações menores, e edificações mais jovens;
- ✓ Edificações Multifamiliares: Edificações com 3 ou mais pavimentos;
- ✓ Áreas Desocupadas: áreas com a presença de solo desnudo e/ou com cobertura vegetal;
- ✓ Áreas de Lazer: Praças, centro de exposições, ginásio, quadras;
- ✓ Área de Uso Institucional: Igrejas, escolas, secretarias municipais.



Figura 03: Categorias de uso e ocupação do solo: (a) área institucional (Igreja Matriz); (b) Áreas desocupadas (terreno baldio); (c) Áreas de Lazer (praça da saúde); (d) Edificação comercial; (e) Edificação residencial; (f) Área Institucional (Poder Legislativo e Executivo de Santa Inês)

Pode-se afirmar então que o uso e ocupação do solo dessa região se caracteriza por um solo do tipo urbano. O termo “solos urbanos” teria a função de ressaltar o uso do solo e apontar para um conjunto de possíveis modificações nas suas propriedades, típicas do meio urbano (PEDRON et. al, 2004). Essas modificações, segundo Corrêa (1989), o uso do solo apresenta-se como uma expressão das

relações sócio econômicas do território, que revelam a apropriação da natureza pelo homem e as alterações impostas a ela.

Observou-se ainda que 52% são de edificações comerciais, 33% são de edificações residenciais, 2% área institucional, 12% de áreas desocupadas e apenas 1% de áreas de lazer (Figura 04).

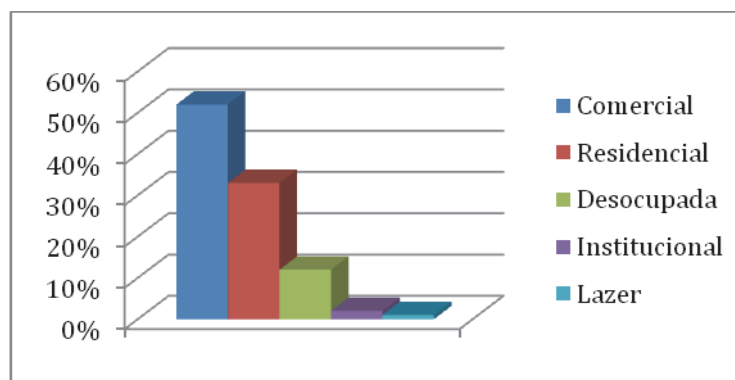


Figura 04: Classes de uso e ocupação de solo, Centro, Santa Inês – MA, 2011.

Deve-se entender como desenho urbano, segundo Del Rio (1997), um campo disciplinar que trata a dimensão físico-ambiental da cidade, enquanto conjunto de sistemas físico-espaciais e sistemas de atividades que interagem com a população através de suas vivências e ações cotidianas. Trata-se da produção e apropriação do meio ambiente construído, processos que são permeados pela dimensão temporal. Fazendo parte do processo normativo e regulador do planejamento da cidade.

As normas de edificações procuram estabelecer parâmetros detalhados sobre todos os aspectos das construções, incluindo tanto a relação da edificação com seu entorno (recuos, número de pavimentos, altura máxima) quanto a sua configuração interior (insolação, ventilação, dimensão de cômodos). A virtual impossibilidade de dar conta do excessivo nível de detalhe, em muitos casos, joga na ilegalidade a maior parte das edificações (VAZ, 1996).

O zoneamento é uma concepção da gestão do espaço urbano baseada na ideia de eleger os usos possíveis para determinadas áreas da cidade. Com isso, o que se pretende é evitar convivências desagradáveis entre os usos. A cidade é dividida em zonas industriais, comerciais, residenciais, institucionais e em zonas mistas, que combinam tipologias diferentes de uso. Segundo Vaz (1996), em alguns casos, esse zoneamento da cidade inclui várias categorias para cada um dos tipos de zona. Essas categorias diferenciam-se, normalmente, em termos de adensamento dos lotes (pela regulamentação do percentual máximo da área dos terrenos que pode ser edificada, do número de andares das edificações ou da área máxima construída).

A determinação dos tipos de uso muitas vezes acontece em função de usos já consolidados, ou seja, a legislação apenas reconhece esses usos. Nesse caso, seu papel de direcionar a ocupação da cidade fica resumido à legitimação do espaço construído, independentemente da dinâmica, ainda que perversa e excludente, que tenha definido essa construção. Isso é o que não acontece na região do centro da cidade de Santa Inês – MA. Pode-se observar que não há um plano diretor que subsidie os tipos de uso e ocupação de solo e/ou qualquer tipo de fiscalização.

5. CONCLUSÕES

O crescimento urbano na cidade de Santa Inês trouxe um uso e ocupação do solo de forma desordenada. A ordenação deste crescimento urbano faz-se necessária, de modo que as influências que o mesmo possa ter sobre o meio ambiente não se tornem prejudiciais aos habitantes. Infelizmente o processo de ocupação é feito sem a devida implantação da infra-estrutura necessária e sem considerar as condicionantes ambientais locais. O crescimento é desordenado, sem considerar as características naturais do meio. É nessa perspectiva que o referido município necessita de diretrizes que regulamente o uso da propriedade urbana. Neste sentido, é necessário maior investimento no estudo e na divulgação do uso do solo e seus efeitos no meio urbano.

REFERÊNCIAS

CÔRREA, R.L. **O espaço urbano**. São Paulo, Ática, 1989.

DEL RIO, V. **Introdução ao Desenho Urbano**. São Paulo, Pini. 1990.

INSTITUTO BRASILEIRO de Geografia e Estatística – IBGE. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2007**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 16 de março de 2011.

METZER, J. P. **O que é ecologia das paisagens?** In: Biota Neotropica, vol.1. n 01. p.01-09. São Paulo: USP. 2001.

NOVAES, R. C; TAROUCO, J. E. F; RANGEL, M. E. S; DIAS, L. J. B. S. **Análise da sensibilidade ambiental da parte oriental da Ilha do Maranhão**. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 4089-4. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.22.54/doc/4089-4096.pdf>> Acesso em: 8 de mar. De 2010.

PEDRON, F. de; DALMOLIN, R.S.D.; AZEVEDO, A. C. de; KAMINSKI, J.Solos Urbanos. In: **Ciência Rural**, Rio Grande do Sul: Santa Maria, v.34, n.5, p.1647-1653, set-out, 2004

PIEDRA CORRÊA, L. de La. **Análise Estratégica de Decisão Aplicada à Seleção de áreas Para Expansão Urbana Visando Controle de Inundações na Área Urbana do Município de Uberaba, M.G.** Viçosa, UFV. 2003. 107p.: il. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil) - DEC – UFV, M.G. Disponível em: <http://www.geo.ufv.br/docs/monografias/fernandaVieira.pdf>. Acesso em: 10/03/2010.

ROSA, R.; BRITO. J.L.S.; LIMA. E.F.; SIQUEIRA, C.A.; MACEDO, D. **Elaboração de uma Base Cartográfica e Criação de um Banco de Dados Georreferenciados da Bacia do rio Araguari - MG**. In: Gestão Ambiental da Bacia do Rio Araguari - rumo ao desenvolvimento sustentável.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impactos Ambiental, Conceitos e Métodos**. São Paulo: Oficina de Textos. 2006, 495 p.

SANTOS, S. M.; BARCELLOS, C. **Abordagens espaciais na saúde pública**. Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz;– Brasília : Ministério da Saúde, 2006.

VAZ, J.C. LEGISLAÇÃO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO. In: **Desenvolvimento Urbano**. n. 77, 1996.

LEVANTAMENTO DO VOLUME DE RESÍDUOS VÍTREOS NAS VIDRAÇARIAS DO MUNICÍPIO DE BOA VISTA/RR NA APLICAÇÃO EM ARGAMASSAS PARA REBOCO.

N. A. Marinho¹, T. C. Ferreira², M. T. O. Soares³, J. Souza⁴, H. B. Melo Filho⁵

^{1,2,3,4,5}Instituto Federal do IFRR- Campus Boa Vista

nubbya_marinho@hotmail.com, thi-ifrr@hotmail.com, Mario_thaislan@hotmail.com,
jozilene@ifrr.edu.br, herme.filho@ifrr.edu.br.

RESUMO

O vidro é um material abundante na sociedade e no meio em que vivemos, apresentando grande durabilidade, é um produto não biodegradável e 100% reciclável, sem perder suas qualidades. O presente trabalho tem por finalidade realizar um levantamento dos resíduos vítreos no Município de Boa Vista para, posteriormente, aplicá-los em traços de argamassa para uso na construção civil. Procurou-se informações sobre a destinação final dada ao resíduo vítreo junto às vidraçarias locais utilizando-se como metodologia um questionário com o objetivo de quantificar e identificar o volume e a destinação de tal resíduo. Também coletou-se amostras dos resíduos para caracterizar suas propriedades físicas e químicas. Os dados obtidos revelaram que as vidraçarias de grande porte do Município de Boa Vista/RR, por ter uma demanda maior, compram o vidro em grande quantidade, tornando-se fornecedores para as vidraçarias de pequeno porte, nestas, aproximadamente 45% do total do vidro comercializado é perdido durante o manuseio e os resíduos gerados não passam por nenhum tipo de reaproveitamento sendo destinados ao aterro sanitário, sem prévia separação ou triagem, representando um enorme prejuízo para o meio ambiente e uma perda de matéria prima 100% reaproveitável.

Palavras-chave: Resíduos Vítreos, Argamassa, Meio Ambiente.

1. INTRODUÇÃO

O vidro foi descoberto por acaso, quando navegadores ao acenderem uma fogueira na praia, descobriram que areia em contato com o cálcio das conchas em alta temperatura produzia a substância do vidro. Estima-se que por volta de 7.000 a.C os povos da Síria e da Babilônia já o utilizavam (REBOUÇAS, 2011).

Industrialmente pode-se restringir o conceito de vidro aos produtos resultantes da fusão, pelo calor, de óxidos ou de seus derivados e misturas, tendo em geral como constituinte principal a sílica ou o óxido de silício (SiO_2), que, pelo resfriamento, endurecem sem cristalizar (SANTOS, 2011).

Segundo a CEMPRE, no Brasil, todos os produtos feitos com vidros correspondem em média a 3% dos resíduos urbanos. E somente as embalagens de vidro correspondem a 1%, o material não é combustível e se funde a 1.500 graus, transformando-se em cinzas. Seu efeito abrasivo pode causar problemas aos fornos e equipamentos de transporte.

O despejo do vidro nos lixões, aterros sanitários e na natureza, causa danos ao meio ambiente, tendo em vista que ele é um material não biodegradável.

A exploração de agregados da natureza tem se tornado cada dia mais preocupante, pois a degradação ambiental quando da retirada desse agregado é muito grande, fazendo com que haja uma destruição desordenada da natureza. Portanto é necessário à busca de novos tipos de agregados para a construção civil sem causar impacto ambiental e uma solução é a reciclagem dos resíduos vítreos em substituição parcial ao agregado miúdo.

Os materiais reincorporados devem agregar aos produtos propriedades similares àquelas obtidas quando utilizados os materiais convencionais, e o vidro mesmo que no quesito da toxicidade não seja o mais preocupante, pelo fato dele não ser um produto biodegradável, o seu crescente volume passa a incomodar, o que leva ao desenvolvimento deste trabalho.

Segundo Pereira 2008 a iminente necessidade do desenvolvimento sustentável em prol da preservação dos recursos naturais tem levado a pesquisa da reutilização de materiais, outrora descartados no meio ambiente, em diversas cadeias produtivas.

A Construção Civil requer da exploração de muitos tipos de recursos naturais o que leva a necessidade de se buscar novas alternativas para minimizar o impacto causado decorrente desta exploração.

Os agregados para a indústria da construção civil são os insumos minerais mais consumidos mundialmente. As atividades de extração mineral são de grande importância para o desenvolvimento social, mas também são responsáveis por impactos ambientais negativos muitas vezes irreversíveis (AZEVEDO, 2009).

Segundo a CEMPRE o Brasil produz em média 980 mil toneladas de embalagens de vidro por ano. Deste total $\frac{1}{4}$ da matéria prima é proveniente de matéria reciclada em forma de caco, gerada a partir de refugos das fábricas e de coleta seletiva. A reciclagem do vidro é de extrema importância para o meio ambiente. Como sabemos esse material é feito a partir da combinação de areia, calcário, barrilha e feldspato. Quando reciclamos o vidro ou compramos vidro reciclado estamos contribuindo com o meio ambiente, pois esse material deixa de ir para os aterros sanitários ou para a natureza (SANTOS, 2011).

Reciclar é reaproveitar os materiais como matéria-prima para um novo produto, com o objetivo de minimizar a utilização de fontes naturais, diminuindo o acúmulo de lixo nas áreas urbanas (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2011).

2. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Para obter os dados iniciais elaborou-se um questionário objetivando-se conhecer o volume de resíduos vítreos gerados nas vidraçarias do município de Boa Vista/RR, o qual foi aplicado *in loco*, adquirindo as informações necessárias para a continuação do projeto. Em seguida, fez-se a coleta do material vítreo que seria descartado pela própria vidraçaria. Coletaram-se também materiais em

algumas lanchonetes da cidade. A proposta do referido questionário foi diagnosticar a quantidade de vidros comercializados e percentuais de vidros perdidos mensalmente.

Os materiais vítreos também foram quebrados na máquina de abrasão Los Angeles e posteriormente separados por granulometria através das peneiras de nº 04; 07; 16; 30; 40; 50, definindo o diâmetro dos grãos para, posteriormente, aplicá-los em traços de argamassas para reboco a fim de verificar a trabalhabilidade, resistência e teor de absorção de água das argamassas, em conformidade com as normas da ABNT para argamassa.

2.1 Identificação das vidraçarias onde se aplicou o questionário

A aplicação dos questionários foi realizada em 8 (oito) vidraçarias do município de Boa Vista-RR, distribuídas de acordo com a Tabela 1. Verificou-se que a maioria desses estabelecimentos estão localizados em bairros da periferia da cidade. Para cada vidraçaria utilizou-se a simbologia VPn (Vidraçaria Pesquisada e n número da Vidraçaria).

Tabela 1 – Quantidade e localização das vidraçarias do município de Boa Vista – RR

VIDRAÇARIAS	LOCALIZAÇÃO/BAIRRO
VP1 (P)	Jardim Floresta
VP2 (G)	Asa Branca
VP3 (G)	Liberdade
VP4 (P)	Nova Canaã
VP5 (P)	Jardim Floresta
VP6 (P)	Buritis
VP7 (P)	Cambará
VP8 (P)	Liberdade

A análise do questionário gerou o diagnóstico exposto na Tabela 2

Tabela 2 – Diagnóstico dos resíduos vítreos das vidraçarias pesquisadas/Boa Vista - RR

VIDRAÇARIA	QUANTIDADE DE VIDRO COMERCIALIZADO POR MÊS (m ²)	PERCENTUAL DE RESÍDUOS VÍTREOS PERDIDOS POR MÊS (%)	DESTINO DOS RESÍDUOS VÍTREOS
VP1	250 m ² - CM	50%	LIXÃO
VP2	500 m ²	20%	LIXÃO
VP3	125000 m ²	15%	LIXÃO
VP4	50 m ² - CM	10%	LIXÃO
VP5	Não deram informações	-	-
VP6	Não deram informações	-	-
VP7	Não deram informações	-	-
VP8	Não deram informações	-	-

Analisando as respostas apresentadas para o questionário, pôde-se constatar que os proprietários de vidraçarias maiores comercializam uma grande quantidade de vidro plano (Figura 1) e que as vidraçarias de menor porte compram desta boa parte de material. Verificou-se ainda que a perda

durante o manuseio é bem grande e que os resíduos vítreos gerados nas vidraçarias são enviados para o lixão ou aterro sanitário sem qualquer tipo de tratamento ou processo de reciclagem. Observou-se também que as empresas de grande porte do ramo de vidraçarias são responsáveis pela compra de todo o material vítreo comercializado no município de Boa Vista-RR, com desperdício médio de 17,50% enquanto as vidraçarias de pequeno porte, que são abastecidas por empresa de poder aquisitivo maior, têm um desperdício médio de 45,00%, pois as empresas de grande porte vendem as lâminas para as empresas menores bem como repassam para estas também a perda que seria de sua empresa, ou lançam estes resíduos diretamente no aterro sanitário.



Figura 1 – Resíduo vítreo coletado

2.2 Ciclo resumido do processo proposto

Reciclar, mudar os hábitos minimizando os impactos no meio ambiente é fundamental para o desenvolvimento. Visando essa melhoria a pesquisa apresenta o ciclo da Figura 2, como proposta.



Figura 2 – Ciclo proposto para os resíduos vítreos.

3. CONCLUSÃO

Os impactos ambientais ocasionados pela ação do homem sobre a natureza vêm crescendo vertiginosamente nos últimos anos em decorrência do desenvolvimento tecnológico. Como consequência, ocorre um aumento no consumo de matérias-primas e na produção de resíduos sólidos.

Conclui – se que o descarte de resíduos vítreos é muito grande e vem crescendo mais ainda identificando que tal resíduo gerado nas vidraçarias, lanchonetes e até mesmo nas próprias residências como um recipiente de perfume ou potes de produtos industrializados, que antes eram considerados como rejeito pode ser reaproveitada/reciclado de forma sustentável, propiciando melhorias ao meio ambiente e uma melhoria significativa deste. A partir desse diagnóstico pretende-se caracterizar esse resíduo vítreo buscando alternativas tecnológicas e ambientais que sejam viáveis técnica e economicamente, para ao ser incorporado em produtos para uso na construção civil, possa ter uma boa aceitação no mercado.

A execução deste projeto leva também aprendizado, como educação ambiental, demonstrando de forma séria o profissionalismo e a preocupação com o bem estar da sociedade e do meio ambiente diminuindo a exploração de recursos naturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

AZEVEDO, L. G. ET,AL. **AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE AREIA EXTRAÍDA EM CURSOS D'ÁGUA: O CASO DO RIO PARAÍBA.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.11, n.2, p.199-211, 2009 199 ISSN 1517-8595.

CEMPRE. **Vidros: o mercado para reciclagem.** Disponível em: <http://www.cempre.org.br/fichas_tecnicas.php?lnk=ft_vidro.php>. Acesso em: 13 de set. 2011.

PEREIRA, V. S. **Utilização de Resíduos de Vidros Planos como Filler em Misturas Asfálticas – Avaliação das Propriedades Físico – Químicas e Mecânicas,** 2008.

PORTAL SÃO FRANCISCO, **Reciclagem.** Disponível em: <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente_reciclagem/reciclagem.php>. Acesso em 19 de agosto de 2011.

REBOUÇAS, F. **Reciclagem de vidro.** Disponível em: <<http://www.infoescola.com/ecologia/reciclagem-de-vidro>>. Acesso em 19 de fev. de 2011.

SANTOS, A. R. **Vidro. Iniciação Científica/bolsista. Escola Politécnica da USP (FUSP). Departamento de Construção Civil (PCC).** Disponível em: <[HTTP://www.reciclagem.pcc.usp.br/vidro.htm](http://www.reciclagem.pcc.usp.br/vidro.htm)>. Acesso em 21 de fev. de 2011.

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PRESENTES NA ESTAÇÃO CIÊNCIA CABO BRANCO – UM ESTUDO DE CASO

B.M.S. OLIVEIRA¹ ; D.N. FERREIRA² e S.H. FLORENTINO³

^{1,2 e 3}Instituto Federal da Paraíba - Campus João Pessoa

barbaramarega1@gmail.com – dartyferreira@gmail.com – bebina@gmail.com

RESUMO

Diante da propensão em construir com maiores níveis de qualidade, resultando em obras mais seguras e que demandem menos custos de manutenção, surge a necessidade de estudos mais profundos sobre os processos de deterioração das edificações. Uma análise dessa natureza é relatada neste artigo mostrando os danos manifestados no complexo arquitetônico da Estação Ciência Cultura e Artes, em João Pessoa - PB. Esta obra foi projetada pelo arquiteto Oscar Niemeyer, sendo inaugurada em 2008 com a intenção de acolher e propagar atividades científicas, artísticas e culturais, envolvendo uma área construída de 8.571 m² sobre a Falésia de Cabo Branco, local de grande relevância turística na região. Logo após sua entrega, a estrutura da obra já aparentava avarias, influenciadas por fatores que abrangem desde falhas na execução; fenômenos naturais, consequência do local de implantação; até peculiaridades do projeto, com elementos em balanço, componentes circulares e grandes vãos. Consideradas então estas particularidades e reconhecidas as manifestações patológicas foram pesquisadas as causas que iniciaram e/ou sustentam este processo de deterioração, através da bibliografia selecionada e do conhecimento adquirido em sala de aula. Ao final discutimos em qual etapa foram originadas essas causas, com o propósito de identificar erros na cadeia construtiva e assim dispor de dados para que futuramente se possa evitá-los em situações análogas.

Palavras-chave: Estação Ciência, patologia, fissura, estrutura

1. INTRODUÇÃO

Desde a sua fase de implantação, o projeto da Estação Ciência sofre críticas, a princípio por conta da região onde está construída, pois o peso do alto volume de concreto empregado perturbaria ainda mais a Falésia do Cabo Branco, área de preservação que segundo Matias (2008, p.31) “tem se apresentado em crescente processo de erosão, consequência principalmente da ação do homem: expansão urbana, desmatamento, retirada de material para aterros, etc.”. Também é motivo de admoestações, a ocorrência de fissuras nos componentes do complexo após alguns meses da obra concluída, e posteriormente o excessivo descolamento do piso do mirante, lugar de maior atrativo turístico da Estação. Contudo, a Estação Ciência é hoje ponto turístico mais visitado da Paraíba.

Reconhecendo o impacto social da obra e que estes problemas ocorridos de maneira precoce afetam o julgamento dos usuários, notou-se então que um estudo das manifestações patológicas presentes no complexo arquitetônico seria oportuno. Não apenas no sentido da relevância pública, como também e principalmente pelo fato da construção apresentar uma distinção tipológica, característica dos projetos de Oscar Niemeyer, sendo possível identificar danos de natureza as quais não são observadas frequentemente.

Assim, uma pesquisa de campo foi efetuada com o objetivo de investigar as causas e origens que levaram à ocorrência das manifestações patológicas. Este artigo resumindo a pesquisa está estruturado da seguinte maneira:

Primeiramente, uma breve descrição acerca do encadeamento da pesquisa é feita. Prosseguindo, após uma síntese do conteúdo usado como referencial teórico, que tem Ercio Thomaz como principal autor, é exposta uma apresentação da construção como um todo e de seus componentes individualmente, a fim de proporcionar uma melhor compreensão visual e técnica da Estação Ciência. Destaca-se que foram pesquisadas fontes não acadêmicas para dar suporte às informações sobre opinião pública, tipologia da obra, histórico da construção, entre outras mencionadas neste trabalho.

Em seguida à caracterização do objeto de estudo, é exibido o registro fotográfico dos danos das edificações, concomitante a uma explanação de cada manifestação patológica observada. Optou-se por agrupar as imagens por componente e não por similaridade, para que não houvesse repetições sobre o local de onde foram retiradas e tampouco haja dúvidas quanto a isso. Por fim, discute-se em qual etapa da construção foram originadas as lesões e quais os seus agentes causadores, dispondo assim de dados que permitem definir medidas mais eficientes para prevenir manifestações patológicas em outras construções, bem como auxiliar no processo já ocorrente se sua manutenção.

2. METODOLOGIA

A priori, foram recolhidas informações na literatura construtiva, com o intuito de embasar teoricamente o trabalho e obtermos certa direção a ser seguida no que refere à análise dos dados. Tanto para definir as causas das manifestações, quanto para compreender quais características da construção deveriam ser pesquisadas para que a análise fosse auferida da forma mais correta possível.

Desse modo, com objetividade sobre o quê observar, uma visita de caráter exploratório foi efetuada e devidamente registrada. Paralelamente a essa ação, o histórico de execução da construção foi investigado, por meio de relatos, documentos e reportagens sobre a obra.

A partir do melhor entendimento do objeto de estudo avaliou-se então as manifestações patológicas a partir do lugar em que foram encontradas, considerando-se as condições intrínsecas e extrínsecas a ele relacionado.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

“As manifestações patológicas mais significativas podem ser classificadas, para fins de identificação, em três grandes grupos: umidade; fissuras, trincas e rachaduras; e descolamentos.” (TÉCHNE, 2009). Tais manifestações são comentadas a seguir de acordo com o local em que se apresentam.

3.1 Revestimentos

Dentre os danos causados por umidade estão:

Eflorescência – Segundo Sabbatini et al (2003, p. 08):

São depósitos salinos carregados pela migração da água presente nos elementos da construção. Surgem segundo alguns aspectos: existência de sais solúveis nos materiais construtivos; presença de umidade, infiltração que tenda a sair ao exterior; dissolução e transporte dos sais.

Bolor - É a ocorrência de fungos vegetais aderentes à alvenaria, escurecendo sua superfície e desagregando-a.

Manchas de Umidade – Verçosa (1991 apud Meier; Strobino; Diziura 2007, p. 40) mostra que “o aparecimento de uma mancha no reboco pode ter várias origens, inclusive o próprio material da argamassa, ou até blocos cerâmicos. Para o autor, as substâncias causadoras de manchas aparecem em ambos os materiais.”

Vesículas – “Descolamentos pontuais do revestimento formando pequenas crateras, decorrentes da criptoflorescência.” (MEIRA, 2010, p. 21).

Já as fissuras nos revestimentos podem ser geradas por variados fatores. De acordo com Verçosa (1991 apud Meier; Strobino; Diziura 2007, p. 35), “na maior parte das ocasiões elas são conseqüências de outros defeitos, tais como rachaduras nas paredes ou deslocamentos.”

“Se uma parede racha, é natural que o reboco a ela aderente também se rache. Se um reboco se separa da parede, fica sem apoio e flexiona. Como ele é um material não-armado, quebra na zona tracionada.” (Ibid.).

Ou ainda, “estar relacionadas à execução do próprio revestimento (características dos materiais e procedimentos executivos), ao comportamento do suporte sobre o qual está aplicado e a ações químicas ou físicas sobre o revestimento.” (CARRIÓ, 1997 apud MEIRA, 2010, p. 263)

Quanto aos descolamentos, Fontenelle e Moura (2004, p. 06) os caracterizam “pela perda de aderência das placas cerâmicas do substrato, ou da argamassa colante, quando as tensões surgidas no revestimento cerâmico ultrapassam a capacidade de aderência das ligações entre a placa cerâmica e argamassa colante e/ou emboço.”

Nos pisos cerâmicos, em qualquer padrão de construção, o problema mais comum é o destacamento das placas cerâmicas, geralmente em função de flexibilidade excessiva de lajes, assentamento com as placas justapostas, inobservância de juntas de movimentação ou de dessolidarização nos encontros dos pisos com superfícies verticais. Quanto a esse último aspecto é relativamente comum o destacamento de platibandas, em função da dilatação térmica dos pisos assentados sobre lajes de cobertura. Sobre destacamentos em pisos de pedras salienta-se que, além das movimentações térmicas, as movimentações higroscópicas também são consideráveis, pois certas rochas apresentam absorção de água notável. (THOMAZ, 2001, p. 33).

3.2 Estruturas em Concreto

O processo de fissuração no concreto ocorre quando “as deformações sofridas pelo concreto superam as deformações críticas.” (ALVES; TEIXEIRA, p. 02). Segundo Thomaz (1989),

essas deformações críticas podem ser excedidas, devido às movimentações térmicas, movimentações higroscópicas, [...] atuação de sobrecargas, [...] deformabilidade excessiva das estruturas, [...] alterações químicas dos materiais de construção, [...] retração de produtos a base de cimento e recalques nas fundações.

Outro tipo de anomalia corrente é a desagregação do concreto, que conforme MEIRA (2009, p. 43) “é a separação física de placas ou fatias de concreto, tendo como consequência a perda localizada ou integral da capacidade de resistência aos esforços que a solicitam.”

3.3 Alvenarias

As deformações estruturais citadas acima, segundo Thomaz (2001) também “podem provocar várias anomalias em paredes, pisos e outros elementos, manifestando-se principalmente destacamentos e fissuras em alvenarias de vedação, problema agravado nas regiões em balanço.”

Além dos esforços residuais da estrutura, existem tensões inerentes a forma como as alvenarias são levantadas, que são consequências de movimentações térmicas, de sobrecarga, de movimentações higroscópicas e retração dos materiais a base de ligantes hidráulicos. São causas análogas às citadas para as fissuras no concreto, e a própria lógica leva a essa relação, já que ressaltadas as devidas diferenças funcionais, tanto a argamassa quanto o concreto derivam do cimento Portland.

As infiltrações localizadas e geradas nas alvenarias encontram-se expostas no revestimento conforme as manifestações descritas anteriormente no item referente a revestimentos.

4. CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

4.1 Torre/mirante

Edifício com três pavimentos, todos com uma área em formato octogonal circunscrito em uma base de 46m de diâmetro vinculados a um único pilar central de concreto armado. Este pilar está rodeado por um espelho d'água e tem 15m de diâmetro e espessura de 0,5m, em seu interior estão alojadas as escadas, elevadores, banheiros e cômodos auxiliares. O primeiro pavimento está totalmente em balanço, diferente dos outros dois, onde pilares metálicos reforçam o apoio da estrutura. Os dois primeiros andares possuem vedação feita por painéis de vidro estruturado em alumínio, estes espaços são utilizados para exposições culturais. Enquanto no terceiro não há fechamento, funcionando assim como um mirante que proporciona uma vista de 360°.

As lajes de todos os pavimentos são apoiadas em vigas de concreto protendido, ressaltando também o uso de EPS. Também em concreto protendido são feitas as seis vigas que suportam a rampa helicoidal que dá acesso à torre, esta vigas por sua vez, estão engastadas também a único pilar.

Área: Torre/mirante (5184,04 m²); espelho d'água (2679,09 m²); rampa (955,98 m²) e depósito (28,27 m²).

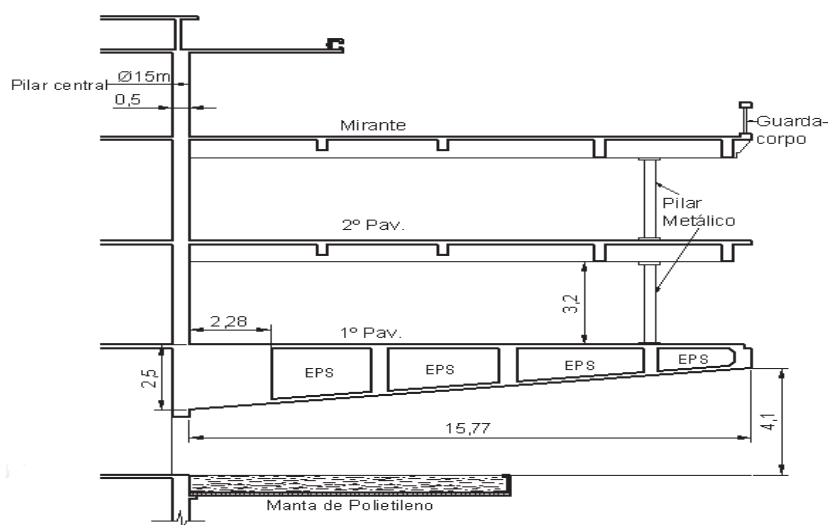


Figura 1 – Corte esquemático da Torre

4.2 Anfiteatro

Conjunto com uma arquibancada com capacidade para 300 pessoas sentadas, e cômodos de apoio para palco. A estrutura do anfiteatro é mista: em frente à arquibancada há um palco com todos os componentes em concreto; já o edifício de apoio é constituído por paredes de tijolo cerâmico, com apenas os elementos estruturais em concreto. A cobertura deste edifício é curvilínea, com um forma semelhante a um olho. Área: Banheiros, camarim e palco: 267,24 m² e plateia e circulação: 620,47 m².

4.3 Lojas e lanchonete

Semelhante ao cômodo de apoio do anfiteatro, no que se refere ao sistema construtivo. Também se repete a cobertura curvilínea, com a ressalva de que nesse prédio há uma platibanda de 0,8m. Área: Loja de souvenirs e lanchonete (106,51 m²).

4.4 Auditório

Componente com uma tipologia marcante devido a sua forma trapezoidal. Suas fachadas são inclinadas nas laterais e curvilínea ao fundo, sendo todas em placas de concreto moldadas in loco. Área: Auditório (2580,76 m²) e salão de convenções.

4.5 Administração

Utilizado como bloco de serviços e onde são desenvolvidos minicursos, apresenta modelização mais simples em relação às outras áreas, sendo sua estrutura de concreto convencional e alvenaria de vedação em tijolos cerâmicos. Destaca-se apenas a presença de uma platibanda de 0,8m de altura, sobre a laje.

O piso das passarelas de acesso entre os componentes é de alta resistência composto por nata de cimento e pedriscos, de um aspecto parecido com granilite. Este mesmo tipo de revestimento está presente no pavimento do mirante.

Outras características pertinentes a todos os componentes da Estação: ao concreto utilizado foi adicionado fibra de polipropileno com a finalidade de evitar fissuras de retração por secagem; nos elementos estruturais foi executada a técnica da propensão; e quanto ao acabamento. Área: Serviços gerais (271,57 m²).



Figura 2- Edifícios componentes da Estação Ciência Cabo Branco

5. ANÁLISE

Descrição das manifestações patológicas encontradas na Estação:

Torre - Localizado no último pavimento do prédio principal. Nas fotos (Fig. 3, 4, 5 e 6) é detalhada a presença de fissuras; trincas; fendas e descolamentos das placas.

A causa preponderante dessas falhas decorre das dilatações térmicas. Há juntas de dilatação entre as placas, porém, não são profundas o suficiente para separar todo o revestimento que é constituído também, entre outros, por uma camada de argamassa para proteção mecânica; assim, esse contrapiso tem uma liberdade de movimento diferente das placas superficiais do piso. Ressalta-se também a ausência de juntas de dessolidorização (Fig. 4) que atenuariam os efeitos das dilatações, tanto térmicas, quanto higroscópicas.

Na região meridional da laje foi constatada uma maior frequência de descolamentos/destacamentos (Fig. 6). A distribuição de tensões da laje, que resulta em maiores deflexões no meio dos vãos contribui para tal fato; essas deflexões também podem ser constatadas pelo empoçamento de água nesta mesma região. Lembrando que a laje do terceiro piso não está totalmente em balanço por conta dos pilares metálicos que a apoiam, assim os vãos aludidos acima fazem referência aos comprimentos entre o pilar central e os pilares metálicos.



0240



Figura 3



Figura 5

Figura 4



Figura 6

Foram constatadas também, rachaduras nas vigas inferiores dos peitoris (*Fig. 7 e 8*) decorrentes da ancoragem do aço de apoio, que resulta numa concentração de tensão inerente ao próprio processo; e na redução da área do concreto tornando-o sistema menos resistente.



Figura 7



Figura 8

O acúmulo de águas pluviais no piso do pavimento que concerne ao mirante contribui para o acréscimo de umidade, assim facilitando a ocorrência pontual de eflorescências no piso citado, como mostrado na *Fig.9* - nesta situação caracterizada pelo seu aspecto em tom marrom-avermelhado.



Figura 9

Figura 10

Outra patologia presente no mesmo pavimento, exemplificada na escada de acesso, diz respeito as estalactites, estas surgidas na viga logo acima do patamar da escada. A estalactite propiciou o gotejamento de água com sais que acabou envolvendo parte da lâmpada que está situada na área e por fim paira sobre a cavidade da viga (*Fig.10*). Este acúmulo de água e sais, bem como a exposição às chuvas acarretou no surgimento de manchas de bolor no local.

Não obstante manchas de bolor também surgem em áreas afetadas pela infiltração de água, caso ocorrido no teto do 2º pavimento da torre (*Fig.11*). Facilitado pela má vedação que há na esquadria, inclusive pelo fato de não haver outra forma de protegê-la da ação direta das chuvas.

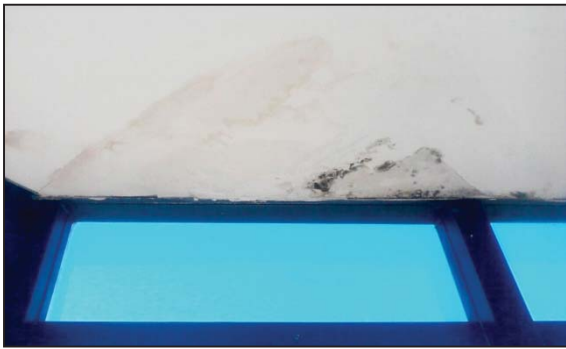


Figura 11



Figura 12

Semelhantes manchas são visíveis nos banheiros da torre (*Fig.12*), dada a umidificação nas paredes e teto do local, até mesmo pela ausência de uma ligação entre os banheiros com o exterior da edificação que pudesse amenizar a umidade existente.

Rampa helicoidal - A rampa está vinculada ao pilar central através de vigas em balanço, que pelo fato de suportarem um elemento helicoidal estão sujeitas aos esforços de torção além dos esforços normais de flexão, tendo como consequências fissuras diagonais no pilar central a partir dos vértices nos encontros com as vigas (*Fig.13*). Ao longo destas mesmas vigas verificamos a incidência de fissuras causadas pela retração por secagem da argamassa, evidenciadas pelo espaçamento igualitário entre elas e envolvendo toda a seção transversal da viga. (*Fig.14*).



Figura 13

Figura 14

No pilar central além das fissuras advindas destas solicitações, observa-se na sua parte superior, onde há uma laje circular, fissuras horizontais geradas por movimentações térmicas (Fig.15). Concomitantemente, nota-se o aparecimento de fissuras em malhas em várias regiões do pilar, por conta também de dilatações térmicas e retração por secagem (Fig. 16 e 17) Enfatizando que todas as falhas citadas são superficiais, ou seja, ocorrem na camada de argamassa que reveste todo o concreto.

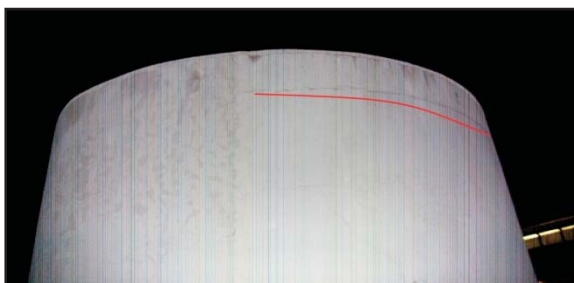


Figura 15



Figura 17



Figura 16

Administração; Lojas e Lanchonete -. As fissuras vistas nas *Fig. 18 e 19* foram encontradas nas platibandas destas edificações; elas são decorrentes das dilatações térmicas diferenciadas entre a cinta e a alvenaria que a compõem. Corroborando tal afirmação, destaca-se a *Fig. 20*, onde fissuras diagonais no encontro das platibandas, características de dilatações térmicas, são observadas na Administração.

Outro ponto comum a ser observado são as manchas avermelhadas, causadas pela infiltração de água através das fissuras, resultando na corrosão das armaduras, cujo recobrimento não está adequado.

Na parte inferior da parede da Administração há a ocorrência de fissuras horizontais geradas por movimentação higroscópica causadas por umidade proveniente da execução da obra, fenômenos meteorológicos e principalmente do solo (*Fig. 21*).



Figura 18

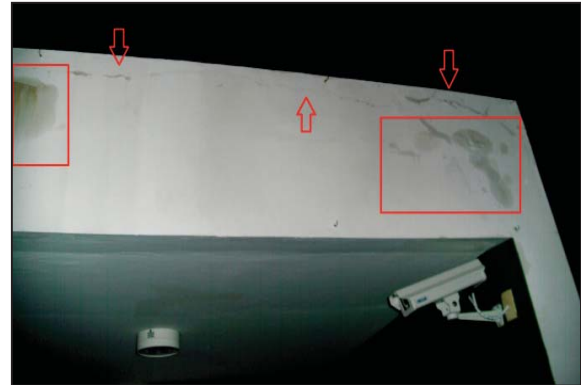


Figura 19



Figura 20



Figura 21

Auditório - Absorção de água do solo através do alicerce por capilaridade decorrente da má execução na impermeabilização do embasamento. Havendo, igualmente, acúmulo de água na alvenaria provocando mofo no revestimento (Fig. 22 e 23). A forma inclinada da edificação a deixa mais vulnerável a intempéries.

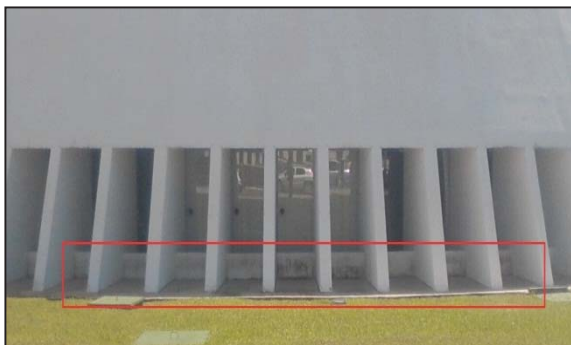


Figura 22



Figura 23

6. DISCUSSÃO

Após examinados os mecanismos que resultaram nas patologias descritas, percebe-se que estes provêm das distintas etapas do processo construtivo, contudo foi no projeto onde se originou a maior parte e as mais graves manifestações patológicas. Apoiando tal afirmação destacamos: o caso do descolamento do piso, com a ausência tanto de juntas de dessolidarização, como de uma projeção adequada das juntas de dilatação; e ainda a ocorrência das fissuras no pilar da rampa helicoidal, onde as solicitações de carregamento advindas das vigas foram repassadas ao revestimento. Problemas agravados por uma execução que não atendeu às necessidades que o caráter diferenciado da estrutura exigia, percebidos nas impermeabilizações deficientes, e no mau recobrimento das armaduras nas platibandas.

Por outro lado, revisando o histórico da obra, foram encontradas ações preventivas e corretivas bem elaboradas. Como por exemplo, a adição de fibras de polipropileno ao concreto de toda a Estação, que segundo o fiscal da prefeitura responsável pela obra, Sr. Aureliano foi prevista para evitar fissuras por retração geradas pelo alto calor de hidratação consequentes do grande volume de concreto. Contudo, com apenas um ano da obra finalizada, fissuras e trincas podiam ser observadas na fachada frontal e posterior do auditório especialmente por conta da ausência de juntas de dilatação. De modo que uma manutenção corretiva foi efetuada e cessou este problema, tanto que na data do registro fotográfico feito para esta pesquisa nada foi observado neste local. Uma intervenção também foi realizado no piso do mirante, removendo parte das fissuras e descolamentos que se apresentavam bastante agravados.

Outro ponto a ser mencionado é a constante solicitação da estrutura, posto que o complexo está sempre sendo visitado, contribuindo assim para que possíveis manifestações patológicas causadas por sobrecargas apareçam concomitantemente com as já citadas. A região onde está localizada a obra, sobretudo por sua proximidade com o mar, também a torna mais susceptível aos agentes agressivos.

A Estação é um patrimônio público e como tal deve ser bem mantido. Intervenções para conservá-la, como as feitas no auditório, devem ser avaliadas e constantes para que esta obra, hoje um dos principais pontos turísticos da Paraíba, em pouco tempo não se torne uma construção que represente o descaso com o bem público, deixando de cumprir os objetivos científico-culturais que lhe foram atribuídos.

7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALVES, José Dafico; TEIXEIRA, Luciano Martin. **Fissuras no concreto: principais causas e como prevenir**. Disponível em <http://www.tecnosilbr.com.br/wp-content/uploads/FISSURAS_NO_CONCRETO>. Acesso em 01 de Junho de 2011.

CONSIDERAÇÕES sobre patologias e restauração de edifícios. **Revista Techne**. Edição 144, 2009. Disponível em <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/144/imprime128861.asp>>. Acesso em 01 de Junho de 2011.

FONTENELLE, Maria A. Macena; MOURA, Yolanda M. de. **Revestimento cerâmico em fachadas - Estudo das causas das patologias**. Fortaleza: UNIFOR, 2004. Disponível em <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/132/anexo/03pespat.pdf>>. Acesso em 01 de Junho de 2011.

MATIAS, Karen C. de Oliveira. **Caracterização da Relação Poder Público – Sociedade – Natureza Mediante a Análise do Projeto Estação Ciência, Cultura e Artes do Cabo Branco, João Pessoa – PB.** João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2008. Disponível em <http://www.prodema.ufpb.br/arquivos/dissertacoes/karen_cristiane.pdf>. Acesso em 01 de Junho de 2011.

MEIER, Tiago Fernandes A.; STROBINO, Gino Luiz; DZIURA, Paulo Douglas. **Análise das causas e origens das manifestações patológicas no revestimento externo de um edifício Residencial em Curitiba.** Curitiba: Universidade Tuiuti do Paraná, 2007. Monografia. Disponível em <<http://www.institutoidd.com.br/Trabalhos%20de%20Conclusao%20%20turma1/monotiagomeier.pdf>> Acesso em 11 de Junho de 2011.

MEIRA, Gibson R.; MEIRA, Alexsandra R. **Patologia das construções.** João Pessoa: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, 2010. Apostila.

MEIRA, Gibson R. Patologia das Construções. In: ARAÚJO, N. M. C. **CONSTRUÇÃO CIVIL: uma abordagem macro da produção ao uso.** João Pessoa: IFPB: Sinduscon – JP, 2010. p.257-283.

SABBATINI, Fernando. et tal. **Tecnologia de Construção de Edifícios II. Aula 30: Manifestações Patológicas.** Escola Politécnica da USP: Depto. de Engenharia de Construção Civil, 2003. Disponível em <<http://pcc2436.pcc.usp.br/transp%20aulas/Patologia/PCC%202436%20-%202003%20-%20aula%2030%20Patologia%20Manifesta%C3%A7%C3%B5es.pdf>>. Acesso em 11 de Junho de 2011.

THOMAZ, Ercio. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na Construção.** 1ª Ed. São Paulo: Editora PINI, 2001.

THOMAZ, Ercio. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação.** 1ª Ed. São Paulo: Editora PINI, 1989.

MODELAGEM DE BLOCOS E PRÉ-LAJES UTILIZANDO PÓ DE SERRA E COLA PRODUZIDA À BASE DE MANIPUEIRA

A. M. SANTOS¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – Campus Vitória da Conquista.
amelia_melmm@hotmail.com

RESUMO

Reporta-se neste projeto de pesquisa experimental a modelagem de blocos e pré-lajes a partir da reciclagem do pó de serra da indústria madeireira que é um resíduo indesejável, tendo atualmente como única opção de uso a sua queima, juntamente com uma cola criada à base de manipueira, que é um líquido que sobeja da prensagem da mandioca e representa 40% da raiz da mesma, mas normalmente é inutilizado o que acarreta a degradação do solo. A manipueira tem propriedades químicas que produzem um tipo de fécula modificada capaz de gerar uma cola que pode resistir à água e ao aquecimento de corte mais conhecido como cisalhamento. A preocupação com o grave problema da geração de resíduos na construção civil e na indústria vem, cada vez mais, despertando a conscientização da necessidade de efetivação dos estudos com vistas a melhorar o ciclo de produção e adequar a destinação dos resíduos suscitados. Neste sentido, a reciclagem se presta como uma ampla alternativa, e, a reciclagem desses materiais vem contribuir para a formação de uma nova matéria prima, possibilitando sua utilização como material de construção civil e ressaltando a sustentabilidade que é um conceito sistêmico, relacionado com a continuidade dos aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais da sociedade humana. A utilização do pó de serra juntamente com a cola de manipueira em substituição parcial ou total ao agregado miúdo utilizado na construção civil coopera para um programa de reciclagem diminuindo a demanda dos mesmos, propondo assim, um meio de configurar a civilização e a atividade humana, de tal forma que a sociedade, os seus membros e as suas economias possam preencher as suas necessidades e expressar o seu maior potencial no presente, e ao mesmo tempo preservar a biodiversidade e os ecossistemas naturais, planejando e agindo de forma a atingir pró-eficiência na manutenção indefinida desses ideais.

Palavras-chave: Resíduo, Degradação Ambiental, Reciclagem.

1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil no Brasil já passou por várias e distintas fases, desde o atrelamento às obras públicas, passando pela abertura ao mercado internacional. Esse crescimento depende, contudo, de uma expansão econômica contínua, taxas de juros estáveis e oferecimento de financiamento imobiliário cada vez mais amplo aos interessados em adquirir um imóvel.

Nos últimos anos uma revolução verde chegou à indústria da construção civil. Nunca se falou tanto em sustentabilidade, bem como a sustentabilidade nunca teve um papel tão importante no projeto de engenharia e arquitetura.

Grande parte dessa revolução verde é decorrente da tomada de consciência do efeito das ações do homem sobre o meio ambiente. Na arquitetura e na engenharia, uma gama de fatores fomentou o desenvolvimento de projetos verdes, entre eles, as novas ferramentas que a tecnologia da informação disponibilizou.

Além disso, as várias formas de impactos ambientais acendidos pela construção civil e pela fabricação de produtos derivados da mandioca geram consequências graves como desmatamento, alterações climáticas, desertificação, intoxicação de animais, contaminação de lençóis freáticos, erosão e degradação do solo.

A fim de buscar alternativas para minimizar tais danos, o projeto surgiu com o objetivo de se utilizar o pó de serra e a cola de manipueira como base para a criação e modelagem de novos blocos e de pré-lajes que são mais conhecidas como lajetas, ou seja, são os elementos de enchimento, pré-fabricado com a configuração geométrica vazada e são utilizadas intercaladamente nas vigotas antes da laje receber o concreto.

A manipueira é um líquido altamente tóxico, originado no processamento da mandioca e em grande quantidade, torna-se um resíduo poluente e quando não é tratado, traz danos à saúde provocados pelo seu forte odor e por atrair insetos.

A criação de uma cola à base de manipueira, que depois de misturados com o pó de serra transformam-se em um produto único de características irreversíveis, elimina diversos impactos no meio ambiente. O desafio para a engenharia pleiteia no desenvolvimento de projetos de moradia para as classes B e C a baixo custo, gerando um desenvolvimento sustentável em novas modalidades de investimento, estruturação e certificação no sentido da qualidade e eficiência energética.

Por outro lado, tem-se no Brasil uma grande quantidade de biomassa, sendo que o estudo do seu aproveitamento é importante para o equilíbrio ambiental, já que seu descarte traz problemas ao meio ambiente. No entanto, qualquer medida tomada no sentido de diminuí-los será de suma importância para a sociedade, para a preservação do meio ambiente e para gerações futuras.

2. O USO DA RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Entre os setores que consomem recursos naturais e degradam o meio ambiente está o setor da construção civil. O crescimento desenfreado do consumo de recursos naturais está fazendo o homem repensar sua forma atual de produção, pois estão percebendo os danos ambientais como o efeito estufa, inversões térmicas, alterações nos habitats de vários seres vivos e conseqüentemente a extinção e a diminuição destes. Com a evolução tecnológica e a preocupação contínua pela preservação do meio ambiente, foram desenvolvidas técnicas para a construção civil usando materiais que podem ser reciclados.

A cadeia produtiva da construção civil, também denominada *construbusiness*, apresenta importantes impactos ambientais em todas as etapas do seu processo: extração de matérias primas,

produção de materiais, construção, uso e demolição. Qualquer sociedade seriamente preocupada com esta questão deve colocar o aperfeiçoamento da construção civil como prioridade. Esse grande impacto decorre de diferentes fatores, entre os quais, o enorme peso do macrocomplexo do crescimento urbano na economia.

No Brasil, o *construbusiness* corresponde a 14% da economia. Qualquer atividade humana necessita de um ambiente adequadamente construído para sua operação e os produtos da construção civil são sempre de grandes dimensões.

Um dos pontos positivos é que da mesma forma que as grandes indústrias se esforçaram para estampar em suas fachadas o símbolo do ISO 14.000, muitas construtoras estão correndo atrás do Selo Verde. Essa denominação vem dos EUA, no qual se chama “Liderança em Energia e Design Ambiental”.

Na sua origem, ela surgiu quase como um modismo estilístico, mas atualmente vem ganhando forças pelo mundo todo. Sua meta é fazer com que as empresas se preocupem em fazer uma “construção sustentável”. O uso de materiais reciclados e de origem ambiental correta, como tijolos reciclados, tintas que não são de origem petroquímica e madeira de reflorestamento são alguns exemplos. Atualmente, há mais de 20 empreendimentos na fila para obter o selo no Brasil.

3. COLA

A cola, também chamada de goma ou grude é uma substância capaz de unir materiais como madeiras, couros, panos e papéis.

No momento da reação química, por polaridade e ancoragem, fixam-se os materiais que estão tendo contato, sendo-os da mesma espécie ou de materiais diferentes, fazendo com que esta solda tenha características mecânicas que permitam que os mesmos transformem-se em um só corpo.

A cola de farinha de Trigo é das mais antigas, e tem quase o mesmo princípio da cola á base de manipueira criada.

4. MANIPUEIRA OU MANIPEIRA

A indústria da mandioca está distribuída por todo país, variando no que se refere ao tamanho, onde as menores unidades processam em média 1 tonelada de raízes por dia, enquanto as de médio e grande porte chegam a processar mais de 400 toneladas por dia (Bertolini, 1995). No Nordeste do Brasil, principal produtor de mandioca do país, grande parte dessa produção destina-se à alimentação humana, em consonância com o fato de ser a farinha de mandioca um dos alimentos básicos de subsistência das populações regionais de baixa renda.

Segundo Cereda (2000), no processamento da mandioca são gerados resíduos sólidos e líquidos, com qualidade e quantidade dependente de muitos fatores (cultivo, idade da planta, tempo de armazenamento, tipo de processamento etc.). Os subprodutos do processamento da mandioca têm sido relatados como responsáveis por graves problemas de contaminação do meio ambiente.

A manipueira (Figura 1) é o resíduo líquido gerado nas indústrias de processamento de mandioca.



Figura 1– Manipueira.

Para a fabricação da farinha de mesa e do polvilho faz-se necessária à retirada da água, essa retirada é feita por compressão como mostrado na Figura 2, cuja finalidade é a economia de combustível na secagem (Normanha, 1982).



Figura 2 - Compressão da massa da mandioca.

O resíduo gerado (manipueira) é composto pela mistura da água captada pela indústria com o líquido de constituição da raiz da mandioca (Cereda, 2000). A manipueira é um dos resíduos mais prejudiciais ao ambiente, não só por possuir elevada demanda bioquímica de oxigênio (DBO), como também pela alta concentração de ácido cianídrico (cianeto livre e cianeto total), elevado teor de potássio, magnésio, cálcio, fósforo, nitrogênio, enxofre, ferro, zinco, cobre, manganês e boro (Branco, 1967).

Para Barana (2000), tal resíduo requer soluções sociais e econômicas por parte das indústrias. Quando as soluções não estão disponíveis, os efluentes são despejados geralmente em rios ou no solo, causando impacto ambiental sério, como mostrado na Figura 3.



Figura 3 – Descarte inadequado da manipueira.

5. SERRAGEM OU PÓ DE SERRA

Segundo Dantas Filho (Dantas, 2004), resíduo é qualquer material que sobra após uma ação ou processo produtivo. Então, podemos considerar que os diversos tipos de pó de serra mostrados na Figura 4 são resíduos ou subprodutos da marcenaria. Atualmente, há uma grande variedade de compósitos de madeira, sendo que as resinas mais usadas são as termoplásticas, que moldam com o calor e são de baixo preço e de pós-consumo.



Figura 4 – Diversos tipos de serragens.

A madeira, usada na forma de pó de serra diminui o preço e aumenta a disponibilidade deste insumo. Além disso, este tipo de compósito permite, ainda, ser reciclado por processos simples de moagem.

Estima-se que uma marcenaria de porte médio destinada a produzir 2 mil metros cúbicos de madeira serrada por mês, pode gerar 78 toneladas de serragem. Ao todo, as marcenarias do país geram em torno de 620 mil toneladas de serragem por ano.

Os problemas causados ao meio ambiente são inúmeros. Um dos principais fatores é a queima que polui o ambiente, gerando gás carbônico e a outra é o descarte no meio ambiente, provocando poluição da água, afirma Dantas Filho (Dantas, 2004).

6. METODOLOGIA

O desenvolvimento deste projeto foi dividido nas seguintes fases: seleção de material didático, estudos dos conceitos e princípios básicos da construção de blocos e pré-lajes, estudo das características da manipueira e do pó de serra como agregados miúdos, a fabricação da cola a base de manipueira e da construção dos blocos e pré-lajes.

6.1 Produção da Cola a Base de Manipueira

6.1.1 Materiais:

Para fabricar 5 litros de cola foram utilizados os seguintes materiais:

- 2 quilogramas de polvilho de manipueira;
- 1 quilograma de soda cáustica;
- 5 litros de água à temperatura ambiente;
- 1 bacia grande de plástico;
- 1 colher grande de plástico ou madeira;
- Equipamentos de proteção (óculos, luvas, touca e avental).

6.1.2 Procedimentos Para a Fabricação do Polvilho de Manipueira

Para a fabricação de 2 quilogramas de polvilho de manipueira foi necessário à coleta de 40 litros da mesma. Após a coleta, o líquido repousou por 72 horas para que houvesse a separação da água e da fécula.

Quando houve a separação da fécula e da água, a fécula virou um bloco prensado, tendo que passá-los no moedor para obter uma farinha úmida. Essa farinha úmida foi exposta ao sol por 5 a 6 horas até obter características de polvilho.

É importante ressaltar que o polvilho não pode ser torrado em fornos como a farinha de mandioca. Após a separação da água e do amido, a mesma ainda contém alguns elementos tóxicos e para que esses elementos não voltem para o meio ambiente é necessário que se coe a água duas vezes com um pano limpo e coloque-a num recipiente de vidro ou garrafa pet, e, depois deixá-la ao sol, sem tampar o recipiente, por um período de 15 dias. Depois desses 15 dias coar a água novamente e usar o líquido puro como vinagre.

6.1.3 Procedimentos Para a Fabricação da Cola

Colocou-se os 2 quilogramas de polvilho de manipueira em uma bacia grande, adicionando-se a água aos poucos, até a mistura virar um leite. Adicionou-se a soda cáustica sempre mexendo até ficar uma mistura consistente.

Vale ressaltar que nesse processo é importante manter o cuidado para não colocar soda cáustica demasiadamente. Este procedimento é um tanto corrosivo por causa da soda cáustica, então deve-se manter cuidado.

6.2 Modelagem dos Blocos e Pré-lajes

6.2.1 Materiais:

Para produção de 50 blocos do tipo tijolinho ou de 40 pré-lajes do tipo lajota foram utilizados os seguintes materiais:

- 40 quilogramas de barro próprio para a fabricação de tijolo comum;
- 5 litros de cola à base de manipueira.
- 2 litros de manipueira *in natura*;
- 10 quilogramas de serragem do tipo serra fita;
- Moldes de blocos e pré-lajes;
- Moinho industrial ou artesanal (encontrado em olarias).

6.2.2 Procedimentos Para a Fabricação dos Blocos e Pré-lajes

Colocou-se na bacia do moinho o barro próprio para fabricação de tijolos, juntamente com a cola à base de manipueira e a serragem. Adicionou-se aos poucos a manipueira *in natura* em quantidade suficiente para dar o ponto adequado à modelagem.

Quando a mistura ficou pronta, a mesma foi colocada em moldes do tipo tijolinho e do tipo lajota, sempre tomando cuidado para que os blocos, mostrados na Figura 5, não enchessem de bolhas de ar. Após moldadas às peças, deixaram-se as mesmas 2 dias ao sol para secar. Não foi necessária a queima dos tijolos.



Figura 5 – Blocos modelados.

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na produção convencional dos blocos e pré-lajes, ou seja, na técnica de construção natural em que o principal recurso utilizado para a construção é o barro encontrado no próprio local, sempre foi utilizado, mas os elementos que diferenciaram essa pesquisa do método convencional foram os materiais utilizados que não geraram a necessidade da queima da madeira nativa.

Os elementos químicos presentes na cola e na manipueira *in natura* fizeram em parte o papel do fogo, reduzindo o uso da água e poupando a matriz calorífica, que é a lenha, evitando o desmatamento e a emissão de gases com a queima.

Outra vantagem foi a não poluição do meio ambiente e esse é o grande mérito do processo destacando que a pesquisa foi executada dentro dos princípios da construção ecológica, buscando o

mínimo impacto ambiental, enfocando a utilização de materiais regionais e valorizando a mão-de-obra local.

O produto pode substituir o bloco e as pré-lajes convencionais em diversas aplicações, principalmente em locais expostos a ação do sol e da chuva, como paredes, lajes, janelas, portas, andaimes e pisos. Só não se recomenda o uso dos blocos para a feitura de reservatório de água.

Segundo Dantas Filho (Dantas, 2004), a construção feita com os blocos e as pré-lajes torna-se muito resistente, de qualidade e de longa durabilidade. O interior das casas fica muito fresco, suportando muito bem as altas temperaturas. Em regiões de clima quente e seco é comum o calor intenso durante o dia, e sensíveis quedas de temperatura à noite. A inércia térmica garantida pelos blocos e as pré-lajes minimiza esta variação térmica no interior da construção.

Segundo Bertolini (Bertolini, 1995), outro benefício da substituição dos materiais convencionais é a acústica dos ambientes que aumenta significativamente a absorção sonora tornando-os superior aos dos revestimentos convencionais (alvenaria lisa e cortiça, entre outros).

A explicação para isso tudo é clara, a sua utilização para vedação e/ou elementos de enchimento de pré-lajes se dá porque os materiais são mais leves e termo isolantes, em função da baixa condutividade térmica comparativamente.

8. CONCLUSÃO

Muito se tem falado em ecologia, meio ambiente, relação homem-natureza e relação empresa – natureza. Estes assuntos estão tomando dimensões consideráveis, porque o ser humano está percebendo que a sua existência está sendo ameaçada pelo descontrole e abuso da exploração dos recursos naturais.

Transformar resíduos em blocos e pré-lajes na construção civil, além de baratear os custos da obra convém para manter uma postura ecologicamente correta no que se referem à responsabilidade ambiental.

Baseando-se nos resultados do projeto, um milheiro dos blocos e as pré-lajes podem ser vendidos a R\$ 40,00. Enquanto os blocos e pré-lajes comuns chegam a custar R\$ 300,00 um milheiro. A economia é mais de 80%, o que enquadra o projeto no conceito de sustentabilidade, ou seja, ecologicamente correto, economicamente viável, socialmente justo e culturalmente aceito.

Portanto, se a reciclagem dos resíduos já é aconselhada por causa das consequências práticas ao ambiente como um todo e os benefícios gerados nessa pesquisa para preservação do meio ambiente são incalculáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARANA, A. C. Cap. 11: **Digestão anaeróbia da manipueira**. IN: Série Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino-americanas, v. 4. Fundação Cargill, São Paulo – SP, 2000. Disponível em: <<http://www.raizesong.org.br/Livros/Cap.4/Capitulo%2011.pdf>>. Acesso em: 21 Mar 2010.

BERTOLI, S.M.; BRITO, L.A.F. **Determinação dos coeficientes de absorção acústica de placas confeccionadas com materiais reciclados**. ENCAC, 1995-Curitiba/PR - Brasil.

BRANCO, S. M. **A dinâmica de populações microbiológicas na estabilidade aeróbica de resíduos orgânicos de fecularias de mandioca**. Revista da Saúde Pública, São Paulo, v.1, n.2, 1967.

CEREDA, M. P. **Importância, modo do consumo e perspectivas para raízes e tubérculos de hortícolas no Brasil.** In.: CARMO, C. A. S. Inhame e taro: sistema de produção familiar. Vitória: Instituto Caixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, 2002.

DANTAS, F.P. **Contribuição ao estudo para aplicação do pó de serrada madeira em elementos de alvenaria de concreto não estrutural** / Flavio Pedrosa Dantas Filho. --Campinas, SP: [s.n.], 2004. Acesso em: 04 Ago 2010.

JOHN, V. M. **O Meio Ambiente e a Reciclagem.** Disponível em: <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br/apres1.htm> > - Acesso em: 27 Mar 2010.

NORMANHA, E. S. **Derivados da mandioca: terminologia e conceitos.** Campinas: FUNDAÇÃO CARGILL, 1982.

<http://www.artigonal.com/gestao-artigos/grandes-possibilidades-de-crescimento-de-construcao-civil-no-brasil-352118.html>- Acesso em: 03 Ago 2010.

<http://www.jornaldaciencia.org.br/Detalhe.jsp?id=27482>- Acesso em: 03 Ago 2010.

<http://www.natalispersianas.com.br/sancas-molduras-cortinas-sancasemisopor/Colas> - Acesso em: 04 Ago 2010.

RECICLAGEM DE PISO CERÂMICO VIDRADO (PCV) NA PRODUÇÃO DE CONCRETO PARA PISO

O. R. Henrique¹ e I. S. A. Tanielly²

¹Instituto Federal do Mato grosso - Campus Cuiabá e ²Instituto Federal do Mato grosso - Campus Cuiabá
riquiryh@hotmail.com – taniellyalmeida@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho, trás em primeira estância, resultados de uma pesquisa que objetiva descrever a confecção de um piso exposto de concreto que tem em sua composição agregados graúdos provenientes de rejeitos de piso cerâmico vidrado (PCV). O concreto produzido foi submetido a uma bateria de ensaios de descrição, para assim ser possível a conferencia das suas qualidades mecânicas e físicas, tendo como referencia o concreto tradicional (que possui agregado natural em sua composição). Os ensaios de descrição tiveram bons resultados e apresentaram normalidade na sua confecção, trazendo com isso, a confirmação de viabilidade da reciclagem deste rejeito. O material usado foi adequado a granulometria de agregados com dimensões de brita 0 e brita 1, seguindo os parâmetros exigidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Palavras-chave: Agregado, reciclagem, piso exposto de concreto, PCV.

1. INTRODUÇÃO

Hoje, a engenharia civil é um dos ramos que produzem o maior volume de lixo no planeta, e os entulhos são os principais responsáveis por estes resíduos. Os resíduos provenientes das construções, na grande maioria das vezes, são depositados em locais inapropriados, assim trazendo ainda mais males à natureza e ainda tornando mais difícil e oneroso o gerenciamento destes rejeitos.

Segundo Freire e Beraldo (2003), o desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao reaproveitamento de entulhos começou em 1940-1950, a fim de reciclar estes materiais transformando-os em agregados para a confecção de argamassas, concretos, materiais para aterro e outros.

Soluções práticas e viáveis para o paradeiro dos dejetos cerâmicos já estão sendo pesquisados em algumas cidades brasileiras, trazendo consigo resultados positivos, mesmo com o agregado natural possuindo características distintas, como: composição, porosidade, resistência a compressão e outros (COSTA, 2006).

Desta forma, o presente trabalho visa descrever a confecção de um piso de concreto exposto, que contém em sua composição agregado graúdo (brita 0 e 1) proveniente de rejeitos de materiais cerâmicos, trazendo-se resultados, detalhes e discussões, tendo como foco principal, descrever a produção, adequando-se este a características normais de uso.

2. CARACTERÍSTICA DOS MATERIAIS

2.1 Agregado proveniente de entulhos de piso cerâmico vidrado (PCV)

O agregado utilizado foi obtido através da moagem dos entulhos, e posteriormente classificado granulometricamente de acordo com a NBR NM 248, da ABNT (1998). O agregado produzido é de caráter graúdo, possuindo mais especificamente as medidas de brita nº0 (1,2; 2,4 e 4,8 mm) e brita nº1 (9,5; 12 e 19 mm). A descrição granulométrica do agregado mencionado está descrito na Figura 1. O diâmetro máximo do agregado foi de 25 mm e o módulo de finura respectivo igual a 4,1.

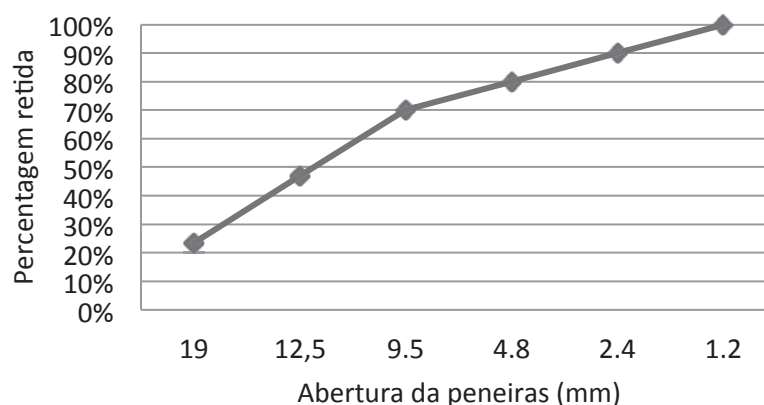


Figura 1 - Gráfico referente à granulometria do agregado reciclado (PCV).

1.1 O cimento

O cimento utilizado no experimento foi o CP-2 F 32, da marca Itaú, que antes de usado foi devidamente peneirado para se tirar qualquer tipo de pedra, causada por intempéries. As características do cimento encontram-se descritas na Tabela 1, segundo Bauer (2000).

Tabela 1 - Algumas características especificadas pela NBR-5732, da ABNT (1991) para cimentos brasileiros.

Propriedades do cimento CP-2 F 32		
Mg O máx. (%)		6,5
Perda ao fogo máx (%)		4
Finura	Resíduo na peneira 0,075 (%)	15
	cm ³ /g	2.600
Tempo mínimo de pega, Vicat (h)		1
Resistências mínimas argamassa normalizada (MPa)	03 dias	10
	07 dias	20
	28 dias	32

3. METODOLOGIA

3.1 Dosagem e mistura

O concreto produzido com agregado reciclado proveniente de PCV foi feito misturando-o a agregado natural (areia grossa) e a um aglomerante (cimento Portland CP2 F32), de maneira mecânica, utilizando a betoneira, onde, primeiramente foi colocado o agregado reciclado (PCV), o cimento e cerca de 1 litro de água, deixando então este homogeneizando por cerca de 10 minutos na betoneira. Por fim, o agregado natural foi adicionado à mistura de maneira fracionada junto à água.

3.2 Moldagem de corpos de prova

Os corpos de prova do concreto tiveram a execução manual, em moldes de 10 e 50 mm de diâmetro e 20 e 100 mm de altura, respectivamente, de acordo com a NBR 5738, da ABNT (1994). O adensamento foi feito com uma haste metálica de compactação. A confecção dos corpos de prova obedeceram a regra de 3 camadas com 30 golpes cada uma.

Os corpos de prova tiveram a sua cura em câmara úmida, ficando primeiramente ao ar livre por 24 horas, contendo ainda o molde, e no segundo dia eles foram desmoldados e submetidos à imersão em meio aquoso. Os rompimentos dos mesmos foram feitos com as idades de 3, 7, 14 e 28 dias em uma prensa mecânica.

4. RESULTADOS E DICURSSÕES

Na confecção do concreto feito com agregado graúdo reciclado de PCV, o traço determinado para o experimento foi o 1:2,5:0,9:2,1 (30% de brita 0; 70% de brita 1), usando-se o fator água/cimento igual a 0,5. Na Tabela 2 encontram-se os valores, em massa, dos componentes integrantes.

Tabela 2 - Valores, em kg, dos materiais usados.

Cimento	Agregado natural	Agregado reciclado (PCV)						Água
		Brita nº0 (mm)			Brita nº1 (mm)			
		1,2	2,4	4,8	9,5	12	19	
5	12,5	1,5	1,5	1,5	3,5	3,5	3,5	2,5

Os concretos usados em pisos, sem revestimentos, que ficam expostos devem ter uma boa resistência, adesão e trabalhabilidade, assim trazendo segurança e qualidade a obra. Para a garantia dos fatores mencionados anteriormente, foram feitos ensaios em campo e em laboratório.

Depois de misturada a massa de concreto, antes de serem moldados os corpos de prova, foi feito o ensaio para a averiguação da consistência do concreto, utilizando o *slump test*, de acordo com a NBR 7223 da ABNT (1998), obtendo o valor de 2,5 cm, assim apresentando valor baixo, pois o concreto foi feito com baixo teor de água.

Foram moldados 12 corpos de prova com as dimensões de 50 mm de diâmetro e 100 mm de altura, para se romper 3 a cada idade, 3, 7, 14, 28 dias. Na Tabela 3 e Figura 2, estão expressos os valores das resistências a compressão axial simples do concreto, de acordo com a NBR 5739 da ABNT (1994).

Tabela 3 - Resistência a compressão axial.

Resistência a compressão axial do concreto (MPa)			
3 dias	7 dias	14 dias	28 dias
8,53	11,21	14,15	16,88

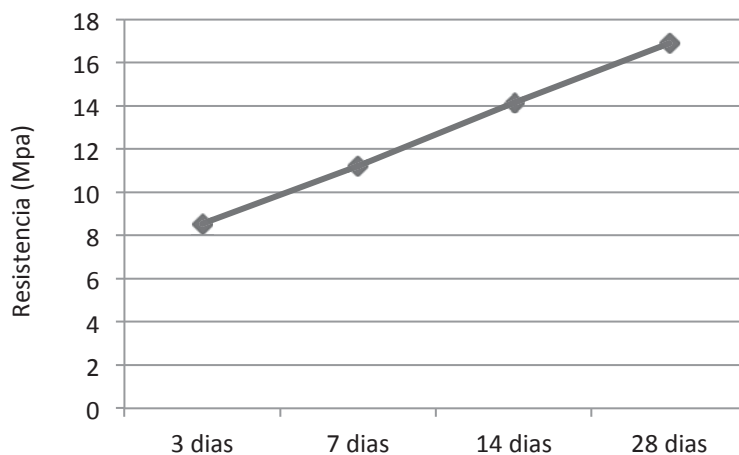


Figura 2. Gráfico referente à compressão axial do concreto.

Com um acréscimo satisfatório de 97,66%, o concreto experimental adquiriu boa resistência à compressão axial após 28 dias de cura (tendo como referencia o 3º dia de cura).

O concreto reciclado obteve um grande sucesso, pois este apresentou resistência final de 16,88 MPa, quase 4 MPa a mais que os concretos convencionais (para calçamento) vendidos hoje no mercado.

Para a averiguação da absorção do concreto, tanto por imersão quanto por capilaridade, foram moldados corpos de prova com a dimensão de 10 mm de diâmetro e 20 mm de altura.

O ensaio de absorção por imersão, de acordo com a NBR 9778 da ABNT (2005), tem seus resultados especificados na Tabela 4 e Figura 3.

Tabela 4 - Absorção por imersão do concreto.

Absorção por imersão (%)		
1 dia	2 dias	3 dias
6,23	6,23	6,68

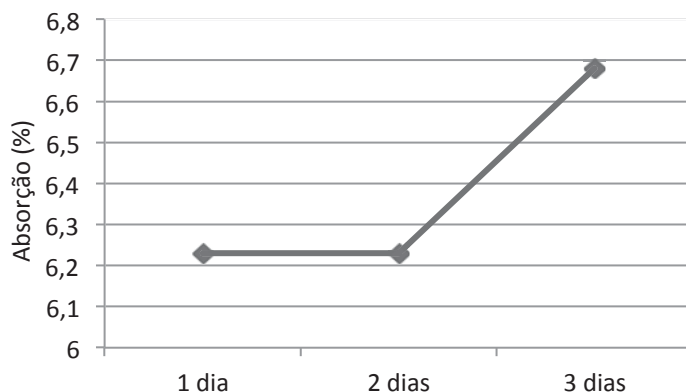


Figura 3. Gráfico referente ao ensaio de absorção por imersão.

O ensaio de absorção por capilaridade, de acordo com a NBR 9779 da ABNT (1995), possui seus resultados expostos na Tabela 5 e Figura 4, a seguir.

Tabela 5 - Absorção por capilaridade.

Absorção por capilaridade (%)				
3 horas	6 horas	24 horas	48 horas	72 horas
1,08	1,24	1,86	2,01	2,17

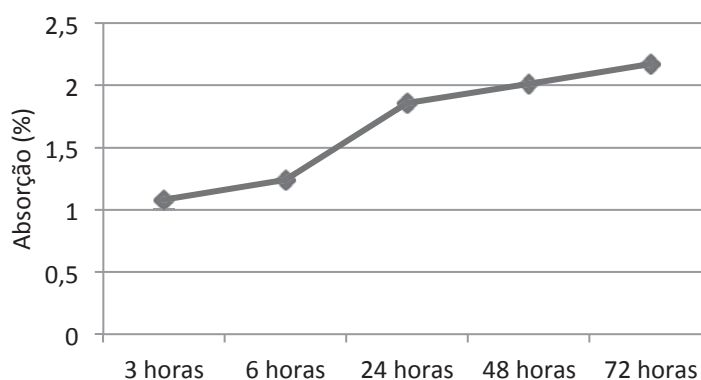


Figura 4. Gráfico referente ao ensaio de absorção por capilaridade.

O concreto em estudo adquiriu alta porosidade devido a composição dos materiais cerâmicos, e com isso, apresentando em seus resultados uma absorção acentuada em ambos os casos, tanto na absorção por capilaridade quanto por imersão, quando comparado com o concreto usual.

O concreto produzido na presente pesquisa teve o seu assentamento feito em uma baia de alvenaria, constatada no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), onde, depois de curado não apresentou trincas nem retrações (Figura 5).



Figura 5. Foto do piso depois de assentado e curado (28 dias), não contendo trincas nem sinais de retração.

5. CONCLUSÃO

Os ensaios realizados no decorrer do experimento não apresentaram irregularidades quando comparados com as normas brasileiras regulamentadoras, assim mostrando compatibilidade com o concreto tradicional (confeccionado com agregado natural).

O experimento relatado mostra a viabilidade da reciclagem de materiais cerâmicos em forma de agregado graúdo, especificamente no processo de produção do concreto para pisos, pois o concreto experimentado apresentou alta resistência a compressão axial e alta porosidade, assim conseguindo conciliar uma boa durabilidade com a vazão das águas pluviais para os lençóis freáticos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248**: Agregados: determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 5732**: Cimento Portland comum. Rio de Janeiro, 1991.

_____. **NBR 5738**: Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto. Rio de Janeiro, 1994.

_____. **NBR 5739**: Concreto: ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 1994.

_____. **NBR 7211**: Agregados para concreto: especificação. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 7223**: Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 9778**: Argamassa e concreto endurecidos: determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 9779**: Argamassa e concreto endurecido - Determinação da absorção da água por capilaridade - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1995.

BAUER, L. A. F. **Materiais de construção: Novos materiais para construção civil**. Editora LTC, Rio de Janeiro, 5ª edição revisada, 2000. Pág 49-50.

COSTA, J. S. **Agregados alternativos para argamassa e concreto produzidos a partir da reciclagem de rejeitos virgens da indústria de cerâmica tradicional.** Tese de doutorado, DEMa, Universidade Federal de São Carlos, Dezembro de 2006, Pág 208.

FREIRE, W. J.; BERALDO, A. L. **Tecnologias e materiais alternativos de construção.** Editora da Unicamp, São Paulo, 2003. Pág 41-42.

TIPOLOGIA ARQUITETÔNICA E A SAÚDE: ESTUDO DE CASO EM SANTA INÊS – MA

Tiago S. Ferreira¹ e Etianne. A. S. Oliveira²

¹Instituto Federal do Maranhão – Campus Santa Inês e ²Instituto Federal do Maranhão – Campus Santa Inês
k2_mola@hotmail.com – etiannealves2@ifma.edu.br

RESUMO

Estudos tem mostrado que saúde está relacionada ao meio ambiente onde o indivíduo está inserido e não somente a fatores biológico e genético. Nesse sentido, o ambiente urbano e a habitação têm sido estudados como objeto de promoção de saúde. O conceito de habitação saudável possui como ponto central a preocupação com o processo gradual de melhoria da qualidade de vida.

Programas e estudos estão sendo desenvolvidos a fim de melhor compreender, difundir conhecimento e articular ações que relacione programas de saúde tendo a habitação como meio de promoção de saúde e qualidade de vida considerando características ambientais e culturais. Responsável por este projeto, a Rede Brasileira de Habitação Saudável (RBHS) é uma ferramenta para operacionalização da política de promoção de saúde no âmbito da habitação. É observando a metodologia de RBHS que este trabalho apresenta seus dados.

Palavras-chave: saúde, arquitetura, habitação.

1. INTRODUÇÃO

A arquitetura, como uma de suas funções, deve oferecer condições compatíveis ao conforto humano no interior dos edifícios, sejam quais forem às condições externas. Imprimir nos edifícios características que proporcionem uma resposta ambiental saudável não implica o acréscimo obrigatório de custos à construção. Ao contrário, deve resultar em redução de custos de utilização e de manutenção, além de propiciar condições ambientais internas agradáveis e saudáveis aos ocupantes.

O habitat moderno residencial ou profissional, onde os indivíduos passam a maior parte do tempo, sobretudo nas cidades, pode ser um grande gerador de doenças, visto que fatores ambientais urbanos podem ou não favorecer a saúde de seus habitantes (BRUNET, 2006).

São muitos os fatores que abalam a saúde de moradores urbanos. Entre eles estão o déficit de moradias adequadas, de serviços de infra-estrutura, de má distribuição de renda, de altos índices de desemprego ou subemprego, além do pouco investimento em saneamento básico e outras medidas de saúde pública. (Carvalho, 2010)

Ainda segundo Carvalho o planejamento de um espaço visa garantir saúde, ordem e conforto à medida em que podem garantir ou não sombreamento em uma região de insolação intensa; dificultar ou não uma epidemia, conduzir ou desorientar o deslocamento das pessoas, permitir ou interferir em aglomerações.

As cidades brasileiras enfrentam sérios problemas relacionados ao atendimento à saúde, à carência de habitações adequadas, à oferta de saneamento, ao sistema de transportes e demais serviços. Historicamente algumas doenças estão relacionadas ao meio ambiente artificial das cidades, principalmente das grandes aglomerações urbanas (Gonçalves, 2000).

No Brasil, em 2002, foi criada a Rede Brasileira de Habitação Saudável (RBHS) que desenvolve estudos ambientais de áreas urbanas relacionando saúde. Estes estudos vêm sendo desenvolvidos em espaços públicos e privados buscando entender a relação entre meio ambiente artificial e saúde pública, inter-relacionando à habitação, saúde e as condições do meio. O objetivo é contribuir para o planejamento de políticas públicas que melhorem as condições de vida da população.

Este trabalho tem como objetivo estudar a tipologia arquitetônica em Santa Inês – MA e suas possíveis consequências a saúde pública. Para isso apresenta os resultados de uma pesquisa sobre as condições urbanas e arquitetônicas das residências em Santa Inês MA.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Meio Ambiente Artificial

O meio ambiente artificial é compreendido pelo espaço urbano constituído por um conjunto de edificações (chamado de espaço urbano fechado) e pelos equipamentos públicos (espaços urbanos abertos) (FIORILLO, 2010)

Segundo Fiorillo, (2010) o conceito de meio ambiente relaciona-se ao conceito de urbano. Por este entendem-se espaços habitáveis, sem negar o espaço rural. Este recebe tratamento constitucional por meio dos Art. 225 e 182 que trata da política urbana prevendo a competência, a união de instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, entre eles: habitação, transporte e saneamento básico.

O artigo nº182 da Constituição trata:

“A política de desenvolvimento urbano, executada pelo poder público municipal, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem estar de seus habitantes”.

Já o Art. 39 da Constituição fala:

“A cidade cumpre sua função social quando atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor, assegurando o atendimento das necessidades dos cidadãos quanto à qualidade de vida, à justiça social e ao desenvolvimento das atividades econômicas”.

O estatuto das Cidades (lei nº 10125/2001) é atualmente um dos mais importantes documentos que rege o meio ambiente artificial. No Art. 2º, o estatuto aborda a garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações

O Art. 3º do Estatuto estabelece à União a atribuição de promover, por iniciativa própria e em conjunto com os Estados, com Distrito Federal e com os Municípios, programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico.

Um dos principais instrumentos da política urbana estabelecida no Estatuto da Cidade é o plano diretor que engloba o município como um todo e é o instrumento básico de políticas de desenvolvimento e expansão urbana, sendo obrigatórias entre outros casos para cidades com mais de 20.000 habitantes, como é o caso de Santa Inês – MA, que atualmente conta com 74.294 habitantes.

2.2 Movimento de promoção da saúde a habitação

A habitação é entendida como a ação de habitat em um espaço que envolve o elemento físico da moradia (e/ou qualquer ambiente físico construído), a qualidade ambiental neste espaço construído, no seu entorno e nas suas inter-relações. (COHEN SC, 2004)

A iniciativa da habitação saudável desenvolveu-se a partir de 1982, em Buffalo/ Nova York, no centro de Medicina Coletiva e gerou a criação de um Centro de Saúde na Habitação, divulgando o conceito de higiene do meio, projetos foram desenvolvidos em Honduras, Bolívia e na Venezuela. (OPAS, 2010)

Com isso outras iniciativas foram sendo tomadas, em Santiago de Chile a fim de viabilizar a habitação saudável: as intervenções sociais, as casas populares, a atenção psicológica; na Nicarágua com trabalho de higiene da habitação com moradores de assentamentos marginais; na Argentina desde o fim da década de 80 se trabalha com melhoria das habitações com acompanhamento da Organização Pan-americana de Saúde. (OPAS, 2010)

Para a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), o conceito de habitação saudável se aplica ao desenho da moradia, ao território geográfico e social em que a habitação se assenta, aos materiais usados para sua construção, à segurança e qualidade dos elementos, ao processo construtivo, à composição espacial, à qualidade dos acabamentos, ao contexto global do entorno (comunicações, energia, vizinhança) e à educação ambiental e em saúde de seus moradores sobre estilos e condições de vida. A Opas e a Organização Mundial da Saúde (OMS) consideram que o conceito de ambiente e entorno saudável incorporam a necessidade de se ter equipamentos urbanos com saneamento básico, espaços físicos limpos e estruturalmente adequados, além de redes de apoio para se conseguir hábitos psicossociais são e seguros. Ressaltam também que a carência e as deficiências na habitação e a falta de saneamento são questões diretamente relacionadas aos níveis de pobreza (COHEN, 2010).

Outro conceito importante, debatido atualmente, é o de Habitabilidade da Unidade Habitacional. Segundo Bonduki (2002), esse conceito diz respeito ao conjunto de aspectos que interfeririam na qualidade de vida e na comodidade dos moradores, bem como na satisfação de suas necessidades físicas, psicológicas e socioculturais. Por meio desse conceito, poder-se-iam visualizar questões como a do conforto ambiental: luminoso, térmico, acústico e tátil; segurança do usuário e salubridade domiciliar e do seu entorno, que seriam as mesmas questões envolvidas na fruição, usufruição e construção do espaço arquitetural. (BONDUKIN, 2002)

Por tudo que foi apresentado, acredita-se que o estudo e diagnóstico de características arquitetônicas e urbanas bem como fatores ambientais em construções residenciais e não residenciais, onde os indivíduos passam a maior parte de seu tempo, pode contribuir para identificações de causas de doenças e pode ajudar a estabelecer requisitos arquitetônicos para as construções contribuírem para a saúde de seus ocupantes, além traçar um perfil da saúde de seus moradores e os níveis de uso e ocupação do meio.

2.3 Doenças relacionadas a construção

Habitação saudável, segundo a OMS/OPAS (2008), é a concepção da habitação como um agente da saúde dos moradores. Implica em um enfoque sociológico e técnico de enfrentamento de fatores de risco e promove uma orientação para localização, construção, moradia e manuseio, uso e manutenção da habitação e do seu ambiente. O conceito de habitação saudável incorpora o saneamento básico, espaços físicos limpos e estruturalmente adequados a redes de apoio para obter recintos psicossociais sanos e seguros, isentos de violência (abuso físico, verbal e emocional). Tal conceito vai além dos cômodos e dimensões das habitações estendendo-se ao ambiente externo, envolve as habitações, locais de trabalho ou qualquer construção que abrigue indivíduos. Os riscos que podem ser associados às edificações são os biológicos, químico, físico, ergométrico, psicossocial (Wermelinger, 2010). Este trabalho ficará restrito as características dos espaços físicos das construções.

Segundo Brunet (2006) o habitat moderno, sobretudo urbano, é uma local muito favorável ao aparecimento e propagação de doenças; considerando-se que, atualmente, a poluição da casa seja pelo menos igual ou superior, à poluição externa. O aquecimento global favorece a reprodução de ácaros. Os materiais modernos são menos duráveis, desfazem-se lentamente, liberando uma poeira que espalha vários alergênicos no ar. Medidas de isolamento das casas, muitas vezes adotadas para combater a violência, favorecem a multiplicação de alergênicos, vetores e pragas causadores ou propagadores de doenças.

Desde a década de 60, segundo Wermelinger (2010), trabalha-se com o controle integrado de vetores no manejo integrado de pragas, fazendo a aplicação conjunta de diferentes métodos de supressão populacional, busca-se, portanto, um meio ambiente artificial adequado a saúde de seus habitantes.

Acredita-se que a prevenção, propagação e surgimento de doenças transmitidas por vetores e pragas possa estar relacionada a fatores construtivos e urbanos, devido a falta de saneamento básico e por características arquitetônicas desfavorável, aumentando a vulnerabilidade da edificação.

Vetores e pragas estão relacionados ao saneamento básico. As cifras de desigualdade mostram que enquanto 80% dos mais ricos no país têm saneamento básico; 32% dos 40% mais pobres não têm esse benefício, segundo dados recentes do Ministério da Saúde. E embora a população urbana represente 80% do total do país, 50% deste contingente vivem em áreas de favela, sem as mínimas condições de saneamento ou saúde.

Em Cairncross (1996) apud Casta (2010), a habitação tem sido considerada um importante espaço de transmissão de várias doenças. Cairncross (1996) definem os domínios públicos e domésticos enquanto rotas de transmissão de doenças infecciosas, observando a importância de intervenções em ambos, de modo a interromper a transmissão.

Na classificação ambiental para doenças infecciosas, proposta por Cairncross e Feachem (1993), as infecções podem ser relacionadas com a habitação a partir de quatro fatores: localização da habitação, que pode favorecer o contato com vetores de algumas doenças, como Malária e Doença do Sono, a forma como a estrutura e localização da habitação favorecem a promoção de higiene doméstica, o que está relacionado com doenças feco-orais e as relacionadas com higiene;

As condições de habitação podem favorecer a proliferação de ratos, insetos ou animais domésticos, reservatórios em potencial de várias doenças infecciosas. Assim, diversas doenças infecciosas têm sido relacionadas com as condições de habitação no Brasil, principalmente as diarreias infecciosas, infecções respiratórias agudas e a dengue que ressurgiu no cenário nacional nesta década (Barata et al., 1997; Waldman et al., 1997; Tauil, 2001).

No campo da Segurança do Trabalho, vários estudos mostram como as características das edificações interferem na saúde de seus ocupantes. Um destes estudos é o que trata das “doenças relacionadas aos edifícios”, referindo-se aos grupos de doenças com quadro clínico razoavelmente homogêneo, alterações objetivas na avaliação clínica ou laboratorial, e uma ou mais causas identificáveis ou agentes sabidamente capazes de levar as doenças infecciosas, imunológicas ou alérgicas. O termo “doenças inespecíficas relacionadas aos edifícios”, refere-se a um grupo heterogêneo de sintomas relacionados ao edifício que incluem irritação de pele e membranas mucosas (nariz, olhos, orofaringe) cefaléia, fadiga, e dificuldade de concentração (GRAUDENZ, 2010)

Os prédios mais antigos são mais propensos a contaminação biológica por fungos, algas, bactérias e protozoários, etc. O risco de contaminação biológica é significativo após oito anos de existência em condições ambientais propícias. (GRAUDENZ, 2010)

Diante dessas observações, percebe-se a importância de estudos no campo da arquitetura e da construção em edificações residenciais como elementos a serem trabalhados, a fim de viabilizar edificações saudáveis aos moradores, contribuindo para saúde e bem-estar da população urbana, dificultando a propagação de doenças.

No âmbito da habitação saudável a habitação é entendida como um dos principais meios de promoção da saúde, visto que esta corrente de trabalho considera a saúde não apenas ligada a fatores biológicos e genéticos, mas também relacionada ao meio. (ROZESTRATEN, 2010)

No ano 2000, a Organização Pan-americana da Saúde iniciou um processo de divulgação e identificação de entidades nacionais com capacidade de desenvolver uma iniciativa de habitação saudável para o Brasil. Ciente da importância da iniciativa, a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), conjuntamente com a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) e com a Organização Pan-americana da Saúde (OPAS), promoveu a Oficina Moradia e Saúde no I Congresso Internacional de Engenharia de Saúde Pública, Recife⁵ março de 2002. Como produto da oficina, foi criada uma Carta de Intenções, marco de constituição da Rede Brasileira de Habitação Saudável, com objetivo de fornecer subsídios conceituais e empíricos, assim como diretrizes organizacionais, para a constituição da Rede Brasileira de Habitação para a Saúde (RBHS, 2010).

Outras iniciativas de Habitação Saudável ocorrem no campo da Habitação e do Urbanismo, preconizando, também, a elaboração de projetos que discutam o conceito ampliado de habitação, incluindo as dimensões sanitária, sociocultural e psíquica com adequação, integração e funcionalidade dos espaços físicos intra e peridomiciliares; utilização de tecnologia alternativa; prevenção de acidentes e desastres; criação de áreas de convívio para realização de atividades culturais, esporte e de lazer e observância do contexto físico-geográfico, socioambiental, cultural, climático. Estas iniciativas, em sua grande maioria, vem acompanhadas de trabalho de educação ambiental.

A Habitação Saudável, no programa de Saúde da Família, (FBHS-PSF), tem uma metodologia de articulação com as seguintes etapas: identificação de área piloto, elaboração de oficinas, elaboração de projetos, e execução de projetos tendo alguns produtos esperados: elaboração de cartilha habitação saudável x família saudável, guia para a análise de projetos habitacionais do ponto de vista da habitação saudável, elaboração de normas construtivas para a criação de ambientes saudáveis.

É no enfoque de “Levantar e caracterizar as tipologias arquitetônicas de Santa Inês” que esta pesquisa apresenta seus resultados.

3. METODOLOGIA

Para este estudo de caso foi feito uma pesquisa bibliográfica sobre o tema a fim de fundamenta-lo e identificar pesquisas similares. Na fase de execução tem-se a pesquisa investigativa como ferramenta com algumas linhas de investigativas; entre elas estudos dirigidos ao diagnostico local de habitabilidade e verificação de padrões existentes, esta linha tem o objetivo de estabelecer as bases de um sistema de vigilância epidemiológica ambiental para a habitação a partir da família.

Utilizou-se como técnica de coleta de dados, 35 entrevistas estruturadas organizada em 3 (três) etapas, sendo: a primeira parte da pesquisa buscou caracterizar os pesquisados, o endereço e o grau de instrução, estes dados são considerados importantes nesta pesquisa, pois caracterizam a amostra. A segunda parte da pesquisa, abordou-se dados gerais sobre as residências. E na terceira etapa foram levantados dados físicos das residências (tipos e quantidades de esquadrias, revestimentos, tipos e situação das coberturas dentre outros). Este artigo traz informações sobre a segunda parte da pesquisa.

4. RESULTADOS E DICURSSÕES

4.1 Caracterização do local de estudo

O município de Santa Inês - MA, pelo Censo do IBGE do ano de 2000, possui uma população de 82.026 habitantes, alterada pela Lei Estadual n° 7.684 de 03 de outubro de 2001, para 74.294 habitantes. Está localizado entre os municípios de: Santa Luzia, Pindaré-Mirim, Igarapé do Meio, Bela Vista, Tufilândia, Satubinha e Altamira do Maranhão (Figura 01).



Figura 01 – Localização de Santa Inês – MA

Site: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=210990>

4.2 Infraestrutura urbana

O município de Santa Inês não possui rede geral de esgotos. O uso e o escoamento das instalações sanitárias ocorrem por meio de fossas sépticas individuais, fossas rudimentares, valas, sumidouros (Figuras 02 E 03).



Figura 02 - Vala sanitária na Rua Castro Alves em Santa Inês -MA

Figura 03 - Vala sanitária na Rua Santa Terezinha em Santa Inês -MA

O sistema de coleta de lixo urbano é feito pela municipalidade, sendo os resíduos sólidos depositada em lixão a céu aberto, em um terreno no perímetro urbano (Figura 04 e 05).



Figura 04 – Área do lixão de Santa Inês

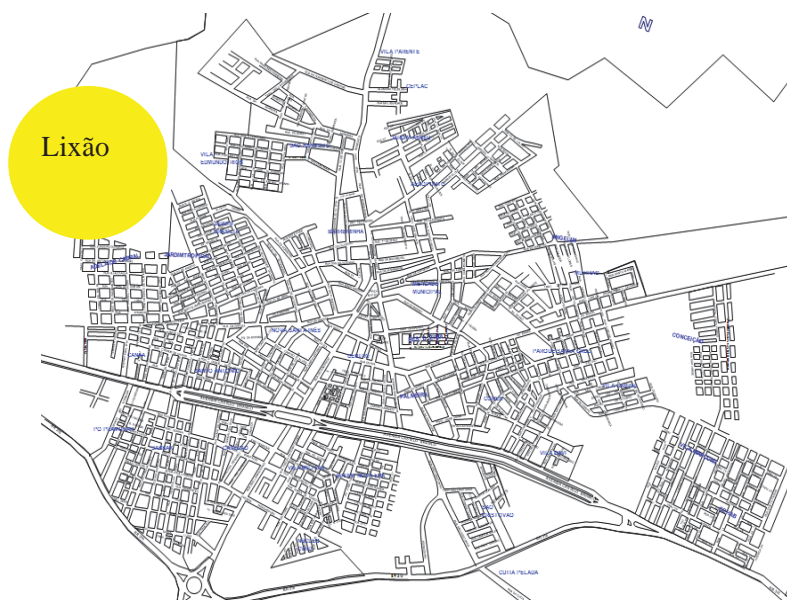


Figura 05 – Localização do lixão na malha urbana de Santa Inês

O sistema de energia elétrica é garantido e alimentado pela ELETRONORTE, sendo que a operação e manutenção da rede de energia elétrica ficam a cargo da Companhia Energética do Maranhão – CEMAR, contando em outubro de 1996 com aproximadamente 17.501 ligações de uso diverso, com um consumo médio de 2.625.692 Kwh.

Segundo dados da prefeitura o sistema de saúde municipal é praticamente mantido pelos 07 hospitais privados, que são conveniados ao Sistema Único de Saúde (SUS), os quais ofertam 564 leitos, um ambulatório municipal em condições efetivas de uso e um Serviço de Pronto Atendimento – SPA, para as emergências.

O município conta ainda com 16 postos públicos de saúde, 03 consultórios odontológicos públicos e 06 privados. Os serviços laboratoriais são executados por 01 laboratório público e 10 privados dos quais 08 estão ligados ao SUS.

4.3 Dados gerais sobre as residências

Na entrevista estruturada identificou-se que a maioria dos pesquisados possuem residência própria, cerca de 89% e apenas 3% casa alugada (Gráfico 01).

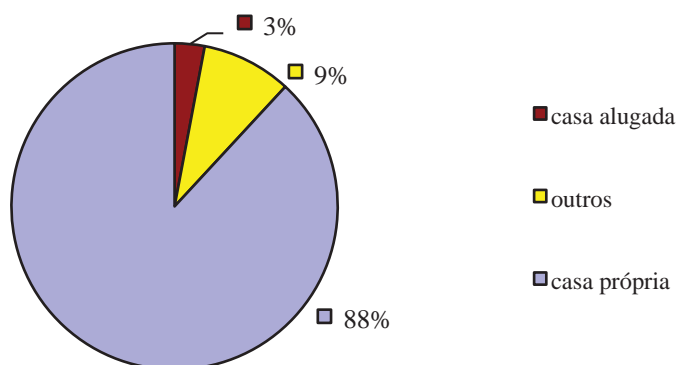


Gráfico 01: Situação de propriedade dos imóveis, Santa Inês, 2010.

Costa (2010), estudando o perfil das condições de ocupação, observou o predomínio de domicílios próprios em todas as regiões, com média de 74,35% para o país. Na região Sudeste e no Centro-Oeste há uma proporção de domicílios alugados maior em relação às demais regiões.

Em relação há quanto tempo os pesquisados moram na mesma residência os dados apontam que a maioria 49% reside há mais de 10 anos (Gráfico 02). Este dado mostra que existe uma regularidade de habitantes das edificações, estando estes, portanto, mais sujeitos fatores e consequências ambientais da edificação.

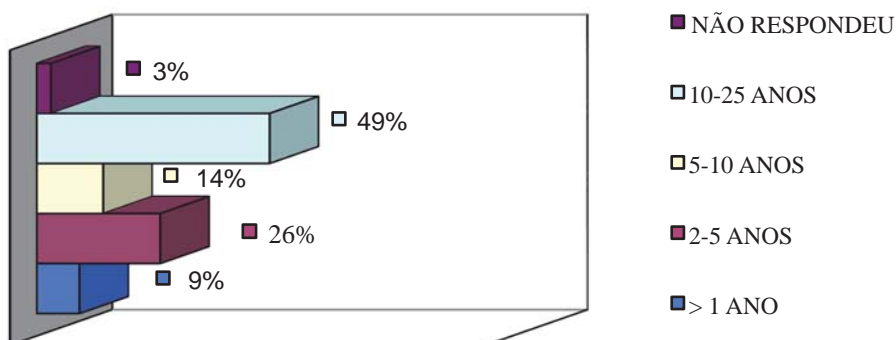


Gráfico 02 - Tempo na residência.

Segundo Costa (2010) o termo síndrome do Edifício doente passou a ser amplamente utilizado para definir um conjunto de sintomas agudos que se manifestam em ocupantes de prédios ou casas contaminadas. Assim como definidos pela OMS, os mais comuns são, dificuldade de concentração, fadiga física, e mental. Aparentemente estes sintomas estão relacionados ao tempo em que as pessoas passam dentro do edifício – mas a causa direta não pode ser imediatamente identificada, uma vez que elas saem do prédio, os sintomas desaparecem.

A idade das edificações em sua maioria está entre 16 e 25 anos, totalizando 37% das edificações (Gráfico 03).

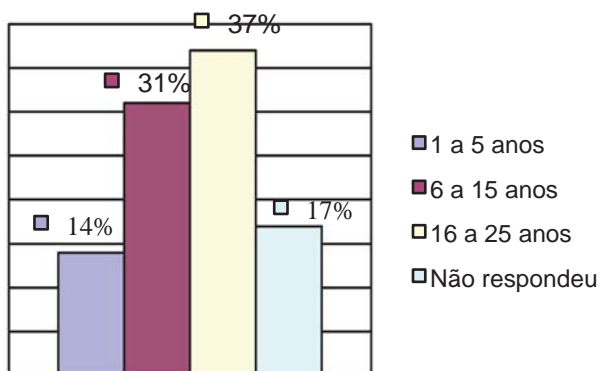


Gráfico 03 - Idade das residências

Relacionando este dado as informações de Graudenz (2010), constata-se que as residências pesquisadas encontram-se propensas ao aparecimento de agentes contaminantes biológicos como fungos, algas, bactérias e protozoários, visto que, segundo ele, este risco aumenta em edificações com mais de 8 anos.

Ao pesquisar sobre propagação de doenças infectocontagiosa em residências constatou-se que 91% já tiveram algum tipo (Gráfico 04) e em 80% das residências duas ou mais pessoas já foram contaminadas com a mesma doença (Gráfico 05).

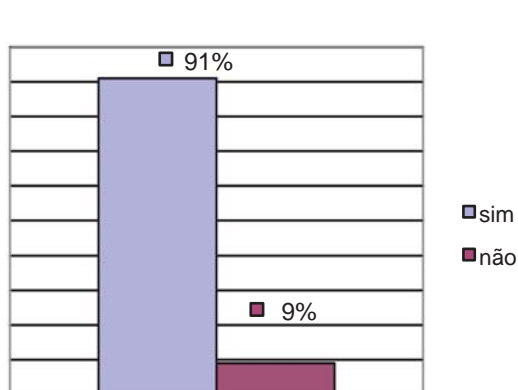


Gráfico 04- Pessoas que já tiveram doença contagiosa

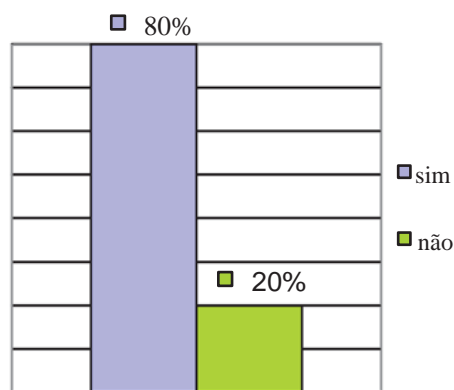


Gráfico 05 - Moradores contaminados com mesma doença

Segundo Costa (2010), a forma, a e localização da habitação favorecem a promoção da higiene doméstica, o que está relacionado com as doenças da edificação. A higiene da edificação estão relacionadas as condições de ventilação, temperatura, umidade e densidade de moradores por habitação; esses fatores, entre outras coisas podem favorecer infecções transmitidas pelo ar, como as infecções respiratórias.

Segundo os dados, 46% dos entrevistados, que são futuros técnicos, portanto, responsáveis pelas novas residências a serem construídas, não acreditam que as residências podem contribuir para a proliferação de doenças (Gráfico 06). Confirmando com isto a necessidade de se promover a difusão do conhecimento da Habitação Saudável entre futuros profissionais.

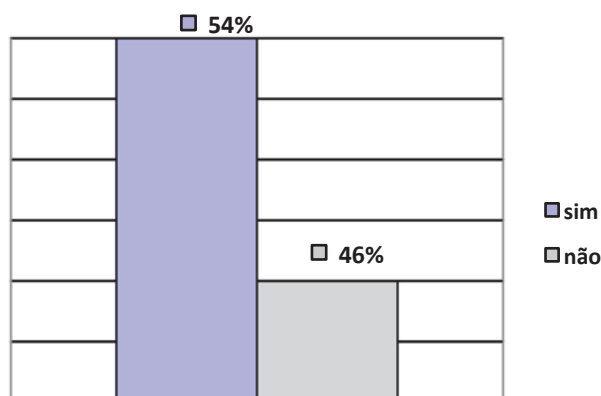


Gráfico 06 - Acredita que a residência pode contribuir com a propagação de doenças

5. CONCLUSÃO

Segundo a pesquisa apresentada Santa Inês - MA é uma cidade que cresce sem construções capazes de atender as necessidades coletivas básicas como habitação adequada, pavimentação, destinação adequada de resíduos e esgotamento sanitário. Os resíduos são ainda depositados em lixão a céu aberto próximo a malha urbana. O esgotamento da cidade é feito em bueiros, que são córregos de esgoto a céu aberto, localizados nos mais diversos pontos da cidade, ao fundo ou a porta das edificações. Esses fatores interferem no ambiente e na saúde dos habitantes.

Em Santa Inês – MA pesquisa mostra que a futuros profissionais precisam conhecer princípios de habitação saudável pois muitos não acreditam que as construções podem contribuir para a propagação de doenças, embora estejam sujeitas a fatores ambientais e de infraestrutura desfavorável.

REFERÊNCIAS

BONDUKI N. **Tendências e perspectivas na avaliação de políticas e programas sociais – uma metodologia para avaliar programas de habitação.** São Paulo: IEE/PUC-SP; 2002.

BRUNET, Jean-Louis. **Alergias** / Jean-Louis Brunet; [tradução Adriana de Oliveira]. – 1. Ed. – São Paulo: Larousse do Brasil, 2006.

CAIRNCROSS, Sandy; FEACHEM, Richard (1993). **Environmental Health Engineering in the Tropics: an introductory text.** Chichster (Inglaterra): Wiley.

COHEN SC. **Habitação saudável como um caminho para a promoção da saúde** [tese de doutorado]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz; 2004.

CONSTITUIÇÃO FEDERAL Seção II, Art. 196.

COSTA, ANDRÉ MONTEIRO. **Perfil das condições de habitação e relações com a saúde no Brasil.** 2002. *In*: XXVII CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL.

Estatuto das Cidades - Lei nº 10125/2001.

FIORILLO, Celso A. Pacheco. **Curso de Direito Ambiental Brasileiro** - 11ª Ed. São Pulo: Editora Saraiva. 2010.

GRAUDENZ, Gustavo Silveira; DANTAS, Eduardo. **Poluição dos ambientes interiores e doenças e sintomas relacionados às edificações.** Disponível em: <http://www.cibersaude.com.br/revistas.asp?fase=r003&id_materia=3497 > Acesso em: 05 de out. 2010.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE. **Portal de Moradia Saudável.** Disponível em: <<http://www.cepis.ops-oms.org/indexpor.html>>. Acessado em: 15 de jun. 2010

ROZESTRATEN, ARTUR. **A arquitetura e a questão ambiental nas cidades.** Disponível: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/urbano/artigos_urbano/a_arquitetura_e_a_questao_ambiental_nas_cidades.html >. Acessado em: 05 de out. 2010

WERMELINGER, Eduardo Dias - **Relação entre vetores e pragas urbanas e habitação Saudável.** Disponível em < http://www4.ensp.fiocruz.br/biblioteca/dados/txt_423833286.pdf>. Acessado em: 03 de out. 2010.

TIPOLOGIAS CONSTRUTIVAS DAS EDIFICAÇÕES VERTICAIS NA CIDADE DE JOÃO PESSOA: UM ESTUDO COM ÊNFASE NAS DCEs

Patricia Rêgo de OLIVEIRA¹; Alexandra Rocha MEIRA²; Joana Darc Lúcio da COSTA³; Maisa Beatriz Marinho FAUSTO⁴ e Jamilly Batista Almeida de OLIVEIRA⁵;

Instituto Federal da Paraíba
Email: alexsandra@ifpb.edu.br

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo investigar as tipologias construtivas das edificações verticais da cidade de João Pessoa, com ênfase na dependência completa de empregada (DCE), ou seja, quartos e banheiros de serviço. Para realização desse estudo partiu-se da definição do universo de imóveis residenciais verticais existentes na cidade, estratificado por bairro. A partir dele, determinou-se a amostra de **215** empreendimentos, entre os quais, apenas **67** apresentavam DCE. Em paralelo, foi realizado o levantamento de campo, mediante a coleta de plantas-baixas dos projetos arquitetônicos nos arquivos da Prefeitura Municipal de João Pessoa, coleta de folders e a busca de plantas, diretamente nas construtoras. Após a conclusão desse levantamento de campo, todas as plantas foram transportadas para o *software* CAD e analisadas no tocante às tipologias construtivas. Embora esse artigo apresente apenas resultados parciais da pesquisa, já é possível visualizar um perfil dos imóveis estudados, quanto às análises de dependência completa de empregada (DCE). Verificou-se que a predominância de apartamentos sem DCE, consiste em mais que o dobro de apartamentos com DCE, uma porcentagem correspondente a 68,8%. Constatou-se também que a maior incidência de apartamentos que apresentam DCE está localizada próxima à orla marítima de João Pessoa. Verificou-se ainda que, mesmo apresentando DCEs, os dormitórios das dependências de empregada apresentam-se, predominantemente, com áreas inferiores à estabelecida no código urbano desta capital.

Palavras-chave: zoneamento; tipologia construtiva; construção vertical; DCE.

1. INTRODUÇÃO

A busca cada vez maior por produtos diferenciados vem se tornando uma característica do ser humano contemporâneo, o qual quer ter um produto personalizado, diferente do padrão. Essa realidade, tanto em termos de mudanças sócio-demográficas, quanto no que diz respeito à própria busca por se diferenciar dos demais, tem impulsionado o setor da construção a adoção da sistemática de customização dos imóveis. Essa, conforme Araújo Filho (2009), nada mais é que a capacidade de oferecer ao cliente a oportunidade de agregar a produtos de massa elementos de sua própria escolha, sejam individualizados e exclusivos, ou façam parte de uma combinação de possibilidades previamente estabelecida. Para Campanholo (1999) apud Brandão (2003), essa tendência não provém somente de aspectos conjunturais ligados a economia e a tecnologia, mas também, principalmente, da necessidade que o ser humano apresenta em se diferenciar do outro, buscando sua própria identidade.

Ainda sob o enfoque de tendências tipológicas, fazendo uma breve retrospectiva histórica, observa-se que nas primeiras décadas do século XX, nos edifícios que contavam com quartos de empregada, era comum a concentração desses cômodos no último pavimento do prédio – uma solução provavelmente inspirada nos andares de *chambres-debonne* parisienses, normalmente a mansarda dos prédios, ou ainda remetendo à segregação típica da casa grande e senzala. A Figura 1 apresenta o primeiro edifício desse tipo, projetado em 1927. (PINHEIRO, 2008).

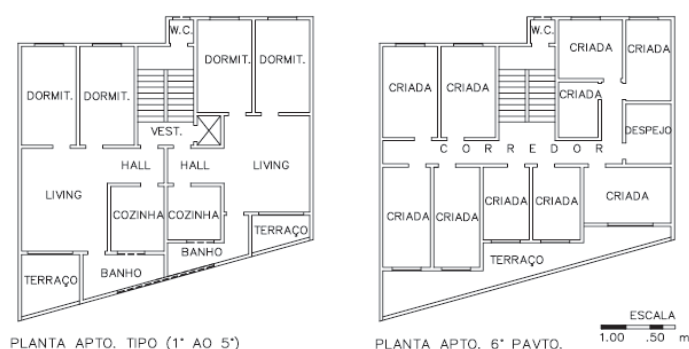


Figura 1 – Plantas Baixas do edifício projetado por Júlio de Abreu Júnior, na Avenida Angélica – São Paulo
Fonte: Pinheiro, 2008

Nas últimas décadas do século XX, grandes mudanças foram observadas, tais como: a tendência do habitante metropolitano de morar sozinho ou até mesmo se agrupar a tipos familiares diferentes da tradicional família burguesa; a emancipação da mulher e sua inserção no mercado de trabalho, conferiram a ela as funções de mãe, dona de casa e profissional; além disso, novos modos de vida têm surgido, sobretudo nas grandes cidades, incluindo a volta do trabalho na própria moradia e o super-equipamento do espaço doméstico, contribuíram para a redução da necessidade de se ter diariamente uma empregada doméstica. (CAMARGO, 2003 e TRAMONTANO, 200-?).

Esses e outros aspectos têm mostrado que nas últimas décadas, novas tendências comportamentais têm sido percebidas com clareza em todo o mundo ocidental, principalmente em áreas urbanas e centros metropolitanos.

Além disso, todos esses fatores elencados têm influenciado diretamente na concepção do projeto arquitetônico e na definição das características das unidades habitacionais, onde se observa: o aumento do número de unidades por pavimento, em detrimento da qualidade dessas unidades, não atendendo aos hábitos e às necessidades da sociedade atual; a compactação dos espaços e a redução da área útil. (GOBBO; ROSSI, 2002). Tal redução passou a incidir com maior frequência nas dependências completas de empregada (DCEs). Segundo Camargo (2003), foi esse cômodo que, mais

vertiginosamente, teve redução na sua área, a partir do início da década de 80, devido à nova realidade de seus moradores.

Este artigo apresenta os resultados parciais de um projeto de pesquisa, originado pela ausência de registros bibliográficos que mostrassem o comportamento das construções de João Pessoa, no que diz respeito ao perfil tipológico das plantas, com ênfase nas DCEs.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho de pesquisa foi desenvolvido na cidade de João Pessoa, onde se procedeu inicialmente com um levantamento do número de edificações construídas nos últimos anos. Tomou-se como parâmetro de estudo o período de cinco anos. Esse levantamento foi realizado através da coleta de dados junto ao Setor de Registros do Centro Administrativo Municipal de João Pessoa, mediante consulta e coleta das informações (número do processo, identificação da pessoa física ou jurídica, endereço, tipologia construtiva, área, bairro e inscrição imobiliária) contidas nos livros de alvará de construção, totalizando um universo de 466 empreendimentos em construção, a partir de quatro pavimentos, no período de 2006 a 2010. Realizou-se uma análise geral desse universo, estratificado por bairros.

Em função da grande quantidade de plantas que representam o universo, optou-se por trabalhar com uma amostra. Buscou-se obter na amostra uma alta representatividade do universo. Assim, partindo-se dos princípios da estatística, adotou-se um erro amostral de 5% e um nível de confiança de 95,5%, obtendo-se uma amostra de 215 empreendimentos, conforme cálculo realizado através da Equação 1 (BARBETTA, 2001).

$$\eta = \left(\frac{1}{e^2}\right) * N / N + \left(\frac{1}{e^2}\right) \quad [\text{Eq. 01}]$$

Onde: h = tamanho da amostra;

e = erro amostral;

N = Universo.

A partir da definição da amostra, seguiu-se para a coleta das plantas-baixas de imóveis locais, através da digitalização de imagens (fotos) das plantas baixas dos projetos arquitetônicos encontrados nos arquivos do Centro Administrativo Municipal de João Pessoa, de folders e de material obtido através do contato direto com construtoras.

Ressalta-se que os 215 empreendimentos da amostra foram representados por 215 plantas-baixas de apartamentos, o que implica que, mesmo havendo empreendimentos com variadas tipologias de apartamentos, considerou-se apenas uma tipologia por imóvel.

Todos os dados obtidos no levantamento físico foram posteriormente lançados no software CAD. Estando com todas as plantas no software, foram realizadas as análises tipológicas propostas nesse documento, que serão apresentadas a seguir.

3. CARACTERIZAÇÃO DO UNIVERSO E DA AMOSTRA

O ponto de partida para esse estudo foi o levantamento do universo de imóveis residenciais verticais em construção na cidade, compreendidos entre os anos de 2006 e 2010. Obteve-se a distribuição dos mesmos ao longo de 42 bairros, localizados em zonas distintas da cidade. Nesses cinco anos, pode-se perceber que houve predominante concentração de construção de imóveis na zona leste, a exemplo de Cabo Branco com 35 imóveis, Manaíra com 37 e Jardim Oceania com 38

empreendimentos. Das construções localizadas em outros bairros, destacam-se apenas as de Jardim Cidade Universitária, localizado na zona sul da cidade, que apresentou 69 imóveis.

Também se constatou que a quantidade de empreendimentos, bem como a diversidade de bairros da capital aumentou gradativamente a cada ano. Nesse sentido, percebe-se, por exemplo, que em 2006 apenas 15 bairros foram contemplados com novas construções a partir de quatro pavimentos, tendo um total de 42 empreendimentos, ao passo que em 2010 se verificou a presença de novas edificações, totalizando 141, em 34 bairros da cidade.

Diante desse perfil de distribuição dos imóveis do universo ao longo dos anos, após a definição da amostra, composta por 215 empreendimentos, optou-se também por estratificá-la por ano. Assim, a quantidade de imóveis selecionados para fazer parte da amostra foi proporcional ao número de imóveis em construção em cada ano (universo). Para o ano de 2006, por exemplo, obteve-se a menor amostra de todas, formada por 19 empreendimentos, ao passo que em 2010, foram coletadas 65 plantas para comporem a amostra.

Ressalta-se que os resultados e discussões apresentados a seguir estão baseados nas análises dos empreendimentos que fizeram parte da amostra. Assim, para se retirar conclusões sobre a população é necessário levar em consideração o nível de confiança e o erro amostral apresentados anteriormente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Partindo da amostra, foram realizadas análises quantitativo-descritivas nos empreendimentos. Para tanto, optou-se por uma das formas específicas para a utilização do termo tipologia, usada por Brandão (2003) para identificar as variantes básicas de constituição dos apartamentos, considerando a combinação de quatro atributos comumente utilizados no mercado de imóveis no Brasil, quais sejam: número de quartos, suítes e banheiros e a existência ou não de dependência completa de empregadas (DCE), conforme se observa na Figura 1. Para o desenvolvimento do presente artigo, ressalta-se a importância do último atributo, ou seja, DCE.

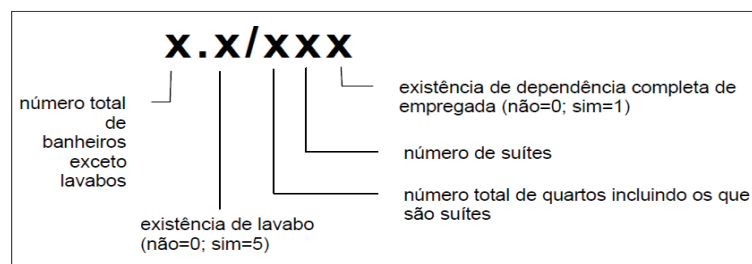


Figura 1 – Convenção adotada para designação das tipologias de apartamentos

Fonte: Brandão, 2003

Com a finalidade de exemplificar a convenção supracitada, apresenta-se a Figura 2, que se trata de um apartamento de luxo, localizado num bairro próximo a orla marítima na capital de João Pessoa.

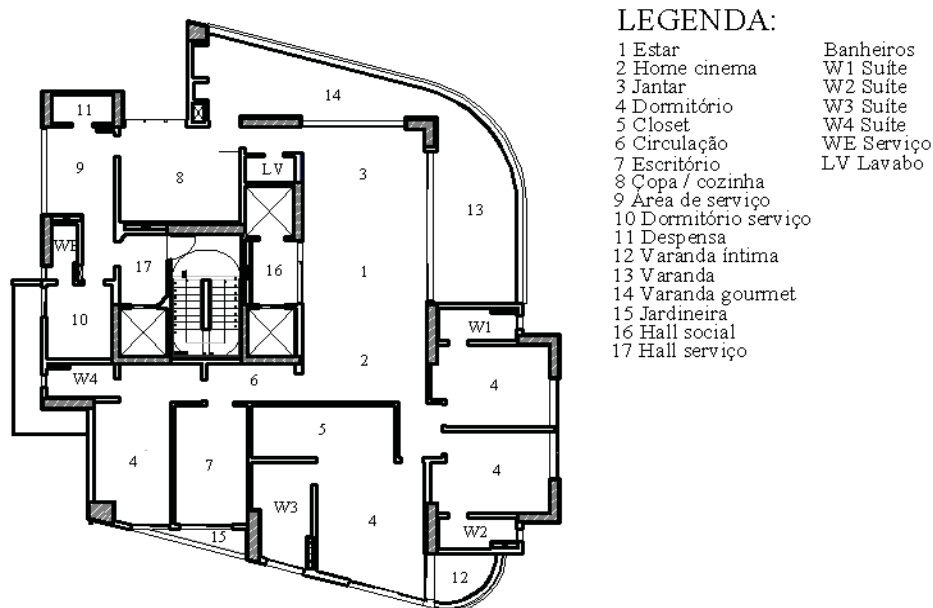


Figura 2 – Tipologia 5.5/441

Esse exemplo de imóvel que consta na Figura 2 apresenta cinco banheiros, com lavabo, quatro quartos, sendo todos suítes, além da dependência completa de empregada.

Mediante uma análise quantitativo-descritiva inicial das plantas baixas dos empreendimentos, verificou-se uma grande variabilidade em alguns atributos das mesmas. Como exemplo, tem-se o seguinte: área total do imóvel (de 28,88 m² a 510,00m²); número de quartos (de 1 a 5 unidades, exceto dormitório de empregada); número de banheiros (de 1 a 6 unidades, incluindo banheiros de serviço). Em relação a DCE, foco central desse trabalho, tem-se os resultados apresentados a seguir.

A Figura 3 apresenta o total de apartamentos investigados, com e sem DCE. Verifica-se que a quantidade de apartamentos sem dependência completa de empregada é da ordem de 2,21 vezes superior à quantidade de apartamentos com dependência de empregada.

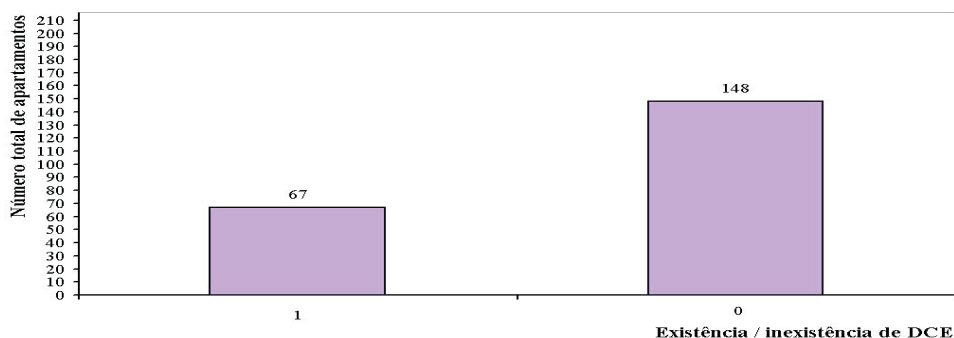


Figura 3 – Convenção adotada para designação das tipologias de apartamentos

No Quadro 1 estão representados os empreendimentos com e sem DCE, estratificados por bairro.

Quadro 1 – Apartamentos da amostra com e sem DCE, estratificados por bairro e por ano

BAIRRO	INEXISTÊNCIA (I) / EXISTÊNCIA (E) DE DCE												
	I	E	I	E	I	E	I	E	TOTAL	TOTAL			
	2006	2007	2008	2009	2010	(I)	(E)	GERAL	GERAL				
AEROCUBE	-	1	-	-	2	-	2	1	-	-	4	2	6
ÁGUA FRIA	2	-	1	-	4	1	-	-	3	-	10	1	11
ALTIPLANO	-	-	-	1	-	1	2	-	1	-	1	5	6
ALTO DO CEU	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	0	0	2
ALTO DO MATEUS	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	0	0	2
BAIRRO DOS ESTADOS	-	-	1	-	1	-	1	4	-	3	3	7	10
BAIRRO DAS INDUSTRIAS	-	-	-	-	-	1	-	1	-	2	0	0	2
BANCIÁRIOS	-	-	2	-	2	-	1	1	1	-	6	1	7
BESSA	1	-	2	-	1	-	2	-	2	1	8	1	9
BRISAMAR	-	-	-	1	-	2	-	6	-	1	0	10	10
CAPO BRANCO	1	1	4	-	3	2	3	1	3	1	14	5	19
CIDADE DOS COLIBRIS	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	0	0	1
CRISTO	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3	0	0	3
CULA	-	-	-	-	-	-	2	-	3	-	5	0	5
DISTRITO PLANALTO DA BOA ESPERANÇA	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4	0	0	4
EXPEDICIONÁRIOS	-	-	1	-	-	-	2	1	1	-	4	1	5
GRAMAME	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	0	0	2
JAGUARIBE	-	-	-	-	-	-	1	-	3	-	4	0	4
JARDIM CIDADE UNIVERSITÁRIA	3	-	6	-	5	-	3	-	9	-	26	0	26
JARDIM LUNA	-	-	-	-	1	-	-	-	-	0	1	1	1
JARDIM OCEANIA	-	1	2	-	2	3	2	1	2	2	8	7	15
JARDIM SÃO PAULO	3	-	1	-	1	-	-	-	2	-	7	0	7
JARDIM VENEZA	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	0	0	1
JOÃO AGRIPINO	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	0	1	1
JOÃO PAULO II	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	0	0	1
JOSÉ AMÉRICO	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	0	1
MANAÍRA	1	1	-	1	2	4	4	3	-	2	7	11	18
MIRAMAR	1	-	-	3	-	3	1	1	-	1	2	8	10
MANDACARU	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	0	0	1
MANGABEIRA	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	0	1
PEDRO GONDIM	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	0	1	1
PORTAL DO SOL	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	3	0	3
TAMBAÚ	-	2	2	-	2	-	2	1	1	-	7	3	10
TAMBAUZINHO	-	-	-	-	1	-	2	1	2	1	5	2	7
TORRE	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	0	1
VALENTINA	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	0	0	2
TOTAL ANUAL	13	6	24	6	29	17	30	25	52	13	148	67	215

Além de haver menos que o dobro de apartamentos com DCE, verificou-se também que essa característica tipológica incide em menos bairros (47% dos bairros), ao passo que os apartamentos sem DCE, além de compreenderem a grande maioria, encontram-se melhor distribuídos pelos bairros da cidade (89% dos bairros).

Na Figura 4 são apresentadas as quantidades de apartamentos, com DCE completa (31,16%), a serem construídos, em construção ou, construídos, no período compreendido entre 2006 e 2010. Merece destaque o ano de 2009, que apresentou 25 apartamentos, correspondendo a 37,31% dos apartamentos com DCE.

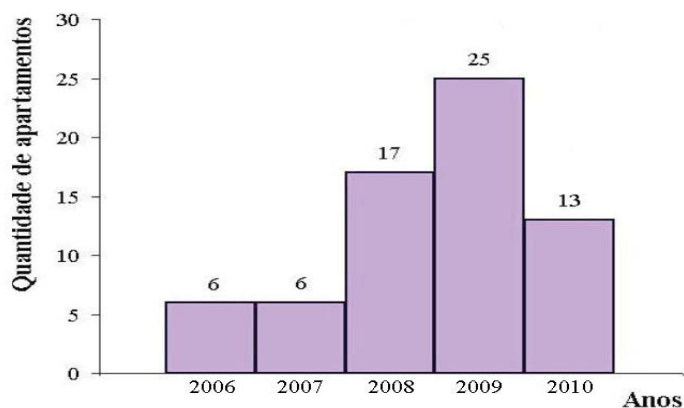


Figura 4 – Apartamentos com DCE (2006-2010)

Buscando realizar um agrupamento dos bairros nos quais se concentra a existência de imóveis com DCE, procurou-se classificá-los dentro do zoneamento urbano desta capital, nas seguintes zonas:

Zona Residencial 1 (ZR1); Zona Residencial 2 (ZR2); Zona Residencial 3 (ZR3); Zona Axial 1 – Epitácio Pessoa (ZA1); Zona Axial 3 - Manaíra (ZA3); Zona Turística 2 (ZT2); Zona B Cabo Branco (CCB) e Zona Institucional e de Serviços (ZIS). Como a maior parte dos bairros está dividida em mais de uma zona, foram encontrados apartamentos de um mesmo bairro inseridos em zoneamentos distintos. Desta forma, optou-se por classificar esses bairros no zoneamento em que se encontrou a maior incidência de apartamentos. As figuras a seguir: 5, 6, 7, 8, 9 e 10 mostram os perfis dos apartamentos dentro dos zoneamentos.

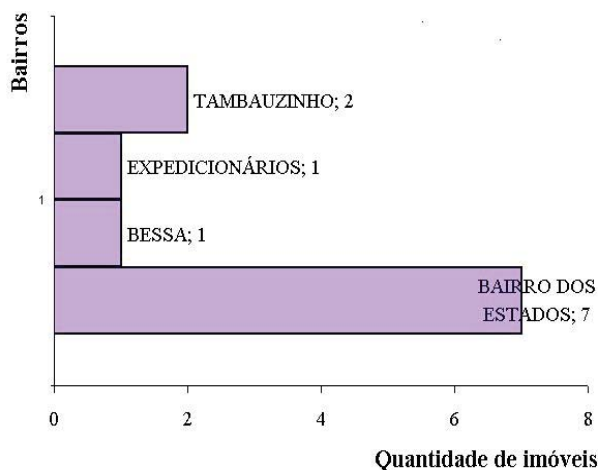


Figura 5 – Apartamentos com DCE inseridos na ZR1

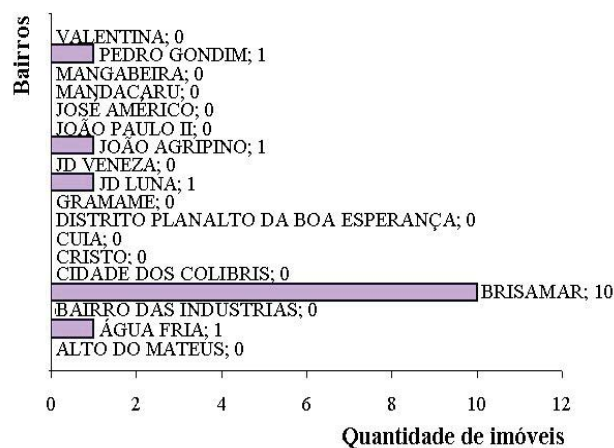


Figura 6 – Apartamentos com DCE inseridos na ZR2

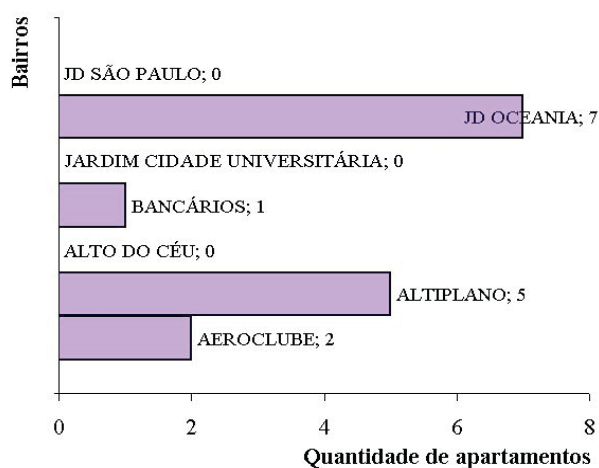


Figura 7 – Apartamentos com DCE inseridos na ZR3

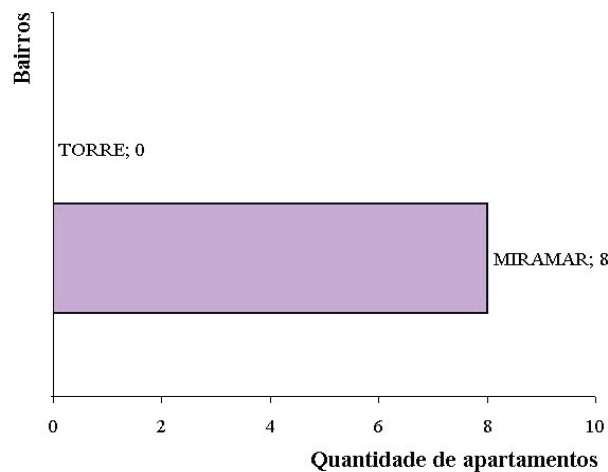


Figura 8 – Apartamentos com DCE inseridos na ZA1

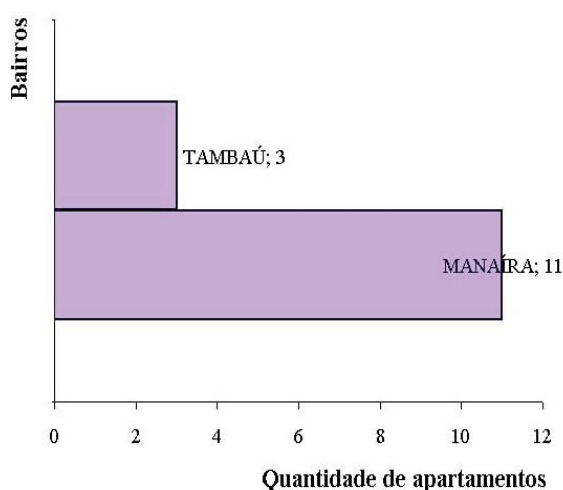


Figura 9 – Apartamentos com DCE inseridos na ZA3

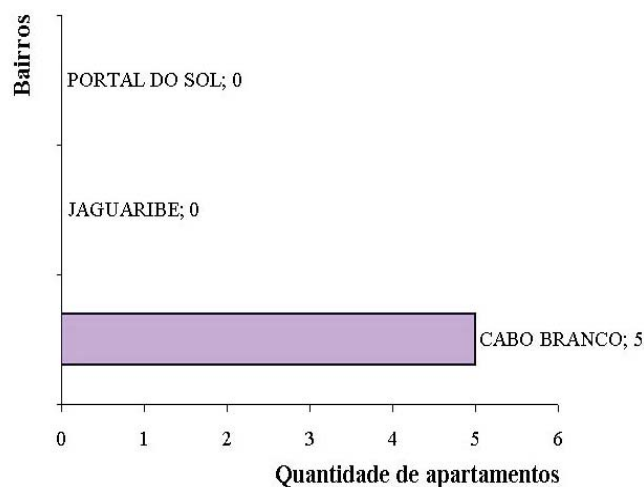


Figura 10 – Apartamentos com DCE inseridos nos zoneamentos ZT2/CCB/ZIS

Através de análise dessas figuras, pode-se constatar que a maior incidência de apartamentos que apresentam DCE se localiza nos bairros próximos à orla marítima, estando distribuídos nos seguintes zoneamentos: **ZR2**: Brisamar; **ZR3**: Jardim Oceania, Altiplano e Aeroclub; **ZA1**: Miramar; **ZA3**: Manaíra e Tambaú e **ZT2**: Cabo Branco. Pode-se observar também que, pelo menos um bairro em cada uma das zonas estudadas, destaca-se em relação à quantidade de empreendimentos com DCE.

Dentre os 67 apartamentos com DCE, constatou-se a existência de 03 imóveis com cômodo reversível (Figura 12) - um quarto que apresenta dois acessos: um para o setor íntimo e outro para o setor de serviço, podendo servir como quarto de empregada. Nas análises realizadas nos empreendimentos que tinham esse cômodo, o mesmo foi considerado como quarto de empregada.

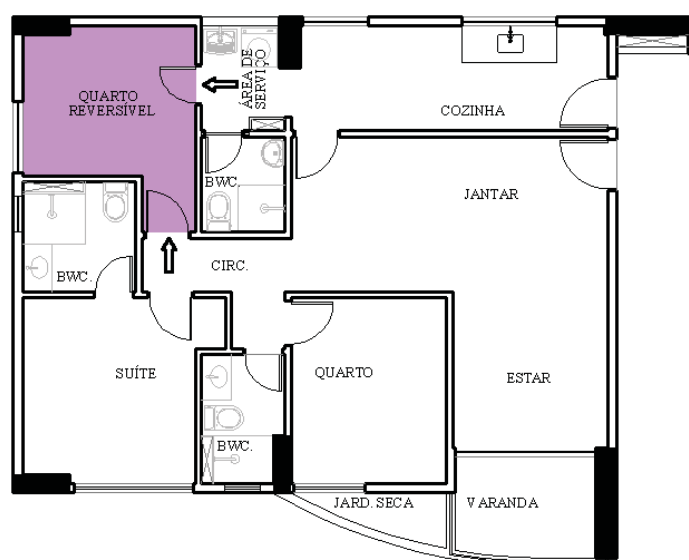


Figura 12 – Planta baixa de apartamento com quarto reversível - exemplo

Considerando as áreas dos apartamentos com DCE foi possível observar uma variação de 72m² a 250m², salvo alguns poucos imóveis, em número de 5, que apresentaram áreas superiores às desse intervalo, que chegam até 510m², conforme Figura 13. Verificou-se também que o espaço destinado a DCE se torna ínfimo, quando comparado às áreas dos apartamentos. Mediante análise das médias entre

as áreas totais dos apartamentos e as subáreas úteis das DCEs, observou-se uma proporção de 1/18, isto é, reserva-se para DCEs, em média, apenas a décima oitava parte de um apartamento.

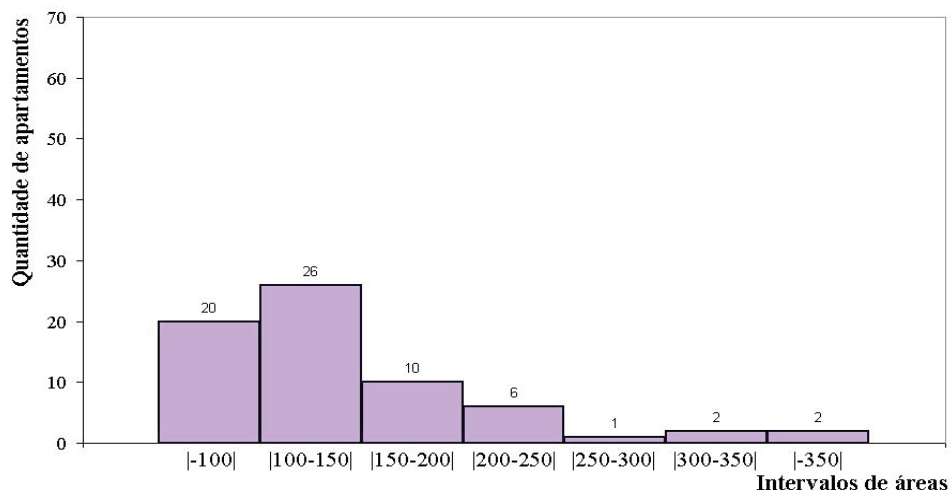


Figura 13 – Estratificação dos apartamentos com DCE nos bairros, em intervalos de área

É possível que esses fatores anteriormente elencados venham caracterizando a menor importância conferida às dependências de empregada, gerando uma redução nas suas dimensões. Constatou-se neste estudo que a maioria das edificações com DCE apresenta a área dos dormitórios inferior à área estabelecida no CÓDIGO DE URBANISMO de João Pessoa, onde as áreas dos compartimentos de permanência prolongada, em que estão inclusos os dormitórios, deveriam ser de, pelo menos, 6m², como mostrado na Figura 14. Existe também o projeto de nº 47/2010, em tramitação no Senado Federal, que estabelece as dimensões mínimas para o tamanho das dependências destinadas à moradia dos funcionários de condomínio e dos empregados domésticos, que poderá ser fixado em 12m², dos quais 8m² são destinados ao quarto e 4m² ao banheiro.

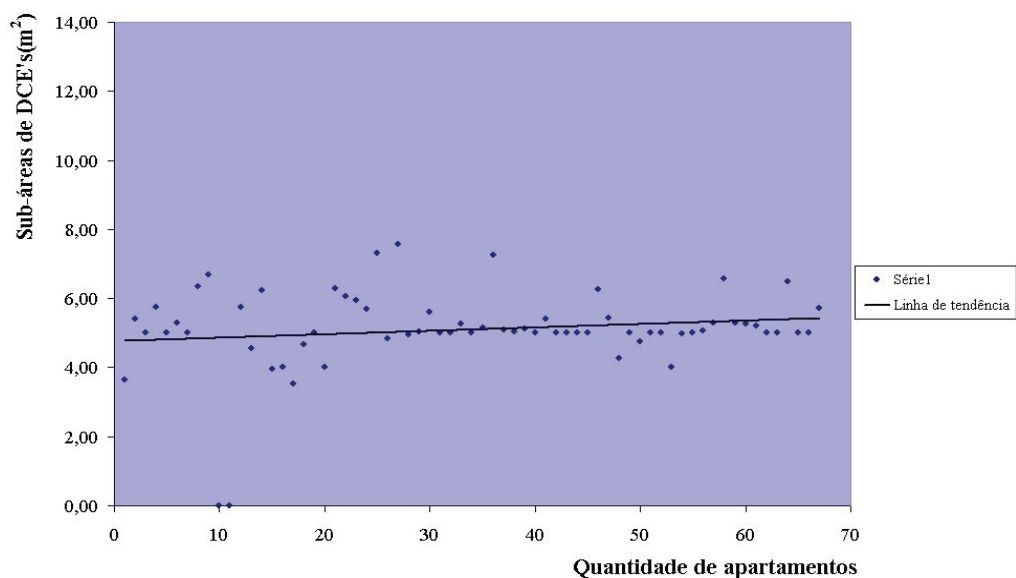


Figura 14 – Gráfico de dispersão das subáreas de DCE

Mediante análise da Figura anterior, pode-se verificar a predominância de dormitórios de DCEs com área inferior a 6m², uma vez que a maioria dos pontos se encontra localizado abaixo da linha de tendência. É importante salientar que, sendo esse projeto de lei aprovado, os imóveis, quase que em sua totalidade, estariam em desacordo com essa legislação.

5. CONCLUSÕES

A partir das análises dos empreendimentos escolhidos para comporem a amostra, foi possível verificar a predominância de apartamentos que não apresentam DCE, uma vez que a quantidade de apartamentos sem dependência de empregada é da ordem de 2,21 vezes superior à quantidade de apartamentos com dependência de empregada.

No que se refere ao zoneamento da cidade de João Pessoa, pode-se constatar que a maior incidência de apartamentos que apresentam DCE se localiza nos bairros próximos à orla marítima, a exemplo de: Manaíra, Miramar, Cabo Branco e Jardim Oceania. Entretanto, encontrou-se algumas exceções, como: Bairro dos Estados e Expedicionários.

Em relação à área, há predominância de apartamentos cujas áreas chegam a 250m². Pode-se comprovar também um espaço consideravelmente reduzido destinado às DCEs, com dormitórios cujas áreas são predominantemente inferiores às estabelecidas pelo Código de Urbanismo de João Pessoa.

Considerando essas constatações elencadas anteriormente, leva-se a crer que está se tornando cada vez menos relevante o espaço reservado às DCEs, cujas prováveis causas podem ser as mudanças nos formatos familiares e hábitos domésticos, em que a permanência de boa parte de moradores nos apartamentos se resume ao período noturno. Essas prováveis causas, possivelmente, configuram uma menor necessidade de empregadas mensalistas que durmam no emprego, conferindo aos moradores um caráter de maior procura por diaristas.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO FILHO, J. T. **A customização em massa na construção civil: um estudo no subsetor de edificações**. 2009. 189p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal da Paraíba, 2009.
- BARBETTA, P. A. **Estatística aplicada às ciências sociais**. 4.ed. Florianópolis: UFSC, 2001.
- BRANDÃO, D. Q. **Tipificação e aspectos morfológicos de arranjos espaciais de apartamentos no âmbito da análise do produto imobiliário brasileiro**. 2003. Ambiente Construído, v.3, n.1, p.35-53, jan./mar. 2003
- BRASIL. **Projeto de Lei do Senado nº 47**. Dispõe sobre o tamanho das dependências destinadas à moradia dos funcionários de condomínio e dos empregados domésticos. 2010.
- BRESSIANI, L.; LESSIO, J. C.; RACHID, L. E. F. Caracterização Geométrica de Edifícios Habitacionais: Uma análise das áreas dos apartamentos. 2006. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 2006, Florianópolis, **Anais...** Florianópolis p.1439-1448.
- CAMARGO, Érica Negreiros de. **Desempenho e Uso do Espaço Habitável Do Apartamento Metropolitano Na Virada Do Século 21: Um olhar sobre o tipo “dois-dormitórios” na cidade de São Paulo**. 2003. 220p. Dissertação (Curso de Pós-graduação *Strictu sensu*). Universidade de São Paulo, 2003. Disponível em: < http://www.mioruro.com/libros/libros%20arq/Departamentos_Erica-negreiros.pdf >. Acesso em: 20 set. 2011, 19:20h

GOBBO, F. G. R.; ROSSI, A. M. G. Edifício de apartamentos: principais tendências e perspectivas da tipologia arquitetônica na cidade do Rio de Janeiro. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: UFPR, 2002. p.1481-1490.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2000** – Resultado do Universo.

JOÃO PESSOA. **Mapa de Uso e Ocupação do Solo da Cidade de João Pessoa, contendo o Zoneamento Urbano**. Disponível em:

<http://www.joaopessoa.pb.gov.br/secretarias/seplan/direedivi/dire_geo_cad_urba/mapas/mapa_jp_uso_ocupa.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2011, 04:14h.

JOÃO PESSOA. **Código de Urbanismo**. Disponível em: <<http://www.joaopessoa.pb.gov.br>>. Acesso em: 20 set. 2011.

MARTÍNEZ, A. C. **Ensaio sobre projeto**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília (UNB), 2000. 198p.

PINHEIRO, M. L. B. Arquitetura residencial verticalizada em São Paulo nas décadas de 1930 e 1940. In: ANAIS DO MUSEU PAULISTA, v.16. n.001, 2008, São Paulo. **Anais...**São Paulo: Universidade de São Paulo, 2008. p.109-149.

SANTANA, C.; OLIVEIRA, D.; MEIRA, A. Personalização de imóveis verticais residenciais: um estudo exploratório nas construtoras da cidade de João Pessoa. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 2., 2007, João Pessoa. **Anais...**João Pessoa: IFPB, 2007.

SANTANA, C.L. de; OLIVEIRA, D. do N.S.; MEIRA, A.R. **Oferta de Imóveis Residenciais Verticais residenciais: Uma Análise sobre suas Características na Região Metropolitana de Cidade de João Pessoa**. Principia, ano 12, n. 16, p.78-85, 2008.

TRAMONTANO, M. **Habitação, hábitos e habitantes: tendências contemporâneas metropolitanas**. São Carlos: Nomads, Núcleo de estudos sobre habitação e modos de vida. [200-?]. Disponível em: <http://www.eesc.sc.usp.br/nomads/livraria_artigos_online_habitos_habitantes.htm>. Acesso em: 10/05/2010.

USO DO SIG NA ANÁLISE DAS ÁREAS COM RISCOS DE INUNDAÇÕES NAS ZONAS URBANAS

F. P. Araújo¹ e S. C. B. L²

^{1 e 2}Instituto Federal da Paraíba - Campus Patos
franpergentino@gmail.com – susana@ifrr.edu.br

RESUMO

Com este trabalho, busca-se apresentar uma metodologia fundamentada em estudo de caso para a identificação e mapeamento de áreas de risco suscetíveis a inundações nas zonas urbanas e áreas de expansão das cidades que são circundadas por uma bacia hidrográfica ou morros. Principal motivo por expressivos danos e perdas, de caráter humano-social, econômico e ambiental, as alterações do tempo são recorrentes e os impactos cada vez mais intensos, o que leva vários cientistas a sugerirem já ser resultado das mudanças climáticas globais. Somado às questões ambientais, o fato de estar localizado em regiões de curso hidrográfico intermitente, ocasionado na maioria das cidades da região nordeste, torna as construções em áreas ribeirinhas uma atividade lucrativa e perigosa, pois os terrenos são adquiridos em valores inexpressivos e depois de construídos, em período de estiagem, repassado às cegas, visto que o comprador muitas vezes desconhece as problemáticas da infraestrutura do local. É nessa perspectiva que se utiliza como instrumento uma ferramenta baseada em sensoriamento remoto aliado ao Sistema de Informações Geográficas (SIG) representado pelo aplicativo SPRING (Sistema para Processamento de Informações Georreferenciadas), proporcionando uma visão ilustrada e quantitativa quanto à possibilidade de ocupação das regiões próximas a um curso hídrico natural, visto que estão sujeitos a deslizamentos, inundações, subsidências e erosão.

Palavras-chave: prevenção, sistema de informações geográficas, sensoriamento remoto

1. INTRODUÇÃO

Recentemente, os incentivos financeiros e o aumento considerável dos negócios no ramo da construção civil desencadearam em ritmo acelerado o crescimento urbano. É certo que seus efeitos sobre o meio ambiente - em casos de ausência dos estudos geológicos, altimétricos e topográficos - tem sido a causa dos mais diversos problemas enfrentados atualmente. Neste novo cenário de alterações climáticas, ficou mais evidente o aumento e a intensidade de eventos naturais registrado nas últimas décadas. No que se referem a esses eventos, as instabilidades dos cursos hidrológicos são um dos mecanismos cujo equilíbrio transitório está suscetível à remodelação por agentes antrópicos ou naturais, predispondo os movimentos de sedimentos e resultando em danos humanos, materiais e ambientais.

Estes preceitos contribuíram para o evento ocorrido em abril de 2009, nas áreas localizadas principalmente às margens do Rio Espinharas e seus subafluentes, no município de Patos, sertão da Paraíba. A causa principal do desastre foi uma excepcional precipitação de chuvas, especialmente entre os dias 13 e 14 de abril do referido ano, sendo registrada a marca de 250 mm (FONTE: AESA). Antes disso, a região já passava por chuvas irregulares durante o período de dois meses. A combinação desses dois eventos pluviométricos foi fundamental para a ocorrência das inundações.

O presente projeto constitui assim uma contribuição no sentido de introduzir, com a ajuda do levantamento do histórico pluviométrico aliado a análise georreferenciada, ações de prevenção contra as consequências desse desastre natural. Para tanto, com o resultado da pesquisa, reúnem-se conceitos, terminologias, métodos de análise e aplicações que possibilitam um entendimento dos cenários potencialmente favoráveis à ocorrência de acidentes de gravidades maiores em decorrência das inundações, bem como que sirva para subsidiar os agentes envolvidos na análise, gerenciamento e intervenções de áreas de risco ou com potencial perigoso, dados os visíveis sinais de desrespeito as áreas de preservação ambiental, para que técnicos gestores e público em geral possam adquirir uma visão abrangente que envolva os processos perigosos, os impactos possíveis, a forma de análise, os instrumentos de gestão e as ações mitigadoras que se apliquem na prevenção de ocorrências perante os desastres naturais que surgem em consequência das chuvas.

Uma das ferramentas que podem ser adotadas para a intervenção no intuito de reduzir ou remediar o impacto ambiental nocivo desses eventos é o mapeamento das áreas de risco, identificando e delimitando as possíveis áreas que possuem maior probabilidade de ocorrência do fenômeno de inundações. Nesse contexto, a utilização do Sistema de Informações Geográficas (SIG) permite a criação de novos mapas e temas variados, estabelecendo uma correlação entre representação espacial e informações disponíveis, gerados a partir de um banco de dados criados em uma base informatizada.

2. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

2.1 Fundamentação teórica

O espaço se define como um conjunto de formas representativas das relações sociais do passado e do presente e por uma estrutura representada por relações sociais que estão acontecendo, as quais se concretizam através de processos e funções. De acordo com Santos (1978), este é um testemunho de um momento do mundo, "de um modo de produção".

Segundo Ribeiro da Silva (2004) a cidade é um espaço dinâmico, resultante da atuação constante dos agentes produtores do espaço urbano, sendo local que possibilita a maximização da reprodução capitalista. Ao mesmo tempo, é resultado do conjunto de práticas sociais, de fatores econômicos e políticos que se expressam no interior da sociedade.

É muito importante, para compreender o espaço urbano, ou a cidade, estudar e analisar a forma urbana e seu crescimento como subsídios às políticas de planejamento, assim como o intra-urbano.

Villaça (1998) aponta que o espaço intra-urbano seria o estudo do arranjo intenso dos espaços urbanos. Para este autor, o estudo das formas é, sem dúvida, o estudo do espaço urbano, sendo atributos do espaço como um todo. Entretanto, para explicar as formas urbanas – os bairros, as direções de crescimento, a forma da mancha urbana, a verticalização, densidades, vazios urbanos etc – é indispensável considerar as relações de determinado ponto, ou conjunto de pontos, com todos os demais pontos do espaço urbano.

Costa (1996) afirma que o sensoriamento remoto surge, neste sentido, como uma técnica alternativa e bastante eficiente para subsidiar o estudo do espaço urbano. Esta técnica, aliada a outras tecnologias, fornece a possibilidade de monitorar o crescimento urbano, o espaço intra-urbano (uso da terra, verticalização, entre outros aspectos), e os problemas ambientais decorrentes do processo de expansão da mancha urbana. Os produtos desta tecnologia têm sido utilizados como uma fonte importante de dados, os quais ajudam planejadores urbanos a apreenderem a dinâmica espacial e a forma urbana. Podem fornecer aos planejadores materiais visuais impactantes e um método de monitoramento de áreas urbanas, os quais são importantes na formulação e monitoramento de estratégias de planejamento urbano e de políticas municipais.

O sensoriamento remoto orbital tem-se demonstrado como uma importante técnica de auxílio às diversas pesquisas que têm como enfoque o ambiente urbano. A constante aquisição de informações através de sensores, localizados a bordo dos satélites voltados para o estudo de recursos naturais (como os das séries Landsat 7, SPOT 5, Quick Bird, IKONOS, CBERS), sobre uma mesma área, possibilita captar as mudanças ocorridas no espaço urbano a um custo relativamente baixo, quando comparado com outros tipos de levantamento, como o aerofotogramétrico.

Vários fatores determinam a viabilidade ou não da utilização do sensoriamento orbital em estudos urbanos, entre eles: as características urbanas do ambiente a ser estudado, os objetivos do pesquisador e as resoluções espacial, espectral e temporal do sistema. Costa (1996) afirma que uma das maiores dificuldades encontradas na utilização de dados de sensoriamento remoto em estudos de áreas urbanas é a complexidade de feições encontradas neste ambiente. Esta, normalmente, é composta por alvos variados, tais como: concreto, asfalto (ruas e avenidas), telhados de diversos materiais, solo exposto, grama, árvores, água etc. Muitas destas coberturas como salientou Forster (1985), são menores que a resolução de um pixel (ou elemento de resolução), dependendo do sensor.

Em ambientes intra-urbanos, esta situação é ainda mais evidente. Como analisa Forster (1985), em uma área residencial, a densidade de construção pode ser baixa, com pouca vegetação. Ao mesmo tempo, outra área residencial pode possuir uma alta densidade de construção, com baixo índice de vegetação ou, ainda, ser totalmente desprovida de vegetação. Esta variabilidade dificulta a classificação do ambiente urbano em classes homogêneas.

Costa (1996) mostrou que, em relação à faixa espectral mais adequada para o estudo de áreas urbanas, o asfalto, o concreto e a telha, alvos bem comuns em áreas urbanas, possuem uma área de absorção na faixa do infravermelho próximo. Assim, para ressaltar o contraste existente entre o urbano e o não-urbano, constituído na maioria das vezes por áreas agrícolas e/ou de vegetação em geral, é usual a utilização de imagens obtidas na faixa do vermelho e infra-vermelho próximo do espectro ótico.

Além das imagens obtidas por sensores de altíssima resolução espacial (Quick Bird e IKONOS), outros sensores fornecem imagens de resolução espacial e espectral adequadas ao estudo de áreas urbanas, entre eles o ETM/Landsat, HRV/SPOT, CCD/HRC/CBERS, entre outros. De acordo com o INPE (2004), o Satélite sino-brasileiro de observação da terra (CBERS-1) é um projeto conjunto entre o Brasil e a China. Este foi lançado em Outubro de 1999 e o CBERS-2 em Outubro de 2003, com três sensores: imageador de visada larga (WFI), a câmara CCD de alta resolução e o varredor multiespectral infravermelho (IR-MSS).

A Câmera CCD opera em 5 faixas espectrais, a saber: 0,51 - 0,73 μm (pan), 0,45 - 0,52 μm (azul), 0,52 - 0,59 μm (verde), 0,63 - 0,69 μm (vermelho), 0,77 - 0,89 μm (infravermelho próximo). Todas as

bandas espectrais possuem resolução espacial de 20 metros. Estas características fazem com que as imagens geradas por este sensor possam ser utilizadas no estudo do espaço urbano.

2.2 Caracterizações da área de estudo

Patos é um município brasileiro do estado da Paraíba, localizado na “microrregião de Patos”, na “mesorregião do Sertão Paraibano”. Distante 301 km de João Pessoa, sua sede localiza-se no centro do estado com vários vetores, interligando-o com toda a Paraíba e viabilizando o acesso aos Estados do Rio Grande do Norte, Pernambuco e Ceará. De acordo com o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), no ano de 2010 sua população é de 100.674 habitantes. 3ª cidade-pólo do estado da Paraíba, considerando sua importância socioeconômica.

A topografia dos seus terrenos revela cotas situadas entre 240 m a 580 m. O seu relevo é predominantemente ondulado à suavemente ondulado. O município encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Piranhas, sub-bacia Espinharas. Seus principais tributários são: o Rio Espinharas, os riachos de São Bento e Cachoeira. Para o abastecimento da população, conta com o rio Espinharas, os açudes Jatobá, da farinha e também com o açude da Capoeira, situado no município vizinho, Santa Terezinha.

2.3 Metodologia

Os parâmetros para a realização da pesquisa seguem as diretrizes metodológicas, e são baseados nos fatores de segurança (FS) gerados pela análise determinística da estabilidade global em taludes. Desta forma, seriam reunidas informações relacionadas às curvas de nível para serem manipuladas no SPRING, onde é possível a construção de um Modelo Digital do Terreno (MDT), a partir do qual possibilitou a identificação das maiores declividades, dando origem a sequência dos estudos exigidos para formar um determinado mapa de risco, composto pelas seguintes etapas:

Etapa 01 – Reunião e análise das informações para construção da superfície geométrica: Edição dos mapas com o auxílio das ferramentas Spring, AutoCad e ArcView, tendo como referência as coordenadas UTM, possibilitando a Construção do Modelo Digital do Terreno (MDT).

Etapa 02 – Estudo e concepção das Manchas: São consideradas manchas as circunferências com diâmetro de 2 km, utilizadas no estudo para delimitação das áreas consideradas críticas em função de alguma característica topográfica apresentada ou fator que pré-dispõe a instabilidade em taludes. Segundo Tominaga (2007), dentre os fatores analisados para o estudo dos escorregamentos, a declividade obteve maior influência nos parâmetros considerados em seus estudos.

Etapa 03 - Construção do mapa de risco: A composição do mapa de risco é feita pelo uso dos Fatores de Segurança (FS), gerados pela análise dos dados geométricos do terreno, parâmetros de resistência do solo e informações de pressão, tudo sob o ponto de vista da estabilidade global. De posse dos dados, procede-se a construção do mapa com o fechamento de polígonos por meio de áreas de influência, classificando os FS em relação ao risco.

2.4 O SPRING

O SPRING (Sistema de Processamento de Informações Geográficas) unifica o tratamento de imagens de Sensoriamento Remoto (ópticas e microondas), mapas temáticos, mapas cadastrais, redes e modelos numéricos de terreno. Passou a ser distribuído via Internet e pode ser obtido através do seu website. É uma aplicação gratuita e indicada para quem precisa aprender os conceitos do Geoprocessamento e aplicá-lo em atividades afins.

O SPRING é um SIG (Sistema de Informações Geográficas) no estado da arte com funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais. É um projeto do INPE / DPI (Divisão de Processamento de Imagens) com a participação de:

- ❑ EMBRAPA/CNPTIA - Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para Agricultura.
- ❑ IBM Brasil - Centro Latino-Americano de Soluções para Ensino Superior e Pesquisa.
- ❑ TECGRAF - PUC Rio - Grupo de Tecnologia em Computação Gráfica da PUC-Rio.
- ❑ PETROBRÁS/CENPES - Centro de Pesquisas "Leopoldo Miguez".

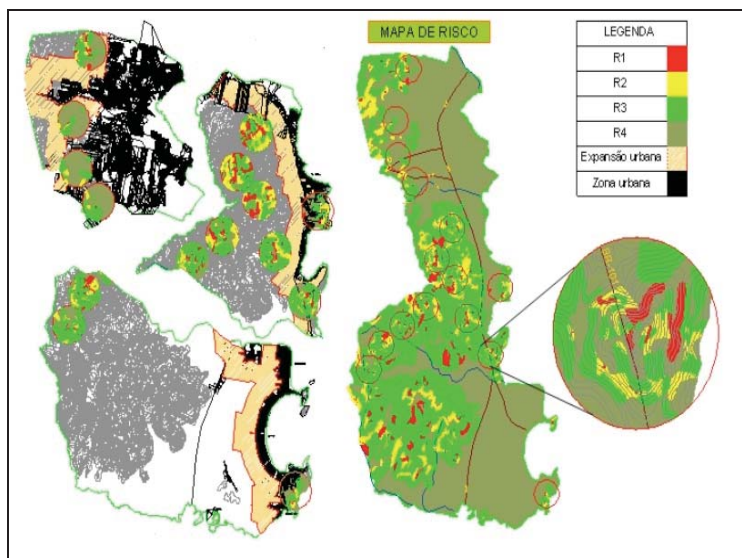
O projeto SPRING tem como objetivos principais:

- ❑ Construir um sistema de informações geográficas para aplicações em Agricultura, Floresta, Gestão Ambiental, Geografia, Geologia, Planejamento Urbano e Regional.
- ❑ Tornar amplamente acessível para a comunidade brasileira um SIG de rápido aprendizado.
- ❑ Fornecer um ambiente unificado de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto para aplicações urbanas e ambientais.
- ❑ Ser um mecanismo de difusão do conhecimento desenvolvido pelo INPE e seus parceiros, sob forma de novos algoritmos e metodologias.

2.5 Resultados e discussões

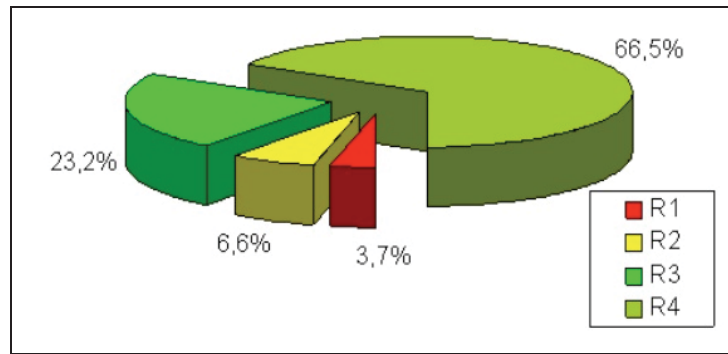
O resultado da metodologia empregada pode ser representado conforme a figura 1. Para uma melhor visualização e demonstração da metodologia, reduz-se a escala do desenho, dividindo o município em partes. Foram evidenciadas as manchas por apresentarem maiores detalhamentos do estudo e uma simulação prevendo a expansão urbana baseada no mapa cadastral do município, indicando o direcionamento de seu crescimento atual.

Figura 01 – Mapas gerados pela metodologia



De acordo com a classificação adotada, o georreferenciamento nesta área territorial exemplificada pela figura 01, apresentou 3,7% (11,96 km²) de sua área em Risco Eminente (R1), 6,6% (21,60 km²) Risco Alto (R2), 23,2% (75,51 km²) Risco Médio (R3) e 66,5% (216,82 km²) Risco Baixo (R4), totalizando o mapeamento de 325,89km². A figura 2 apresenta a distribuição do risco na área.

Figura 02 - Distribuição do risco no perímetro municipal



O estudo possibilita o aumento ou a redução da precisão dos resultados, dependendo dos objetivos de cada proponente e sua grandeza escalar. No caso apresentado, utilizou-se cartas que contém as curvas de nível obtidas como imagens Raster, na escala 1:50.000, sendo que a restituição apresenta detalhamento vertical de 20 em 20 metros, podendo chegar a 1 metro. Tais medidas aumentam consideravelmente a confiabilidade do trabalho.

3. CONCLUSÃO

Através da metodologia para elaboração de um mapa preliminar de risco às inundações, será possível constatar predomínios das áreas classificadas como riscos baixo, médio, alto ou eminente no município. Embora o município de Patos possua pequena extensão em relevo acentuado, o resultado do estudo demonstrará que este não seria o único fator determinante considerado no trabalho.

De certa forma, os resultados descritos viabilizam o uso da ferramenta, auxiliando na avaliação da estabilidade em taludes, onde tais informações funcionam como indicativos e não como fatores determinantes, pois generalizam as características fisiográficas do solo.

Sendo assim, a importância da metodologia é dada na indicação das áreas de risco para investigação, possibilitando o monitoramento, instrumentação e possível intervenção, auxiliando na adoção de políticas públicas para o uso e ocupação do solo ou no emprego de um plano de gerenciamento de risco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, S. M. F. DA. **Metodologia alternativa para o estudo do espaço metropolitano, integrando as tecnologias de SIG e sensoriamento remoto – aplicação à Área Metropolitana de Belo Horizonte**.1996. 200p. Tese de doutorado (Doutorado em Informação Espacial – POLI/USP) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 1996. Disponível em: <http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BTs_Petreche/BT202-%20Pisani.PDF>. Acesso em: 16/04/2011.

FORSTER, B. C. **An examination of some problems and solutions in urban monitoring from Satellite platforms**. International Journal of Remote Sensing, v.6, n.1, p.139-151, 1985. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/cbers/cbers.htm>>. Acesso em: 28/03/2011.

FORSTER, B. C. **Studying urban areas using remote sensing data**. Sydney, Australia, School of Geomatic Engineering, 1994. /mimeo/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O satélite CBERS. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/cbers/cbers.htm>>. Acesso em: 28/03/2011.

MOURA, A. C. M. **Geoprocessamento aplicado ao planejamento urbano e à gestão do patrimônio histórico de Ouro Preto – MG**. Instituto de Geociências – UFMG, Belo Horizonte. 2005. Disponível em: <http://www.cartografia.org.br/xxi_cbc/177-SG42.pdf>.

SANTOS, M. **Por uma geografia nova**. São Paulo: HUCITEC, 1978.

SILVA, W. R. DA W. **Novos centros, novas centralidades, novas diferenças. A fragmentação do espaço urbano de Londrina**. Geografia, 29 (1): 55-74 jan. abr., 2004 (Geografia, volume 29, número 1, janeiro a abril de 2004. Associação de Geografia Teórica - AGETEO, Rio Claro, SP, pág. 55 a 70). Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/842/841>>. Acesso em: 02/05/11.

SOUZA, A. A. M. de. **Uma avaliação do processo de verticalização na cidade de São José dos Campos - SP: um estudo de caso.** 1997. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Geografia - UNIVAP) – Universidade do Vale do Paraíba, 1997.

SOUZA, M. A. A. de, SANTOS, M. (org.). **Construção do espaço.** São Paulo: Nobel, 1986.

VILLAÇA, F. **Espaço intra-urbano no Brasil.** São Paulo: Studio Nobel, 1998

VIABILIDADE DA INSTALAÇÃO DE BIODIGESTOR EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR

R. C. Soares¹ e S. R. C. M. Silva²

^{1 e 2}Instituto Federal de Mato Grosso - Campus Cuiabá
rainy_cs@hotmail.com – simone.silva@cba.ifmt.edu.br

RESUMO

Sustentabilidade é a palavra do momento. A sociedade acredita que esta seria a solução para muitos dos problemas ambientais que preocupam os ambientalistas, e, apesar disto, a população mundial continua crescendo no mesmo ritmo. Este artigo tem como principal objetivo adaptar o projeto de um biodigestor para utilizar em residência unifamiliar. O biodigestor vem sendo estudado por vários séculos e é mais utilizado em países como China e Índia. No Brasil, na década de 70, houve investimento do governo nas regiões rurais, mas com a falta de assistência técnica para os produtores, os equipamentos ficaram inoperantes. O biodigestor é uma câmara que, com a ação das bactérias anaeróbicas, transforma as substâncias orgânicas em água e gases. A decomposição da matéria orgânica produz o biogás que tem em sua composição o metano, dióxido de carbono, hidrogênio, nitrogênio, gás sulfúrico, monóxido de carbono, amônia, oxigênio, e aminas voláteis. O metano corresponde a cerca de 60% da composição do biogás, seguido do dióxido de carbono 35% e cerca de 5% de uma mistura de outros gases. Seu poder calorífico depende diretamente do seu teor de metano, variando de 5000 a 7000 Kcal/m³. Podemos transformar os efluentes domésticos em biogás, que poderá substituir parte do gás convencional de cozinha. Avaliando os modelos de biodigestor para utilizar no trabalho em questão, optou-se pelo modelo chinês. As características que favoreceram esta escolha foram por ser enterrado no solo, o que na região de estudo pode levar à maior estabilidade da temperatura.

Palavras-chave: Decomposição, biodigestor, efluentes, biogás, residência unifamiliar.

1. INTRODUÇÃO

A falta de tratamento do efluente em residências assola a sociedade mato-grossense, sendo um problema que atinge grande parte das residências. O tratamento dos efluentes tem como função amenizar a contaminação de recursos hídricos e a vida vegetal e animal, podendo causar riscos à saúde pública.

A implantação de biodigestores para beneficiamento de biogás nas propriedades rurais, aproveitando os dejetos de bovinos e suína é uma forma de minimizar os impactos ambientais e trazer benefícios para as pessoas que vivem no local, tais como: utilizar o biogás em fogão doméstico, lampião, geladeira e também transformá-lo em combustível para funcionamento de motores de combustão interna, chocadeira, secadores de grãos e ainda promover a devolução de produtos vegetais ao solo através de biofertilizantes (AMBIENTE BRASIL, 2008).

Com a corrida para salvar o planeta contra o efeito estufa e dependência constante de combustíveis fósseis, a sociedade está em busca de alternativas econômica e ambientalmente viáveis. O biodigestor é uma opção que abarca todas as alternativas, produzindo não apenas o biogás, como também biofertilizante e gerando renda na forma de crédito de carbono, uma vez que utiliza exatamente o metano, considerado um dos gases que mais contribui para o aquecimento global.

A decomposição de matéria orgânica e consequente geração de biogás vêm sendo estudada há vários séculos, ela tem um papel fundamental na reciclagem de nutrientes em nosso planeta. Os estudos feitos com a decomposição, nos mostra que podemos utilizar os resíduos orgânicos, para gerar energia limpa e sustentabilidade para famílias de baixa renda através de biodigestores. Shirley, em 1667, fez uma descoberta bastante importante para os estudos atuais sobre a produção de metano. Ele observou que a decomposição de matéria orgânica nos pântanos gerava um gás, inicialmente ele não tinha conhecimento exato de como ocorria esta formação e de que gás se tratava. Depois de Shirley, quem estudou esse fenômeno foi Alessandro Volta, em 1776. Este pesquisador foi quem realmente descobriu a presença de metano no gás dos pântanos. Ulysse Gayon, em 1883, realizou a primeira fermentação anaeróbia, produzindo 100 litros de gás por metro cúbico de uma mistura de esterco e água. Ao que parece apenas em 1857, em Bombaim, Índia, foi construída a primeira instalação operacional destinada a produzir gás combustível, para um hospital de hansenianos. Nessa mesma época, pesquisadores como Fischer e Schrader, na Alemanha e Grayon, na França, entre outros, estabeleceram as bases teóricas e experimentais da biodigestão anaeróbia. Posteriormente, e, 1890, Donald Cameron projetou uma fossa séptica para a cidade de Exeter, Inglaterra, sendo o gás produzido utilizado para iluminação pública. Em 1890, Van Sensus verificou que a decomposição anaeróbia era feita por vários microrganismos e Omeliansui isolou organismos que produziam hidrogênio, ácido acético e butírico, a partir da celulose. Deduziu também que o metano seria produzido a partir da redução do gás carbônico por hidrogênio.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Decomposição

Toda a matéria viva, após a morte é decomposta por bactérias microscópicas. Durante esse processo, as bactérias retiram da biomassa parte das substâncias de que necessitam para continuarem

vivas, e lançam na atmosfera gases e calor. Este é o chamado biogás, fonte abundante, não poluidora e barata de energia. O biogás pode ser obtido de resíduos agrícolas, ou mesmo de excrementos de animais e dos homens. Ao contrário do álcool da cana de açúcar e de óleos extraídos de outras culturas, não compete com a produção de alimentos. (PAULA 2006)

No processo de digestão anaeróbica, existe um conjunto de bactérias que realizam todo o trabalho de biodegradação dos compostos orgânicos. Esses microorganismos realizam um processo complexo que envolve muitas espécies de bactérias em que cada grupo realiza uma etapa específica na transformação de compostos orgânicos complexos em compostos simples como o metano e o gás carbônico. Este processo foi esquematizado por Lettinga em 1985, como pode ser observado na Figura 1 abaixo.

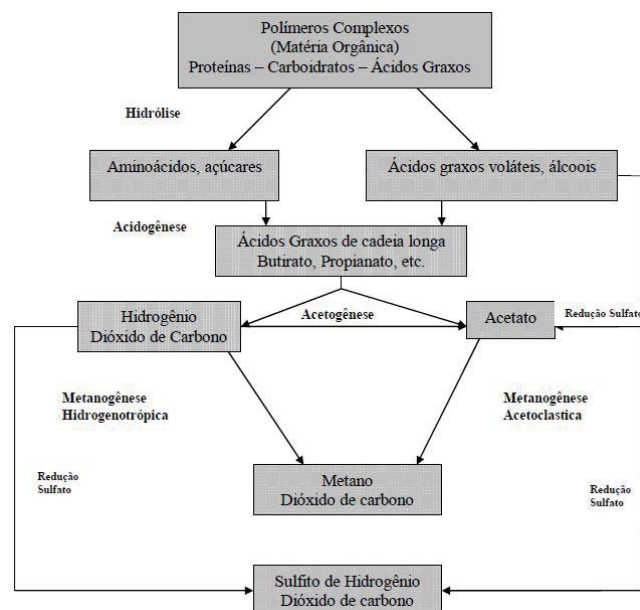


Figura 1: Digestão anaeróbica da matéria orgânica. (adaptado de Lettinga, 1985).

2.1.1 Fases da decomposição anaeróbica

2.1.1.1 Hidrólise

O processo de degradação da matéria orgânica inicia-se com a hidrólise do material presente no efluente, gerando-se compostos mais simples, que possam ser assimilados pelos microorganismos, esta etapa também é chamada de depolimerização (Palmisano, A., 2003).

Hidrólise é um termo aplicado a reações orgânicas e inorgânicas em que água efetua uma dupla troca com outro composto. O processo de degradação da matéria orgânica inicia-se com a hidrólise do material presente no efluente, gerando-se compostos mais simples, que possam ser assimilados pelos microorganismos, esta etapa também é chamada de depolimerização (Palmisano, A., 2003). Geralmente os compostos complexos são transformados em monômeros ou dímeros.

2.1.1.2 Acidogênese

Esta etapa acontece quando a matéria orgânica dissolvida é biodegradada até ácidos graxos voláteis (ácido acético, propiônico, butírico), hidrogênio, dióxido de carbono e álcoois por uma população de bactérias heterogêneas. Dentre os microorganismos presentes nesta etapa estão às

bactérias acidogênicas que são as predominantes e ainda fungos e protozoários. Estas bactérias são consideradas de crescimento rápido, tempo de duplicação mínimo de 30 minutos (Mussati, 1998).

Durante as etapas fermentativas de hidrólise e acidogênese, não ocorre redução da demanda química de oxigênio (DQO), uma vez que há somente a conversão de compostos orgânicos complexos em substâncias mais simples, as quais também exercem uma demanda de oxigênio.

2.1.1.3 Acetogênese

As bactérias acetogênicas são as responsáveis pela transformação dos produtos gerados na fase acidogênica em substratos intermediários apropriados para as metanobactérias, que são: hidrogênio, acetato e dióxido de carbono. Os gêneros conhecidos de bactérias acetogênicas encontradas em processos anaeróbios são *Syntrophobacter* e *Syntrophomonas* (CHERNICHARO, 2007).

De acordo com Foresti et al. (1999) aproximadamente 70% da DQO digerida nos processos anaeróbios é convertida em ácido acético. Podendo, segundo Vitoratto (2004) esses valores chegarem a 73% devido à atividade das bactérias homoacetogênicas. A fração de DQO resultante fica concentrada no hidrogênio, o qual é produzido durante a formação dos ácidos acético, propiônico e butírico, fazendo com que o pH do meio decresça, e consumido principalmente através das bactérias metanogênicas, que utilizam hidrogênio e dióxido de carbono na produção de metano.

2.1.1.4 Metanogênese

A metanogênese, etapa final do processo de degradação anaeróbia, é a responsável direta pela produção de metano e dióxido de carbono. As bactérias metanogênicas aprestam a maior diversidade morfológica entre todos os grupos responsáveis pelo processo anaeróbio, e degradam apenas um número limitado de substratos com baixo número de carbonos, dentre eles, o ácido acético, o hidrogênio/dióxido de carbono, o ácido fórmico, o metanol, as metilaminas e o monóxido de carbono (CHERNICHARO, 2007). São organismos anaeróbios obrigatórios e necessitam de um ambiente redutor com potencial redox entre -300 e -400 mV para o seu crescimento (VON SPERLING, 1996).

2.2 Biodigestor

O biodigestor é uma câmara fechada onde se concentra os efluentes e acontece a fermentação anaeróbica dos resíduos. Biodigestores podem ser encontrados em diversos tipos (digestores de batelada, contínuos, vertical e horizontal) e modelos (indiano, paquistanês, chinês, tailandês, filipino), cada qual com suas vantagens e desvantagens e características próprias de operação. Os mais conhecidos são o indiano e o chinês, estes modelos de biodigestores são de operação contínua e também, os mais utilizados no Brasil devido ao baixo custo, alto rendimento e fácil manuseio.

2.3 Biogás

O processo de formação do biogás inicia-se com a decomposição anaeróbica, na fermentação. As bactérias que fazem a fermentação da matéria orgânica, vivem em ausência de oxigênio. O resultado desta fermentação é o biogás, composto por cerca de 60% de metano, 35% de dióxido de carbono e 5%

de uma mistura de hidrogênio, nitrogênio, amônia, ácido sulfídrico, monóxido de carbono, aminas voláteis e oxigênio (WEREKO-BROBBY, 2000).

Tabela 1 – Percentagem de gases no biogás.

Gases	Gases Percentagem (%)
Metano	55 – 65
Gás Carbônico	35 – 45
Nitrogênio	0 – 3
Hidrogênio	0 – 1
Oxigênio	0 – 1
Gás Sulfídrico	0 – 1

Fonte : MAGALHÃES, 1986.

A proporção de cada gás na mistura depende de vários parâmetros, como o tipo de biodigestor e o substrato a digerir. De qualquer forma, esta mistura é essencialmente constituída por metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂), estando o seu poder calorífico diretamente relacionado com a quantidade de metano existente na mistura gasosa. O biogás pode ser proveniente de resíduos sólidos ou líquidos, de origem rural, urbano ou industrial (CENBIO, 2004).

Dos gases que compõem o biogás, o gás carbônico e o gás sulfídrico devem receber atenção especial. São considerados como o principal problema na viabilização de seu armazenamento e na produção de energia, interferindo principalmente na qualidade do biogás, acarretando problemas de corrosão no sistema de condução do biogás até sua transformação como fonte de energia elétrica ou térmica, necessitando de processos de tratamento (MAGALHÃES, 1986).

Tabela 2 – Matérias primas capazes de produzir biogás

Fezes de suínos
Fezes de bovinos
Fezes de aves
Resíduos orgânicos
Resíduos de abatedouros
Esgoto
Resíduos de cervejarias e vinícolas
Soro do queijo

Fonte: GRYSCHK; BELO, 1983.

O material ou resíduo do qual o biogás é retirado, é um substrato devidamente equilibrado com diluição em água, o qual é um meio para instalação e desenvolvimento de varias espécies de microorganismos (bactérias) envolvidos no processo de fermentação (GRYSCHK; BELO, 1983).

Cada matéria prima ou fonte de resíduo possui um potencial de geração de biogás. Resíduos altamente fibrosos, como bagaço de cana e casca de arroz, considerados de baixa digestibilidade apresentam um menor potencial para a produção do biogás. Já matérias ricas em amidos, proteínas, celulose e carboidratos, como grãos, gramíneas, restos de abatedouros e fezes, apresentam alto potencial de produção de biogás (GRYSCHK; BELO, 1983).

Uma das características mais importante de um gás é seu poder calorífico, que pode ser descrito como a quantidade de energia liberada na combustão completa de uma unidade de massa ou

volume, também conhecido como poder de queima, calor de combustão ou potência calorífica (COSTA, 2006). O poder calorífico do biogás depende diretamente do seu teor de metano (LUCAS JÚNIOR, 1987)

As águas residuais de origem doméstica, ou com características similares, são denominadas esgotos sanitários ou simplesmente efluentes. Seus diversos constituintes podem ser reunidos em quatro grupos: sólidos em suspensão, matéria orgânica, nutrientes e organismos patogênicos. Os efeitos destes quatro constituintes quando lançados em excesso no meio ambiente, ou mais especificamente nos corpos receptores, provocam consequências desastrosas, muitas vezes com difícil ou dispendiosa recuperação. Este processo pode ser denominado eutrofização e está vinculado principalmente ao acúmulo de nitrogênio e fósforo no ambiente assim como o aumento da DBO (demanda bioquímica de oxigênio) nos corpos de água (CENBIO, 2004). Segundo Van Haandel e Lettinger (1994):

“o objetivo principal do tratamento de esgoto é corrigir as suas características indesejáveis de tal maneira que seu uso ou disposição final possa ocorrer de acordo com as regras e critérios definidos pelas autoridades regulamentadoras”.

O biofertilizante é um adubo orgânico produzido a partir de uma mistura de materiais orgânicos (esterco, frutas, leite), minerais (macro e micronutrientes) e água. A partir dos princípios de produção de todos os tipos de biofertilizantes, existem várias maneiras de aumentar a concentração de nutrientes, originando assim os biofertilizantes enriquecidos. O processo de enriquecimento pode ocorrer com a adição de cinza de madeira ou cinza de casca de arroz, urina de vaca, plantas trituradas, frutas, farinha de rochas naturais, leite, esterco bovino e de aves ou macro e micronutrientes concentrados (Jairo, 2006).

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa foi baseada em hipóteses qualitativas de caráter descritivo. Os levantamentos documentais foram realizados em livros, teses, periódicos científicos e técnicos e sites da internet. Esta metodologia possibilitou reexaminar materiais anteriormente analisados com vistas a uma interpretação nova e complementar, que é a aplicação do biodigestor para geração de gás de cozinha para população de baixa renda. Também foram analisados os procedimentos mecânicos para adaptar o fogão domiciliar às características do gás metano.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O cálculo para a geração do biogás foi realizado para uma residência de padrão baixo onde residam 4 pessoas. Segundo a empresa Palmares de geoprocessamento e consultoria ambiental uma pessoa produz por mês em média 12,24 m³ de efluentes. Este efluente pode ser utilizado para produzir o biogás, substituindo parte do consumo do gás GLP.

Estima-se que para uma família com 4 pessoas seria necessário um mínimo de 1,68m³ por dia, o que inicialmente inviabiliza o projeto de instalação unifamiliar. No entanto, é possível fazer uma ligação simultânea no fogão do biogás com o GLP, tornando assim uma ligação em T. Isso é possível devido ao peso diferente entre os gases. O biogás é mais leve que o GLP e será consumido primeiro, assim que este termina, o GLP, automaticamente será utilizado pelo queimador.

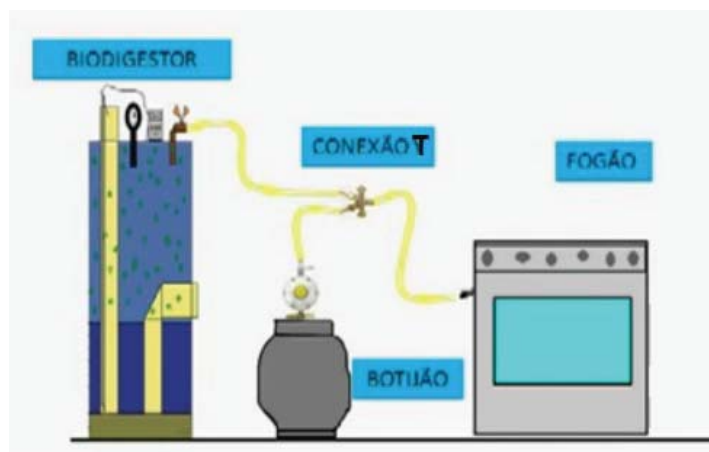


Figura 2: Ligação em T

O processo para a produção do biogás funciona da seguinte forma:

Em uma fossa séptica ocorrem os seguintes fenômenos:

- retenção dos esgotos - o esgoto é retido na fossa por um período de tempo racionalmente estabelecido, que pode variar de 12 a 24 horas, dependendo das contribuições afluentes.
- sedimentação e flotação - 60 a 70% dos sólidos em suspensão nos esgotos sedimentam se formando o "lodo". Óleos, graxas e gorduras ficam flutuando formando a "escuma".
- digestão anaeróbia - ambos, lodo e escuma são atacados por bactérias anaeróbias, provocando a destruição, total ou parcial, da matéria orgânica e de organismos patogênicos.
- redução de volume - do fenômeno anterior, digestão anaeróbia, resultam gases, líquidos e acentuada redução de volume dos sólidos retidos e digeridos, que adquirem características estáveis capazes de permitir que o efluente líquido das fossas sépticas possa ser disposto em melhores condições de segurança. (Andrade 2006)

Devido a isso sugere-se que este gás seja utilizado de forma a complementar ao gás normalmente utilizado na residências (GLP). Para utilizar o biogás no fogão devem ser feitas algumas adaptações nos queimadores para melhorar o rendimento

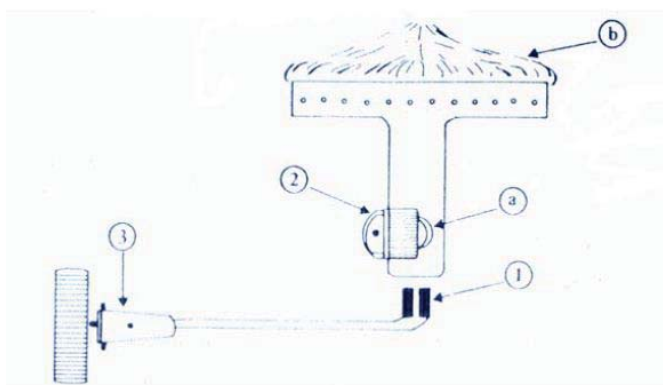


Figura 3: Adaptação dos Queimadores Superiores do Fogão a Gás

A explicação abaixo apresenta a melhor forma de utilizar os queimadores:

- 1- Abrir o giclê (injetor de gás) a partir de 1 e 1/2mm;

- 2- Fechar aos poucos a entrada de ar, até que a chama funcione bem;
- 3- Demonstrar o botão do fogão e abrir para 1 mm o furinho do fogo baixo (furo menor).

• Observações:

- a) Sempre deixar entrar um pouco de ar primário até conseguir uma chama azulada.

A correta admissão do ar primário aumenta em muito a eficácia da chama.

- b) A chama deverá ficar em forma de “chama de vela” e apresentar um chiado característico. Isto se consegue regulando (abrindo ou fechando) a entrada de ar e alargando aos poucos o giclê.

- c) O melhor é fechar a entrada de ar, embutindo um pedaço de mangueira plástica flexível do tipo cristal ou preta, no local de entrada do ar.

- d) Fazer a entrada do ar primário com 2 furos opostos de 2 mm com prego quente.



Figura 4: Queimador e cachimbo

O queimador é adaptado para o biogás por causa da diferença de pressão, sabe-se que o biogás é mais leve que o ar e sua pressão é maior que a do GLP. No GLP, gás comumente utilizado em residências brasileiras, a pressão é maior que a do biogás. No cachimbo elimina-se 90% da entrada de ar para aumentar o desempenho do biogás.

A figura abaixo mostra um exemplo de como pode ser feito o biodigestor de maneira simples e barata, podendo substituir a alvenaria. Neste modelo de biodigestor utilizou-se uma ligação tipo “T”, essa ligação é para o caso da produção de biogás ser insuficiente para a demanda da residência, para que não falte gás se utiliza esse sistema, faz-se uma ligação do biodigestor no botijão de gás, se caso o biogás acabar o gás GLP vai suprir a demanda. Neste caso o biodigestor vai ajudar a economizar o gás.



Figura 5: Biodigestor caseiro

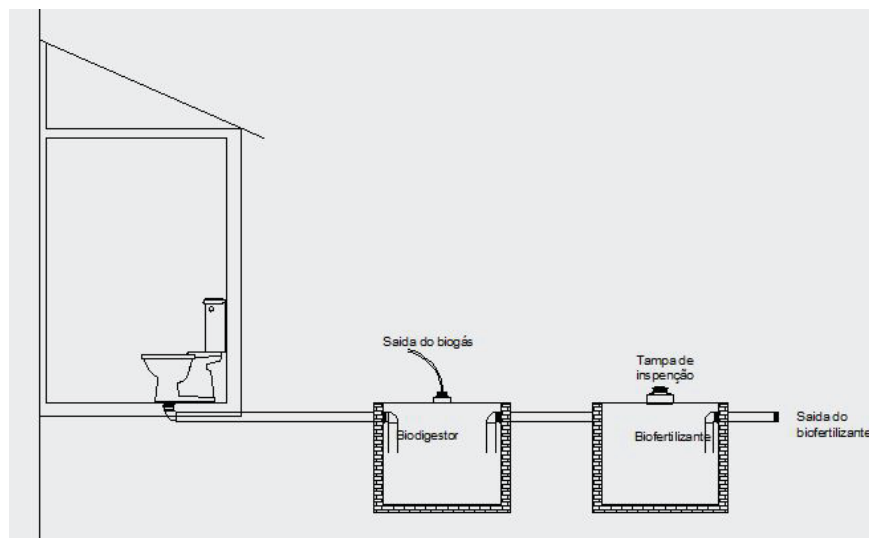


Figura 6: Modelo de biodigestor

Os dejetos vão sair do banheiro direto para o biodigestor e com mais ou menos 30 dias a uma temperatura máxima de 35°C serão fermentados. Na região de estudo o biodigestor deve ser enterrado no solo, onde a temperatura é mais baixa que a ambiente, pois não sofre a interferência dos raios solares, uma vez que em elevadas temperaturas as bactérias não sobreviveriam. Em alguns casos o biodigestor feito com bombonas, não será enterrado pode ficar na superfície em um lugar aberto e arejado,

O biogás gerado e na saída do biodigestor será acoplado o encanamento que irá para a cozinha ou para um gerador de energia. Depois que se retira o biogás do biodigestor sobra um subproduto, o biofertilizante, que deve ser transportado para uma câmara que servirá de depósito e utilizado na fertilização de plantas.

4 CONCLUSÃO

As contribuições práticas e científicas deste trabalho foram, o estudo dos tipos de biodigestores utilizados comumente no país e principalmente a adequação do modelo chinês para as características da região Cento Oeste.

Os estudos bibliográficos demonstraram que o volume gerado de efluentes em uma residência unifamiliar é insuficiente para a geração diária de gás de cozinha, mas o biogás pode ser utilizado

associado ao gás GLP, sendo feita uma ligação em “T” com o biodigestor e botijão de gás, o que poderá ser uma alternativa à falta de gás. O biogás é mais leve que o gás GLP e na ausência de biogás o GLP será comumente utilizado. Outra alternativa para aumentar o volume de gás gerado é a adição de resíduos alimentares e animais no biodigestor.

A utilização dos efluentes para a geração de biogás, além da capacidade de despoluir, permite valorizar um produto energético (Biogás) e ainda obter um fertilizante, cuja disponibilidade contribui para uma rápida amortização dos custos da tecnologia instalada.

A etapa seguinte do trabalho é a instalação de biodigestor em uma residência unifamiliar para testar a viabilidade da eficiência do processo, o que demandará custos que deverão ser cobertos por projeto já em processo de avaliação em agência financiadora do estado.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANDRADE, J. B. Notas de aula – Saneamento básico sistema de esgotamento sanitário. Universidade Católica de Goiás. 2006

AMBIENTEBRASIL, <http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3> Acessado em 18/05/2009.

CAEEB, 1981. O Biogás e Sua Tecnologia. Companhia Auxiliar de Empresas Elétricas Brasileiras, Rio de Janeiro.

CENBIO. Relatórios de Atividades – Projeto ENER-G-BIOG, São Paulo, 2004.

CENBIO. Relatório Técnico Final – Projeto ENER-G-BIOG, São Paulo, 2004.

COELHO, S. T.; SILVA, O. C.; VARKULYA, A. Jr.; AVELLAR, L. H. N.; FERLING, F. F. Estado da arte do biogás. Relatório de acompanhamento. CENBIO – Centro Nacional de Referência em Biomassa. São Paulo, 2001.

COSTA, D.F. **Geração de energia elétrica a partir do biogás de tratamento do esgoto.** 2006. 176p. Dissertação de mestrado – Programa Interunidades de Pós Graduação em Energia (PIPGE). Universidade de São Paulo.

CRUZ, S.R.S. O mercado de carbono em aterros sanitários na cidade de São Paulo-contribuição dos projetos do MDL para a gestão local de resíduos sólidos. 2009. 97p. Projeto de formatura. Universidade de São Paulo USP.

Curso de Tratamento de Esgoto – texto oferecido gratuitamente pela Empresa de Engenharia Ambiental – EEA Divulgação neste site (www.comitepcj.sp.gov.br) por iniciativa da Câmara Técnica de Saneamento (CT-SA) dos Comitês PCJ

DEGANUTTI, R.; PALHACI, M. C. J. P.; ROSSI, M.; TAVARES, R; SANTOS, C. Biodigestores rurais: modelos indiano, chinês e batelada disponível na World Wide Web <www.agr.unicamp.br/energia/agre2002/pdf0004.pdf> acesso em 29/06/2006

FEIDEN, A. Problemas e perspectivas do uso de biodigestores rurais na Região Oeste do Paraná, Brasil. IV Simpósio Brasil-Alemanha / 4. Deutsch-Brasilianisches Symposium. Curitiba PR. 2009

Gryschek, J.M.; Belo, F. R. – Produção e uso do gás metano na agricultura e agroindústria. 1983.

IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. (1995). Lixo Municipal:Manual de Gerenciamento Integrado. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas/CEMPRE. 278 p.

JAIRO, A. C. de Araújo; Thiago L. Factor; et al. Utilização do efluente de biodigestor na produção de pimentão em substratos.Jaboticabal-SP.Universidade estadual paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. 2006.

LETTINGA, G. e RINZEMA, A. (1985). “Anaerobic treatment of sulfate containing wastewater”. Bioenvironmental System.

MAGALHÃES, A.P.T. **Biogás: um projeto de saneamento urbano.São Paulo**. Nobel,1986. 120p.

METCALF & EDDY. **Wastewater Engineering: Ereatment, Disposal, Reuse**. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 1991.

NOGUEIRA, L. A. H.; **Biodigestão: a Alternativa Energética**. São Paulo, Editora Nobel, 92 p. 1986.

PALMISANO, A., BARLAZ, M. (2003) “**Anaerobic Digestion of Municipal Solid Wastes**”. apud PARDO, M. A. H., WANDURRAGA, H. J. L., (2004), “Desarrollo de un modulo para 175 la simulación de digestores anaerobios acoplado al simulador hysys 3.1”, Trabalho de Diploma para o Título de Engenheiro químico, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

PAULA, A.N. : **O combustível do futuro**. 2006. 62p. Monografia – Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais 2006.

PECORA, V., **Implantação de uma unidade demonstrativa de geração de energia elétrica a partir do biogás de tratamento do esgoto residencial da USP** – Estudo de Caso (Dissertação de Mestrado). Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia (PIPGE) do Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE) da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006

RIBEIRO, M. de S. **O tratamento contábil dos créditos de carbono**. Tese de livre docência apresentada à Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, campus de Ribeirão Preto / USP Ribeirão Preto, 2005.

TAGORE, Victor. Meio ambiente.[online] Disponível na Internet via WWW.URL: <http://www.revistameioambiente.com.br/2006/08/16/o-que-sao-creditos-de-carbono/> Arquivo capturado em 26 de maio de 2010.

VAN HAANDEL, A. C., Lettinger, G. (1994). Tratamento Anaeróbico de Esgotos: Um Manual para Regiões de Clima Quente, Epgraf, Campina Grande, 240 p.

Engenharia de Transportes

SUBSTITUIÇÃO DE UM CIRCUITO DETECTOR DE FASE POR UM SCHMITT EM CIRCUITOS DE DETECÇÃO E MEDIÇÃO DE VELOCIDADE POR MEIO DE LAÇOS DE INDUÇÃO

D. A. Silva¹; J. W. M. Menezes² e J. E. V. Filho³

^{1 2 3}Instituto Federal do Ceará – Campus Fortaleza

daniloavilar@gmail.com – wally@ifce.edu.br – euricovasconcelos@gmail.com

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados de um projeto de melhoria do circuito de detecção e medição de velocidade de veículos utilizando a tecnologia de laços de indução. A partir do trabalho de Barbosa et al. (2003), buscou-se a melhoria do circuito de detecção considerando como justificativas uma maior garantia na detecção do sinal, menor custo e miniaturização do circuito. Através de testes realizados com uma solução baseada em um detector de fase (tipo *PLL – Phase Locked Loop*), ficou provado que considerando as demandas do mercado atual o uso de um circuito *Schmitt Trigger* para conversão do sinal proveniente do circuito oscilador em sinal digital, para que um microcontrolador possa realizar as leituras de variação de frequência, tanto do ponto de vista técnico como financeiro, torna-se mais viável. Os resultados obtidos serão apresentados em dois momentos: Variações da frequência quando o laço de indução é submetido a diferentes tipos de veículos; E correta medição de velocidade do veículo de acordo com as exigências da regulamentação metrológica prevista na Portaria INMETRO nº 115 de 19 de junho 1998.

Palavras-chave: Oscilador de colpitts, schmitt trigger, detector de fase (PLL)

1. INTRODUÇÃO

A fiscalização eletrônica tem se mostrado eficiente para a redução do número de acidentes graves, uma vez que coíbe infrações mais perigosas (AMC, 2001). Os acidentes são ocasionados desde a desobediência a sinalização presente nas vias ao não cumprimento do limite de velocidade máxima permitida.

Com base no crescente segmento de fiscalização eletrônica de trânsito, a melhoria dos equipamentos usados e a adaptabilidade dos mesmos aos cenários de funcionamento atuais, exigem que fatores como detecção dos veículos e correta medição da velocidade sejam o mais eficiente possível. Deste modo o trabalho consiste em uma proposta de melhoria de circuitos de detecção de veículos por meio do uso de laços de indução.

Circuitos eletrônicos de detecção de veículos que utilizam laços indutores apresentam um circuito eletrônico em comum, o circuito oscilador. Os circuitos osciladores são responsáveis por gerar um campo eletromagnético ao redor dos laços de indução instalados nas vias. Quando ocorre a passagem de uma massa metálica sobre esses laços, o campo eletromagnético é alterado. Essa alteração pode ser explicada com base no fenômeno físico conhecido como *Lei de Lenz*: Quando um fluxo magnético variável atravessar uma espira fechada aparecerá uma corrente na espira que se oporá à variação do fluxo que a produziu (SIQUEIRA, 2007).

Para esta proposta, foram confeccionadas duas placas de detecção dos sinais provenientes dos laços de indução instalados na via. A mesma é composta basicamente por um circuito oscilador, responsável por gerar o campo eletromagnético cuja saída fornece um sinal com forma de onda senoidal, e um circuito capaz de captar o sinal senoidal e fornecer uma saída com sinal em forma de onda quadrada. Existem diversas formas para a conversão do sinal senoidal em um sinal digital. Dentre elas, duas soluções foram focadas: Uma com o uso de um circuito detector de fase *PLL* e outra com o uso de um circuito *Schmitt Trigger*.

O uso do detector de fase *PLL* foi baseado no trabalho de Barbosa et al. (2003) publicado no XVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes – Sistema de identificação de veículos por meio de laço de indução: um projeto integrado de ensino e desenvolvimento tecnológico. Durante a realização dos testes, o detector de fase apresentou dificuldades na captação do sinal proveniente do circuito oscilador. Outro ponto observado é o elevado custo para confecção das placas de detecção.

Em virtude das dificuldades encontradas e visando a diminuição dos custos com o circuito de detecção, como será mostrado mais adiante, é apresentado neste trabalho uma solução baseada na substituição do circuito detector de fase por um circuito *Schmitt Trigger*.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Oscilador de colpitts

O princípio de funcionamento de um circuito oscilador baseia-se na transformação de energia CC (corrente contínua) em CA (corrente alternada). Essa transformação só é possível, se parte do sinal de saída retornar a entrada do circuito. No caso dos osciladores transistorizados, o transistor funciona como uma chave permitindo a condução de energia através da malha de realimentação.

O oscilador de colpitts tem como característica para obtenção da realimentação um conjunto de capacitância dividida. A seguir, a Figura 1 apresenta o circuito desse oscilador como exposto em Boylestad e Nashelsky (2004).

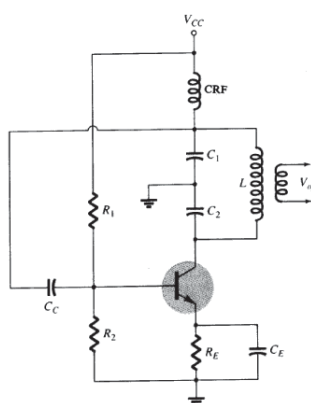


Figura 1 - Circuito oscilador de colpitts

A frequência de oscilação pode ser encontrada através da seguinte equação (ver Eq. 01):

$$f_o = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C_{eq}}} \quad [Eq. 01]$$

Onde C_{eq} , resultado da associação em série dos capacitores C1 e C2, pode ser calculado pela equação Eq. 02.

$$C_{eq} = \frac{C1 \cdot C2}{C1 + C2} \quad [Eq. 02]$$

Um dos tipos de circuitos eletrônicos capaz de captar a variação do campo eletromagnético quando um veículo passa por um laço de indução, é o oscilador de colpitts (BARBOSA, 2003). Esse circuito permite a leitura de diferentes valores de frequência de acordo com a massa metálica presente nos laços. Sem a passagem de veículos sobre os laços, a frequência mantém um valor padrão, com variações pequenas. É então estabelecido um limiar, para que algum ruído não seja confundido com um veículo. A saída do oscilador é um sinal com forma de onda senoidal.

Para que o microcontrolador utilizado nos testes possa realizar as leituras das variações de frequência, é necessário que esse sinal seja convertido para uma forma de onda quadrada. Dentre as formas existentes para se obter tal conversão, duas foram testadas: Um circuito *Schmitt Trigger* e um detector de fase tipo *PLL*.

2.2 Schmitt trigger

O funcionamento de um circuito *Schmitt Trigger* é bem simples. Esse circuito opera tendo como base dois sinais de referência, um superior e um inferior. Quando o sinal de entrada atinge a referência superior, a saída do circuito comuta para nível lógico baixo. A saída por sua vez permanece nesse estado até que o sinal de entrada alcance a referência inferior, onde o processo inverso ocorre (ver Figura 2).

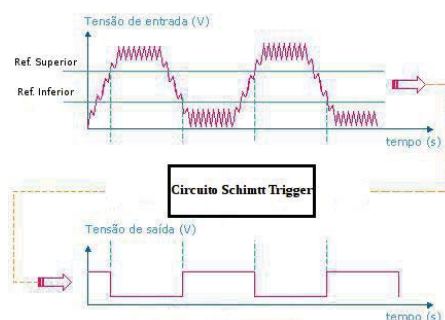


Figura 2 - Princípio de funcionamento de um *Schmitt Trigger*

Para a conversão do sinal senoidal proveniente do circuito oscilador, foi montado um circuito *Schmitt Trigger* com o uso de componentes discretos como mostra a Figura 3.

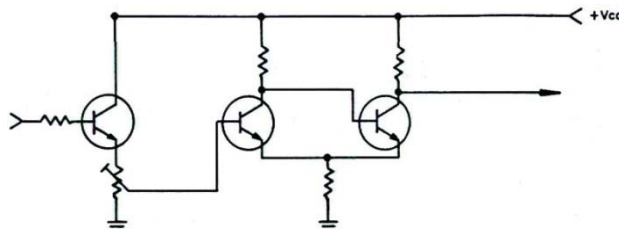


Figura 3 - Circuito *Schmitt Trigger* a partir de componentes discretos

2.3 Detetor de fase tipo PLL

Um detetor de fase tipo *PLL* – *Phase Locked Loop* é capaz de detectar variações de fase de sinais senoidais. Como existe uma variação da frequência quando um veículo passa sobre o laço de indução, a fase desse sinal senoidal sofre uma alteração. O circuito integrado que representa um *PLL* utilizado nos testes foi o LM565N. Toda variação de fase do sinal de entrada é detectado pelo *PLL* devido um circuito de oscilação interno presente nele estar em fase com a frequência do oscilador.

O circuito integrado LM565N, dispõe de três tipos de saídas diferentes: uma analógica, outra com forma de onda triangular e uma saída com forma de onda quadrada. Todas as saídas fornecem um sinal proporcional à variação do sinal de entrada. Porém se o circuito oscilador interno não estiver em fase com o sinal proveniente do oscilador, sua saída apresentará dados inconsistentes.

A seguir é mostrado o circuito necessário para o correto funcionamento do *PLL* (ver Figura 4). Esse circuito foi proposto como parte da solução empregada por Barbosa et al. (2003).

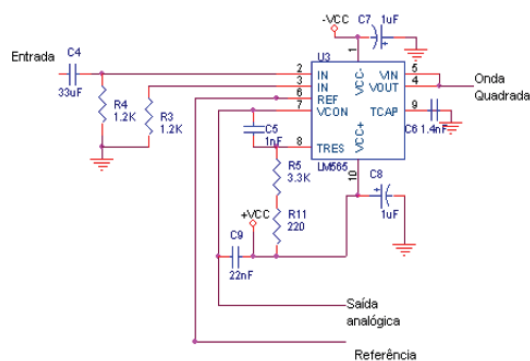


Figura 4 - Diagrama de interconexão do circuito *PLL*

3. METODOLOGIA

Com base no artigo de Barbosa et al. (2003) publicado no XVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes – Sistema de identificação de veículos por meio de laço de indução: um projeto integrado de ensino e desenvolvimento tecnológico foi montado o circuito de detecção apresentado. Em virtude das dificuldades encontradas foi proposta a substituição do circuito detetor de fase *PLL* por um circuito *Schmitt Trigger*.

3.1 Processo de detecção

A Figura 5 apresenta as formas geométricas e dimensões mais usadas nos equipamentos de fiscalização de trânsito (NISHIMOTO, 2005). Foi instalado no Autódromo Internacional de Fortaleza, dois laços de indução com geometria retangular com dimensões de 2 metros de largura por 1 metro de comprimento.

Com a passagem do veículo sobre o laço de indução, ocorre uma diferença no campo eletromagnético gerado pelo circuito oscilador, pois correntes induzidas presentes na massa metálica do veículo geram um campo eletromagnético contrário ao campo que a produziu. Essa variação do campo é detectada e processada pela placa de detecção.

Como a distância entre os laços é fixa, basta aplicar a fórmula abaixo para o cálculo da velocidade (ver Eq. 03).

$$V (km/h) = \frac{\text{Distância entre laços (m)}}{T2 - T1 (ms)} \times 3,6 \quad [Eq. 03]$$

Onde, T2 é o tempo de entrada do veículo no segundo laço e T1 é o tempo de entrada do veículo do primeiro laço.

Através de uma interface serial RS-232, os dados processados pela placa de detecção são enviados a um computador. Este por sua vez pode estar conectado a um equipamento de registro fotográfico (ver Figura 6).




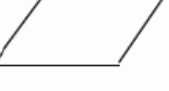
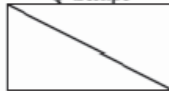
Geometry		Turns	Dim (m)	Geometry		Turns	Dim (m)		
A	Rectangular 	3	1,5 x 1,0	8	Lay down eight 	3	1,5 x 1,0		
			2,0 x 1,0				2,0 x 1,0		
			2,5 x 1,0				2,5 x 1,0		
			3,0 x 1,0				3,0 x 1,0		
		4	1,5 x 1,0			4	1,5 x 1,0		
			2,0 x 1,0				2,0 x 1,0		
			2,5 x 1,0				2,5 x 1,0		
			3,0 x 1,0				3,0 x 1,0		
I	Short 	4	1,5 x 0,5	P	Parallelogram 	3	1,5 x 1,0		
			2,0 x 0,5				2,0 x 1,0		
			2,5 x 0,5				2,5 x 1,0		
			3,0 x 0,5				3,0 x 1,0		
		5	1,5 x 0,5			4	1,5 x 1,0		
			2,0 x 0,5				2,0 x 1,0		
			2,5 x 0,5				2,5 x 1,0		
			3,0 x 0,5				3,0 x 1,0		
			Q				Q Shape 		1,5 x 0,5
									2,0 x 0,5
			3,0 x 0,5						

Figura 5 - Geometrias e dimensões mais usadas em laços de indução

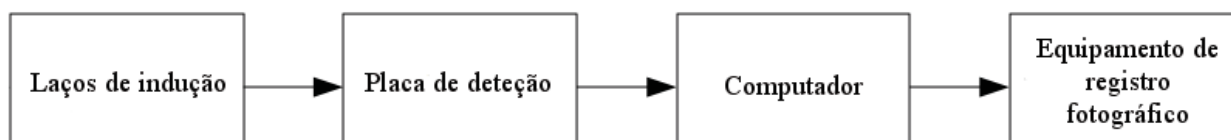


Figura 6 - Diagrama geral de detecção

3.2 Os protótipos

O primeiro protótipo montado foi o circuito de detecção proposto no artigo analisado. Para a captação da variação da frequência dos laços de indução, foi utilizado um microcontrolador da família 8051 – AT89C51ED2.

Basicamente o esquema de funcionamento para a leitura do sinal vindo dos laços de indução consiste na ligação da saída do circuito oscilador ao PLL. Esse por sua vez, disponibiliza uma saída digital que é conectada a um divisor de frequência. Isso foi necessário porque a frequência gerada pelo circuito oscilador é muito alta para o microcontrolador ler diretamente. Logo, a saída do divisor de frequência é ligada a um pino de interrupção específico do microcontrolador (ver Figura 7).

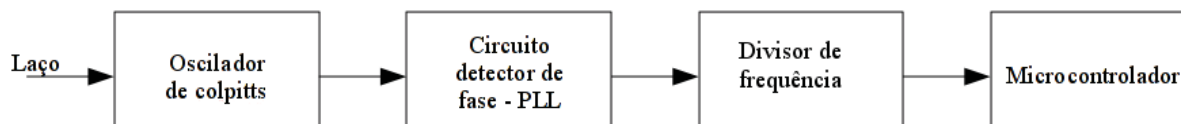


Figura 7 - Diagrama de blocos da solução testada

Esse microcontrolador possui um tipo de interrupção específica chamada de *PCA - Programmable Counter Array*. Para essa interrupção, foi usada a função de *PCA Capture Mode*, que captura o valor de um contador presente em um registrador do módulo de captura sempre que ocorre uma transição de nível lógico no respectivo pino de monitoramento da interrupção, o tipo de transição de nível lógico (nível lógico alto para nível lógico baixo, ou nível lógico baixo para nível lógico alto) deve ser definida em outro registrador do microcontrolador. Com isso é possível medir o período gerado ao redor dos laços. Portanto, qualquer variação na frequência do circuito oscilador devido à presença de um veículo sobre o laço de indução, é processada pelo microcontrolador.

Durante os testes observou-se que a temperatura afetava o funcionamento do circuito de detecção. Sem a presença de um veículo sobre os laços de indução, a frequência do oscilador permanece em um valor padrão. Essa frequência deve ser a mesma do oscilador interno presente no PLL. Com a influência da temperatura, o PLL deixava de estar em fase com o sinal do oscilador, necessitando ser ajustado novamente para poder fornecer os dados corretos ao microcontrolador.

Outro ponto negativo encontrado foi o custo final da placa de detecção. O circuito integrado LM565N tem um custo elevado e ainda necessita de uma fonte simétrica para alimentação do circuito.

Com o intuito de minimizar os custos com a placa de detecção e evitar problemas de re-ajustes ao circuito para que o oscilador interno do PLL entre em fase com o sinal do circuito oscilador, foi confeccionado o segundo protótipo, que inclui a substituição do circuito PLL por um *Schmitt Trigger* (ver Figura 8).

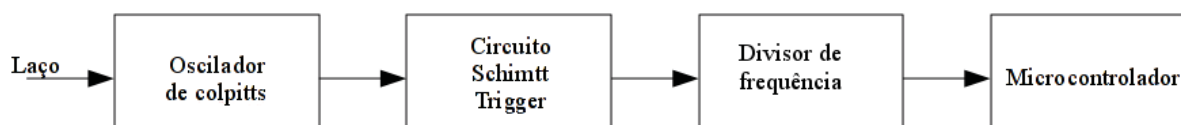


Figura 8 - Diagrama de blocos da solução implementada

Para a captura da variação da frequência e medição de velocidade, manteve-se a solução usada para os testes do circuito de detecção do artigo analisado.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os testes foram realizados no Autódromo Internacional de Fortaleza. Os resultados foram obtidos através de uma média de 30 passagens por tipo de veículo (ciclomotor, passeio – pequeno porte e utilitário) sobre os sensores de indução instalados na via durante o período compreendido entre 10h da manhã e 17h da tarde. Esse procedimento foi realizado para cada tipo de protótipo montado.

Como não é mais necessário o uso do circuito integrado LM565N e consequentemente o uso de uma fonte simétrica, o custo final para confecção de 01 placa de detecção ficou aproximadamente 70 % inferior ao custo para confecção de 01 placa de detecção do artigo analisado.

4.1 Variação da frequência quando os laços eram sensibilizados pela presença de um veículo

Os dados a seguir mostram a eficiência do circuito proposto quanto à captação da variação do campo eletromagnético gerado ao redor dos laços de indução, estejam eles sobre a influência de um veículo ou não.

As figuras ilustram o valor da frequência lida pelo osciloscópio e o valor do período calculado pelo microcontrolador em diversas situações.

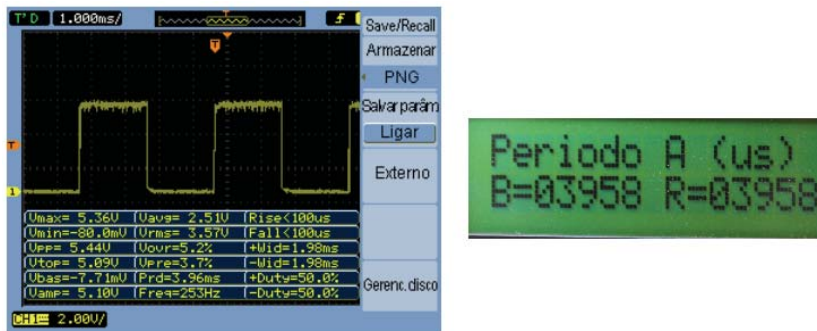


Figura 9 - Sem a presença de veículo

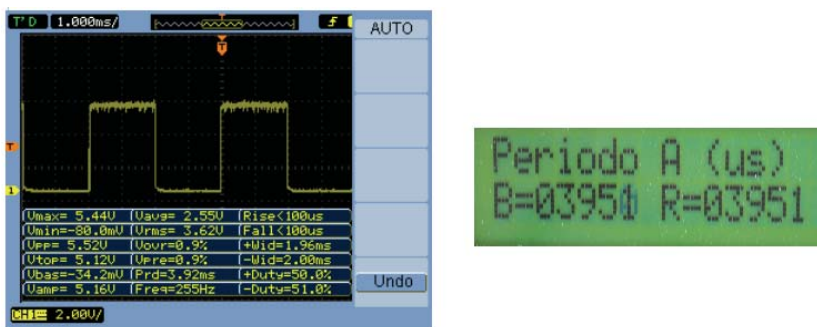


Figura 10 - Presença de um veículo ciclomotor sobre o laço

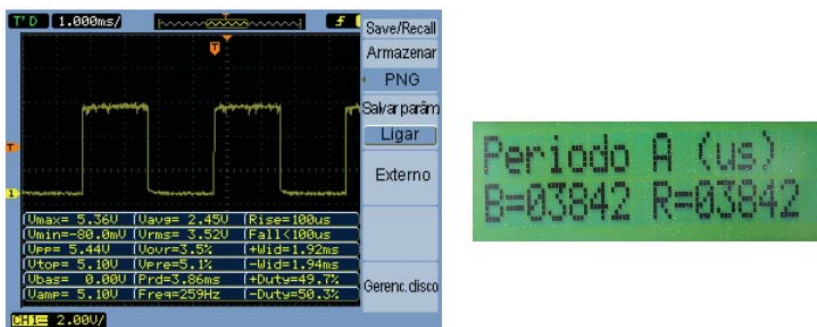


Figura 11 - Presença de um veículo de passeio (pequeno porte) sobre o laço

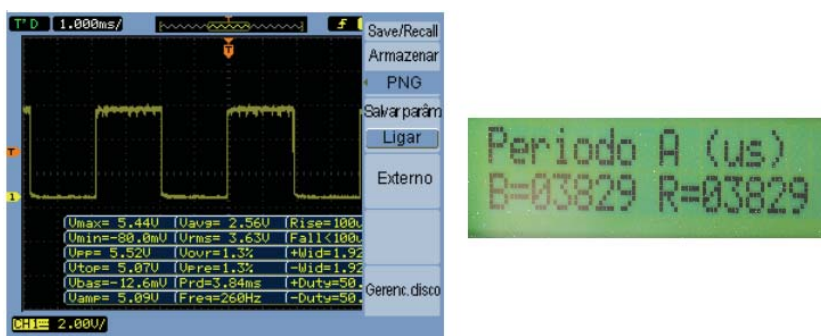


Figura 12 - Presença de um veículo utilitário sobre o laço

4.2 Resultado das medições de velocidade realizadas

Através de um veículo que possui um equipamento cronotacômetro instalado e aferido pelo INMETRO, é possível verificar a velocidade precisa do veículo e compará-la com a velocidade calculada pelo microcontrolador através dos sinais fornecidos pela placa de detecção proposta.

Conforme as exigências da regulamentação metrológica prevista na Portaria INMETRO nº 115 de 19 de junho 1998 (INMETRO, 1998), os erros máximos admissíveis são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Erros máximos admissíveis em condições de uso

	Velocidades até 100 km/h	Velocidades superiores a 100 km/h
Verificação inicial	± 3 km/h	± 3 %
Verificações subsequentes	± 5 km/h	± 5 %

A seguir, são apresentados alguns dos valores verificados nos testes de medição velocidade (ver Tabela 2). Nenhum valor ultrapassou os erros máximos admissíveis exigidos.

Tabela 2 - Valores verificados nos testes de velocidade

Placa de detecção	Cronotacômetro	Diferença	Placa de detecção	Cronotacômetro	Diferença
102 km/h	102,2 km/h	-0,2 km/h	82 km/h	81,5 km/h	0,5 km/h
106 km/h	104,4 km/h	1,6 km/h	80 km/h	80,3 km/h	-0,3 km/h
89 km/h	88,2 km/h	0,8 km/h	75 km/h	74,4 km/h	0,6 km/h
92 km/h	94,3 km/h	-2,3 km/h	68 km/h	69 km/h	-1 km/h
64 km/h	64 km/h	0 km/h	61 km/h	61,2 km/h	-0,2 km/h

5. CONCLUSÃO

Baseado nos estudos e testes realizados e descritos neste trabalho pode-se afirmar que a proposta de substituição do circuito detector de fase (PLL) por um circuito Schmitt Trigger é viável tanto do ponto de vista técnico como financeiro. O circuito aqui proposto manteve seu funcionamento estável e atende às

expectativas de detecção da variação do campo eletromagnético quando os laços de indução estão sobre a presença de um veículo. Como mostrado, os custos com a placa de detecção proposta se mantém inferior aos custos com a placa de detecção do artigo analisado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, H.M. et al (2003) Sistema de identificação de veículos por meio de laços de indução: um projeto integrado de ensino e desenvolvimento tecnológico. XVIII Congresso de Pesquisa e ensino em transportes, ANPET, Rio de Janeiro.

BOYLESTAD, R.L. e NASHELSKY, L. (2004) *Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos*. 8ª Ed., Pearson Education.

FISCALIZAÇÃO Eletrônica. Autarquia Municipal de Trânsito, Serviços Públicos e Cidadania de Fortaleza. Disponível em:
<<http://www.amc.fortaleza.ce.gov.br/modules/wfchannel/index.php?pagenum=18>> Acessado em 16 set 2011.

INMETRO, Portaria n.º 115. Rio de Janeiro, RJ, 29 de jun 1998. Disponível em:
<<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC000537.pdf>> Acessado em 16 set 2011.

MALVINO, Albert Paul. (1997) *Eletrônica, V.1*. 4ª Ed., Makron Books.

NISHIMOTO, R.; COELHO, L.F.; NEVES JR., F. A Computational Tool for Inductive Loop Analysis, maio, 2005.

SIQUEIRA, F.C.M. e SANTOS, J.A.N et al (2007) Verificação metrológica em medidores de velocidade para veículos automotores do tipo fixo, uma nova metodologia. Boletim técnico *ORGANIZAÇÃO & ESTRATÉGIA*, v. 3, n. 2, p. 190-207, maio a agosto de 2007, Rio de Janeiro.

Engenharia Sanitária

The background features a dark green upper section with a lighter green wave-like shape. Below this, a white area contains a faint, repeating grid pattern of the words 'Engenharia Sanitária'.

A UTILIZAÇÃO DE TELHADOS VERDES COMO SOLUÇÃO PARA A AUSÊNCIA DE ÁREAS VERDES NAS CIDADES

Carlos Gomes da Silva Júnior¹ ; Sheila Costa dos Santos² ; Michelle Santos Ferreira³ ; Aline Santos da Silva⁴

¹Instituto Federal de Sergipe - Campus Aracaju; ²Instituto Federal de Sergipe – Campus Aracaju ; ³Instituto Federal de Sergipe – Campus Aracaju ; ⁴Instituto Federal de Sergipe – Campus Aracaju
cgomes.aju@hotmail.com – arq_nina@hotmail.com – alfa.romeu@hotmail.com – allinemarques@hotmail.com

RESUMO

Este artigo apresenta uma revisão bibliográfica sobre a função dos telhados verdes no planejamento e na gestão de recursos ambientais urbanos. São descritas as questões relacionadas à evapotranspiração e ao escoamento superficial visando estabelecer uma relação entre os telhados verdes e o controle da temperatura nos centros urbanos. A revisão também abrange de forma integrada, questões relacionadas ao planejamento estético urbano; conforto ambiental e otimização do consumo de energia; fatores estéticos, paisagismo e bem estar psicológico e; da qualidade de vida em cidades. Ainda, como função do telhado verde, destaca-se o aumento de áreas vegetadas nas cidades, contribuindo nas questões relacionadas ao problema do aquecimento global. Identifica-se ainda, o potencial dos telhados inserido nas funções da agricultura urbana, inclusive agregando valor nutricional e geração de renda para populações de baixa renda. Verifica-se, então, pela facilidade de montagem e uso, que indivíduos sem conhecimentos técnicos podem executar a técnica dos telhados verdes, trazendo benefícios para o meio ambiente, para a sociedade, como por exemplo, evitando a verticalização, e para o próprio indivíduo.

Palavras – Chave: Centros Urbanos, Controle de Temperatura, Aspectos Sócio- Ambientais

1. INTRODUÇÃO

As condições ambientais se encontram em constante mudança- a poluição causada pelos resíduos liberados pelas indústrias na atmosfera, o aumento do número de veículos, a substituição do selo natural por um artificial e impermeável e a baixa biodiversidade comprometem a qualidade de vida dos grandes centros urbanos. Uma das preocupações dos profissionais de Arquitetura e Urbanização consiste na implantação do conceito de cidades sustentáveis. Uma das ações para se obter uma maior e melhor qualidade de vida nas grandes cidades, está na utilização de “telhados verdes” em residências e edifícios.

Os Grandes Centros Urbanos estão repletos de cobertura de asfalto, alcatrão preto e cascalho, sem falar ao revestimento impermeável do concreto que absorve calor, os quais são elementos formadores das edificações urbanas. O calor é então absorvido pelas lajes com forros de PVC ou telhado escuros, e a água escorre pela superfície e a acumulam-se ao ponto de provocar enchentes nas grandes cidades, até que ao fim das cheias a água se espalha e mesmo após as chuvas os centros urbanos tornam-se novamente “ilhas de calor”.

Com a urbanização das cidades, poucas foram as áreas verde que restaram. Os telhados verdes, invenção popular surgida a muito tempo na Europa como um ornamento para moradias, visto que o clima nessa região é mais ameno, instigou proprietários de imóveis e comerciantes imobiliários a utilizarem telhados verdes. Os telhados ecológicos e os jardins nos telhados existem a milhares de anos. Os jardins suspensos da babilônia, uma das sete maravilhas do mundo, usam um elaborado sistema de irrigação para criar um jardim paradisíaco com terraço ao lado de fora da atual Bagdá.

Os telhados ecológicos são predominantes ou até obrigatórios em algumas partes da Europa, e na Alemanha 14% de todos os telhados são ecológicos. Eles completam a vegetação tradicional sem atrapalhar a infraestrutura urbana, embelezando as edificações, tornando o espaço antes abandonados ou utilizados como é o caso de piscinas e parques sem cobertura nos pavilhões superiores de prédios, em áreas ou cobertura paisagísticas que refrigeram os ambientes sob os quais estão alojados. Como os telhados ecológicos protegem a membrana dos telhados do clima severo e da radiação ultravioleta eles duram mais que os telhados tradicionais.

Esses telhados evitam que a água escoe e que o esgoto transborde. A vegetação e o solo agem como esponjas, absorvendo e filtrando a água que normalmente formaria goteiras e ajudariam a encher as ruas poluídas e sistemas de esgotos sobrecarregados. As plantas de telhados ecológicos removem as partículas do ar, produzem oxigênio e sombra. Elas usam a energia calorífica durante a evapotranspiração; um processo natural que resfria o ar à medida que a água evapora das folhas da planta. A evapotranspiração e a sombra produzidas pelas plantas ajudam a eliminar o “efeito da ilha de calor” urbana criado pelo excesso de superfícies absorcivas e impermeáveis nas cidades e subúrbios. O objetivo deste Artigo consiste em analisar dados econômicos e ambientais, visando a sustentabilidade, para encontrar mais uma alternativa para o problema das grandes temperaturas nas cidades.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Propagação de Calor nos Grandes Centros Urbanos

De acordo com INCROPERA (1998), os fenômenos da transferência de calor representam papel importante em muitos problemas industriais e ambientais. Como exemplo, consideramos a área vital da produção e da conversão da energia. Não há uma só aplicação nesta área que não envolva, de alguma forma, os efeitos da transferência de calor. Na geração de energia elétrica, seja pela fissão ou fusão nuclear, pela combustão de combustíveis fósseis, por processos magneto hidrodinâmicos, ou pelo uso de fontes geotérmicas, são numerosos os problemas de transferência de calor que devem ser resolvidos. Esses problemas envolvem processos de condução, de convecção e de radiação e estão ligados ao projeto de sistemas como caldeiras, condensadores e turbinas. Muitas vezes, é necessário tornar máximas as taxas de transferência de calor e manter a integridade dos materiais em meios a alta temperatura. Outras vezes, fica-se diante de um problema de poluição térmica associado à descarga de grandes quantidades de calor rejeitado por uma usina de força para o ambiente. Numerosas considerações de transferência de calor estão relacionadas com o projeto de torres de resfriamento que diminuem os problemas ambientais associados a esta descarga.

Numa escala menor, há muitos problemas de transferência de calor relacionados ao desempenho térmico das edificações e que influenciam o clima regional. Edificações que apresentam boas soluções de conforto térmico passivo possibilitam, por exemplo, a redução do consumo de energia. Tem se então como alternativa moderna o uso de telhados verdes nas edificações domésticas e comerciais o que minimiza o calor produzido nos centros urbanos como um todo.

Nesse contexto, têm sido empregados os telhados verdes em várias partes do mundo principalmente para valorizar sempre o conforto, além de finalidades estéticas de valorização do espaço urbano e para melhoria do conforto ambiental. Essas áreas verdes podem servir também para detenção do escoamento superficial, minimizando as enchentes urbanas. Os telhados verdes são caracterizados como toda cobertura ou telhado, que agrega em sua composição, uma camada de solo ou substrato e outra de vegetação. Podem ainda serem classificados como telhados verdes extensivos ou intensivos. As coberturas verdes intensivas são caracterizadas por camadas de solo maiores que 20 cm, são constituídos de plantas e arbustos de médio porte, que exigem para o seu desenvolvimento um ambiente mais complexo, exigindo uma estrutura reforçada e com as cargas bem distribuídas devido ao esforço extra promovido pelas plantas, solo e água. Já as coberturas verdes extensivas, são caracterizadas por camadas de solo menores que 20 cm, compostas por espécies de pequeno porte, como as autóctones, por resistirem a pouca ou nenhuma manutenção, onde existe uma maior preocupação com irrigação e fertilização até as plantas se estabelecerem, realizando as manutenções necessárias para a funcionalidade da cobertura verde (CORREA&GONZALEZ, 2002).

2.2. Elementos Formadores dos Telhados Verdes: A Instalação e Manutenção.

São usados os seguintes elementos para compor a estrutura dos telhados verdes

1-Laje: Elemento estrutural onde devem ser consideradas as cargas permanentes e as cargas acidentais.

2-Camada impermeabilizante: A função é proteger o elemento estrutural de infiltrações, pode ser utilizado materiais diferentes como betuminosos e sintéticos.

3-Isolante térmico: É utilizado de acordo com a incidência de energia solar que a cobertura absorve, poliestireno extrudado pode ser utilizado como material isolante térmico.

4-Camada drenante: Tem como função dar vazão ao excesso de água no solo, pode ser constituída de argila expandida, brita ou seixos de diâmetros semelhantes, sendo fundamental para o sistema. Sua espessura pode variar de 7 cm a 10 cm, elementos industrializados a base de poliestireno são frequentemente utilizados na Europa por também terem características de isolantes térmicos.

5-Camada filtrante: Evita que a água das chuvas e das regas arraste as partículas de solo do telhado verde, utiliza-se normalmente uma manta geotêxtil.

6-Solo: substrato orgânico que deve possuir boa drenagem, de preferência um solo não argiloso que apresente uma boa composição mineral de nutrientes para o sucesso das plantas, a espessura varia de acordo com o tamanho das plantas, quanto maior for as plantas maior será a sua profundidade do solo.

7-Vegetação: Para a sua escolha é necessário o conhecimento do clima local, o tipo de substrato a ser utilizado, tipo de manutenção que será adotada no telhado verde, no caso de irrigações, o ideal é a escolha de plantas que não são exigentes a umidade, resistem bem ao estresse hídrico.

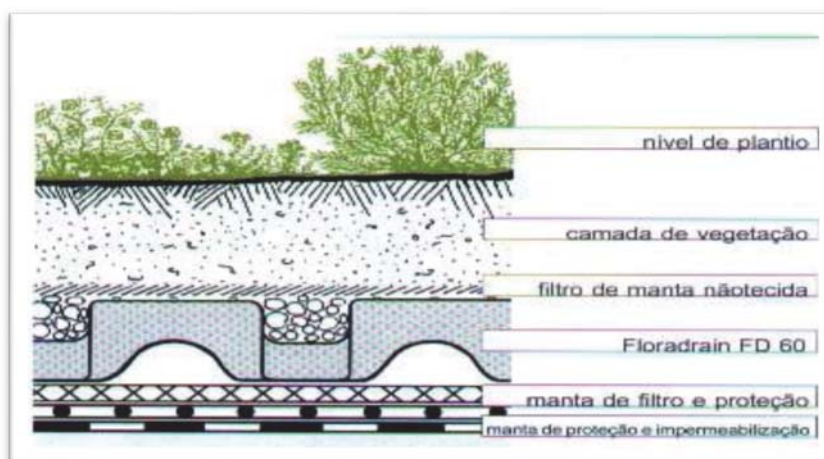


Figura 1: Estrutura do Telhado Verde (Fonte: Zinco, 2000)

2.3. A Instalação

Primeira etapa: São construídas as muretas de contenção, acima da laje paredes de alvenarias rebocadas com argamassa e com os drenos já instalados.

Segunda etapa: Após a construção das muretas é aplicado na laje e nas muretas o material impermeabilizante, sendo o número de vezes especificado pelo fabricante.

Terceira etapa: É colocado o material que irá compor a camada drenante, sendo a espessura dependendo do porte das plantas.

Quarta etapa: É colocado o material da camada filtrante, no caso mais indicado é uma manta geotêxtil.

Quinta etapa: É introduzida a camada de solo com a espessura relativa ao porte das plantas, com os nutrientes necessários para o estabelecimento das plantas no telhado.

Sexta etapa: Enfim são introduzidas as mudas ou plantas que irão compor o futuro telhado verde.

2.4. Manutenção

Segundo o Instituto Cidade Jardim, para telhados verdes extensivos (graúdos), recomenda-se que a manutenção seja realizada a cada seis meses para a retirada de plantas invasoras e também controle de insetos. No caso do cultivo de outras espécies menores (telhados verdes intensivos), como gramados as recomendações para irrigação, poda e adubação devem seguir as recomendações usuais de cada espécie.

2.5. Tipos de Telhados Verdes

Como já foi dito, existem dois tipos principais de Telhados Verdes - extensivos e intensivos (também referidos como de baixo perfil de manutenção e de alto perfil de manutenção ou simplesmente baixa ou alta manutenção - Ver Tabela 1). Os dois modelos também podem ser combinados, em função da intenção paisagística.

O tipo de telhado verde que é apropriado para uma determinada aplicação deve ser determinado pelo proprietário do local e pelo Paisagista, tendo em vista a forma, inclinação, insolação, umidade relativa média do ar, altura, carga a ser suportada, orçamento, dentre outros.

Veja suas características em oposição:

Tabela 1: Tipos de Telhado Verdes

Extensivo (baixa manutenção)	Intensivo (alta manutenção)
------------------------------	-----------------------------

<ul style="list-style-type: none"> • Raízes rasas, superficiais: Variam de 3 cm a 20 cm • Leve: 50 - 200 kg / m² • Espécies de pequeno porte que raramente atinam mais de 30cm de altura • Menos variedade de plantas: suculentas, plantas, musgos, aromáticas, algumas gramíneas • Geralmente não acessível • Inclinação de 30° e superior • Mais acessível • Mínima necessidade hídrica • Baixa manutenção 	<ul style="list-style-type: none"> • Raízes profundas: Variam de 15cm a 40cm em média e algumas mais profundas • Pesado: + de 200kg / m² • Árvores, arbustos e trabalhos requintados (topiaria por exemplo) • Grande variedade de plantas, dependendo cargas, design & orçamento • Concebida para uso recreativo • Geralmente plana e mais dispendiosa • Irrigação normalmente necessária • Maior manutenção
--	---

2.6. Vantagens e Desvantagens da Aplicação dos Telhados Sustentáveis

Tabela 2: Vantagens e Desvantagens do Uso de Telhados Verdes

Vantagens
<ul style="list-style-type: none"> - Criação de novas áreas verdes, principalmente em regiões de alta urbanização; -Criação de culturas variadas; -Aspectos sociais e psicológicos; -Diminuição da poluição ambiental; - Ampliação do conforto acústico no edifício que recebe o telhado verde; - Melhorias nas condições térmicas internas do edifício; - Aumento da umidade relativa do ar nas áreas próximas ao telhado verde; - Melhora o aspecto visual, através do paisagismo, da edificação. -Durabilidade do telhado e a redução do consumo energético
Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> - Custo de implantação do sistema e sua devida manutenção; - Caso o sistema não seja aplicado de forma correta, pode gerar infiltração de água e umidade dentro do edifício.

Os telhados verdes, do ponto de vista térmico, apresentam benefícios inquestionáveis, e ainda ajudam na manutenção de micro climas (WONG, 2003).

A vegetação contribui de forma significativa para o estabelecimento de micro climas. Segundo Romero (2000), através do processo de fotossíntese que auxiliando na umidificação do ar, provoca o resfriamento evaporativo que diminui a temperatura e aumenta a umidade do ar em dias quentes de verão, a vegetação atua como um refrigerador evaporativo diminuindo as altas temperaturas. A vegetação também contribui para estabilizar o clima ao seu entorno, reduzindo a amplitude térmica, absorvendo energia e favorecendo a manutenção do ciclo oxigênio-gás carbônico que é essencial para a renovação do ar atmosférico (NIKOLOPOULOU, 2003).

Mesmo com todas essas vantagens, em toda Aracaju foi encontrado apenas um exemplo do seu uso, localizado na Rua Celso Oliva nº 518, no Bairro Treze de Julho, no Restaurante Ágape.



Foto 1: Restaurante Ágape – Aracaju-SE

Já cultivo de hortaliças em telhados verdes intensivos associados ao cultivo hidropônico e/ou fertirrigado como de hortaliças, permite utilizar camadas mais estreitas e leves de substratos, em sistema fechado, favorecendo o reuso da água de chuva, viabilizando o sistema em comunidades de baixa renda.

Pensando em soluções sustentáveis os telhados verdes surgem como uma proposta interessante para redução do escoamento superficial e o gerenciamento das contribuições pluviais.

O solo, as plantas e o ar possuem o efeito de isolante ao som. O substrato tende a bloquear frequências de som mais baixas e as plantas as frequências mais altas. Um telhado verde com uma camada de substrato de 12 cm de profundidade pode reduzir o som em 40 decibéis e uma de 20 cm pode reduzir o som em 46 a 50 decibéis (OLIVEIRA & RIBAS, 1995).

Ainda, como já mencionado anteriormente, têm-se também a relação do aspecto psicológico, tendo em vista que áreas verdes tendem a trazer certa tranquilidade, dos indivíduos na sociedade gerando assim indivíduos mais tranquilos na sociedade. Psicólogos recomendam a jardinagem como atividade para terapias, refletindo no estado psicoemocional dos usuários.

Em relação aos telhados verdes, os telhados comuns funcionam como elemento essencial de abrigo para aos espaços internos de uma edificação. Sua forma de construção devem controlar a passagem de água, ar e calor.

Deve ser estruturado de forma a vencer os vãos e suportar seu próprio peso, além de outras cargas incidentes. A forma de um sistema de cobertura, plano ou inclinado desempenha papel fundamental na imagem da edificação, portanto a escolha da tipologia de cobertura dependerá, dentre outros fatores, da intenção formal do projetista.

As coberturas comuns, não apresentam os mesmos benefícios que os tetos verdes que podem ser vistos como uma manta térmica não deixando que exista excesso de calor ou frio, eliminando a necessidade de aparelhos de ar-condicionado, além da vegetação ser ferramenta fundamental para a sobrevivência e continuidade da manutenção da vida no conceito urbano para os animais.

Em condições ecológicas o teto verde diminui as enchentes, são purificadores do ar urbano, absorvem mais CO₂, diminuem a reverberação ao absorver e isolar ruídos. Pela evapotranspiração auxilia no arrefecimento de centros urbanos.

3. METODOLOGIA

O Referido Artigo foi desenvolvido utilizando-se a Pesquisa Bibliográfica, o que torna possível analisar o tema proposto a partir da visão ampla de diversos autores e das mais variadas Fontes Bibliográficas. Esse Tipo de Pesquisa realiza um levantamento impresso eletrônico de obras publicadas sobre um determinado tema.

Partindo-se da investigação bibliográfica será possível construir uma concepção do assunto relacionado. Assim, através de uma coleta de dados será feita uma análise das informações que conduzirá à interpretação do assunto pesquisado. Essas informações foram obtidas em livros, sites, artigos, periódicos e outras produções científicas, e estão dispostas no artigo de forma clara e objetiva, com o intuito de esclarecer o leitor sobre a Utilização dos Telhados Verdes como Solução para o aumento de Áreas Verdes em Grandes Centros Urbanos, fornecendo assim os pilares para a construção da pesquisa. Para finalizar, teremos uma conclusão geral sobre o uso de Telhados Verdes nas Edificações.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho foi realizado através de uma pesquisa bibliográfica, com o intuito de analisar dados técnicos e ambientais, visando a sustentabilidade, para encontrar uma solução para a problemática do pequeno número de áreas verdes nas cidades, bem como a solução dos diversos problemas urbanos oriundos do aquecimento das grandes cidades.

Diante do exposto, a adoção do sistema de telhados verdes com o envolvimento da sociedade, identifica-se do conhecimento intrínseco que a capacitação de pessoas comuns possa ser consolidada e aproveitada em atividades relacionadas à própria implementação dos telhados verdes, bem como ressalta as vantagens para a conservação do meio ambiente.

Identifica-se a utilização da laje para atividade capaz de gerar alimento para subsistência ou uma fonte extra de renda. Além disso, contribui para coibir a utilização das lajes para implantação de novas moradias, controlando a verticalização e o adensamento crescente nestes locais.

Ressaltam-se ainda os aspectos paisagísticos, emocionais, de conforto ambiental e aumento de áreas permeáveis (relacionadas com o controle do escoamento superficial/enchentes) que os telhados verdes podem proporcionar.

5. AGRADECIMENTOS

Ao IFS - Instituto Federal de Sergipe, por proporcionar a oportunidade de realização de um trabalho tão gratificante, de atualização e ampliação de conhecimentos.

6. REFERÊNCIAS

- ✚ CORREA, C.B.; GONZALEZ, F.J.N. **O uso de coberturas ecológicas na restauração de Coberturas planas**. In: Núcleo de Pesquisa em Tecnologia de Arquitetura e Urbanismo-NUTAU. Anais. São Paulo: Pró-reitora de Pesquisa, Universidade de São Paulo, 2002.
- ✚ INCROPERA. F. P. e DeWitt, D. P., **Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa**, ed., LTC, Rio de Janeiro, 1998.
- ✚ OLIVEIRA, T.A. & RIBAS, O.T. **Sistemas de Controle das Condições Ambientais de Conforto**, L Série Saúde & Tecnologia — Textos de Apoio à Programação Física dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde — Sistemas de Controle das Condições Ambientais de Conforto. -- Brasília, Ed. Brasília, 1995. 92 p. [p.bvsms.saude.gov.br/bvs/publicações/sistemas_conforto.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicações/sistemas_conforto.pdf), acesso em 27/05/2008.
- ✚ NIACHOU, A.K. PAPAKONSTANTINO. **Analysis of green roof thermal properties and investigation of green roof thermal properties and investigation of its energy performance**. Energy and Buildings, v.33, n. 7, p. 719-729, 2001.
- ✚ ROMERO, M.A.B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. São Paulo. Prós Editores, p.31-32, 2000.
- ✚ WONG, N. H. **Et al. Investigation of thermal benefits of rooftop garden in the tropical environment**. Building and Environment, v. 38, n. 2, p. 261-270, 2003.

Sites Pesquisados

- ✚ <https://www.ekohome@ekohome.com.br>
- ✚ <https://www.info@institutocidadejardim.com.br>

AÇÕES AMBIENTAIS DESENVOLVIDAS PELOS FABRICANTES PARA OS RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA

R. C. Gomes¹ e A. M. F. Lima²

¹ e ² Instituto Federal da Bahia – Campus Salvador
rodrigocajazeira@bol.com.br – angelalima@ifba.edu.br

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo geral identificar os principais fabricantes de equipamentos de informática, para saber quais atitudes estão sendo tomadas para reduzir os impactos ao meio ambiente, no pós-consumo. O grande desenvolvimento tecnológico dos equipamentos eletroeletrônicos, principalmente os de informática, tem proporcionado um tempo de vida útil cada vez menor, com isto são descartados mais rapidamente e de forma inapropriada para o meio ambiente. Estes resíduos em grande quantidade podem acarretar conseqüências nocivas para a saúde humana e ao meio ambiente, por isso se faz necessário mais estudos com soluções para estas questões, que sejam viabilizados e implementados. A revisão bibliográfica foi realizada com o objetivo de estabelecer conceitos e mostrou o que os fabricantes de equipamentos de informática estão fazendo para diminuir o impacto de seus produtos após o seu fim de vida útil, utilizando-se para isso informações disponíveis em sites institucionais e nos seus relatórios de sustentabilidade. Foram analisadas as 18 empresas mais conhecidas no mercado, sendo que 10 delas recebem o produto de volta ao fim da vida útil para reciclagem.

Palavras-chave: Resíduos de Equipamentos de Informática, REEE, Reciclagem Digital.

1. INTRODUÇÃO

Há muito tempo vem sendo discutido os problemas ambientais na Terra, já que estes estão cada vez maiores e mais notáveis. Na maioria das vezes estes problemas são conseqüências da ação humana e cada vez mais a humanidade está explorando os recursos naturais do planeta, sem nenhuma preocupação em fazer uma reposição das mesmas, logo é perceptível que este sistema entrará em colapso e causará danos ao ciclo natural da Terra.

Os desastres naturais vêm a comprovar a teoria de que o ciclo natural da Terra está sendo alterado pelos seres humanos através de suas intervenções diretas ao meio ambiente, como a poluição do ar, da terra e da água, além dos desmatamentos constantes para extração excessiva de recursos naturais ou para simples expansão urbana.

Os Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE) são constantemente desenvolvidos com novas tecnologias e lançados no mercado para atrair cada vez mais o interesse dos consumidores. Além disto, são fabricados para que sejam descartados mais rápidos e novos produtos sejam adquiridos pelos consumidores. Com isto, geram-se os resíduos num curto período de tempo e aumenta os impactos causados ao meio ambiente e a saúde humana, devido tanto a exploração dos recursos naturais como o descarte indevido destes Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE).

Como forma de amenizar os impactos causados pelo homem ao meio ambiente, a sustentabilidade tem um papel fundamental nesse processo. A maioria das grandes empresas estão contribuindo para este processo de redução dos danos causados a natureza, tomando ações e formulando novas práticas, principalmente na divulgação da importância de preservarmos o meio ambiente e de se levar uma vida com práticas e ações ecologicamente corretas.

1.1 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo geral identificar as principais empresas de equipamentos de informática, para saber quais atitudes estão sendo tomadas para reduzir os impactos ao meio ambiente no pós-consumo.

Como objetivo específico busca-se pesquisar o sistema de coleta para a reciclagem, desenvolvida por algumas empresas que se comprometem em recolher os seus equipamentos de volta, ao fim da vida útil destes equipamentos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O computador, um dos mais vendidos e mais populares aparelhos eletrônicos, tem tido um rápido aumento da demanda a nível nacional (Figura 1). A tendência é que seja um dos maiores causadores de problemas ambientais daqui a alguns anos, quando não tiver mais utilização pelo usuário.

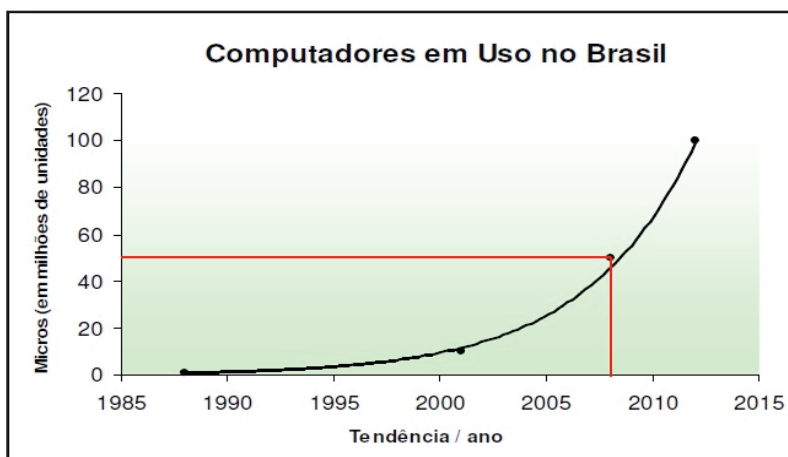


Figura 1 – Evolução do número de microcomputadores no Brasil
Fonte: CARVALHO, 2008.

Após estes equipamentos se tornarem antigos e obsoletos serão descartados e conseqüentemente serão gerados toneladas de REEE. O grande risco é a composição de materiais destes equipamentos, pois possuem diversas substâncias nocivas à saúde humana e ao meio ambiente (Figura 2).

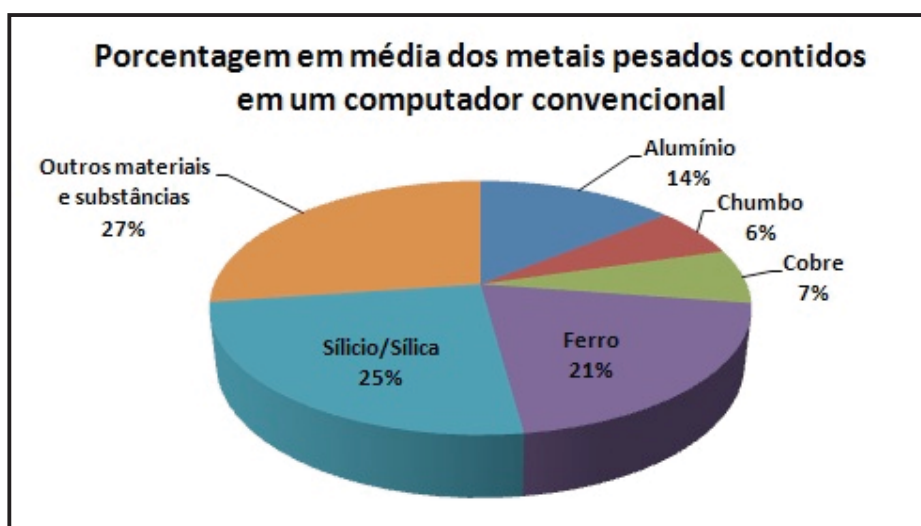


Figura 2 – Porcentagem dos metais pesados existentes em um computador
Fonte: Adaptado de ANDRADE, 2010.

A maioria dos metais pesados presentes, por serem altamente tóxicos, exige cuidados específicos quando for descartado, não devendo ter o mesmo destino que os resíduos urbanos. As principais fontes de poluição através dos metais pesados são as indústrias, que utilizam estas substâncias na produção de aparelhos como os computadores.

Os metais pesados contidos em um computador comum são os principais responsáveis pela contaminação do solo, onde estes REEE são amontoados após o descarte, provocando riscos a vida, seja humana, vegetal ou animal. O Quadro 1 mostra os metais pesados presentes no computador e seus riscos.

Quadro 1 – Metais pesados presentes em um computador e seus riscos.

Metais Pesados	Onde se encontram	Riscos
Alumínio	Estrutura do computador	Quando o solo está contaminado, compromete as funções vitais das plantas e alguns especialistas afirmam existir uma ligação entre a contaminação por alumínio e a ocorrência do mal de Alzheimer.
Bário	Válvulas Eletrônicas	Provoca alterações no sistema nervoso central e elevação da pressão arterial.
Cádmio	Resistores, baterias, semicondutores e estabilizadores	Apresenta riscos irreversíveis para a saúde humana. Uma pessoa é intoxicada pelo cádmio está arriscada a ter enfisema pulmonar, lesão renal, câncer
Chumbo	Soldas, monitores CRT, baterias e circuitos impressos	Oferece riscos a diversas partes do organismo, entre eles estão o cérebro, rins, sistema sanguíneo, sistema nervoso
Cobre	Materiais condutivos	Causa lesões no fígado de uma pessoa intoxicada.
Cromo	Decoração	Dependendo do grau de contaminação, pode causar anemias, problemas renais e hepáticos até câncer de pulmão.
Mercúrio	Chaves, relés, sensores, termostatos e baterias	A contaminação por mercúrio pode apresentar alguns sintomas como dor de estômago, diarreia, tremores, ansiedade, insônia, falhas de memória, fraqueza muscular entre outros, em casos crônicos pode levar a vida vegetativa e morte.
Níquel	Estrutura	Emitem radiação que pode causar câncer e mutação genética.
Silício/Sílica	Transistores e Vidros	Pessoas que inalarem o pó seco de silício estão submetidas a terem silicose, que em seu estado agudo, causa febre e dificuldades respiratórias.
Zinco	Baterias	Mais nocivo a animais aquáticos, como algas e peixes.

Fonte: Adaptado de ANDRADE, 2010; MACOHIN, 2007.

Apesar do Brasil ainda não possuir legislação específica que responsabilize o fabricante pela recolha dos REEE, algumas empresas fabricantes dos equipamentos eletrônicos de informática, demonstram preocupações com o resíduo provocado a partir de seus produtos e se comprometem em desenvolver ações que diminuam os impactos ambientais. Estas ações refletem o recolhimento dos REEE, para que tenham uma destinação adequada.

A Europa está bem avançada em relação à destinação dos REEE, suas políticas tratam da gestão adequada, visando à valorização dos mesmos, a não geração, o estudo do ciclo de vida de todo o processo, a proibição de substâncias tóxicas nos equipamentos, entre outros. Existem duas diretivas que especificam estas ações. São elas:

- **Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos** – WEEE (Waste from Electrical and Electronic Equipment) – É baseada no princípio do ‘Poluidor-Pagador’ e atribui ao fabricante a responsabilidade pelo gerenciamento do final do ciclo de vida do seu produto. Diretiva 2002/96 publicada em 2003 e implementada a partir de 2004 (EUROPA, 2006).
- **Restrição de Uso de Substâncias Nocivas** – RoHS (Restriction of Hazardous Substances) – trata da restrição do uso de seis substâncias perigosas (chumbo, mercúrio, cádmio, cromo hexavalente e retardantes de chama utilizados em plásticos: polibromatos bifenílicos (PBBs), e polibromatos bifenil-éteres (PBDEs)), na fabricação de vários tipos de Equipamentos Eletroeletrônicos. Passou a vigorar a partir de 1º de junho de 2006. Diretiva 2002/95 publicada em 2003 pela União Européia (EUROPA, 2006).

No Brasil, depois de 21 anos tramitando no Congresso Nacional, finalmente foi aprovada em agosto de 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que apesar de representar um avanço considerável para a questão dos resíduos e os seus impactos maléficos ao meio ambiente, ainda vê-se a

necessidade de certos complementos. Percebe-se que ainda falta de uma diretiva voltada especificamente para os REEE, como o da Comunidade Européia.

3. METODOLOGIA

Para este trabalho a metodologia proposta foi um levantamento bibliográfico, através de pesquisas na internet, em sites institucionais das principais empresas fabricantes de equipamentos de informática, em artigos técnicos publicados relacionados ao tema e em dissertações de mestrado, buscando fontes de pesquisa para a fundamentação teórica e desenvolvimento deste trabalho.

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Para identificar o estágio de como as empresas de equipamentos de informática estão em relação ao recolhimento dos REEE, este trabalho levantou informações em sites institucionais e nos relatórios de sustentabilidade das mesmas. Foram analisadas 18 empresas mais conhecidas no mercado (Quadro 2).

Quadro 2 – Ações ambientais praticadas por empresas de informática

Empresas	Recebe o produto de volta para reciclagem	Outras ações ambientais
Acer	Não	Não disponibilizado na fonte de consulta.
Apple ¹	Sim	Gera relatórios abrangentes sobre o impacto ambiental e adota a filosofia de preservação do meio ambiente na fabricação de toda sua linha de produtos.
Asus	Sim	Publica relatórios de sustentabilidade empresarial e produz aparelhos eficientes energeticamente para diminuir os impactos causados pelo mesmo. Em países que possui filial, recebe o produto de volta e faz a reciclagem, a empresa não possui filial no Brasil.
CCE	Sim	Faz parceria com empresas especializadas e certificadas pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) e cria projetos como o Bio CCE, que recolhe o lixo eletrônico da marca.
Dell	Sim	Recolhe gratuitamente produtos da marca obsoletos para a reciclagem.
HP ¹	Sim	Cria e apóia campanhas relacionadas à preservação do meio ambiente, participa de programas de reciclagem, possui uma inovadora tecnologia de uso eficiente de energia na atualidade.
IBM	Não	Recolhe pilhas e baterias oriundos de seus produtos e desenvolve internamente projetos de redução de resíduos e consumo consciente.
Itautec	Sim	Faz parte do projeto TI Verde de sustentabilidade, vai até o cliente recolher o produto para reciclagem, além de evitar o desperdício de água e energia na fabricação de seus produtos.
Lenovo	Sim	Criou e disponibiliza uma calculadora de energia com o objetivo de calcular a economia em seus produtos.
LG	Não	Atende somente a Legislação e Regulamentações de Meio Ambiente, Segurança e Saúde aplicáveis.

Empresas	Recebe o produto de volta para reciclagem	Outras ações ambientais
Megaware	Não	Não disponibilizado na fonte de consulta.
Philco	Não	Não disponibilizado na fonte de consulta.
Philips	Sim	Possui o Programa Ciclo Sustentável Philips que promove a reciclagem de eletroeletrônicos e eletrodomésticos da marca.
Positivo ¹	Sim	Faz parte do projeto TI Verde de sustentabilidade, além de fazer parte de campanhas de reciclagem.
Qbex	Não	Disponibiliza recursos internos nos seus produtos para diminuir o consumo de energia.
Samsung ¹	Não	Produz relatórios anuais de sustentabilidade interna da empresa, além de todo o processo de fabricação de seus produtos serem ecologicamente corretas.
Semp Toshiba	Sim	Pratica a logística reversa quando o produto é recolhido em uma das centenas de pontos de coletas credenciadas pela empresa.
Sony	Não	Possui pontos de coleta de pilhas e baterias para dar uma destinação correta para as mesmas.

Fonte: Sites institucionais das empresas pesquisadas, 2011.

Das 18 empresas pesquisadas, 10 recebem o produto de volta ao fim da vida útil para reciclagem e outras oito não, representando respectivamente 56% e 44 % (Figura 3). As empresas que não disponibilizaram informações em seu site sobre as ações praticadas a favor do meio ambiente, foram consideradas como não praticantes, uma vez que estes dados podem ser utilizados até mesmo como



estratégia de marketing, para atrair consumidores verdes.

As empresas que recebem os seus produtos de volta para reciclagem estão diminuindo a exploração de recursos naturais, considerados como não renováveis. Logo, estão reinserindo-os na cadeia produtiva e diminuindo também a quantidade de resíduos que são descartados inadequadamente.

Essas empresas criaram uma política de recolhimento dos seus aparelhos antigos e obsoletos para dar-lhes um fim correto. Na maioria das vezes os equipamentos são desmontados, e faz-se uma

¹ Também foi utilizado como fonte de pesquisa o relatório de sustentabilidade gerado por estas empresas e disponíveis em seus respectivos sites inst

Figura 3 – Porcentagem das empresas que recebem o produto de volta para reciclagem
Fonte: Sites institucionais das empresas pesquisadas, 2011.

separação de suas peças por tipo e/ou substâncias nelas contidas, e se puder ser reaproveitado segue para a reciclagem, onde retornam ao ciclo de fabricação.

Vale ressaltar dentre estas, as ações da empresa IBM, que adota um tipo de contrato de leasing com o cliente, e recebe de volta os computadores, que serão destinados ao acondicionamento e venda posterior (Figura 4).



Figura 4 - Fluxograma da empresa IBM representando o ciclo de recolhimento e reciclagem de seus produtos
 Fonte: Site institucional da IBM, 2011.

A empresa Itautec recolhe os equipamentos, desmonta-os e os classifica de acordo com seus componentes para um melhor processo de reciclagem (Figura 5), após isso há uma descaracterização das partes para evitar a utilização dos mesmos no chamado “mercado cinza” e logo após estes materiais são introduzidos dos novamente no ciclo de produção de empresas, que utilizam esses tipos de matéria-prima. Segundo informações disponíveis em seu site, em 2010, a empresa reciclou 3.842 toneladas de resíduos eletroeletrônicos, desses apenas 53,8 (pouco mais de 1% do total) toneladas de placas eletrônicas foram encaminhados para Cingapura e Bélgica, já que as empresas brasileiras não possuem tecnologia suficiente para a reciclagem desses tipos de materiais, e os 3.788,2 (aproximadamente 99% do total) toneladas restantes de resíduos foram reciclados no Brasil.

A empresa CCE, se uniu a empresas especializadas e certificadas pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) para criar um projeto de recolhimento de lixo eletrônico, denominado Bio CCE. Segundo seu site institucional, este projeto a princípio, conta com três postos de coleta no Brasil (São Paulo, Campinas e Manaus). Eles recolhem estes produtos dos consumidores, classificam, separam de acordo com seus componentes principais (plástico, embalagens, cabos, metais e componentes eletrônicos), descaracterizam todas as partes e enviam para empresas parceiras, que se comprometem em reciclar estes materiais e reinserir na cadeia produtiva.



**Figura 5 - Fluxograma da empresa Itaotec detalhando o processo de reciclagem da empresa.
Fonte: Site institucional da Itaotec, 2011.**

Das oito empresas que não disponibilizam informações em seus sites, sobre o recebimento de seus produtos depois do uso, duas delas chamam atenção por desenvolverem ações de comprometimento ambiental com seus produtos, a Samsung e a Qbex. A primeira adota diversas ações e práticas que diminuem o impacto ambiental causada por seus produtos, segundo informações disponíveis em seus relatórios de sustentabilidade. A segunda disponibiliza no seu site opções para a economia de energia em seus aparelhos durante o seu uso, como desligar o monitor e o disco rígido automaticamente depois de um tempo sem estar em uso, colocar o computador em modo de espera, quando estiver ocioso.

5. CONCLUSÃO

Os equipamentos de informática estão cada vez mais desenvolvidos tecnologicamente, porém as empresas têm que desenvolver mais ações para que os produtos após o fim de vida voltem ao processo produtivo. Neste estudo das 18 empresas analisadas, aproximadamente 56% fazem a recolha de seus produtos, para dar uma destinação adequada. Observou-se, porém, a necessidade de se comprovar a prática dessas ações de reciclagem, uma vez que alguns sites pesquisados são de matriz e não está evidenciado a sua implementação no Brasil. Ressalta-se a importância de divulgar e ampliar estas ações, tanto para as demais empresas que ainda não o fazem, como para os consumidores para que saibam das informações desde a compra do produto, passando a ser um diferencial no mercado. Vale destacar também a importância das empresas analisarem os impactos dos seus produtos durante todo o ciclo produtivo, desde a fabricação até o descarte final. Outro fator importante é o uso de instrumentos normativos, para limitar o uso de substâncias tóxicas na composição dos equipamentos.

A análise realizada conclui que se faz necessário uma maior divulgação dos pontos de coleta, bem como ações que considere todo o ciclo de vida do produto, na intenção de diminuir os impactos causados ao meio ambiente. Além disto, faz-se necessário uma política de divulgação da importância da ação dos usuários em ser um integrante ativo na cadeia de reciclagem.

REFERÊNCIAS

ACER. Site institucional. Disponível em: <<http://www.acer.com>>. Acesso em 22 ago. 2011.

ANDRADE, Ricardo T. G.; FONSECA, Carlos S. M.; MATTOS, Karen M. C. **Geração e destino dos resíduos eletrônicos de informática nas instituições de ensino superior de Natal-RN.** 2010. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/395/328>>. Acesso em: 08 ago. 2011.

APPLE. **Relatório de sustentabilidade.** 2010. Disponível em: <http://www.samsung.com/br/aboutsamsung/citizenship/download/2009_SustainabilityReport_Eng.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2011.

APPLE. Site institucional. Disponível em: <<http://www.apple.com>>. Acesso em 22 ago. 2011.

ASUS. Site institucional. Disponível em: <<http://www.asus.com/>>. Acesso em 22 ago. 2011.

CARVALHO, Tereza C. M. B.; et al. **Projeto de Criação de Cadeia de Transformação de Lixo Eletrônico da Universidade de São Paulo.** 2008. Disponível em: <http://www.premiomariocovas.sp.gov.br/2008/Arquivos_2008/inovacao_mencoeshonrosas/inovacao_lixoeletronico.pdf>. Acesso em 09 ago. 2011.

CCE. Site institucional. Disponível em: <<http://www.cceinfo.com.br>>. Acesso em 22 ago. 2011.

D'ARRUIZ, Eduardo H.; CATANEO, Pedro F. E-Lixo – **Como diminuir as conseqüências causadas pelo lixo eletrônico, em busca de uma informática sustentável.** 2009. Disponível em: <<http://intertemas.unitoledo.br/revista/index.php/ETIC/article/view/2141/2335>>. Acesso em: 04 ago. 2011.

DELL. Site institucional. Disponível em: <<http://www.dell.com/>>. Acesso em 22 ago. 2011.

EUROPA. Activities of the European Union – summaries of legislation. Disponível em <[http://europa.eu/scadplus/leg/en/lvb/l21210.htm#AMENDINGA CT.](http://europa.eu/scadplus/leg/en/lvb/l21210.htm#AMENDINGA_CT.)>. Acesso em: 02 ago. 2006.

FERREIRA, Isla S. L. **Resíduos de Equipamentos eletroeletrônicos (REEE): Uma análise das legislações Europeia e Brasileira.** 2010. 41 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Técnico de Automação). Instituto Federal da Bahia, Salvador.

HP. **Relatório de sustentabilidade.** 2007. Disponível em: <<http://www.hp.com/hpinfo/globalcitizenship/gcreport/pdf/07brazil-portuguese.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2011.

HP. Site institucional. Disponível em: <<http://www.hp.com>>. Acesso em 22 ago. 2011.

IBM. Site institucional. Disponível em: <<http://www.ibm.com>>. Acesso em 22 ago. 2011.

ITAUTEC. Site institucional. Disponível em: <<http://www.itautech.com.br/pt-br/>>. Acesso em 22 ago. 2011.

LENOVO. Site institucional. Disponível em: <<http://www.lenovo.com>>. Acesso em 22 ago. 2011.

LG. Site institucional. Disponível em: <<http://www.lge.com/br>>. Acesso em 22 ago. 2011.

MACOHIN, Aline. **A sustentabilidade na informática - Reciclagem e eliminação dos produtos tóxicos das peças de computadores.** 2007. Disponível em: <<http://direitoerisco.com/site/artigos/A%20Sustentabilidade%20na%20Inform%20tica%20%96%20Reciclagem%20e%20Elimina%20E7%20dos%20Produtos%20T%20F3xicos%20das%20Pe%20e7as%20de%20Computadores%20-%20Aline%20Macohin.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2011.

MEGAWARE. Site institucional. Disponível em: <<http://www.megaware.com.br/>>. Acesso em 22 ago. 2011.

PHILCO. Site institucional. Disponível em: <<http://www.philco.com.br/>>. Acesso em 22 ago. 2011.

PHILLIPS. Site institucional. Disponível em: <<http://www.philips.com.br/>>. Acesso em 22 ago. 2011.

POSITIVO. Relatório de sustentabilidade. 2011. Disponível em: <<http://www.positivoinformatica.com.br/tiverde/downloads/tiverde.pdf>>. Acesso em: 22 ago.2011.

POSITIVO. Site institucional. Disponível em: <<http://www.mundopositivo.com.br/>>. Acesso em 22 ago. 2011.

QBEX. Site institucional. Disponível em: <<http://www.qbex.com/>>. Acesso em 22 ago. 2011.

SAMSUNG. Relatório de sustentabilidade. 2009. Disponível em: <http://www.samsung.com/br/aboutsamsung/citizenship/download/2009_SustainabilityReport_Eng.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2011.

SAMSUNG. Site institucional. Disponível em: <<http://www.samsung.com>>. Acesso em 22 ago. 2011.

SEMP TOSHIBA. Site institucional. Disponível em: <<http://www.semptoshiba.com.br/>>. Acesso em 22 ago. 2011.

SONY. Site institucional. Disponível em: <<http://www.sony.com>>. Acesso em 22 ago. 2011.

VIVEIROS, Duarte M. B. A. Equipamento informático: **A análise do ciclo de vida e contributo para o “eco-design”.** 2008. Disponível em: <<http://repositorio.uac.pt/bitstream/10400.3/1051/1/DisertMestradoDuarteManuelViveiros2008.pdf>>. Acesso em 08 ago. 2011.

XAVIER, Lúcia H. et al. **Gestão de resíduos electroelectrónicos: mapeamento da logística reversa de computadores e componentes no Brasil.** 2010. Disponível em: <http://www.redisa.uji.es/artSim2010/Gestao/Gest%C3%A3o%20de%20residuos%20electroelectr%C3%B4nicos_mapeamento%20da%20logC3%ADstica%20reversa%20de%20computadores%20e%20componentes%20no%20Brasil.pdf>. Acesso em: 02 ago. 2011.

ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO: COMUNIDADE BARREIRA DO RIO, PERÍMETRO IRRIGADO DE MORADA NOVA - PIMN

A. I. A. Sousa¹ e H. O. Rolim²

¹e²Instituto Federal do Ceará - Campus Limoeiro do Norte
alineisla@hotmail.com – hosineiderolim@yahoo.com.br

RESUMO

O presente artigo constitui-se na análise de água para consumo humano de uma comunidade rural que se encontra localizada em uma área de segregação socioespacial, mas especificamente no Perímetro Irrigado de Morada Nova - PIMN, comunidade Barreira do Rio, que se encontra localizada no setor 01. Objetiva-se no referente trabalho analisar os usos da água para consumo humano fazendo análise dos parâmetros físico-químicos como: cloreto, alcalinidade, dureza, pH, turbidez, cor, nitrato, ferro e análise bacteriológica de coliformes termotolerantes. Foram realizadas atividades de campo com coletas de amostras de água, para analisar as condições das mesmas para o consumo humano, e também entrevistas estruturadas. Com base nas análises das amostras de água concluídas, alguns resultados saíram do Padrão de Potabilidade para consumo humano, e mostraram que a população que consome essa água sofre com os malefícios que a água contaminada trás, fato também perceptível nas entrevistas.

Palavras-chave: água, consumo humano, Barreira do rio

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo debruça-se na análise da água como fator de medição das condições de consumo para uma determinada comunidade, sendo esta a comunidade Barreira do Rio localizada dentro do Perímetro Irrigado de Morada Nova (PIMN) no Setor 01. A referente comunidade encontra-se em baixas condições socioeconômicas, onde grande parte dos moradores tem baixo poder aquisitivo, esse fator servindo como determinante para as condições de consumo da água, sendo utilizada sem nenhum tipo de tratamento, muitos coletando-as diretamente do rio para consumo. A comunidade em questão conforma-se como mão-de-obra agrícola para os irrigantes do PIMN, trabalhando nos lotes, localizados nas proximidades.

Com a falta de saneamento e água tratada, foi constatado por meio de entrevistas que na comunidade há grande incidência de doenças como diarreia, principalmente, nas crianças. Mediante os condicionantes supracitados o presente trabalho visa analisar a utilização da água para consumo humano no Perímetro Irrigado de Morada Nova, Setor 01 – Barreira do Rio, considerando os parâmetros físico-químicos e microbiológicos, como: alcalinidade, cor, turbidez, pH, nitrato, cloretos, dureza, ferro e coliformes termotolerantes.

Foram coletadas águas em quatro pontos estratégicos, sendo três retiradas dos poços subterrâneos e uma do Rio Banabuiú que margeia a comunidade em estudo, totalizando oito frascos de amostras, quatro frascos foram destinados para análise de coliformes e os outros quatro para análise dos parâmetros físico-químicos. Este artigo é fruto de pesquisas realizadas em trabalhos *in loco*, ou seja, pesquisa de campo e de caso com aplicação de entrevistas estruturadas, e posteriormente feito estudos para escolher pontos para a análise de água. O estudo debruça-se na análise de uma comunidade em específico, portanto, se conformando como um estudo que se caracteriza “por ser um método de pesquisa social empírica, cujo interesse está voltado para a história e desenvolvimento de caso: pessoa, família, grupo, instituição social, comunidade, etc.” (BARBOSA, 2001, p. 276).

O trabalho fundamenta-se em autores como, Bouguerra (2004), que relata em seu livro sobre o consumo da água, contaminação, carência e custos. No livro da America Water Works Association (1964) aborda sobre análises de água e tratamento, e outros como Leal (2003), Babbitt, Doland e Lleasby (1967), Barbosa (2001) e o manual da Funasa (2009), que aborda sobre análises de água e seus parâmetros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O recurso hídrico é de importância salutar para a sobrevivência da espécie humana e dos componentes da natureza que o servem com seus recursos. Porém, no que se refere à água para consumo humano é necessário à existência de uma água de boa qualidade que propicie condições favoráveis para seu consumo, ou seja, que não comprometa a saúde e o bem estar de seus consumidores. No livro de publicação técnica da American Water Works Association que intitula-se “Água: tratamento e qualidade” será pontuado que:

[...] aceita-se hoje que a água de abastecimento, destinada tanto ao uso doméstico como às finalidades industriais em geral, deverá ser: limpa, agradável ao paladar, de temperatura razoável, nem corrosiva nem produtora de crostas, não conter minerais de efeitos fisiológicos indesejáveis e livre de microrganismos que produzam infecções intestinais. (1964, p. 28)

Mediante o explicitado, é confirmado que a água precisa estar em condições que beneficiem seus usuários de forma a preservar sua integridade física e biológica. Assim, a poluição desta água acarreta doenças hídricas, sendo que a primeira reconhecida de que a água poluída ou infectada produz efeitos devastadores na saúde humana foi em 1854 durante um surto de cólera em Londres onde Dr. John Snow constatou que a epidemia provinha do braço da bomba do poço contaminado.

Problema mais agravante consiste não somente na qualidade da água, mas a sua utilização em condições impróprias devido a déficit hídrico e a dificuldade de acesso a água potável, porque esta segundo o manual da Funasa para ser potável “[...] não deve conter microorganismos patogênicos e deve estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal” (2009, p.8). Porém, Bouguerra (2004) relata, nem sempre esses quesitos são seguidos, pois:

[...] segundo a ONU, 36.000 pessoas morrem diariamente no mundo por falta de água potável e por carência de saneamento[...] Mais de um bilhão de seres humanos não têm acesso à água potável e outro dois bilhões não dispõem de rede para as águas usadas e água suficiente para uma higiene adequada. A OMS calcula, ainda, 1,5 bilhão o número de seres humanos infectados por parasitas provenientes das matérias fecais” (Bouguerra, 2004, p. 167)

Da mesma forma, Leal (2003) pontua questões que foram levantadas na Conferência da Água de Dublin (1992), onde foi proposto questões para os Governos realizarem referente ao gerenciamento dos recursos hídricos. Entre os pontos propostos, encontra-se a “[...] proteção dos recursos hídricos, da qualidade da água e dos ecossistemas aquáticos e [...] produção sustentável de alimentos e o desenvolvimento rural e oferecimento de água potável e serviços de saneamento no contexto rural.” (2003, p. 68).

Mediante o explicitado, percebe-se o papel que desempenha os Governos, sejam eles Federais, Estaduais ou Municipais, que possuem deveres e responsabilidades tanto no âmbito de políticas públicas para o campo como para a cidade. Na Portaria nº 518 do Ministério da Saúde, que estabelece diretrizes relativas ao controle e a qualidade de água para consumo humano são atribuídos deveres em todos os níveis administrativos.

3. METODOLOGIA

O presente artigo foi produzido mediante revisão bibliográfica, pesquisa de campo e entrevistas estruturadas, sendo que todos os procedimentos metodológicos foram realizados no Perímetro Irrigado de Morada Nova, mais especificamente no Setor 01 – Barreira do Rio.

Os questionários foram aplicados em 45 domicílios da comunidade Barreira do Rio. Deste questionário foram selecionados 04 pontos, sendo que o P1, P2, P3 são água coletadas diretamente nos poços, e o P4 água coletada no rio, onde os moradores da comunidade utilizam para consumo humano e outros fins.

Durante o processo de coleta utilizou-se frascos de plástico para a coleta físico-química e frascos de vidro esterilizados para a coleta microbiológica. Antes de cada coleta nos poços, foi primeiramente feita a limpeza dos orifícios dos canos, com álcool (70%) e algodão, deixando a água escorrer por alguns instantes. Após esse período, foi realizada a coleta, esse procedimento foi feito nos três pontos (P1, P2 e P3) nos poços. Já a amostra do rio (P4) foi coletada da seguinte forma: (a) foi escolhido um ponto representativo no qual os moradores fazem a retirada da água diariamente; (b) a amostra foi recolhida a

aproximadamente 30 cm abaixo d'água, com o fluxo contra a correnteza e (c) com a vedação do frasco de coleta logo em seguida, para que não houvesse contaminação.

Ao término das coletas, todas as amostras foram armazenadas dentro de um isopor com gelo para a preservação, onde posteriormente foram feitas análises no Laboratório de Saneamento – LABOSAM do Instituto Federal do Ceará dos parâmetros, cor, turbidez, pH, alcalinidade, cloreto, dureza, nitrato, ferro e coliformes termotolerantes.

As análises comparativas dos dados fundamentam-se na Portaria nº 518 do Ministério da Saúde, que pontua os parâmetros de aceitação para consumo humano (Tabela 1). As análises também se fundamentaram na comparação dos parâmetros de análise e seus respectivos métodos de determinação que seguiram as recomendações de APHA, 1998.

Tabela 1 – Padrão de Potabilidade dos parâmetros analisados

Cor	Turbidez	pH	Cloreto	Alcalinidade	Dureza	Nitrato	Ferro	CTT
15uH ⁽¹⁾	5 UT ^(1**)	6,0 a 9,5	250 mg/L ^(1**)	(V.N.D.)	500 mg/L ^(1**)	10 mg/L ^(1*)	0,3 mg/L ^(1**)	VMP:Ausência em NMP/100 mL

(1) – De acordo com a Portaria 518/2004.

(1*) – De acordo com a Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde. Art.14 – Padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco a saúde.

(1**) – De acordo com a Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde. Art. 16 – Padrão de aceitação para consumo humano.

(V.N.D.) - Valores Não Determinados pela lei vigente do País.

V.M.P. – Valor Máximo Permitido.

N.M.P – Número Mais Provável.

CTT - Coliformes Termotolerantes

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na comunidade barreira do rio existem aproximadamente 63 casas, mas apenas 45 responderam ao questionário, o restante das casas não foram questionadas por se encontrarem desocupadas no referente momento da entrevista. Dessas 45 foram escolhidas apenas 4 casas para a amostragem, onde optou-se por casas que utilizavam água do poço e/ou rio para beber, cozinhar, atividades domésticas, dessedentação de animais e higiene pessoal. A partir dos critérios expostos foram feitas as coletas das amostras, a qual os resultados encontrados seguem abaixo nas tabelas 2 e 3:

Tabela 2 - Resultado das análises físico-químicas

Amostras	Cor	Turbidez	pH	Cloreto	Alcal. T	Dureza	Nitrato	Ferro
Poço 01 (P1)	100	53,7	7,14	89,67	288,99	176,4	0,09	6,17

Poço 02 (P2)	70	19,4	7,26	149,48	251,12	235,2	0,00	3,13
Poço 03 (P3)	60	20,3	7,38	0,42	378,67	372,4	0,00	2,94
Rio (P4)	40	11,7	7,68	0,16	119,58	113,7	0,01	0,80

Com base nos resultados da, chegou-se as seguintes conclusões:

Com relação ao parâmetro cor, todas as amostras analisadas apresentaram-se fora dos padrões de potabilidade (Tabela 2). A cor da água é proveniente da matéria orgânica como, por exemplo, substâncias húmicas, taninos e também por metais como o ferro e o manganês e resíduos industriais fortemente coloridos. Observou-se que os valores de ferro estavam em concentrações bastante elevadas, o que deve ter contribuído para a elevação da cor. Na comunidade em análise, a maioria dos poços da Barreira do Rio tem capa rosa, quer dizer, excesso de ferro, devido à dissolução do minério pelo gás carbônico da água. O ferro, apesar de não se constituir em um elemento tóxico, traz diversos problemas para o abastecimento público de água, conferindo cor e sabor à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários.

A cor, em sistemas públicos de abastecimento de água, é esteticamente indesejável. A sua medida é de fundamental importância, visto que água de cor elevada provoca a sua rejeição por parte do consumidor e o leva a procurar outras fontes de suprimento muitas vezes inseguras (FUNASA 2009, p. 52).

Os valores de turbidez das águas analisadas também se mostraram fora dos padrões de potabilidade, provavelmente devido a elevada concentração de ferro. A turbidez da água é devido à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência. Pode ser provocada também pela presença de algas, plâncton, matéria orgânica e muitas outras substâncias como o zinco, ferro, manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão ou de despejos domésticos e industriais (FUNASA 2009, p. 58).

De acordo com a dureza, as águas dos poços analisadas se classificam como água dura segundo a escala americana. Os altos valores conferem sabor desagradável à água, o que foi confirmado pelos relatos da comunidade no ato da aplicação do questionário.

Os resultados de pH, cloretos e nitrato mantiveram-se dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº 518 do Ministério da Saúde.

Tabela 3 – Resultado das análises microbiológicas

Amostras	Combinação de positivos	NMP/100ml
----------	-------------------------	-----------

Poço 01 (P1)	0-0-0	0
Poço 02 (P2)	0-0-0	0
Poço 03 (P3)	1-2-0	6
Rio (P4)	5-4-4	350

(NMP) – Número Mais Provável

Nas análises microbiológicas da tabela acima estão os resultados encontrados nos três poços de coleta e na água do rio, como se pode perceber dois pontos analisados apresentaram presença de coliformes termotolerantes. Esse resultado é preocupante, porque a população rural Barreirinha utiliza esta água para diversos fins e sem nenhum tratamento prévio, com a falta de saneamento e água tratada, foi constatado por meio de entrevistas que na comunidade há grande incidência de doenças como diarreia, principalmente, nas crianças. A detecção de coliformes no poço também revela o grau de contaminação, porque normalmente é difícil sua detecção se comparada com a água do rio que está exposta constantemente aos fatores do ambiente. Porém, é preciso ressaltar que os resultados positivos sejam eles elevados ou não, é um agravante, pois, para a água ser potável é preciso ter ausência total de coliformes termotolerantes.

Mediante o exposto, os resultados das análises mostram a zona de risco que se encontram os habitantes desta comunidade, pois embora alguns valores estejam dentro dos padrões de potabilidade, outros revelaram valores inadequados para o consumo humano.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados conclui-se que a comunidade Barreirinha sofre com a falta de políticas públicas, sendo que esta carência de intervenção política causa diversos malefícios para as pessoas que vivem nessa área, como a falta de saneamento básico, água potável e encanada, que produz reflexos na saúde de seus moradores.

Os parâmetros de algumas análises feitas com a água consumida deram valores elevados, acima dos padrões de potabilidade. Isso salienta que deve haver ações pontuais e imediatas para reverter os resultados e que gerem consequências benéficas em longo prazo para a comunidade. Pois no mundo de evolução, globalizado, é inadmissível que no Brasil, um país em desenvolvimento, ainda existam pessoas com esse tipo de carências básicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

AMERICA WATER WORKS ASSOCIATION. **Água: tratamento e qualidade**. Missão norte americana de cooperação econômica e técnica no Brasil – USAID. Rio de Janeiro, 1964.

BABBITT, Harold E, DOLAND, James J, LLEASBY, John L. **Abastecimento de água**. Agência norte americana para o desenvolvimento internacional – USAID. Rio de Janeiro, 1967.

BARBOSA, Arnaldo Parente Leite. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UECE, 2001. 462 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 3ª ed. rev. Brasília: FUNASA, 2009. 144 p.

BOUGUERRA, Mohamed Larbi. **As batalhas da água: por um bem comum da humanidade**. Petrópolis – RJ: Vozes, 2004. Tradução de João Batista Kreuch.

FERREIRA, Fernanda N.; MONTEIRO, Maria I. C.; OLIVEIRA, Nilza, M. M. **Determinação de nitrato em águas minerais pelo método simplificado do salicilato**. Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/publicacao/serie_anais_X_jic_2002/Fernanda.pdf> Acesso em: 09 jul 2011.

LEAL, Antonio Cezar. Gestão urbana e regional em bacias hidrográficas: interfaces com o gerenciamento de recursos hídricos. In: **Recursos hídricos e planejamento urbano e regional**. CARVALHO, Pompeu F. [org.]. Rio Claro: Deplan, UNESP, IGCE, 2003.

ÁGUA PLUVIAL PARA A PRÁTICA DO REÚSO: QUALIDADE PARA ATIVIDADES NÃO POTÁVEIS

Pedro Herlleison Gonçalves Cardoso¹ e Francisca Giselle Cruz²

¹Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e-mail: pedroherlleison@yahoo.com.br

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

RESUMO

Este estudo objetivou caracterizar a água de chuva coletada na área do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFCE) Unidade Juazeiro do Norte, localizada no cariri cearense - Brasil, para a prática do reúso não potável da mesma, possibilitando o atendimento às diretrizes sugeridas pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA). O estudo realizou-se no período de julho de 2008 a janeiro de 2009. Para os exames qualitativos, as amostras de água foram coletadas de uma bateria de cisternas composta de três (03) caixas d'água, sendo que os parâmetros verificados foram a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), os Sólidos Suspensos Totais (SST) e o potencial Hidrogeniônico (pH), além das verificações de Número Mais Provável (NMP) de coliformes fecais, todas seguindo a metodologia descrita em APHA (1998), sendo que após as verificações em laboratórios, todos os valores foram comparados com às diretrizes sugeridas pela USEPA para possível atendimento a tais valores, sendo que todos os resultados atenderam aos valores limite aos quais foram comparados, exceto as verificações de coliformes fecais, que não enquadraram-se as diretrizes no que diz respeito a alguns usos como: uso urbano, agrícola para irrigação de culturas consumidas cruas e o uso recreacional com contato direto. Concluindo, pode-se dizer que, das amostras analisadas, de acordo com os valores comparados, pode-se verificar a adequabilidade da água de chuva à prática do reúso não potável, exceto em três (03) usos verificados, devido à característica bacteriológica, que não atendeu ao valor sugerido pelas diretrizes comparadas, podendo assim causar riscos e danos à saúde da população.

Palavras-chave: Análise de água, água de chuva e reúso de águas.

1. INTRODUÇÃO

A água ocupa um lugar específico entre os recursos naturais. É a substância mais abundante no planeta, embora disponível em diferentes quantidades, em diferentes lugares. Possui papel fundamental no ambiente e na vida humana, e nada a substitui, pois sem ela a vida não pode existir. A água é essencial para a existência e bem-estar do ser humano, devendo ser disponível em quantidade suficiente e boa qualidade como garantia da manutenção da vida. Além de ser ingerida pelo ser humano em quantidade superior a todos os outros alimentos, ela é imprescindível para a sua higiene. Para tanto, é necessário que atenda ao padrão de potabilidade, que são as quantidades limites que, com relação aos diversos elementos, podem ser toleradas nas águas de abastecimento, quantidades definidas geralmente por decretos, regulamentos ou especificações (FREITAS et al., 2002; DONADIO et al., 2005).

Deste modo, com o intuito de atenuar os impactos causados pelas ações antrópicas sobre a água, a busca de fontes alternativas de abastecimento de água torna-se imperativo. É neste sentido que se insere o aproveitamento da água da chuva, que é uma fonte de água disponível, que atualmente não é utilizado em nenhum tipo de aproveitamento, sendo que para a sua utilização, é necessária a instalação de um sistema de captação, de armazenamento e de tratamento, dependendo para a qual finalidade a mesma se dispõe a ser reusada, tornando-se viável a utilização da água da chuva que provavelmente seria desperdiçada. (PHILIPPI et al., 2006; MATSUMURA, 2007; OLIVEIRA JR et al., 2007).

De acordo com o exposto, considerada-se a qualidade da água da chuva nos três momentos distintos de um sistema de aproveitamento, qual seja, a chuva atmosférica ou a chuva após passagem pela área de captação e na cisterna ou reservatório de armazenamento. Para cada nível, a qualidade estará associada a fatores ambientais, tipo e condição da área de captação, material da cisterna e condição de manutenção desta última, minimamente. A utilização da água da chuva requer um controle de sua qualidade e a verificação da necessidade de tratamento, a fim de propiciar segurança à saúde do usuário e o não comprometimento da vida útil dos componentes do sistema de aproveitamento (PHILIPPI et al., 2006).

Portanto, esta pesquisa teve como objetivo geral caracterizar a água de chuva coletada na área do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFCE) Unidade Juazeiro do Norte, visando o atendimento a diretrizes para reúso da mesma, possibilitando o aproveitamento para usos não potáveis. Tendo como objetivos específicos, realizar análises físico-químicas e bacteriológicas da referida água de chuva; e na sequência, comparar os resultados das amostras analisadas com critérios e/ou diretrizes referentes à prática do reúso, para possível atendimento aos mesmos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Água e sua Qualidade

Na ótica da Engenharia Ambiental, o conceito de qualidade da água é muito mais amplo que a simples caracterização da água pela fórmula molecular H_2O . Isto porque a água, devido às suas propriedades de solvente e à sua capacidade de transportar partículas, incorpora a si diversas impurezas, as quais definem a qualidade da água (VON SPERLING, 1996). Ainda relatou que, a qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem. De maneira geral, pode-se dizer que a qualidade de uma determinada água é função do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica. No mesmo raciocínio, Richter & Azevedo Netto (2000) afirmaram que ao contrário do que muitos imaginam, a água é uma substância muito complexa. Por ser um excelente solvente, até hoje ninguém

pôde vê-la em estado de absoluta pureza. Quimicamente sabe-se que, mesmo sem impurezas, a água é a mistura de 33 substâncias distintas.

Segundo Mota (1997), os teores máximos de impurezas permitidos na água são estabelecidos em função de seus usos. Esses teores constituem padrões de qualidade, os quais são fixados por entidades públicas, com o objetivo de garantir que a água a ser utilizada para um determinado fim não contenha impurezas que venham a prejudicá-lo. Os padrões de qualidade da água variam para cada tipo de uso. Assim, os padrões de potabilidade (água destinada ao abastecimento humano) são diferentes dos de balneabilidade (água para fins de recreação de contato primário), os quais, por sua vez, não são iguais aos estabelecidos para água de irrigação ou destinada ao uso industrial. Continuando no mesmo raciocínio o autor afirmou que, [...] os padrões de potabilidade foram estabelecidos, no Brasil, através da Portaria Nº. 518/04 do Ministério da Saúde. A Portaria fixa valores máximos permissíveis para as características físicas, organolépticas, químicas e bacteriológicas da água potável, ou seja, a que pode ser consumida sem causar prejuízos à saúde do homem. Além disso, define critérios para as coletas de amostras e outros requisitos a serem atendidos pela água potável.

Neste contexto, Richter & Azevedo Netto (2000) discorreram que a água pura é um líquido incolor, inodoro, insípido e transparente. Entretanto, por ser ótimo solvente, nunca é encontrada em estado de absoluta pureza, contendo várias impurezas que vão desde alguns miligramas por litro na água da chuva a mais de 30 mil miligramas por litro na água do mar. Dos 103 elementos químicos conhecidos, a maioria é encontrada de uma ou outra forma nas águas naturais. Von Sperling (1996) postula que os diversos componentes presentes na água, e que alteram seu grau de pureza, podem ser retratada, de uma maneira ampla e simplificada, em termos das suas características físicas, químicas e biológicas. Estas características podem ser traduzidas na forma de parâmetros de qualidade da água.

2.2 Reúso de Águas

Em relação ao conceito de reúso, Hespanhol & Gonçalves (2008) relataram que: “A reciclagem ou reúso de água não é um conceito novo na história do nosso planeta. A natureza, por meio do ciclo hidrológico, vem reciclando e reutilizando a água há milhões de anos, e com muita eficiência”. O reúso de água, de forma direta e proposital, passou a ser utilizado frequentemente na década de 1980, quando as águas de abastecimento foram se tornando mais caras, e ao mesmo tempo, pelo fato das altas tarifas e o alto desperdício de água de boa qualidade, vem gradualmente, tornando proibitivo o uso de água potabilizada para processos que não exigem uma água de nobreza maior, tendo em vista que o reúso, até um tempo atrás, era considerado como uma opção diferente e exótico, sendo que, atualmente é uma alternativa que não pode ser ignorada (MANCUSO & SANTOS, 2003).

Com base no ciclo hidrológico, a água é um recurso renovável. Quando reciclada por meios de sistemas naturais, é um recurso limpo e seguro que é, pela atividade antrópica, deteriorada com níveis diferentes de poluição. Entretanto, uma vez poluída, a água pode ser recuperada e reusada para fins benéficos diversos. A qualidade da água utilizada e o objeto específico do reúso estabelecerão os níveis de tratamento recomendados, os critérios de segurança a serem adotados e os custos de capital, além da operação e manutenção. As possibilidades e maneiras de reúso fazem parte, evidentemente, de características, condições e fatores locais, tais como decisão política, esquemas institucionais, disponibilidade técnica e fatores econômicos, sociais e culturais (BRAGA et al., 2005).

2.2.1 Aproveitamento da Água de Chuva

A água, recurso natural essencial à vida, ao bem-estar e ao desenvolvimento econômico começou a ser objeto de debates e tornou-se preocupação mundial no momento em que as análises mundiais

mostraram um crescimento populacional acelerado e um aumento na degradação dos recursos naturais. A água tornou-se, com efeito, a precursora da consciência ambiental, que entre os recursos naturais que o homem dispõe é um dos mais importantes sendo indispensável para a sua sobrevivência. Ela sempre foi percebida como um recurso natural renovável, infinito e disponível as nossas necessidades (MOTA, 1995; LUNA, 2007).

Com o intuito de atenuar os impactos causados pelas ações antrópicas sobre a água, a busca de fontes alternativas de abastecimento de água torna-se imperativo. É neste sentido que se insere o aproveitamento da água da chuva. A água de chuva é uma fonte de água disponível, que atualmente não é utilizado em nenhum tipo de aproveitamento desse recurso, sendo que para a sua utilização, é necessária a instalação de um sistema de captação, de armazenamento e de tratamento, dependendo para a qual finalidade a mesma se dispõe a ser reusada (PHILIPPI et al., 2006; MATSUMURA, 2007).

2.2.1.1 Qualidade das Águas de Chuva

O passo inicial para o aproveitamento de água de chuva consiste em desenvolver coletores de água nas coberturas, dimensionados de tal forma que levem em consideração os valores de precipitação da região e que separem as águas iniciais de chuva, devido à concentração de substâncias sólidas depositadas pelo vento e por pássaros. Essas águas seriam desviadas do reservatório através de um dispositivo que disporia, no final do coletor, de uma válvula para o descarte desse primeiro fluxo, onde recomenda-se que seja descartado em torno de 0,3 a 0,5 mm da precipitação que deve ser desviada do reservatório para obtenção de uma água de melhor qualidade (TOMAZ, 2003 apud SANTOS et al., 2009).

A qualidade da água da chuva deve ser considerada nos três momentos distintos de um sistema de aproveitamento de água de chuva, qual seja, a chuva atmosférica, a chuva após passagem pela área de captação e na cisterna ou reservatório de armazenamento. Para cada nível, a qualidade estará associada a fatores ambientais, tipo e condição da área de captação, material da cisterna e condição de manutenção desta última, minimamente. A utilização da água da chuva requer um controle de sua qualidade e a verificação da necessidade de tratamento, a fim de propiciar segurança à saúde do usuário e o não comprometimento da vida útil dos componentes do sistema de aproveitamento (PHILIPPI et al., 2006).

Entre os diversos materiais e substâncias que se pode encontrar presentes na superfície de captação, podem-se citar, fezes de aves e roedores, animais mortos em decomposição, poeira, folhas e galhos de árvores, entre outros que ocasionam tanto a contaminação por compostos químicos quanto por agentes patogênicos. Isso reforça a ação de eliminar-se a primeira água da chuva ou água de descarte. A água de chuva coletada no telhado contém uma série de microrganismos, alguns naturais, carregados pelo vento, e outros, que proliferaram no próprio meio. O controle dessa população bacteriana é de fundamental importância, visto que densidades elevadas de microrganismos na água podem determinar a deterioração da sua qualidade (Rebello, 2004 apud Philippi et al., 2006; TORDO, 2004).

3. METODOLOGIA

O estudo foi realizado na área do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFCE) Unidade Juazeiro do Norte, localizado no município de Juazeiro do Norte - Ceará. Instalou-se junto ao terceiro bloco de salas de aula uma bateria de cisternas composta de três caixas d'água, em paralelo,

devidamente tampadas; duas com volume de 250 litros e uma com volume de 300 litros, todas em polietileno. A água foi captada diretamente para os reservatórios citados, sendo que as mesmas não chegaram a transbordar, pois houve um controle neste aspecto.

As coletas foram realizadas no período de julho de 2008 a janeiro de 2009. Totalizando cinco (05) coletas (consideradas neste estudo), sendo duas (02) de análises físico-químicas (meses de julho e agosto), duas (02) de análises físico-químicas e bacteriológicas (meses de setembro e outubro) e uma (01) de análises bacteriológicas (mês de janeiro).

A amostragem sucedeu-se em um (01) ponto de coleta referente à água, sendo que, por se tratar de três (03) caixas de água de chuva, realizou-se uma amostra composta, tendo como volume total da amostra de dois (02) litros.

Afim de conhecer as características físico-químicas e bacteriológica das amostras coletadas, as mesmas foram submetidas às análises realizadas no Laboratório de Análises Físico-químicas de Águas e Efluentes (LAAE) e no Laboratório de Análises Microbiológicas de Águas e Efluentes (LAMA E), respectivamente, pertencentes à Faculdade de Tecnologia CENTEC Cariri, em Juazeiro do Norte – CE, sendo que todos os procedimentos analíticos realizados encontram-se descritos em American Public Health Association / Standart Methods For The Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998).

Todos os resultados (valores) obtidos foram comparados com as Diretrizes da USEPA, para a possibilidade de que está água de chuva, seja reutilizada. Sendo que tais valores obtidos das verificações das amostras, devem atender aos padrões (Quadro 01) para que a mesma não venha a causar danos à saúde.

Tipos de Reúso	Parâmetro	Padrões
Urbano	pH DBO Coliformes Fecais	6 a 9 ≤ 10 mg/L Ausentes
Irrigação de áreas de acesso restrito ao público	pH DBO Sólidos Suspensos Coliformes Fecais	6 a 9 ≤ 30mg/L ≤30 mg/L ≤ 200/100ml
Agrícola para irrigação de culturas consumidas cruas	pH DBO Coliformes Fecais	6 a 9 ≤ 10 mg/L Ausentes
Agrícola para irrigação de culturas consumidas cozidas	pH DBO Sólidos Suspensos Coliformes Fecais	6 a 9 ≤ 30mg/L ≤30 mg/L ≤ 200/100ml
Agrícola para irrigação de culturas não comestíveis	pH	6 a 9

	DBO	≤ 30mg/L
	Sólidos Suspensos	≤30 mg/L
	Coliformes Fecais	≤ 200/100ml
Recreacional (contato direto)	pH	6 a 9
	DBO	≤ 10 mg/L
	Coliformes Fecais	Ausentes
Paisagístico (sem contato do público)	DBO	≤ 30 mg/L
	Sólidos Suspensos	≤ 30 mg/L
	Coliformes Fecais	≤ 200/100ml
Industrial, para resfriamento sem recirculação	pH	6 a 9
	DBO	≤ 30mg/L
	Sólidos Suspensos	≤ 30 mg/L
	Coliformes Fecais	≤ 200/100ml

Quadro 01 – Algumas Diretrizes sugeridas pela USEPA para Reúso

Fonte: Modificado de RODRIGUES (2005).

Legenda: pH - potencial Hidrogeniônico; DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 01 estão reportados os resultados da caracterização das amostras analisadas, no que diz respeito aos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos.

Para os valores de pH percebe-se que estes variaram de 7,20 a 7,70 (Tabela 01) com média 7,56. Verifica-se que tais valores concentram-se na faixa neutra que, provavelmente, podem ser explicados considerando que a água de chuva sofrera mudanças de pH, pelo fato do armazenamento e do tempo de coleta (mais de quatro meses).

De acordo com Andrade & Sarno (1990) apud Philippi et al. (2006), o valor normal do pH da água da chuva pode ser considerado 5,60, tendo em vista a elevada concentração CO₂ atmosférico, que é resultado da acidificação do vapor d'água que precipita na forma de chuva. Nota-se que o valor citado está abaixo do verificado neste estudo, provavelmente devido ao tempo de armazenamento.

Em estudos sobre água de chuva, Jordão (2006) verificou que a mesma apresentou qualidade satisfatória, porém, torna-se contaminada após passagem pela superfície de captação, sendo que, a acumulação em reservatórios tende a fazer aumentar a DBO, verificando necessário que o reservatório não receba luz solar, e seja fechado, a fim de minimizar a geração de algas; sendo que as condições de armazenamento utilizada neste trabalho são semelhantes às citadas pelo autor supra citado, bem como a qualidade da água. Sendo que a DBO da água possa ter sofrido um acréscimo, pois a mesma fora coletada em períodos chuvosos, que na cidade em estudo, Juazeiro do Norte – CE, geralmente acontece no primeiro semestre do ano, e as análises foram realizadas no segundo semestre do ano.

Com relação aos valores obtidos dos sólidos suspensos totais, verificou-se concentração média de 3,50 mg/l (Tabela 01). Em estudo de qualidade da água de chuva publicado por May (2004), verificou

valores de 75 mg/l, 46 mg/l e 19 mg/l. Comparando os resultados, percebe-se que o valor médio do presente estudo está bem abaixo do verificado por May (2004). Sendo que Philippi et al. (2006) atribui e associa a presença de sólidos em suspensão ou dissolvidos na água de chuva, à presença de poluentes atmosféricos, poeiras e fuligens que entram em contato com a água através da superfície de captação.

Com relação aos coliformes fecais, no presente estudo foram encontrados este tipo de bactérias, o que pode ser explicado considerando o fato do não descarte das primeiras águas, onde provavelmente a mesma deva possuir alguns poluentes e contaminantes. Philippi et al. (2006) recomendaram descartar as primeiras águas coletadas por conter todos os poluentes existentes no ar, além dos contaminantes presentes no processo de captação.

De acordo com a caracterização realizada, pode-se verificar a qualidade da água da chuva pela característica dela que enquadra-se no perfil para reúso, estando apta a adequações dependendo do uso pretendido ao reúso da mesma.

Diante do exposto, nota-se que esta água serve para a prática do reúso, sendo uma alternativa para a melhoria do uso das águas mais nobres, segundo Philippi et al. (2006) a água de chuva também pode ser utilizada em sua fase única, principalmente nas áreas urbanas, para fins não potáveis, como lavagem de roupas, descarga de sanitários, rega de jardins, lavagem de pisos e automóveis, podendo inclusive ser aproveitada pela indústria, tendo em vista, que a amostra de água de chuva do presente estudo, enquadrou-se em alguns critérios para a prática do reúso, como por exemplo, pH e sólidos suspensos totais, para uso agrícola, ambiental e industrial.

Tabela 01 – Valores Verificados das Análises físico-químicas e bacteriológicas

	Média ⁽⁵⁾	Mínimo	Máximo
pH ⁽¹⁾	7,56	7,20	7,70
DBO ⁽²⁾	9,83	7,92	11,74
SST ⁽³⁾	3,50	1,00	7,00
Coliformes Fecais ⁽⁴⁾	7,70	1,80	33,00

Legenda: ⁽¹⁾ – potencial hidrogeniônico; ⁽²⁾ – Demanda Bioquímica de Oxigênio; ⁽³⁾ – Sólidos Suspensos Totais; ⁽⁴⁾ Número Mais Provável por 100ml, valores obtidos utilizando Média Geométrica; ⁽⁵⁾ Média dos valores verificados das análises.

Os resultados obtidos expressam a viabilidade técnica para reutilização desta água da chuva, sendo necessários, em alguns casos, tratamentos adicionais, dependendo de como essa amostra será reusada.

Em relação a DBO, pH e SST notou-se que houve o atendimento integral aos valores limite sugeridos pela USEPA. No que diz respeito aos valores de coliformes fecais, todas as amostras analisadas de água de chuva, atenderam aos valores limites, exceto para uso urbano, agrícola de irrigação de culturas consumidas cruas e recreacional com contato direto, que exigem ausência total de coliformes fecais.

5. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

De acordo com a caracterização realizada, pode-se dizer que, das amostras analisadas, de acordo com os valores comparados, pode-se verificar a adequabilidade da água de chuva à prática do reúso não potável, exceto em três usos verificados, devido à característica bacteriológica, que não atendeu ao valor sugerido pelas diretrizes comparadas, podendo assim causar riscos e danos à saúde da população.

Para pesquisas futuras, recomenda-se: realizar novos testes de análise físico-química e principalmente bacteriológico, sendo que em novos testes sejam descartadas as primeiras águas de chuva coletadas, pelo fato de que as mesmas trazem consigo todos os poluentes contidos no ar entre outros tipos de poluição; sendo que em novos testes sejam realizadas em forma de monitoramento quinzenal ou mensal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION). **Standard methods for the examination of water and wastewater**; 19th ed. Washington, D, C., 1998.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L de.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318p.

DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; PAULA, R. C. de. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego rico, São Paulo, Brasil. **Rev. Eng. Agríc.**, Jaboticabal, 25(1):115-125, 2005.

FREITAS, V. P.S.; BRÍGIDO, B. M.; BADOLATO, M. I. C.; ALABURDA, J. Padrão físico-químico da água de abastecimento público da região de Campinas. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, 61(1):51-58, 2002.

HESPANHOL, I.; GONÇALVES, O. M. **Conservação e Reúso de água**: Manual de Orientações para o Setor Industrial. Centro Internacional de Referência em Reúso de Água / FCTH – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/publicacoes/pdf/ambiente/reuso.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2008.

JORDÃO, E. P. Análise Crítica. In: GONÇALVES, R. F. (Coord.). **Uso Racional da Água em Edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 352p.

LUNA, R. M. **Desenvolvimento do Índice de Pobreza Hídrica (Iph) para o Semi-Árido Brasileiro**. 2007. 132 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007. Disponível em: <http://www.teses.ufc.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1316>. Acesso em 20 set. 2008.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F dos. A escassez e o reúso de água em âmbito mundial. In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F dos. (ed.). **Reúso de Água**. Barueri, SP: Manole, 2003. 579p.

MATSUMURA, E. M. **Perspectiva para conservação e reúso de águas na indústria de alimentos – Estudo de uma unidade de processamento de frangos**. 2007. 249f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-04072007-125053/>>. Acesso em: 22 dez. 2008.

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. 189f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-02082004-122332/>>. Acesso em: 03 de jan. 2009.

MOTA, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**. Rio de Janeiro: ABES, 292p. 1997.

MOTA, S. **Preservação e Conservação dos Recursos Hídricos**. 2ªed.Ver. E atualizada. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

OLIVEIRA JR. J. L.; DA SILVA, C. L.; DE SOUZA, T. L. C; SANTOS, F. da S. Estudo do potencial de reúso integrado de águas pluviais e residuárias no campus do Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará – uned Juazeiro do Norte – CE. In: II Jornada de Tecnologia dos Centros Federais de Educação tecnológica. **Anais...** São Luiz: 2007.

PHILIPPI, L. S.; VACCARI, K. P.; PETERS, M. R.; GONÇALVES, R. F. Aproveitamento da Água de Chuva. In: GONÇALVES, R. F. (Coord.). **Uso Racional da Água em Edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 352p.

RICHTER, C.A.; AZEVEDO NETTO, J.M de. **Tratamento de água – Tecnologia atualizada**. 3ª reimpressão. São Paulo, SP: Editora Edgard Blücher Ltda, 2000.

RODRIGUES, R dos. S. **As dimensões legais e institucionais do reuso de água no Brasil**: Proposta de regulamentação no Brasil. 2005. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-03112005-121928/>>. Acesso em: 14 out. 2008.

SANTOS, C. A. G.; MAGNO, K.; PALMEIRA, M.; DANTAS, R.; BRAGA, I. Y. de L. G. Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis. In: ENCONTRO DE EXTENSÃO [da UFPB-PRAC], 10. **Anais...** Disponível em: <http://www.prac.ufpb.br/anais/xenex_xienid/x_enex/ANAIS/Area5/5CTDECPEX02.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2009.

TORDO, O. C. **Caracterização e avaliação do uso de águas de chuva para fins potáveis**. 2004. 120f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Regional de Blumenau, Blumenau. Disponível em: <http://proxy.furb.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=29>. Acesso em: 05 jan. 2009.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte, MG. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; UFMG. 2 ed, 1996.

ANÁLISE DA QUALIDADE DO EFLUENTE DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO – ETE BREJO COMPRIDO E DE SEU CORPO RECEPTOR, O CÓRREGO BREJO COMPRIDO

Cláudia da Silva Aguiar Rezende¹; Giulliano Guimarães Silva¹; Raoni de Paula Fernandes;

¹Instituto Federal do Tocantins - Campus Palmas

¹Claudia@ifto.edu.br ²giulliano.silva@ifto.edu.br

RESUMO

Dados de qualidade subsidiam o conhecimento do potencial hídrico de uma região, e com a atual discussão mundial sobre a utilização das águas dos rios, lagos, represas e aquíferos que são parte das atividades humanas de abastecimento/consumo, assim como para as atividades sócio-econômicas, se faz necessário haver estudos que venham acrescentar dados para uma melhor distribuição dos recursos hídricos. Com o crescimento da cidade de Palmas-TO e a diminuição da vazão do córrego Brejo Comprido, foi observado que a capacidade de autodepuração do manancial tem sido comprometida para absorver as cargas de efluentes. Por este motivo torna-se necessário a realização de projetos que proporcionem um levantamento dos parâmetros físico-químico e biológico para subsidiar na gestão da bacia. Desta forma, foi analisada a qualidade do efluente da ETE Brejo Comprido e seu corpo receptor no ano de 2009 para acrescentar um acervo de dados. Nessa etapa o sistema apresentou uma eficiência de remoção de matéria orgânica de 80,70%, evidenciando que o Córrego Brejo Comprido ainda apresenta restrições quanto à autodepuração da carga orgânica atualmente lançada. Para os demais parâmetros previstos pela legislação ambiental, o sistema em estudo atendeu na maior parte do período analisado eficiência de remoção, conforme preconizado pela legislação

Palavras-chave: qualidade; efluente; corpo receptor; Brejo Comprido.

1. INTRODUÇÃO

As águas superficiais e subterrâneas são utilizadas para diversas atividades humanas, destacando o abastecimento (consumo) e para as atividades que envolvem a sociedade e o desenvolvimento econômico (AMBIENTE BRASIL, 2010).

A quantidade total de água do planeta Terra é constante, variando apenas de estado físico e a forma como é encontrada na natureza (PHILIPPI JR., 2005, p. 118). Cerca de 70% da superfície do planeta é formada por água, sendo que a sua disponibilidade é um dos fatores mais importantes a moldar os ecossistemas. A disponibilidade de água significa que ela está presente não somente em quantidade adequada em uma dada região, mas também que sua qualidade deve ser satisfatória para suprir as necessidades de um determinado conjunto de seres vivos (BRAGA et. all., 2002, p. 73).

As fontes hídricas são abundantes, porém mal distribuídas na superfície do planeta. Em algumas áreas há uma oferta menor do que a demanda, dessa forma produzindo um desequilíbrio nos recursos hídricos disponíveis. Tal situação prejudica o desenvolvimento sócio-econômico de algumas regiões, logo há uma degradação do ecossistema aquático e uma restrição para o atendimento das necessidades humanas (AMBIENTE BRASIL, 2010). Desde primórdios até os tempos contemporâneos os recursos hídricos são de fundamental importância no desenvolvimento de diversas atividades humanas.

A utilização de métodos para o tratamento da água é viável, porém, podem produzir problemas cujas soluções são difíceis, pois afetam a qualidade do meio ambiente, a saúde pública e outros serviços. Logo a determinação da qualidade de um curso d'água é de total importância para saber a capacidade limite de cargas a receber após a emissão do esgoto tratado de uma Estação de Tratamento, requerendo assim, que a qualidade para lançamento no manancial deverá ser compatível com a capacidade de autodepuração.

Há duas formas de caracterizar os recursos hídricos, sendo em relação à sua quantidade e com relação à sua qualidade, estando essas características intimamente relacionadas. A qualidade da água depende diretamente da quantidade de água existente para dissolver, diluir e transportar as substâncias benéficas e maléficas para os seres que compõem as cadeias alimentares (BRAGA et. all., 2002, p. 73).

Para se avaliar a qualidade ambiental como um todo é preciso obter informações que estejam integradas entre os fatores bióticos e abióticos que regem o funcionamento do ecossistema (AMBIENTE BRASIL, 2010). A autodepuração consiste no corpo d'água, ao receber o lançamento dos esgotos, sofre uma deterioração da sua qualidade. No entanto, através de mecanismos puramente naturais, a qualidade do corpo receptor volta a melhorar, trazendo de volta um equilíbrio ao meio aquático. No entanto, este processo pode necessitar de dezenas de quilômetros, dependendo das características do corpo receptor, sendo que uma dessas características é a vazão e a qualidade dos efluentes neles contidos (BARROS, 1995).

A Estação de Tratamento do Brejo Comprido tem hoje cerca de 5.683 ligações de esgoto e em conjunto com mais outras três estações: Prata, Aurenly e Vila União é responsável pelo tratamento de 41% do esgoto sanitário da Capital do Tocantins, que vão parar nas redes coletoras da Saneatins. No projeto inicial do Plano Diretor de esgoto de Palmas, estava previsto o funcionamento de duas bacias, a do Aurenly e da Vila União. As estações do Prata e do Brejo Comprido eram provisórias, porém, com a construção do Lago de Lajeado não foi possível desativar estas estações, tendo em vista outro agravante, o crescimento de ações antrópicas

que tem provocado a diminuição da vazão do Córrego Brejo Comprido. Com isso, tem provocado a diminuição de sua capacidade suporte para diluir o efluente lançado nas suas águas. A maior consequência é a queda de demanda de oxigênio, sendo que o perigo de perda de sua vida aquática que tem aumentado consideravelmente (MPE-TO, 2007).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade do efluente gerado na ETE Brejo Comprido no período de janeiro de 2009 a dezembro de 2009, correlacionando os dados de monitoramento com a legislação ambiental vigente, bem como os seus efeitos sobre a qualidade da água do seu corpo receptor

3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

O Córrego Brejo Comprido está inserido em um dos locais turísticos mais visitados de Palmas, já que no Parque Cesamar, local de descanso e reserva florestal dentro do Município, tem um lago formado principalmente pelo barramento desse curso d'água. A Estação de Tratamento de Esgoto Brejo Comprido deve ter seus efluentes a ser lançados no Córrego Brejo Comprido dentro da capacidade suporte do mesmo. A montante da ETE, no Córrego Brejo Comprido, é feita a captação de água, por parte da Prefeitura de Palmas, para ser utilizada na irrigação de praças e jardins locais conforme a Figura 01.



Figura 1 - Córrego Brejo Comprido e suas influências urbanas (Fonte: Google Earth, 2010).

3.2 Características da ETE Brejo Comprido

A Estação de Tratamento de Esgoto - ETE Brejo Comprido (Figura 2) está localizada em Palmas, capital do Estado do Tocantins, entre as Quadras 107 Norte e 109 Norte, próxima a Avenida JK, e atende a população da bacia do Córrego Brejo Comprido, possuindo 5.683 ligações.

A Estação de Tratamento de Esgoto Brejo Comprido opera com um sistema composto por:

- Tratamento preliminar (gradeamento, desarenador, caixa retentora de óleo);
- Tratamento primário (reator anaeróbio);
- Pós-tratamento (Flotação com ar dissolvido), onde ocorre a adição de cloreto férrico e polímero para a remoção de nutrientes;
- Além disso, lança seu efluente final no córrego Brejo Comprido, afluente do reservatório da UHE Luis Eduardo Magalhães (Figura 3).



Figura 2 - Vista Geral da ETE Brejo Comprido.



Figura 3 – Ponto de lançamento do efluente tratado no Córrego Brejo Comprido.



Figura 4 - Córrego Brejo Comprido e Parque Cesamar.

3.3 Métodos de Análise da Qualidade do Efluente

Para a análise das concentrações emitidas no efluente e para avaliação da qualidade do corpo receptor foram levantados os dados de monitoramento mensal da ETE e do córrego Brejo Comprido. Tais dados foram fornecidos pela Cia. de Saneamento do Tocantins – SANEATINS, que realiza o monitoramento previsto no processo de licenciamento ambiental, referentes ao período de Janeiro a Dezembro de 2009.

Para analisar os referidos parâmetros no efluente e no corpo receptor da ETE foi utilizado como referência os limites preconizados pela resolução CONAMA 357/05, cujos parâmetros de interesse e os referidos valores são apresentados na Tabela 01.

Tabela 1 – Padrões de Lançamento em Minas Gerais – COPAM DN 10/86 E DN 046/01

Parâmetros	Unidade	Águas Doces Classe 2
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	60
Sólidos Sedimentáveis	mg/L	60/100
Sólidos Totais	-	-

Fonte: Von Sperling, 2005.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Efluente da ETE Brejo Comprido

De acordo com os resultados das análises apresentadas, no que se refere aos padrões de lançamento dos parâmetros previstos pela resolução CONAMA 357/2005, observou-se que o parâmetro de Sólidos Sedimentáveis apresentou-se fora dos padrões da referida norma nos meses de março, junho, julho, agosto e outubro (Figura 5), sendo o valor máximo permitido 1,0 mL/L.

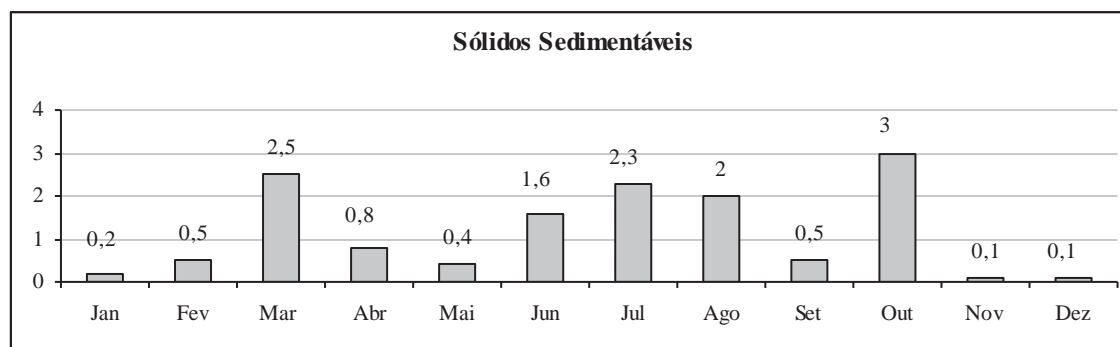


Figura 5: Variação temporal da concentração de sólidos sedimentáveis no efluente da ETE Brejo Comprido.

Quanto aos outros parâmetros de lançamento apresentados, estes não são descritos na resolução CONAMA 357 de 2005 ou em outras legislações estaduais ou municipais, o que dificulta a análise dos mesmos.

No entanto, alguns desses parâmetros merecem destaque, seja pelas concentrações lançadas ou pelas características do corpo receptor.

A concentração da DBO efluente apresentou média de 55mg/L no primeiro semestre, valor que atenderia ao limite de 60 mg/L. Este limite para DBO é encontrado em alguns Estados que possuem Legislação própria. A eficiência na remoção da DBO ficou em média de 87,16%. Já no segundo semestre a concentração da DBO efluente apresentou média de 126,66mg/L, valor acima do limite de 60 mg/L. A eficiência na remoção da DBO ficou em média de 74,25%, o que confirma os níveis elevados de concentração do parâmetro no lançamento (Figura 6).

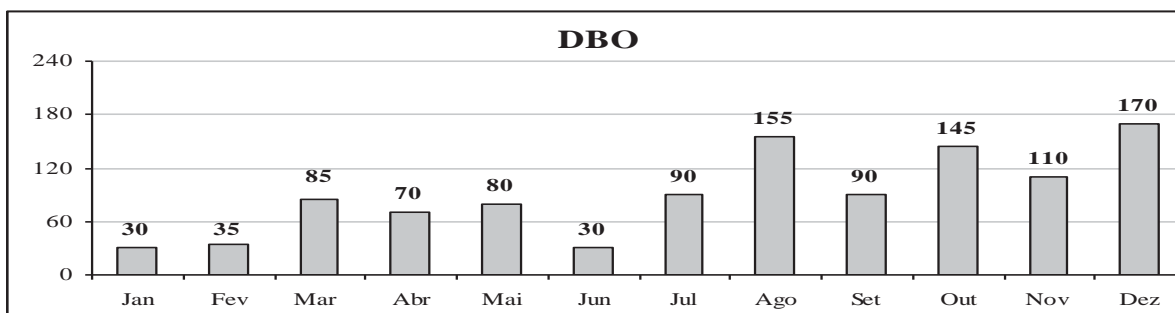


Figura 6: Variação temporal da concentração de DBO no efluente da ETE Brejo Comprido.

Observou-se também baixa eficiência na remoção de sólidos totais, apresentando no primeiro semestre a média de 47,24% de remoção. Além disso, verificou-se a baixa eficiência na remoção de sólidos totais no segundo semestre, apresentando 23,71% em média de remoção (Figura 7). Para o recurso hídrico, o aporte excessivo de sólidos pode causar danos aos peixes e à vida aquática, uma vez que eles podem se sedimentar no leito dos rios, destruindo organismos que fornecem alimentos, além de reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia.

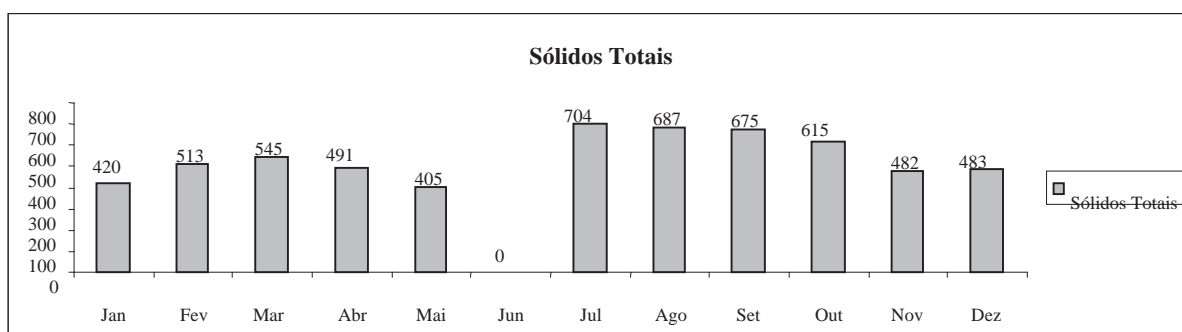


Figura 7: Variação temporal da concentração de Sólidos Totais no efluente final da ETE Brejo Comprido.

4.2 Corpo Receptor: Córrego Brejo Comprido

O Córrego Brejo Comprido, assim como os demais recursos hídricos de superfície do Estado ainda não foram realizados os seus enquadramentos, conforme previsto na resolução CONAMA 357/2005, em classes de qualidade. Sendo assim, a legislação prevê que o mesmo seja considerado como classe II. Cabe ressaltar que o referido córrego é um manancial urbano de pequeno porte e vem sofrendo grande pressão antrópica no decorrer dos anos.

De acordo com os resultados das análises apresentadas, no que se refere aos padrões de qualidade de água previstos pela resolução CONAMA 357/2005 para águas de classe II, foi observado que o pH e a turbidez se mantiveram dentro dos limites exigidos em todo período analisado à montante do lançamento, sendo a média do pH de 5,86 e da turbidez de 36,38 unt.

Quanto ao Oxigênio Dissolvido, foi verificado que o corpo hídrico apresentou baixas concentrações a jusante, estando não conforme a legislação em quase todas as amostras apresentadas (Figura 8), sendo o valor preconizado de maior que 5,0 mg/L O₂. Verificando que a montante o Córrego apresenta boa quantidade de Oxigênio Dissolvido na água.

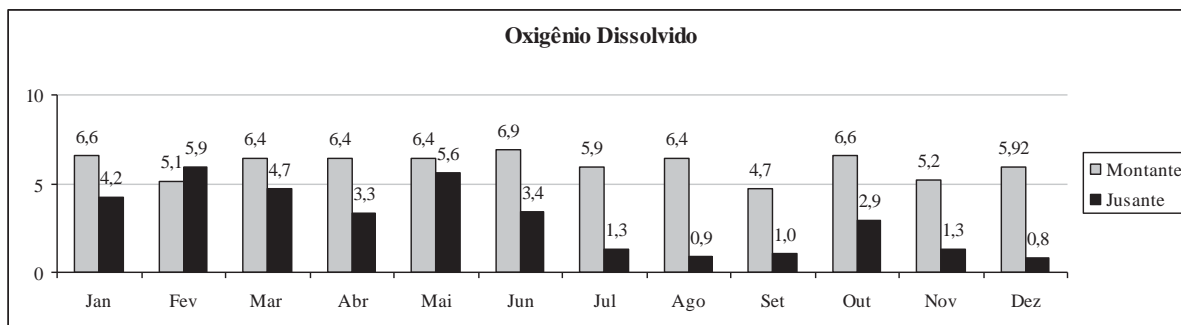


Figura 8: Variação temporal da concentração de Oxigênio Dissolvido no corpo hídrico receptor a montante e a jusante do lançamento da ETE Brejo Comprido.

Os resultados da DBO para o primeiro semestre de 2009, a jusante do ponto de lançamento, nos meses de fevereiro, março e abril indica inconformidade do corpo hídrico com a norma pertinente, conforme Figura 5. Observando a média dos meses analisados, a DBO apresentou-se acima do limite estabelecido pelo CONAMA a jusante, com média de 5,58 mg/L O₂ (Figura 9).

Já para o segundo semestre os resultados da DBO para jusante nos meses de setembro e outubro indicaram inconformidade do corpo hídrico com a norma pertinente, conforme Figura 5, outro indicador do comprometimento do corpo receptor devido à baixa eficiência da remoção dos Sólidos Totais e DBO do efluente lançado (Figura 12).

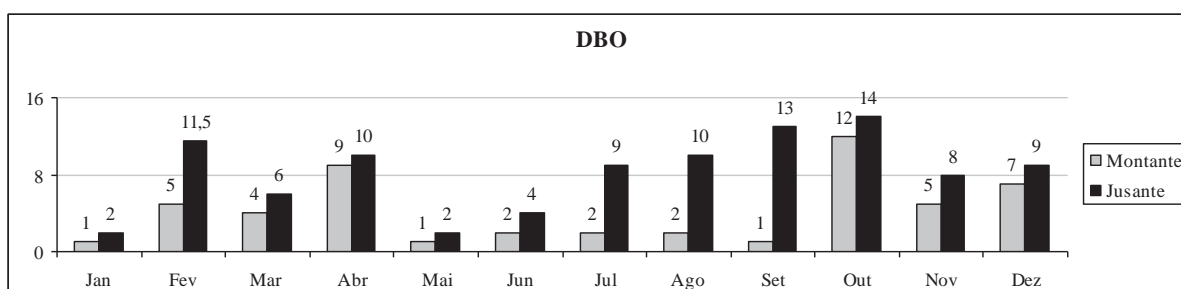


Figura 9: Variação temporal da DBO no corpo hídrico receptor a montante e a jusante do lançamento da ETE Brejo Comprido.

Quanto ao parâmetro de coliformes termotolerantes, a legislação preconiza que para os demais usos, com exceção de balneabilidade, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 ml em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Sendo assim, obteve-se:

Tabela 3: NMP de coliformes termotolerantes em 100 ml de água a montante e jusante do lançamento da ETE Brejo Comprido.

Mês/Ano	Montante	Jusante
jan/09	$1,70 \times 10^3$	$5,0 \times 10^4$
fev/09	$2,5 \times 10^4$	$4,07 \times 10^5$
mar/09	$1,59 \times 10^3$	$1,70 \times 10^4$
abr/09	$1,30 \times 10^3$	$3,50 \times 10^3$
mai/09	$4,00 \times 10^3$	$6,05 \times 10^3$
jun/09	$5,00 \times 10^2$	$6,00 \times 10^2$
jul/09	$3,5 \times 10^2$	$1,1 \times 10^3$
ago/09	$2,85 \times 10^2$	$5,5 \times 10^2$
set/09	$2,0 \times 10^2$	$8,0 \times 10^3$
out/09	$1,4 \times 10^2$	$9,0 \times 10^3$
nov/09	$3,0 \times 10^2$	$1,05 \times 10^3$
dez/09	$2,2 \times 10^2$	$8,0 \times 10^2$

Fonte: Saneatins, 2009

De acordo com o quadro, observa-se que a montante apresenta 41,66% das suas amostras fora do padrão estabelecido pela norma. Já a jusante da ETE 75% das amostras do corpo hídrico estão fora dos padrões estabelecidos.

Com relação aos nutrientes, as concentrações de fósforo e nitrogênio são preocupações constantes do órgão de controle ambiental, uma vez que o corpo receptor (Córrego Brejo Comprido) é afluente do reservatório da UHE Luis Eduardo Magalhães, que é um ambiente propício ao desenvolvimento de processos de eutrofização.

Para o primeiro semestre, em janeiro, fevereiro e março de 2009, não foi possível realizar o estudo das concentrações de fósforo total, prejudicando a avaliação do período. Observou-se uma boa eficiência de remoção do sistema de tratamento para este parâmetro, sendo na faixa de [0,05 – 0,2]. Para a padronização e preconiza um limite máximo de 0,1 mg/L para ambientes lênticos e tributários de ambientes intermediários (Figura 6).

Já para o segundo semestre, em dezembro de 2009, também não foram realizadas as concentrações de fósforo total. Observou-se uma baixa eficiência de remoção do sistema de tratamento para este parâmetro, sendo na faixa de [0,004 – 0,56]. A legislação preconiza um limite máximo de 0,1 mg/L para ambientes lênticos e tributários de ambientes intermediários (Figura 10).

A jusante, em todo o período avaliado, esteve com limites acima do permitido comprometendo a qualidade do corpo hídrico (Figura 10).

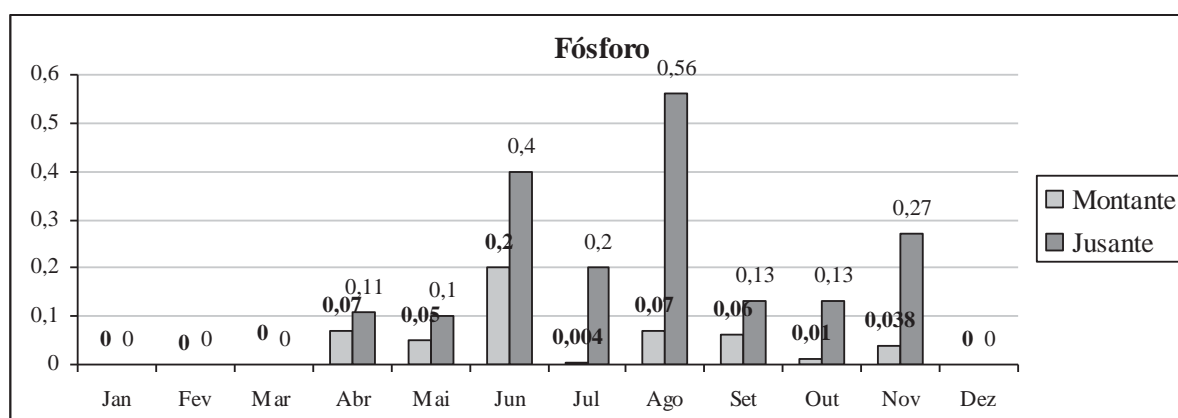


Figura 10: Variação temporal do Fósforo no corpo hídrico receptor a montante e a jusante do lançamento da ETE Brejo Comprido.

O pH apresentou conformidade em quase todo o período apresentado, já que segundo Barros (1995, p.142) o padrão de lançamento para o pH deve ser de 6 a 9. Entretanto, foi observado uma alteração no mês de junho (Figura 11).

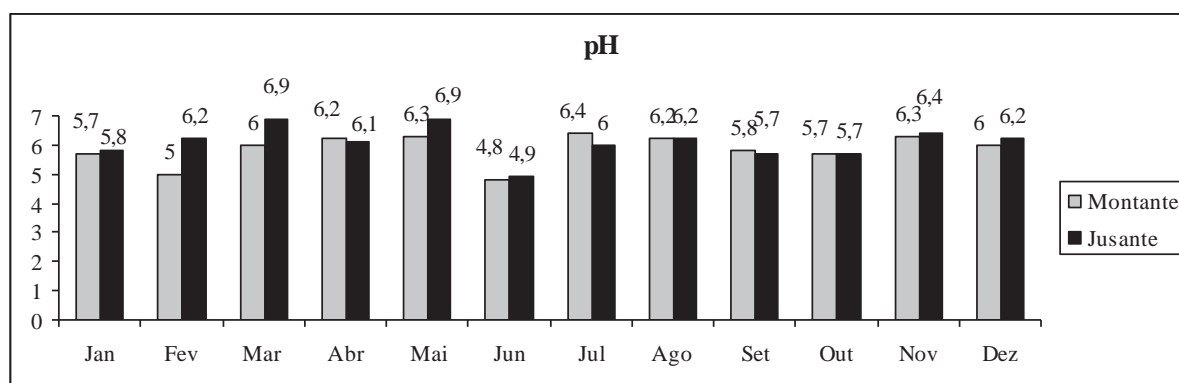


Figura 11: Variação temporal do pH no efluente final da ETE Brejo Comprido.

A temperatura se manteve dentro do padrão de emissão de efluentes líquidos, garantido um valor inferior a 40 °C, com variação da temperatura do corpo receptor não excedendo 3 °C (Figura 12).

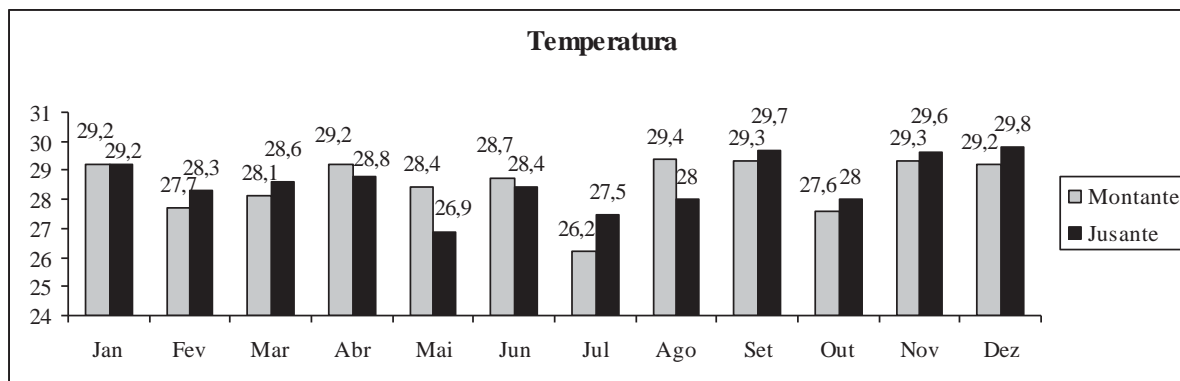


Figura 12: Variação temporal da temperatura no efluente final da ETE Brejo Comprido.

5. CONCLUSÃO

□ De acordo com os parâmetros apresentados verificou-se que houve queda na eficiência de remoção da DBO comparado os dois semestres, apresentando no primeiro semestre em média 87,16% de remoção e no segundo em média 74,25% de remoção. No entanto, verificou-se que o Córrego Brejo Comprido ainda apresenta restrições quanto à autodepuração da carga orgânica atualmente lançada. Para os demais parâmetros previstos pela resolução, observou-se conformidade com a norma na maior parte do período analisado.

□ Analisando as amostras de 2009, a média dos parâmetros pH, turbidez, Nitrito e Nitrato apresentaram-se em conformidade aos padrões exigidos pela CONAMA.

□ Para a DBO, observou-se que ocorre influência negativa do lançamento da ETE na qualidade da água do Córrego Brejo Comprido, apresentando concentrações altas para a jusante e baixas concentrações verificadas de Oxigênio Dissolvido à montante da ETE, indica que este empreendimento contribui para a depreciação da qualidade da água do manancial.

□ Considerando o nível de contaminação por coliformes termotolerantes, observou-se a depreciação da qualidade sanitária da água e comprometimento para outros usos.

6. REFERÊNCIAS

ALÉM SOBRINHO, Pedro; TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. São Paulo: PHD/EPUSP, 1999. 547p.

AMBIENTE BRASIL - < <http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./agua/doce/index.html&conteudo=./agua/doce/recursoshidricos.html> > acesso em: 27 de fev de 2010

ANDRADE NETO, C. O.; **Sistemas Simples para Tratamento de Esgotos Sanitários: Experiência Brasileira**. Rio de Janeiro, ABES, 1997.

BARROS, Raphael T. de V. *et al.* **Saneamento**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 221p. (Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios, 2).

BRAGA, Benedito; Hespanhol, Ivanildo; Conejo, João G; Barros, Mario Thadeu L. de; Veras Junior, Milton Spencer; Porto, Monica F. do Amaral; Nucci, Nelson L. R; Juliano, Neusa Monteiro de A; Eiger, Sérgio. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 305 p.

DERISIO, J. C. **Introdução ao controle da poluição ambiental**. São Paulo: CETESB, 1992. 201 p. ENGE - < http://www.enge.com.br/esgoto_conceito.htm > acesso em: 03 de mar de 2010.

ESTEVES, F. A. *Lagoa Imboassica: Impactos Antrópicos, Propostas Mitigadoras e Suas Importância para a Pesquisa Ecológica*. In: Esteves, F. A. (ed.). **Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de urubatiba e do Município de Macaé (RJ)**. UPEM/UFRJ, Rio de Janeiro, 1998, p.401-429.

MARA, D.D.; PEARSON, H.W.; SILVA, S.A. **Brazilian stabilization pond research suggest low-cost urban application**. World Water 6, 20-24, 1983.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf> > acesso em: 28 de fev de 2010.

MPE-TO – **Ministério Público do Estado do Tocantins**. Disponível em < <http://www.mp.to.gov.br/clipping/noticia.php?n=244> > acesso em: 27 de fev de 2010.

MONTEIRO, E. C. (1975). Autodepuração dos corpos d'água. Curso: poluição das águas. São Paulo, SP: CETESB. 169 p.

MOTA, S.; **Preservação e conservação de recursos hídricos**. 2 th ed., ABES:Rio de Janeiro, 1995.

PHILIPPI JR., A. **Saneamento, Saúde e Ambiente: Fundamentos para um Desenvolvimento Sustentável**. 1ª edição – Barueri – SP: Editora Manole, 2005. 842 p.

PORTO, M. (1993). **Autodepuração**. Apostila do Departamento da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP. 67 p.

SANEATINS, **Cia de Saneamento do Tocantins**. Palmas – TO. Dados Cadastrais 2009.

SEDUMAH - **Secretaria de Desenvolvimento Urbano, Meio Ambiente e Habitação**. Palmas – TO, 2009.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** – 3ª ed. – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2005. 452 p.

VON SPERLING, M. **Lagoas de Estabilização.** DESA-UFMG, Belo Horizonte/MG, 1996.

ANÁLISE DA QUALIDADE SANITÁRIA DA ÁGUA DE POÇOS NA COMUNIDADE DE JUAZEIRO- TABULEIRO DO NORTE - CE

K. G. Silva¹; R. M. Silva²; D. S. Damasceno³; H. A. S. Filho⁴ e E. V. M. Santos⁵

^{1, 2, 3, 4 e 5} Instituto Federal do Ceará - Campus Limoeiro do Norte

Kilmariags@gmail.com – rosangelaifce@hotmail.com – danikelly.damasceno204@gmail.com –
heraldo@ifce.edu.br – elivania@ifce.edu.br

RESUMO

A qualidade da água de abastecimento representa uma necessidade básica ao ser humano que requer critérios específicos a serem seguidos tanto em termos de aceitação (aspectos referentes à estética da água) quanto em termos de saúde (aspectos sanitários). Sendo estes últimos os parâmetros mais importantes, visto que, se referem diretamente à possibilidade de se contrair doenças. A qualidade da água consumida pela população do Sítio Juazeiro, localizado em Tabuleiro do Norte, estado do Ceará, distante aproximadamente 211 km da capital Fortaleza, foi avaliada por meio de análises microbiológicas de coliformes totais e termotolerantes. A água utilizada pela população é proveniente da captação em poços e consumida sem qualquer tratamento prévio. A frequência amostral foi semanal durante um período médio de 1 mês. O que se pretendia de forma inicial era identificar as características sanitárias a partir de dados especificamente bacteriológicos, pois ao se confirmar a presença desses microrganismos podia-se de fato detectar irregularidade grave e em desacordo com a legislação vigente. Foi observada elevada contaminação, com valores acima do máximo permissível e estabelecido pela Portaria nº518/2004 do Ministério da Saúde. Os resultados verificados no presente estudo indicaram a baixa qualidade microbiológica das amostras de água, em função da ausência de prévio tratamento antes do fornecimento à população. Destaca-se que como se trata de uma água retirada de poços, a presença de microrganismos dessa natureza indica de forma clara que houve contaminação fecal. Além disso, um tratamento prévio poderia paliativamente resolver, mas ressalta-se que não é sanitariamente correta essa presença e que provavelmente uma fonte de esgoto doméstico deva estar ativa no local. Espera-se ao fim desse estudo identificar essas fontes e a partir de então conscientizar a população local dos efeitos dessa problemática para sua saúde, pois se suspeita que a própria comunidade possa estar contribuindo para essa situação.

Palavras-chave: Água para Consumo Humano, Coliformes Termo Tolerantes, Coliformes Totais.

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho foi desenvolvido na comunidade de Juazeiro na cidade de Tabuleiro do Norte, no estado do Ceará, no intuito de se avaliar a qualidade sanitária da água dos poços a qual a população faz uso como única fonte de abastecimento. Sabe-se que a água é uma necessidade vital para qualquer ser vivo e é utilizada para inúmeras finalidades. A água contaminada é um importante veículo na transmissão de uma grande variedade de doenças e sua qualidade microbiológica é um fator indispensável para a saúde pública. A necessidade de se oferecer saneamento tanto para a água de consumo humano como para higiene segue sendo hoje um enorme desafio. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), 1100 milhões de pessoas não têm acesso à água tratada e 2600 milhões não têm acesso a um saneamento correto.

A preservação da qualidade da água é uma necessidade universal, que exige atenção por parte das autoridades sanitárias e consumidores em geral, particularmente no que se refere à água dos mananciais como poços, minas, nascentes, lagos, entre outros, destinados ao consumo humano. Isto porque sua contaminação por excretas de origem humana e animal pode torná-las um veículo de transmissão de agentes de doenças infecciosas e parasitárias, os quais influenciam diretamente à saúde da população. A avaliação da qualidade microbiológica da água pode ser realizada através da identificação de indicadores de contaminação fecal.

No presente trabalho foram utilizados como microrganismos indicadores, os coliformes totais e os coliformes termotolerantes (antigamente denominados fecais), dentre estes últimos, a espécie *Escherichia coli*.

2 . FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

O processo de verificação efetivo e sistemático, além da vigilância da qualidade sanitária de uma água, a exemplo do município de Tabuleiro do Norte, se fazem necessários, pois de acordo com a Portaria no518/04 do Ministério da Saúde deve haver ausência de determinados organismos indicadores de contaminação fecal em 100 mL com uma quantidade em torno de 30 mais 1 a cada 2000 habitantes (BRASIL, 2004). Essa amostragem pode ser justificada como fator representativo da presença de coliformes na água indicando poluição, com o risco potencial da presença de organismos patogênicos enquanto sua ausência evidencia uma água bacteriologicamente potável, uma vez que tais microrganismo são mais resistentes na água que as bactérias patogênicas de origem intestinal (COSTA, 2011).

O grupo dos coliformes é o mais conhecido como indicadores de contaminação fecal. Os coliformes totais (bactérias do grupo coliforme) são bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima β -galactosidase.

A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo (BRASIL, 2004). Os coliformes termotolerantes correspondem a um subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas; tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal. A *Escherichia coli* está presente em fezes humanas e de animais, raramente está ausente em poluição fecal, embora haja alguma evidência para crescimento em terras tropicais (PELCZAR, 1997).

As bactérias do grupo dos coliformes termotolerantes são utilizadas mundialmente como parâmetros para verificação de qualidade da água. A espécie *Escherichia coli* - bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidroliza a uréia e apresenta atividade das enzimas β galactosidase e β glucuronidase, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos. A Portaria nº518/2004 estabelece que água para consumo humano deva se apresentar livre de *Escherichia coli* ou coliformes termotolerantes, apresentar ausência em 100 mL (OLIVEIRA, 2011).

A presença de coliformes fecais é usada como indicador sanitário, pois, apesar de não serem patogênicas em sua maioria, indicam que o ecossistema foi contaminado com esgoto e assim, outros patógenos podem estar presentes, causando transmissão de doenças à comunidade (GOMES, 2011).

3.MATERIAIS E MÉTODOS

A análise do estudo foi feita a partir de visitas técnicas, fotografias e entrevistas com moradores da comunidade que consomem água diretamente de poços sem nenhum tratamento, apenas a filtração.

A determinação de coliformes das amostras foi feita a partir da técnica de tubos múltiplos, na qual volumes decrescentes das amostras são inoculados em meio de cultura adequados, sendo que cada volume é inoculado em três séries de 5 tubos. Na primeira série inoculou-se 10 mL da amostra, na segunda foi 1 mL e na terceira 0,1 mL da amostra, após levou-se para estufa a 35°C por 48 horas, para determinar se a amostra continha coliformes totais por meio da produção de gás exercida por esses microrganismos (APHA, 2005).

Coletaram-se as amostras das casas escolhidas, utilizando técnicas de assepsia em seguida colocou-se em um isopor para conservar as amostras. Levou-as para o laboratório para realizar o processo de tubos múltiplos com o objetivo de analisar a qualidade da água para o consumo.

Posteriormente com os 15 tubos preparados além do meio de cultura, assentaram-se 10 mL da amostra nos tubos da primeira série, 1 mL na segunda série, e 0,1 mL na terceira série. Depois os incubou na estufa em temperatura de 35°C por 48 horas. Após observou-se a formação de gás, os tubos com sinal positivo, colocou-se em outro meio seletivo para diferenciação.

Depositou-se uma alíquota da amostra e fez-se o processo de inoculação, deixando por 24 horas no banho Maria em seguida analisou-se novamente a formação de gás que indicaria o desenvolvimento da bactéria E.coli. Por fim, compararam-se os resultados com a tabela do número mais provável (NMP) sugerido em Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005).

3.1 Materiais utilizados na coleta

Foram utilizados os materiais do Laboratório de Saneamento Ambiental (LABOSAM) como se ilustra na **Figura 1**. Para coletar as amostras foram feitas as técnicas de assepsia básicas, levando-

as para o laboratório e fazendo o processo dos tubos múltiplos, e então analisou a qualidades da água.



Materiais Utilizados

Piceta
Luvas
Algodão
Tubos de coleta
Isopor

Figura 1: Materiais utilizados.

Fonte: Arquivo do autor

3.2 Entrevistas feitas nas casas onde foram coletadas as águas de poços

Como consta na **Figura 2** as entrevistas foram necessárias para a confirmação que a população utilizava efetivamente e predominantemente água de poços, se existia e qual era a forma de tratamento da água utilizada por eles, que no caso era só do modo simples que é a filtração em filtros de argilas onde os proprietários não são informados como está a qualidade da água nos seus poços.



Figura 2: Entrevista com o proprietário do poço

Fonte: Arquivo do autor

3.3 Processos das coletas

A coleta ilustrada na **Figura 3** é um processo que precisa ser feito de maneira adequada, pois o tubo que vai ficar a amostra não pode ser cheio de forma excessiva, pois se deve dar espaço para o ar. Esse local vazio no tubo é preenchido por oxigênio, sendo este, o aceptor final de elétrons utilizado por bactérias aeróbias que compõem os instrumentos biológicos necessários para acompanhamento do processo de degradação da matéria orgânica no qual se garante que a partir da manutenção da vida desses microrganismos possa ser identificada a presença de coliformes pelo método laboratorial escolhido.



Figura 3: Coleta

Fonte: Arquivo do autor

3.4 Inoculação

A inoculação deve ser realizada com cuidados como se mostra na **Figura 4**, pois o meio de cultura é fácil de fragmentar, no inóculo foi uma quantidade de microrganismo onde se puderam contar cinco (NMP) positivos de bactérias.



Figura 4: Inoculação

Fonte: Arquivo do autor

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram realizadas análises da água de 3 poços que são utilizados para abastecimento humano, os resultados estão dispostos nas **Tabelas 1 e 2**. Com o objetivo de verificar a qualidade da água, foi feita a determinação de contaminação microbiológica, com o intuito de saber se teria ausência de coliformes totais e termotolerantes. O resultado foi comparado ao padrão estabelecido pela Portaria N° 518 do Ministério da Saúde.

O teste presuntivo é utilizado para ocasionar em olho nu a quantidade de gases presente nos tubos como ilustra a **Figura 5**, e só assim passar para o teste confirmativo que identifica qual das amostras deram positivas e sucessivamente poder ter a certeza, através do valor do número mais prováveis (NMP) qual das coletas estão contaminadas. Os resultados dos testes estão apresentados nas **Tabelas 1 e 2**.

Tabela 1: Resultados dos testes presuntivos de Coliformes Totais

N° de tubos	10 mL	1 mL	0,1 mL
Coleta 1	5	3	1
Coleta 2	5	5	4
Coleta 3	5	1	0

Conforme se vê no teste presuntivo **Tabela 1** em todos os pontos coletados deram presença de coliformes totais. Na **Figura 5** mostra-se os tubos múltiplos utilizados no testes presuntivo com a formação de gases, indicando a presença de coliformes totais.

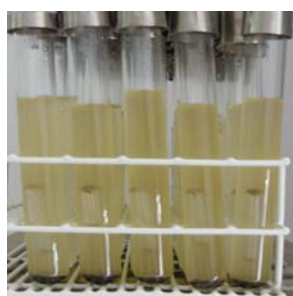


Figura 5: Tubos com gases

Fonte: arquivo do autor

Porém isso não nos dá uma certeza que tem *E.coli*, então faz-se o teste confirmativo para que, de fato, afirme-se com certeza a presença de *E.coli*. Os resultados dos testes confirmativos estão apresentados na **Tabela 2**.

Tabela 2: Teste de confirmação da *E.coli*

Nº de tubos	10 mL	1 mL	0,1 mL
Coleta 1	0	0	0
Coleta 2	2	0	0
Coleta 3	0	0	0

A partir dos resultados do teste confirmativo percebe-se que no ponto de coleta 2 foi positivo, para sabermos se de fato apresentou *E.coli*. Verificou-se na tabela de número mais prováveis (NMP), onde nos mostra que deram 5 positivos mais provável em 100 mL. Nos pontos 1 e 3 não apresentou a presença de *E.coli* mostrando que essa água estaria apropriada para o consumo humano. Essa ausência destas amostras pode ser justificada pela filtração do esgoto no solo, pela morte natural dos microrganismos e ainda devido à distância, no caso dos poços com distâncias de 45 metros.

Os resultados na tabela de números mais prováveis (NMP) da água do ponto coletado 2 não estariam apropriados para o consumo humano que segundo a Portaria nº518/2004 estabelece que deva ser ausente em 100 mL para *Escherichia coli* ou coliformes termotolerantes. A água para o consumo humano, ou mais precisamente, para beber, deveria ter algum tratamento com desinfecção, em especial que ainda apresente garantia de residual de cloro.

5. CONCLUSÃO

Nas condições que o trabalho foi realizado, pode-se concluir que:

Há ocorrência de bactérias do grupo coliformes termotolerantes na água dos poços analisados, o que nos leva a concluir que a água está contaminada e em desacordo com a Portaria nº518\04 MS que estabelece como valor máximo permitido (VMP) em águas para consumo humano a ausência total em 100 mL.

Considerando as condições microbiológicas da água consumida pela população de Juazeiro faz-se necessário:

Implantar sistemas de tratamento alternativo para comunidades;

Desenvolver ações de conscientização à população para que evitem a chegada e a permanência dos animais domésticos nas áreas adjacentes às captações, pois estes podem contribuir para a contaminação;

Implementar programas de educação sanitária e ambiental na comunidade local;

Estimar a incidência de doenças de veiculação hídrica na população por meio de questionário epidemiológico.

Implantar políticas públicas que enfatizem a importância de estudos e planejamento

antes da implantação de poços, já que a contaminação pode se dá por meio do lençol freático e do solo contaminados.

REFERÊNCIAS

APHA et al. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21. ed. Washington, USA: American Public Health Association, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria Nº518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Ministério da Saúde. Brasília, DF, 2004.

COSTA, LIDIANE FERREIRA DA. Coliformes. Disponível em:< <http://scholar.google.com.br/scholar?q=artigos+de+coliformes+na+%C3%A1gua&hl=pt-> >. Acesso em: 28/06/2011 às 14h20min.

GOMES, ELIANE CARNEIRO. Pesquisa de Coliformes na água. Disponível em:< <http://www.scielosp.org/pdf/csc/v16n5/a35v16n5.pdf11>>. Acesso em: 29 de jun. de 2011 às 08:00h acesso às 08h00min.

OLIVEIRA, ANTÔNIO MARCOS DE. Determinação de coliformes em água. Disponível em:< <http://www.bv.fapesp.br/pt/producao-cientifica/3379/analise-qualidade-agua-corrego-monte>>.

Acesso em: 28 de jun. de 2011 às 15h10min.

PELCZAR JR; MICHAEL J. Microbiologia: conceitos e aplicações. Volume 1 e 2. 2ª Edição. São Paulo: Makron Books. 1997. 524 p.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Saneamento Ambiental (LABOSAM) do IFCE, Campus Limoeiro do Norte.

ANÁLISE DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO SOLO POR RESÍDUO DE ROCHA CALCÁRIA

João Paulo Sousa Coelho¹ e Perboyre Barbosa Alcântara²

¹Instituto Federal do Ceará – Campus Juazeiro do Norte e ²Instituto Federal do Ceará – Campus Juazeiro do Norte

Jpcoelho_ce@hotmail.com – pbalcantara@msn.com

RESUMO

Neste trabalho, apresentam-se os resultados do estudo experimental com tijolos de solo-cimento. Os tijolos foram produzidos com três diferentes proporções de resíduos finos provenientes da extração e do beneficiamento de calcário laminado de uma jazida localizada no município de Nova Olinda – CE, em substituição parcial do solo. Os tijolos de solo-cimento foram moldados com o auxílio de uma máquina de acionamento manual, para compactação da mistura fresca e com capacidade, por prensagem, de um tijolo vazado, com 12,5 cm de largura, 25 cm de comprimento, 6,5 cm de espessura e furos internos com diâmetro de 6,6 cm. A caracterização dos tijolos consistiu, basicamente, da medida da resistência à compressão, determinação da absorção de água, verificação de tolerâncias dimensionais e avaliação de aspectos visuais. Em relação à absorção de água, aspectos visuais e tolerâncias dimensionais, os tijolos produzidos com adição de resíduos apresentaram características semelhantes àqueles produzidos sem resíduos. A adição do pó de pedra proporcionou um acréscimo da ordem de 35 %, 11 % e 8 % nos valores médios de resistência à compressão simples dos tijolos, em relação à resistência daqueles produzidos apenas com solo e cimento. Sendo que adição de 12,5 % de resíduo, foi a que proporcionou os melhores resultados.

Palavras-chave: resíduos sólidos de mineração, tijolos de solo-cimento, resistência à compressão.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil além de ser uma atividade geradora de grandes volumes de resíduos incorpora grandes quantidades de energia e contribui com 22 % das emissões de gases de efeito estufa (REDDY, 2004), com grandes implicações para o meio ambiente, sendo considerada uma atividade insustentável a longo prazo. Sendo assim muitas pesquisas têm sido direcionadas para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de tecnologias e de materiais alternativos de construção civil sustentável, buscando, inclusive, a incorporação de diversos tipos de resíduos sólidos.

As construções com tijolos de solo-cimento podem representar uma alternativa em sintonia com a sustentabilidade na construção, pois requerem baixo consumo de energia na extração da matéria-prima, dispensam o processo de queima e reduzem a necessidade de transporte quando os tijolos são produzidos com o solo do próprio local da obra (SEGANTINI E WADA, 2011). O uso do solo-cimento para fabricação de tijolos vem sendo pesquisado no Brasil desde muito tempo, constituindo-se um dos elementos principais da construção com terra (ROLIM *et. al*, 1999). O início da utilização deste material no Brasil data de 1936 e, atualmente, uma vasta literatura sobre o assunto pode ser encontrada (BARBOSA *et al.*, 1997, apud DALLACORT, *et. al*, 2002).

Pesquisas em relação a reciclagem de resíduos sólidos estão assumindo maior relevância na engenharia e alguns tipos de resíduos podem ser utilizados com vantagens técnicas, econômicas e ambientais. Neste sentido, nos últimos anos, diversos trabalhos têm sido realizados no Brasil visando a incorporação de vários resíduos na fabricação de tijolos de solo-cimento como a adição de resíduos de construção e demolição (SEGANTINI e WADA, 2011), adição de resíduo cerâmico moído (LIMA JÚNIOR *et al*, 2003; DALLACORT *et al*, 2002), incorporação de casca de arroz e de braquiária (FERREIRA *et al*, 2008), introdução de cinzas de bagaço de cana-de-açúcar (VALENCIANO e FREIRE, 2004) e de casca de arroz (MILANI E FREIRE, 2008) e resíduos de concreto (SOUSA, *et al*, 2007), entre outros.

O resíduo fino (pó de pedra) proveniente da extração e do beneficiamento de rochas calcárias é um material que apresenta boas possibilidades de uso como insumo na fabricação de tijolos de solo-cimento, devido ao efeito filler que contribui para a diminuição da porosidade do material.

Na Região Metropolitana do Cariri, especialmente, nos municípios de Nova Olinda e Santana do Cariri (CE) se encontram as principais jazidas de calcário laminado do estado do Ceará. Esses calcários são utilizados na construção civil, na forma de lajotas (Pedra Cariri), em pisos e revestimentos. Dados do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) indicam que a reserva de calcário laminado nos referidos municípios é de, aproximadamente, 97 milhões de metros cúbicos ou 241 milhões de toneladas e existem cerca de 200 frentes de lavra muitas delas paralisadas por problemas técnicos (VIDAL e PADILHA, 2003) e/ou ambientais.

Entre os problemas causados pela extração e beneficiamento da Pedra Cariri, ressalta-se a produção de resíduos sólidos, provenientes do corte e recorte das pedras, na extração semi-mecanizada. Assim, em muitas frentes de lavra e em serrarias, verificam-se a geração de grandes quantidades de resíduos na forma de pó que são, normalmente, descartados de forma inadequada, resultando na poluição do ar, do solo e da água. Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo principal investigar a utilização dos referidos resíduos na fabricação de tijolos de solo-cimento e sua influência nas características físicas dos tijolos, como resistência à compressão e absorção de água.

2. MATERIAIS E PROCEDIMENTOS

SOLOS E RESÍDUOS

Na pesquisa foram analisadas, previamente, três amostras de solo e uma amostra de resíduo do beneficiamento (corte) do calcário laminado. As amostras de solos foram coletadas de diferentes pontos

(Figura 1), localizados na Colina do Horto da Cidade de Juazeiro do Norte – CE. Após a caracterização do material selecionou-se o solo que apresentou as melhores características, em relação à granulometria e plasticidade, para a produção dos tijolos prensados de solo cimento, conforme as normas NBR 10832 (ABNT, 1989a) e NBR 10833 (ABNT, 1989b).



Foto: Image 2011 GeoEye. Google Earth™

Figura 1. Área da coleta das amostras de solo.

O resíduo do beneficiamento da pedra, na forma de pó, foi coletado em uma jazida de extração de calcário laminado no município de Nova Olinda – CE (Figura 2), Região Metropolitana do Cariri. A extração da pedra é feita através de máquinas de corte com discos diamantados (Figura 2b) e se utiliza água para o resfriamento dos mesmos. Assim, durante o processo de corte da pedra, devido as características da rocha, se verifica a produção de uma grande quantidade de sólidos finos que são lixiviados pela água utilizada no resfriamento dos discos de corte. Após a evaporação da água os sólidos se acumulam na forma de pó em uma extensa área da jazida e no seu entorno (Figura 2 c,d).



Figura 2 – Localização do município de Nova Olinda-CE e imagens da jazida de extração do calcário laminado.

CIMENTO

Na preparação dos tijolos utilizou-se o cimento composto CP-II-Z 32 produzido de acordo com norma NBR 11578 (ABNT, 1991). A justificativa para a escolha do referido cimento deve-se ao fato do mesmo ser fabricado na região de estudo e, portanto, está sempre disponível no comércio local. No

laboratório o aglomerante foi devidamente acondicionado visando à manutenção de suas propriedades até o momento de sua utilização.

ÁGUA

A água potável utilizada no preparo dos tijolos de solo-cimento foi proveniente de poço profundo que é utilizado para o abastecimento do IFCE - Campus Juazeiro do Norte-CE.

CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS E DO RESÍDUO

Os ensaios para caracterização física (granulometria, limite de liquidez, limite de plasticidade e massa específica) dos solos e do resíduo, foram conduzidos no laboratório de materiais de construção do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – Campos Juazeiro do Norte, seguindo as recomendações das normas da ABNT:

- Granulometria - NBR-7181:1988
- Limite de liquidez - 6459:1984
- Limite de plasticidade - 7180:1988
- Massa específica dos grãos - 6508:1984
- Teor de umidade - NBR 6457:1986.

DEFINIÇÃO DO TRAÇO E MOLDAGEM DOS TIJOLOS

Após a seleção do solo e uma análise preliminar das proporções de cimento e solo em relação às características de moldagem dos tijolos de solo-cimento, optou-se, neste estudo inicial, pelo traço de 1:8 (cimento: solo, em volume) como referência e a variável principal de avaliação foi a porcentagem de resíduo da pedra Cariri, em substituição ao solo, sendo considerados três percentuais de adição: 12,5 %, 18,5 % e 25 % do volume de solo. Para cada percentual foram ensaiados seis corpos-de-prova. No preparo dos corpos-de-prova utilizaram-se as frações de solo e de resíduo, secas ao sol, destorroadas manualmente, peneiradas e posteriormente tratadas com 11 % de cimento, em relação ao volume do solo (ou solo + resíduo) seco, A homogeneização da mistura seca (solo, cimento e resíduo) foi feita em uma betoneira de eixo inclinado com capacidade de 120 litros.

Os tijolos de solo-cimento foram moldados com o auxílio de uma máquina de fabricação de tijolos, de acionamento manual (Figura 3), para compactação da mistura fresca e com capacidade, por prensagem, de um tijolo de solo-cimento, vazado, com 12,5 mm de largura, 250 mm de comprimento, 65,0 mm de espessura e furos internos com diâmetro de 66,0 mm. Possuem formas e dimensões nominais diferentes das que constam na NBR 10835 (ABNT, 1994a) e são classificados como blocos vazados especiais.



Figura 3 – Máquina para produção de tijolos vazados especiais de solo-cimento

CARACTERIZAÇÃO DOS TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO

A caracterização dos tijolos consistiu, basicamente, da medida da resistência à compressão com idade de 28 dias e da determinação da absorção de água, com base nas recomendações da norma NBR 10836 (ABNT, 1994b). Os corpos-de-prova para a determinação da resistência à compressão foram preparados com duas metades de tijolos, unidas e niveladas, no topo e na base, com pasta de cimento, como ilustrado na Figura 4.



Figura 4 – Dimensões do corpo-de-prova e ensaio de resistência à compressão.

As fotos da Figura 5 ilustram os ensaios de absorção de água. O referido ensaio foi realizado com os tijolos “in natura” e após a aplicação superficial de resina acrílica incolor a base de água, indicada para impermeabilização superficial de tijolos aparentes, telhas e pedras. Realizaram-se ainda a verificação do aspecto visual e da variação dimensional dos tijolos considerando o disposto na NBR 10834 (ABNT, 1994c).



Figura 5 – Imersão e secagem dos tijolos para determinação da absorção de água.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 apresenta o resumo da caracterização do solo utilizado neste trabalho. Conforme os dados da caracterização, o material analisado possui elevado teor de finos (mais de 49,7 %, em peso, passou na peneira 200 - 0,075 mm) e baixa plasticidade com limite de liquidez (LL) < 50. De acordo com o sistema de classificação de solos para propósito de engenharia (ASTM D 2487 – 85, ASTM, 1987), baseado nos limites de Atterberg e em dados da granulometria, o solo é classificado dentro do universo dos solos grossos, grupo SM, sendo designado como areia siltosa. Pelos critérios da AASHTO (American Association State Highway Officials), o solo pertence ao universo dos solos finos (% passante na peneira

nº 200 > 35%) e se enquadra no grupo A4 que tem como materiais típicos os siltes não plásticos ou moderadamente plásticos.

A composição granulométrica e a plasticidade indicam que o solo é adequado para a fabricação de blocos e tijolos de solo-cimento (ABNT, 1989a,b): porcentagem passante na peneira 4,8 mm (nº 4) 100%, passante na peneira 0,075 mm (nº 200) de 10 a 50%, limite de liquidez $\leq 45\%$ e índice de plasticidade $\leq 18\%$.

A análise granulométrica do resíduo utilizado na substituição parcial do solo revelou que o mesmo é constituído essencialmente por material pulverulento, com porcentagem passante na peneira 0,075 mm de, aproximadamente, 95 %.

Tabela 1 - Características do solo utilizado nos tijolos de solo-cimento.

Características do solo							
ρ_s (g/cm ³)	LL (%)	LP (%)	I_p (%)	LC (%)	Classificação	% que passa na peneira 200	% que passa na peneira 4
2,660	24	21	3	18	SM / A4	49,7	99,8

ρ_s = massa específica dos grãos; LL = limite de liquidez; LP = limite de plasticidade;

I_p = índice de plasticidade; LC = limite de contração.

Os valores médios de resistência à compressão simples, obtidos para os tijolos de solo-cimento, com e sem adição de resíduos, são apresentados na Figuras 6. De acordo com a NBR 10834 (ABNT, 1994c), a resistência à compressão para blocos vazados de solo-cimento, aos 28 dias de idade, deve ser maior ou igual a 2,0 MPa, considerando os valores médios, e maior ou igual a 1,7 MPa para valores individuais, portanto todos os tijolos analisados atendem às exigências em relação a resistência à compressão. Para o traço de referência (sem adição de resíduo) a resistência foi de 3,4 MPa, e para os tijolos produzidos com solo e resíduos nas proporções de 12,5 %, 18,7 % e 25,0 %, os valores foram, respectivamente, iguais a 4,6, 3,8 e 3,7 MPa. Da análise dos dados, pode-se observar que o valor da resistência à compressão simples dos tijolos apresentou ganho de resistência da ordem de 35 %, 11 % e 8 % pela simples adição dos resíduos ao solo. O aumento da resistência se deve, possivelmente, ao denominado efeito filler do pó de pedra. Conforme Dallacort1 et. al (2002) o calcário na forma de pó não possui ação pozolânica, porém, devido à elevada finura, seus grãos podem preencher os vazios entre as partículas maiores do cimento aumentando, assim, a compacidade do solo e, por consequência, sua resistência .

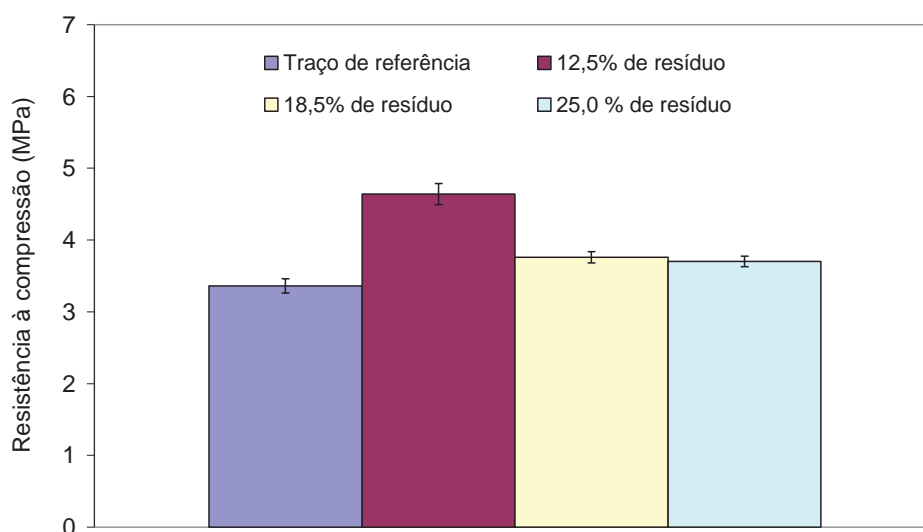


Figura 6. Resistência média à compressão simples de tijolos de solo-cimento com idade de 28 dias.

Os resultados do ensaio de absorção de água são apresentados na Figura 7. Nota-se que não houve alteração significativa nos valores com a adição do resíduo. A absorção média dos tijolos feitos com o traço de referência (13 %) foi igual à observada naqueles com adição de 12,5 % de resíduo e os tijolos com 18,5 e 25 % de resíduos apresentara uma absorção média de 14 %. Em todos os casos os valores estão de acordo com o estabelecido na NBR 10834 (ABNT, 1994c) em que a absorção de água deve ser menor ou igual a 20 % para valores médios, e menor ou igual a 22% para valores individuais, aos 28 dias de idade. Ainda em relação à absorção, nota-se que a aplicação de impermeabilizante nos tijolos reduziu os valores para uma faixa de 5 a 9 % (Figura 7).

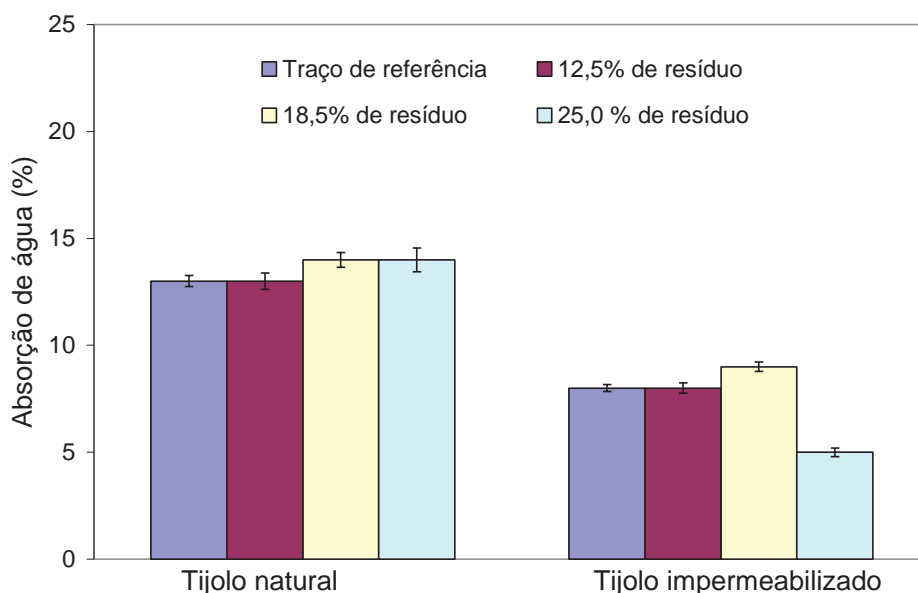


Figura 7. Absorção média de tijolos de solo-cimento com e sem impermeabilizante, aos 28 dias de idade.

Em relação ao aspecto visual os tijolos produzidos com e sem acréscimo de resíduo do corte de calcário, apresentaram-se homogêneos, compactos e sem fissuras ou fraturas. No aspecto visual, a diferença observada foi apenas na cor e na textura superficial. Os tijolos com resíduos apresentaram uma pigmentação mais clara devido à cor do resíduo de calcário e uma textura de granulação mais fina.

No quesito tolerâncias dimensionais, verificou-se que, em relação aos tijolos moldados com o traço de referência, os demais apresentaram variações, nas três dimensões, inferiores a 3 mm, o que atende ao disposto na NBR 10835 (ABNT, 1994a).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os procedimentos usualmente utilizados para a produção de tijolos (ou blocos) de solo-cimento em máquinas de acionamento manual, se mostraram adequados para a produção de tijolos com adição do pó de pedra proveniente da extração e do beneficiamento do calcário laminado no município de Nova Olinda-CE, na proporção de até 25 % de resíduo em relação ao volume de solo.

A adição do pó de pedra proporcionou um acréscimo considerável nos valores médios de resistência à compressão simples dos tijolos, em relação à resistência daqueles produzidos apenas com solo e cimento. Sendo que adição de 12,5 % de resíduo, foi a que proporcionou os melhores resultados com um acréscimo de resistência da ordem de 35 %.

Em relação à absorção de água, aspectos visuais e tolerâncias dimensionais, os tijolos produzidos com adição de resíduos apresentaram características semelhantes àqueles produzidos sem resíduos. Portanto a adição do resíduo de pedra calcária em tijolos de solo-cimento constitui uma alternativa ambientalmente correta para a destinação desse resíduo e contribui para a melhoria da qualidade, em termos de resistência à compressão, dos tijolos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10834: Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural. Rio de Janeiro, 1994c.

ASTM. D 2487-85: Test methods for classification of soils for engineering purposes. USA: USCS, 1987.

DALLACORT, R; LIMA JUNIOR, H. C.; WILLRICH, F. L. e BARBOSA, N. P. **Resistência à compressão do solo-cimento com substituição parcial do cimento Portland por resíduo cerâmico moído.** *Rev. bras. eng. agríc. ambient.* [online]. 2002, vol.6, n.3, pp. 511-518. ISSN 1807-1929.

FERREIRA, R. C.; JÚLIO C. DA C. GOBO, J. C. C. e CUNHA, A. H. N. **Incorporação de casca de arroz e de braquiária e seus efeitos nas propriedades físicas e mecânicas de tijolos de solo-cimento.** *Eng. Agríc, Jaboticabal, v.28, n.1, p.1-11, jan./mar. 2008.*

LIMA JÚNIOR, H. C.; WILLRICH, F. L. e BARBOSA, N. P. **Structural behavior of load bearing brick walls of soil-cement with the addition of ground ceramic waste.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.7, n.3, p.552-558, 2003.*

MILANI, A. P. S. E FREIRE, W. J. **Avaliação física, mecânica e térmica de misturas de solo-cimento adicionadas de cinza de casca de arroz sem atividade pozolânica.** *Teoria e Prática na Engenharia Civil, n.11, p.23-30, abril, 2008.*

REDDY, B. V. V. **Sustainable building technologies**. Current Science. Vol. 87, no. 7, p. 899-907. October 2004.

ROLIM, M. M.; FREIRE, W. J e BERALDO, A. L. **Análise comparativa da resistência à compressão simples de corpos-de-prova, tijolos e painéis de solo-cimento**. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, Campina Grande, v.3, n.1, p.93-98, 1999.

SEGANTINI, A. A. S. e WADA, P. H. **Estudo de dosagem de tijolos de solo-cimento com adição de resíduos de construção e demolição**. Acta Scientiarum. Technology. Maringá, v. 33, n. 2, p. 179-183, 2011.

SOUZA, M. I. B.; ANTONIO A. S. SEGANTINI, A. A. S. e PEREIRA, J. A. **Tijolos prensados de solo-cimento confeccionados com resíduos de concreto**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.12, n.2, p.205-212, 2008.

VALENCIANO, M. C. M, e FREIRE, W. J. **Características físicas e mecânicas de misturas de solo, cimento e cinzas de bagaço de cana-de-açúcar**. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.24, n.3, p.484-492, set./dez. 2004

VIDAL, F. W. H E PADILHA, M. W. M. **A indústria extrativa da pedra cariri no estado do ceará: problemas x soluções**. IV Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste, 16 a 19 de novembro de 2003, Fortaleza – Ceará – p. 199-210.

_____. **NBR 11578**: Cimento Portland composto – Especificação. Rio de Janeiro, 1991.

_____. **NBR 10832**: Fabricação de tijolo maciço de solo-cimento com a utilização de prensa manual. Rio de Janeiro, 1989a.

_____. **NBR 10833**: Fabricação de tijolo maciço de solo-cimento com a utilização de prensa manual. Rio de Janeiro, 1989b.

_____. **NBR 10835**: Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural – Forma e dimensões. Rio de Janeiro, 1994a.

_____. **NBR 10836**: Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural – Determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Rio de Janeiro, 1994b.

_____. **NBR 7180**: solos: determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 1984.

_____. **NBR 7181**: solo: análise granulométrica. Rio de Janeiro, 1984.

_____. **NBR 6457**: amostras de solo: preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 1986.

_____. **NBR 6459**: solos: determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 1984.

_____. **NBR 6508**: Solo: determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 1984.

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA MINERAL COMERCIALIZADA NA CIDADE DE FORTALEZA-CE

T. C. Nascimento, E. G. Almeida, B. P. Moura, W. J. X. Pereira
Instituto Federal do Ceará

RESUMO

A água representa 70% do peso corporal do ser humano, o que a torna indispensável à manutenção da vida humana. Considerada solvente universal, a água pode abrigar tanto agentes químicos, quanto germes e parasitas. Quando a presença destes não atende os padrões legais estabelecidos pela legislação (Portaria 518-MS), pode ocasionar riscos à saúde humana. Como, principalmente em regiões tropicais, a demanda por água é alta e, muitas vezes, não se conhece o local de origem desta, o presente trabalho teve como objetivo avaliar de acordo com a legislação vigente as características bacteriológicas da água mineral comercializada para consumo humano no estado do Ceará. Entretanto, não se buscou comparar a composição química, as características físico-químicas das águas ou suas características medicamentosas, mas apenas em relação à presença de Coliformes Termotolerantes (CTT), uma vez que estes são bioindicadores de organismos patogênicos. Para tanto, foram analisadas cinco amostras de água mineral de marcas diferentes, todas dentro do prazo de validade estipulado pelo fabricante e comercializadas nos supermercados da cidade de Fortaleza-CE. Para a realização das análises seguiu-se a técnica dos tubos múltiplos, baseado no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater publicação da American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) e Water Environment Federation. Os resultados mostraram que, das cinco amostras avaliada, nenhuma apresentaram valores considerados positivos para a presença de coliformes termotolerantes, contudo ainda foram realizadas contraprovas (segunda análise) que também confirmaram a ausência de microrganismos patogênicos. Verificou-se, também, a conformidade dos resultados com a legislação.

Palavras-chave: água mineral, análise microbiológica, coliformes termotolerantes, qualidade de água.

1. INTRODUÇÃO

As águas minerais são aquelas provenientes de fontes naturais ou de fontes artificialmente captadas possuindo composição química ou propriedades físicas ou físico-químicas distintas das águas comuns, com características que lhes conferem ação medicamentosa (BRASIL, 1945). As fontes de água mineral são registradas e inspecionadas pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) que concede autorização para exploração deste recurso natural do subsolo.

A produção e consumo mundial, em 2001 foram estimados em 107,5 bilhões de litros de água mineral (UNIÁGUA, 2008), O mercado mundial de água envasada vem apresentando constante expansão, verificando-se, nos últimos anos, crescimento da ordem de 20% ao ano, segundo estatísticas do Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) e da Associação Brasileira da Indústria de Água Mineral (ABINAM, 2002), a projeção da consultoria para 2011 é de consumo de 250 bilhões de litros, mantidas essas projeções, o consumo de água assinalará, entre 2001 e 2011, crescimento de 124%.

Acompanhando uma tendência mundial, o mercado brasileiro de águas minerais continua em franca ascensão, consolidando-se como um dos setores da economia que mais crescem no país. Do ano de 1997 a 2001, o setor registrou crescimento acumulado de 104%. Somente em 2001, segundo balanços do DNPM e da ABINAM, o volume de produção e consumo de águas minerais engarrafadas cresceu 23% em relação ao ano anterior, somando 4,320 bilhões de litros. Com esses resultados, o Brasil já se coloca como o sétimo maior mercado mundial de água mineral (GEOMAGNA, 2002).

Atualmente, o consumo de água mineral tem aumentado muito nos países, sendo associado ao estilo de vida saudável e ao bem-estar. As garrafas de água mineral já se tornaram acessórios dos esportistas. Além da publicidade em favor da água mineral, a detecção de sabor e odor desagradável nas águas de abastecimento público, fornecida para a população também é responsável pelo crescente consumo.

As normas e os padrões de potabilidade são definidos pelo Ministério da Saúde (Portaria 518-MS) para a certificação de que a água não apresenta nenhum risco para a saúde humana. Esses padrões representam em geral os valores máximos permitidos (VMP) de concentração de uma série de substâncias e componentes presentes na água destinada ao consumo humano. De acordo com a portaria, os coliformes termotolerantes pertencem ao subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas; tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal. Para obedecer a legislação, estes devem se apresentar ausentes em 100mL das amostras analisadas.

Na literatura o grupo de coliformes é definido como: “todas as bactérias aeróbias ou anaeróbias facultativas, gram- negativas, não esporuladas e na forma de bastonete”, as quais fermentam a lactose com formação de gás dentro de 48h a 35°C (APHA *et al*, 1995).

Já O grupo dos coliformes termotolerantes, cujo habitat geralmente é o trato intestinal do homem indica contaminação de origem ambiental e fecal (MOTTA *et al*, 2000). Essas bactérias reproduzem-se ativamente a $44,5^{\circ}\text{C}$ e são capazes de fermentar o açúcar. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicativo de uma possível existência de microorganismos patogênicos, responsáveis por transmitir doenças de veiculação hídrica.

Assim, o aumento de vendas de água mineral no Brasil, principalmente em regiões de clima tropical, trouxe como consequência a preocupação sanitária e ambiental quanto à qualidade da água, logo se faz necessário a realização de estudos sobre a qualidade microbiológica e a composição físico-química das diversas marcas de água mineral presentes no mercado. Tais estudos são de fundamental importância para garantir a segurança dos consumidores e evitar fraudes. Sendo assim, a presente pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar as características microbiológicas, quanto à presença de coliformes termotolerantes de cinco marcas de água mineral comercializadas na cidade de Fortaleza.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A água é um elemento essencial à vida. Seus múltiplos usos são indispensáveis a um largo espectro de atividades humanas, destacando-se entre outros, o abastecimento público e industrial, a irrigação agrícola, a produção de energia elétrica e as atividades de lazer e recreação, bem como a preservação da vida aquática, onde a escassez e uso indevido representam crescentes ameaças para o desenvolvimento sustentável e a proteção do meio ambiente (BLANCO *et al*, 1998).

As águas minerais são classificadas quanto a sua composição química, conforme o elemento predominante. Sua composição varia de acordo com as rochas e terrenos pelos quais a mesma passou enquanto infiltrava-se no solo, podendo, também, ter contribuição das águas meteorológicas, clima e biota. (MORGANO *et al*, 2002).

Na verificação das condições sanitárias de águas de abastecimento, dadas as dificuldades no isolamento e identificação de organismos patogênicos, dá-se preferência, geralmente, a métodos que permitem a identificação e avaliação quantitativa de bactérias que, por serem habitantes normais do intestino de animais de sangue quente, existam, obrigatoriamente, em águas que receberam poluição fecal (BRANCO, 1974).

Conforme o mesmo autor, a água destinada ao consumo humano e animal deve ser isenta de contaminantes químicos e biológicos, além de apresentar certos requisitos de ordem estética. Entre os contaminantes biológicos são citados organismos patogênicos compreendendo bactérias, vírus, protozoários e helmintos, que veiculados pela água podem, através da sua ingestão, parasitar o organismo humano ou animal.

Conforme Calazans *et al* (2004), as duas classes etárias mais predispostas a doenças de veiculação hídrica são as crianças, pela imaturidade do sistema imune, e os idosos, pela debilitação do mesmo sistema. Afirma, ainda, a importância da realização de um controle e monitoramento periódico da qualidade da água abastecida em escolas, creches e asilos.

No Brasil, os padrões de identidade e qualidade de água mineral e natural, são regulamentados pela RDC 54/00 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (SANT' ANA *et al*, 2003).

A determinação da potencialidade de uma água transmitir doenças pode ser determinada de forma indireta através dos organismos indicadores de contaminação fecal, pertinentes principalmente do grupo de coliformes (VON SPERLING, 2005).

Denominam-se bactérias do grupo coliforme, bacilos gram-negativos em forma de bastonetes, aeróbios ou anaeróbios facultativos, que fermentam a lactose entre 35 e 37°C, produzindo ácido, gás e aldeído, em um prazo de 24h a 48h. É também oxidase-negativos e não formam esporos. A razão da escolha desse grupo de bactérias como indicador de contaminação da água deve-se a fatores, como presença em fezes de animais de sangue quente, inclusive em seres humanos. A presença dessas bactérias significa relação direta com o grau de contaminação fecal, sendo também, facilmente detectáveis e quantificáveis por técnicas simples e economicamente viáveis, em qualquer tipo de água; além disso, possuem maior tempo de vida na água do que bactérias patogênicas intestinais, por serem menos exigentes em termos nutricionais, sendo incapazes de se multiplicarem no ambiente aquático; são, também, mais resistentes à ação dos agentes desinfetantes do que os germes patogênicos (BRASIL, 2004).

Os coliformes têm sido úteis para medir a ocorrência e grau de poluição fecal em águas há, aproximadamente, 70 anos. Durante este tempo, acumulou-se grande número de dados que permitem avaliação da sensibilidade e especificidade de tal indicador bacteriano da presença de poluição de origem fecal. Por outro lado, os coliformes fecais, um sub-grupo dos coliformes, dão uma correlação direta da poluição por fezes de animais de sangue quente. A principal característica bioquímica usada

para identificar os coliformes fecais é a sua capacidade de fermentar a lactose, com produção de gás, na temperatura de 44,5°C. O exame de fezes de animais de sangue quente, incluindo bovinos, suínos, ovinos, aves domésticas, cães, gatos e roedores, indica que os coliformes fecais contribuem com 93,0% a 98,7% do total de coliformes (GELDREICH, 1974).

3. METODOLOGIA

3.1 Amostragem

Foram analisadas cinco marcas comerciais de água mineral (codificada de A, B, C, D e E), obtidas em supermercados na cidade de Fortaleza-CE, sendo analisados dois lotes (primeiro lote, em Julho/2011 e segundo lote em agosto/2011) de cada marca. As amostras foram adquiridas em temperatura ambiente, em garrafas de plástico lacradas de 500 mL e conduzidas até o Laboratório de Águas do Instituto Federal do Ceará - Campus Maracanaú, onde foram realizadas as análises. Todas as variáveis foram realizadas em quatro diluições para obtenção de resultados mais significativos.

3.2 Análise

Para a verificação de coliformes termotolerantes foi utilizada a técnica dos tubos múltiplos, baseado no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater publicação da American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) e Water Environment Federation.

Para cada amostra preparou-se quatro diluições decimais seriadas (10^1 , 10^0 , 10^{-1} e 10^{-2}), para uma série de cinco tubos. Foram colocados tubos de Durham na posição invertida dentro de cada tubo de ensaio.

Para as diluições da ordem de 10^1 cada tubo de ensaio continha 10 mL de A1 duplo (meio caldo lactosado de concentração dupla). As demais diluições (10^0 , 10^{-1} , 10^{-2}) continham 10 mL de A1 simples (meio caldo lactosado de concentração simples).

Inicialmente, para a diluição de 10^1 inoculou-se 10 mL da amostra bruta em 10mL do meio de cultura (A1 duplo), para a amostra de diluição de 10^0 inoculou-se 1mL da amostra bruta em 10mL do meio A1 simples.

Entretanto, para a obtenção das diluições de 10^{-1} e 10^{-2} tomou-se 1 frasco contendo 90 ± 2 mL de água de diluição esterilizada e adicionou-se 10 ml da amostra bruta, e obteve-se a diluição 1:10; em seguida retirou-se da diluição acima, com pipeta esterilizada, 10 ml e inoculou-se em outro frasco contendo o mesmo volume de água de diluição esterilizada (90mL), obtendo portanto a diluição de 1:100. Logo em seguida, inoculou-se 1mL nos tubos contendo caldo lactosado de concentração simples de acordo com suas respectivas diluições numeradas.

Todos os cuidados com a assepsia das bancadas e com a esterilização no ambiente da análise foram tomados para evitar fontes de contaminação externa, implicando em falsos resultados.

Os valores obtidos da análise microbiológica foram comparados com a Portaria nº 518, de 25 de março de 2004 – Ministério da Saúde (MS), para avaliar se as amostras se encontravam dentro do padrão microbiológico permitido.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na primeira análise, das 5 marcas utilizadas neste estudo, nenhuma apresentou resultados positivos para a presença de coliformes termotolerantes. Em conformidade com a primeira análise, na contraprova (segunda análise), quando foram utilizadas amostras de outro lote das referidas marcas, também não houve resultados positivos para a presença de coliformes termotolerantes (Tabela 1).

Ressalte-se ainda que todas as amostras estavam dentro do prazo de validade estipulado pelo fabricante.

Tabela 1- Resultados de CTT em amostras de água mineral, durante os meses de jul-ago/11

Meses	Parâmetro	Amostras					VMP*
Julho/11		A	B	C	D	E	
		Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	
Agosto/11	coliformes termotolerantes (CTT)						Ausência em 100mL
		A	B	C	D	E	
		Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	

*VMP- valor máximo permitido pela portaria 518-MS.

Alguns fatores que podem influenciar a presença ou não de coliformes termotolerantes são: qualidade química e biológica da fonte hídrica; eficácia do processo de tratamento, reservatório (armazenagem) e sistema de distribuição; idade, tipo, projeto e manutenção da rede; qualidade da água tratada (CLARK & COYLE, 1989).

De acordo com a Portaria 518 de 25 de março de 2004, na fonte, no poço e na sua comercialização, a água mineral natural não deve apresentar risco à saúde do consumidor, o que implica em ausência de microrganismos patogênicos (Todos os patógenos, relacionados ao grupo CTT que a resolução abrange) que devem estar em conformidade com as exigências descritas nesta resolução.

De acordo com a Resolução da SS (Secretaria da Saúde 293, de 25-10-96) que tem fundamento no inciso VI do artigo 200 da Constituição Federal e na Portaria 36 GM (Gabinete do Ministério de 19-01-90 do Ministério da Saúde para água de abastecimento público) a água é considerada boa ou adequada quando apresenta até três coliformes totais em 100 ml em 5% das amostras analisadas no mês e coliformes fecais ausentes, conforme a portaria do Ministério da Saúde.

5. CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que das 5 marcas de água mineral analisadas, todas estão próprias para o consumo humano, apresentando características de potabilidade dentro dos padrões legais. Comprovando que as condições de higiene sanitária no transporte e no manuseio das amostras foram satisfatórias e que a rigurosidade da higiene nos processos de produção exigida pelo Ministério da saúde faz com que as empresas sejam mais eficazes na higiene sanitária, no transporte e no manuseio da água mineral, culminando, assim, em um produto final de alta qualidade para o consumo humano. Mesmo assim, apesar da crescente preocupação com a origem e o destino das águas para o consumo humano, ainda são poucos os dados sobre a qualidade microbiológica das águas minerais comercializadas no Brasil.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABINAM/DNPM- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ÁGUAS MINERAIS E DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, **Água mineral no Brasil: retrato histórico da indústria engarrafadora**. São Paulo Arte e Ciência, 1996.

APHA – AWWA – WEF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 20 th ed. Washington, D. C.: Americam Public Health Association , 1995.

BLANCO – HERNANDEZ, A. L.; ALONSO – GUTIERREZ, D.; JIMENEZ de BRAS, O. **Estúdio de los niveles de plomo, cádmio, cinc y arsênico em águas de La Província de Salamanca**. Ver. Esp. Salud Publica, v.72, n.1, p. 53-65, 1998.

BRANCO, S.M. **Características naturais da água: conceito de padrões de qualidade e potabilidade**. In: Água: qualidade, padrões de potabilidade e poluição. São Paulo, CETESB, 1974. cap. 4, p. 31-42.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 518 de 25 de março de 2004. **Dispõe sobre o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Água Mineral Natural e Água Natural**.

CALAZANS, G. M. T.; ALMEIDA, F. R.; JÁCOME Jr, A. T.; ESPINDULA, J. C. **Análises bacteriológicas de águas provenientes de creches, asilos e poços artesianos situados próximo ao Campus da UFPE**. In: Anais do 2º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária. Belo Horizonte, 2004.

CLARK, R. M.; COYLE, J. A., 1989. **Measuring and modeling variations in distributions systems water quality**. Journal of the American Water Works Association, 82:46-52.

BRASIL. Código de Águas Minerais. **Decreto lei 7.841, de 8/08/45**, capítulo I - artigo 1º, 1945.

GELDREICH, E.E. **Qualidade microbiológica em águas potáveis**. In: **Secretaria dos Serviços e Obras Públicas. Desinfecção das águas**. São Paulo, CETESB, 1974, cap. 7, p. 73-93.

GEOMAGNA. **Projetos hidráulicos**. Disponível em: <<http://www.geomagna.com.br/canais/noticias/ler.php?id=37>>. Acesso em: 27 de Jul. de 2011.

MOTTA, M. R. A.; BELMONTE, M. A.; PANETTA, J. C. **Avaliação microbiológica de amostras de carne moída comercializada em supermercados da região oeste de São Paulo**. Revista Higiene Alimentar, São Paulo, v.14, n.78/79, p.59-62, 2000.

MORGANO, M. A.; SCHATTI, A.C.; ENRIQUES, H.A.; MANTOVANI, D.M.B. **Avaliação físico-química de águas minerais comercializadas na região de campinas, SP, 2002**. In Ciência de Tecnologia e Alimentos. Vol.22, São Paulo, 2002

PORTARIA N. 36 - BSB, de 19 de janeiro de 1990. **Normas e padrão da potabilidade de água destinada ao consumo humano**. Brasília (DF); 1990.

SANT' ANA, A.S.; SILVA, S.C.F.L.; FARANI, I.O.J.; AMARAL, C.H.R.; ACEDO, V.F.M. **Qualidade microbiológica de águas minerais**. In: CENTRO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS E BEBIDAS, 2 ., 2003, Rio de Janeiro, 2003.

UNIÁGUA. **Mercado de água mineral no Brasil e no mundo**. Disponível em: <http://www.uniagua.org.br/public_html/website/default.asp?tp=3&pag=aguamineral.htm#MERCADO> Acesso em: 27 de Julho 2011.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**, volume 1, 3 edição, 2005.

APLICAÇÃO DA REAÇÃO FENTON ($\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$) NA DESCOLORAÇÃO DE CORANTES SINTÉTICOS TIAZINA E XANTENO

T. R. S. Paulino^{1*}, J. P. Lima¹, F. C. M. Neto¹, B. C. B. Salgado¹

¹Instituto Federal de educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - Campus Maracanaú

*thiagoromario@yahoo.com.br

RESUMO

O Processo Oxidativo Avançado do tipo reação Fenton ($\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$) foi estudado neste trabalho para descoloração de dois efluentes sintéticos, contendo os corantes Azul de Metileno (AM) e Rodamina B (RB). Experimentalmente, soluções em concentração de 10 mg L^{-1} dos corantes foram submetidas a diferentes dosagens de agente oxidante (H_2O_2) e catalisador (Fe^{2+}) em temperatura ambiente ($27 \text{ }^\circ\text{C}$) e pH 3. Os resultados obtidos apresentaram altos níveis de remoção de cor, com eficiência da ordem de 96% para o AM e 86% no RB. O modelo cinético empregado ajustou-se perfeitamente aos dados obtidos. A avaliação dos produtos de descoloração do corante mostrou um aumento da amplitude do pico da região do UV, demonstrando formação de produtos aromáticos ao final da reação. A análise de remoção de matéria orgânica em termos de Demanda Química de Oxigênio (DQO) não acompanhou o mesmo nível de eficiência de remoção de cor, obtendo-se depleções de 40,9% para o AM e 25,5% para o RB.

Palavras-chave: Fenton, descoloração, cinética

1. INTRODUÇÃO

A crescente escassez de fontes de águas limpas devido ao desenvolvimento rápido da indústria, crescimento populacionais e secas em longo prazo se tornaram um assunto de preocupação mundial levando o mesmo a uma maior preocupação com o reuso de água (CHONG, JIN e CHOW, 2010).

Uma grande porção de água é utilizada pela indústria têxtil, que resulta em efluentes contaminados com uma gama extensiva de corantes que devem ser tratados antes de sua disposição o (GULKAYA, SURUCU e DILEK, 2006). De fato, das 450.000 toneladas de corantes orgânicos produzidos anualmente no planeta, mais de 11% são despejados nos efluentes durante o seu processo de fabricação e aplicação (RAUF e SALMAN ASHRAF, 2009).

Os efluentes provindos da indústria têxtil têm como característica elevados níveis de cor, Demanda Química de Oxigênio (DQO) em alto nível e uma Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) extremamente baixa além de sólidos dissolvidos, sais, pH e temperatura elevada e em alguns casos a presença de metais pesados. A razão de elevada DQO e sua características físico-químicas provocam grandes impactos ambientais (FENG et al., 2010; GULKAYA, SURUCU e DILEK, 2006; JAMALLUDDIN e ABDULLAH, 2011).

O tratamento efetivo destes efluentes representa hoje um problema que promove o fundamento pesquisas de diversos engenheiros e pesquisadores, estes visam garantir um processo de purificação de água para reuso eficiente com despesas reduzidas (BIANCO, MICHELIS e VEGLIÒ, 2011).

Os corantes provenientes dos efluentes têxteis são resistentes a tratamento biológico devido à toxicidade que inibe o seu crescimento e outros tratamentos que apenas movem o poluente para outra fase (adsorção), os métodos convencionais de tratamento de água não são claramente satisfatórios para tratar tóxicos e poluentes orgânicos não biodegradáveis, novos métodos de tratamento de água tem sido desenvolvido dentre eles se destacam os Processos Oxidativos Avançados (POAs) que não só transformam quimicamente os agentes poluentes, e apresentam vantagens muito atraentes, como a mineralização completa de poluentes em baixas concentrações, geração de subprodutos menos tóxicos, a melhoria nas propriedades organolépticas da água tratada e o baixo consumo de energia, em comparação com outros métodos (HERNEY-RAMIREZA, VICENTEB e MADEIRAC, 2010).

Os motivos para as diversas vantagens dos POAs estão baseado na geração in-situ de espécies altamente reativas (H_2O_2 , O_3) para mineralização de poluentes orgânicos refratários. Os POAs são subdivididos em heterogêneo, que emprega metais semicondutores como catalisadores (TiO_2 , ZnO , Fe_2O_3 , CdS , GaP e ZnS), ou homogêneo, com total solubilização do catalisador e do agente oxidante. Tais processos podem ainda ser acompanhados por uma fonte luminosa, como a luz UV ou luz solar (CHONG et al., 2010). Entre os diferentes POAs, a reação Fenton (Fe^{2+}/H_2O_2) se apresenta como uma das técnicas mais atrativas devido a sua elevada eficiência e baixo custo (BIANCO, MICHELIS e VEGLIÒ, 2011; SUN et al., 2007).

O objetivo deste trabalho é avaliar a eficiência de descoloração da reação Fenton sobre soluções sintéticas dos corantes Azul de Metileno (AM) e Rodamina B (RB), bem como estudar sua cinética reacional em diversas concentrações de agente oxidante e catalizador, e verificar preliminarmente a formação de co-produtos por meio de variações espectrais e remoção de matéria orgânica em termos de Demanda Química de Oxigênio (DQO) para as condições ótimas de agente oxidante (H_2O_2) e catalisador (Fe^{2+}).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O corante Azul de Metileno (C.I. Basic Blue 9), da classe Tiazina (RAUF et al., 2010), é muito utilizado em diversas áreas e diferentes aplicações como uma tintura para cabelo, couro e fibras de celulose,

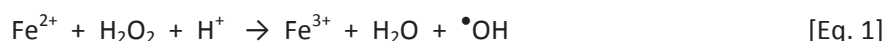
indicador redox, ISO em teste de poluente em fotocatalise de semiconductor, fotossintetizante para geração de oxigênio em camiseta, antioxidante e antisséptico, manchas fixas em tecido vivo, agente diagnóstico em testes de função renais, antídoto para envenenamento por cianeto e nitrato e como um tratamento para malária (MILLS et al., 2011).

O corante Rodamina B (Basic Violet 10), da classe Xanteno (SAGOO e JOCKUSCH, 2011) é extensamente usado em propósitos industriais como um corante têxtil, couro e indústrias de comida, e também deixa traço de fluorescência na água. Esta tintura é usada para tingir algodão, papel de seda, bambu, erva daninha, couro, preparo de papel carbono, caneta, tinta de bloco adesivo, pinturas, etc (MEROUANI et al., 2010). É prejudicial se engolido pelos seres humanos e animais, causa irritação de pele, olhos, área gastrointestinal e área respiratória. Também causa foto reações alérgicas. A carcinogenicidade, toxicidade reprodutiva, neurotoxicidade e toxicidade crônica para os humanos e animais foram experimentalmente provadas (JAIN et al., 2007).

Tendo em vista minimizar ou até eliminar os riscos que os diversos corantes sintéticos podem causar ao homem e o meio ambientes, foram aplicados diversos métodos de remoção destes corantes como biodegradação (SRINIVASAN e VIRARAGHAVAN, 2010; ÜNYAYARA et al. 2005), coagulação e floculação (KHOUNI et al., 2011), ultrafiltração e nanofiltração (FERSI e DHAHBI, 2008), oxidação (GOGATE e PANDIT, 2004), POAs (ALHAMEDI, RAUF e SALMAN ASHRAF, 2009; OLIVEIRA et al., 2007).

Os POAs se destacam no tratamento de compostos orgânicos persistentes como os corantes devido a geração de radicais hidroxilos in-situ ($\bullet\text{OH}$) a partir de seus diversos processos. O $\bullet\text{OH}$ é um oxidante não seletivo com elevado potencial de oxidação ($E_0 = 2.8 \text{ V}$), que é o segundo agente oxidante mais forte conhecido, perdendo apenas em poder de oxidação para o flúor. Este radical conduz a conversão ou oxidação de poluentes orgânicos em solução aquosa podendo levar certos compostos orgânicos a sua mineralização (CO_2 , H_2O) (HSING et al., 2007; OTURAN et al., 2008).

Dos diferentes POAs, a reação Fenton é uma técnica que se utiliza da decomposição catalítica do peróxido de hidrogênio por íons ferrosos com a finalidade de produzir radicais hidroxilos. A reação é conduzida em meio ácido para evitar a precipitação de sais de ferro pela oxidação de sua forma ferrosa (Fe^{2+}) à sua forma férrica (Fe^{3+}), de acordo com a equação 1 (SRINIVASAN e VIRARAGHAVAN, 2010; SUN et al., 2007).



A reação Fenton tem apresentado uma elevada aplicabilidade quanto à degradação de uma grande variedade de corantes (HERNEY-RAMIREZA, VICENTEB e MADEIRAC, 2010).

A elevada eficácia do processo reacional do tipo Fenton frente a outras técnicas de tratamento está relacionada primeiramente a produção de espécies químicas altamente reativas, os radicais livres hidroxilos, e secundariamente pela ação coagulante dos íons férricos produzidos no decorrer da reação, os quais precipitam em condições básicas, arrastando consigo o material em suspensão que possa existir (BADAWY e ALI, 2006). objetivo deste trabalho é avaliar a eficiência de descoloração da reação Fenton sobre soluções sintéticas dos corantes Azul de Metileno (AM) e Rodamina B (RB), bem como estudar sua cinética reacional em diversas concentrações de agente oxidante e catalizador, e verificar preliminarmente a formação de co-produtos por meio de variações espectrais e remoção de matéria orgânica em termos de Demanda Química de Oxigênio (DQO) para as condições ótimas de agente oxidante (H_2O_2) e catalisador (Fe^{2+}).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

T Os corantes Azul de Metileno (AM) ($\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{N}_3\text{Cl}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$, CI: 52015, Basic Blue 9), fornecido pelo fabricante ISOFAR, e Rodamina B (RB) ($\text{C}_{28}\text{H}_{31}\text{ClN}_2\text{O}_3$, CI: 45170, Basic Violet 10), fornecido pelo

fabricante DINÂMICA, possuem grau analítico e foram utilizados sem qualquer processo de purificação prévia. As estruturas moleculares destes corantes estão representadas na Figura 1.

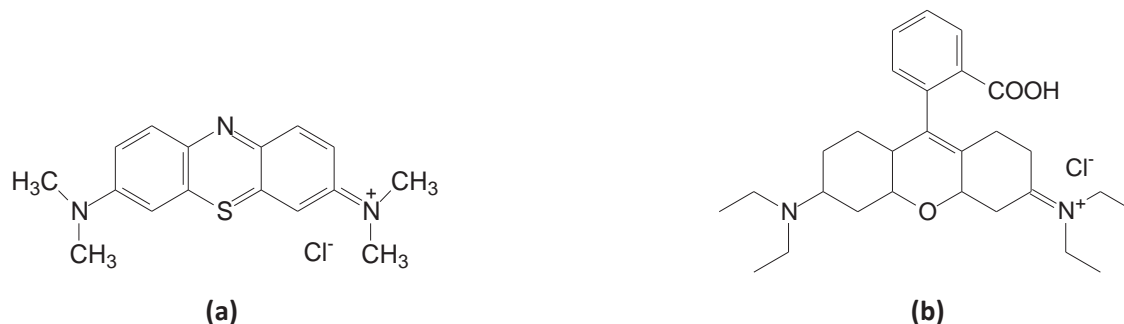


Figura 1 - Estruturas moleculares dos corantes Azul de Metileno (AM) - Basic Blue 9 (a), Rodamina B (RB) -Basic Violet 10 (b).

Para os experimentos, foram preparadas soluções sintéticas com uma concentração inicial de 10 mg L⁻¹ do corante solubilizado em água destilada. Peróxido de hidrogênio (30% v/v) foi utilizado como espécie química oxidante e fonte de radicais hidroxilos, sendo preparada uma solução estoque de 150 mM, enquanto que o sulfato ferroso heptahidratado (Fe₂SO₄·7H₂O) foi utilizado como única fonte de íons ferrosos (Fe²⁺), preparando-se sua solução estoque com uma concentração de 30 mM. Para garantir uma total disponibilidade de espécies cataliticamente ativas, a solução ferrosa teve seu pH reduzido a 2, com o objetivo de se evitar a oxidação do ferro à espécie férrica (Fe³⁺). Para ajuste de pH, soluções 0,5 M de ácido sulfúrico e hidróxido de sódio foram adicionadas, conforme o caso.

Os experimentos para descoloração dos corantes foram conduzidos à temperatura ambiente (27 °C). O reator utilizado nos estudos de descoloração possui forma retangular horizontal, sendo constituído de vidro e com um volume reacional de 300 mL. A reação Fenton se processou ao adicionar, primeiramente, volumes específicos da solução estoque de Fe²⁺ para se obter concentrações finais no reator de 0,01 a 0,05 mM. O pH da solução foi então devidamente ajustado para 3±0,5 com solução 0,5 M de H₂SO₄, sendo este valor reportado da literatura como o ótimo para promoção da reação Fenton (SUN et al., 2007). A reação foi iniciada a partir da adição de volumes pré-estabelecidos da solução estoque de H₂O₂ à solução corante no reator, sendo alcançadas dosagens iniciais de H₂O₂ para faixa de concentração de 0,05 a 0,25 mM.

As análises ocorreram a partir de alíquotas de 5 mL coletadas em tempos pré-determinados e imediatamente alcalinizadas com NaOH 0,5 M afim de precipitar o ferro sob a forma de íons férricos (Fe³⁺), inativando o catalisador e cessando a reação. Após 60 minutos de repouso, as alíquotas foram centrifugadas a 3000 rpm e a fase sobrenadante foi submetida à análise de cor segundo absorbância. Todas as amostras foram analisadas segundo absorbância no espectrofotômetro UV-Vis Thermo Evolution 100. Os comprimentos de onda de máxima absorção dos corantes AM e RB foram identificados em 665 nm e 560 respectivamente, através de uma varredura espectral de 200 a 800 nm.

As eficiências de descoloração foram definidas de acordo com a Equação 2, onde a_0 é a absorbância inicial da solução a ser degradada e a_1 é a absorbância final da mesma em certo tempo reacional.

$$\text{Eficiência (\%)} = (1 - a_1 / a_0) \times 100 \quad [\text{Eq. 2}]$$

As curvas cinéticas de descoloração foram obtidas a partir da aplicação do modelo cinético proposto por Chan e Chu (2003), o qual é devidamente representado na Equação 3.

$$C_1 / C_0 = 1 - t / (\rho + \sigma \cdot t) \quad [\text{Eq. 3}]$$

Onde C_1 é a concentração (absorbância) do produto remanescente no sistema após um tempo reacional t (min) e C_0 é a concentração (absorbância) inicial do poluente orgânico (corante). Os parâmetros ρ e σ são duas constantes experimentais relacionadas à cinética reacional (min^{-1}) e à capacidade de oxidação (adimensional) das moléculas oxidadas, respectivamente.

A linearização da Equação 3 permite obter os valores de ρ e σ a partir da construção de um gráfico $t/(1 - C_1/C_0)$ versus t , conforme equação 4, sendo a primeira constante relacionada ao coeficiente angular da reta e o segundo ao intercepto da reta no eixo y .

$$t/(1 - C_1/C_0) = \rho + \sigma \cdot t \quad [\text{Eq. 4}]$$

A tangente da curva de decréscimo em um determinado tempo pode ser matematicamente obtida através da derivação da Equação 5:

$$(dC_1/C_0)/dt = -\rho/(\rho + \sigma \cdot t)^2 \quad [\text{Eq. 5}]$$

Desta forma, quanto maior for a razão $1/\rho$, mais rápida será a razão de decréscimo do composto estudado. Quando t é longo e tende ao infinito o valor da constante σ nos mostra a fração máxima teórica de remoção, a qual é equivalente à capacidade máxima de oxidação do processo ao final da reação.

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

4.1 Avaliação da eficiência de descoloração

V A aplicação da reação Fenton sobre o corante AM apresentou elevados níveis de eficiência de descoloração, obtendo-se resultados da ordem de 75 a 96% de remoção de cor, enquanto que a aplicação deste mecanismo reacional sobre o corante RB apresentou uma variação mais ampla de remoção de cor (35 a 86%). Os valores dos níveis de eficiência para cada dosagem de agente oxidante (H_2O_2) e catalisador (Fe^{2+}) estão dispostos na Tabela 1.

Pode-se constatar que a eficiência do processo é diretamente afetada pela concentração das espécies químicas envolvidas na reação Fenton. A eficiência de descoloração mostrou uma relação de direta proporcionalidade entre o percentual de remoção de cor dos corantes AM e RB com a variação do agente oxidante (H_2O_2) e catalisador (Fe^{2+}).

Tais observações podem ser explicadas pelo aumento da produção de radicais livres hidroxilos ($\cdot\text{OH}$) conforme equação 1. Resultados semelhantes foram reportados por Muruganandham e Swaminathan (2004) ao estudarem a descoloração do corante Reactive Orange 4 frente a aplicação de técnicas de tratamento do tipo Fenton e foto-Fenton.

Tabela 1 – Eficiência da reação Fenton na descoloração das soluções do AM e RB. $C_0 = 10 \text{ mg L}^{-1}$; $\text{pH} = 3$

$[\text{Fe}^{2+}] \text{ mM}$	$[\text{H}_2\text{O}_2] \text{ mM}$	% Descoloração AM	% Descoloração RB
0,01	0,25	88,2	34,8
0,02	0,25	91,0	49,3
0,03	0,25	93,4	62,4
0,04	0,25	94,0	71,2
0,05	0,25	96,2	85,8
0,05	0,05	75,5	60,7
0,05	0,10	80,6	66,2

0,05	0,15	89,4	72,0
0,05	0,20	92,9	74,1

4.2 Modelagem cinética da degradação dos corantes

Os dados de absorvância obtidos das alíquotas coletadas no decorrer dos experimentos de descoloração dos corantes AM e RB foram modelados segundo o modelo cinético proposto por Chan e Chu (2003). As curvas cinéticas de descoloração construídas frente às variações de concentração de Fe^{2+} e H_2O_2 estão apresentadas na Figura 2, enquanto que as constantes cinéticas advindas da aplicação do modelo proposto estão dispostas na Tabela 2.

Observa-se claramente que existe uma relação de proporcionalidade entre as concentrações de agente oxidante e catalisador com a taxa de descoloração. Uma análise da Tabela 2 permite-nos concluir que os radicais hidroxilas advindos da decomposição catalítica do H_2O_2 pelos íons Fe^{2+} , faz com haja um acréscimo tanto da velocidade reacional ($1/\rho$) quanto da capacidade oxidativa do sistema ($1/\sigma$).

Uma elevação da concentração de catalisador em 5 vezes, de 0,01 para 0,05 mM ($[\text{H}_2\text{O}_2]$ fixa em 0,25 mM), proporciona um aumento equivalente na velocidade de reação, elevando em aproximadamente 5 vezes a cinética reacional ($1/\rho$) de descoloração da solução aquosa do AM. Tal fato também pode ser observado na variação da concentração de agente oxidante, porém de maneira menos sensível. Paralelamente, observa-se que o corante RB ofereceu uma maior resistência à descoloração que o AM, constatando-se que para este corante o agente oxidante é o reagente que mais influencia na sua degradação, proporcionando um aumento de aproximadamente 2,7 vezes da velocidade reacional ao se elevar a concentração de H_2O_2 de 0,05 para 0,25 mM, ao passo que o acréscimo em mesma escala (5 vezes) do catalisador praticamente não influencia na cinética da reação.

Com relação à capacidade oxidativa do sistema ($1/\sigma$), os resultados apontam uma maior sensibilidade em relação à variação da concentração de H_2O_2 para o corante AM, tendo-se em vista que o aumento da $[\text{Fe}^{2+}]$ pouco influenciou nos valores de $1/\sigma$, enquanto que o acréscimo da concentração de agente oxidante proporcionou resultados desde 0,772 a 0,979. A influência na capacidade oxidativa do sistema para o corante RB foi incrementada com o aumento das concentrações de $[\text{Fe}^{2+}]$ no meio, apresentando um comportamento diferente do corante AM, observando-se variações de 2,5 vezes ao se elevar a concentrações de Fe^{2+} de sua dosagem mínima estudada (0,01 mM) para a máxima (0,05 mM).

Estes dados permitem concluir que os corantes em estudo apresentam diferentes comportamentos frente à reação Fenton empregada. O incremento das concentrações de agente oxidante e catalisador no AM é acompanhado por um aumento da taxa de degradação, pouco influenciando no percentual de remoção de cor. Para o RB as observações são diferentes, constatando-se que a elevação das dosagens de H_2O_2 e Fe^{2+} corroboram com um acréscimo da capacidade oxidativa do sistema, não ocorrendo variações apreciáveis da velocidade reacional.

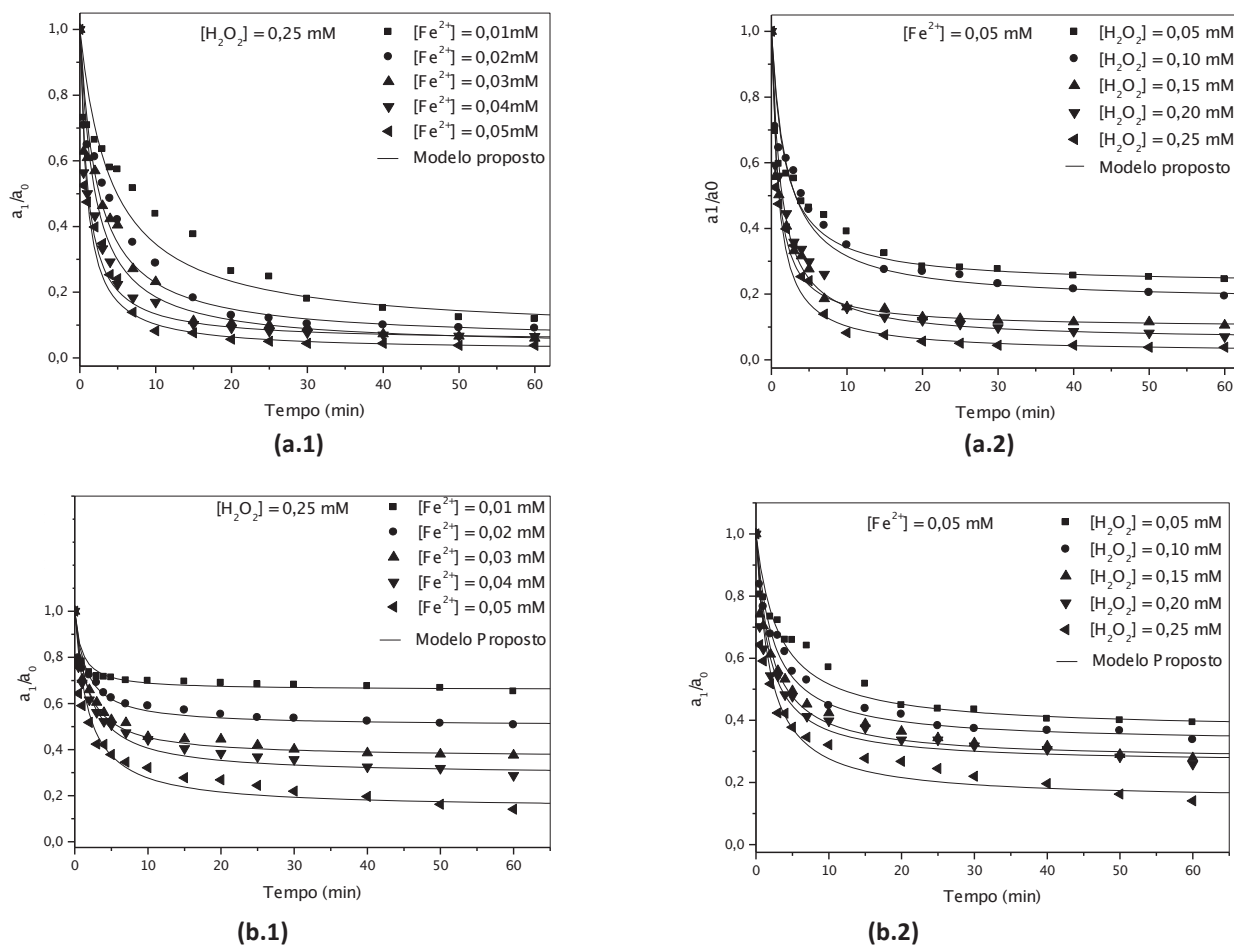


Figura 2 – Modelagem cinética de descoloração da solução do corante AM (a) e RB (b) frente à reação Fenton, variando-se a concentração de Fe^{2+} (1) e H_2O_2 (2). $C_0 = 10 \text{ mg L}^{-1}$; $\text{pH} = 3$.

Pode-se constatar ainda que as maiores concentrações de agente oxidante e catalisador ($[\text{H}_2\text{O}_2] = 0,25 \text{ mM}$; $[\text{Fe}^{2+}] = 0,05 \text{ mM}$) foram as que proporcionaram os maiores níveis de eficiência de descoloração, tanto em termos de velocidade reacional quanto em capacidade oxidativa do sistema.

O modelo cinético proposto por Chan e Chu (2003) apresentou elevada aplicabilidade, apresentando coeficiente de regressão linear superior a 0,99 em todos os experimentos onde o mesmo ajustou-se perfeitamente aos dados coletados.

Muruganandham e Swaminathan (2004) também reportaram em seus estudos uma forte dependência entre a taxa de descoloração e as dosagens de H_2O_2 e Fe^{2+} na remoção do corante Reactive Orange 4 pelo processo foto-Fenton. Tais ainda determinaram a influência da concentração do corante no percentual e cinética de descoloração, encontrando uma relação de inversa proporcionalidade.

Tabela 2 – Constantes cinéticas do modelo de Chan e Chu (2003) obtidas pela aplicação da reação Fenton na descoloração da solução aquosa do Azul de Metileno e Rodamina B.

Corante	$[\text{Fe}^{2+}]:[\text{H}_2\text{O}_2] \text{ mM}$	$1/\rho \text{ (min}^{-1}\text{)}$	$1/\sigma$	R^2
Azul de Metileno	[0,01:0,25]	0,221	0,928	0,989
	[0,02:0,25]	0,413	0,949	0,998
	[0,03:0,25]	0,510	0,951	0,998
	[0,04:0,25]	0,973	0,969	0,999

	[0,05:0,25]	1,086	0,979	0,999
	[0,05:0,05]	0,400	0,772	0,998
	[0,05:0,10]	0,446	0,825	0,998
	[0,05:0,15]	0,752	0,903	0,999
	[0,05:0,20]	1,074	0,943	0,999
Rodamina B	[0,01:0,25]	0,356	0,341	0,998
	[0,02:0,25]	0,326	0,497	0,999
	[0,03:0,25]	0,393	0,635	0,999
	[0,04:0,25]	0,359	0,711	0,997
	[0,05:0,25]	0,464	0,856	0,997
	[0,05:0,05]	0,204	0,633	0,995
	[0,05:0,10]	0,293	0,673	0,998
	[0,05:0,15]	0,373	0,728	0,998
	[0,05:0,20]	0,441	0,738	0,998

4.3 Avaliação dos coprodutos de descoloração dos corantes

Uma avaliação preliminar da formação coprodutos reacionais foi executada através da varredura espectral da amostra em sua concentração inicial (10 mg L^{-1}) e em cada tempo pré-estabelecido de coleta. A faixa de comprimento de onda da varredura foi de 200 até 800 nm, estando disposta na Figura 3.

Constata-se da Figura 3 constata-se que houve uma redução significativa dos picos de absorção localizados na região do visível em 665 e 560 nm, relativo ao grupo cromóforo do AM e RB respectivamente, com o decorrer da reação. Esta redução corrobora com resultados obtidos, indicando um alto nível de eficiência quanto à remoção de cor da solução corante pela aplicação do mecanismo reacional do tipo Fenton.

Com relação à região do UV, no corante AM observa-se uma redução do pico situado em 292 nm na medida em que a reação se processa. Entretanto, o mesmo não ocorre para o pico localizado em 240 nm, pertencente tanto ao AM como ao RB, o qual tem sua amplitude elevada com o decorrer da reação, demonstrando que há formação de intermediários reacionais provindos da fração aromática dos corantes (CHAN e CHU, 2003). A partir da observação destes dados foi avaliada a remoção de DQO no final do processo para as condições ótimas de agente oxidante (H_2O_2) e catalisador (Fe^{2+}) onde se obteve uma remoção da ordem de 40,9% para o corante AM e 25,5% para RB. Resultados desta ordem foram reportados em estudos alguns autores afirmam que baixa remoção de DQO frente à elevada remoção de cor e relacionada à formação de subprodutos de reação (MARTÍNEZ-HUITLE e BRILLAS 2009).

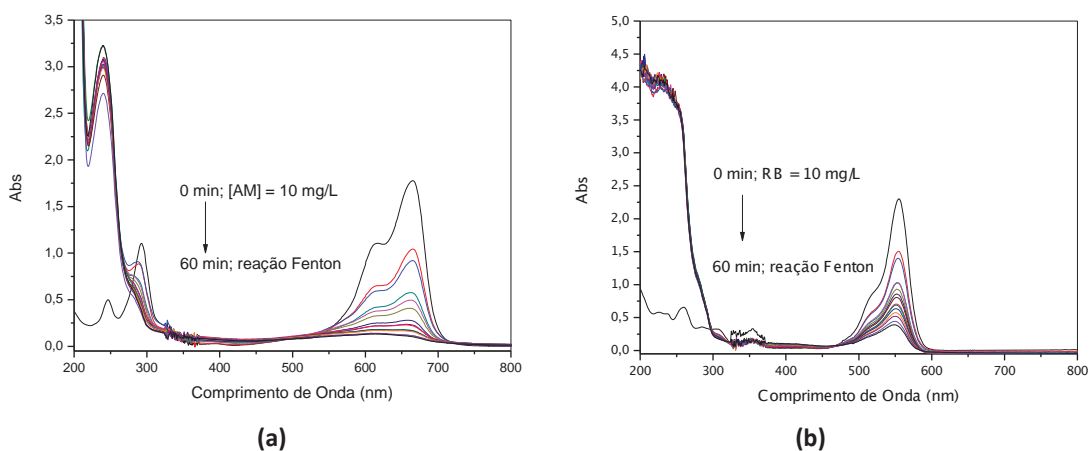


Figura 3 – Varredura espectral do AM (a) e RB (b) antes e após aplicação da reação Fenton. $C_0 = 10 \text{ mg/L}$; $\text{pH} = 3$; $[\text{H}_2\text{O}_2] = 0,25 \text{ mM}$; $[\text{Fe}^{2+}] = 0,05 \text{ mM}$.

5. CONCLUSÃO

A reação Fenton mostrou elevada eficiência quanto à descoloração de soluções aquosas dos corantes AM e RB. Remoções de cor da ordem de 96% e 86% respectivamente foram atingidas pela aplicação das dosagens máximas de concentração de agente oxidante (H_2O_2) e catalisador (Fe^{2+}).

O modelo cinético proposto se ajustou bem aos dados experimentais, mostrando boa correlação entre os resultados reais e teóricos. Constatou-se ainda uma relação de direta proporcionalidade entre as concentrações de agente oxidante e catalisador e a velocidade reacional, bem como com a capacidade oxidativa do sistema.

Uma análise preliminar de formação de co-produtos apresentou uma redução significativa do pico de absorção relacionado ao grupo cromóforo, porém houve um aumento da amplitude do pico da região do UV, demonstrando formação de produtos aromáticos ao final da reação para ambos os corantes. A análise de remoção de DQO não acompanhou o mesmo nível de eficiência de remoção de cor, obtendo-se depleções de 40,9% para o AM e 25,5% para o RB.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e tecnológico) pelo financiamento da bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- ALHAMEDI, F. H.; RAUF, M. A.; SALMAN ASHRAF, S. Degradation studies of Rhodamine B in the presence of UV/ H_2O_2 . *Desalination*, v. 239, p. 159–166, 2009.
- BADAWY, M.I.; ALI, M.E.M. Fenton's peroxidation and coagulation processes for the treatment of combined industrial and domestic wastewater. *Journal of Hazardous Materials*, v. B136, p. 961–966, 2006
- BIANCO, B.; MICHELIS, I. D.; VEGLIÒ, F. Fenton treatment of complex industrial wastewater: Optimization of process conditions by surface response method. *Journal of Hazardous Materials*, v. 186, p. 1733–1738, 2011.

CHAN, K. H.; CHU, W. Modeling the reaction kinetics of Fenton's process on the removal of atrazine. **Chemosphere**, v. 51, p. 305-311, 2003.

CHONG, M. N.; JIN, B.; CHOW, C. W. K.; SAINT, C. Recent developments in photocatalytic water treatment technology: A review. **Water Research**, v. 44, p. 2997-3027, 2010.

FENG, F.; XU, Z.; LI, X.; YOU, W.; ZHEN, Y. Advanced treatment of dyeing wastewater towards reuse by the combined Fenton oxidation and membrane bioreactor process. **Journal of Environmental Sciences**, v. 22(11), p. 1657-1665, 2010.

FERSI, C.; DHAHBI, M. Treatment of textile plant effluent by ultrafiltration and/or nanofiltration for water reuse. **Desalination**, v. 222, p. 263-271, 2008.

GOGATE, P. R.; PANDIT, A. B. A review of imperative technologies for wastewater treatment I: oxidation technologies at ambient conditions. **Advances in Environmental Research**, v. 8, p. 501-551, 2004.

GULKAYA, I.; SURUCU, G. A.; DILEK, F. B. Importance of H_2O_2/Fe^{2+} ratio in Fenton's treatment of a carpet dyeing wastewater. **Journal of Hazardous Materials B**, v. 136, p. 763-769, 2006.

HERNEY-RAMIREZA, J.; VICENTEB, M. A.; MADEIRAC, L. M. Heterogeneous photo-Fenton oxidation with pillared clay-based catalysts for wastewater treatment: A review. **Applied Catalysis B: Environmental**, v. 98, p. 10-26, 2010.

HSING, H. J.; CHIANG, P. C.; CHANG, E. E.; CHEN, M. Y. The decolorization and mineralization of Acid Orange 6 azo dye in aqueous solution by advanced oxidation processes: A comparative study. **Journal of Hazardous Materials**, v. 141, p. 8-16, 2007.

JAIN, R.; MATHUR, M.; SIKARWAR, S.; MITTAL, A. Removal of the hazardous dye rhodamine B through photocatalytic and adsorption treatments. **Journal of Environmental Management**, v. 85, p. 956-964, 2007.

JAMALLUDDIN, N. A.; ABDULLAH, A. Z. Reactive dye degradation by combined Fe(III)/TiO₂ catalyst and ultrasonic irradiation: Effect of Fe(III) loading and calcination temperature. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 18, p. 669-678, 2011.

KHOUNI, I.; MARROT, B.; MOULIN, P.; AMAR, R. B. Decolourization of the reconstituted textile effluent by different process treatments: Enzymatic catalysis, coagulation/flocculation and nanofiltration processes. **Desalination**, v. 268, p. 27-37, 2011.

MARTÍNEZ-HUITLE, C. A.; BRILLAS, E. Decontamination of wastewaters containing synthetic organic dyes by electrochemical methods: A general review. **Applied Catalysis B: Environmental**, v.87, p.105-145, 2009.

MEROUANI, S.; HAMDIAOUI, O.; SAOUDI, F.; CHIHA, M. Sonochemical degradation of Rhodamine B in aqueous phase: Effects of additives. **Chemical Engineering Journal**, v. 158, p. 550-557, 2010.

MILLS, A.; HAZAFY, D.; PARKINSON, J.; TUTTLE, T.; HUTCHINGS, M. Effect of alkali on methylene blue (C.I. Basic Blue 9) and other thiazine dyes. **Dyes and Pigments**, v. 88, p. 149-155, 2011.

MURUGANANDHAM, M.; SWAMINATHAN, M. Decolourisation of Reactive Orange 4 by Fenton. **Dyes and Pigments**, v. 63, p. 315-321, 2004.

OLIVEIRA, L.C.A.; GONÇALVES, M.; GUERREIRO, M.C.; RAMALHO, T.C.; FABRIS, J.D.; PEREIRA, M.C.; K. SAPAG. A new catalyst material based on niobia/iron oxide composite on the oxidation of organic contaminants in water via heterogeneous Fenton mechanisms. **Applied Catalysis A: General**, v. 316, p. 117–124, 2007.

OTURAN, M. A.; GUIVARCH, E.; OTURAN, N.; SIRE'S, I. Oxidation pathways of malachite green by Fe³⁺-catalyzed electro-Fenton process. **Applied Catalysis B: Environmental**, v. 82, p. 244–254, 2008.

RAUF, M. A.; MEETANI, M. A.; KHALEEL, A.; AHMED, A. Photocatalytic degradation of Methylene Blue using a mixed catalyst and product analysis by LC/MS. **Chemical Engineering Journal**, v. 157, p. 373–378, 2010.

RAUF, M.A.; SALMAN ASHRAF, S. Fundamental principles and application of heterogeneous photocatalytic degradation of dyes in solution. **Chemical Engineering Journal**, v. 151, p. 10–18, 2009.

SAGOO, S. K.; JOCKUSCH, R. A. The fluorescence properties of cationic rhodamine B in the gas phase. **Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry**, v. 220, p. 173–178, 2011.

SRINIVASAN, A.; VIRARAGHAVAN, T. Decolorization of dye wastewaters by biosorbents: A review. **Journal of Environmental Management**, v. 91, p. 1915–1929, 2010.

SUN, J. H.; SUN, S. P.; WANG, G. L.; QIAO, L. P. Degradation of azo dye Amido black 10B in aqueous solution by Fenton oxidation process. **Dyes and Pigments**, v. 74, p. 647-652, 2007.

ÜNYAYARA, A.; MAZMANCIA, M. A.; ATACAGA, H.; ERKURTA, E. A.; CORALB, G. A Drimaren Blue X3LR dye decolorizing enzyme from *Funalia trogii*: one step isolation and identification **Enzyme and Microbial Technology**, v. 36, p. 10–16, 2005.

ASPECTOS GERAIS DE UM PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EXISTENTE EM FORTALEZA-CE

I. A. Carneiro¹ e G. O. Santos²

¹e²Instituto Federal do Ceará - Campus Fortaleza
israel.tga@gmail.com – gemmelle@gmail.com

RESUMO

Estimou-se o volume economizado no aterro sanitário em função do “desvio” de resíduos recicláveis acumulados por um programa de recuperação de recicláveis e eficiência energética desenvolvido pela Companhia Energética do Ceará - COELCE. Os dados apresentados foram extraídos do sistema de monitoramento do programa e se referiam ao período compreendido entre janeiro de 2007 a agosto de 2011. Os resultados mostraram que 15.593 m³ do aterro deixaram de ser ocupados e que a quantidade total de recicláveis ultrapassou 10 mil toneladas, sendo majoritária a participação, em massa, dos “Papéis” (51%). Observou-se ainda que os quantitativos de resíduos recicláveis acumulados deveriam ter gerado uma economia de energia da ordem dos 19.395 MWh para as empresas de reciclagem de papel, 974 mil kWh para as empresas de vidros e 9328 mil kWh para as empresas de reciclagem de plásticos. O programa representa uma importante contribuição para a melhoria do cenário atual dos resíduos sólidos tanto em âmbito local quanto em regional já que através dele é possível fazer o direcionamento correto de resíduos que antes iriam poluir difusamente.

Palavras-chave: resíduos recicláveis, programa de recuperação de recicláveis, eficiência energética.

1. INTRODUÇÃO

Conforme a Lei 12.305/2010, que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos, entende-se por resíduo sólido:

material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Em função da amplitude conceitual, os resíduos sólidos devem sofrer gerenciamento adequado e que compreende o conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final e disposição final ambientalmente adequadas.

Entre as possibilidades de destinação final de resíduos sólidos há, como prevê a Lei 12.305/2010, a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes [...].

A reutilização, como tema central nesse trabalho, é entendida em Bidone; Povinelli (1999) como o reaproveitamento do resíduo da mesma forma como ele foi descartado, sendo submetido a pouco ou a nenhum tratamento. Zanta; Ferreira (2003) lembram que o reaproveitamento dos resíduos não é total, frente às tecnologias existentes atualmente, existindo sempre uma parcela que deverá ser encaminhada à destinação final em ambos os domínios (privado e público).

A reutilização possui relevância econômica, ambiental e social já que impede investimentos periódicos de compra, reduz o descarte inadequado de RSU e permite a comercialização de um material que ainda possui valor agregado. Sua aplicabilidade em larga escala depende de vários fatores dentre os quais a existência de um projeto municipal bem elaborado (sem excessos) e a sensibilização da comunidade através dos trabalhos contínuos de educação ambiental.

A reciclagem, por sua vez, cada vez mais cresce por conta das preocupações sócio-ambientais e é conceitualmente entendida como "uma transformação artesanal ou industrial do material para formar o mesmo ou outro(s) produto(s) para uso posterior" (Pereira Neto, 2007, p.93). Assim, o objetivo da reciclagem é, conforme o BNB (1999, p.238) [...] reaproveitar materiais já utilizados, reintroduzindo-os no processo produtivo e economizando, desta forma, recursos naturais que deixam de ser extraídos para a produção de novos materiais e áreas de disposição de resíduos, como aterros sanitários, aumentando sua vida útil.

Para Mota (2003) a reciclagem é importante porque diminui a poluição do solo, água e ar, melhora a limpeza da cidade e a qualidade de vida da população, prolonga a vida útil dos aterros sanitários, gera empregos para a população não qualificada e receita com a comercialização dos recicláveis.

O Compromisso Empresarial para Reciclagem - CEMPRE (2008) mostra que o Brasil recicla 96,2% das latas/alumínio existente no mercado, 77,4% do papelão, 49,5% do papel, 47% do PET, 46% do vidro e, para se sustentarem, tanto a reutilização quanto a reciclagem, demandam a implementação da coleta seletiva.

Em função dessas possibilidades há em Fortaleza um programa de recuperação de recicláveis e eficiência energética desenvolvido pela Companhia Energética do Ceará - COELCE. Tal programa foi pensado a partir de uma pesquisa que diagnosticou a existência de 184 comunidades classificadas como "baixa renda" na Grande Fortaleza e onde grande parte dos resíduos gerados são depositados inadequadamente no ambiente. Além disso, a empresa observou que esta mesma população apresentava os maiores índices de inadimplência e furto de energia elétrica.

Sob esse cenário, a COELCE, em parceria com diversas empresas recicladoras, iniciou a implantação de postos de coleta de resíduos em pontos estratégicos para garantir o acesso da população e contribuir, ao mesmo tempo, com a preservação ambiental e troca de resíduos recicláveis por bônus na conta de energia.

O programa foi estruturado com implantação de 23 postos de coleta espalhados pela cidade, sendo que alguns (06) estão inativos por questões de vandalismo, inacessibilidade e burocráticas. Nos demais há instalado um sistema computacional que acompanha em tempo real as movimentações realizadas (transações de coletas). Com este sistema garante-se agilidade na transmissão da informação do bônus a ser concedido, bem como acompanhamento detalhado dos quantitativos dos resíduos coletados.

Os objetivos desse trabalho foram:

- i) conhecer os principais tipos de resíduos acumulados nos postos,
- ii) estimar as quantidades movimentadas entre janeiro de 2007 a agosto de 2011,
- iii) estimar o volume economizado no aterro sanitário em função do “desvio” desses resíduos e,
- iv) estimar a economia de energia envolvida pelo programa.

2. METODOLOGIA

Os dados considerados nesse trabalho foram extraídos do sistema que monitora o programa e se referem ao período compreendido entre janeiro de 2007 a agosto de 2011.

O programa trabalha com os resíduos recicláveis mais comuns (metais, papéis, vidros e plásticos) e os dados apresentados nesse trabalho são a soma dos quantitativos acumulados em cada tipo.

Posteriormente, foi estimado o volume economizado no aterro sanitário em função do “desvio” desses resíduos já que eles foram encaminhados para reutilização e reciclagem.

Aplicou-se para tanto o valor da densidade aparente (700 kg/m^3) para resíduos compactados no aterro e os resultados da composição gravimétrica realizada em Santos; Mota (2010).

Por fim, estimou-se a economia de energia envolvida pelo programa a partir das indicações de Calderoni (1999).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resíduos recicláveis separados pelo programa são enquadrados em quatro grandes grupos:

- metais (ex.: latas de leite em pó, cereais, cervejas, refrigerantes, energéticos, óleo, achocolatados, conserva etc.);
- papéis (ex.: papel branco, misto, jornais, revistas etc.);
- vidros (ex.: garrafa de vinho, cerveja, refrigerante, pedaços de prato, de xícara, de espelho, frasco de perfume, de alimento etc.);
- plásticos (ex.: sacos de supermercados, invólucros de alguns alimentos, garrafas de óleo de cozinha, de energéticos, vasilhas de margarinas, de bebidas lácteas, pedaços de brinquedos etc.).

A quantidade de resíduos recicláveis acumulada no período estudado é mostrada no Quadro 1.

Quadro 1 - Estimativa da quantidade de resíduos recicláveis acumulada

Tipo de Material	Quantidade (kg) Acumulada
Metais	2.107.125
Vidros	1.522.092
Papéis	5.525.850
Plásticos	1.760.106
Total	10.915.200

Como se observa, a quantidade total de recicláveis ultrapassou 10 mil toneladas e os resíduos classificados como “Papéis” ocuparam o primeiro lugar em termos quantitativos. Isso, em parte, se justifica pela alta disponibilidade deste material, já que é amplamente utilizado, e conseqüentemente descartado, em centros urbanos, embora possua diminuto valor agregado e pequena relação volume/massa.

A quantidade de resíduos classificados como “Papéis” representa 51% do total acumulado pelo programa no período. A quantidade de resíduos classificados como “Metais” representa 19%, “Plásticos” (16%) e “Vidros” (14%).

Considerando que esses resíduos foram selecionados nas próprias residências e que o sistema atual de gerenciamento de Fortaleza encaminha os resíduos sólidos urbanos ao aterro sanitário de Caucaia (CE), estima-se a economia de volume no setor de disposição mostrada no Quadro 2 (adotou-se densidade aparente de 700 kg/m³ para resíduos misturados e compactados no aterro).

Quadro 2 - Estimativa da economia de volume no aterro decorrente do programa

Tipo de Material	Quantidade (kg) Acumulada	Volume Economizado (m ³)
Total	10.915.200	15.593

Como se observa, o volume economizado no aterro pelo “*não envio*” dos resíduos é estimado em 15.593 m³ para o período estudado.

Supondo que um habitante gera 0,6 kg/dia de resíduo sólido domiciliar e que 3,3% desse quantitativo é representado por metais, 2,1% é vidro, 15,7% é plástico e 14,2% é papel/papelão, a quantidade de pessoas responsáveis pelo volume de resíduos acumulados no programa seria de 216.571 habitantes.

Esses dados permitem também estimar a economia de energia que será alcançada com a reciclagem desses materiais. Calderoni (1999) apresenta a quantidade de energia economizada por tonelada de material, exceto para os “Metais”, já o autor trata apenas do alumínio (Quadro 3).

Quadro 3 - Economia de energia prevista por tonelada reciclada

Tipo de Material	Economia de Energia/tonelada
Papéis	3,51 MWh
Vidros	0,64 mil kWh
Plásticos	5,3 mil kWh

A partir desses dados, estima-se que os quantitativos de resíduos recicláveis acumulados deverão gerar uma economia de energia da ordem dos 19.395 MWh para as empresas de reciclagem de papel, 974 mil kWh para as empresas de vidros e 9.328 mil kWh para as empresas de reciclagem de plásticos. Essas estimativas já consideram perdas de 10% no quantitativo de resíduos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há um grande desafio em mobilizar a população para a coleta seletiva dos resíduos, sendo esta mobilização facilitada quando se agrega valor econômico a esta ação.

O programa em discussão representa uma importante contribuição para a melhoria do cenário atual dos resíduos sólidos tanto em âmbito local quanto em regional já que através dele é possível fazer o direcionamento correto de resíduos que antes iriam poluir ruas, calçadas, rios, lagos etc. bem como contribuir para a redução do tempo de vida útil do aterro sanitário.

O programa é, indiretamente, uma estratégia de educação ambiental quanto ao tema dos resíduos sólidos e exerce papel econômico importante para as comunidades atendidas.

Em relação aos dados levantados, este trabalho permitiu concluir que:

- mais de 10 mil toneladas de resíduos deixaram de ir ao aterro sanitário, economizando mais de 15 mil m³;
- o grupo dos “Papeis” ocupa lugar de destaque entre as arrecadações de materiais;
- importante quantia de energia total foi economizada.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALDERONI, S. **Os Bilhões perdidos no lixo**. São Paulo, Humanitas Editora, 4ª edição, Universidade de São Paulo, 1999.

BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos: EESC/USP, 1999, 120p.

PEREIRA NETO, J. T. **Gerenciamento do lixo urbano: aspectos técnicos e operacionais**. Viçosa-MG, Ed. UFV, 129p. 2007.

BANCO DO NORDESTE - BNB. **Manual de impactos ambientais: orientações básicas sobre aspectos ambientais de atividades produtivas**. Fortaleza, BNB, 1999, 297p.

BRASIL. REPÚBLICA FEDERATIVA DO. **Lei 12.305/2010** - Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2010.

ZANTA, V. M.; FERREIRA, C. F. A. Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. In: Castilhos Júnior et al., (2003). **Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte**. ABES, RiMa, 2003.

SANTOS, G. O.; MOTA, S. Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Domiciliares de Fortaleza/CE Dispostos no Aterro Sanitário de Caucaia/CE. **Revista Tecnologia**, v.31, n.1, p. 39-50, jun. 2010.

ATUAÇÃO DA RAZÃO N:P COMO FATOR LIMITANTE NA DINÂMICA DA BIOMASSA ALGAL EM UM RESERVATÓRIO DE ABASTECIMENTO – AÇUDE AYRES DE SOUSA, SOBRAL-CE

J. M. L. Silva¹ ; F. N. A. Machado² ; J. D. R. Silva³ ; M. D. Araújo⁴ e C. H. A. Pacheco⁵

^{1, 2, 3 e 4} Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE – Campus Sobral; ⁵Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE – Campus Fortaleza

julyaramaria.lirasilva@gmail.com¹; carloshenrique@ifce.edu.br²

RESUMO

Considerando a irregular distribuição da água existente no planeta, torna-se necessário focar a construção de reservatórios na região nordeste do país, como forma solucionar problemas relacionados à sua escassez. Este trabalho destinou-se avaliar a relação entre os macronutrientes nitrogênio e fósforo e a interferência condicionada ao desenvolvimento da biomassa algal no reservatório Ayres de Sousa, localizado no município de Sobral – CE, assim como utilizar os parâmetros físicos, químicos e biológicos como indicadores de qualidade de água. O período amostral está compreendido entre os meses de junho a dezembro de 2010, em cinco pontos distribuídos ao longo do reservatório. Os resultados apresentaram para as variáveis nitrogênio total, fósforo total e clorofila “a” concentrações médias de 0,56 mg/L; 0,27 mg/L; e 6,19 µg/L, respectivamente. As concentrações de fósforo total excederam os limites estabelecidos pela resolução Nº 357/05 CONAMA, contrastando com os valores de clorofila “a” que encontraram-se sempre abaixo do limite estipulado para águas classe II. Verificou-se que a limitância está relacionada ao composto nitrogênio, obtido a partir da razão N:P (variando de 1 a 31). Desta forma, a continuação de monitoramento do reservatório é indispensável para manutenção da qualidade das águas do reservatório de abastecimento.

Palavras-chave: biomassa algal, eutrofização, reservatório de abastecimento, macronutrientes, nutriente limitante.

1. INTRODUÇÃO

A água existente no planeta desde os primórdios, tornou-se essencial para manutenção da biodiversidade e sobrevivência da vida no planeta Terra (TUNDISI, 2005). Entretanto, segundo Shiklomanov (1998), a distribuição da água no planeta não é homogênea. Cerca de 1.386 milhões de Km³ da água presente na terra, 97,5% do total está localizada nos oceanos e mares e sendo 2,5% restante referentes a água doce disponível em geleiras, reservatórios subterrâneos, rios e lagos.

Estima-se que o Brasil possui 8% das reservas mundiais de água doce (MANCUSO & SANTOS, 2003). A disponibilidade dos recursos hídricos é abundante na região Norte do país, contrastando com os problemas de escassez sofridos pela região Nordeste (TUNDISI, 2005). Com o intuito de solucionar problemas relacionados à histórica escassez de água, Andreoli & Carneiro (2005) ressaltam a existência de construção de reservatórios pelas civilizações desde a antiguidade.

A construção destas estruturas teve como intuito garantir disponibilidade de recursos hídricos para a realização de múltiplos usos, principalmente em locais onde os recursos hídricos encontram-se escassos, atentando-se para a conservação da qualidade frente ao aumento da demanda.

Segundo as afirmações de Rebouças (2006), as características com relação a qualidade são muito variadas, pois são conferidas no ambiente de origem, por onde circundam, percolam ou onde são armazenadas. O constante crescimento populacional e a exploração dos recursos naturais também têm contribuído para o aumento na entrada de poluentes nos ecossistemas aquáticos (ARAÚJO, 2009).

A inserção de nutrientes em excesso no manancial implica na eutrofização desses reservatórios, ocasionando um aumento da atividade fotossintética. Este fenômeno é caracterizado pelo crescimento excessivo do fitoplâncton (HELLER & PÁDUA, 2006).

A condição de eutrofização do corpo d'água é decorrente da presença em demasia de nutrientes como fósforo e nitrogênio (VON SPERLING & DANTAS, 2000). A relação existente entre as concentrações destes nutrientes (nitrogênio e fósforo) e suas respectivas frações (amoniacal, nitroso e nítrico e sal fosfato) pode concluir sobre a existência de nutriente limitante neste processo (VON SPERLING, 2001).

Normalmente o fósforo é conhecido por ser fator limitante ao ecossistema aquático, ambientes com razão molar N:P inferiores a 15 são mais susceptíveis a dominância de cianobactérias, já para ambiente cuja razão N:P é superior a 20 condicionam dominância de algas eucarióticas, entretanto o florescimento de cianobactérias está associado tanto a nitrogênio quanto a fósforo.

Conforme relatado pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), em 2008 entre cerca de 126 açudes localizados no estado do Ceará, 5% apresentaram características oligotróficas; 24% mesotróficas; 61% eutróficas e 10% com características de hipereutrofização (COGERH, 2008).

O presente trabalho destina-se a avaliar a relação de limitância entre dos compostos de nitrogênio e fósforo e a interferência provocada na dinâmica da biomassa algal no reservatório Ayres de Sousa, Sobral-CE.

2. METODOLOGIA

2.1 Caracterização da área de estudo

O açude Ayres de Sousa está localizado no distrito de Jaibaras. Está inserido na sub-bacia do rio Jaibaras, situando-se na bacia hidrográfica do rio Acaraú, abrangendo 1.101,87 km². Localizado na região

norte do Estado do Ceará, é considerada a segunda importância hídrica do Estado, com 12.540 Km² (figura 1) segundo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca – DNOCS (1981).

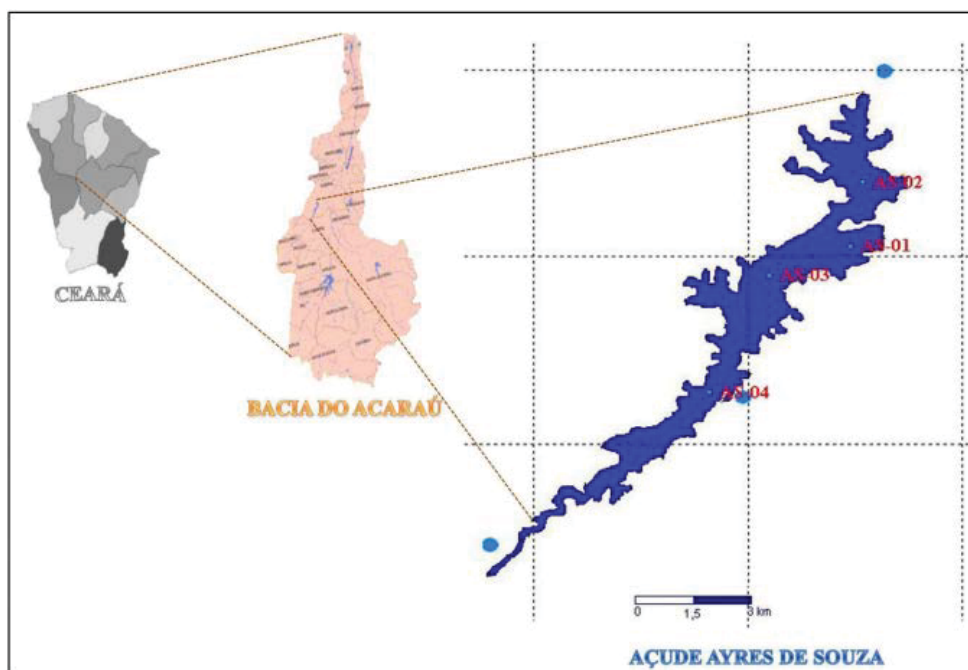


Figura 1 – localização do açude Ayres de Sousa

2.2. Coleta e amostragem de dados

Foram realizadas sete amostragens compreendidas entre os meses de junho a dezembro de 2010 em cinco pontos distintos de coleta, realizadas com apoio da estrutura operacional da COGERH, que disponibilizou meios de locomoção tanto das amostras até o laboratório quanto para as coletas no reservatório.

2.3. Metodologias e variáveis analisadas

Foram determinadas as variáveis: pH, concentrações de Nitrogênio total, Fósforo total, Clorofila “a” conforme APHA et al., 2005. Todas as análises foram efetuadas no Laboratório de Análises Físico-Químicas de Água e Efluentes (LAAE), do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

2.4. Análise estatística

Os valores foram submetidos a análise descritiva de média, desvio padrão, coeficientes de variação, além de detecção de valores máximos e mínimos para cada variável analisada, sendo utilizado como ferramenta principal para aquisição destes dados o Microsoft Office Excel 2007.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são apresentadas as variáveis analisadas e os valores obtidos ao longo do monitoramento juntamente com valores médios, máximo, mínimos, desvio padrão e coeficiente de variação para cada variável.

Tabela1: variáveis analisadas e estatística descritiva.

Estatística descritiva	pH	PT (mg/L)	NT (mg/L)	Cla (µg/L)	N:P
Máximo	7,83	1,37	0,83	108,9	31
Mínimo	6,5	0,05	0,25	0,5	1
Média	7,2	0,27	0,56	6,19	11
DP	0,2	0,33	0,12	9,0	8,5
CV (%)	2,8	116,4	20,5	96,9	75,1

Com relação aos valores de pH, o reservatório expôs pequena variação (CV = 2,8%), evidenciando desta forma a sua capacidade de tamponamento, apresentando média de 7,2 (\pm 0,2) (figura 2).

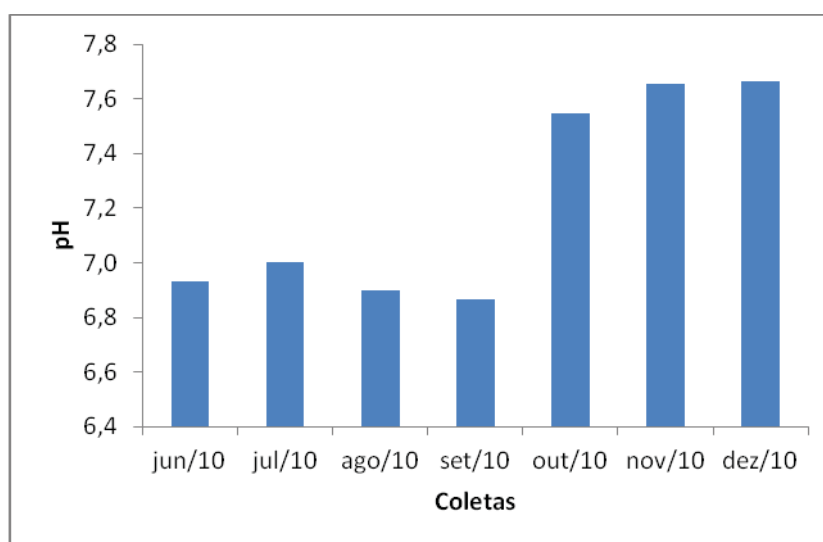


Figura 2 – variação de pH no açude Ayres de Sousa.

Analisando-se os dados referentes ao teor de nitrogênio total, verificou-se variação temporal significativa para os dados ($\alpha = 5\%$; $p < 0,05$), apresentando média de 0,56 (\pm 0,12). Esta condição está relacionada às atividades realizadas em torno do reservatório e do cultivo de peixes em tanques no manancial. Os valores encontrados no reservatório Ayres de Sousa assemelham-se aos observados por Araújo (2009) no reservatório Eng. Armando Ribeiro Gonçalves, Rio Grande do Norte. A dinâmica do nitrogênio como agente atenuante do processo de eutrofização é comumente discutida por inúmeros pesquisadores (VOLLENWEIDER, 1981; ESTEVES, 1998; TUNDISI & TUNDISI, 2008).

Entretanto, a biomassa fitoplanctônica sofreu extensas alterações, apresentando variação de 96,9% com valor máximo (108,9 µg/L) registrado no mês de junho e média de 6,19 µg/L (\pm 9,0) (figura 3).

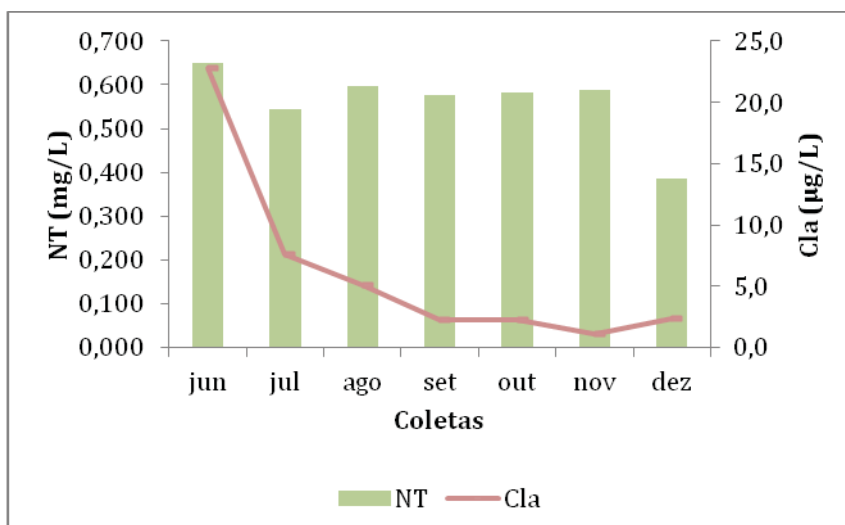


Figura 3 – variação das concentrações de nitrogênio total e clorofila a no açude Ayres de Sousa.

Para os valores de fósforo total, o manancial proporcionou elevada variação temporal (CV = 118,4%), o reservatório apresentou concentração média igual a 0,27 mg/L ($\pm 0,33$). Apesar das variações ocorridas ao longo do período amostral (figura 4), a concentração média de fósforo manteve-se estável relacionado ao limite findado pela Resolução CONAMA 357/05 (0,030 mg/L), determinado para águas classe II. A intensa concentração de compostos de fósforo foi registrada no mês de outubro (1,37 mg/L), podendo sua abundância estar relacionada a mortalidade de algas, o que disponibiliza compostos de fósforo no manancial (ANGELINI et al., 2008).

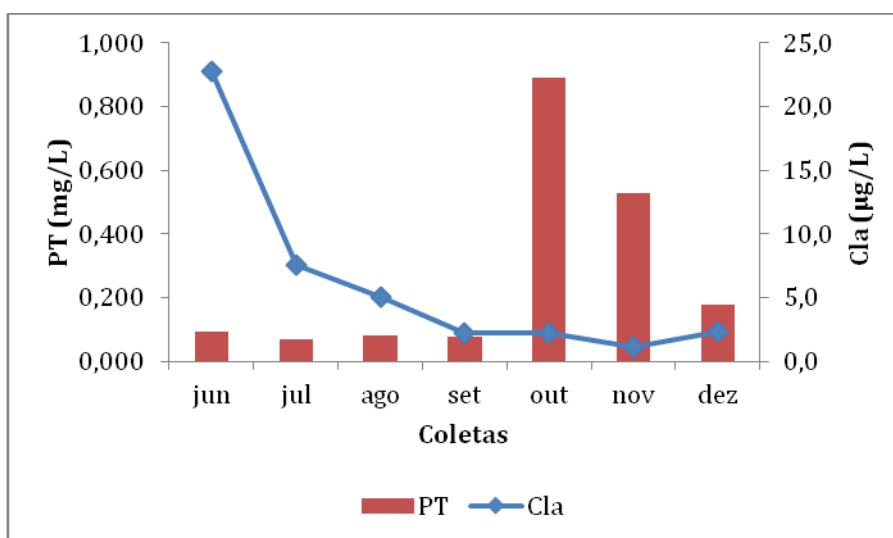


Figura 4 – variação das concentrações de fósforo e clorofila a ao do período amostral no reservatório Ayres de Sousa.

A relação N:P contribuiu de maneira significativa na produção de biomassa algal no reservatório. A razão média encontrada foi de 11,3. Para Redfield (1958), razões maiores que 16:1 indicam limitação por fósforo e abaixo deste fator limitado por nitrogênio. Esta relação verificada no reservatório Ayres de Sousa, pode ser comparada aos dados verificados por Araújo (2009) no reservatório Eng. Armando Ribeiro Gonçalves.

Valores ligados a concentração de clorofila “a” demonstram a variação sofrida pelo reservatório ao longo do período de amostragem (CV = 96,9%) e média de 6,19 µg/L ($\pm 9,0$) (figura 5). Dados relativos a

razão N:P (variando de 1 a 31) confirmam limitância do ecossistema associado ao composto de nitrogênio.

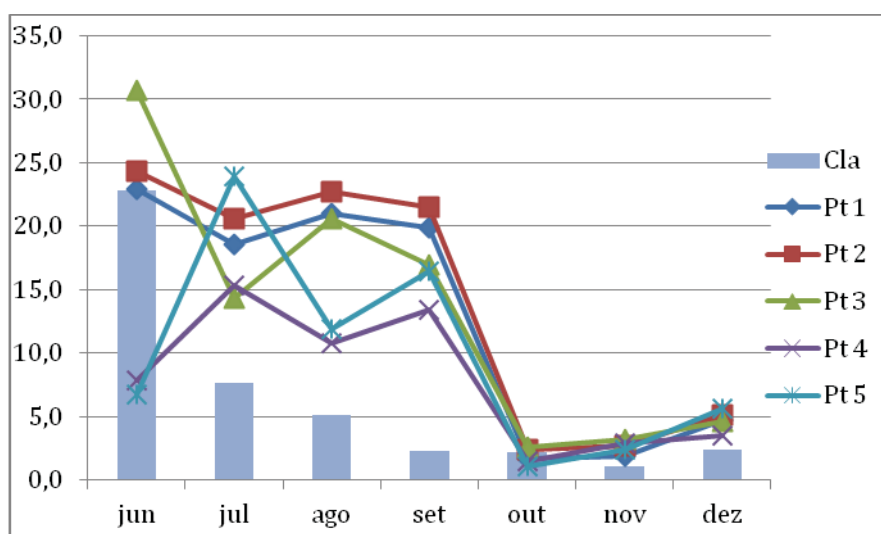


Figura 5 – variação das concentrações de clorofila a ($\mu\text{g/L}$) e razão N:P (mg/L) no reservatório Ayres de Sousa em diversificados pontos de amostragem.

4. CONCLUSÃO

A análise das variáveis físicas e químicas não apresentaram variação temporal significativa, garantindo a condição de tamponamento das águas do manancial. O reservatório sofreu influência significativa no que se refere às concentrações totais de macronutrientes atuando na dinâmica da biomassa algal. Com relação as concentrações de clorofila “a”, pode-se verificar redução dos níveis de concentração, possivelmente oriundas da decomposição de algas presente no sistema. Entretanto, os níveis de concentração dos macronutrientes e a relação N:P no manancial foram responsáveis por caracterizar a atividade limitante do composto de nitrogênio, promovendo alteração na dinâmica da biomassa algal. Contudo, é imprescindível a continuidade de estudos com o intuito de monitorar a dinâmica da biomassa algal e garantir consequentemente a qualidade das águas do reservatório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21^o ed. Washington, APHA/WEF/AWWA, 2005.

ANDREOLI, C.V.; CARNEIRO, C. **Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados**. Ed. Graf. Capital Ltda, Curitiba, 2005.

ANGELINI, R; BINI, L. M. & STARLING, F. L. R. M. **Efeito de diferentes intervenções no processo de eutrofização do lago Paranoá (Brasília – DF)**. Universidade Federal de Goiás – Departamento de Biologia. Oecol. Bras., Goiás, 2008.

ARAÚJO, F. O. **Efeitos do Enriquecimento com Nutrientes (N e P) em Diferentes Condições de Luz Sobre o Crescimento do Fitoplâncton em um Reservatório Eutrófico no Semi-Árido Brasileiro**. Dissertação Apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, Rio Grande do Norte, 2009.

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS (COGERH). **Rede de Monitoramento da Qualidade da Água** – Boletim Informativo. Fortaleza, 2008.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução N° 357 de 17 de março de 2005**. Brasília – DF. Disponível em: www.conama.gov.br.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA A SECA (DNOCS). **Açude público Ayres de Sousa. Projeto de Irrigação**. Tomo I. Dossiê Geral. Fortaleza, 1981.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 2° Ed., 1998.

HELLER, L. & PÁDUA, V. L. **Abastecimento de Água para Consumo Humano**. Belo Horizonte: editora UFMG, 2006.

MANCUSO, P. C. S. & SANTOS, H. F.. **Reuso de Água**. Barueri, SP: Manole, 2003.

REBOUÇAS, A. C; BRAGA, B; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3° edição. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

REDFIELD, A. C. **The biological control of chemical factors in the environment**. Am. Sci, 1958.

SHIKLOMANOV, I. A. **World water resources: a new appraisal and assessment for the 21st century**. Paris: UNESCO, 1998.

TUNDISI, J.G. **Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez**. 2° edição. São Carlos: RiMa,IIE, 2005.

TUNDISI, J. G. & TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

VOLLENWEIDER, R. A. **Eutrophication: a global problem**. Water Qual. Bull. V.6, n 3. Canadá, 1981.

VON SPERLING, E. **Uso de Relações Limnológicas para Avaliação da Qualidade da Água em Mananciais de Abastecimento**. Artigos Técnicos. XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental: ABES, 2001.

VON SPERLING, E. & DANTAS, Ana Paula. **Gerenciamento de Reservatórios de Abastecimento de Água: Influência de fatores Físicos na Determinação do Grau de Trofia**. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental: ABES, 2000.

AUDITORIA AMBIENTAL DO SERVIÇO DE COLETA PÚBLICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE QUIXADÁ\CE

S. O. AGUIAR¹; R. S. ARAÚJO²; J. W. F. SALES³ e M. I. C. NOGUEIRA⁴

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Quixadá; ²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Fortaleza; ³Superintendência Estadual do Meio Ambiente e ⁴Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
suzanaoliveira@ifce.edu.br – rinaldo@ifce.edu.br – jose.wilker@semace.ce.gov.br –
ionetenogueira@yahoo.com.br

RESUMO

O sistema de limpeza pública urbana das cidades brasileiras é, muitas vezes, uma problemática que gera conflitos relacionados à administração pública, como também, pode provocar efeitos adversos no meio ambiente e na saúde da população. Assim, utilizou-se a auditoria ambiental como uma ferramenta para avaliação do sistema de limpeza pública urbana do município de Quixadá. A auditoria foi realizada a partir da coleta e análise de documentos relativos ao sistema auditado, caracterização do serviço de limpeza urbana e inspeções operacionais para observância do cumprimento dos serviços de coleta e transporte dos resíduos sólidos.

Em termos avaliativos, foi observado que, na zona urbana de Quixadá, o serviço de limpeza pública urbana apresenta várias não conformidades, como a falta de colaboração da Prefeitura Municipal em disponibilizar os documentos para realização dessa auditoria, acúmulo de resíduos em vários pontos da cidade, lançamento dos resíduos em lixão, entre outras.

A partir deste contexto, foram sugeridas recomendações, como a fiscalização dos serviços de limpeza pública por agentes da prefeitura, o gerenciamento dos resíduos dos serviços de saúde e da construção civil, a realização de projetos para a construção de um aterro sanitário e para a recuperação de áreas degradadas e, por fim, a execução periódica de auditorias internas.

Palavras-chave: auditoria ambiental, resíduos sólidos, limpeza pública

1. INTRODUÇÃO

A partir do momento em que os problemas da qualidade ambiental e da sustentabilidade firmaram-se como das variáveis mais importantes no cenário político internacional, os administradores públicos têm-se deparado com a necessidade de selecionar instrumentos mais adequados à luta pela preservação ambiental.

A criação das cidades e sua crescente ampliação e modernização tem contribuído para o crescimento de impactos ambientais negativos. Os costumes e hábitos no uso da água e a produção de resíduos pelo enorme consumo de bens materiais são grandes responsáveis por parte dos impactos ambientais existentes.

Segundo a NBR 10004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT, resíduos sólidos são os resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição.

O sistema de coleta dos resíduos sólidos destina-se a coletar e transportar até o destino final, os resíduos produzidos na zona urbana. Sendo esse sistema composto por uma união de outros setores: varrição, coleta domiciliar, coleta de resíduos comerciais, coleta de resíduos de saúde, coleta de feiras e ventos especiais, limpeza de sistemas de drenagem urbanos, limpeza de praias e, por fim, o aterro sanitário.

A gestão e o manejo dos resíduos sólidos nas cidades brasileiras tem sido motivo de preocupação e conflitos, tanto por envolver a questão ambiental bem como pela falta de transparência na aplicação de importante parcela de recursos municipais, frequentemente na forma de contratações que dispensam licitação em função de alegadas situações emergenciais.

Essencialmente, a prestação destes serviços de limpeza pública se materializa pela conjunção de veículos, mão-de-obra, ferramentas, equipamentos de proteção individual, materiais e equipamentos, sob o planejamento e controle sistemáticos de entidades prestadoras de serviços públicos e/ou privadas (MENESES & SOUSA, 2008).

A problemática ambiental gerada pelo lixo é de difícil solução e maior parte das cidades brasileiras apresenta um serviço de coleta que não prevê a segregação dos resíduos na fonte. Assim, em muitas dessas cidades existe a disposição final inadequada do lixo (MECELIN & BELLINI, 2008).

Entre os impactos ambientais negativos conseqüentes da prática da disposição final inadequada do lixo, destacam-se a contaminação de corpos d'água, assoreamento de rios, enchentes, proliferação de vetores transmissores de doenças, poluição visual, mau cheiro e poluição do solo.

Portanto, auditoria ambiental é utilizada como um instrumento de gestão ambiental que realiza uma avaliação sistemática, documentada e objetiva do desempenho de uma organização, do seu sistema de gerência e de equipamentos destinados à proteção do meio ambiente, com os objetivos de facilitar à gerência o controle de suas práticas ambientais e avaliar o cumprimento de políticas ambientais da companhia, incluindo a observância da legislação (GENERINO & NETTO, 1997).

Este trabalho tem por finalidade utilizar a auditoria ambiental como instrumento de gestão, a fim de avaliar o sistema de limpeza pública urbana do município de Quixadá – Ceará, através da utilização de licenças, contratos e planos do sistema de gestão ambiental, como também através da realização de vistorias para elaboração de relatório técnico.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

MUCELIN & BELLINI (2008) afirmam que o consumo diário de produtos industrializados é responsável pela contínua produção do lixo. Sendo essa produção de tamanha intensidade que não é possível conceber uma cidade sem considerar a problemática gerada pelos resíduos sólidos, desde a

etapa da geração até a disposição final. Em muitos casos, esses resíduos gerados nas cidades brasileiras são destinados a céu aberto.

Os resíduos sólidos são materiais heterogêneos (inertes, minerais e orgânicos) resultantes das atividades humanas e da natureza, os quais podem ser parcialmente utilizados, gerando, entre outros aspectos, proteção à saúde pública e economia de recursos naturais (JÚNIOR & NOGUEIRA, 2009).

Segundo o Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (2001), existe, no Brasil, uma enorme quantidade de leis, decretos, resoluções e normas que mostram a preocupação do país com o meio ambiente, inclusive com a limpeza urbana.

A Lei Federal Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Federal, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos.

ALVES *et. al.* (2004) chamaram atenção para a necessidade urgente de se tomarem medidas para o tratamento dos esgotos sanitários e adoção de ações para o lixo, pois a maioria dos riachos e córregos que cortam as cidades brasileiras, já se encontram poluídos.

Coletar o lixo significa recolher o lixo acondicionado por quem o produz para encaminhá-lo, mediante transporte adequado, a uma possível estação de transferência, a um eventual tratamento e à disposição final (MANUAL GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 2001).

A Cartilha de Limpeza Urbana (1991) afirma que a coleta do lixo deve atender a toda população, já que o lixo não coletado poderá causar problemas sanitários. A coleta do lixo possui uma frequência que depende de fatores, como: o tipo de lixo gerado, as condições climáticas e os recursos materiais e humanos disponíveis. Dessa forma, o roteiro de coleta é definido de modo que o serviço se torne o mais eficiente possível.

De acordo com NOGUEIRA & JÚNIOR (2009), existem várias formas de disposição final dos resíduos sólidos: lixões, aterros controlados e aterros sanitários.

Segundo a NBR ISO 14.010, auditoria ambiental é o processo sistemático e documentado de verificação, realizado a fim de obter e avaliar objetivamente, evidências para determinar se as atividades, eventos, sistemas de gestão e condições ambientais descritas ou, até mesmo, informações relacionadas a estes, estão em conformidade com os critérios de auditoria e comunicar os resultados do processo ao cliente. Enfatiza que, para que se obtenha melhor consistência e confiabilidade da auditoria, é importante a condução da mesma de acordo com metodologias e procedimentos bem definidos e consistentes.

FILHO (2002) afirma que a auditoria ambiental está caracterizada pela coleta de dados existentes nas organizações, a avaliação dos dados coletados e o relatório que aponta as conclusões e recomendações, com base na análise dos dados colhidos.

GENERINO & NETO (1995) conclui que o que se busca com a auditoria é oferecer uma resposta sobre a performance ambiental da empresa, não apenas aos órgãos governamentais ou à sua administração, mas, principalmente, à sociedade civil, em geral, e aos consumidores de bens e serviços, em particular, que transmitem a mercado a valorização de processos, artigos e atividades que respeitam o meio ambiente.

3. METODOLOGIA

3.1 Caracterização do Município de Quixadá

O município de Quixadá foi caracterizado quanto aos aspectos físicos, ambientais, demográficos, sociais e de infraestrutura, a fim de obter-se um melhor entendimento em relação à geração de resíduos.

3.2 Solicitação dos Documentos

Em tempo, foi solicitado à Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente do município, SEDUMA, uma lista de documentos essenciais a realização da auditoria, através de um ofício.

Os documentos solicitados foram:

-Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

-Plano de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde.

-Relatório descritivo dos serviços de limpeza pública do município.

-Contrato de terceirização dos serviços de limpeza pública a empresas, associações ou profissionais autônomos, devidamente acompanhados de empenhos, notas fiscais, recibos, decorrentes da execução do referido contrato.

-Projeto básico dos serviços de limpeza pública terceirizados, incluindo projeto arquitetônico, planilha orçamentária, planos operacionais (inclusive relacionados ao aterro sanitário).

-Licenças ambientais (prévia, de implantação e de operação) do aterro sanitário.

-Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do agente responsável pela prestação dos serviços de limpeza pública no município.

3.3 Caracterização dos Resíduos Sólidos

Nesta fase do trabalho, realizou-se a caracterização dos resíduos sólidos urbanos gerados em Quixadá, utilizando como fonte o Projeto Básico de Coleta de Resíduos Sólidos Urbanos (2009).

Preliminarmente, foi analisada a quantidade de lixo coletada por dia, bem como calculada a taxa per capita de geração do resíduo. Também foi descrita a quantidade de resíduos gerados por categoria (resíduos de podaço, resíduos de volumosos, resíduos de serviços de saúde e resíduos domiciliares, comerciais e de varrição).

3.4 Caracterização do Serviço de Limpeza Pública Urbana

Caracterizou-se o serviço de limpeza pública urbana, analisando-se:

-Serviço de coleta e transporte de resíduos domiciliares, comerciais e de varrição.

-Serviço de coleta e transporte de resíduos de volumosos.

-Serviço de coleta e transporte de resíduos de podaço.

-Serviços de varrição manual de vias urbanas.

-Serviços de manutenção de canteiros em vias públicas.

-Serviços de capina e roçada de vegetação, poda e corte de árvores, pintura e caiação de vias dos logradouros públicos.

Avaliou-se, nessas atividades, a frequência e eficiência dos serviços, bem como os equipamentos e utilização de mão-de-obra.

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

4.1 Caracterização do Município de Quixadá

4.1.1 Aspectos físicos e ambientais

O município de Quixadá está localizado na Mesorregião dos Sertões Cearenses e possui uma área de 2.019,82 Km². Suas divisas limitam-se ao Norte com os municípios de Ibaretama, Itapiúna e Choró; ao Sul com os municípios de Quixeramobim e Banabuiú; ao Leste com Banabuiú, Morada Nova e Ibicuitinga e ao Oeste, com Choró e Quixeramobim.

Segundo o Perfil Básico do Município de Quixadá (2006), elaborado pelo IPECE (Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará), Quixadá possui clima Tropical Quente Semi-Árido, com temperatura média de 26°C a 28°C, onde o período chuvoso é de fevereiro a abril. O seu relevo é caracterizado por depressões sertanejas e maciços residuais e a caatinga é a vegetação predominante.

4.1.2 Aspectos demográficos e sociais

Com base no censo demográfico de 2000, realizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), a população residente em Quixadá era de 69.654 habitantes. Desse total, 67,32% eram residentes da zona urbana.

4.1.3 Infraestrutura

Segundo dados da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), de 2004, de todas as ligações reais de abastecimento público existentes no Estado, 1,19% está em Quixadá. Já a porcentagem de ligações reais referentes ao esgotamento sanitário, apenas 0,52% pertence a este município. Atualmente, o município está recebendo a sobras do Projeto Sanear de esgotamento sanitário que, tem como objetivo, alcançar até o final do ano de 2011, 60% de cobertura.

4.2 Solicitação dos Documentos

De todos os documentos solicitados à Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (SEDUMA), pertencente à Prefeitura Municipal de Quixadá, os únicos documentos entregues para a realização da auditoria foram o Projeto Básico de Coleta de Resíduos Sólidos Urbanos (2009) e o contrato (2009) firmado entre a prefeitura e a empresa prestadora dos serviços de coleta.

4.3 Caracterização dos Resíduos Sólidos

Os dados para a caracterização dos resíduos sólidos urbanos de Quixadá foram retirados do Projeto Básico de Coleta de Resíduos Sólidos Urbanos (2009) da Prefeitura Municipal de Quixadá e estão apresentados a seguir

4.3.1 Quantidade de lixo coletada por dia

Em 2009, considerando a coleta realizada na Sede do município e nos distritos de Califórnia, Cipó dos Anjos, Custódio, Daniel de Queiroz e Tapuírá, Várzea da Onça e Riacho Verde, foram coletados em média 287,90m³/dia de resíduos. Considerando o peso específico do resíduo como 240,0 kg/m³, totaliza-se, aproximadamente, 69,096 t/dia de resíduos sólidos coletados.

4.3.2 Taxa per capita

Como a quantidade total de lixo coletada diariamente foi de 69,096 toneladas e a população total (rural e urbana) de Quixadá, em 2009, situou-se em 80.447 habitantes, a taxa per capita total foi de 0,924 kg/hab/dia.

4.3.3 Quantidade de lixo por categoria

A quantidade de resíduos, em toneladas por mês, conforme sua origem está apresentada abaixo na Tabela 1:

Tabela 1 – Quantidade de resíduos conforme sua origem

Origem do resíduo	Quantidade (Ton/mês)
Resíduos domiciliares, comerciais e de varrição	1237,60
Resíduos de podaço	117,00
Resíduos de volumosos	373,40
Resíduos de serviços de saúde	13,00

4.4 Caracterização do Serviço de Limpeza Pública Urbana

Conforme o contrato firmado entre a Prefeitura e a Contratada (Coleta Prestadora de Serviços LTDA), em cada atividade de limpeza urbana desenvolvida, a empresa contratada deverá fazer uso de mão-de-obra, veículos, máquinas e equipamentos adequados e compatíveis.

4.4.1 Serviço de coleta e transporte de resíduos domiciliares, comerciais e de varrição

Esse serviço compreende o recolhimento regular de resíduos sólidos oriundos de residências, estabelecimentos comerciais e resíduos provenientes da limpeza de vias e logradouros públicos, com o uso de veículos coletores de lixo. Os veículos coletores transportam os resíduos ao destino final, um lixão.

Tecnicamente, foi observado que a população, normalmente, armazena o lixo em sacos plásticos para que a coleta seja realizada. Entretanto, em muitos locais foi observada a disposição inadequada de lixo como, por exemplo, ossos de animais e restos de carnes próximos a açougues, o que acarreta prejuízos à saúde pública já que isso atrai a proliferação de vetores causadores de doenças. Em outros pontos, foi verificada a aglomeração de lixo, o que caracteriza que a coleta possa não estar ocorrendo de maneira regular (Figura 1).

Todo resíduo coletado, inclusive os resíduos de saúde, são encaminhados para o lixão do município. Segundo a Resolução CONAMA nº358, cabe aos responsáveis legais dos estabelecimentos de saúde, a responsabilidade pelo gerenciamento dos seus resíduos, desde a geração até a disposição final, de forma a atender aos requisitos ambientais e de saúde pública e saúde ocupacional, sem prejuízo de responsabilização solidária das pessoas que direta ou indiretamente, causem ou possam causar degradação ambiental, em especial os transportadores e operadores das instalações de tratamento e disposição final. Ou seja, os resíduos oriundos dos serviços de saúde não sofrem tratamento adequado, como a incineração, e são despejados em valas sem impermeabilização.



Figura 1 – Aglomeração de lixo em via urbana de Quixadá

Os resíduos provenientes do matadouro público e de granjas localizadas em Quixadá também são encaminhados ao lixão. Todos esses resíduos não sofrem o tratamento adequado e são dispostos inadequadamente, contribuindo para a degradação ambiental da área do lixão, além de atrair para essa mesma área e proximidades, vetores causadores de doenças e uma grande quantidade de urubus (Figura 2).



Figura 2 – Lixão do município de Quixadá

4.4.2 Serviço de coleta e transporte de resíduos de volumosos

O serviço de coleta e transporte de volumosos consistem no recolhimento de entulhos, sobras de materiais de construção, restos de móveis, colchões e qualquer outro material que não seja coletado pela limpeza domiciliar.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 307, os geradores de resíduos da construção civil devem ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, reutilização, reciclagem e destinação final. Os resíduos da construção civil não podem ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em encostas, corpos d'água e lotes vagos. É proibida a disposição desses resíduos em áreas não licenciadas. Esses resíduos devem ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados à áreas de aterros de resíduos de construção civil ou áreas de armazenamento temporário dependendo da classificação do resíduo.

Em alguns locais da cidade, foi observada a disposição inadequada desse tipo de resíduo amontoado nas calçadas, nas ruas, às margens de lagoas e em terrenos baldios, o que permite concluir que a fiscalização do gerenciamento desse tipo de resíduo está sendo falha, além de que o plano de

coleta elaborado pela Prefeitura Municipal permite que a empresa contratada colete e destine esses resíduos ao lixão.

4.4.3 Serviço de coleta e transporte de resíduos de poda

A coleta e transporte de resíduos de poda consistem no recolhimento manual dos resíduos sólidos oriundos dos serviços de poda, capina e roçagem.

Não foi observado nas vias públicas a presença de resíduos de poda de árvores, entretanto, observou-se em muitos locais a presença de resíduos de capina e roçagem. Em alguns locais esses resíduos atrapalhavam, inclusive, a passagem de pedestres pelas ruas.

4.4.4 Serviço de varrição manual de vias urbanas

Os serviços de varrição manual de vias urbanas e logradouros públicos consistem na operação manual de varrer ambos os lados de uma rua, esvaziar cestos de lixo existentes e acondicioná-los em sacos plásticos.

Para esse tipo de serviço foi constatado que em muitas vias e praças a varrição não estaria sendo executada regularmente, já que foram vistos pontos de lixo decorrentes da varrição sem estarem armazenados em sacos plásticos, bem como vias urbanas e logradouros públicos sujos, inclusive uma das principais praças do município, conhecida como Praça da Catedral. Nessa praça inclusive, existe um chafariz que acumula água da chuva e está repleto de lixo, o que pode causar a propagação de doenças como a dengue.

4.4.5 Serviço de capina e roçada de vegetação, poda e corte de árvores, pintura e caiação de vias dos logradouros públicos

A operação de retirada da vegetação das ruas é um serviço que precisa ser melhorado já que foi observado presença de vegetação em muitos locais, bem como a necessidade de realizar a pintura das vias.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O serviço de limpeza pública urbana de um município é de fundamental importância para um ambiente sadio.

Em Quixadá, esse serviço é realizado por uma empresa terceirizada que executa uma série de atividades de limpeza, coleta e transporte dos resíduos sólidos. Vale ressaltar a dificuldade da realização deste trabalho devido ao amplo escopo da auditoria. A partir da observação dessas atividades, concluiu-se que as não conformidades apresentadas foram>

-Falta de colaboração da Prefeitura Municipal que não disponibilizou a maioria dos documentos solicitados via ofício e entregue na Secretaria de Meio Ambiente.

-Os resíduos oriundos dos serviços de saúde não sofrem tratamento e destinação final adequados, o que caracteriza a falta de gerenciamento desses resíduos.

-Falta de gerenciamento para os resíduos da construção civil.

-Falhas nos serviços de varrição de algumas vias e praças públicas.

-Falhas nos serviços de capina e roçagem de vegetação.

-Presença de pontos de lixo em vários locais da cidade.

-Lançamento dos resíduos em lixão.

-Ausência de crachás de identificação e fardamento para funcionários do lixão.

-Presença de veículos da empresa quebrados no lixão.

Assim, recomenda-se que as atividades que envolvem o sistema de limpeza pública urbana do município seja fiscalizado eficientemente por agentes da Prefeitura Municipal a fim de que essas falhas sejam minimizadas. Bem como faz-se necessário a observância e cumprimento da obrigatoriedade do gerenciamento dos resíduos dos serviços de saúde e da construção civil, bem como a realização de um projeto para a construção de um aterro sanitário no município e um projeto para recuperar as áreas do lixão e proximidades que já encontram-se degradadas.

REFERÊNCIAS

ALVES, J.B. *et al.* Diagnóstico ambiental de ruas e bairros da cidade de Teixeira, Pb. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.5, p.755-764, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14010**: Diretrizes para auditoria ambiental – Princípios gerais. Rio de Janeiro, 1996.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, 2001, 200p.

BRASIL. Ministério da Ação Social. Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Cartilha de Limpeza Urbana**. Brasília, 1991.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. Brasília, 2006. 408p.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010.

BRASIL. Resolução Conama nº 001, de 23 de janeiro de 1986.

BRASIL. Resolução Conama nº 005, de 05 de agosto de 1993.

BRASIL. Resolução Conama nº 307, de 05 de julho de 2002.

BRASIL. Resolução Conama nº 313, de 29 de outubro de 2002.

BRASIL. Resolução Conama nº 358, de 29 de abril de 2005.

CEARÁ. Lei nº 13.101, de 24 de janeiro de 2001.

CEARÁ. Secretaria do Planejamento e Coordenação. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil Básico Municipal – Quixadá**. Fortaleza, 2006.

DEMAJOROVIC, J. Da política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão dos resíduos sólidos. As novas prioridades. **Revista de Administração de Empresas**,

São Paulo, v.35, n.3, p.88-93, mai.\jun. 1995.

FERREIRA, J.A.; ANJOS, L.A. Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.17, n.3, p. 689 – 696, mai.\jun. 2001.

FILHO, M.L.O. A auditoria ambiental como ferramenta de apoio para o desempenho empresarial e a preservação do meio ambiente: uma abordagem contábil e gerencial em indústrias químicas. 2002. 167f. Dissertação (Mestrado em Controladoria e Contabilidade) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, 2002.

GENERINO, R.C.M.; NETTO, O.M.C. Auditoria ambiental: uma proposta metodológica. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19, 1997, Foz do Iguaçu. Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Foz do Iguaçu: ABES, 1997.

GOUVEIA, N. Saúde e meio ambiente nas cidades: os desafios da saúde ambiental. **Saúde e Sociedade**, v.8, n.1, p. 49-61, 1999.

JUNIOR, F.H.C; NOGUEIRA, R.C. Resíduos sólidos urbanos: coleta e destino final. Fortaleza, 113p.

MENESES, H.B.; SOUSA, V.M.P.L. Metodologia de auditoria operacional e de custos de serviços de limpeza pública urbana. SIMPÓSIO NACIONAL DE AUDITORIA DE OBRAS PÚBLICAS, 12, 2008, Brasília. Anais do Simpósio Nacional de Auditoria de Obras Públicas. Brasília: SINAOP, 2008.

MUCELIN, C.A.; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.20, n.1, p. 111 – 124, jun. 2008.

NOGUEIRA, R.C.; ROCHA, M.S. Auditoria em sistemas de limpeza pública urbana. SIMPÓSIO NACIONAL DE AUDITORIAS DE OBRAS PÚBLICAS, 10, 2005, Recife. Anais do Simpósio Nacional de Auditorias de Obras Públicas. Recife: SINAOP, 2005.

NUNESMAIA, M.F. A gestão de resíduos urbanos e suas limitações. **Revista Baiana de Tecnologia**, v.17, n.1, p. 120 – 129, jan.\abr. 2002.

PIVA, A.L. Auditoria ambiental: um enfoque sobre a auditoria ambiental compulsória e a aplicação dos princípios ambientais. CONGRESSO NACIONAL DO CONPEDI, 16, 2007, Belo Horizonte. Anais do Congresso Nacional do CONPEDI. Belo Horizonte: CONPEDI, 2007.

QUIXADÁ. Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Projeto Básico de Coleta de Resíduos Sólidos Urbanos**. Quixadá, 2009.

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE LAGOAS FACULTATIVAS PRIMÁRIAS NO RIO GRANDE DO NORTE

L. K. T. Silva¹; D. A. Câmara²; J. C. Lima³; M. A. G. Souza⁴ e V. L. N. Leandro⁵.

^{1, 2, 3, 4 e 5}Instituto Federal do Rio Grande do Norte - Campus Natal-Central

lueniaKTdas00@hotmail.com; danielalmeid@hotmail.com; jaynaracardoso@hotmail.com;

mariana_ags@hotmail.com; vivi_ivhy@hotmail.com

RESUMO

O Sistema de lagoas de estabilização é a principal tecnologia utilizada para o tratamento de esgotos domésticos no estado do Rio Grande do Norte. Este trabalho tem como objetivo geral, avaliar a eficiência de remoção de matéria orgânica em lagoas facultativas de sete sistemas de tratamento de esgoto no RN, são eles: ETE Ilha de Santana (Macau), ETE Passagem de Pedras (Mossoró), ETE Cidade (Pedro Velho), ETE Ponta Negra (Natal), ETE Cemitério (Santana do Seridó), ETE Santo Antônio (Santo Antônio) e ETE Coqueiros (São Gonçalo do Amarante). Vale salientar que todas as ETEs possuem tratamento preliminar, com tipologia composta por uma lagoa facultativa primária, seguida por duas de maturação. O período de coleta aconteceu entre março de 2009 a agosto de 2010, resultando em um total de 100 coletas.

Por meio de medições de temperatura e ph realizadas in loco e análises laboratoriais dos parâmetros, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica e química de oxigênio total e filtrado (DBO e DQO), sólidos suspensos totais (SST) e clorofila a; determinou-se a eficiência de remoção de matéria orgânica nas lagoas facultativas. Como resultado constatou-se que em relação à remoção de DBO e DQO na lagoa facultativa, o melhor percentual de remoção foi da ETE Santo Antônio, com 70% e 55%, respectivamente. Já em relação à remoção de DBO e DQO filtrada, o melhor percentual foi da ETE Ilha de Santana, com 77% e 59%, respectivamente. A maior remoção de SST ocorreu na ETE Cidade, com 63%. Recomenda-se que os sistemas sejam monitorados, adotando operação e manutenção adequadas, para proporcionar o melhor funcionamento, estabilidade e vida útil dos sistemas de tratamento.

Palavras-chave: lagoas de estabilização, lagoas facultativas primárias, remoção de matéria orgânica.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma grande deficiência no sistema de saneamento básico. Embora uma grande parte da população seja atendida pelo abastecimento de água (cerca de 78,6% dos municípios) a coleta de esgoto alcança o índice de 55,2% e desses apenas a parcela ínfima de 28,5% é tratado (IBGE, 2008). Na região Nordeste do Brasil, a proporção de municípios com serviço de esgotamento sanitário é de aproximadamente 45,7 %. Do volume de esgoto urbano coletado, apenas 28,5% é submetido a tratamento para remoção de poluente, o restante é jogado nos rios (IBGE, 2008).

Segundo Silva Filho et al (2006), e Silva Filho (2007) no Rio Grande do Norte, a cobertura para o esgoto no estado é de 16,29%, e assim como predomina em todo o Brasil, em função das boas condições climáticas e baixo de custo de implantação e operação, o principal sistema utilizado para o tratamento de esgotos são as lagoas de estabilização, sendo a tipologia formada por uma lagoa facultativa, seguidas por duas de maturação, a mais usada.

Porém a eficiência dos sistemas de lagoas está condicionada a uma série de fatores, como por exemplo, a insolação, temperatura, ventos, operação e manutenção adequada, dentre outros. Por esses motivos, a avaliação da eficiência dos sistemas de tratamento, é uma ferramenta essencial para verificar o funcionamento, e no caso de problemas, constatarem as causas e estabelecer ações corretivas e preventivas que venham a manter os bons índices de eficiência do tratamento, além de identificar as especificidades de cada sistema e localidades, a fim de subsidiar futuros parâmetros de projeto.

As lagoas de estabilização são sistemas de tratamento biológico em que a estabilização da matéria orgânica é realizada pela oxidação bacteriana e/ou pela redução fotossintética. Constituídas de grandes reservatórios de pequena profundidade (menor ou igual a 5 metros), geralmente delimitadas por diques de terra, paredes de alvenaria ou escavadas no próprio terreno, onde as águas residuárias brutas ou pré-tratadas são estabilizadas por processos naturais que envolvem principalmente bactérias e algas com período de detenção relativamente alto. (ARAÚJO 1993)

Dentre os sistemas de lagoas de estabilização, o processo de lagoas facultativas é o mais simples, dependem basicamente dos fenômenos naturais. Para Jordão & Pessoa (1995), as lagoas facultativas, se caracterizam por possuir uma zona aeróbia superior, em que os mecanismos de estabilização da matéria orgânica acontecem através da oxidação aeróbia e a redução fotossintética, e uma zona anaeróbia na camada de fundo, onde ocorrem os fenômenos típicos de fermentação anaeróbia. A camada intermediária entre essas duas zonas é chamada facultativa, onde predominam os processos de oxigenação aeróbia e fotossintética.

Segundo Von Sperling (2005), a matéria orgânica em suspensão (DBO particulada) tende a sedimentar, vindo a constituir o lodo de fundo (zona anaeróbia). Este lodo sofre o processo de decomposição por microrganismos anaeróbios, sendo convertido lentamente em gás carbônico, água, metano e outros. Após certo período de tempo, apenas a fração inerte (não biodegradável) permanece na camada de fundo.

De acordo com Von Sperling (2006), a matéria orgânica dissolvida (DBO solúvel), juntamente com a matéria orgânica em suspensão de pequenas dimensões (DBO finamente particulada), não sedimenta, permanecendo dispersa na massa líquida.

Com isso, o presente trabalho tem como objetivo apresentar e avaliar a eficiência na remoção de matéria orgânica e sólidos em lagoas facultativas, de sete sistemas de tratamento de esgoto do estado do Rio Grande do Norte, com dados obtidos através das análises que compõem o projeto Avaliação operacional e da eficiência de lagoas de estabilização no estado do Rio Grande do Norte, fomentado com recursos da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O referente estudo foi desenvolvido em sete sistemas de lagoas de estabilização em série, localizados no estado do Rio Grande do Norte, Brasil. Os sete sistemas são compostos pela mesma configuração sendo, uma lagoa facultativa primária; seguidas por duas lagoas de maturação em série. Na Tabela 1 se encontra a relação das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) e seus respectivos municípios.

Tabela 1 – Relação das ETEs estudadas

ETE	MUNICÍPIO
Ilha de Santana	Macau
Passagem de Pedras	Mossoró
Cidade	Pedro Velho
Ponta Negra	Natal
Cemitério	Santana do Seridó
Santo Antônio	Santo Antônio
Coqueiros	São Gonçalo do Amarante

Os órgãos responsáveis pela administração, controle e fiscalização dos sistemas de tratamento de esgoto do estado do Rio Grande do Norte são geralmente os municípios, pelos Serviços Autônomos de Águas e Esgoto (SAAE), e principalmente pela Companhia de Água e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN) que é responsável pela grande maioria das estações de tratamento de esgoto e dos serviços de água. O mapa na Figura 1 mostra a localização das ETEs monitoradas pelo projeto.



Figura 1 - Localização das ETEs monitoradas

Para cada sistema de tratamento de esgoto, em cada visita foram coletadas 04 amostras, referentes ao esgoto bruto, lagoa facultativa e lagoas de maturação 1 e 2. As ETEs Ponta Negra e Coqueiros destacam-se pelo número de coletas, (19) para cada. Já as ETEs Cidade (15), Ilha de Santana (14) e Santo Antônio (14) coletas. Os menores números de coletas realizados foram nas ETEs Cemitério Passagem de Pedras, com 10 e 9 coletas, respectivamente. Isso é justificado devido à distância que as mesmas se encontram da capital do estado.

Cada sistema foi avaliado com frequência mínima mensal (pelo menos uma coleta ao mês) por um período de aproximadamente um ano e meio (março de 2009 a agosto de 2010) com coletas de

amostras dos afluentes e efluentes realizadas sempre no horário entre 8 e 11 h, em diferentes dias da semana, perfazendo um total, para este trabalho, de 100 coletas.

3. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Após a análise dos resultados laboratoriais e também dos valores obtidos nas medições em campo, obteve-se os resultados apresentados nos gráficos a seguir, respectivamente para as ETEs: Ilha de Santana, Passagem de Pedras, Cidade, Ponta Negra, Cemitério, Santo Antônio e Coqueiros.

A temperatura média para os sete sistemas estudados apresentaram pequenas variações, condizentes com as condições climáticas de cada local e com a literatura, que cita uma faixa ótima para funcionamento biológico entre 25,0 °C a 35,0 °C.

No Gráfico (1), observam-se as variações de temperatura, sendo que todas estas ETEs apresentaram decaimento de temperatura quando retidas na lagoa facultativa.

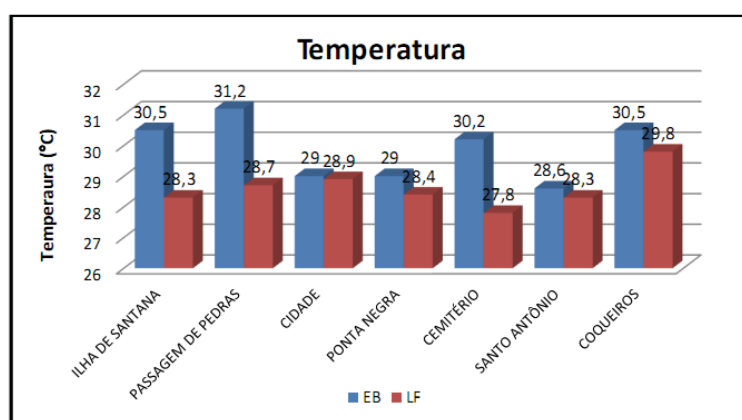
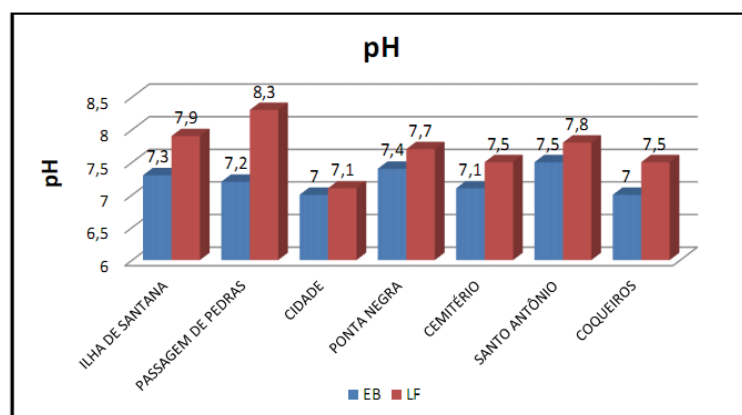


Gráfico 1- Valores médios de temperatura no esgoto bruto e nas lagoas facultativas.

No Gráfico (2), têm-se os valores médios de ph no esgoto bruto e nas lagoas facultativas, que variaram muito pouco um em relação ao outro.

Percebe-se no Gráfico, que para todas as ETEs há um aumento do ph, na lagoa facultativa. Isso ocorre devido ao início do processo fotossintético, onde o consumo do dióxido de carbono (CO₂), dissolvido na massa líquida, por meio da oxidação da matéria orgânica pelas bactérias facultativas e aeróbias, provoca a dissociação do íon bicarbonato (HCO₃⁻) e conseqüentemente a liberação da hidroxila (OH⁻), responsável pelo aumento do ph no meio.



2- Valores médios de pH no esgoto bruto e nas lagoas facultativas.

No processo das lagoas facultativas, o OD é fornecido predominantemente pelo processo fotossintético, fato explicado pela alta concentração de OD, a partir desta lagoa, já que no efluente bruto, há quase nenhuma ou nula concentração de oxigênio.

De acordo com o Gráfico (3), dos sete sistemas em destaque a menor concentração de OD encontrada em lagoa facultativa foi na ETE Cemitério (1,4 mg/L), o que pode indicar uma sobrecarga do sistema, devido a alta carga orgânica e manutenção inadequada.

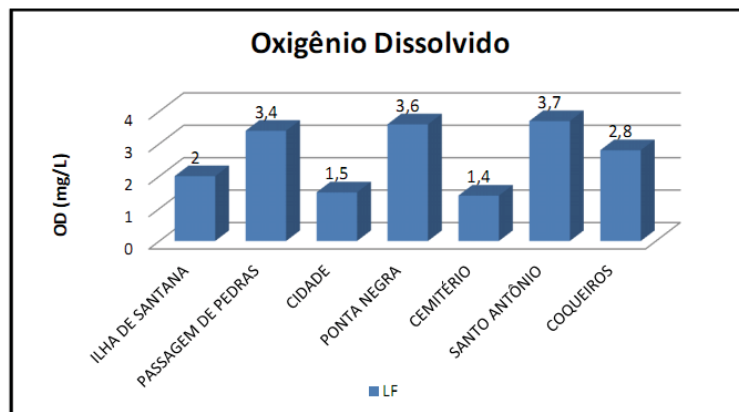


Gráfico 3- Concentrações médias de OD nas lagoas facultativas de cada sistema.

A clorofila é um pigmento presente em todos os eucariotos fotossintetizantes e cianobactérias, não é o único, mas é o principal envolvido no processo de fotossíntese. Dos diferentes tipos de clorofila, como “a”, “b” e “c”, as plantas verdes apresentam 3/4 dessa clorofila do tipo “a”, por isso usa-se a quantificação desse pigmento como indicativo da quantidade de biomassa algal.

A ETE Ilha de Santana apresentou uma concentração de 653 g/L, o que pode estar relacionado com alta salinidade do lençol freático do município de Macau, que por ser relativamente raso, pode atingir a estação e provocar morte das algas, o que explica as menores concentrações de clorofila a.

Já a ETE Ponta Negra apresentou uma concentração de 1033µg/L, o que foi devido provavelmente à entrada de material sobrenadante na lagoa, o que acarreta conseqüentemente um aumento de sólidos em suspensão na massa líquida; caracterizando o aumento da concentração de clorofila na massa líquida, Gráfico (4).

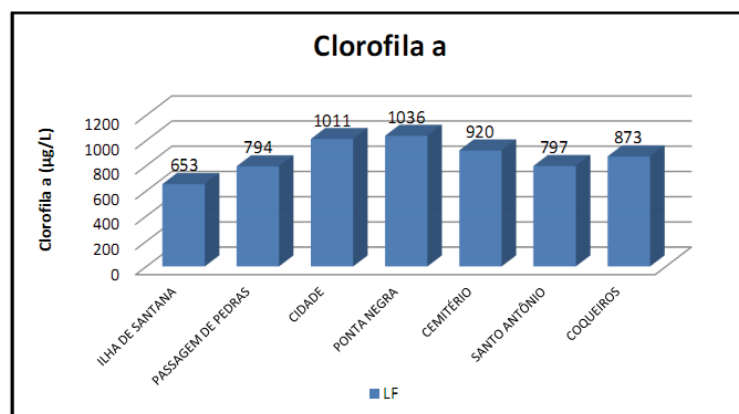


Gráfico 4- Concentrações médias de clorofila a nas lagoas facultativas de cada sistema.

A DBO quantifica a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar biologicamente a matéria orgânica presente no esgoto, sendo um dos mais importantes métodos para quantificar a quantidade de matéria orgânica, bem como indicar a concentração do esgoto.

O melhor percentual de remoção de DBO na lagoa facultativa foi encontrado na ETE Santo Antônio, com 70%, devido à grande influência da atividade fotossintética no processo de degradação da

matéria orgânica. O menor percentual de remoção de DBO na lagoa facultativa ficou com a ETE Passagem de Pedras, com 40% de remoção, Gráfico (5).

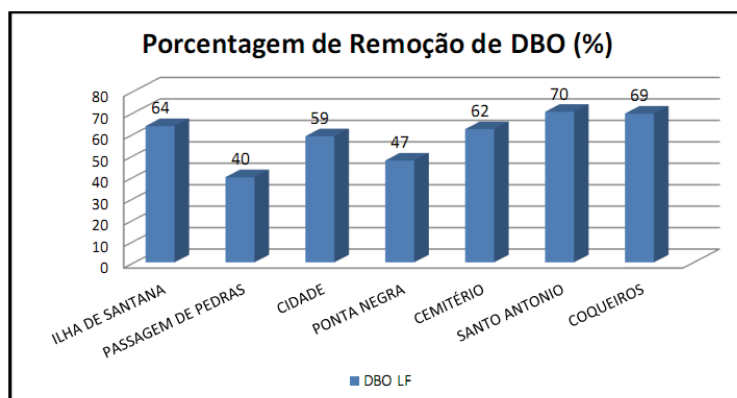


Gráfico 5- Percentagem de Remoção de DBO nas lagoas facultativas.

De uma maneira geral todas as ETEs apresentaram eficiências inferiores aquelas citadas pela literatura. Segundo Von Sperling (2006), a eficiência de remoção de DBO em uma lagoa facultativa varia entre 70% a 85%.

Com relação à remoção de DQO, o melhor percentual foi encontrado na ETE Santo Antônio, com 58%, o que já era esperado, devido à mesma ETE ter apresentado a melhor eficiência de remoção de DBO. O pior percentual de remoção de DQO na lagoa facultativa ficou com a ETE Ponta Negra, com 32%, valor aceitável, devido também à baixa eficiência de remoção de DBO, apresentada por esse sistema, Gráfico (6).

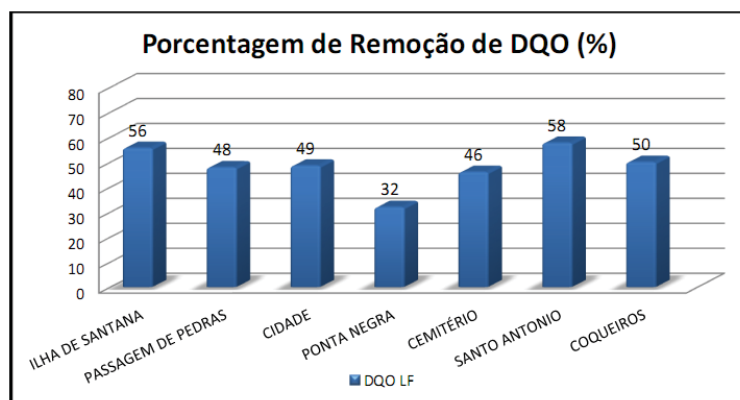


Gráfico 6- Percentagem de Remoção de DQO nas lagoas facultativas.

Com o intuito de identificar a possível contribuição da biomassa de algas na determinação dos parâmetros de DBO e DQO, as amostras foram filtradas para a determinação das frações solúveis. Nos sete sistemas foi observada uma redução significativa nos parâmetros de DBO e DQO nas lagoas facultativas. Nos gráficos (7) e (8), observam-se os percentuais de remoção de DBO filtrada em comparação com a DBO total (lagoa facultativa) e os percentuais relativos à DQO filtrada e total (lagoa facultativa), respectivamente.

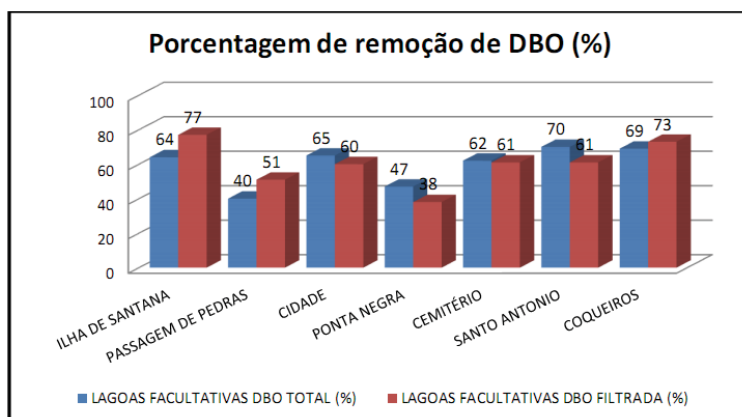


Gráfico 7- Porcentagem de Remoção de DBO filtrada nas lagoas facultativas.

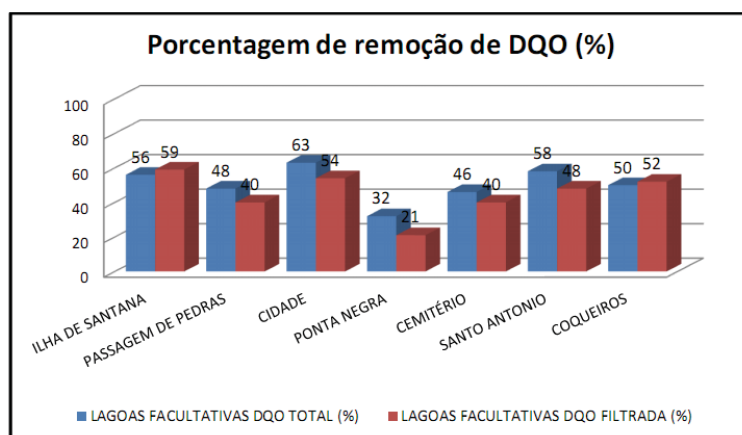


Gráfico 8- Porcentagem de Remoção de DQO filtrada nas lagoas facultativas.

Com exceção das ETEs Passagem de Pedras e Ponta Negra observou-se uma redução nas concentrações de SST e SSV, o que caracteriza uma situação natural de remoção de sólidos, principalmente nas lagoas facultativas, Gráficos (9) e (10).

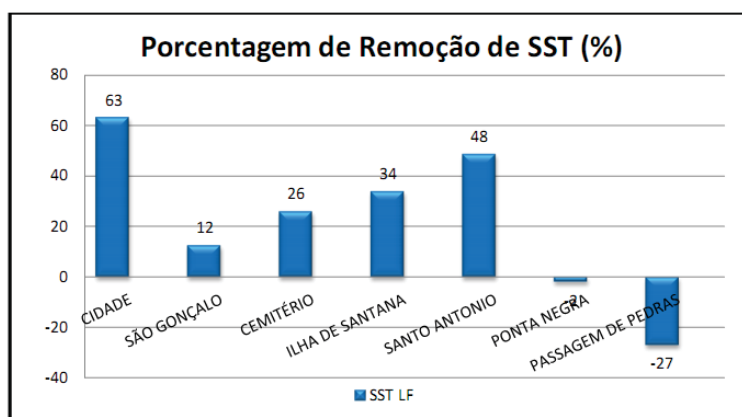


Gráfico 9- Porcentagem de remoção de SST nas lagoas facultativas.

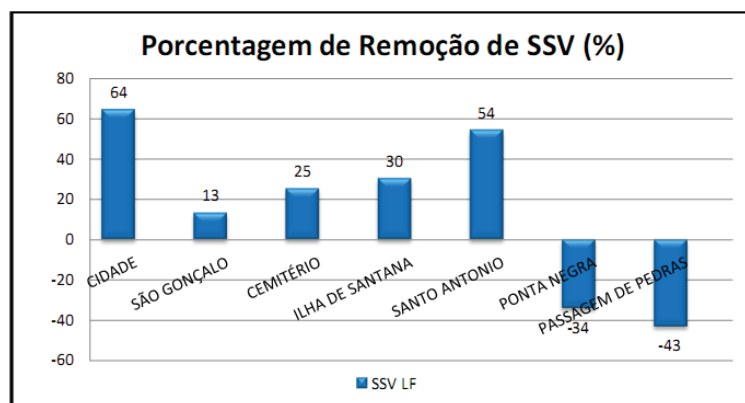


Gráfico 10- Porcentagem de remoção de SSV nas lagoas facultativas.

A ETE Ponta Negra apresentou no esgoto bruto (196 mg/L) aumentando na lagoa facultativa para (200 mg/L), o que representa -2% de remoção, para SST. O mesmo logicamente ocorreu na remoção de SSV, no esgoto bruto (120 mg/L) aumentando na lagoa facultativa para (160 mg/L), apresentando uma eficiência de -34% para SSV.

Já na ETE Passagem de Pedras, a situação foi um pouco pior, para SST o esgoto bruto apresentou uma concentração média de (99 mg/L), aumentando para 126 mg/L lagoa facultativa, gerando uma eficiência de -27%. Em relação aos SSV, o esgoto bruto (66mg/L), aumentando para (94mg/L) na lagoa facultativa, totalizando uma eficiência de -43%. Estes resultados incomuns nestes dois sistemas vêm a retificar uma das desvantagens dos efluentes das lagoas de estabilização, pois apresenta grande quantidade de algas (biomassa algal).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após análises dos resultados e comparação com a literatura que cita uma remoção entre 70 a 85% para o tipo de lagoas estudadas, conclui-se que as eficiências estão abaixo do esperado; o que pode estar associado à má operação e manutenção, sendo necessário o estabelecimento de um maior controle operacional dos sistemas. Deve ser considerado também o fato de que alguns sistemas já estão com o seu período de projeto vencido e as ampliações previstas nos sistemas não foram realizadas.

De forma geral os sistemas não foram eficientes nas remoções de sólidos, particularmente devido as elevadas biomassas de algas. Principalmente na ETE Passagem de Pedras, que apresentou eficiência negativa para a remoção de sólidos suspensos totais, ou seja, a carga de sólidos afluente foi menor do que a carga efluente, o que pode indicar sobrecarga do sistema e falta de manutenção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ARAÚJO, A.L.C., Comportamento de formas de fósforo em Sistemas de Lagoas de Estabilização em Escala Piloto sob Diferentes Configurações Tratando Esgotos Domésticos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa nacional de saneamento básico. Brasília, 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/pns.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2011.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. Tratamento de esgotos domésticos. 3 ed. Rio de Janeiro. ABES, 1995.

SILVA FILHO, P. A.; ARAÚJO, A. L .C.; SOBRINHO, J. C.; FREITAS, E. P. Predominância de lagoas de estabilização tipo facultativa no Nordeste brasileiro. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA DE SAÚDE PÚBLICA, 3., 2006, Fortaleza. Anais... Brasília: FUNASA, 2006.

SILVA FILHO, P. A. da. Diagnóstico operacional de lagoas de estabilização. 2007. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2007.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3. ed. UFMG/DESA, Belo Horizonte, 2005. v.1

VON SPERLING, M. Lagoas de Estabilização. 2. ed. 2 reimp, UFMG/DESA, Belo Horizonte, 2006. v.3

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE UM SISTEMA RSB EM ESCALA EXPERIMENTAL

F. J. O. Lima¹, D. A. Lima², A. M. Q. S. Dos Santos³, H. A. S. Filho⁴ e E. V. M. Dos Santos⁵,

¹Instituto Federal do Ceará - Campus Limoeiro do Norte, ²Instituto Federal do Ceará – Campus Limoeiro do Norte, ³Instituto Federal do Ceará - Campus Limoeiro do Norte, ⁴Instituto Federal do Ceará - Campus Limoeiro do Norte e ⁵Instituto Federal do Ceará - Campus Limoeiro do Norte

josivan.lima1@gmail.com – dayane_eld@hotmail.com – ayda_maria15@hotmail.com – heraldo@ifce.edu.br – elivania.ifce@yahoo.com.br

RESUMO

A escassez de água de boa qualidade está relacionada com a degradação de mananciais causada pelo aporte de esgotos domésticos sem tratamento ou com tratamento ineficiente. Com a finalidade de aumentar a eficiência do tratamento de águas residuárias foram desenvolvidas tecnologias capazes de oxidar a matéria orgânica e de remover nutrientes eficientemente com possibilidade de redução de custos de mão-de-obra e energia quando bem projetados e operados. Dentre estas tecnologias podem ser destacados os Reatores Sequenciais em Batelada (RSB) que são capazes de promover a remoção da matéria orgânica, a remoção dos nutrientes e a separação da fase sólida da líquida em uma única unidade. Com base no cenário atual, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a eficiência de um Reator Sequencial em Batelada. Para isso foi necessário construir uma réplica em escala experimental, que tratou o esgoto de alguns dos banheiros e cantina do IFCE - Campus, Limoeiro do Norte (características tipicamente de efluentes domésticos) no intuito de verificar se o sistema operado conseguiria atingir os padrões exigidos pela legislação, além de avaliar a operação e determinar alguns fatores de influência na otimização de sua eficiência. Para o acompanhamento da estabilidade e da eficácia do sistema RBS foram realizadas análises de cor, turbidez, DQO dentre outros parâmetros operacionais como determinação e ajustes de vazões e acompanhamento da idade de lodo. Os valores encontrados no acompanhamento mostraram-se suficientes para se verificar que o sistema RSB teve uma eficiência média de quase 80% de todos os parâmetros avaliados. Por fim, grande parte dos padrões analisados não ultrapassou os valores máximos permitidos estipulados pela Resolução CONAMA N° 357/2005.

Palavras-chave: Reator Sequencial em Batelada, Avaliação da eficiência, Esgoto Doméstico.

1. INTRODUÇÃO

Os países em desenvolvimento como o Brasil vêm sofrendo com um grande problema, que é a poluição de seus mananciais, causada pelo lançamento de esgotos domésticos sem tratamento ou com tratamento de baixa eficiência com padrões que não atendem a legislação. Tal problemática está relacionada aos custos de implantação, operação, manutenção, e energia, que são necessários ao funcionamento de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), tornando-se bastante onerosos para estes países.

Entretanto nas últimas décadas, o avanço tecnológico e a busca de soluções mais compactas e eficientes para o tratamento de esgoto doméstico viabilizou a operação de sistemas de lodos ativados em batelada com a utilização mínima de mão-de-obra e de energia, tornando possível a sua aplicação no tratamento de esgotos nos países em desenvolvimento.

Dentre os pontos fortes que podem ser destacado nos Reatores Sequenciais em Bateladas (RSB), é que eles são capazes de promover a oxidação da matéria orgânica, a separação de sólido-líquido e a remoção de nutrientes em uma única unidade, demandando uma menor área para a sua edificação, que implicam em menores custos para sua construção.

Com base no cenário atual, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de construir um Reator Sequencial em Batelada em escala experimental e avaliar a sua eficiência no tratamento de efluentes domésticos, para verificar se o mesmo consegue atingir os padrões exigidos pela legislação. Além disso, pretende-se identificar quais fatores foram influentes nessa qualidade operacional atingida pelo sistema, pois se considera que em grande parte das ETEs há uma perda de eficiência na remoção de diversos tipos de poluentes quando a operação, flexibilidade e manutenção de peças e do sistema não são efetivos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A Problemática do Aporte de Efluentes sem Tratamento nos Corpos Hídricos

A crescente escassez de águas naturais de boa qualidade constitui um dos grandes problemas mundiais da atualidade. Tal quadro pode, em grande parte, ser atribuído à demanda crescente de água pelas populações conjugada à deterioração dos mananciais superficiais e subterrâneos ocasionados pelo lançamento inadequado de esgotos sanitários, industriais e resíduos sólidos no solo e em corpos hídricos (CAMPOS, 1999).

Segundo dados do PNAD/96, 49% do esgoto sanitário produzido no Brasil são coletados em rede pública, sendo que, destes, apenas 32% são tratados, perfazendo cerca de 16% do produzido. Diante destes números, aliado ao quadro epidemiológico e ao perfil sócio-econômico das comunidades brasileiras, constata-se a necessidade por sistemas simplificados de tratamento dos esgotos (MAIA, 2010).

2.2 Sistemas de Lodo Ativado

Com a finalidade de aumentar a eficiência do tratamento de águas residuárias, iniciou-se nas primeiras décadas do século XX o desenvolvimento do tratamento secundário, que se caracterizou pelo uso de processos biológicos para obter uma remoção mais completa do material orgânico. Foi nessa busca de um sistema eficiente de tratamento secundário que Lockett e Arden desenvolveram em 1914 o sistema de lodo ativado (VAN HAANDEL & MARAIS, 1999).

Sistemas de lodo ativado são sistemas biológicos de tratamento de águas residuárias, um dos mais difundidos no mundo e também muito utilizados no Brasil, devido, principalmente à qualidade do

efluente e os baixos requisitos por área, além da possibilidade de se variar alguns processos (VON SPERLING, 2002).

O processo de lodos ativados consiste no desenvolvimento de uma massa microbiológica na forma de flocos (lodos ativados), que na presença do oxigênio consegue remover os poluentes do esgoto.

2.3 Reator Sequencial em Batelada

Os reatores sequenciais em bateladas (RSB) são umas das principais configurações de sistemas de lodo ativado com remoção de nitrogênio e fósforo.

Os sistemas RSB são uma variante de lodos ativados capazes de promover a remoção da matéria orgânica, a remoção dos nutrientes e a separação da fase sólida da líquida em uma única unidade (Dos Santos, 2005).

3. METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Campus Limoeiro do Norte (IFCE-LN), utilizando as instalações do Laboratório de Controle Ambiental (LCA) para fazer a caracterização do esgoto afluente e efluente a um RSB. Utilizaram-se os espaços do Centro Experimental de Tratamento de Esgotos (CETE) para montagem e operação do sistema piloto.

O esgoto afluente ao RSB tem sua origem na cantina e em alguns dos banheiros do próprio IFCE-LN, apresentando características de esgotos domésticos, sendo o mesmo acondicionado em um reservatório, como se mostra na Figura 1.



Figura 1 - Reservatório de armazenamento do esgoto estudado.

4.1 Montagem e Operação do Sistema

O RSB é constituído por um único recipiente com as seguintes dimensões: altura de 41 cm, diâmetro maior de 52 cm, diâmetro menor de 34 cm. O reator é aerado utilizando um nebulizador de ar que é responsável por injetar oxigênio no sistema e um conjunto de pedras porosas fica responsável pela distribuição do oxigênio no meio líquido. O nebulizador de ar é ligado a um aparelho temporizador, que é pré-programado para controlar os períodos de aeração. Na Tabela 1 apresenta-se o orçamento com os gastos de montagem do sistema, e na Figuras 2, mostram-se os constituintes do reator.

Tabela 1 - Orçamento de construção do reator.

ITENS	PREÇOS (R\$)
Temporizador	50,00
Nebulizador de ar	150,00
Pedra porosa	18,00
Recipiente	60,00
Total	278,00



Figura 2 – RSB confeccionado para a pesquisa.

Após a montagem do reator, a partida do sistema foi dividida em fases: na primeira fase o reator foi alimentado com esgoto bruto e aerado por algumas semanas com o intuito de produzir um volume considerável de lodo ativado, que fosse capaz de tratar uma grande vazão sem perder em eficiência.

Durante esse período, todos os dias eram realizados o descarte do efluente sobrenadante. A alimentação do reator se procedia da seguinte maneira: o nebulizador de ar era desligado, esperavam-se alguns minutos para a sedimentação do lodo, e de forma manual o sobrenadante era retirado com auxílio de um balde e descartado numa caixa de passagem que é ligada ao sistema de esgotamento sanitário da cidade de Limoeiro do Norte, deixando somente o lodo. Em seguida o reator era alimentado com o esgoto do reservatório de armazenamento.

Na segunda fase foi dado início ao acompanhamento do reator com análises físico-químicas diárias até que o sistema estivesse em boas condições, por exemplo, apresentando o pH e a temperatura adequados, para garantir um bom desempenho do reator no tratamento do esgoto bruto.

A terceira e última fase de montagem e operação do sistema, compreendeu o acompanhamento semanal do reator com alguns parâmetros específicos para verificar se o sistema encontrava-se tendo eficiência na remoção de matéria orgânica e nitrogênio.

Atualmente o sistema apresenta um volume de lodo de $\pm 17,5$ litros, e tem tratado uma vazão de aproximadamente 70 litros de esgoto bruto por dia. A idade de lodo foi ajustada para 20 dias. O reator é alimentado de forma automatizada, por um arranjo de canos que são ligados a uma moto-bomba de recalque que se localiza dentro do tanque reservatório.

4.2 Acompanhamento Qualitativo do Esgoto Afluente e Efluente do Sistema

Para verificar se o tratamento teve boa eficiência, foi necessário realizar um monitoramento sistemático durante o período programado para a pesquisa de análises físico-químicas do esgoto afluente e efluente ao sistema RSB, como se mostra na Tabela 2.

Tabela 2 - Parâmetros de acompanhamento.

Variáveis	Métodos Analíticos	Referência
Cor (UH)	Visualização direta	APHA et al. (2005)
Turbidez (UNT)	Turbidimétrico	APHA et al. (2005)
DQO (mg/L)	Refluxação Fechada	APHA et al. (2005)
Amônia (mg/L)	Semi- Micro-Kjeldahl	APHA et al. (2005)
Nitrato (mg/L)	Espectrofotométrico	APHA et al. (2005)
Nitrito (mg/L)	Espectrofotométrico	APHA et al. (2005)

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Parâmetros de Acompanhamento Diário

Na Tabela 3 representam-se os resultados do acompanhamento da cor aparente e da turbidez.

Tabela 3 - Resultados do acompanhamento operacional diário de Cor e Turbidez

Parâmetros	Cor Afluente (UH)	Cor Efluente (UH)	Turbidez Afluente (UNT)	Turbidez Efluente (UNT)
Média	255,55	78,18	115,81	8,38
Máxima	500	150	163	32,3
Mínima	100	30	5,59	2,58
Eficiência Média %	69,41		92,76	

De acordo com os resultados destacados na Tabela 3, pode-se observar que grande parte do material que confere cor aparente ao efluente é de origem de material dissolvido, é notado que boa parte do material em suspensão foi removido, contudo a cor aparente ainda apresenta valores elevados.

Segundo a Resolução CONAMA N° 357/05, os valores máximo, médio e mínimo da turbidez efluente se enquadram dentro dos padrões de lançamento a partir das águas doces de classe 1.

Apesar da Resolução CONAMA N° 357/05 não determinar os valores máximos permitidos para cor aparente, provavelmente os valores médio e mínimo da turbidez efluente se enquadram dentro dos padrões de lançamento das águas doces de classe 2, pois os valores resultaram em dados próximos e abaixo ao valor máximo permitido de cor verdadeira que é de 75 mg Pt/L, sendo que a cor aparente tem sempre um valor superior à cor verdadeira já que incorpora-se neste parâmetro os efeitos da turbidez.

4.2 Avaliação da Eficiência do RSB na Remoção de Amônia

Na Figura 3 estão expressos os resultados do acompanhamento do parâmetro amônia.

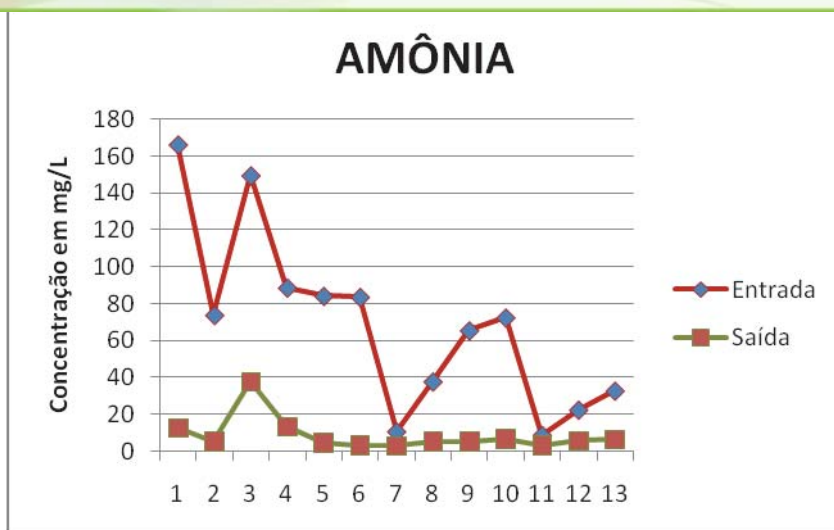


Figura 3 – Gráfico de acompanhamento do parâmetro amônia.

Como se pode observar nos resultados de amônia ela vem no esgoto testado em elevadas quantidades, segundo Von Sperling (2005) a faixa de valor típico de amônia nos esgotos domésticos é de 20-35 mg/L, entretanto não é o que se nota no Gráfico.

A partir dos valores encontrados de amônia, pode-se verificar que o RSB operado conseguiu uma eficiência média de 84,60%, chegando a uma eficiência máxima de 96,31%, se enquadrando nos padrões de lançamento das águas doces de classe 1 e 2, entretanto em determinados pontos o efluente não conseguiu se adequar à legislação.

Destaca-se que esgoto em estudo apresenta variações em sua qualidade inicial, visto que, mesmo apresentando características tipicamente domésticas, diferentemente de um esgoto que sofre variações de um histograma municipal, este esgoto sofre variações de acordo com a instituição, ou seja, em períodos de aulas há uma contribuição mais considerável, o que não ocorre em períodos de férias em que as características se tornam mais amenas e, conseqüentemente, há uma interferência na eficiência global do sistema.

4.3 Avaliação da Eficiência do RSB na Remoção de Nitrito

Na Figura 4 podem-se identificar os resultados de nitrito afluente e efluente do RSB.

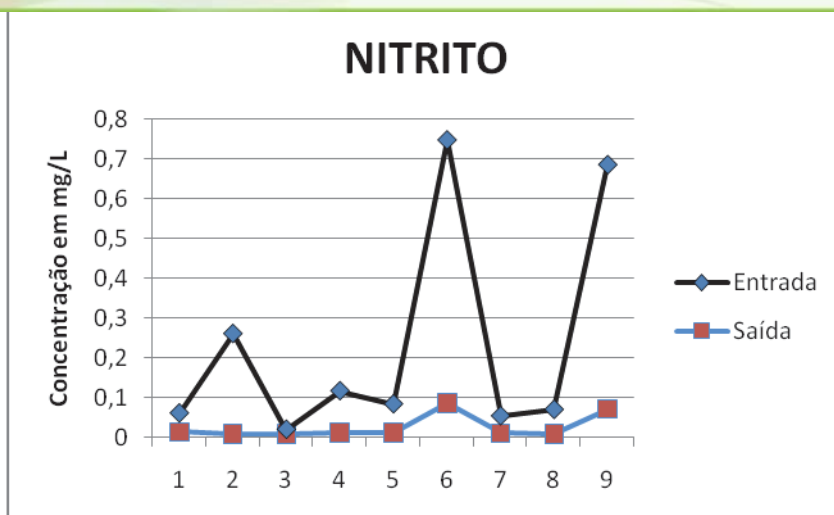


Figura 4 – Gráfico das concentrações afluente-efluente de nitrito

Na Figura 4 são apresentados os valores da concentração de nitrito, como se pode observar foram encontrados grandes concentrações de nitrito no esgoto bruto, pois o normal é que em amostras de esgoto doméstico a concentração de nitrito seja nula.

De acordo com os valores expressos no gráfico, pode se observar que mesmo sendo algo incomum o RSB conseguiu uma eficiência média de 76,71%, no entanto conseguiu uma eficiência máxima de 96,41%.

Segundo uma pesquisa realizada por Da Costa (sem data), as médias de nitrito no efluente mantiveram-se baixas (< 1mg/L) nas primeiras duas etapas, já nas etapas seguintes as concentrações médias de nitrito foram de 2,20 e 2,15 mg/L, sendo que todos os valores de nitrito encontrados nesta pesquisa ficaram abaixo do valor máximo permitido de nitrito para lançamento que é de 1,0 mg/L, alcançando assim uma maior eficiência.

4.4 Avaliação do Parâmetro Nitrito

Os dados de nitrito estão representado na Figura 5 na forma de um gráfico.

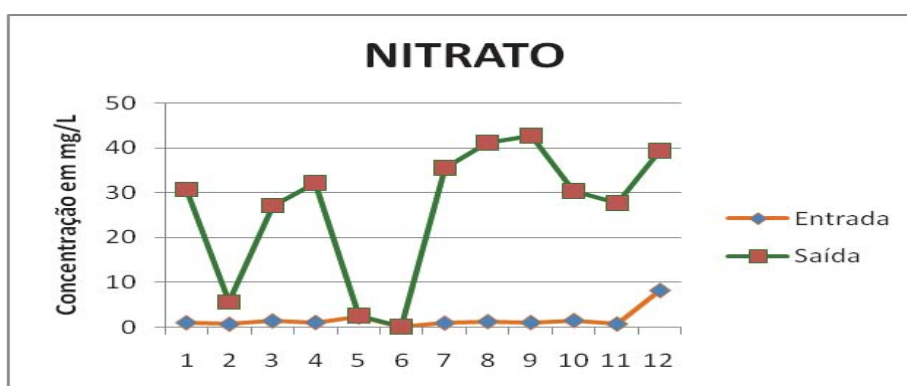


Figura 5 – Gráfico da avaliação de Nitrito

Como se podem observar os valores de nitrito de entrada é menor que o de saída, pois o RSB é capaz de promover a nitrificação que é a conversão da amônia a nitrito, e conseguinte é capaz de promover a desnitrificação que é conversão do nitrito a nitrogênio molecular.

Outro ponto importante a ser destacado é as concentrações de entrada do nitrato, os valores encontrados estavam fora dos padrões, normalmente o valor de nitrato nos esgotos domésticos é próximo de 0 mg/L.

Segundo a Resolução CONAMA N° 357/05 somente as concentrações dos pontos 2, 5 e 6 estão adequadas para o lançamento, pois estão abaixo do valor máximo permitido que é de 10 mg/L, tal fato se deve aos momentos de coleta, que podem ter coincidido com os períodos de nitrificação do RSB.

4.5 Avaliação da Eficiência na Remoção de DQO

Na Figura a seguir estão expressos os resultados do acompanhamento da DQO.

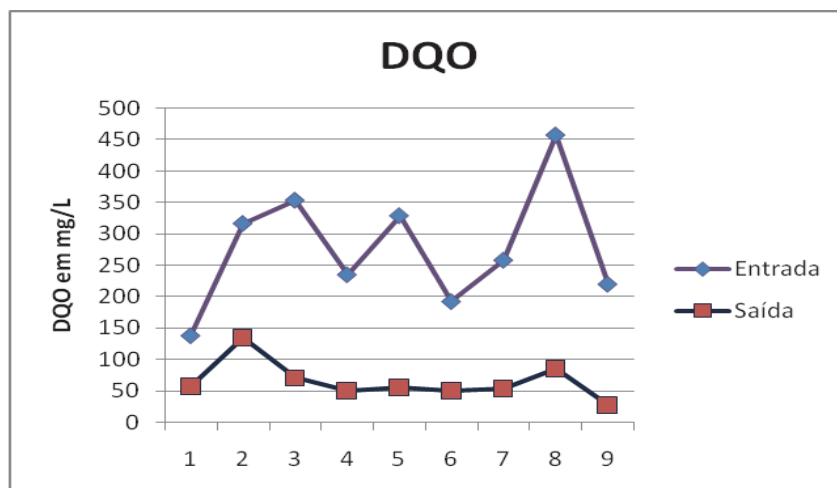


Figura 6 – Avaliação da remoção de DQO

De acordo com os resultados obtidos a partir da avaliação da DQO, pode-se observar que mesmo em estado de partida o RSB conseguiu uma eficiência média de DQO de 75,58mg/L sendo que em pouco mais de um mês ele conseguiu atingir 87,72% de eficiência. Segundo uma pesquisa realizada por Da Costa (sem data), o seu Reator Sequencial em batelada apresentou uma eficiência média de 82,0% de remoção de DQO, comparando com os resultados encontrados nesta pesquisa é notado que a diferença de eficiência é um pouco superior, entretanto é sabido que o RSB utilizado nessa pesquisa ainda não estava em estado estacionário, comprometendo assim um pouco da sua eficiência.

De acordo com a Portaria N° 154/02 da SEMACE (Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará) o valor máximo permitido para DQO é de 200mg/L, ressaltando que não há valores máximos permitidos de DQO na legislação nacional, pode-se afirmar que todos os valores estão adequados a legislação do estado onde foi desenvolvida a pesquisa.

5. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que o Reator Sequencial em Batelada por ser um sistema de alta taxa construído para obter grandes eficiência no tratamento de efluentes apresentou em pouco tempo de operação valores de eficiência média de remoção de poluentes

significativa (de quase 80%), sendo que o mesmo não obteve toda a sua eficiência, superando alguns tecnologias que mesmo em estado estacionário não conseguem atingir boa eficiência.

Outro ponto a ser destacado, o valor médio de amônia do esgoto afluente é elevado comparado com as outras frações de nitrogênio, em contrapartida, o que pode ser notado é um aumento nas formas de nitrato no esgoto efluente, que ocorre devido ao processo de nitrificação, entretanto essa taxa ira cair com o processo de desnitrificação.

De certa forma é notado que o RSB mesmo não conseguindo atingir o seu máximo de eficiência na remoção de matéria orgânica obteve valores médios de remoção de DQO satisfatórios, com uma remoção média de 75%, mesmo o afluente apresentando grandes variações na sua concentração isso não interferiu na sua eficiência.

Por fim, grande parte dos padrões analisados não ultrapassou os valores máximos permitidos estipulado pela Resolução CONAMA N° 357.

6. BIBLIOGRAFIA

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA - Resolução No357 de 17 de março de 2005, Classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional. Diário Oficial da União, Brasília Seção 1, pp. 58-63, 2005.

CEARÁ. Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará – SEMACE - Portaria N°154, de 22 de Julho de 2002, Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras. Diário Oficial do Estado, 2002.

DA COSTA, T.B. Remoção Biológica de Nitrogênio e Fósforo Utilizando Reator em Batelada Sequencial com Enchimento Escalonado, sem data.

DOS SANTOS A.V. Comportamento do Reator Sequencial em Batelada (RSB) sob Estado Estacionário Dinâmico Utilizando Idade do Lodo como Parâmetro de Controle Operacional. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS, 2005.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento no Brasil. 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 16/09/2011.

MAIA, M. S.; Comportamento de um reator UASB em escala laboratorial tratando os esgotos sanitários do IFCE – LN, submetido a diferentes condições operacionais. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Saneamento Ambiental) – IFCE, Limoeiro do Norte, 2010.

VAN HAANDEL, A. C. & MARAIS, G. O. O comportamento do sistema de lodo ativado – Teoria e aplicação para projeto e operação. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1999.

VON SPERLING, M. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Vol. 4. Lodos Ativados. 2. ed. Belo Horizonte: DESA-UFGM, 2002.

VON SPERLING, M. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. 3 ed. Belo Horizonte: DESA-UFGM, 2005.

7. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa PIBITI/CNPq e ao Laboratório de Controle Ambiental (LCA) do IFCE, Campus Limoeiro do Norte, que em

parceria com o Núcleo de Pesquisa em Gestão e Saneamento Ambiental (NUPGESAM) cedeu o espaço para esta pesquisa ser desenvolvida.

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA NA REMOÇÃO DE MATERIAL ORGÂNICO E NITROGENADO DE UM SISTEMA DE LODO ATIVADO (PÓS-D)

A. R. M. Barros¹; K. L. Pinheiro²; J. R. Chaves³; E. V. M. Santos⁴ e H. A. S. Filho⁵

^{1, 2, 3, 4 e 5}Instituto Federal do Ceará – Campus Limoeiro do Norte

ricardomendes_123@hotmail.com; katsonlaerte@hotmail.com; jarbasrodrigues@ifce.edu.br;

elivania@ifce.edu.br; Heraldo@ifce.edu.br

RESUMO

O tratamento de esgotos domésticos ou industriais pode ser realizado a partir de diversos sistemas de tratamento, em especial, biológicos. Esses sistemas dependem da qualidade do esgoto afluente e requerem cuidados específicos na sua operação e manutenção, principalmente os de lodos ativados. A qualidade do esgoto a ser tratado, por sua vez, caracteriza-se como fator fundamental para um bom funcionamento desses sistemas. Os sistemas de lodos ativados são amplamente utilizados no Brasil apresentando excelência na qualidade de seus tratamentos, em especial quando comparados a outros sistemas. Destaca-se que na remoção de matéria orgânica e nitrogênio existem diferentes configurações de lodos ativados, dentre elas os sistemas pré-desnitrificante (pré-D), pós-desnitrificante (pós-D) e Bardenpho (junção das duas sequências). O presente trabalho teve como principal objetivo avaliar a eficiência do sistema de lodo ativado do tipo pós-D, tratando a água residuária predominantemente doméstica gerada no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Limoeiro do Norte – CE. Assim, para a efetivação do trabalho, avaliou-se em uma primeira fase as características do esgoto gerado, isto é, foi realizada uma caracterização físico-química para determinação de sua qualidade. A segunda fase foi dedicada ao acompanhamento da adaptação do lodo ao sistema e esgoto afluente e, por fim, determinou-se a partir de análises laboratoriais a eficiência do sistema pós-D em termos de material orgânico e nitrogenado.

Palavras-chave: lodos ativados, esgoto doméstico, matéria orgânica e nutrientes.

1. INTRODUÇÃO

Os esgotos ou águas residuárias são todos os resíduos líquidos gerados de indústrias ou de residências e que para ser devolvidos à natureza precisam de um tratamento adequado. Esse tratamento condiciona aos resíduos líquidos características menos agressivas à natureza e à saúde humana. A própria natureza tem condições de decompor a matéria orgânica dos rios e lagos no processo chamado de autodepuração. No entanto, no caso dos efluentes essa matéria orgânica é em grande quantidade tornando esse processo natural ineficiente exigindo, desta forma, um tratamento mais eficaz das Estações de Tratamentos de Esgotos (ETEs).

No tratamento biológico aeróbio os microrganismos, mediante processos oxidativos, degradam as substâncias orgânicas que são assimiladas como "alimento" e fonte de energia, a exemplo de lodo ativado, um dos mais aplicados e também de maior eficiência. O termo lodo ativado designa a massa microbiana floculenta que se forma quando esgotos e outros efluentes biodegradáveis são submetidos à aeração, tendo como conceito primário a recirculação dessa massa biológica. Contudo, esses sistemas também podem ser incrementados acrescentando-se ambientes diferenciados em que o oxigênio não é o principal oxidante e sim material nitrogenado, como nitrato (NO₃-) e nitrito (NO₂-), designando ambientes anóxicos.

Dentre as tecnologias conhecidas de tratamentos de lodos ativados, o do tipo pós-D, é caracterizado por três ambientes, respectivamente, aeróbio, anóxico e decantador com recirculação direta para o primeiro. Geralmente, a combinação desse ambiente proporciona uma elevada remoção de matéria orgânica e produção de material nitrogenado pré-oxidado, como nitrato e nitrito, deixando a desnitrificação para uma sequente continuidade do sistema ou até mesmo para o manancial. Assim, explicando o seu próprio nome.

Convencionalmente, os sistemas pré-D se mostra mais eficiente na remoção de nitrogênio, comparado ao pós-D, pois o ambiente anóxico antecedido do aeróbio proporciona uma otimização no processo devido à maior presença de material orgânico, elemento fundamental na nitrificação. Assim, na segunda opção a matéria orgânica seria logo consumida no reator aeróbio sobrando apenas o consumo no ambiente sem material externo (respiração endógena).

Percebendo essa problemática, pesquisadores uniram as vantagens de ambos e surgiu um dos sistemas de lodos ativados mais conceituados, o Bardenpho, com ambiente anóxico antes e depois do aeróbio.

Este artigo tem como objetivo analisar a eficiência de um sistema de lodo ativado (pós-D) em termos de matéria orgânica (DQO) e material nitrogenado como amônia, nitrato e nitrito, levando em consideração a caracterização do efluente gerado no IFCE – Campus Limoeiro do Norte.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Von Sperling (1996), o tratamento biológico de esgotos ocorre inteiramente por mecanismos biológicos. Esses processos reproduzem naturalmente os mecanismos que ocorrem em um corpo d'água logo após o lançamento de esgotos. Assim, o sistema de tratamento biológico de águas residuárias tem como objetivo fazer com que o processo natural de depuração se desenvolva. No entanto, em condições controladas (controle da eficiência) e em taxas mais elevadas (solução mais compacta).

O sistema de lodos ativados é amplamente difundido mundialmente para tratamentos de despejos domésticos e industriais, uma vez que os mesmos caracterizam-se em situações em que é necessária uma elevada qualidade do efluente e reduzidos requisitos de área. Todavia, o sistema de lodos ativados inclui um alto índice de mecanização se comparado aos outros tipos de tratamentos biológicos, implicando assim, em uma operação mais sofisticada e com maiores consumos de energia (Von Sperling, 1997).

Em geral, as unidades integrantes da etapa biológica do sistema de lodos ativados são: tanque de aeração (reator aeróbio), tanque de decantação (decantador secundário) e recirculação de lodo. No reator ocorrem as reações bioquímicas de remoção da matéria orgânica e, em determinadas condições, da matéria nitrogenada.

Os microrganismos em sistemas de lodos ativados se compõem principalmente de várias espécies entre as quais bactérias, fungos e protozoários são as mais representativas. A composição dos organismos vivos pode variar bastante de um sistema para o outro e essa variação depende da natureza da água residuária e das condições operacionais do sistema (Van Haandel & Marais, 1999).

Dentre os microrganismos que compõem a biomassa do sistema de lodos ativados, as bactérias heterotróficas facultativas (bactérias que usam o material orgânico como fonte de energia, utilizando oxigênio como aceptor final de elétrons) são as mais expressivas. Todavia, quando em situações onde o oxigênio não está presente, essas bactérias são capazes de utilizar a energia contida no material orgânico através da fermentação ou utilizar outro oxidante como aceptor final de elétrons, por exemplo, nitrato ou nitrito (Santos, 2009).

Segundo Van Haandel e Marais (1999), o material nitrogenado de águas residuárias se compõe principalmente de nitrogênio amoniacal (gasoso, NH_3 e salino, NH_4^+) e nitrogênio orgânico (uréia, aminoácidos e outras substâncias orgânicas com o grupo amino). Ocasionalmente, ocorrem traços de formas oxidadas do nitrogênio, nitrito (NO_2^-) e, principalmente, nitrato (NO_3^-). Nos sistemas de lodos ativados, vários processos podem mudar as formas do material nitrogenado, como a amonificação (assimilação), a nitrificação e a desnitrificação.

Na reação de amonificação (assimilação), o nitrogênio orgânico é convertido em nitrogênio amoniacal, sendo que na assimilação, o processo inverso ocorre (a amônia é incorporada à biomassa, estando presente, portanto, na forma de nitrogênio orgânico). A um pH perto do valor neutro, o nitrogênio amoniacal terá, predominantemente, a forma salina ionizada (NH_4^+).

No processo de nitrificação, as bactérias autotróficas mediam a oxidação da amônia para nitrito e, principalmente, nitrato. Este processo requer a presença de oxigênio dissolvido e, portanto, só é possível em ambiente aeróbio. Na desnitrificação, por sua vez, o nitrato ou o nitrito, é reduzido para nitrogênio molecular, tendo-se material orgânico como redutor e bactérias heterotróficas mediando o processo. O resultado dos processos sequenciais de nitrificação e desnitrificação é a conversão de nitrogênio amoniacal em nitrogênio molecular que se desprende como gás da fase líquida (Mota; Von Sperling, 2009).

Comparando as eficiências dos tipos de sistemas de lodo ativado, Van Hanndel e Marais (1999), afirma que a taxa de desnitrificação no sistema pós-D é baixa devido à baixa concentração de material biodegradável existente no reator anóxico. Para uma desnitrificação mais eficiente é preciso que grande parte do lodo esteja no ambiente anóxico, entretanto essa fração é limitada, por que existe uma fração mínima que deve está no ambiente aeróbio para assegurar o desenvolvimento da nitrificação.

Ainda nesse enfoque, o mesmo autor diz que a desnitrificação no reator anóxico é associada à utilização do material lentamente biodegradável. Como a concentração desse material no reator é menor que no sistema pré-D, a taxa de desnitrificação será correspondentemente menor.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização do efluente

A caracterização foi realizada durante o período de dezembro de 2010 a fevereiro de 2011, através das análises físico-químicas no Laboratório de Controle Ambiental (LCA) do IFCE - Campus Limoeiro do Norte, a partir do perfil caracterizado de acordo com um conjunto de parâmetros elencados na Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros avaliados na caracterização do esgoto bruto do IFCE- LN.

Variáveis	Métodos Analíticos	Referência
Temperatura (°C)	Eletrométrico	APHA et al. (2005)
pH (-)	Potenciométrico	APHA et al. (2005)
Cor (UH)	Visualização direta	APHA et al. (2005)
DQO (mg/L)	Refluxação Fechada	APHA et al. (2005)
Fósforo Total (mg/L)	Ácido Ascórbico	APHA et al. (2005)
Ferro (mg/L)	Espectrofotométrico	APHA et al. (2005)
Ortofosfato	Espectrofotométrico	APHA et al. (2005)
Nitrato (mg/L)	Espectrofotométrico	APHA et al. (2005)
Nitrito (mg/L)	Espectrofotométrico	APHA et al. (2005)
Turbidez (UNT)	Turbidimétrico	APHA et al. (2005)

3.2 Sistema Pós-D

O sistema é construído com uma sequência de ambientes que é constituída por um tanque de alimentação (20 litros), onde o esgoto bruto é bombeado para um reator aerado (12 litros). O segundo reator é anóxico (6 litros) com uma pequena agitação, a qual não possui a finalidade de introduzir oxigênio no meio e sim envolver a massa líquida com a massa sólida. Este antecede um decantador (6 litros) que vai fazer a sedimentação dos sólidos remanescentes no efluente. Por último, um tanque de saída, o qual recebe o efluente tratado, possuindo apenas uma recirculação do decantador para o ambiente aeróbio, ilustrado na Figura 1.



Figura 1- Sistema Pós-D

O sistema foi fabricado e colocado em partida no mês de abril começando o monitoramento no período de maio a julho de 2011 fazendo análises de Demanda Química de Oxigênio (DQO), amônia, nitrato e nitrito de acordo com o Standard methods for the examination of water and wastewater (2005), sendo sempre as amostras coletados em dois pontos, um no tanque de alimentação e o outro no tanque de saída, possibilitando desta forma, a análise de sua eficiência.

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1 Caracterização do efluente

As análises realizadas para a caracterização do esgoto bruto gerado no IFCE- LN apresentou alguns parâmetros correspondentes aos de um esgoto doméstico conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Resultado da Caracterização do Esgoto Bruto

Análises	Máxima	Mínima	Média	Desvio. P	CV
DQO*	471,7	179,7	289,7	108,1	0,4
Ferro	5,9	0,6	2,3	2	0,8
Ortofosfato	10,3	1,2	4,6	2,9	0,6
Fósforo Total	29,6	2,7	11,3	8,3	0,7
Cor	500	100	256	113	0,4
Nitrito	0,1	0,01	0,06	0,03	0,5
Nitrato	1,4	0,4	1	0,3	0,3
Turbidez	211	5,6	115,8	59,4	0,5
Temperatura	32,9	26	30,2	2,12	0,1
pH	8,4	7,18	7,9	0,33	0,04
SST*	377	38	162	101	2
SSV*	495	34	149	129	1
SSF*	107	4	56	34	2

*DQO – Demanda Química de Oxigênio

*SST – Sólidos Suspensos Totais

*SSV – Sólidos Suspensos Voláteis

*SSF – Sólidos Suspensos Fixos

Análises determinadas em mg/L com exceção de Cor (UH), Turbidez (UT), Temperatura (°C) e pH (adimensional).

Nessa fase encontrou-se uma particularidade bem interessante no parâmetro DQO. Segundo Von Sperling (1996), a faixa desse parâmetro é em torno de 400 a 800 mg/L para um esgoto doméstico bruto, tornando o esgoto do IFCE - Campus Limoeiro do Norte abaixo da faixa citada pelo autor, apresentando uma média de apenas 289,7 mg/L, possuindo um desvio padrão consideravelmente elevado.

Nesse contexto, observam-se alguns parâmetros com desvio padrão acentuados como cor, SSV e a própria DQO, podendo afirmar que é comum uma variação nas concentrações de determinados poluentes.

4.2 Eficiência do Sistema

A partir das análises realizadas no sistema em estudo, pode-se perceber que o sistema Pós D mostrou-se bastante eficiente em relação à remoção de DQO, apresentando uma média em torno de 89% de acordo com a Tabela 3. Segundo Van Haandel e Marais (1999), essa remoção está dentro das características de remoção de um sistema de lodos ativados que corresponde a uma remoção na faixa de 93% a 98% de matéria orgânica, revelando que existe algum problema, seja na parte operacional seja na qualidade do esgoto tratado.

Tabela 3 – Remoção de DQO

Amostra	E.B	Saída	Remoção	Eficiência
1	340,8	23,8	317,1	93%
2	351,2	54,6	296,7	84%
3	345,0	61,7	283,2	82%
4	358,7	14,4	344,3	96%
5	358,7	14,4	344,3	96%
6	172,4	20,7	151,7	87%
7	287,4	27,6	259,8	90%
8	425,5	22,7	402,8	95%
9	327,5	58,1	269,4	82%
Média				89%

Análises determinadas em mg/L.

Assim, como na remoção da matéria orgânica, o sistema pós-D mostrou-se eficiente também quanto à remoção de amônia, umas das formas de nitrogênio predominante em esgotos domésticos. A sua remoção apresentou-se uma média 96%. Em outras palavras, pode-se dizer que havia presença de bactérias autotróficas nitrificantes e que o processo de nitrificação foi efetivo, visto que nas condições de pH, sob as quais o sistema foi operado, não poderia ocorrer de forma relevante o processo de volatilização da amônia, considerada a outra possibilidade de que a remoção de amônia não é ocasionado pelo processo de nitrificação. A Tabela 4 mostra a taxa de remoção da amônia pelo sistema pós-D.

Tabela 4 – Remoção de Amônia

E.B	Saída	Conversão	Eficiência (%)
95,2	5,04	90,16	95
98	0,56	97,44	99
95,48	3,36	92,12	96
107,52	3,08	104,44	97
109,76	7	102,76	94
114,52	5,88	108,64	95
91,28	0,56	90,72	99
109,2	7,84	101,36	93
109,76	2,8	106,96	97
117,6	1,68	115,92	99

Análises determinadas em mg/L.

As análises de nitrito e nitrato apresentaram resultados indicando um acréscimo no efluente tratado. Segundo Santos (2009), o aumento no teor de nitrito pode ser resultado da nitratação (conversão da amônia a nitrito) que em temperaturas acima de 25°C e, em condições adequadas, é quase instantânea, fazendo com que ele se acumule. Além disso, o aumento nos teores de nitrato indica que a nitratação, ou seja, segunda etapa do processo de nitrificação está acontecendo, mesmo em condições de respiração endógena. Como mostram as Tabelas 5 e 6.

Tabela 5 – Acúmulo de Nitrato

E.B	Saída	Produção
0,6	45,39	44,790
3,9	40,3	36,400
9,42	48,58	39,160
5,99	37,71	31,720
5,04	46,9	41,860
1,8	36,86	35,060
1,94	36,84	34,900
1,54	46,64	45,10
2,02	44,32	42,30

Análises determinadas em mg/L.

Tabela 6 – Acúmulo de Nitrito

E.B	Saída	Produção
0,020	0,134	0,114
0,021	0,367	0,346
0,012	0,129	0,117
0,028	0,041	0,013
0,029	0,122	0,093
0,037	0,213	0,176
0,028	1,302	1,274
0,021	0,308	0,287
0,018	0,048	0,030

Análises determinadas em mg/L.

Em suma (Tabela 7), o percentual de conversão de amônia em nitrito e nitrato foi significativa, perfazendo um total médio de 101,05 mg/L removidos do sistema e confirmados a partir de dados laboratoriais desse parâmetro no esgoto tratado. A produção de nitrato pode ser avaliada tendo em vista os dados desse parâmetro de entradas e saídas, que indicam uma elevação em sua concentração (média de 42,6 mg/L). Já quando se analisa o possível nitrato desnitrificado, isto é, quando se pretende avaliar o processo de desnitrificação de forma indireta, percebe-se que ao descontar-se os valores obtidos na conversão de amônia aos obtidos no efluente tratado relativos ao nitrato tem-se de fato uma boa indicação desse processo, tendo sido obtido um valor de aproximadamente 58,5 mg/L de nitrato desnitrificado. Dessa forma, pode-se indicar que a nitrificação atingiu um percentual médio de 96% e para a desnitrificação um percentual médio de 58%. Enfatiza-se que o percentual obtido para a desnitrificação foi obtido em reator pós-D desmistificando a ideia de que não há significância nesse tipo de configuração.

A partir dos dados, percebe-se que quando se pretende melhorar a qualidade de um sistema de tratamento, a otimização de cada etapa componente pode ser decisiva nesse processo. Como exemplo, destaca-se a importância que deve ser dada aos reatores pós-D que podem se mostrar mais eficientes do que previstos em algumas literaturas (Van Haandel & Marais, 1999).

Os valores de nitrito foram desconsiderados tendo sido avaliada sua baixa relevância (concentrações ínfimas). Acrescenta-se que para os resultados estimados na Tabela 7 foram observadas concentrações das frações nitrogenadas da entrada e da saída do sistema em estudo, não tendo sido realizadas amostragens dos reatores, portanto destaca-se que os dados são puramente estimativos.

Tabela 7 – Percentual de nitrificação do sistema pós-D

	Conversão da amônia (baseando-se nos valores de entrada e saída ao sistema)	Produção de nitrato (considerando a média dos dados desse parâmetro no efluente)	Nitrato desnitrificado (descontando-se os valores de amônia convertidos aos nitratos do efluente)	Nitrificação (%)	Desnitrifi- cação (%)
Média	101,05 mg/L	42,6 mg/L	58,4 mg/L	96	58

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise dos resultados, pode-se verificar a eficiência do sistema enquanto remoção do material orgânico e nitrogenado. Levando algumas considerações em questão, já que o tempo de adaptação foi curto, de apenas um mês, os níveis de remoção chegaram próximos aos cientificamente analisados.

A partir deste estudo, comprova-se que a utilização de reatores anóxicos, mesmo sob condições adversas de disponibilidade de material biodegradável, mostra-se importante para melhoria efetiva da eficiência de sistemas de tratamento com remoção de material orgânico e nitrogênio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA et al. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21. ed. Washington, USA: American Public Health Association, 2005.

MOTA, F.S.B; VON SPERLING, M. (Coord.) **Nutrientes de Esgoto Sanitário: Utilização e Remoção**. Rio de Janeiro: Editora ABES, 428 p. 2009.

SANTOS, E. V. M. 2009. 114 f. **Desnitrificação em Sistemas de Lodo Ativado**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – COENGE – Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Campina Grande – PB: UFCG, 2009.

VAN HAANDEL, A; MARAIS, G. **O Comportamento do Sistema de Lodo Ativado: Teoria e Aplicações para Projetos e Operações**. Campina Grande: Epgraf, 472 p. 1999.

VON SPERLING, M. **Princípios Básicos do Tratamento de Esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 211 p. 1996.

VON SPERLING, M. **Lodos Ativados**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 415 p. 1997.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa PIBIC-IFCE e ao Laboratório de Controle Ambiental (LCA) do IFCE, Campus Limoeiro do Norte.

AVALIAÇÃO DA EUTROFIZAÇÃO DO AÇUDE BANABUIÚ ATRAVÉS DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET) MODIFICADO

M. J. CAMINHA¹; J. R. P. FREIRE²; J. D. M. SANTOS³; J. R. CHAVES⁴ e H. O. ROLIM⁵.

¹IFCE - Campus Limoeiro do norte; ²IFCE - Campus Limoeiro do norte; ³IFCE - Campus Limoeiro do norte; ⁴IFCE - Campus Limoeiro do norte e ⁵IFCE - Campus Limoeiro do norte;

Josiane_caminha@yahoo.com.br¹ – raphaellafreire@hotmail.com² – nega_joanadarc@hotmail.com³
jarbasrodriues@ifce.edu.br⁴ – hosineide@ifce.edu.br⁵.

RESUMO

Água, recurso natural conhecido como o solvente universal e elemento fundamental para a permanência dos seres vivos no planeta terra. Porém o crescimento demográfico e o aumento de atividades impactantes contrárias à manutenção do equilíbrio ambiental tornaram crescente a preocupação com a sua qualidade. O presente trabalho tem o objetivo de avaliar o Índice do Estado Trófico do açude Banabuiú, no estado do Ceará, utilizando o método proposto por LAMPARELLI (2004), para ambientes lênticos. As coletas aconteceram em fevereiro e março de 2010 e Janeiro e julho de 2011, sendo realizadas em diferentes pontos do açude. Diante dos resultados pode-se perceber que, para cinco diferentes profundidades no mesmo ponto de monitoramento nos anos de 2010 e 2011 houve uma acentuada concentração de fósforo variando entre 0,03 e 0,075 mg.L-1. O perfil do nutriente apresenta um ligeiro acréscimo à medida que se aumenta profundidade, possivelmente relacionado aos processos de sedimentação do fósforo. Em relação à concentração de clorofila o reservatório para o ponto BAN-01 mostra um crescente aumento da biomassa algal, variando de 9,16 a 34µg. L-1 no período de 1 ano e meio. Os resultados de fósforo em março de 2010 para diferentes pontos de coleta demonstram a presença elevada deste nutriente revelando um elevado potencial para o processo de eutrofização em diferentes áreas do açude. Entre os seis pontos estudados cinco apresentaram potencial para hipereutrofização com valores de IET maiores que 67. O ponto BAN-06 apresentou um IET com valor de 62,92 classificado como eutrófico tendendo a supereutrófico. Em janeiro de 2011 o processo de eutrofização para a coluna d'água do reservatório, no mesmo ponto em cinco profundidades apresentou o IETPT classificado como supereutrófico para as primeiras quatro profundidades tendendo a hipereutrofização com ligeiro acréscimo de nutrientes para o ponto mais profundo de coleta. O IETCLA variou de supereutrófico nas primeiras quatro profundidades a mesotrófico na última profundidade. Diante dessa realidade percebe-se a importância de um monitoramento constante e medidas preventivas eficazes, a fim de evitar a eutrofização desse manancial, que atualmente recebe tantas cargas poluidoras.

Palavras-chave: índice do estado trófico, clorofila, fósforo.

1. INTRODUÇÃO

Água, recurso natural conhecido como o solvente universal e elemento fundamental para a permanência dos seres vivos no planeta terra. Porém o crescimento demográfico e o aumento de atividades impactantes contrárias à manutenção do equilíbrio ambiental tornaram crescente a preocupação com a sua qualidade. Esse recurso tão indispensável aos seres vivos precisa estar livre de substâncias que possam alterar suas características e torná-la imprópria para o consumo humano e outros fins.

Diariamente nossos corpos hídricos recebem grandes cargas poluidoras. De acordo com Esteves, (1998) as fontes principais de nutrientes causadores da eutrofização relacionadas à atuação antrópica, são o uso de fertilizantes na agricultura, efluentes domésticos e industriais, além de fontes naturais como a decomposição natural de organismos orgânicos, runoff de áreas florestais, decomposição de rochas e sedimentos.

Os nutrientes são compostos indispensáveis nos processos biológicos, mas seu excesso motiva o enriquecimento do meio tornando-o mais fértil e possibilita o crescimento de algumas espécies de plantas aquáticas e algas, o que causa um efeito chamado de eutrofização.

Conforme BRAGA et al (2005), a eutrofização é o enriquecimento das águas com os nutrientes especialmente fósforo e nitrogênio, necessários ao desenvolvimento dos organismos aquáticos, manifesta-se por meio do aumento da produtividade biológica do reservatório, sendo observados a proliferação de algas, macrófitas e outros organismos aquáticos. Quando a presença de nutrientes é extremamente alta no corpo hídrico, dá-se o florescimento muito intenso de gêneros que predominam em cada situação em particular, este crescimento exagerado de populações pode trazer prejuízos aos usos que se possam fazer dessas águas, prejudicando seriamente o abastecimento público ou causando poluição por morte e decomposição dos organismos aquáticos.

Entre os efeitos indesejáveis da eutrofização podem-se citar os problemas estéticos e recreacionais, condições anaeróbias no fundo do corpo d'água, mortalidade de peixes dificuldade e aumento nos custos do tratamento de água (VON SPERLING, 1996).

Diante dessa realidade resolveu-se avaliar o estado trófico do Açude Banabuiú, por meio da determinação do Índice Estado Trófico proposto por Carlson e modificado por Lamparelli.

2. METODOLOGIA

As coletas foram realizadas pelos técnicos da Companhia de Gestão de Recursos Hídricos – COGERH dentro do plano de monitoramento qualitativo dos recursos hídricos do Estado do Ceará, em pontos georeferenciados no açude Banabuiú.

As coletas aconteceram em fevereiro e março de 2010 e Janeiro e julho de 2011, sendo realizadas em diferentes pontos no açude (BAN-01, BAN-03, BAN-04, BAN-05, BAN-06, BAN-07, BAN-08, BAN-09 e BAN-10) a 0,3 m de profundidade e em diferentes profundidades na coluna d'água utilizando a garrafa de Vandorn para o ponto BAN-01.

As análises foram realizadas no Laboratório de Saneamento Ambiental – LABOSAM do Instituto Federal do Ceará, Campus Limoeiro do Norte. Dentre os parâmetros quantificados dentro do programa de monitoramento foram utilizados na presente pesquisa os resultados de Fósforo e Clorofila “a” que seguiram nas suas determinações das diretrizes gerais da APHA, 2005.

A partir dos resultados obtidos foi avaliado o grau de trofia do açude. Para a determinação do Índice de Estado Trófico modificado (IETm) foi utilizado a metodologia proposta por Toledo (TOLEDO,1983) e modificado por Lamparelli (2004) para Fósforo e Clorofila “a”.

$$IET (PT) = 10. \left[\frac{6 - (1,77 - 0,42 \cdot (\ln PT))}{\ln 2} \right] \quad [Eq. 01]$$

$$IET (Cla) = 10. \left\{ \frac{6 - [0,92 - 0,34] \cdot (\ln Cla)}{\ln 2} \right\} \quad [Eq. 02]$$

em que, PT é o resultado de fósforo em $\mu\text{g.L}^{-1}$ e Cla é o resultado de clorofila em $\mu\text{g.L}^{-1}$.

Pela disponibilidade dos dados mensais de ambas as variáveis, o IET médio dos índices relativos a fósforo e clorofila foi calculado através da equação:

$$IET = \frac{IET(PT) + IET (Cla)}{2} \quad [Eq. 03]$$

A classificação do estado trófico foi feito de acordo com o índice calculado para os valores dos pontos monitorados do açude Banabuiú e comparados aos critérios estabelecidos da tabela abaixo.

Tabela 1 – Classificação quanto ao grau de trofia

Classes do IET	Critério	Estado trófico
1	≤ 47	Ultr oligotrófico
2	$47 < IET \leq 52$	Oligotrófico
3	$52 < IET \leq 59$	Mesotrófico
4	$59 < IET \leq 63$	Eutrófico
5	$63 < IET \leq 67$	Supereutrófico
6	$IET > 67$	Hipereutrófico

3. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

3.1 Concentrações de fósforo para diferentes profundidades

Os resultados para cinco diferentes profundidades no mesmo ponto de monitoramento nos anos de 2010 e 2011 demonstraram uma acentuada concentração de fósforo variando entre 0,03 e 0,075 mg.L^{-1} . A penas em fevereiro de 2010a concentração de fósforo ficou abaixo do limite estabelecido para águas de classe 3 as demais profundidades na coluna d’água não se adequou ao padrão CONAMA 357/05 definido para ambientes lênticos de até 0,05 mg P L^{-1} .O perfil do nutriente apresenta um ligeiro acréscimo à medida que se aumenta profundidade, possivelmente relacionado aos processos de sedimentação do fósforo.

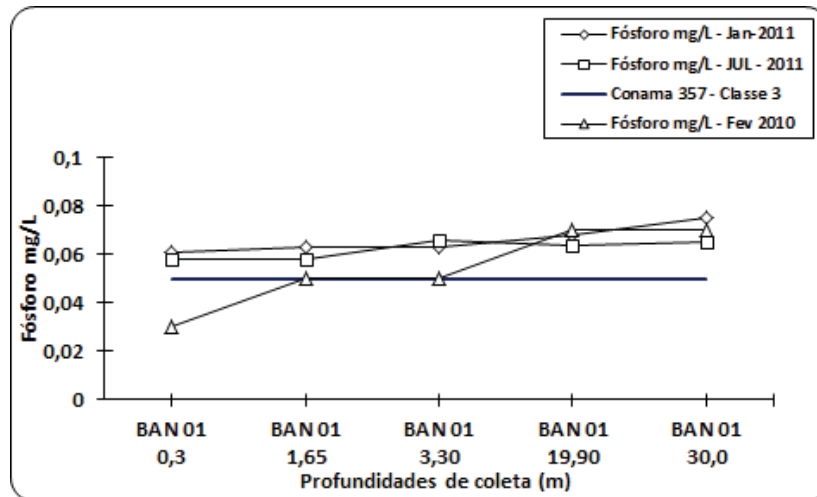


Figura 3 – Concentração de fósforo

3.2 Concentrações de clorofila

Em relação à concentração de clorofila o reservatório para o ponto BAN-01 mostra um crescente aumento da biomassa algal. Em fevereiro de 2010 o reservatório apresentava baixa atividade de algas já em janeiro e julho de 2011 o reservatório apresentou valores crescentes de clorofila “a” maiores que o padrão estabelecido do Conama 357 para águas de classe 1. A concentração de clorofila variou de 9,16 a 34 µg. L-1 no período de 1 ano e meio.

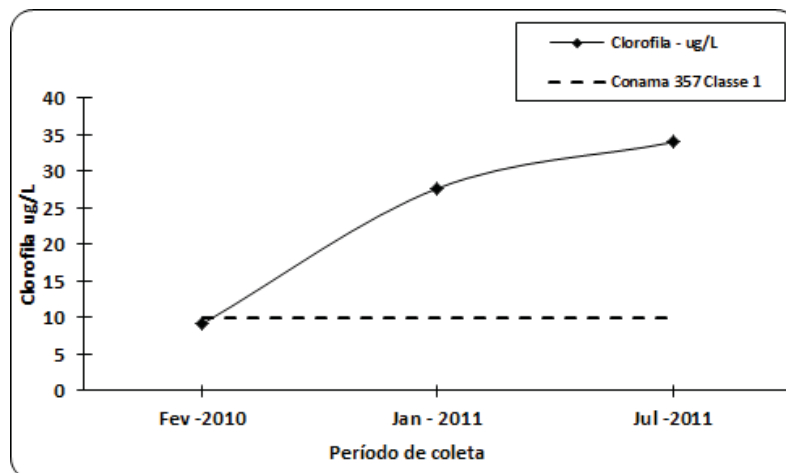


Figura 4 - Concentração de clorofila

3.3 IET de fósforo

Conforme os resultados de fósforo em março de 2010 para diferentes pontos de coleta demonstram a presença elevada deste nutriente revelando um elevado potencial para o processo de eutrofização em diferentes áreas do açude. Entre os seis pontos estudados cinco apresentaram potencial para hipereutrofização com valores de IET maiores que 67. O ponto BAN-06 apresentou um IET com valor de 62,92 classificado como eutrófico tendendo a supereutrófico.

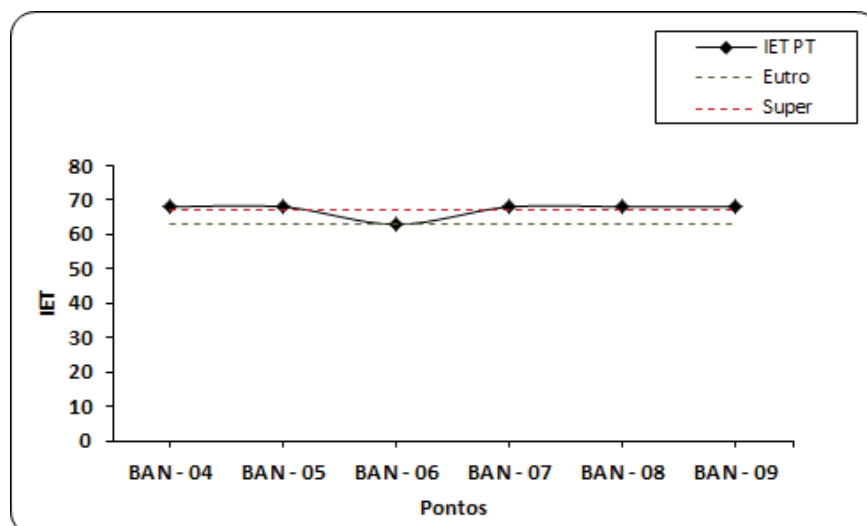


Figura 5 - IET de fósforo em diferentes pontos do açude

3.4 IET de fósforo e clorofila em diferentes pontos do reservatório

No mês de fevereiro de 2010 foram determinadas as concentrações de fósforo e clorofila para 05 pontos distintos na bacia hidráulica do açude, nesse período a concentração de fósforo manteve-se com valores semelhantes em toda bacia sendo em relação ao aporte deste nutriente o reservatório classificado predominantemente como eutrófico com tendência a supereutrófico. O IET da clorofila também se manteve constante para ambos os pontos com valor médio de 63,88 e variância dos resultados de 2%. Conforme o gráfico o IETCLA em 02 pontos foram classificados como eutrófico e 03 pontos como supereutrófico. O IET médio das variáveis para os pontos estudados apresentou-se para 01 ponto como eutrófico e para 04 pontos supereutrófico.

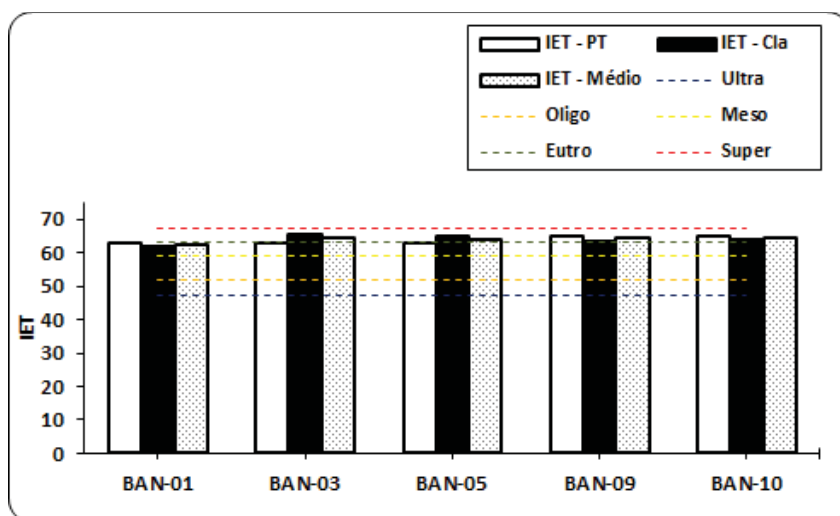


Figura 6 - IET de fósforo, clorofila e médio em fevereiro de 2010

3.5 IET de fósforo e clorofila em diferentes profundidades do reservatório

Em janeiro de 2011 o processo de eutrofização para a coluna d'água do reservatório, no mesmo ponto em cinco profundidades apresentou o IETPT classificado como supereutrófico para as primeiras quatro profundidades tendendo a hipereutrofização com ligeiro acréscimo de nutrientes para o ponto mais profundo de coleta. O IETCLA variou de supereutrófico nas primeiras quatro profundidades a mesotrófico na última profundidade. Mesmo com o decréscimo de clorofila "a" devido a diminuição da intensidade de energia luminosa a uma profundidade de 30m ainda foi detectado uma concentração de $6,008 \mu\text{g.L}^{-1}$.

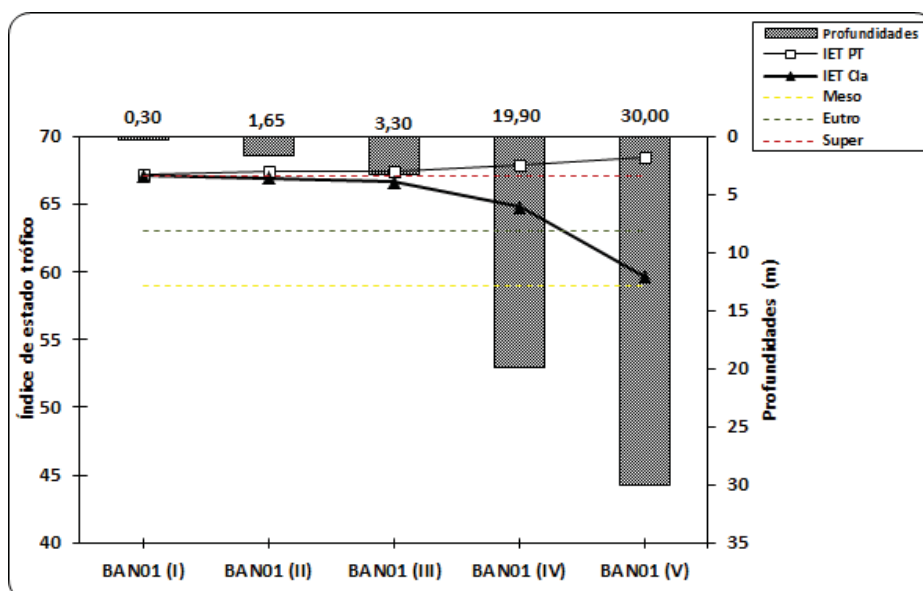


Figura 7 - Índice de estado trófico de fósforo e clorofila

4. CONCLUSÃO

As concentrações de fósforo encontradas, apresentou-se superiores ao limite estabelecido na Resolução CONAMA N°357 de 2005, para cursos de águas de classe 2. Diante dos dados obtidos, observam-se concentrações acentuadas de fósforo, variando apenas em uma profundidade de um determinado período, esse fato deve ter ocorrido devido atividades de origem antrópica desenvolvido em seu leito.

Já em relação aos resultados de clorofila, o reservatório apresentou uma grande variação durante todo período monitorado, isso comprova a resposta do corpo hídrico em relação ao aporte de nutriente variando em fevereiro de 2010 nas classes de eutrófico e supereutrófico.

Percebeu-se a tendência desse açude em estudo para o fenômeno da eutrofização, isso é comprovado diante da crescente presença da biomassa algal, a qual o seu crescimento deve ser proveniente do recebimento de nutrientes, nesse caso o fósforo.

Considera-se ainda a importância de um monitoramento constante e medidas preventivas eficazes, a fim de evitar a eutrofização desse manancial, que atualmente recebe tantas cargas poluidoras.

REFERÊNCIAS

BRAGA et al. Introdução a Engenharia Ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável. . 2ª Ed. São Paulo. Pearson Prentice Hall, 2005. 318p.

BRASIL. Resolução CONAMA 357, 17 de março de 2005. Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2006. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/conama>> Acesso em 16 de set. de 2011.

CEARÁ. Leitura de minuto 6. Índices de qualidade da água. 2008.2p.

COGERH, Companhia de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do estado do Ceará. Disponível em: <<http://www.cogerh.com.br> – acesso em: 23 de maio de 2011

ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: Interciência. 1998. 602p .

FIA, R.; MATOS, A. T.; CORADI, P. C.; PEREIRA-RAMIREZ, O. Estado trófico da água na bacia hidrográfica da Lagoa Mirim, RS, Brasil. Ambi-Agua. Taubaté, v.4, n.1, 133p ,2009.

LAMPARELLI, M.C. Grau de Trofia em Corpos D'Água do Estado de São Paulo: Avaliação dos Métodos de Monitoramento. 2004. 238p. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

SOUSA, J. Arrojado Lisboa continua pegando água. Disponível em: <<http://diariodonordeste.globo.com/materia.asp?codigo=71329>> Acesso em: 16 setembro 2011.

AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DA MISTURA DE ESTERCO CAPRINO E MANIPUEIRA SUBMETIDO A DIGESTÃO ANAERÓBIA

Edcarlos Cardoso de FARIAS¹; Vicente Rodolfo Santos CEZAR²; Luiz Guilherme Abreu de PAULA³; Marília Batista dos SANTOS⁴; Auriane Santana SANTOS⁵;

Instituto Federal de Alagoas, Campus Marechal Deodoro, Rua
Lourival Alfredo, 176 – Poeira - CEP: 57160-000 - Marechal Deodoro – AL, (82) 3263 1122

(1) Email: edcarlos_cardoso@hotmail.com, (2) Email: vrscezar@yahoo.com.br, (3) luizguilhermeacm@gmail.com
(4) marilia.gestaoambiental@hotmail.com, (5) aurianesantana@bol.com.br

RESUMO

No nordeste, principalmente no Estado de Alagoas, a produção de matéria prima como a mandioca e a criação de caprino e ovino se faz presente como meio de sobrevivência para muitas famílias, no entanto, acabam gerando resíduos como a manipueira resultante da prensagem da mandioca ralada e o esterco de caprino/ovino que poluem o meio natural comprometendo a qualidade dos recursos hídricos e do solo, sendo necessária a realização de estudo para o aproveitamento e a valorização desses resíduos. Com o intuito de solucionar o problema, o trabalho tem como objetivo estudar o processo de digestão anaeróbia a partir do substrato oriundo da combinação de esterco caprino e manipueira, verificando os aspectos de produção de biogás, comportamento do pH, de sólidos totais (ST) e de sólidos voláteis (SV). O biodigestor utilizado foi o modelo Indiano, submetido ao tempo de retenção hidráulica de 50 dias, com capacidade de 80 (L), possuindo este um gasômetro móvel localizado na parte superior do biodigestor com volume de 0,0427 m³, com o acompanhamento diário da produção de biogás (Condições Normais de Temperatura e Pressão). O substrato empregado no abastecimento apresentou no início do processo a concentração de 8% de sólidos totais. Após a submissão do substrato a digestão anaeróbia houve a redução dos sólidos totais de 17,028%, para sólidos voláteis foi de 76,913% e a produção média de biogás foi de 0,0239 m³ a cada 1,6 litros de substrato biodegerido.

Palavras-chave: Esterco caprino/ovino, manipueira, biodigestão anaeróbia, biogás, biodigestor.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura e a pecuária são duas atividades essenciais na geração de alimentos, no entanto, essa produção acaba gerando uma quantidade de resíduos que são descartados no meio ambiente de forma irregular, comprometendo o solo, o ar e a água, por esse motivo, a busca por tecnologias limpas para o tratamento desses resíduos é de suma importância para o destino final e a aplicabilidade correta para seu depósito.

No interior do Estado de Alagoas, a produção de farinha é de grande importância econômica, são mais de 600 casas de farinha, onde sua maior produção está localizada no semi-árido, com clima caracterizado pela baixa umidade e pouco volume pluviométrico. A mandiocultura causa impacto ao meio ambiente pelo descarte impróprio do resíduo gerado na prensagem do processo de obtenção de farinha (manipueira). O tratamento da manipueira em meio anaeróbio produz principalmente o gás metano que pode substituir a lenha utilizada na secagem da farinha. Segundo o Sebrae (2006) a madeira usada para geração de calor nos fornos é oriunda de extrações clandestinas das áreas de Mata Atlântica e Caatinga.

Outra atividade econômica também praticada no interior do Estado de Alagoas é a caprino-ovinocultura que como as demais atividades da produção animal, produz um volume considerável de esterco, o qual precisa ser gerenciado de forma adequada devido causar problema ao homem e para os animais que tendem a procurar locais aquecidos, podendo deitar sobre esses excrementos (Santos, 2006).

O esterco caprino, ovino e a manipueira são resíduos importantes para serem aplicados no biodigestor por conterem matéria orgânica biodegradável, a qual deve ser submetida ao processo de tratamento biológico valorizando, assim, sua matéria prima auxilia na redução dos custos de produção do produtor familiar.

O presente trabalho apresentou como objetivo estudar o processo de digestão anaeróbia a partir do substrato oriundo da combinação de manipueira e esterco caprino, verificando os aspectos de produção de biogás, redução de sólidos voláteis e totais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

2.1 Aspectos da cultura de mandioca

A cultura da mandioca é originária da América do Sul, constituindo um dos principais alimentos energéticos para cerca de 500 milhões de pessoas, sobretudo em países em processo de desenvolvimento, onde é cultivada em pequenas áreas com baixo nível tecnológico.

Distribuída em todo o território nacional, a mandioca é um alimento importante para todos, além de servir de matéria prima para diversos produtos industriais. Em 2002, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a produção cultivada no território brasileiro ultrapassou os 22 milhões de toneladas, ganhando destaque nacional os Estados do Pará, Bahia e Paraná como maiores produtores, atingindo mais da metade da produção do país. A região Nordeste sobressai como a região com maior participação, de 34,76% na produção nacional. As demais regiões têm participação com 25,71% (Norte), 25,03% (Sul), 9,22% (Sudeste) e 5,28% (Centro-Oeste). A produtividade, na região Nordeste, com valores médios de 10,8 t/ha, fica muito abaixo das obtidas nas regiões Sul e Sudeste. Esse fato está relacionado, diretamente, entre outros fatores, ao uso de pouca tecnologia (CEZAR et al, 2007).

As indústrias processadoras de mandioca e fécula produzem grandes quantidades de resíduos líquidos e sólidos, dentre os quais, o líquido é o mais problemático. A manipueira possui alto teor de matéria orgânica, característica que a deixa poluente e sua toxicidade é devido a presença do glicosídeo,

propriedade encontrada na planta de mandioca (linamarina). Por tonelada processada da raiz, é produzida 250 kg de farinha, que gera em torno de 300 litros de manipueira e, na produção de fécula, 200 kg que se produz (a partir de 1 tonelada de raiz), gera aproximadamente 600 litros (BARANA, 1995).

Segundo Santiago et al (2005) alguns levantamentos realizados nas unidades produtivas de farinha do Estado de Alagoas, pode-se examinar a produção de 297,7 kg de manipueira para cada tonelada processada de mandioca, sendo, até mesmo, superior à produção final de farinha, que foi de 283,3 kg.

A quase totalidade da manipueira produzida durante a fabricação é jogada nas proximidades das agroindústrias, poluindo o meio ambiente, uma vez que a manipueira é uma substância altamente tóxica. Segundo Cezar et al (2007) é necessário se deter no potencial poluidor da manipueira e na quantidade produzida no Estado de Alagoas, quando o autor avaliou a produção de nove municípios, verificou um total 25.533,5 m³ de manipueira.

De acordo com o Sebrae (2006) no processamento de mandioca para a obtenção de farinha são produzidos aproximadamente 18% de cascas; 30% de manipueira e 24% de crueira (aglomerados), ainda, posteriormente ao processo os maquinários são lavados, produzindo efluentes.

2.2 Aspectos da caprino-ovinocultura

A atividade da caprino-ovinocultura no Brasil tem uma criação considerável, que complementa a alimentação de muitas famílias com sua carne, leite e derivados, mas que geram resíduos que podem ser transformados e utilizados como fonte de energia, diminuindo a demanda energética nas propriedades, aproveitando o acúmulo desses dejetos, ao invés de criar ambientes propícios para a proliferação de vetores e transmissão de doenças. (QUADROS, 2009).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2009) o número efetivo de rebanhos no Brasil, Nordeste e Alagoas, é apresentado conforme a Tabela 1.

TABELA 1 - Efetivo dos rebanhos

Efetivo dos rebanhos	Brasil		Nordeste		Alagoas	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Caprino	9.355.014	9.163.560	8.521.388	8.302.817	64.721	62.530
Ovino	16.630.408	16.811.721	9.371.905	9.566.968	193.686	193.877

FONTE: IBGE, Pesquisa Pecuária Municipal (PPM)

O número efetivo de rebanhos de médio porte apresentados foram extraídos das Tabelas que compõem o acervo do Censo Agropecuário, onde pode ser observado o decréscimo de caprinos no ano de 2008 a 2009 e o aumento dos ovinos.

Verifica-se no estado de Alagoas que os caprinos e ovinos são manejados e criados nas proximidades das casas de farinha, oportunizando o seu aproveitamento para a geração de energia através do processo de digestão anaeróbia.

Tornam-se evidentes os enormes problemas causados pelo manejo inadequado dos dejetos, que atuam como vetor de doenças, contaminando a água e o solo (QUADROS et al, 2009). A produção de animais como também a vivência do ser humano estão sendo afetados por decorrência de práticas impróprias de manejo dos dejetos, resultando em sérios prejuízos econômicos e sociais para o país, tanto no aspecto da degradação ambiental, quanto nos custos de medidas de prevenção e tratamento de saúde.

O Brasil possui características edafoclimáticas apropriadas para a criação de animais e observa-se que nos últimos anos, ações conjuntas de governos estaduais, instituições de pesquisa, empresários rurais e empresas estão investindo na caprino-ovinocultura, a fim de incentivar o aumento do rebanho em todo território nacional (DANTAS, 2007).

2.3 Biodigestor

O biodigestor é uma câmara fechada onde se coloca material orgânico para decomposição, obtendo-se produção de biogás e biofertilizante. Em seu interior acontece o processo de fermentação da biomassa, dando origem ao biogás e biofertilizante, que pode ser utilizado na adubação do solo por apresentar em sua composição uma considerável quantidade de nutrientes.

O processo de biometanação abrange a conversão anaeróbica de biomassa em metano. A degeneração biológica da matéria orgânica compreende quatro principais fases: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese, o intuito desse tipo de tratamento é a produção de gás metano e do biofertilizante que poderá ser utilizado em as áreas de plantio da cultura ou produção de forragem, pode substituir a lenha na secagem da farinha pelo biogás ou cocção, já que a maioria das casas de farinha e criação de caprinos-ovinos estão localizados na região semi-árida do Estado de Alagoas.

Quadros (2009) comenta que o uso de biodigestores vem contribuir para consistência das atividades agropecuárias, aproveitando o esterco animal, o qual normalmente é dado pouco ou nenhum valor comercial como biofertilizante,

No Estado de Alagoas a cadeia produtiva de mandioca é principalmente executada pela agricultura familiar, que usa um percentual dos resíduos produzidos para alimentação de caprinos, mas desperdiçando outro, no intuito de fortalecer as cadeias aprovou a necessidade de estudar o processo de digestão anaeróbia submetida a substratos formados entre a mistura de manipueira e esterco caprino-ovino.

3. METODOLOGIA

O projeto foi desenvolvido no Instituto Federal de Alagoas, *Campus Marechal Deodoro*, situado entre as coordenadas geográficas: Latitude, 09°42'45''S; Longitude, 35°53'38''O e Latitude, 9°42'52''S; Longitude, 35°53'32''O, Altitude 8m (coordenadas retirada do Google Earth, 2011) apresentando clima tropical quente e úmido.

3.1 Montagem da estrutura física

O biodigestor empregado foi um protótipo de modelo Indiano (FIGURA 1) com volume de útil de 80 litros (L) de volume, com gasômetro móvel na parte superior do biodigestor possuindo capacidade de armazenamento de 0,0427 m³, construído todo em fibra de vidro, que foi operado continuamente com o substrato formado pela mistura de manipueira e esterco de caprino.

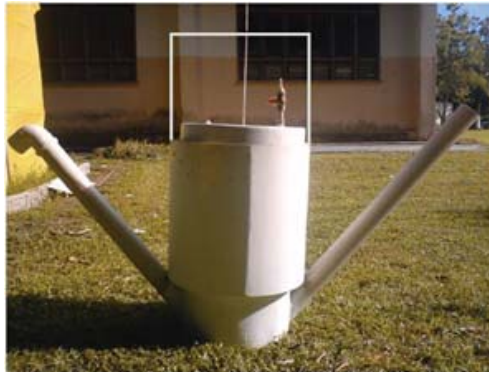


FIGURA 1 – Modelo de biodigestor Indiano

O biodigestor de modelo Indiano possui uma parede interna para que ocorra a movimentação do substrato dentro do sistema, adaptação feita no Brasil para impedir a formação de crostas. A adição da parte líquida para a formação da combinação foi calculada com base na concentração de sólidos totais do substrato (8%), com tempo de retenção hidráulica de 50 dias.

3.2 Coleta dos substratos

A manípueira usada no experimento foi originada de uma casa de farinha situada no município de Junqueiro - Alagoas. O resíduo foi coletado na saída do processo de prensagem da mandioca ralada.

A coleta do esterco foi feita no IFAL, Campus Satuba, onde está localizada a criação de caprinos e ovinos.

3.1 Produção de biogás

O volume de biogás a ser produzido diariamente foi determinado no gasômetro de fibra de vidro, com selo d'água e instalado na parte superior do biodigestor, sendo obtido através da medida de área de sua seção transversal versus deslocamento vertical do gasômetro.

Para medição desse deslocamento usou-se uma régua milimetrada, seguido da verificação da temperatura. Após cada leitura, o gasômetro foi zerado, utilizando-se o registro de descarga do biogás.

A produção do biogás foi quantificada utilizando-se a expressão que resulta da combinação das leis de Boyle e Gay-Lussac para a correção do volume do biogás:

$$\frac{V_0 \times P_0}{T_0} = \frac{V_1 \times P_1}{T_1} \times F$$

To **T1**

Onde:

Vo = Volume na CNTP

Po = Pressão na CNTP (760 mmHg)

To = Temperatura na CNTP (293K)

V1= Volume de biogás medido (L)

P1= Pressão local de Marechal Deodoro – AL (mmHg)

T1 = Temperatura do biogás no instante da leitura, K

F = Fator de correção de umidade à temperatura de medição de gás. Segundo a equação: $y = 1,0568 - 0,0034.X$, $r = 0,9979$, onde X = temperatura em °C. (IPT-USP), adaptado Fernandes Jr., 1995.

3.2 Equipamentos e análises

Liquidificador industrial - Usado para triturar os grânulos a fim de homogeneizar o substrato.

Potencial Hidrogeniônico (pH) - Foi utilizado um medidor de pH PHS-3B da marca METER MODEL, aparelho digital de precisão, efetuando a leitura com duas casas decimais.

Temperatura (°C) - A temperatura foi medida com a utilização de um termômetro digital da marca EQUITHERM, com escala de 0°C a 300°C e comprimento 14cm. As medidas foram efetuadas na parte superior do gasômetro.

Sólidos totais (ST) - Determinados semanalmente segundo a metodologia de Kiehl (1985). A amostra foi colocada em cadinho de porcelana, após sua secagem a 60-65°C em estufa até atingir peso constante. Em seguida, era obtido os valores de sólidos totais e a umidade, conforme Equação 1.

$$\text{UMIDADE \%} = \frac{(P1 - P2) \times 100}{P1} \quad [\text{Eq. 1}]$$

P1= Massa do substrato úmido

P2= massa do substrato seco a 60-65°

A determinação de sólidos totais foi obtida pela diferença do teor de umidade a 60-65°C encontrada menos 100%.

$$\text{SÓLIDOS TOTAIS \%} = 100 - \text{TU\%} \quad [\text{Eq. 2}]$$

Sólidos voláteis (SV) - Determinados semanalmente segundo a metodologia de Kiehl (1985). O mesmo cadinho usado para ST era utilizado para determinar os sólidos voláteis, por calcinação em forno mufla a 550-600°C, por cerca de duas horas, seguida por resfriamento e pesagem.

$$\text{SÓLIDOS VOLÁTEIS \%} = \frac{(P3 - P4) \times 100}{P3} \quad [\text{Eq. 3}]$$

P3 = Massa do substrato seco a 105 °

P4 = Massa do substrato calcinado a 550°

4 RESULTADOS E DISCURSSÃO

A partida do Biodigestor ocorreu no primeiro semestre de 2010, onde foi necessário utilizar 1,7 Litros de hidróxido de sódio dissolvido a 30%, devido à característica ácida da manipeira. Essa correção foi importante para que ocorra a produção de biogás devido a faixa ideal de pH estar entre 6 e 8.

No Biodigestor, foi verificado que o pH do substrato ficou em 4,98 e, após a correção do substrato com a solução alcalina a leitura permaneceu em 6,69, apresentando uma ligeira queda no substrato de saída, 6,18, promovendo seu aumento na quinta semana, com leitura de pH de 7,22.

O pH do efluente de saída é usado como parâmetro indicativo de como está o meio interno. Em toda a condução do experimento seu valor ficou acima de 6. Após as três primeiras semanas, considerado período de adaptação e multiplicação das bactérias metanogênicas, o pH ficou dentro da faixa indicada na literatura para a produção de biogás, sendo de 6,0 a 8,0.

A importância do substrato de saída (biofertilizante) quando está do neutro para o básico é que funciona como neutralizador da acidez do solo, pois libera fósforo e outros nutrientes, contribuindo ainda para o aumento do pH, o qual dificulta a multiplicação de fungos patogênicos às culturas. (WINROCK, 2008).

Os resultados obtidos por Quadros (2009) demonstraram que o esterco misturado com água não precisa de solução alcalina para corrigir o pH, pois suas condições ficam ideais para o desenvolvimento dos microrganismos responsáveis pela a produção de biogás e biofertilizante,

diferentemente do substrato formado pela combinação de esterco caprino e manipueira, desta forma observasse que a característica ácida do resíduo que é extraído da prensagem da mandioca fez que a solução de NaOH fosse utilizada nas 10 semanas de estudo.

Ao longo do desenvolvimento do estudo ocorreu a formação de crosta, mesmo quando o sistema foi alimentado com esterco fresco, o qual tornou a mistura homogênea, mas não impedindo a formação crosta e retenção do biogás no biodigestor como demonstrado na FIGURA 2, sendo necessária a abertura do sistema e a quebra da crosta, permitindo assim a passagem do biogás (FIGURA 3). Como desvantagem da utilização do esterco fresco é o menor consumo da manipueira na formação do substrato, reduzindo assim o seu potencial energético quando submetido ao biodigestor.

FIGURA 2 – Entupimento do sistema



FIGURA 3 – Agitação do substrato



4.1 Sólidos totais e voláteis

O substrato foi homogeneizado com esterco fresco que facilita a mistura com a manipueira, sendo colocado no biodigestor inicialmente com 8% de sólidos totais, no entanto, após alguns dias de monitoramento o substrato dentro do sistema separou, formando fases por causa da densidade do resíduo, a parte grosseira sendo mais leve subiu, ficando depositada na parte superior do sistema sendo favorecida pela passagem dos gases que vão modificando o substrato de lugar até fica retido no gasômetro, a parte líquida ficou concentrada no interior no biodigestor.

A redução de ST é importante para o ambiente, pois alterando a característica dos resíduos diminui o conteúdo final que será depositado no meio ambiente contribuindo em menor impacto ambiental e na fertilização do solo.

A medição dos sólidos totais é baseada na quantidade da matéria orgânica presente no substrato formado pela combinação de esterco caprino-ovino e manipueira. É um importante parâmetro na determinação da remoção da matéria orgânica, tendo como efeito positivo a diminuição dos sólidos que foram convertidos em biogás. Dessa forma, o resíduo está sendo tratado e gerando o gás metano, que pode ser convertido em energia através da queima ou convertida em energia elétrica, através de algum motor adaptado, proporcionando ao resíduo que sai do biodigestor condições propícias para o descarte no ambiente natural. (QUADROS, 2009).

A saída do biodigestor ficou entupida algumas vezes, sendo possível apenas a passagem de líquido, por isso, no ponto 9 que corresponde ao trigésimo sexto dia houve uma diminuição na saída de ST. Os valores da FIGURA 4 mostram a variação nos sólidos totais devido a dificuldade da mistura após alguns dias de funcionamento apresentando concentração média de 17,028% nos sólidos dentro do sistema.

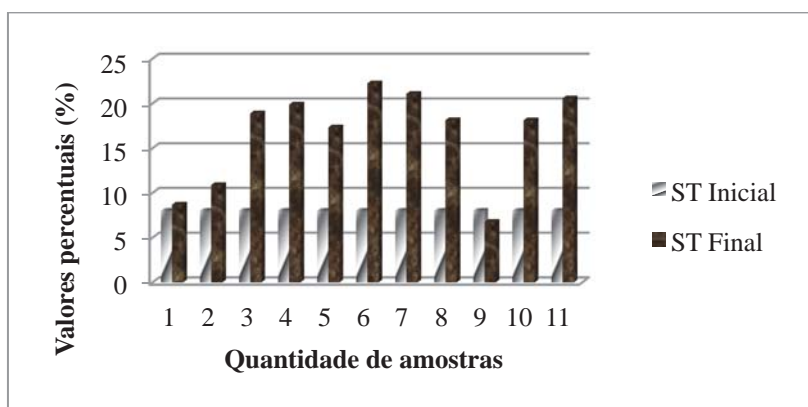


FIGURA 4 – Sólidos Totais

Os sólidos voláteis apresentaram aumento gradual nos dias conforme o resultado das amostras ocorrendo pequenas oscilações, o primeiro valor observado verticalmente foi obtido no substrato de entrada para que pudesse ser comparado com os demais valores conseguidos na saída. Na FIGURA 5 é observado os valores dos sólidos voláteis com redução média de 76,913%.

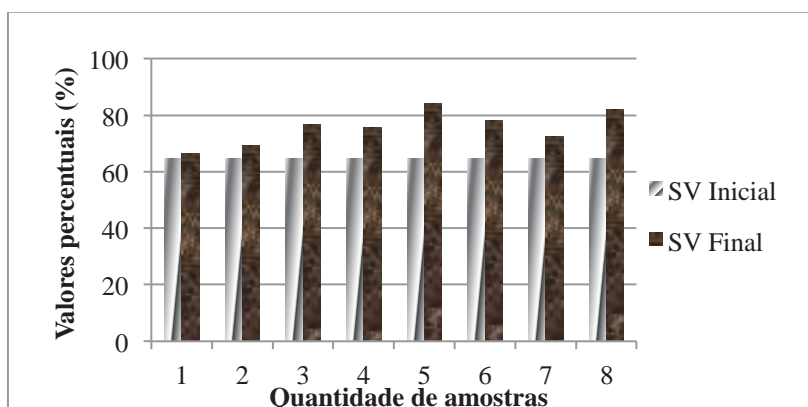


FIGURA 5 – Sólidos Voláteis

4.2 Biogás

A produção de biogás foi medida nas CNTP e calculada em m³/dia. Os valores obtidos nos dias de monitoramento apresentaram alguns espaços sem produção de biogás devido à formação de crosta que impediu o bom funcionamento do sistema, isso aconteceu devido a suspensão da parte fibrosa do substrato, impedindo a passagem do biogás. Dessa forma, o sistema foi aberto para haver quebra dessa camada e reinício da produção e quantificação do biogás. Na FIGURA 6 é observado os valores de biogás nos dias de monitoramento estudados.

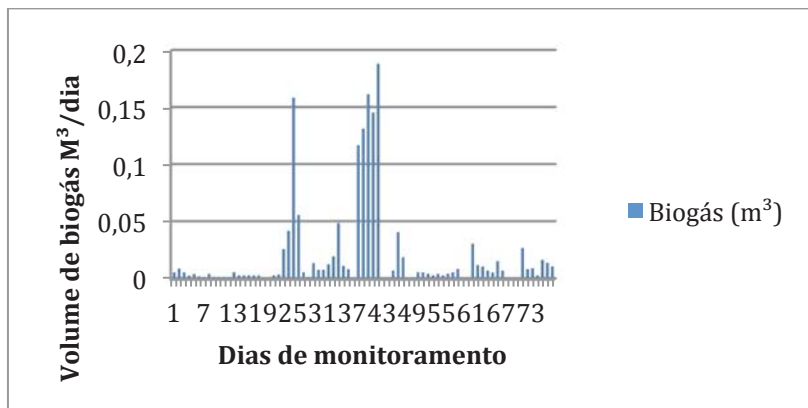
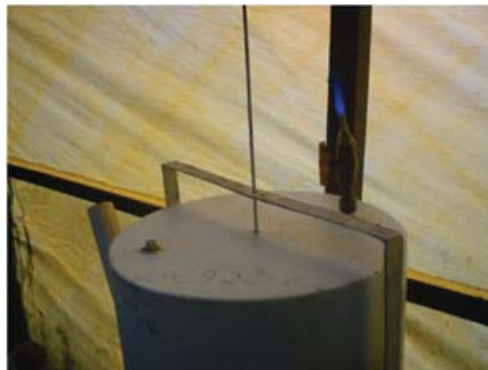


FIGURA 6 – Produção de biogás

No trigésimo sétimo dia de avaliação, o biodigestor não foi aberto, mas no dia seguinte, obteve o melhor desempenho no período de 5 dias, até que o sistema parou de produzir novamente.

Os resultados apresentados foram baseados nas análises de sólidos totais e sólidos voláteis, verificação do potencial hidrogeniônico da entrada e saída do substrato, bem como a medição da temperatura externa diariamente, para ser empregada no cálculo de transformação do biogás na CNTP.

Verifica-se o deslocamento do gasômetro, devido à produção de biogás. A presença de CH₄ foi observada através do método da queima, em que se vê a chama azul (FIGURA 7).



CONCLUSÃO

O estudo realizado apresentou as seguintes conclusões:

O substrato avaliado durante o processo de tratamento indicou que o biodigestor modelo Indiano é eficiente para a concentração de sólidos apresentado no substrato;

Houve a necessidade de corrigir o pH do meio com uma substância alcalina, para o substrato ficar adequado para haver reação das bactérias e, assim, sua multiplicação;

Os sólidos totais mostraram variação devido a dificuldade da mistura após alguns dias de funcionamento apresentando concentração média de 17,028% nos sólidos dentro do sistema. Os sólidos voláteis com redução média de 76,913%.

Houve a produção de biogás a partir do substrato formado, apresentando média de 0,0239 m³/dia, sendo indicado o uso do sistema para sua produção e tratamento do substrato estudado.

REFERÊNCIAS

BARANA, A. C. **Estudo de carga orgânica de manipueira na fase metanogênica de reator anaeróbio de fluxo ascendente e leito fixo**. Botucatu, 1995. 82p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)–Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, UNESP.

CEZAR, V. R. S. et al. Potencial de uso da manipueira gerada em nove municípios alagoanos para obtenção de biogás e fertilizantes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2007. Belo Horizonte: ABES, 2007.

DANTAS, Acácia Maria Oliveira. **Perfil setorial da caprinovinocultura no mundo: Brasil, Nordeste e Sergipe**. SEBRAE. 2007. Disponível em: http://www.sebrae.com.br/setor/ovino-e-caprino/integra_documento?documento=49A7E70DA9FFD4FA832573840040EE7C. Acesso em: 22 out. 2010.

IBGE. Efetivo dos rebanhos. Censo pecuário. 2009. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?t=2&z=t&o=22&u1=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1&u7=1&u2=1>>. Acesso em: 2 dez. 2010.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo. Agronômica: Ceres, 1985.

QUADROS, D.G. **Biodigestor na agricultura familiar do semiárido**. Salvador: EDUNEB, 2009, 96p.

SANTIAGO, A. D.; ALENCAR. A. A.; FONTES. M. A. M.; LIMA. C.L. C. Levantamento exploratório da cadeia produtiva da farinha de mandioca no agreste de Alagoas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 11, 2005, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 1 CD-ROM.

SANTOS, L. P. **Caprinos e Ovinos: informações importantes**. Natal: SEBRAE/RN, 2006.

SEBRAE. Manual de referência para casas de farinha: boas práticas de fabricação, diagnóstico ambiental, saúde e segurança no trabalho,ergonomia. ZOLDAN, Gláucia. (Coord.). Maceió: SEBRAE, 2006.

WINROCK. INSTITUTO WINIROCK INTERNATIONAL. **Manual de treinamento em biodigestão**. Salvador: Bahia, 2008. Disponível em: <http://www.winrock.org.br/media/manualbiodigestaov2.pdf>..Acesso em: 16 out. 2009.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DESSALINIZADA PARA CONSUMO HUMANO NA COMUNIDADE DE JARDIM DE SÃO JOSÉ, RUSSAS – CEARÁ

J. F. Lima¹, D. A. Lima², J. N. Bezerra³, R. C. Carmo⁴ e J. R. Chaves⁵

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Limoeiro do Norte, ²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Limoeiro do Norte, ³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Limoeiro do Norte, ⁴Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Limoeiro do Norte e ⁵Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Limoeiro do Norte

jessycafreitas@ifce.edu.br – dayaneandrade@ifce.edu.br – jessicanogueira315@hotmail.com – rafael_campos@live.com – jarbasrodrigues@ifce.edu.br

RESUMO

O presente trabalho apresenta análises e avaliação de um sistema de dessalinização por osmose reversa na comunidade de Jardim de São José, Russas - Ceará, instalado por órgãos públicos, para obtenção de água potável em pequenas comunidades, com utilização de tecnologia de dessalinização. Os sistemas têm como objetivo dessalinizar água salobra obtida de poços para ser distribuída a pequenas comunidades. Foi realizado um levantamento da quantidade de dessalinizadores instalados no município que constatou 27 unidades, sendo todos operados pela técnica de osmose reversa. Essa tecnologia apresenta algumas desvantagens: desperdício da água captada, rendimento médio de aproximadamente 50%, rejeito com alta concentração de sais e a necessidade de uma bomba trifásica e energia de alta tensão. Foram analisadas amostras em apenas uma comunidade com monitoramentos semanais; da água bruta (entrada do sistema), da água dessalinizada (tratada) e do rejeito. A água dessalinizada pela técnica de osmose reversa nessas localidades encontra-se dentro dos padrões de potabilidade.

Palavras-chave: Água, comunidades, dessalinizada, osmose reversa.

1. INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro é uma região marcada pela deficiência hídrica, apresenta baixos índices pluviométricos, altas taxas de insolação e evaporação, e solo cristalino (baixa capacidade de armazenamento). Durante as estações secas o acesso à água é parcialmente garantido pela escavação de cacimbas ou de poços, além de pequenos açudes e barragens, nem sempre essas fontes estão à disposição das famílias rurais tendo com fonte de abastecimento os carros-pipa. Outra alternativa viável para abastecimento é o tratamento de água através da instalação de dessalinizadores.

O processo de dessalinização consiste na perfuração de poços, artesianos ou não, para suprimento de água que sem tratamento nem sempre possui qualidade necessária para o consumo estando fora dos padrões de potabilidade, tendo alguns dos seus parâmetros acima dos valores máximos permitidos pela portaria 518, que estabelece o controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano. O tratamento da água por filtração, carvão ativo, luz UV e outros pode produzir uma água de aparência cristalina, até isenta de germes, mas nada poderá retirar os sais nela dissolvidos, necessitando de uma tecnologia mais avançada, um bom exemplo que podemos citar é a osmose reversa. O presente trabalho visa avaliar a qualidade da água tratada por dessalinizadores que serve para abastecer comunidades rurais do município de Russas – CE.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

OSMOSE REVERSA E DESSALINIZAÇÃO

A osmose acontece por um tipo de fenômeno natural que se dá por à passagem espontânea de um solvente, para um meio diluído através de uma membrana densa, para um meio concentrado (Seader e Henley, 1998) Quando adicionarmos sais em um dos lados de um sistema contendo uma membrana semipermeável inicia-se uma absorção osmótica do lado da água pura para o lado da solução salobra até atingir um novo equilíbrio químico.

Já a osmose reversa é um processo de separação de soluto de uma solução, através da aplicação de uma pressão maior do lado da solução mais salina ou concentrada, revertendo-se a tendência natural. Nesse caso, a membrana retém o soluto, permitindo apenas a passagem do solvente (água pura). Esse processo é utilizado para dessalinizar águas marinhas, águas salobras e águas de superfície. A pressão aplicada deve superar a pressão osmótica da solução para separar os sais da água (Schneider e Tsutiya, 2001).

A osmose reversa é utilizada no processo de dessalinização de águas no nordeste brasileiro, inclusive no Ceará, para torná-las adequadas ao uso humano. O equipamento utilizado para realizar esse processo (**Figura 1**) é basicamente formado por uma bomba trifásica, uma bomba de sucção, uma bomba dosadora, coluna com membrana semipermeável, filtro de cartucho e rotâmetro.



Figura 1. Equipamento de Dessalinização (FONTE: Arquivo do autor)

Antes de chegar à usina, a água necessita passar por um pré-tratamento por filtros de carvão ativado para que o material em suspensão não prejudique as membranas. Essas são construídas em forma de cilindros capazes de resistir a pressões que variam de 30 a 50 kg/cm². A quantidade de membranas varia de acordo com a condutividade da água bruta. A dessalinização por osmose reversa apresenta uma ótima eficiência quando se refere aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos. O sistema trabalha de forma contínua e necessitam de uma estrutura física para locação do equipamento, que é composto por poço, casa elétrica, reservatórios e um tanque de rejeito. Devido a grande quantidade de rejeito, cerca de 50%, faz-se necessário uma disposição adequada para que esse concentrado não venha a salinizar o solo. A água dessalinizada necessita de reservatórios hermeticamente fechados para que não haja contaminação.

3. METODOLOGIA

A meta principal dessa pesquisa foi avaliar a qualidade da água de abastecimento humano obtido através do uso da tecnologia de dessalinização na comunidade de Jardim de São José, no município de Russas- CE (**Figura 2**). A cidade possui 100 dessalinizadores localizados nas comunidades mais afastadas do centro, entretanto as análises foram realizadas apenas em um dessalinizador, na comunidade de Jardim de São José a 12 km do centro da cidade. Esta água abastece em média 5.000 habitantes, além da água dessalinizada, utilizada como “água de beber” a população continua consumindo água de outras fontes para a chamada “água do gasto”. A avaliação da qualidade da água consumida realizou-se através de estudos e monitoramentos semanais dos principais pontos do dessalinizador (**Figura 3**) foram coletados amostras nos pontos: água bruta, dessalinizada e do rejeito. Na **Tabela 1** encontram-se as variáveis instigadas.



Figura 2: Localização geográfica municípios em estudo.
(FONTE: Wikipedia)



Figura 3: Dessalinizador (FONTE: Arquivo do autor)

Tabela 1: Parâmetros e métodos que foram utilizados nas análises.

Variáveis	Métodos Analíticos	Referência
-----------	--------------------	------------

Alcalinidade	Titulométrico	APHA et al. (2005)
Condutividade Elétrica	Eletrométrico	APHA et al. (2005)
Cor Aparente	Comparação Visual	APHA et al. (2005)
Cloretos	Argentométrico	APHA et al. (2005)
Dureza Total	Titulométrico de EDTA	APHA et al. (2005)
Turbidez	Nefelométrico	APHA et al. (2005)
Nitrato	Salicilato de Sódio	APHA et al. (2005)
Coliformes Termotolerantes	Tubos Múltiplos	APHA et al. (2005)

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

A **Tabela 2** apresenta as médias dos resultados encontrados com as análises realizadas de forma semanal da água bruta (AB), água tratada (AT) e o rejeito.

Tabela 2: Resultados das análises realizadas com as amostras de água dessalinizada.

Parâmetros	Padrões	AB*	AT*	Rejeito
Alcalinidade (mg/L)	-	9,8	39,2	24,4
Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	-	102,5	43,3	1265
Cor Aparente (uH)	15	5	5	5
Cloretos (mg/L)	250	12,25	0	265,45
Dureza Total (mg/L)	200	11,76	0	137,2
Turbidez (UNT)	5	0,03	0,02	0,03
Nitrato (mg/L)	10	0,09	0,09	0,28
Coliformes Termotolerantes (UFC)	0	0	0	0

De acordo com a portaria 518/2004 e com os parâmetros analisados, todas as amostras estão próprias para consumo humano, pois os resultados obtidos estão abaixo dos valores máximos permitidos. Assim, não seria necessária a implantação desse sistema de dessalinização, levando em conta os resultados da água não tratada, que apresenta qualidade suficiente para consumo humano. Isso tendo uma visão geral baseada nas análises realizadas no determinado período. Podendo ser que em determinado momento a água bruta não apresente essa qualidade e como a água é para beber, a qualidade tem que ser garantida.

5. CONCLUSÃO

Com vista no trabalho realizado, pode-se concluir que com relação às análises realizadas para caracterização da água dessalinizada do Jardim de São José – Russas para consumo humano, segundo a Portaria nº 518/2004 do MS, que trata sobre a potabilidade da água, a mesma apresenta uma ótima qualidade, pois com relação aos parâmetros analisados, todos estão de acordo com a legislação pertinente. Pode-se notar que o período de coleta é propício para uma melhor qualidade da água, pois não apresenta muitas variações climáticas que podem afetar a qualidade da mesma, contudo, tanto a água bruta, como a dessalinizada e o rejeito, apresentam qualidade aceitável. Isso considerando o período de coleta, pois a água é usada para fins de consumo humano e exige uma qualidade excelente não dispensando formas de tratamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

APHA,AWWA,WPCF - Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th edition. New York. American Public Health Association.

BRASIL. **ÁGUA BOA - Projeto de dessalinização de águas salobras no Nordeste do Brasil.** Secretaria de Recursos Hídricos (SRH), Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal. 1999.

BRASIL, Ministério de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº 20, de 18 Junho de 1986.** Estabelece a Classificação de Águas doces, salobras e salinas. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, p.11.350, 30 jul. 1986.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE SANITÁRIA DO ESGOTO A CÉU ABERTO EM BAIROS DE JUAZEIRO DO NORTE – CEARÁ

P. M. G. Joana¹, P. B. Z. Ana², M. P. C. Iacy³, Q. L. Jefferson⁴, T. C. S. Yannice⁵
^{1,2, 3, 4 e 5} Instituto Federal do Ceará - Campus Juazeiro do Norte
jpaulinha_menezes@hotmail.com

RESUMO

Os serviços básicos de saneamento, em razão da sua demasiada importância, devem ser tratados como prioridade em relação à infraestrutura pública dos bairros, até porque o bom funcionamento desse serviço implica em melhorias na higiene e principalmente na saúde pública, já que muitos patógenos se proliferam por veiculação hídrica. Juazeiro do Norte localizado no extremo sul do Ceará, que atualmente possui cerca de 250 mil habitantes, sofre um crescente processo ocupacional desregular, o qual obteve como consequência essa falta de infraestrutura, além de apresentar um histórico cultural de utilização de fossas, para despejo de seus efluentes sanitários, a antiga “casinha higiênica”, e para efluentes domésticos, da cozinha e do tanque o lançamento direto nas vias públicas. Este artigo visa de forma experimental avaliar a qualidade sanitária e a caracterização do esgoto a céu aberto quanto ao pH, temperatura, óleos e graxas, DBO, DQO, sólidos sedimentáveis e contagem de ovos de helmintos, além de levantar dados estatísticos, obtidos de questionários aplicados em diversos estabelecimentos para confrontar níveis de instrução, faixa de renda e indícios de doenças com a precariedade do saneamento, e informações de órgãos competentes referente ao índice de saneamento local. O embasamento teórico é composto por artigos com assuntos correlacionados e pelo estudo realizado por Eriksson et al (2002), que dispõe da conclusão de vários autores, onde estes estudaram características de águas residuárias recém produzidas, e que pode ser usado apenas como fruto de comparação uma vez que não há a caracterização de efluentes oriundos de águas cinzas dispostas a céu aberto. Concluindo, pôde-se constatar que as condições de saneamento nessas comunidades são totalmente inadequadas, visto que os parâmetros analisados encontram-se acima dos limites permissíveis com a portaria SEMACE nº 154, evidenciando os parâmetros de E. coli, devido sua concentração alarmante, DBO e DQO; além do mais os dados estatísticos indicam que quanto menor o poder aquisitivo e o grau de instrução menor é a prática de higiene e a conscientização para importância da disposição correta dos efluentes aumentando assim a exposição da população aos riscos.

Palavras-chave: esgoto, águas servidas, fossa.

1. INTRODUÇÃO

A situação dos serviços de saneamento em pequenas localidades no Brasil, segundo avaliações realizadas pelo governo brasileiro, tem se caracterizado pela grave deficiência nos níveis de atendimento, com impactos negativos nas condições de vida e de bem-estar da população e, conseqüentemente, no seu grau de desenvolvimento. Tal precariedade é caracterizada pela inexistência de uma política de saneamento para pequenas localidades claramente definida (IPEA & IPLAN, 1989).

O município de Juazeiro do Norte localizado no extremo sul do Estado do Ceará no chamado Vale do Cariri, possui uma área de 248,223 km² e apresenta 249.939 habitantes (IBGE, 2010). A precariedade do serviço de saneamento básico no município ocasiona danos à saúde pública sendo a maior responsável por disseminação de doenças de veiculação hídrica, tanto quanto a poluição do meio ambiente através da contaminação do solo e dos mananciais superficiais e subterrâneos devido à presença de vários patógenos e substâncias nocivas.

Segundo o diagnóstico elaborado para a realização da Conferência Nacional das Cidades, com base nos dados divulgados por pesquisas do IBGE, apud Sousa (2006) é justamente aos mais pobres que o saneamento mais falta. No Brasil, a maioria dos cerca de 18 milhões de pessoas que não tem acesso à água encanada nas áreas urbanas moram em habitações precárias nas “favelas, invasões, loteamentos clandestinos e bairros populares das periferias dos grandes centros, ou em pequenos municípios particularmente do semi-árido”.

O quadro apresentado em 2004 pelo Atlas do Saneamento do IBGE teve como base os dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), divulgada em 2002, combinados com informações do Censo 2000 e de instituições do governo e universidades. O estudo do IBGE mostrou que, em 2000, foram registrados mais de 800 mil casos de seis doenças - dengue, malária, hepatite A, leptospirose, tifo e febre amarela - que estão diretamente ligadas à má qualidade da água, às enchentes, à falta de tratamento adequado do esgoto e do lixo. Naquele ano, mais de 3 mil crianças com menos de cinco anos morreram de diarreia.

Quadro 1: Doenças e outras conseqüências devido a ausência de tratamento de esgoto sanitário.

Poluentes	Parâmetro de caracterização	Tipo de esgotos	Conseqüências
Patogênicos	Coliformes	Domésticos	-Doenças de veiculação hídrica
Sólidos em suspensão	Sólidos em suspensão totais	Domésticos industriais	-Problemas estéticos -Depósitos de lodo -Absorção de poluentes -Proteção de patógenos
Matéria orgânica biodegradável	Demanda bioquímica de oxigênio		-Consumo de oxigênio - Mortandade de peixes - Condições sépticas
Nutrientes	Nitrogênio Fósforo		-Crescimento excessivo de algas - Toxicidade aos peixes - Doenças em recém-nascidos (nitratos)
Compostos não biodegradáveis	Pesticidas Detergentes Outros	Industriais Agrícolas	-Toxicidade - Espumas - Redução da transferência de oxigênio - Não biodegradabilidade - Maus odores

Fonte: Adaptado de FUNASA – Fundação Nacional da Saúde apud BARBOSA 2009

Grande parte desse problema pode ser explicado pelo fato de que as operações de coleta, tratamento e diluição de esgotos evidenciam fortes economias de escala, as quais conferem a esse serviço uma estrutura de mercado conhecida na economia como monopólio natural. Isso faz com que os serviços de esgotamento sejam ofertados por empresas públicas ou pelo setor privado sob regulamentação direta do Estado (FERNANDEZ e MENEZES, 1999).

O que se vê na maioria dos bairros dos grandes centros urbanos que por falta de informações e visando alternativas mais viáveis, acredita-se que a população encontra para a disposição do esgoto doméstico sanitário e de águas servidas a utilização de fossas. Visando possivelmente uma economia, ou ainda por falta de instrução, usam da facilidade do escoamento superficial para disposição direta de seus efluentes domésticos advindos da cozinha ou lavanderia (águas servidas) a céu aberto, sem nenhum tratamento prévio, aumentando assim o tempo de vida útil das fossas.

O trabalho consiste basicamente em alertar os moradores quanto ao risco de infecção ao qual estão submetidos pela falta de despejo adequado dos resíduos e induzi-los a prevenção a partir da construção de tanques sépticos e conscientizá-los quanto à importância da prática de higiene, além de alertar o órgão responsável referente à necessidade da implantação de um projeto de saneamento com o tratamento adequado.

A escolha das comunidades considerou o perfil do saneamento básico das mesmas no contexto municipal. Mapeando-se os dados fornecidos pela CAGECE – Companhia de Água e Esgoto do Ceará, os quais foram apresentados os bairros com uma maior carência quanto aos serviços de saneamento.

2. OBJETIVO

O presente artigo visa avaliar a qualidade sanitária do esgoto a céu aberto em bairros da cidade de Juazeiro do Norte quanto aos parâmetros de pH, DBO, DQO, sólidos sedimentáveis, óleos e graxas, Escherichia Coli e contagem de ovos de helmintos.

3. MÉTODOS

3.1 Identificação da Área de Estudo e Levantamento de Dados Secundários

Com base em dados estatísticos do IBGE e informações da CAGECE, puderam-se escolher os bairros iniciantes, Tiradentes e Novo Juazeiro. Estes sofreram um processo ocupacional desregular, onde provocou a falta de infraestrutura e de serviços básicos, tornando-os peça fundamental para o início da caracterização do esgoto circulante. Neles, foram realizadas duas coletas de água servida, pontos esses onde o esgoto corre a céu aberto em canaletas (sarjetas) que ficam nas bordas das calçadas cortando ruas e terrenos baldios.



Figura 1 – Vista área dos bairros Novo Juazeiro e Tiradentes

3.2 Levantamento dos dados primários

Foram aplicados questionários nas comunidades, percorrendo casas escolhidas aleatoriamente pelos entrevistadores. Os questionários aplicados possuíam perguntas quanti-qualitativas distribuídas nos seguintes tópicos chaves: caracterização do entrevistado e moradores (escolaridade e renda); classificação e descrição da estrutura do dispositivo de destinação final do esgoto (tanque séptico ou fossa, material das paredes, fundo, tampa); descrição dos banheiros (existência, quantidade, disposição de efluentes); abastecimento de água (fonte, armazenamento, tratamento, funcionamento do sistema de abastecimento, localização); esgotamento (destinação, separação das águas cinzas das águas negras) e saúde pública (doenças dermatológicas e infecto parasitárias).

Foi tomada uma amostra por comunidade, cada uma dela coletada de acordo com a sua correspondente análise. As amostras coletadas por volta das 10 horas da manhã foram imediatamente armazenadas e preservadas em caixas térmicas e encaminhadas ao laboratório.

3.3 Análises laboratoriais

Foram realizados procedimentos de acordo com cada parâmetro a ser analisado. Para a análise E. coli utilizou-se na coleta frasco autoclavado, para garantir um resultado verdadeiro, já que se trata de microorganismos. Já no caso da DBO, DQO e sólidos sedimentáveis foram coletados em um mesmo recipiente com volume total 2 L, específico para coleta, devidamente identificado.

A coleta da amostra para tais parâmetros foi realizada na superfície, evitando o contato com o fundo da canaleta, a qual contém os sólidos grosseiros depositados, que por sua vez foram úteis para coleta de 6 L de amostra para análise de ovos de helmintos, pois os ovos tendem a sedimentar e permanecer junto com o lodo acumulado.

No procedimento para coleta de óleos e graxas foi necessário uma amostragem superficial do efluente, uma vez que o material gorduroso possui uma densidade menor. As análises de temperatura e pH foram realizadas no momento da coleta. As metodologias analíticas e referências dos parâmetros analisados estão descritos no Quadro 2:

Quadro 2: Métodos analíticos e referências dos parâmetros

Parâmetros	Método	Referência
Temperatura (°C)	Termômetro digital	APHA et. al, (1998)
pH	pHmetro de bancada	
Sólidos Sedimentáveis (mL/L)	Visualização em Cone de Imhoff por 1h	
Óleos e Graxas (mg/L)	Gravimétrico -Extração em Soxhlet	
DBO ₅ (mgO ₂ /L)	Frascos padrões – Iodometria	
DQO (mgO ₂ /L)	Digestão por refluxação fechada	
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100 mL)	Tubos múltiplos com Meio EMB repicados a partir de Caldo Lactose e Caldo BÍlis Verde Brillhante	
Contagem de Ovos de Helminhos (nº de ovos/L)	Sedimentação	BAILENGER (1979) modificado por AYRES e MARA (1996).

A importância dos parâmetros analisados está no fato de que os sólidos sedimentáveis indicam a quantidade de sólidos que sedimentam após certo período, o que futuramente ocasionará problemas com assoreamento nas canaletas onde as águas servidas são transportadas, como ilustrado na Figura 2.

A quantidade de óleos e graxas pode prejudicar na acumulação de material graxo nas paredes e no fundo das canaletas que compõe as sarjetas. Já a DBO e DQO indicam a quantidade de matéria orgânica presente que serve de fonte de alimento para o desenvolvimento de bactérias no meio.


Figura 2: Acúmulo de lodo nas canaletas (sarjetas) nas bordas das calçadas das residências

Os principais parâmetros considerados para a avaliação da qualidade sanitária são a identificação de ovos de helmintos e a quantificação da bactéria *Escherichia coli*. A presença de ovos de helmintos caracteriza forte contaminação por vermes parasitários e a *E. coli* forma parte do subgrupo dos coliformes termotolerantes, do qual é o integrante mais numeroso, tendo sua origem exclusivamente do aparelho intestinal de animais de sangue quente e sua presença em água, solo e alimentos confirma a contaminação fecal e indica provável presença de microrganismos patogênicos.

É válido ressaltar que a contagem dos ovos foi feita a partir da presença de ovos da espécie *Ascaris Lumbricoides*.

A análise de quantificação de E. coli foi feita mediante repicagem dos tubos positivos obtidos após a incubação de diluições da amostra em Caldo Lactose a 35°C por 24h – 48h para acomodação inicial das bactérias.

De forma complementar questionários foram aplicados em alguns estabelecimentos dos bairros visitados, visando à obtenção de informações sobre as origens e destinação dos esgotos produzidos bem como, do tipo de sistema que cada estabelecimento adotava.

4. RESULTADOS

O número de questionários aplicados totalizou 35, sendo 18 no bairro Tiradentes e 17 no Novo Juazeiro. Os questionários apontam que 86% dos entrevistados utilizam sua fossa apenas para o despejo do efluente sanitário, e estão habituados a encaminhar as águas servidas para tubulações com destino final nas sarjetas das ruas como ilustra a Figura 3.

Ao longo das entrevistas foi notória a relação entre baixa renda e falta de instrução por parte dos moradores, impossibilitando a identificação correta da origem das doenças causadas pela falta de saneamento. Apesar desse impasse pôde-se perceber que algumas doenças tais como verminoses gerais e doenças de pele são comuns nessas localidades, o que demonstra a possibilidade dos patógenos transitarem próximas as residências.

Outro ponto relevante, é a rejeição por parte dos moradores, referentes a implantação de redes coletoras nos bairros de estudo, alegando um maior gasto com o pagamento da taxa de 100% sobre o valor consumido de água, uma vez que para eles o sistema utilizado, no caso as fossas, é mais econômico.



Figura 3: Disposição de efluente doméstico à céu aberto

Buscando uma legislação para poder tomar como referência os valores encontrados nas análises laboratoriais do esgoto a céu aberto, considerou a legislação estadual Portaria SEMACE N° 154 de 22 de julho de 2002, Artigo 4° que estabelece os padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras que são desprovidas de sistemas de coleta de esgoto.

Os resultados obtidos podem ser visto na Tabela 1.

Tabela 1: Resultado das análises físico-químicas e microbiológicas dos esgotos a céu aberto.

Parâmetros	Resultados	Padrão
------------	------------	--------

	Tiradentes	Novo Juazeiro	SEMACE
Temperatura °C	26,4	33,1	40
pH	6,43	7,14	9
Sólidos Sedimentáveis (mL/L)	1,5	8,25	1
DBO (mg/L)	2127,19	710,74	-
DQO (mg/L)	2699,17	2575,48	200
Óleos e graxas (mg/L)	65	50,23	50
Contagem de ovos de helmintos (n°ovos/L)	ND*	ND*	-
<i>E. coli</i> . (NMP/100mL) em EMB	9,1E+03	7,5E+04	5,0E+03

*ND – Não detectado.

De acordo com a tabela 1 os valores de pH e temperatura ficaram dentro da faixa encontrada por Eriksson et al (2002) que comparou valores de diversos autores que analisaram as características das águas cinzas, provenientes de lavatórios, chuveiros, tanques, máquina de lavar, cozinha, sem contribuição dos vasos sanitários, onde dependem basicamente de três fatores: qualidade da água de abastecimento, rede de distribuição da água e as atividades realizadas dentro das residências, essa comparação não pode ser considerada muito fidedigna pelo fato da autora ter analisado o efluente recém produzido, dessa forma este não sofrerá interferência dos meios externos o que acredita-se contribuir para a modificação da qualidade físico-química e como também da comunidade microbiana da amostra.

Porém a maioria dos parâmetros ficaram acima dos padrões permitidos na legislação, como é o caso da DQO e óleos e graxas, ilustrados no Gráfico 1.

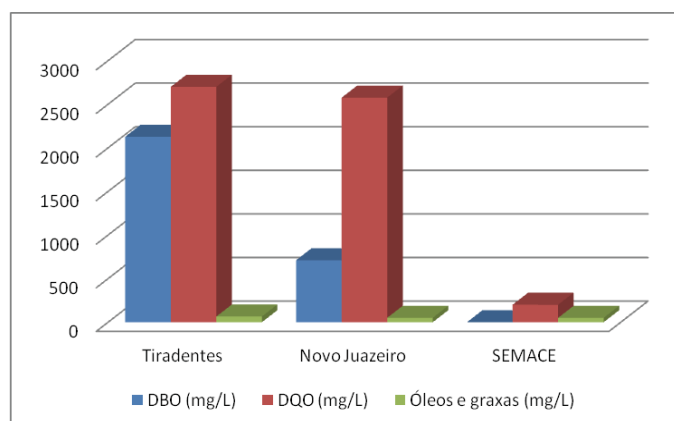


Gráfico 1 – Comparação das concentrações de DBO, DQO e óleos e graxas com a portaria SEMACE nº154

As concentrações de sólidos sedimentáveis ficaram acima do valor permitido tendo um impacto significativo quanto ao fato de que podem provocar acúmulo de lodo nas sarjetas, servindo de abrigo para patógenos, além de formar uma camada espessa, ocasionando o redirecionamento do fluxo do efluente durante seu percurso.

Quanto a quantificação da bactéria *E. coli* as concentrações também foram bem superiores as da SEMACE, principalmente porque a portaria toma como parâmetro o grupo mais amplo que é dos Coliformes Termotolerantes que representa quatro gêneros de bactérias habitantes tanto do trato intestinal de animais de sangue quente como também no solo e na água.

Logo, observou-se que apenas as concentrações da espécie *E. coli* foram cerca de 1.500% e 182% maiores do que o padrão de 5,0E+03 NMP/100mL (Gráfico 2) para Coliformes Termotolerantes. Este

resultado é preocupante pois alerta para o fato de que esse material é contaminado por fezes de animais de sangue quente, com altíssimo potencial de ter a presença patógenos transmissíveis pela via hídrica.

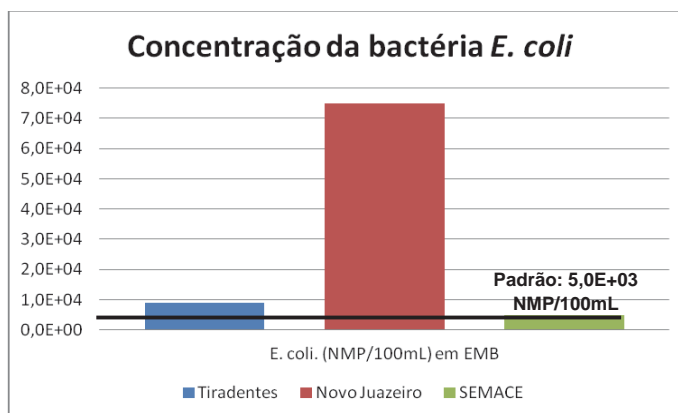


Gráfico 2 – Comparação das concentrações de *Escherichia coli* com o padrão permitido para Coliformes Termotolerantes da portaria SEMACE nº 154

No que diz respeito a quantificação de ovos de helmintos, não foi identificado a presença significativa dos mesmos, apesar de que ovos de espécies tais como *Enterobius vermicularis* e Ancilostomídeo foram encontrados, porém não contabilizados por questões de padronização da metodologia.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade sanitária verificada nas águas servidas dispostas nas sarjetas dos bairros em estudo foi precária, uma vez que a maioria dos parâmetros encontrou-se acima dos padrões estabelecidos pela Portaria nº 154 da SEMACE.

Os teores de sólidos sedimentáveis, óleos e graxas e matéria orgânica (DBO e DQO) são potenciais acumuladores de sedimento e material graxo no fundo e nas paredes das canaletas das vias propiciando a formação de lodo e de abrigo para patógenos.

Apesar das águas servidas não terem contato com efluentes sanitários e de não ter sido encontrado nenhum ovo de *Ascaris*, as concentrações de *Escherichia coli* foram elevadas (9,1E+03 e 7,5E+04NMP/100mL para o bairro Tiradentes e Novo Juazeiro, respectivamente), uma vez que estes microrganismos são os principais indicadores de poluição fecal de animais de sangue quente.

Tal fato é preocupante e alarmante para a população residente dos bairros, pois estes efluentes oferecem riscos potenciais de disseminação de doenças de veiculação hídrica tais como gastroenterites, diarreias e doenças de pele, além do aspecto estético e desagradável quanto aos odores.

É necessário uma parceria da Companhia de saneamento que é responsável pela coleta de esgoto juntamente com a Prefeitura do município responsável pelo escoamento de águas pluviais, criando sistemas individuais. Minimizando assim os impactos sobre a população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – AWWA; WATER ENVIRONMENT FEDERATION – WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20.ed. Washington D C. 1998.
- CARRERA-FERNANDEZ, J. ; MENEZES, W. A Avaliação Contingente e a Demanda por Serviço Público de Esgotamento Sanitário: Uma análise a partir da Região do Alto Subaé-Bahia. Revista Econômica do Nordeste, v.30, n. especial, 1999.
- BARBOSA, R. A. **O ensino do saneamento básico no curso de engenharia civil e sua aplicação no problema do esgotamento sanitário das áreas de posse**. 2009. 35 pgs. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Saúde e do Meio Ambiente) – Fundação Oswaldo Aranha, Volta Redonda, 2009.
- ERIKSSON, E.; AUFFARTH, K.; MOGENS, H. LEDIN, A. Characteristics of grey wastewater. **Urban Water**, Dinamarca, v. 4, n.1, p. 58-104, 2002.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. Resultados Preliminares do Universo do Censo Demográfico 2010 - Juazeiro do Norte – CE. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 ago. 2011.
- _____. Pesquisa Nacional do Saneamento Básico (PNSB 2000). Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 ago. 2011.
- INSTITUTO DE PLANEJAMENTO ECONÔMICO E SOCIAL/INSTITUTO DE PLANEJAMENTO. Projeto Local de Saneamento Rural. A Integração da Engenharia com o Social e o Econômico-Financeiro. Brasília: IPEA/IPLAN, 1989. 148p. (Série Saneamento Rural 1)
- SOUSA, A. C. A. Por uma política de saneamento básico. **Revista de Ciência Política**. nº 30, jul.-ago., 2006. Disponível em: <<http://www.achegas.net/>>
- SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – CE- SEMACE. Portaria N° 154, de 22 de julho de 2002. Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras.

AVALIAÇÃO DA REMOÇÃO DO CORANTE VERMELHO DO CONGO E DE NUTRIENTES PELO FUNGO *Phanerochaete Chrysosporium* EM REATOR EM BATELADA

A. L. Cunha¹, H. O. Máximo², M. V. F. Andrade³, G. M. M. Silva⁴, K. Rodrigues⁵
^{1, 2, 3, 4 e 5}Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Fortaleza
¹andrecunha.gnr@gmail.com

RESUMO

Indústrias de modo geral produzem diversos compostos poluentes que são carregados junto aos seus efluentes. As indústrias têxteis geram efluentes muito coloridos e extremamente volumosos, além de possuírem substâncias nutrientes que, ao chegarem a um corpo hídrico em elevada concentração, podem causar o fenômeno da eutrofização. Portanto, faz-se necessário realizar um tratamento de forma eficiente, com o propósito de diminuir o impacto desses efluentes nos ecossistemas aquáticos e terrestres. O tratamento biológico é uma alternativa bastante promissora que deve ser investigada. Assim, o presente trabalho propôs-se a avaliar a remoção do corante Vermelho do Congo, atrelado a remoção de nutrientes, sob a influência de diferentes concentrações de cossustrato, através de reator em bateladas inoculado com o fungo *Phanerochaete chrysosporium*. A glicose, utilizada como cossustrato, foi adicionada em três concentrações distintas (5g/L, 1g/L e 3g/L), dividindo o experimento em 3 etapas. O estudo foi monitorado através das análises físico-químicas de corante, pH, fósforo total, amônia, nitrito e nitrato. Houve remoções máximas de 100% de corante na 1ª e 3ª etapas, assim como remoções máximas de fósforo de 100% durante a 1ª etapa. As melhores remoções de frações nitrogenadas ocorreram durante a 2ª e 3ª etapas.

Palavras-chave: Bateladas sequenciais, fósforo, nitrogênio, *Phanerochaete chrysosporium* e vermelho do congo.

1. INTRODUÇÃO

Diversos são os problemas ambientais enfrentados atualmente. Dentre eles a poluição ambiental pode ser nomeada como um dos maiores, afetando diversas partes do globo, apresentando problema não só para a saúde pública e conforto ambiental, mas também a economia e o setor social. Devido a esta característica, o referido problema vem sendo extensamente estudado e oferece um grande desafio perante a possibilidade de exaustão dos recursos.

É sabido que o advento da industrialização causou um declive da qualidade ambiental, consequência do despejo irregular de efluentes líquidos em corpos hídricos e lançamento de gases tóxicos na atmosfera. Os recursos hídricos, apesar de serem de extrema importância para a manutenção de ecossistemas e servirem como fonte de energia e matéria prima em indústrias, são os principais afetados com o descarte de efluentes. (SILVA, 2006)

Diversos segmentos de indústrias utilizam corantes, sejam indústrias alimentícias, de couro, papel, plástico, tintas, entre outras (ROYER, 2008). Dentre estas, a indústria têxtil se destaca mais devido ao intenso uso de corantes, produtos químicos e água, dessa forma imprimem aos seus efluentes características marcantes como enorme volume, cor bastante forte, devido ao corante usado durante o tingimento, além de alta carga poluente (SILVA, 2006).

Corantes são substâncias coloridas que, quando aplicadas a fibras, fornecem a elas uma cor permanente capaz de resistir ao desbotamento depois de exposição à luz, suor, água e outros compostos químicos, além de ataque de micro-organismos (SARATALE *et al.*, 2010). Os corantes têxteis são de difícil degradação, são compostos orgânicos aromáticos e possuem a base de sua estrutura no benzeno (KAUSHIK e MALIK, 2009), são recalcitrantes, tóxicos e xenobióticos (BAPTISTA *et al.*, 2000).

Efluentes de indústrias têxteis podem causar diversos danos ao meio ambiente devido ao fato de possuírem substâncias tóxicas em elevada concentração, que além de causarem diminuição do oxigênio dissolvido nos corpos hídricos, causam eutrofização, diminuem a taxa fotossintética, entre outros inconvenientes (FERREIRA *et al.*, 2007; BINUPRIYA *et al.*, 2008).

Durante o processamento da fibra têxtil são descartados diversos produtos químicos junto à água residuária. Dentre eles ácido sulfúrico, solventes, amônia e detergentes, estes últimos utilizados, principalmente, na etapa de lavagem da fibra têxtil e são a principal fonte de polifosfatos em águas residuárias (SILVA, 2006; MARCHETTO, 2002 apud CAROL *et al.*, 1990). Além disso, águas residuárias possuem fósforo na forma iônica, geralmente como íon fosfato. O fósforo orgânico, proveniente de excreções humanas e animais, quando decompostos biologicamente originam ortofosfatos (MARCHETTO *et al.*, 2002).

Os macronutrientes nitrogênio e fósforo, quando despejados em excesso e de forma contínua no corpo receptor, promovem o desenvolvimento exagerado de algas, plantas aquáticas e outros organismos, acelerando o processo de eutrofização devido ao rompimento biológico dos seus respectivos ciclos naturais nos corpos d'água (SOUZA, 2000; RUBINO *et al.*, 2003).

Tendo em vista abrandar fatores como os que foram citados, novas tecnologias têm sido estudadas de forma a aprimorar o tratamento destes efluentes. Os métodos de tratamento de efluentes têxteis se enquadram em três categorias: físico, químico e biológico (KAUSHIK *et al.*, 2008).

O tratamento biológico tem se mostrado uma alternativa promissora por utilizar micro-organismos versáteis em degradar substâncias recalcitrantes, sendo os fungos basidiomicetos um dos atuais caminhos apontados pela biotecnologia por possuírem alto potencial de recuperar ambientes contaminados (KAMIDA *et al.*, 2005).

Neste contexto, o trabalho objetivou avaliar a remoção de corante azo em paralelo à remoção de macronutrientes (nitrogênio e fósforo), sob a influência de diferentes concentrações de glicose, através de reator em bateladas sequenciais inoculado com fungo basidiomiceto.

2. METODOLOGIA

O reator biológico em bateladas sequenciais foi montado e operado em escala laboratorial, inoculado com o basidiomiceto *Phanerochaete chrysosporium*. A presente pesquisa foi dividida nas seguintes etapas: cultivo e contagem dos esporos dos fungos, imobilização da biomassa e montagem seguida da operação do reator.

2.1 Cultivo e Contagem dos Esporos

A espécie fúngica *Phanerochaete chrysosporium* foi cultivada em placas de Petri com meio de cultura com a seguinte composição (g.L^{-1}): extrato de levedura (2), glicose (20), K_2HPO_4 (1), KH_2PO_4 (0,6), MgSO_4 (0,5) e peptona (2). A cultura foi mantida em estufa microbiológica sob 28°C , durante cinco dias. Posteriormente os esporos foram removidos através de uma solução isotônica a base de Tween 80 e foram armazenados em frasco estéril. Para o inóculo do reator, foi utilizada a concentração de 2×10^6 esporos. mL^{-1} .

2.2 Imobilização da Biomassa em Meio de Suporte

O material utilizado para a imobilização da biomassa foi espuma de poliuretano, previamente esterilizada em autoclave a 121°C durante 15 minutos. Cinco gramas da espuma cortadas em quadrados de 2×2 cm foram colocadas em redes de polietileno e em seguida em erlenmeyers que continham meio nutritivo. Os erlenmeyers foram mantidos em condição de agitação por 48 horas a 150 rpm, após esse tempo o meio de cultura foi trocado e mantido por mais 72 horas, até ser finalmente transferido para o reator.

2.3 Montagem do Reator em Bateladas Sequenciais

O reator de vidro comportava volume total de 5 litros e foi operado durante 20 ciclos de quarenta e oito horas (48h) durante cada etapa, recebendo a cada ciclo volume de 4 litros do meio basal, o qual foi preparado com água da torneira, acrescido de 20 mg.L^{-1} corante azo vermelho do congo e dos seguintes macronutrientes (g.L^{-1}): KH_2PO_4 (2), $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (0,5), $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (0,1) e $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (0,2); e ainda 10 mL.L^{-1} de uma solução mineral.

A solução mineral foi composta por (g.L^{-1}): $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (3), NaCl (1), $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (0,5), $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (0,1), $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (0,1), $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (0,1), $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (0,082), H_3BO_3 (0,01) e $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (0,01).

O estudo foi dividido em 3 etapas, caracterizadas pela variação da concentração do cossustrato adicionado ao meio, as quais foram: Etapa 1 (5 g.L^{-1} de glicose), Etapa 2 (1 g.L^{-1} de glicose) e Etapa 3 (3 g.L^{-1} de glicose). O pH do meio teve o seu valor ajustado dentro da faixa ácida de forma a se propiciar pH ótimo para o desenvolvimento do fungo (GRIFFIN, 1994).

Houve a caracterização do meio basal (entrada e saída), através do estudo das variáveis: corante, pH, fósforo total, amônia, nitrito e nitrato. Todas foram realizadas segundo a metodologia descrita por APHA (2005), exceto corante que foi realizada de acordo com Silva Filho *et al.* (2006).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Corante

Pretendeu-se adicionar 20 mg.L^{-1} de corante vermelho do congo, porém nem sempre este valor pôde ser alcançado. Dessa forma, a média global de concentração de corante foi de $16,5 \text{ mg.L}^{-1}$. A tabela 1 mostra as concentrações médias de corante nas três etapas de estudo.

Tabela 1- Concentração média de corante vermelho do congo nas etapas constituintes do estudo.

	Etapa 1 (5g.l^{-1})	Etapa 2 (1g.l^{-1})	Etapa 3 (3g.l^{-1})
Concentração média \pm DP	$18 \pm 8,2$	$12 \pm 5,8$	$18,5 \pm 7,1$

Os valores efluentes de corante encontrados nos ciclos de estudo, apontam significativa remoção do parâmetro no meio uma vez que se alcançaram percentuais de remoção de até 100% em ciclos da 1ª e 2ª etapa.

Para a 1ª etapa do estudo (etapa com 5 g.L^{-1} de glicose), a média de remoção do corante foi de 87%, a concentração média afluyente de corante no meio foi de 18 mg.L^{-1} . As remoções máximas (100%) foram observadas durante os ciclos 1º, 2º e 5º da etapa. Na figura 1 são apresentados os valores de remoção do corante vermelho do congo durante as três etapas do estudo.

Com relação à 2ª etapa do estudo (etapa com 1 g.L^{-1} de glicose), a concentração média afluyente de corante no meio foi de 13 mg/L , e a remoção média de corante na etapa foi de 97%. As remoções máximas registradas (100%) ocorreram nos ciclos 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18 e 19 da etapa.

Na 3ª etapa do estudo (etapa com 3 g.L^{-1} de glicose), a concentração média afluyente de corante foi de $18,5 \text{ mg.L}^{-1}$, nesta etapa a eficiência de remoção do corante chegou ao máximo de 99,4% no 16º ciclo de estudo. A remoção média de corante na etapa foi de 91%.

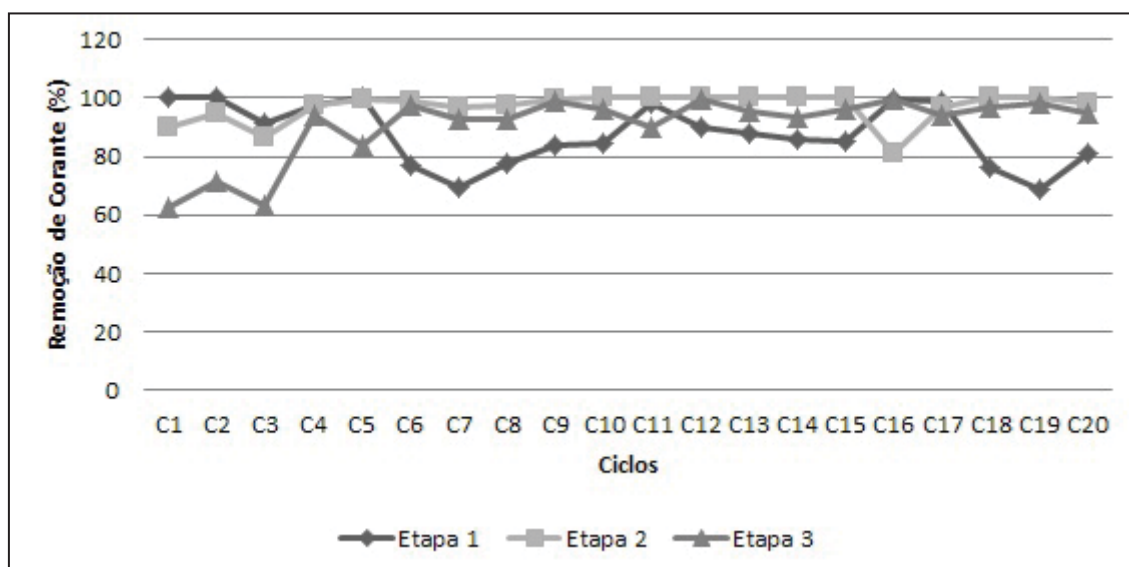


Figura 1- Percentuais de remoção do corante vermelho do congo.

Provavelmente, a concentração afluyente de corante oscilou durante as Etapas, devido ao fenômeno da adsorção do corante ao recipiente utilizado no preparo do meio, como também a possíveis erros analíticos.

3.2 pH

Em todas as etapas de estudo, observou-se que os valores de pH decaíram, indicando a atividade metabólica dos fungos, uma vez que estes produzem ácidos orgânicos quando da degradação do corante, além de outros constituintes do meio (WANDERLEY, 2007).

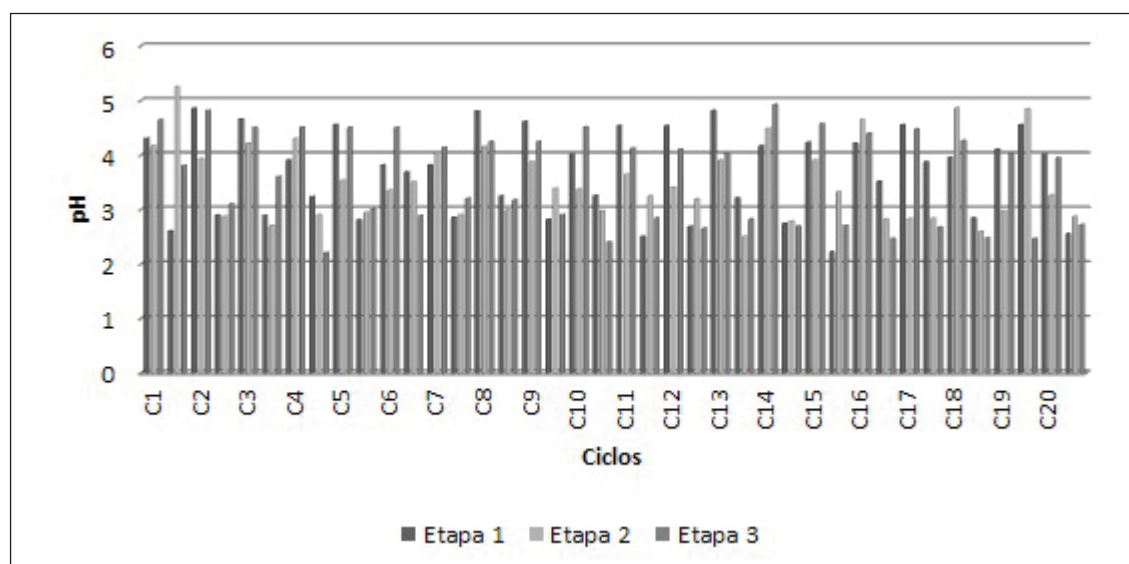


Figura 2 - Variação do pH ao longo das etapas da pesquisa.

Durante a primeira etapa o valor médio de pH no afluyente foi de 3,8 sendo que o efluente apresentou-se com pH médio de 3,1. A média de pH durante a segunda etapa foi de 4,3 e 2,8 para afluyente e efluente respectivamente. Para a terceira etapa os valores de pH foram de 4,3 para o afluyente e 3,0 para o efluente.

3.3 Fósforo Total

Quanto à variável fósforo, foram obtidos valores oscilatórios com relação à eficiência de remoção, havendo ciclos com remoção e acúmulo de fósforo no meio de modo aleatório.

Durante a 1ª etapa foram observados percentuais máximos de remoção de 45% nos ciclos 6 e 13 embora em seis dos ciclos estudados houve liberação de fósforo para o meio (acúmulo). A média de remoção na etapa foi de 10,3%. A concentração média afluyente de fósforo foi de 64,8 mg.L⁻¹ e de 57,8 mg.L⁻¹ para o efluente.

A máxima remoção observada na 2ª etapa ocorreu no 14º e 20º ciclo e foi de 100%, uma vez que o método analítico utilizado para realizar a análise não conseguiu detectar a presença do analito (fósforo). Houve remoção média de 11,7% e, semelhante à 1ª etapa, houve ciclos com liberação de fósforo para o meio, sendo estes nove ciclos no total. A concentração média de fósforo era de 59,3 mg.L⁻¹ e 54,5 mg.L⁻¹ para o afluyente e efluente respectivamente.

Para a 3ª etapa a máxima remoção de fósforo foi de 37% e ocorreu no 3º ciclo. Assim como na 1ª e 2ª etapa, também houve liberação de fósforo para o meio em alguns ciclos, ficando a remoção média em um percentual de 11,4%. A média de concentração para o afluyente era de 62,4 mg.L⁻¹ e de 57,7 mg.L⁻¹ para o efluente. A figura 3 ilustra as eficiências de remoção de fósforo do meio.

Pôde-se observar que durante as três etapas a eficiência de remoção de fósforo permaneceu muito próxima, ficando entre 10,3% e 11,7%. Esta baixa remoção provavelmente ocorreu devido ao fato de que, em alguns momentos, o fungo absorveu o nutriente para suprir suas necessidades metabólicas fazendo com que este fosse armazenado nos vacúolos fúngicos, porém, sem o devido consumo, o mesmo foi liberado posteriormente, aumentando assim, a concentração de fósforo nos ciclos seguintes (LI e KANE, 2009).

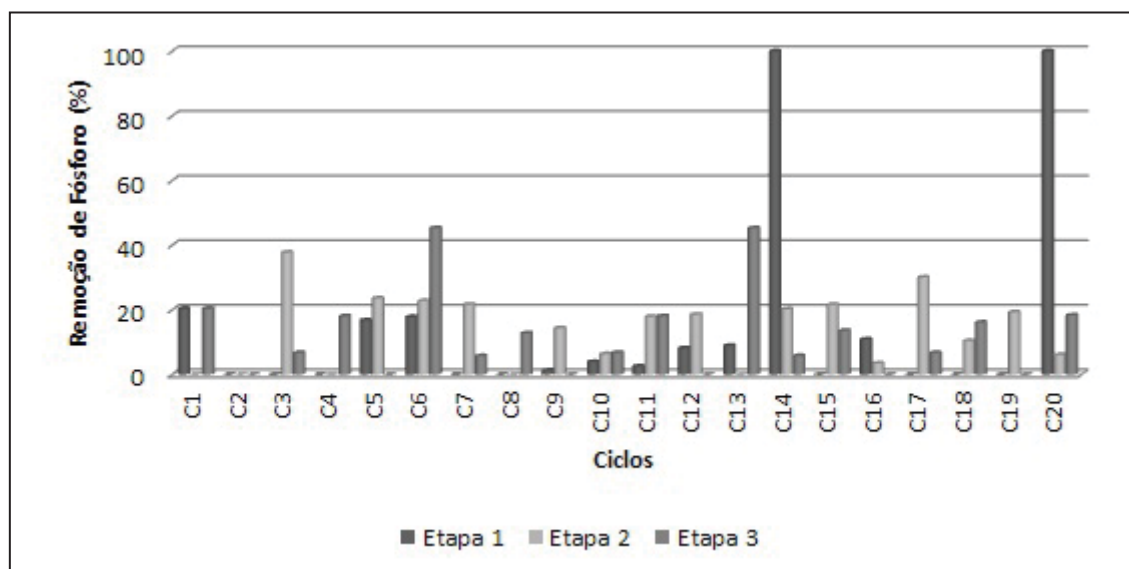


Figura 3 - Variação da remoção de fósforo ao longo das etapas do experimento.

3.4 Amônia

Comparando as três etapas, cujas remoções médias foram: 83% na etapa 1, 65% na etapa 2 e 89% na etapa 3; pode-se concluir que a etapa 3 foi a mais eficiente. E ainda, a remoção de amônia aumentou quando foi acrescida ao meio uma concentração de glicose maior.

Segundo Lopes *et al.* 2011, a assimilação da amônia é fortemente influenciada pela presença de glicose e outros açúcares. Isto também se comprova em seu trabalho, no qual utilizou o fungo *Aspergillus niger* AN400 para remoção de nutrientes de efluente de castanha de caju em regime de bateladas sequenciais e também percebeu em seus resultados, que ao adicionar uma concentração maior de glicose a remoção de amônia melhorou.

Na etapa 3, como mostra a figura 3, os ciclos 12, 14, 15, 19 e 20 atingiram 100% de remoção do nutriente. Sendo que em alguns, o método utilizado não conseguiu identificar a presença de amônia no efluente. Em contraposição, as duas menores eficiências foram encontradas na etapa 2, ciclos 1 e 7. Este tipo de resultado é compreensível no primeiro ciclo, por conta da adaptação do micro-organismo às condições do reator, entretanto no sétimo ciclo obteve-se maior remoção de nitrato (78%) para a mesma etapa. O que indica uma preferência do fungo ao nitrato neste ciclo.

Na figura 4 mostra-se a variação de amônia ao longo dos 20 ciclos de cada etapa da pesquisa.

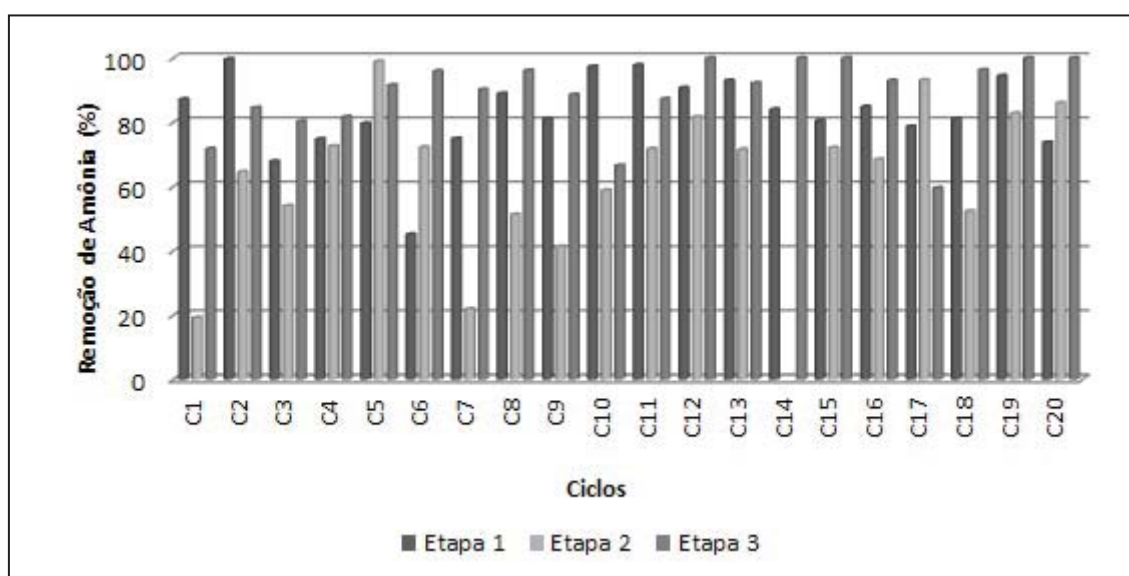


Figura 4 - Variação da remoção de amônia ao longo das etapas do experimento.

3.5 Nitrito

As remoções médias relacionadas a nitrito foram: 80%, 81% e 88%, respectivamente para as etapas 1, 2 e 3. Apesar da pequena diferença entre as eficiências das etapas, nota-se uma homogeneidade nos resultados (Desvio Padrão: 3,6), o que implicar que mesmo mudando a concentração do cossustrato, os resultados não diferem muito.

A figura 5 traz as porcentagens de remoção de nitrito ao longo de cada etapa do experimento.

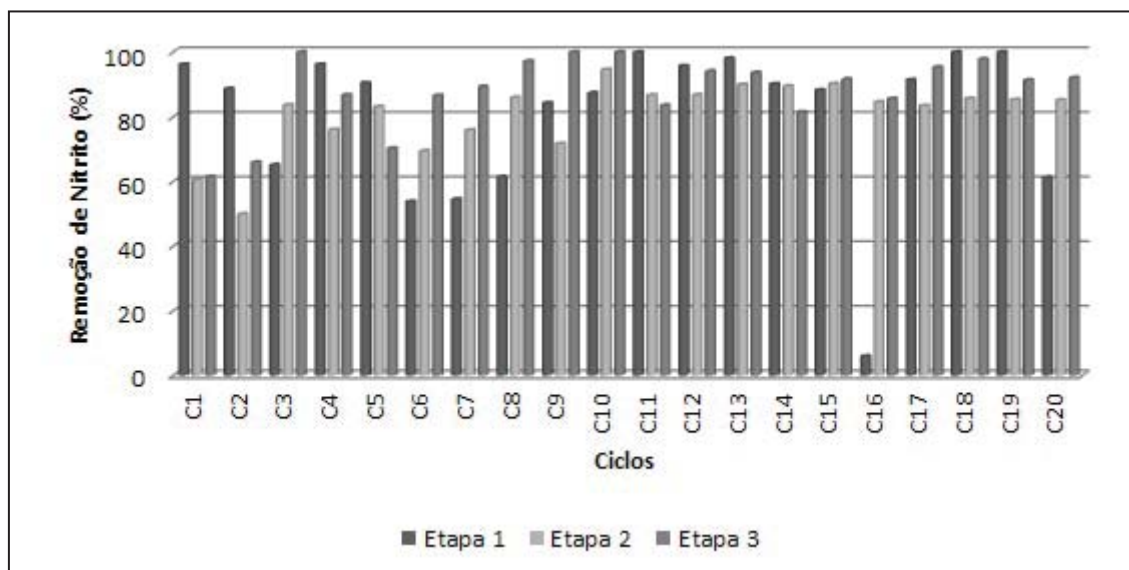


Figura 5 - Percentuais de remoção de nitrito durante os ciclos de estudo.

3.6 Nitrito

Foram registradas as seguintes remoções médias de nitrato: 73% na 1ª etapa, 58% na 2ª etapa e 29% na 3ª etapa. A última etapa foi a de menor remoção, neste caso, comparando-se as remoções de nitrato com amônia, na etapa de melhor eficiência na remoção de amônia, há uma queda na de nitrato.

É natural que o fungo prefira assimilar amônia, visto que esta é uma forma diretamente assimilável por este tipo de micro-organismo. Sendo assim, quando há preferência pela amônia o consumo de nitrato pode ser reduzido (GRIFFIN, 1994; PEREIRA et al., 2003). A figura 6 mostra a variação de nitrato nos ciclos de cada etapa do experimento.

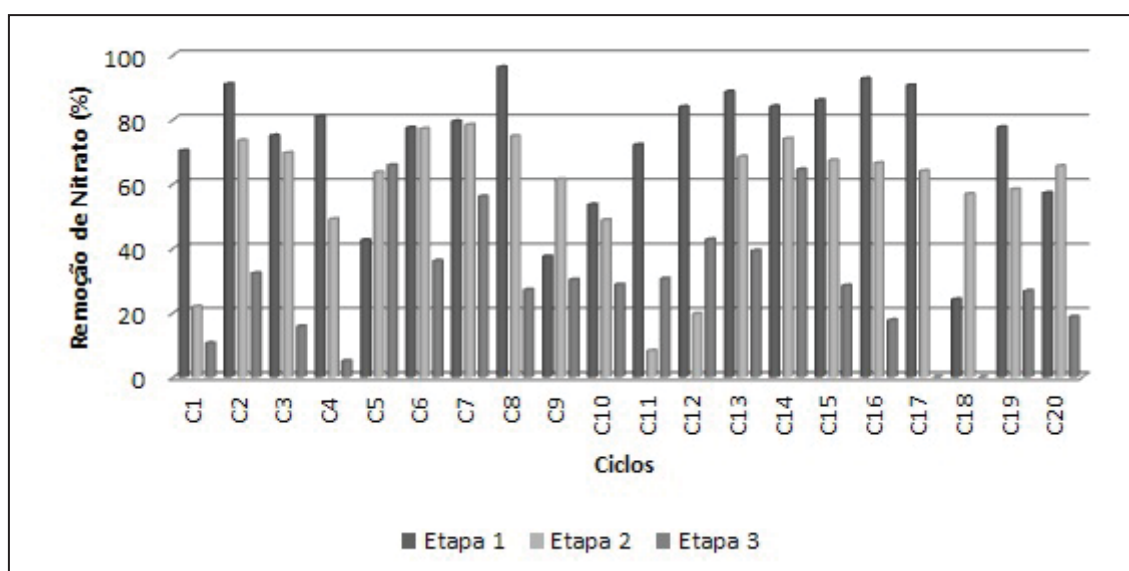


Figura 6 - Variação da remoção de nitrato ao longo das etapas do experimento.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O uso da espécie fúngica *Phanerochaete chrysosporium* se mostrou eficiente quanto à remoção do corante vermelho do congo, obtendo até 100%. O pH permaneceu em faixa ácida, indicando ação microbiológica. Em relação às frações nitrogenadas, obteve-se melhor remoção na 1ª etapa, com os valores de até 100% para amônia, 100% para nitrito e 96% para nitrato. Porém a variável fósforo total não obteve eficiência satisfatória. De acordo com os dados obtidos, a etapa 3 foi a que obteve os melhores resultados gerais. Recomenda-se que haja um maior estudo para que possa investigar um modo de aperfeiçoar o desempenho de remoção de fósforo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. 20ª edição. American Water Work Association, Water Environment federation. Washington: 2005. 953p.

BAPTISTA, I. E., SOARES, C. H. L., MATIAS, W. G. e LOPES, E. B., (2000). **Avaliação da Toxicidade Aguda de Efluentes de uma Indústria Têxtil Utilizando Daphnia magna, Poecilia reticulata e Vibrio fischeri como Bioindicadores**. In: Ecotoxicologia: Perspectivas para o Século XXI, São Carlos/SP, Set.

BINUPRIYA, A.R., SATHISHKUMAR, M., SWAMINATHAN, K., KU, C.S., YUN, S.E. (2008). **Comparative studies on removal of Congo red by native and modified mycelial pellets of Trametes versicolor in various reactor modes**. Bioresource Technology 99 (2008) 1080–1088.

CAROL et. al. **Health and Aesthetic Aspects of Water Quality In PONTIUS F**. Water quality and Treatment A Handbook of Community Water Supplies/ AWWA 4th ed F. Pontius,1990.

FERREIRA J. G. , BRICKER S. B. , SIMAS T. C. (2007). **Application and sensitivity testing of a eutrophication assessment method on coastal systems in the United States and European Union**. Journal of Environmental Management 82 (2007) 433–445.

GRIFFIN, D.H. **Fungal physiology**. 2 ed. New York: Wiley-Liss, 1994.

KAMIDA, Hélio Mitoshi; DURRANT, Lucia Regina; MONTEIRO, Regina Teresa Rosim and ARMAS, Eduardo Dutra de. **Biodegradação de efluente têxtil por Pleurotus sajor-caju**. Quím. Nova [online]. 2005, vol.28, n.4, pp. 629-632. ISSN 0100-4042.

KAUSHIK, P., MALIK, A. **Fungal dye decolourization: Recent advances and future potential**. Environment International 35 (2009) 127–141, 2008.

LI, S. C., KANE, P. M.. **The yeast lysosome-like vacuole: Endpoint and crossroads**. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Cell Research, Volume 1793, Edição 4, Abril/2009, p. 650-663.

LOPES, M. S. S., OLIVEIRA, P. C. C., ANDRADE, M. V. F., ARAÚJO, R. S., MARINHO, G., RODRIGUES, K. **Remoção de macronutrientes de efluente da indústria de castanha de caju por uso de reator aeróbio embatelada com inóculo fúngico**. Eng Sanit Ambient | v.16 n.1 | jan/mar 2011 | 17-26.

MARCHETTO, M., CAMPOS, J. R., REALI, M. A. P., (2002). **Remoção de fósforo de efluente de reator anaeróbio em reator com aeração intermitente seguido por flotação por ar dissolvido**. Engenharia Sanitária e Ambiental, Vol. 8 - Nº 1 - jan/mar 2003 e Nº 2 - abr/jun 2003, 77-83.

ROYER, B., (2008). **Remoção de corantes têxteis utilizando casca de semente de Araucaria angustifolia como biossorvente.** Porto Alegre, 2008. Tese de doutorado-Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SARATALE, R. G., SARATALE, G. D., CHANG, J. S., GOVINDWAR, S. P., (2010). **Bacterial decolourization and degradation of azo dyes: A review.** J. Taiwan Inst. Chem. Eng. (2010), doi:10.1016/j.jtice.2010.06.006.

SILVA, A. C., (2006). **Degradação de corante em meio salino por ozonização.** Rio de Janeiro, 2006. Tese de doutorado-Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

SILVA FILHO, H. A. SANTOS, M. V. E. SAMPAIO, G. M. M. S. ARTHAUD, I. **Ensaio de Toxicidade e Remoção de corantes têxteis por processo biológico.** II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, João Pessoa – PB – 2006.

SOUZA, S.G.M. **Sequenciamento em Batelada para Remoção Biológica de Nitrogênio,** Tese de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, EQ-UFRJ, 2000.

Rubino, F.F , Araújo, O.Q.F., Coelho, M.A.Z. **Remoção biológica de nutrientes em reator batelada sequencial.** 2003.

WANDERLEY, C.R.P. (2007). **Aspergillus niger AN 400 como inóculo em reatores em batelada para remoção de corante vermelho do congo de meio aquoso sintético.** 84f. Tese Mestrado em engenharia civil, área de saneamento ambiental – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

AVALIAÇÃO DE CUSTO BENEFÍCIO DE SISTEMAS DE TRATAMENTO UNIFAMILIARES - ESTUDO DE CASO DECANTO DIGESTOR E UASB

F. S. Peixoto¹, M. E. R. Costa², B. G. Lima³, E. V. M. Santos⁴ e H. A. S. Filho⁵
^{1, 2, 3, 4 e 5} Instituto Federal do Ceará – Campus Limoeiro do Norte

socorrop780@gmail.com; maria.elinalda@hotmail.com; brunaa_hta@hotmail.com

elivania.ifce@yahoo.com.br; heraldo@ifce.edu.br

RESUMO

O sistema de esgoto tipo decanto digestor, também conhecido como tanque séptico, é muito utilizado no uso unifamiliar, ou em regiões de difícil acesso dos sistemas coletivos, destacando-se que comunidades menos favorecidas são as que mais utilizam essa tecnologia de tratamento de esgotos. Ressalta-se que esse sistema já é utilizado há mais de cem anos e seu projeto nunca teve uma mudança significativa. Já os sistemas de manta de lodo (UASB) conhecidos também como sistemas de alta taxa, trazem em sua configuração melhorias efetivas no contato esgoto-lodo e promovem significativa maior eficiência na remoção de matéria orgânica. Os dois sistemas citados apresentam diferenças em termos de eficiência, todavia há uma pequena aceitação do reator UASB em situações unifamiliares, em especial devido a fatores econômicos, pois há uma ideia de que esses sistemas sejam muito mais onerosos do que os decanto digestores. O objetivo desse trabalho é fazer uma comparação da relação custo benefício de sistemas de tratamento unifamiliar utilizando decanto digestor e reator UASB, este também bastante utilizado no tratamento de efluente doméstico, principalmente atendendo a pequenas populações e com grande vantagem em relação ao decanto digestor, principalmente na remoção de matéria orgânica e sólidos. Depois de realizadas as análises pode-se perceber que o reator biológico UASB pode se tornar mais barato que o decanto digestor (reduzidos volumes são capazes de tratar mais esgoto que os decanto digestores), além de sua relevante eficiência.

Palavras-chaves: Custo benefício, Reatores UASB, Tratamento de Esgoto Doméstico.

1. INTRODUÇÃO

O destino final do esgoto sanitário em muitas regiões do Brasil é geralmente, o lançamento “in natura” em corpos d’água. Em consequência desse lançamento, aparecem certos inconvenientes, como o desprendimento de mau cheiro, sabor na água potável, a mortandade de peixes e a ameaça à saúde pública. Via de regra, os danos causados pelo lançamento do esgoto “in natura” podem ser evitados ou minimizados se o esgoto for tratado adequadamente. O lançamento de esgoto, na maioria das vezes sem tratamento a céu aberto é uma realidade no Brasil, principalmente nas regiões mais vulneráveis.

A ciência tem buscado formar alternativas de tratamento de efluentes, principalmente os urbanos, que representam um grande aporte de materiais orgânicos, que são lançados diariamente nos cursos de água de superfície.

O decanto digestor é um tanque impermeável onde os esgotos brutos (não tratados) permanecem por algumas horas, antes de serem lançados no solo ou numa rede de coleta. Nele, microrganismos existentes naturalmente nos esgotos, mineralizam parte da matéria orgânica, gerando lodo (que deve ser retirado, pelo menos, uma vez ao ano), gases, espuma e efluente. Em suas várias configurações, o decanto digestor reúne principalmente, os objetivos dos decantadores e digestores em uma mesma unidade (decanto-digestor) onde se realizam, simultaneamente, vários fenômenos: decantação, flotação, desagregação e digestão dos sólidos sedimentados (lodo) e da crosta constituída pelo material flutuante (espuma). São mais do que decanto-digestores porque, devido ao tempo de retenção hidráulica propiciam também o tratamento anaeróbio da fase líquida, em escoamento, e acumulam por longos períodos o lodo digerido de volume bastante reduzido.

O decanto digestor é um sistema muito utilizado para tratamento de esgoto doméstico, podendo ser aplicado desde unidades pequenas até vazões maiores do que 150 m³/dia. O processo de entrada e saída do esgoto é bem simples, obtendo apenas o nível primário de tratamento, ou seja, ocorre o processo físico de sedimentação, as partículas de maiores dimensões vão sedimentar enquanto as menos densas vão flutuar. Comparado com o reator biológico é menos eficiente no tratamento, pois o UASB atende ao nível secundário satisfatoriamente.

Os decantos digestores ou tanques sépticos sendo bem projetados não trazem consequências negativas, pois são confeccionados de acordo com as normas técnicas, especificamente a N^o 7.229 da ABNT que traz como objetivo o projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Mas o que se vê na prática, na grande maioria dos estados, é justamente o contrário, ou seja, a construção mal feita, sem revestimento na parede propiciando assim o extravasamento do esgoto diretamente para o solo, que em algumas localidades pode vir a contaminar também o lençol freático. Muitas vezes, o dono do tanque já deixa esse espaço entre os tijolos justamente para não ter que dá manutenção no sistema com a frequência sugerida pela norma. Já o reator UASB dificilmente pode ter sua eficiência comprometida, visto que, mesmo quando mal operado pode atingir eficiência superior a de um decanto digestor.

Este trabalho teve como objetivo fazer uma relação custo benefício entre sistemas unifamiliares, em especial decanto digestor e reator de manta de lodo e fluxo ascendente - UASB, que vem sendo bastante usado no Brasil, principalmente pelo favorecimento do clima em que a temperatura chega à média de 30°C. Sendo este um fator bastante considerável quando se trata de tratamento de esgoto usando essa tecnologia, o decanto também é bastante utilizado, além de que a relação de eficiência de matéria orgânica entre os dois sistemas é bem considerável: o decanto retém aproximadamente 40% enquanto o UASB pode atingir 75%, sendo bem eficiente se tiver boa operação.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

Segundo Chernicharo (1997), o processo anaeróbico de reatores de manta de lodo apresenta várias vantagens em relação aos processos aeróbios convencionais, notadamente quando aplicado em locais de clima quente, como é o caso da maioria dos municípios brasileiros. Com estas situações, pode-se esperar um sistema com as seguintes características, como mostra a **Tabela 01**, que faz uma relação entre as vantagens e desvantagens desse tipo de sistema.

Tabela 01- Vantagens e desvantagens dos reatores UASB.

Vantagens	Desvantagens
Sistema compacto com baixa demanda de área;	Possibilidade de emissão de maus odores;
Baixo custo de operação e manutenção;	Baixa capacidade do sistema em tolerar cargas tóxicas;
Baixa produção de lodo;	Elevado intervalo de tempo necessário para a partida do sistema
Baixo consumo de energia;	Necessidade de uma etapa de pós-tratamento.
Satisfatória eficiência na remoção DQO/DBO, da ordem de 65-75%;	
Boa desidratabilidade do lodo	
Elevada concentração de lodo excedente	

Como se pode observar na tabela acima é maior a quantidade de vantagens do que as desvantagens desse tipo de sistemas.

2.1 Sistemas Individuais de Tratamento de Esgotos como uma Alternativa

Atualmente um dos principais responsáveis pela poluição dos recursos hídricos é o aporte dos efluentes domésticos quando lançados “in natura”, ou seja, sem nenhum tipo de tratamento prévio ou apenas com um tratamento parcial. Estes alteram a qualidade do corpo hídrico receptor, limitando o uso futuro da água. Essa ação pode causar vários inconvenientes nas características físico-químicas da água, como alteração da cor, sabor e odor, além da introdução de microorganismos patogênicos, oferecendo maior risco à saúde pública (JORDÃO e PESSÔA, 1995).

Segundo dados do IBGE, quase 100 milhões de brasileiros vivem sem coleta de esgoto, que contamina os solos, corre a céu aberto e é fonte de graves doenças, responsáveis por 30% de nossa mortalidade.

A situação sanitária do Brasil foi evidenciada pela Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB, 2000), publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2002. Os resultados mostram que, em uma amostra de 5.507 municípios brasileiros, apenas 2.875 (52,2%) eram servidos por

algum serviço de esgotamento sanitário e somente 1.112 (20,2%) municípios efetuavam algum tipo de tratamento do esgoto (IBGE, 2002).

2.2 Reatores UASB Aplicados como Sistemas Individuais

No Brasil, esse reator obteve várias denominações (RAFA, DAFA, RAFAALL, RALF, entre outros), mas foi consagrado no mundo todo pela nomenclatura original inglesa UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*) (MEYSTRE, 2007).

Nesses reatores, a biomassa cresce dispersa no meio, e não aderida a um meio suporte como é no caso do filtro biológico. A própria biomassa ao crescer, pode formar pequenos grânulos, correspondente a aglutinação de diversas bactérias. Esses grânulos por sua vez podem servir de meio suporte para outras bactérias aumentando a eficiência do sistema. Em função da elevada concentração da biomassa o volume requerido pelo reator UASB é bastante reduzido quando comparado com todos os outros sistemas de tratamento. O fluxo do líquido é ascendente e como resultados da atividade anaeróbia são formados gases, principalmente CO₂ e CH₄, os quais também auxiliam na direção ascendente do fluxo (VON SPERLING, 1996b).

A principal vantagem do sistema do reator UASB, segundo WEILAND e ROZZI (1991) é a simplicidade de sua construção sem necessitar de meio suporte. Para VIEIRA (1984) a grande vantagem desse processo com relação aos processos convencionais de lodo ativado é o reduzido espaço necessário para sua implantação.

2.3 Decanto Digestor um Sistema Individual

Os decanto digestores, cujos modelos usuais, são também conhecidos como tanques sépticos, foram as primeiras unidades idealizadas para o tratamento de esgotos e, atualmente, são ainda muito empregadas em todo o mundo (GALVÃO JÚNIOR, 2001).

No Brasil a sua construção e operação têm sido orientadas pelas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (NBR 7.229/93). No entanto, as suas condições operacionais são usualmente deficientes, devido à falta de análise dos projetos, do acompanhamento da execução e da operação dos mesmos (MENESES, 2002).

Basicamente, são tanques simples ou compartimentados utilizados para reter, por decantação, sólidos contidos nos esgotos, propiciando a decomposição dos sólidos orgânicos decantados no seu interior, através da digestão anaeróbia, onde ocorre um acúmulo temporário dos resíduos que são, posteriormente, removidos em períodos de meses ou anos (GALVÃO JÚNIOR, 2001).

Segundo Hernández Muñoz *et al.*, (1996) este tipo de sistema deve ser usado principalmente em dois tipos de situações, primeiro, no caso de residências isoladas em que por razões técnicas ou econômicas, é inviável a instalação de uma rede de esgotamento sanitário, e segundo, naquelas residências de caráter eventual, em que a instalação de uma rede de coleta e uma estação de tratamento de esgotos teriam problemas de funcionamento.

3. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho foram desenvolvidas etapas, as quais de uma forma geral objetivaram a determinação da relação de custo benefício entre os reatores UASB e três tipos de decanto digestores: um que está instalado no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE, Campus Limoeiro do Norte), o qual se monitora para comparar a eficiência em relação ao UASB.

Outro de formato circular usando um recipiente similar a uma caixa d' água, e um terceiro, que é construído "in loco", ou seja, aqueles mais utilizados nas comunidades que são construídos pelos próprios moradores que na maioria das vezes só fazem uma escavação no local revestem de tijolos deixando espaços entre eles para reduzir ou mesmo eliminar o processo de manutenção, que para esse tipo de sistema indica-se um período médio de 1 ano. Destaca-se, contudo, que neste trabalho será considerado o decanto digestor confeccionado de forma adequada com base nas recomendações da ABNT.

Destaca-se que, em termos de eficiência, somente o decanto digestor instalado no IFCE-LN foi utilizado para compor amostras que seriam utilizadas em análises laboratoriais, os demais, foram estudados de forma bibliográfica para identificação, em especial, de custos, uma vez que a eficiência, sendo sistemas projetados adequadamente e bem operados deve estar em conformidade entre si.

Para ser realizado o processo de acompanhamento do decanto foram coletadas amostras dos dois sistemas duas vezes por semana e realizadas as análises das frações de sólidos suspensos totais, suspensos voláteis e suspensos fixos juntamente com a demanda química de oxigênio (DQO), que são os principais parâmetros que indicam a eficiência dos sistemas.

A **Figura 01** mostra o decanto digestor que fica no Centro Experimental de Tratamento de Esgotos (CETE) no IFCE-LN, o mesmo está construído desde o ano 2000 e não era utilizado a não ser a título de pesquisa visto que é instalado em uma instituição de ensino tecnológico.

O sistema biológico operado é um reator construído de tubos e conexões de cloreto de polivinila PVC de 100 mm, com altura de 2,17 m com volume de 24 L tendo um cap acoplado no fundo e sua parte superior aberta para liberação do gás produzido, como pode ser observado na **Figura 02**, possui um defletor para que a parte mais sólida seja barrada e não venha sair no efluente, uma vez que o reator não tem nenhum material suporte interno, só mesmo externo que é o defletor que tem 83 cm de comprimento. O mesmo está sendo operado há mais de 510 dias sendo realizadas análises laboratoriais físico-químicas de acompanhamento como, por exemplo, pH, cor, turbidez, condutividade elétrica e temperatura.

Com relação à partida do sistema segundo Chernicharo (1997) pode se dá com ou sem inóculo, porém os que estão sendo operados no CETE foram dados partido utilizando um inóculo que foi retirado de um reator anaeróbico que está desativado há aproximadamente três anos na cidade de Limoeiro do Norte.



Figura 01- Decanto digestor



Figura 02- Reator UASB

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Depois de ser feita a caracterização do esgoto do IFCE-LN, pode-se perceber que o esgoto é muito fraco possibilitando assim uma qualidade quase já dentro dos padrões de lançamento, como pode se visto na **Tabela 02**. Por exemplo, a média de 234 mg/L de DQO um valor pouco acima do exigido pela Portaria N°154 da Superintendência de Meio Ambiente do Ceará (SEMACE) que o valor máximo permitido é de 200 mg/L para poder ser lançado no corpo receptor. Porém pode ser caracterizado como esgoto doméstico, uma vez que as contribuições são originadas em cozinhas e banheiros do Campus.

Com relação à remoção de matéria orgânica dos dois sistemas pode-se perceber que se encontra dentro da faixa que trazem as literaturas: a DQO do reator UASB é em média de 68,14%, a literatura apresenta a faixa de 65-75% de remoção. Portanto, percebe-se que o sistema está cumprindo o objetivo esperado que consiste em remover matéria orgânica acima de 65%, destaca-se que o sistema operado atingiu valores acima de 75%, todavia, trabalha-se com valores de dados médios.

O decanto digestor também se encontrou como o previsto removendo mais de 40% de matéria orgânica, sendo este confeccionado para remover de 30-40% de matéria orgânica, atingindo somente nível primário de tratamento. Enquanto o UASB atende ao nível secundário satisfatoriamente, sendo assim, o decanto digestor necessitaria de um pós-tratamento para remover suas impurezas e poder lançar seus efluentes tratados no corpo receptor com segurança ambiental ao ecossistema aquático.

Tabela 02- Média de remoção dos sistemas

	ESGOTO BRUTO (mg/L)	DECANTO (mg/L)	REMOÇÃO (%)	UASB (mg/L)	REMOÇÃO (%)
MÉDIA	234,32	136,57	43,35	89,74	68,14
C.V	0,44	0,46	0,20	0,37	0,11
D.P	103,60	62,93	8,85	32,88	7,75
MÁX	453,73	229,65	50	153,84	82,05
MÍN	136,03	48	28,57	29,11	58,33
AMP	317,70	181,54	21,43	124,43	23,72

Analisando os sistemas operados e levando em consideração a quantidade de sólidos suspensos totais, fixos e voláteis, pode-se perceber que está ocorrendo uma retenção de sólido não tão significativa, o sistema UASB obteve uma retenção de aproximadamente 17%, enquanto o decanto obteve uma retenção de 27% aproximadamente.

Os sistemas operados também foram eficientes na retenção de sólidos, como se vê na **Tabela 03**, que o efluente tem pouco sólido sendo enquadrado como esgoto médio (PESSOA E JORDÃO, 1995).

Tabela 03- Retenção de sólido dos sistemas

	REATOR UASB			DECANTO DIGESTOR			ESGOTO BRUTO		
	SST	SSV	SSF	SST	SSV	SSF	SST	SSV	SSF
MÉDIA	133,63	56,05	78,47	115,93	81,14	33,93	159,2	110,7	48,5
C.V	1,44	1,04	1,80	0,87	1,25	0,88	0,64	0,76	0,67
D.P	192,13	58,46	140,91	100,68	101,71	29,89	101,87	84,08	32,62
MÁX	911	263	648	399	356	85	401	308	101
MÍN	4	4	0	21	7	0	36	15	7
AMP	907	259	648	378	349	85	365	293	94

Foi feito um levantamento dos preços dos materiais para saber o custo de cada sistema e como pode ser visto na **Tabela 04** é grande a diferença de preço em relação ao sistema UASB versus decanto digestores, que além de ser mais eficiente é consideravelmente mais barato. O dimensionamento foi feito a partir da quantidade de pessoas que ele poderia beneficiar, como o objetivo é o tratamento para uso unifamiliar foi dimensionado para uma residência com cinco pessoas e tendo um coeficiente de retorno de 80%.

O tanque usando caixa d' água é mais caro, porém tem vantagem de ser impermeável e já vem pronto não demandando mão de obra qualificada, a não ser para determinadas adaptações com um joelho de 90° seguido de um pedaço de tubo PVC deixando mais ou menos 15 cm do fundo ao final da caixa, como se mostra na **Figura 03**. Destaca-se que o custo avaliado foi correspondente ao uso de duas caixas d' água, a figura é ilustrativa para ter uma melhor visualização do sistema. O joelho juntamente com o cano vai fazer o papel de um defletor para diminuir a pressão do esgoto objetivando que o mesmo não saia em seguida. Após a primeira caixa coloca-se outra para poder se trabalhar em série e atingir uma melhor eficiência no tratamento.



Figura 03- Tanque séptico feito com caixa d' água

Tabela 04: Custo relativo à construção dos sistemas

	REATOR UASB (de reduzidas dimensões)	DECANTO UMA CAIXA D'ÁGUA	DECANTO COM DUAS CAIXAS D'ÁGUA	DECANTO SUBMERSO NO SOLO	DECANTO DE FIBRA DE VIDRO
VALORES MÉDIOS	130,00	293,30	575,60	300,00	1.500,000

5. CONCLUSÃO

Depois de realizados todos os levantamentos do custo benefício levando em consideração a remoção de DQO e sólidos dos sistemas analisados pode-se concluir que são eficientes. Todavia, destaca-se que o reator UASB é melhor que as outras configurações tanto em termos de custos quanto, e principalmente, da eficiência na remoção de matéria orgânica e sólidos.

Ressalta-se ainda que muitas vezes negligenciam-se os sistemas de tratamento em nível unifamiliar, pois se alegam o distanciamento dos sistemas modernos ou que garantam qualidade por estarem inseridos em grandes centros urbanos e atenderem coletivamente à população.

Faz-se necessário que se busquem alternativas eficientes na remoção de poluentes, sem desviar do fator econômico, mas que não se aceitem como justificativa o fato da população encontrar-se em condições adversas, pois o ambiente poluído para todos pode ser resultado disso, e as consequências são negativas para todos.

6. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Projeto, Construção e Operação de Sistemas de Tanques Sépticos** – NBR 7.229, Rio de Janeiro, 1993.

CHERNICHARO, C. A. L. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. v 5. 10. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 1997.

GALVÃO JÚNIOR, A.C. **AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE TRATAMENTO POR DECANTODIGESTORES SEGUIDOS DE FILTROS ANAERÓBIOS, EM COMUNIDADES ATENDIDAS PELA UNIDADE DE NEGÓCIO DO MÉDIO TIETÊ – SABESP**, 2001.

HERNANDEZ MUÑOZ, A.; Hernández Lehmann, A. Y.; Galán Martínez, P. **Manual de depuración Uralita**. Madrid, 1996.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. Departamento de População e Indicadores Sociais. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2000**. Rio de Janeiro, 2002.

JORDÃO, E. P; PÊSSOA, C.A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 3a ed., Rio de Janeiro, 1995.

MENESES, C.G.R. **AVALIAÇÃO DOS TANQUES SÉPTICOS COMO SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS EM ÁREAS TROPICAIS**, Rio Grande do Norte, 2002.

MEYSTRE, J. A. **PARTIDA DE UM REATOR UASB, EM ESCALA PILOTO, PARA TRATAMENTO DE EFLUENTE DOMÉSTICO: ESTUDO DE CASO PARA A REGIÃO DA SERRA DA MANTIQUEIRA**, Itajubá, 2007.

VIEIRA, Sonia M. M. **Tratamento de esgotos por digestores anaeróbicos de fluxo ascendente.** Revista DAE, n. 44, 1984.

VON SPERLING, M.. **Introdução a qualidade das águas e o tratamento de esgotos.** 2ª Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitaria e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

WEILAND, P. e ROZZI, A. **The start-up, operation and monitoring of high-rate anaerobic treatment systems: discussers' report.** Wat. Sci. and Tech., v. 24, n. 8, 1991.

7. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa PIBITI/IFCE e ao Laboratório de Controle Ambiental (LCA) do IFCE, Campus Limoeiro do Norte.

AValiação DO CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND, ADICIONADO COM RESÍDUOS DA RECICLAGEM DE GARRAFAS PET (POLIETILENO TEREFALATO) E SEU EMPREGO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

C.S. M. Claudiana Santos Moreira e T. F. L. M. Tássio Francisco Lofti Matos
Instituto Federal do Ceará- Campus Fortaleza e ²Instituto Federal do Ceará- Campus Fortaleza
clau_dinhamoreira@hotmail.com – lofti@ifce.edu.br

RESUMO

O concreto de cimento Portland é um material composto por cimento, agregado miúdo e gráudo e água, se constituindo, portanto, de recursos minerais naturais. O seu consumo, no Brasil e no mundo, é elevado, considerando que a maioria das estruturas da construção civil é executada com este material.

O elevado consumo de concreto representa uma extração insustentável de recursos naturais, necessitando intervenções tecnológicas e ambientais visando o prolongamento da vida útil das jazidas.

O Polietileno Tereftalato (PET) tem, nos últimos anos, sido utilizado para a produção de garrafas para envasamento de bebidas, representando, também, um problema ambiental, seja pelo descarte descontrolado ou ocupação volumétrica elevada nos aterros sanitários. A reciclagem das garrafas de PET tem apresentado crescimento significativo, ano a ano, motivada por diversas destinações de mercado de reciclados (têxtil, tintas, cerdas, exportação, dentre outras). A reciclagem das garrafas de PET, como todo processo industrial, também gera resíduos, os quais são descartados ou vendidos a pequenos recicladores.

A aplicação de resíduos de PET em substituição parcial do agregado miúdo no concreto é motivada pela necessidade de minimizar o consumo de recursos naturais e na destinação dos resíduos de PET em aplicações de longa duração, o que seria ambientalmente mais adequado.

Este trabalho propõe, portanto, a avaliação da viabilidade tecnológica e ambiental da incorporação de resíduos de PET em matriz de concreto de cimento Portland.

Palavras Chave

Resíduos de PET; Agregado de PET; Concreto com PET.

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é extremamente impactante, tanto na fase de produção, quanto na fase de uso do produto. A descrição deste problema envolve logicamente a interação entre os sistemas ecológico, econômico e sócio-cultural, com questões relacionadas com suas dinâmicas.

Desde a década de 1970, início da crise energética mundial do petróleo, se debate a necessidade de construções com menor impacto no meio ambiente. Atualmente, a aplicação dos conceitos de sustentabilidade na construção civil visa à minimização de impactos e a eficiência de suas funções de uso. Embora complexo, o conceito de sustentabilidade deve incorporar todos os referenciais sustentáveis das diversas tecnologias, rompendo paradigmas do modelo de construções tradicionais.

A indústria da construção civil consome até 75% de recursos naturais em seus processos, conforme Cincoto (1988). Este consumo elevado de recursos naturais induz a busca incessante de novas tecnologias e materiais alternativos para a construção civil.

A aplicação de resíduos de PET na construção civil é motivada pela necessidade de minimizar a vocação desta indústria em consumir um volume elevado de recursos naturais em seus processos e pela oportunidade de negócio. Os resíduos de PET reciclado pode ser uma opção viável para atender a demanda de novas tecnologias e materiais alternativos na construção civil, além de dá uma destinação com vida útil longa para o PET pós-consumo, conforme é proposta neste trabalho.

Este trabalho se justifica pela avaliação da viabilidade tecnológica e ambiental da incorporação de resíduos de PET em matriz de concreto de cimento Portland.

2. Revisão da Literatura

Considerações sobre a construção civil

A indústria da construção civil é conhecida como grande geradora de impactos ambientais, tanto na fase de produção, quanto na fase de uso do produto. Conforme John et. AL (2001, p.2) cerca de 6% do CO₂ produzido no Brasil é decorrente da descarbonatação do calcário durante a produção do cimento, a esse valor é necessário somar a parcela devida a queima de combustíveis fósseis, sendo a media mundial na ordem de 3%. O consumo elevado de recursos naturais induz a busca incessante de novas tecnologias e materiais alternativos para a construção civil.

O consumo elevado de recursos naturais induz a busca incessante de novas tecnologias e materiais alternativos para a construção civil.

Desde a década de 1970, início da crise energética mundial do petróleo, se debate a necessidade de construções com menor impacto no meio ambiente. Atualmente, a aplicação dos conceitos de sustentabilidade na construção civil visa à minimização de impactos e a eficiência de suas funções de uso.

Embora complexo, o conceito de sustentabilidade deve incorporar todos os referenciais de sustentabilidade das diversas tecnologias, rompendo paradigmas do modelo de construções tradicionais.

Assim, a escassez de matérias primas, a crise energética, o crescente consumo de produtos, o déficit habitacional e a degradação ambiental, estimulam a adoção de soluções sustentáveis para a construção civil, tais que envolvam a racionalização dos processos de produção, a redução de desperdícios e de resíduos de construção.

Na prática, o setor da construção civil se utiliza de inovações tecnológicas nos sistemas de produção e em seus componentes, visando o aumento da produtividade e a redução de custos, assim como quanto à durabilidade dos sistemas construtivos.

Atualmente, conforme Jonh et AL (2001), a proposta de discussão de uma Agenda 21 da Construção Sustentável, para o setor, envolve, entre outras condições, o uso de materiais com baixa energia incorporada, a durabilidade das construções, a eficiência energética, o uso passivo de recursos naturais (iluminação, conforto termo-acústico, compatibilidade com o microclima), gestão e economia do uso da água, reciclabilidade dos elementos construtivos, o uso de materiais reciclados como materiais de construção.

Embora o setor construção civil ainda apresente um consumo elevado de materiais tradicionais, a escassez das reservas naturais e as inovações tecnológicas têm induzido a utilização de novos materiais como compósitos de madeira e os polímeros em geral.

A oferta constante de todo tipo de material alternativo é fundamental para atender o consumo incessante da indústria da construção civil, desde que, testados e avaliados, apresentem desempenho e durabilidade compatíveis com as exigências de uso no setor.

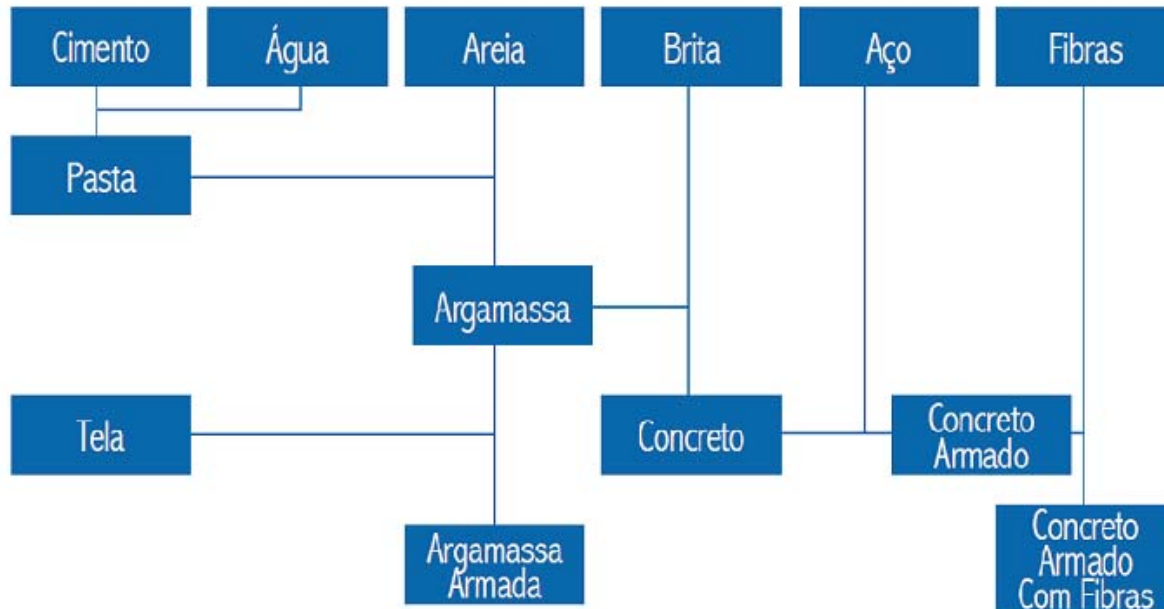
3.APRESENTAÇÃO GRÁFICA

Concreto de Cimento Portland

O concreto de cimento Portland se constitui em um material com consumo elevado no Brasil, pois tem aplicação na maioria das estruturas da construção civil, além de ser um importante elemento da arquitetura.

O consumo mundial de concreto é estimado em seis bilhões de toneladas, sendo o material de maior consumo no mundo, depois da água, segundo Dumêt (2008).

O concreto é um material obtido pela mistura homogenia entre o cimento Portland, o agregado miúdo,



o agregado graúdo e a água, basicamente, conforme pode ser visto no esquemático da Figura 01.

Figura 01 – Esquemático de mistura de cimento e outros materiais para obtenção de produtos.

Fonte: ABESC (2007)

A proporção volumétrica dos componentes, por m³de concreto (Figura 02), tem percentuais básicos, conforme ABCP (1997), de:

- Pasta (Cimento e água): 25% a 40% do volume;
- Agregados (miúdo e graúdo): 60% a 80% do volume;
- Ar incorporado: aproximadamente 3% do volume.

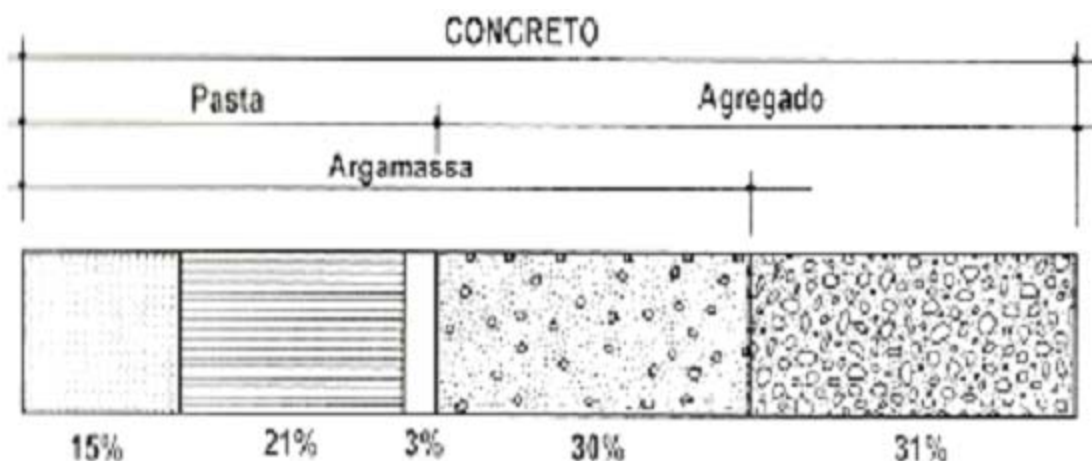


Figura 02 – Proporção dos componentes do concreto

Fonte: ABCP (1997)

Ressalta-se o consumo de agregados (60% a 80% do volume do concreto), recursos esgotáveis, o que induz a busca por materiais alternativos, possibilitando substituí-los, mesmo que parcialmente.

O PET (Politereftalato de Etileno)

O polietileno tereftalato é um polímero termoplástico da família do poliéster, polimerizado por condensação. Por muitos anos ficou conhecido simplesmente como “poliéster” e na forma de fibra, decorrente do uso inicial na indústria têxtil.

Em relação a sua morfologia, a molécula do PET é linear e se apresenta nas formas amorfas e cristalinas, onde o nível máximo de cristalinidade pode chegar a 55%, indicado na literatura. A presença das duas formas (amorfa e cristalina) no PET lhe confere a condição de polímero semicristalino.

Conforme Matos (2009), as resinas PET possuem viscosidade intrínseca adequada para transformação em embalagens (garrafas) com excelentes propriedades, destacando-se resistência mecânica, estabilidade dimensional e barreira a gases.

Considerando que a garrafa de PET pós-consumo representa a matéria-prima principal dos produtos reciclados, os tipos de reciclagens utilizadas, conforme a ASTM (1991), são a secundária, terciária e quartanária, ou em função do processo de reciclagem, pode ser mecânica, química ou energética.

A reciclagem mecânica das garrafas de PET, assim como em qualquer processo industrial, gera resíduos, entre os quais se destaca os rótulos, tampas, efluentes de lavagem e PET em forma de pó. Geralmente, os resíduos referentes ao pó de PET e as tampas são vendidos a outros recicladores com subproduto (MATOS, 2009).

No Brasil, aproximadamente 53% das embalagens de PET pós-consumo foram efetivamente recicladas em 2007, totalizando 230.000 t das 432.000 produzidas. As garrafas são recuperadas principalmente através de catadores, além de fábricas e da coleta seletiva operada por municípios (CEMPRE, 2008).

Assim como no Brasil, outros países também têm taxas de elevadas de reciclagem, como o Japão e alguns países da União Européia, indicando o interesse de reintegração do PET pós-consumo ao meio produtivo.

MATERIAL E MÉTODOS

Nesta seção, os métodos utilizados visam atender aos objetivos específicos referentes à avaliação Avaliar o desempenho tecnológico do concreto com diferentes adições de resíduos de PET (Politereftalato de Etileno), considerando o comportamento mecânico de resistência à compressão axial e resistência ao impacto.

Determinação dos índices físicos dos agregados e dos resíduos de PET

As matérias-primas, como os agregados miúdos e graúdos, assim como os resíduos de PET, utilizados na produção dos corpos de prova do concreto, serão caracterizadas quanto aos índices físicos (massa específica, massa unitária, granulometria).

Os ensaios de determinação dos índices físicos são padronizados conforme as normas da ABNT (NBR NM 45:2006, NBR NM 52: 03, NBR NM 53:03 e NBR NM 248: 03) e serão realizados no Laboratório de Materiais de Construção Civil (LMCC) do Departamento de Construção Civil do IFCE/CE.

Produção de Exemplares de Concreto

Os exemplares de concreto serão produzidos conforme as proporções apresentadas na Tabela 01. Conforme a norma ABNT NBR 12655:06, será produzido o mínimo de seis exemplares, com dois corpos de prova por exemplar.

Os percentuais de resíduos de PET, identificados na Tabela 01, representam as proporções de substituição volumétrica do agregado miúdo. O exemplar 01 refere-se aos corpos de prova padrão, sem incorporação de resíduos de PET (0%).

Tabelas 01 – Exemplares de concreto e proporção de resíduos de PET

EX 01	0
EX 02	10
EX 03	20
EX 04	30
EX 05	40
Identificação do Exemplar	Proporção de PET (%)

Determinação das resistências a compressão e impacto

Os exemplares dos concretos produzidos serão submetidos a ensaios padronizados, de acordo com a norma ABNT NBR 5739 – Ensaio de Compressão de Corpos de Prova Cilíndricos e a avaliação de impacto por meio da norma ABNT NBR 15575 – Edifícios habitacionais até 5 pavimentos – Desempenho

Os ensaios de caracterização serão realizados no Laboratório de Materiais de Construção Civil (LMCC) do Departamento de Construção Civil do IFCE/CE.

4. RESULTADOS ESPERADOS

A realização da pesquisa propiciará resultados qualitativos e quantitativos do desempenho do concreto de cimento Portlando adicionado com resíduos de PET.

Os resultados qualitativos podem gerar indicadores de aplicações nos diversos elementos construtivos da construção civil.

Os resultados quantitativos podem gerar indicadores de limite de desempenho da função técnica dos elementos construtivos, assim como a estimativa da quantidade de resíduos de PET necessária para esta destinação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 12.655:

Concreto de Cimento Portland – Preparo, Controle e Recebimento - Procedimento. Rio de Janeiro. 2006.

_____. NBR NM 45: Agregados – Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro. 2006.

_____. NBR NM 52: Agregado miúdo – Determinação da massa específica. Rio de Janeiro. 2003.

_____. NBR NM 53: Agregado graúdo – Determinação da massa específica. Rio de Janeiro. 2003.

_____. NBR NM 248: Agregados– Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro. 2003.

CINCOTTO, M. A. (1988). Utilização de subprodutos e resíduos na indústria da construção civil. In: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Tecnologia de edificações. 1ª.Ed. São Paulo. Construtora Lix da Cunha S.A

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE UMA LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO APÓS EXERCIDA SUA VIDA ÚTIL DE PROJETO

C. G. Moreira¹; D. N. Maia²; J. R. Chaves³; C. V. A. Maia⁴ e H. A. S. Filho⁵

^{1, 2, 3, 4 e 5}Instituto Federal do Ceará – Campus Limoeiro do Norte

camilagoncalvesmoreira@yahoo.com.br – daiane.maya@hotmail.com – jasbasrodrigues@ifce.edu.br –
cvamaia@hotmail.com – heraldo@ifce.edu.br

RESUMO

A ETE Limoeiro é composta por uma lagoa facultativa, sendo responsável pelo tratamento do esgoto de alguns bairros na cidade de Limoeiro do Norte – CE. Com o passar dos anos, a lagoa de estabilização atingiu sua vida útil e acaba recebendo mais esgoto do que suportaria quando foi construída. Assim, objetivou-se a analisar o efluente em três diferentes pontos da lagoa. Dentre os resultados, pode-se destacar a remoção de 96% do material sólido em ambos os pontos e a ineficiência da remoção da carga orgânica na lagoa, sendo a falta de manutenção um possível fator para essa ineficiência. Com base na legislação estadual, Portaria N° 154 de 22 de julho de 2002 (SEMACE) e Resolução CONAMA N° 357 de 17 de julho de 2005, pudemos comparar os resultados obtidos a partir de variáveis físico-químicas e biológicas.

Palavras-chave: Efluente, lagoa de estabilização, lagoa facultativa, vida útil, parâmetros físico – químicos.

1. INTRODUÇÃO

Hoje no Brasil grande parte da população vive nas cidades, com isso o aumento dos problemas ambientais no país vem crescendo constantemente. Um desses problemas sem dúvida alguma é o saneamento básico. A falta da coleta seletiva e o tratamento dos esgotos domésticos é um dos principais responsáveis pela degradação dos corpos d'água, além de provocar elevados índices de doenças relacionados à inexistência ou ineficiência de serviços de saneamento básico causando problemas para a saúde da população residentes destas cidades.

Os esgotos são os despejos provenientes das diversas modalidades do uso das águas. Os esgotos são compostos de 99,9% de água e 0,1% de matéria sólida. (VON SPERLING, 1996b). Ainda que somente 0,1% do esgoto seja constituído de impurezas de natureza física, química, e biológica, e o restante seja água, o contato com esses efluentes e sua ingestão são responsáveis por cerca de 80% de doenças e 65% das internações hospitalares. (FUNASA, 2009).

Segundo o IBGE (2000), apenas 20,2% do esgoto gerado no Brasil é coletado e tratado, assim, deve-se buscar tecnologias adequadas para o tratamento do esgoto, visando principalmente atender as condições de cada região. A eficiência do tratamento do esgoto seja qual for sua natureza, depende do método empregado na elaboração e execução do projeto da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE).

Dentre as varias tecnologias disponíveis atualmente, as lagoas de estabilização são as mais utilizadas no Brasil, devido sua simplicidade, está apta ao clima favorável do país, e por possuir baixo custo na construção e aplicação desta tecnologia nas cidades. Os resultados obtidos com esse tipo de tratamento são bastante satisfatórios em termos de remoção de matéria orgânica.

O presente trabalho busca avaliar a eficiência da lagoa de estabilização localizada no município de Limoeiro do Norte constituído por uma lagoa facultativa quanto à remoção de *Escherichia coli*, ovos de helmintos e de algumas variáveis físico-químicas, considerando que esta lagoa está funcionando com uma sobrecarga de esgoto, já que esta está recebendo uma demanda maior do que deveria quando foi projetada e já atingiu seu tempo de vida útil, podendo estes problemas afetar alguns dos resultados dos parâmetros realizados.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As lagoas facultativas são a variante mais simples dos sistemas de lagoas de estabilização. Basicamente, o processo consiste na retenção dos esgotos por um período de tempo longo o suficiente para que os processos naturais de estabilização da matéria orgânica se desenvolvam. As principais vantagens e desvantagens das lagoas facultativas estão associadas, portanto, à predominância dos fenômenos naturais. (VON SPERLING, 2002). Dentre estes fenômenos estão a radiação solar, temperatura e o vento, que influenciam nos mecanismos de detenção da lagoa. No entanto, como a natureza é lenta, é necessário um longo período de tempo de detenção para que as reações se completem.

Com o passar do tempo de funcionamento, acumula-se lodo no fundo da lagoa, sendo este resultado dos sólidos em suspensão do esgoto bruto, incluindo areia, microorganismos (bactérias e algas) sedimentados. De acordo com Von Sperling (2002), as características do lodo armazenado nas lagoas de estabilização são função do tempo de retenção deste na lagoa, usualmente da ordem de alguns anos a vários anos. Neste período, o lodo sofre adensamento e digestão anaeróbia, o que reflete nos elevados teores de sólidos totais (ST).

As lagoas facultativas possuem um tempo de vida útil para seu funcionamento. Segundo Von Sperling (2002), considera-se uma vida útil de 20 anos para as lagoas de estabilização. Dimensionando os dados da população, vazão afluente, DBO afluente e temperatura, pode-se ter um resultado mais

preciso. Passado esse tempo, todo o lodo acumulado pode ser removido, seja com técnicas de remoção do lodo ou com a paralisação do funcionamento da lagoa, pois este lodo acumulado pode causar alguns problemas operacionais, como maus odores, proliferação de insetos, crescimento de vegetais, dentre outros.

Outro problema operacional da lagoa é a sobrecarga de esgoto e diminuição do tempo de detenção. Estes podem afetar significativamente na operação da lagoa, causando o abaixamento do pH, queda da concentração de OD, mudança na cor do efluente de verde-amarelado (predominância de rotíferos e crustáceos, que se alimentam das algas), aparecimento de zonas cinzentas junto ao afluente e maus odores. (VON SPERLING, 2002).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

A área de estudo compreende a lagoa de estabilização localizada no município de Limoeiro do Norte, que possui as seguintes dimensões: 90 m de largura, 210 m de comprimento e 1,8 a 2,0 m de profundidade. Sendo habitadas por vários tipos de organismos vivos – bactérias, algas, macro invertebrados, protozoários – que coexistem da interação entre eles e o próprio meio ambiente.

A Lagoa da ETE Limoeiro recebe contribuições desde 1981, tendo sido dimensionada para receber um total de 800 ligações (SAAE, 2010). Atualmente, a contribuição está em torno de 1956 ligações (150% a mais do seu limite), para daí, ser lançado no corpo hídrico receptor, denominado Rio Jaguaribe, distante 300 metros da ETE.

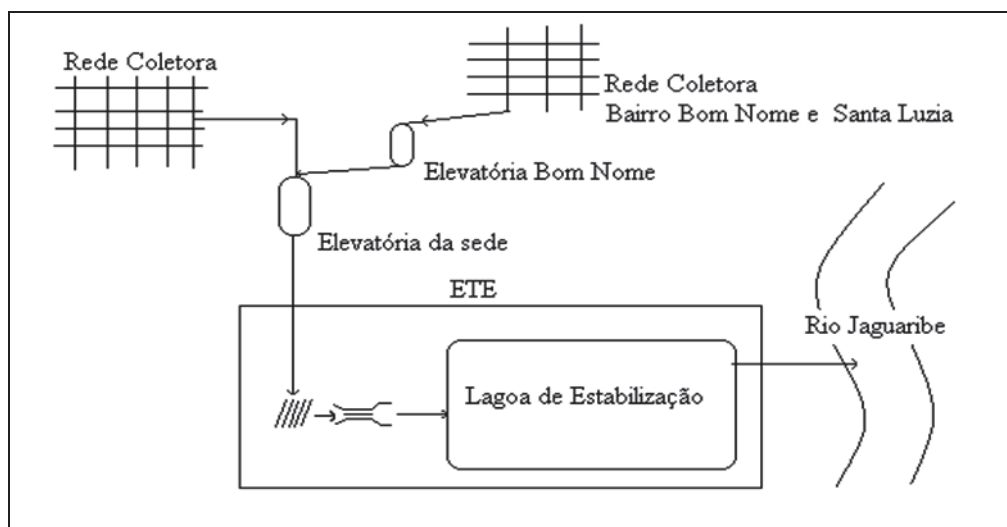


Figura 1 - croqui da ETE Limoeiro

3.2 Fonte de Dados

Em parceria com o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE - Campus Limoeiro do Norte, o Sistema de Abastecimento de Água e Esgoto - SAAE iniciou um projeto para avaliar a eficiência da Lagoa de Estabilização.

Foram realizadas quatro coletas, no qual aconteceram de quinze e quinze dias. As coletas deram início no dia 23/05/2011 e foram analisados três pontos: a entrada (P1), o meio (P2) e a saída (P3) dos efluentes da Lagoa. Foram analisados os seguintes parâmetros: pH, Temperatura, Sólidos, DQO, Nitrogênio amoniacal, Nitrito, Nitrato, Coliformes Termotolerantes, Fósforo e Ovos de Helminhos, sendo

que o último só foi realizado uma vez por mês. Com base nos resultados obtidos, pôde-se avaliar a eficiência do tratamento da Lagoa.

Tabela 1 – Coletas realizadas

Períodos de coleta	Controles de entrada		
	Entrada – P1	Meio – P2	Saída – P3
1ª Coleta (23/05/2011)	165	166	167
2ª Coleta (14/06/2011)	208	209	210
3ª Coleta (28/06/2011)	223	224	225
4ª Coleta (12/07/2011)	253	254	255

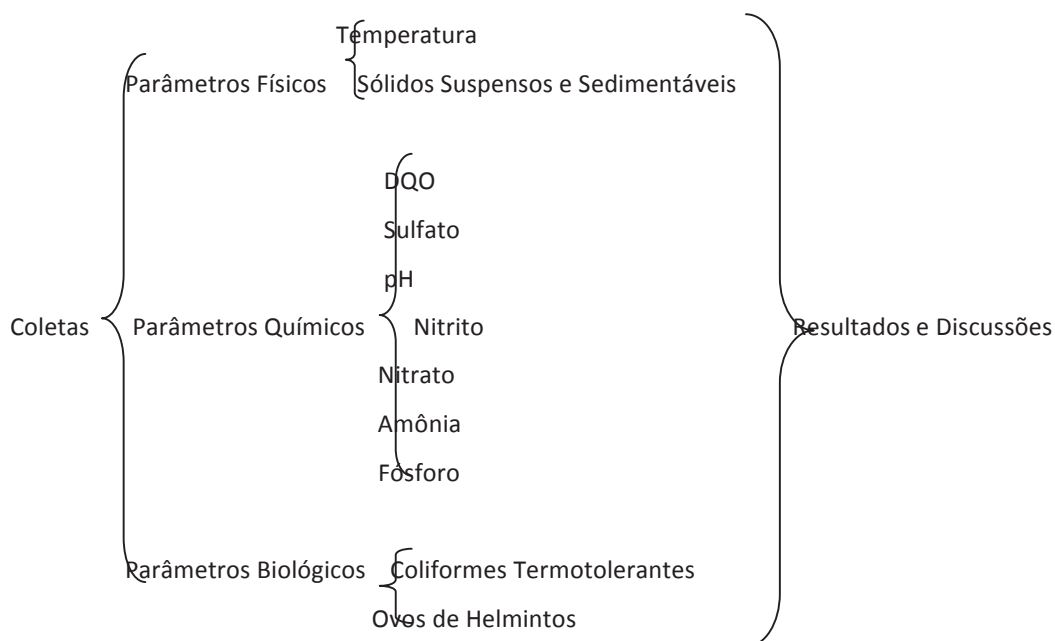


Figura 2 – Metodologia e parâmetros utilizados

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

A Tabela 2 apresenta os valores médios e porcentagem de remoção obtida para as variáveis analisadas, nos pontos P1, P2 e P3.

Tabela 2 – Valores médios para cada variável nos pontos de monitoramento

Parâmetros	Unidades	P1 Média	P2 Média	P3 Média	% Remoção	
					P2	P3
pH	-	6,70	7,36	7,26	-	-
Temperatura	°C	30,0	30,08	29,73	-	-
Sólidos Sedimentáveis	ml.L ⁻¹	7,6	0,3	0,3	96	96
Sólidos suspensos totais	mg.L ⁻¹	388,50	263,50	272,50	32,1	29,8

Nitrogênio Amoniacal	mg N-NH ₄ . L ⁻¹	75,6	26,88	27,16	64,4	64,0
Nitrito	mg N-NO ₂ . L ⁻¹	0,20	0,19	0,19	4,8	4,8
Nitrato	mg N-NO ₃ . L ⁻¹	0,13	0,38	0,42	-	-
Fósforo	mg P . L ⁻¹	6,64	3,42	3,19	48,4	51,92
DQO	mg.L ⁻¹	225,18	260,23	201,76	0	10,4
E. Coli	NMP/100mL	1,4. 10 ⁶	8,0. 10 ⁵	2,0. 10 ⁵	57,15	85,72
Ovos de Helmintos	Ovos. L ⁻¹	25	-	0,0	-	100

4.1 Parâmetros físicos

4.1.1 Sólidos e temperatura

Em relação aos sólidos suspensos totais (SST) a lagoa de estabilização vem demonstrando baixa eficiência apresentando valor médio de 30% de remoção. Os resultados estão relacionados à falta de controle operacional da ETE Limoeiro. A baixa eficiência pode está relacionado ainda à falta de operação e manutenção na lagoa, como também a presença massiva de algas no meio da lagoa (P2) e no esgoto efluente (P3).

A lagoa demonstrou boa capacidade de sedimentabilidade dos materiais sólidos tanto no P2 como P3, os resultados foram bem expressivos em relação a este parâmetro havendo a remoção média de 96% do material sólido em ambos os pontos. Esta operação física é importante neste tipo de sistema de tratamento de esgoto por formar a zona de lodo responsável pelos processos biológicos de tratamento. Nenhuma das amostras apresentou substancias não sedimentáveis que exigiria além dos processos oxidativos processos de coagulação para a remoção.

A temperatura média do esgoto apresentou-se praticamente invariável para os três pontos de coleta (P1), (P2) e (P3) sendo igual a 30,0 30,08 e 29,73°C respectivamente. Esta temperatura está de acordo com a temperatura ótima para as atividades bacteriológicas referida por Metcalf & Eddy (1991) que é da ordem de 25 a 35°C.

4.2 Parâmetros químicos

4.2.1 pH

Em relação ao pH os resultados para os pontos 01, 02 e 03 demonstraram pouca variação deste parâmetro não ocasionando interferências nos processos biológicos de digestão aeróbia e anaeróbia, a manutenção sempre próximo a neutralidade e dentro da faixa de esgoto tipicamente doméstico (6,7-8,0) garante o atendimento a legislação vigente e a manutenção da vida aquática.

4.2.2 Nutrientes (fósforo total e nitrogênio amoniacal)

A concentração média de fósforo do esgoto bruto é de 6,64 mg.L⁻¹ estando dentro da faixa típica em que varia de 4-15 mg.L⁻¹. A remoção de fósforo na lagoa foi da ordem de 48,43% (P2) 51,92% (P3), provavelmente devido aos processos de sedimentação do fósforo particulado.

Os valores de nitrogênio amoniacal do esgoto efluente se encontram acima da faixa de concentração típica de esgoto de 20-35 mg.L⁻¹. A remoção média de amônia foi da ordem de 64% os pontos P2 e P3. A remoção se deve principalmente aos processos de dessorção em vista que os resultados de nitrito e nitrato não apresentaram a presença dos mecanismos de nitrificação-desnitrificação na remoção de nitrogênio, mecanismos estes pouco expressivos em relação à remoção em lagoas de estabilização.

4.2.3 Demanda Química de Oxigênio

Em relação à remoção de matéria orgânica a lagoa se mostrou ineficiente a DQO média afluyente (entrada) é 225,18 mg.L⁻¹ e a concentração média do efluente (saída) do sistema de tratamento é 201,76 mg.L⁻¹, o que representa uma remoção de apenas 10,4% da carga orgânica.

4.3 Parâmetros biológicos

4.3.1 Coliformes

A concentração (NMP/100 mL) de E. coli no esgoto bruto (P1) foi de 1,4. 10⁶ valor dentro da faixa típica para esgoto estritamente doméstico Von Sperling (2005). A remoção média de E. coli foi de 57,15% (P2) atingindo 85,72% na saída (P3).

4.3.2 Ovos de helmintos

A concentração média de ovos de helmintos do esgoto afluyente (P1) foi de 25,0 ovos.L⁻¹. A grande parte dos ovos é representada por Ascaris lumbricoides, sendo observados ainda ovos de Cisto de entamoeba e giárdia lambia. No esgoto efluente não foi encontrado ovos (P3), em uma das coletas foi impossibilitado à contagem devido a elevada concentração de biomassa algal na amostra representada pela saída da ETE.

5. CONCLUSÃO

Vários são os fatores que influenciam no funcionamento da lagoa de estabilização de Limoeiro do Norte, que, dependendo das condições em que se encontram, os mesmos são responsáveis por sua eficiência. Como existe um falta de controle da ETE Limoeiro e esta está recebendo uma sobrecarga de esgoto, ocorre à baixa eficiência de alguns parâmetros realizados, como Sólidos suspensos Totais – SST e a Demanda Química de Oxigênio - DQO. Estes podem está relacionados à falta de operação e manutenção da lagoa.

Como a lagoa atingiu sua vida útil, a digestão anaeróbia do lodo de fundo pode gerar subprodutos solúveis não estabilizados, os quais, ao serem reintroduzidos na massa líquida superior, são responsáveis por uma nova carga de matéria orgânica. Tal ocorre em maior taxa nos períodos mais quentes. Assim, os meses de verão podem não ser necessariamente os meses de melhor desempenho da lagoa. (Abdel-Razik, 1991).

Quanto aos outros parâmetros realizados, a ETE Limoeiro apresenta índice satisfatório em atendimento à legislação estadual, Portaria N° 154 de 22 de julho de 2002 (SEMACE) e Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005.

Para um melhor funcionamento da ETE Limoeiro do Norte, será necessária uma manutenção periódica da lagoa, bem como as análises físico-químicas e biológicas serem realizadas com uma maior frequência, aumentando sua confiabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ABDEL-RAZIK, M.H. **Dynamic modelling of facultative waste stabilization ponds**. PhD Thesis, Imperial College, 1991.

CONAMA. **Conselho Nacional de Meio Ambiente**. Resolução 357 de 17 de março de 2005.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Censo 2000. Disponível em < www.ibge.gov.br >. Acesso em 22/08/2011.

FUNASA. **Programa de Melhorias Sanitárias**. 2009.

METCALF & EDDY. **Wastewater Engineering: Treatment, Disposal And Reuse**. 3ª Ed. New York: McGraw-Hill, 1991.

SAAE. **Plano de Saneamento Básico de Limoeiro do Norte-CE**. 2010

SEMACE. **Superintendência Estadual de Meio Ambiente**. Portaria 154 de 22 de julho de 2002.

VON SPERLING, Marcos. **Lagoas de Estabilização**. 2 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2002.

VON SPERLING, Marcos. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: Princípios básicos para o tratamento de esgotos**. 5 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 1996b.

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DA NITRIFICAÇÃO EM SISTEMA DE LODO ATIVADO

B. G. Lima¹; F. S. Peixoto²; F. J. O. Lima³; E. V. M. Santos⁴ e H. A. S. Filho⁵

^{1, 2, 3, 4 e 5} Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia– Campus Limoeiro do Norte
brunaaifce@hotmail.com - socorropeixoto2009@hotmail.com- josivan_kiss@hotmail.com-
elivania.ifce@yahoo.com.br - heraldo.ifce@yahoo.com.br

RESUMO

O sistema de lodo ativado consiste em um tratamento biológico que é um das formas mais eficazes em termos de relações custo/benefício de tratamento de águas residuárias com remoção de nutrientes, onde se destaca também a disponibilidade de oxigênio, e a ocorrência quase inevitável do processo de nitrificação.

Tomando-se como base o nordeste brasileiro por possuir um clima semi-árido, temperaturas elevadas e sabendo-se ainda que o uso de sistemas nitrificantes possibilitam garantia de minimização em impactos ao meio ambiente, visto que se promove uma maior estabilidade do nitrogênio (amônia convertida em nitratos), é que se propõe este trabalho para avaliar o processo da nitrificação que vem se tornando uma alternativa que apresenta vantagens diretas aos sistemas de lodo ativado.

Para tanto, foi construído um Reator em Bateladas Sequenciais (RBS), com idade de lodo de 20 dias, onde foi realizado a partir de sua partida e operação, um monitoramento físico-químico e acompanhamento da eficiência por meio de testes com a água residuária tipicamente doméstica gerada no IFCE Campus, Limoeiro do Norte, Ceará.

A utilização de parâmetros físico-químicos tais como temperatura, pH, oxigênio dissolvido e amônia auxiliaram na busca de dados que comprovassem a efetiva atuação de bactérias autotróficas nitrificantes no sistema operado, inclusive avaliando-se possíveis perdas de lodo associadas à redução na remoção de amônia.

O acompanhamento e a identificação da eficiência do processo da nitrificação serviram para se considerar bastante claro que há como se operar de forma racional os sistemas de tratamento de esgotos quando aliados aos conhecimentos prévios referentes à microbiologia atuante.

Palavras-chave: Lodo Ativado, Nitrificação, reatores em Bateladas Seqüenciais.

1. INTRODUÇÃO

No meio aquático quando há presença de nitrogênio em excesso, pode ocorrer um processo conhecido por eutrofização, que é o fenômeno causado pelo excesso de nutrientes (fósforo ou nitrogênio) onde há um aumento de algas que conseqüentemente pode ocasionar uma diminuição da disponibilidade de oxigênio dissolvido.

Os sistemas de lodo ativado são muito conhecidos e utilizados no tratamento com remoção de nutrientes de águas residuárias domésticas e industriais em diversos países inclusive no Brasil, como é o caso do nordeste por possuir condições favoráveis. Esses sistemas promovem um processo denominado nitrificação (conversão de amônia a nitrito e a nitrato) que antecede a remoção efetiva do nitrogênio no líquido (processo de desnitrificação). Contudo destaca-se que a nitrificação favorece a minimização de impactos nos ecossistemas aquáticos, visto que a demanda por oxigênio é reduzida quando o nitrogênio apresenta-se na forma de nitrato.

Comparados ao sistema convencional de lodos ativados, o sistema do tipo Reatores em Bateladas Seqüenciais (RBS) sob condições operacionais adequadas, pode apresentar uma boa qualidade além de facilidade na sua automação que reduz custos desnecessários. Destaca-se ainda que os processos de degradação biológica e de decantação ocorrem em um único tanque reduzindo demanda por áreas e simplificando o projeto. A nitrificação ocorre quando há presença de oxigênio em seguida a desnitrificação quando não há oxigênio e sim a presença de nitrato (VON SPERLING, 1997).

Segundo Van Handel e Marais (1999) a nitrificação ocorre de dois processos seqüenciados onde somente o primeiro passo, que é a oxidação de amônia para nitrito tem importância para o processo de nitrificação, o segundo passo ocorre muito rápido que é a conversão do nitrito há nitrato. A nitrificação ocorre através da ação de microrganismos e em muitas vezes por bactérias, que pertencem ao gênero Nitrosomonas, que converte amônia a nitrito e ao gênero Nitrobacter que converte o nitrito a nitrato. (SILVA FILHO, 2009)

Segundo Von Sperling (1997) vários fatores podem influenciar para o crescimento de organismos nitrificantes, tais como a temperatura, ph e o oxigênio dissolvido. Levando isso em consideração esse trabalho procurou avaliar a remoção de nutriente pelo processo da nitrificação, que é mais econômico além de ser um modo mais rápido, compacto e eficiente de tratamento.

Neste trabalho propôs-se avaliar a nitrificação que é um dos princípios básicos para que se promova posteriormente a remoção biológica de nitrogênio onde ocorre a oxidação da amônia a nitrito e em seguida a nitrato, diferenciando-se da desnitrificação na qual ocorre a conversão do nitrato a nitrogênio gasoso.

2. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

2.1 Nitrogênio

Em esgotos domésticos, quem predomina é o nitrogênio em forma orgânica/albuminóide, seguido da amônia livre/amoniacal. A importância de ter o conhecimento da presença e quantificação do nitrogênio nas suas diversas formas na água refere-se ao consumo de oxigênio dissolvido necessário durante o processo de nitrificação, ou seja, a capacidade da conversão de nitrogênio amoniacal a nitrito e este a nitrato que causa a proliferação de algas que usam o nitrogênio para seu crescimento. Se for detectado muito nitrogênio amoniacal na água, isso vai significar que existem matérias orgânicas em decomposição e que este ambiente está pobre em oxigênio (SANTOS, 2009).

Levando em conta que a amônia pode se encontrada tanto na sua forma não ionizada/NH₃ tornando tóxica aos peixes e, na forma ionizada/NH₄⁺(amônia inorgânica ou amônio). Dependendo de parâmetros tais como o ph e temperatura o nitrogênio amoniacal vai de pouco a muito tóxico, onde pode causar uma influência na capacidade de contenção da fração tóxica no meio, mais se for encontrado em baixas concentrações e com o ph adequado não irá causar nenhum dano a seres humanos nem a animais. Por isso é muito importante realizar a medição do nitrogênio amoniacal, tanto para constatar a presença de esgotos domésticos lançados recentemente no corpo hídrico, como um indicador do consumo de oxigênio no processo de nitrificação citados anteriormente que causam o crescimento de algas (SILVA FILHO, 2009).

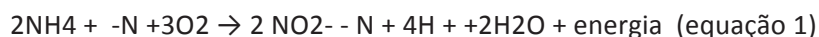
2.2 Nitrificação no Sistema de Bateladas

Os sistemas de lodos ativados são capazes de realizar tratamento terciário tais como a dos nutrientes: nitrogênio e fósforo. Em regiões com temperaturas acima de 20°C, a nitrificação irá se desenvolver. No Brasil que possui normalmente temperaturas elevadas, se torna inevitável o crescimento das bactéria nitrificadoras. (VAN HAANDEL; MARAIS, 1999).

Segundo Von Sperling (1997) o processo de lodos ativados está relacionado ao sistema de tratamento convencional onde em um único tanque ocorre a decantação primária, a oxidação biológica e a decantação secundária ,utilizando seqüências no tempo ao invés de unidades separadas nos processos e operações. O processo de lodos ativados em batelada é feito de aeração prolongada, que em tempos maiores, faz com que o lodo se estabilize no tanque de aeração e diminui o excesso de lodo a ser eliminado. O processo consiste numa mistura completa com todas as etapas de tratamento ocorrendo em um único tanque. Os ciclos normais de tratamento são:

- Enchimento: que corresponde à entrada de esgoto bruto ou decantado no reator;
- Reação: consiste na aeração e mistura da massa líquida contida no reator;
- Sedimentação: sedimentação e separação dos sólidos em suspensão do esgoto tratado;
- Esvaziamento: onde é retirada do esgoto tratado do reator;
- Repouso: que é o ajuste de ciclos e remoção do lodo excedente, esse ciclo é opcional.

Segundo Von Sperling (1997) o processo de nitrificação são realizados por microrganismo autótrofos quimiossintetizantes (ou quimioautótrofos), onde a principal fonte é o gás carbônico,e obtém-se a energia através da oxidação de um substrato inorgânico (como a amônia) a formas mineralizadas. São responsáveis pela conversão de amônia a nitritos as bactérias como a do gênero Nitrosomonas, e acordo com a reação a seguir:



Já na oxidação dos nitritos a nitratos é realizado pelas bactérias do gênero Nitrobacter, como mostra a seguinte reação:

$2\text{NO}_2^- - \text{N} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_3^- - \text{N} + \text{energia}$ (equação 2)

Onde a reação da nitrificação se dá através da soma das equações 1 e 2 citadas anteriores:

$\text{NH}_4^+ - \text{N} + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_3^- - \text{N} + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} + \text{energia}$

Onde deve ser percebido o consumo de oxigênio livre e a liberação de H^+ ocasionando o decaimento do pH (VON SPERLING, 1997).

2.3 Parâmetros que influenciam na nitrificação

Com relação à variação das condições ambientais tais como: oxigênio dissolvido, pH, alcalinidade, temperatura como também substâncias tóxicas ou inibidoras, os microrganismos autotróficos se tornam muito sensíveis (SILVA FILHO, 2009).

2.3.1 Temperatura

Para a manutenção da vida microbiana a temperatura é importantíssima como também para as reações bioquímicas. Segundo Von Sperling (1997) a temperatura influencia a taxa de crescimento dos organismos nitrificantes. A temperatura ideal para o crescimento de bactérias nitrificantes ocorre entre 25 a 30°C. Na nitrificação a temperatura é indispensável onde o processo pode acontecer entre 5 e 45°C e encontrando-se ótimo entre 25 e 32°C.

2.3.2 Potencial Hidrogeniônico (pH) e alcalinidade

O pH é um dos parâmetros de controle, que é importante porque tem influência nas reações que ocorrem no processo da nitrificação. Segundo Von Sperling (1997) a nitrificação causa o decaimento do pH gerando H^+ , onde este decréscimo ocorre por causa da capacidade tampão (alcalinidade), onde se deve haver um controle do mesmo para que não venha comprometer o sistema.

O pH ideal para Nitrosomonas encontra-se entre 7,8 e 8,0, já para as Nitrobacter o pH ideal vai ser de 7,3 até 7,5. As Nitrosomonas crescem muito pouco em faixa de pH abaixo de 7,0 e o aumento em amônia pode tornar-se evidente, já em faixa de 6,5 o seu crescimento vai ser inibido, e deve ter o cuidado com a amônia e o pH na faixa 6,5 pois a amônia vai se encontrar levemente tóxicas, ionizada $\text{NH}_3 +$ (SANTOS, 2009).

2.3.3 Oxigênio Dissolvido (OD)

Segundo Von Sperling (1997) o OD é indispensável para que ocorra a nitrificação caso o oxigênio dissolvido abaixo irá dificultar o processo. Só irá desenvolver a nitrificação se o níveis de OD excedem 80% de saturação, e se houver um caimento para 2,0 mg/L (ppm) já não vai ocorrer o processo de nitrificação (SILVA FILHO, 2009).

3. METODOLOGIA

No desenvolvimento do experimento, foi utilizado um reator em Bateladas Sequenciais (RBS) com um volume total de 70 L, o esgoto tipicamente doméstico do Instituto Federal de Educação, Ciência e

Tecnologia do Ceará, CE, Brasil entrava no sistema pela superfície do reator, após ser bombeado de um tanque de armazenamento (Figura 1).



Figura 1 - Reator em Bateladas Seqüenciais (RBS) com temporizador e aerador.

A aeração é feita através de um nebulizador de ar, que enviava o ar para o interior do reator. O reator foi operado com ciclos de 24 h, conforme se mostra na Tabela 1

Tabela 1 - Horários de funcionamento do sistema RBS montado.

Reação com aeração	Reação sem aeração
De 1h até 3 h da manhã	Das 4 h às 7 h da manhã
Das 8 h às 12 horas	De 13 h á 14horas (ocorre o esvaziamento e enchimento)
Às 15 horas	De 16h às 18 horas da noite
Das 19h às 21 horas da noite	De 22h da noite ás 24 h

Para a realização de monitoramento foram coletadas amostras nas fases aeróbias e anóxicas do reator, sendo que para a nitrificação só é de interesse as fases anaeróbias do sistema, que tem horas determinadas pelos operadores, de acordo com a Tabela 1 e ocorre em ciclos semanais. Para a determinação da desnitrificação foram realizadas as seguintes análises: Nitrogênio Amoniacal destilado com destilador UDK 130 A e titulado com ácido sulfúrico 0,02N.

Foram realizados testes para a detecção da eficiência do processo de nitrificação no RBS, para tanto, foram usados os seguintes parâmetros:

- pH, utilizando o método Potenciométrico (APHA et al. 2005).
- Temperatura e OD por meio de Eletrométrico (APHA et al. 2005).
- Amônia pelo método da titulação (APHA et al. 2005).

4. RESULTADOS E DICURSSÕES

4.1 Parâmetros analisados no Reator Seqüencial em Bateladas

Na Tabela 2 a seguir podem-se observar os parâmetros analisados no sistema de lodo ativado, tais como são pré-requisitos para que haja o processo da nitrificação.

Tabela 2- Parâmetros analisados no Sistema Batelada.

Temperatur a dentro do Sistema Batelada (oC)	pH (-)	OD na Reação com Aeração (mg/L)	Temperatur a Ambiente (oC)	MÉDIA (mgNH ₃ /L) da Amônia do Esgoto Bruto	MÉDIA (mgNH ₃ /L) da Amônia do Sistema Batelada	Remoção de Amônia (mg/L)	EFICIÊNCIA (%)
28,6	6,2	6,4	34,5	84,0	4,4	79,5	95%
28,0	6,6	6,8	31,2	83,4	3,0	80,3	96%
24,7	7,2	6,7	26,1	10,3	2,8	7,56	73%
27,2	7,1	7,3	30,5	37,5	5,0	32,4	87%
27,7	7,5	6,5	28,8	65,2	5,0	60,2	92%
25	7,4	6,7	24,2	72,2	6,4	65,8	91%
25,9	7,9	6,7	32,7	8,4	3,0	5,32	63%

Com os dados presentes na Tabela 2, pode-se observar que a temperatura do RBS obteve-se resultados dentro da faixa ideal para o crescimento de bactérias nitrificantes. Notou-se que a concentração de OD se manteve boa para o processo da nitrificação, e o pH apesar de ter se encontrado baixo dificultando o crescimento das bactérias nitrificantes sempre é adicionado algum composto alcalino (como hidróxido de sódio) em concentrações pequenas (próximas de 0,02 N) para manter o pH próximo do valor neutro, mas contudo pode ser notado que em muitas vezes o valor do pH se manteve entre 7,15 e 7,97 que está dentro da faixa de pH ideal para as bactérias autotróficas.

A amônia, como se pode perceber no esgoto bruto, apresenta-se quase sempre em concentrações elevadas, mas quando passa no sistema em batelada diminui consideravelmente sua carga poluidora e isso é um fator que comprova, mesmo que indiretamente, que o processo estudado encontra-se em pleno funcionamento.

A variação na remoção de amônia em termos percentuais apresentou-se em uma variação pontual de 73% à 96%, destacando-se que na amostragem do dia em que se obteve o menor percentual, a concentração de amônia veio atípica e bastante reduzida, o que pode ter interferido nos resultados globais de eficiência.

5. CONCLUSÃO

Observou-se a fixação e a manutenção de lodo autotrófico nitrificante sendo confirmado também a partir de dados físico-químicos onde houve a remoção muito eficiente da amônia nesse reator.

Com os resultados obtidos pode-se notar que o sistema RBS demonstrou ser uma tecnologia viável e indicada para o tratamento de águas residuárias que tenham como intuito, pelo menos, atingir a estabilização de compostos nitrogenados. Isso pode ser comprovado a partir dos dados de eficiência na remoção de amônia confirmando-se de forma indireta a ocorrência do processo de nitrificação.

REFERÊNCIAS

APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21th edition. Washington: American Public Health Association, 2005.

SILVA FILHO, H. A. **Nitrificação em Sistemas de Lodo Ativado**. 2009. 134 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009.

VAN HAANDEL, A. C., MARAIS, G. v. R. (1999). **O Comportamento do Sistema de Lodo Ativado: Teoria e Aplicações para Projetos e Operações**. Campina Grande: Epgraf, 488 p.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Belo Horizonte, DESA/UFMG; 1997. Vol. 4.

Site da Internet. Nitrogênio. Disponível em: <<http://saocamilolab.com.br/exames/?indice=N&id=3817>>

Acesso em: 17 set 2011, 12:00.

Site da internet. pH, temperatura e OD. Disponível em:< <http://www.bioconlabs.com/nitribactfacts.html>

>Acesso em: 18 set 2011, 20:33.

Site da internet. Temperatura, Disponível em

:<<http://naturlink.sapo.pt/article.aspx?menuid=6&cid=41449&bl=1&viewall=true>> Acesso em: 19 set 2011, 21:37.

AGRADECIMENTOS

Ao IFCE, Campus Limoeiro do Norte (CE), ao CNPq pela concessão de bolsa de pesquisa, e ao Laboratório de Controle Ambiental (LCA) pelo fornecimento de equipamentos para a realização dos testes.

AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO E DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO EM LARANJAL DO JARI, AP

R. M. R. Neto¹; H. P. Bezerra²; V. B. Campos³; R. P. Oliveira⁴ e E. S. Fonseca⁵

^{1 2 3 4 5} Instituto Federal do Amapá - *Campus* Laranjal do Jari

raimundo.neto@ifap.edu.br; hanna.bezerra@ifap.edu.br; vinicius.campos@ifap.edu.br;

rsps17@hotmail.com; lanyxd1@hotmail.com;

RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar a qualidade da água bruta e tratada da ETA de Laranjal do Jari. Foram escolhidos dois pontos. PT 01 na calha parshal, onde realiza-se a medição da vazão de entrada de água na ETA, ao qual foram coletadas 4 amostras, 3 para análises de pH = 6,6, Turbidez = 11,8 NTU e Cor Aparente = 100 uH, e uma para análise de Coliforme Total = 540 NMP/100 ml e *Escherichia Ecoli* = 21 NMP/100 ml. PT 02, localizado na saída do reservatório de água tratada, foram coletadas 4 amostras, 3 para análise de pH = 4,5; Turbidez = 0,26 NTU; Cor Aparente = 0 e Cloro Residual Livre = 0,86 mg/L e 1 pra análise de Coliforme Total, *Escherichia Ecoli* = isentos e Alumínio = 0,056 mg/L. As amostras destinadas para análise microbiológica e de alumínio foram coletadas com frasco de vidro previamente esterilizadas, armazenadas em isopor com gelo e encaminhadas para o laboratório ANIQUIM, localizado no município de Santana – AP , por meio de transporte aéreo. As demais amostras foram coletadas com garrafas de polietileno, armazenadas em isopor com gelo e encaminhadas por meio de transporte terrestre e fluvial para o laboratório de análise de água da ETA de Monte Dourado, Estado do Pará. O tempo entre as coletas e as análises não ultrapassaram 24 h. Apenas o Valor de pH da água tratada estava fora dos padrões de potabilidade da Portaria do Ministério da Saúde n° 518/04, os demais parâmetros analisados estão em acordo com a referida portaria, assim como a da Resolução CONAMA 357/05, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

Palavras-chave: potabilidade, consumo humano, recursos hídricos.

A água representa um insumo fundamental à vida no planeta, configurando elemento insubstituível em diversas atividades humanas, além de manter o equilíbrio do meio ambiente (Setti, 2001). Do Total de água existente no planeta, 97% são provenientes dos oceanos e 3% de água doce, sendo que desses 3%, aproximadamente 67% encontram-se nas geleiras, 24% em lençóis subterrâneos e apenas 9% em corpos d'águas superficiais (Rebouças et al, 2006). Considerando, então, a importância e distribuição da água na terra, é fundamental que haja o seu gerenciamento sustentável, assegurando-lhes os seus aspectos quantitativos e qualitativos.

O Brasil é um país privilegiado no que diz respeito à disponibilidade hídrica, porém, a sua distribuição geográfica é desuniforme. Segundo dados da Agência Nacional de Águas (ANA, 2007), a vazão média anual dos rios em território brasileiro é de 179 mil m³/s, correspondendo a aproximadamente 12% da disponibilidade mundial de recursos hídricos (1,5 milhões de m³/s).

Segundo a mesma fonte, a região hidrográfica Amazônica detém 73,6% da disponibilidade hídrica no país. Esta região é constituída pela bacia hidrográfica do rio Amazonas situada no território nacional, pelas bacias hidrográficas dos rios situados na Ilha de Marajó, Estado do Pará, além das bacias hidrográficas dos rios localizados no Estado do Amapá que deságuam no Atlântico Norte.

Possui uma área de 3.869.953 km², correspondendo a 45% da área do país, inserindo-se em sete unidades da federação: Acre, Amazonas, Rondônia, Roraima, Amapá, Pará e Mato Grosso. Os principais rios formadores da região são: pela margem direita: o Javari, Purus, Madeira, Tapajós e Xingu. Pela margem esquerda contribuem os rios: Içá o Japurá, o Negro, o Trombetas, o Paru e o Jari.

As principais demandas consultivas, (aonde há perda entre o que é derivado e ao que retorna para o curso natural), na região são para o uso animal com média de consumo de 24 m³/s, correspondendo a 35% do total da demanda da região e para o uso urbano, com cerca de 20 m³/s o que demanda aproximadamente 29% do total da demanda da região. A demanda total na região é de 66,8 m³/s de vazão de retirada, representando menos de 0,1% de sua vazão média. (ANA 2007)

Dentre os usos no meio urbano há o destinado para o abastecimento público, que pode ser feita pelo bombeamento da água de coleções hídricas superficiais ou subterrâneas, sendo muitas vezes necessária a realização de um tratamento, para assegurar-lhe o controle qualitativo, o qual é realizado em uma Estação de Tratamento de Água – ETA.

O município de Laranjal do Jari, Estado do Amapá, encontra-se inserido na região hidrográfica Amazônica, banhado pelo rio Jari, apresenta maior parte dos seus habitantes ocupando a área urbana, entretanto, essa população vive às margens do rio Jari em condições inadequadas de infraestrutura, sem serviço de saneamento básico, como ocorre em toda cidade, e com uma coleta de lixo precária. Esse fato, portanto, faz com que os dejetos dessa comunidade sejam em grande parte despejados diretamente no rio, do qual se faz a retirada da água bruta para utilização após tratamento e distribuição nos estabelecimentos e domicílios do município.

A água retirada do rio Jari é tratada na Estação de Tratamento de Água (ETA) de Laranjal do Jari, que é administrada pelo Governo do Estado, por meio da Companhia de Água e Esgoto do Amapá (CAESA). Apesar de apresentar infraestrutura moderna e equipamentos de alta qualidade (características observadas em visita técnica), a ETA de Laranjal do Jari encontra-se em situação de abandono, comprometendo, assim, a qualidade da água consumida pela população.

Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água bruta e da água tratada que sai da ETA do município de Laranjal do Jari, através das análises de Coliformes Totais, *Escherichia coli*, pH, Cor Aparente, Turbidez, Alumínio (Al³⁺) e Cloro Residual Livre, com propósito de verificar a conformidade de tais parâmetros com a Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde que trata sobre os procedimentos e responsabilidade relativo ao controle e vigilância da qualidade das águas, e de seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.

O município de Laranjal do Jari, foi criado pela Lei nº 7.639, em 06 de dezembro de 1987, está localizado ao Sul do Estado do Amapá (Figura 1), na meso Região Sul, a 320 km da Cidade de Macapá. Limita-se com os municípios: Oiapoque, Pedra Branca do Amapari, Mazagão e Vitória do Jari, e com o Estado do Pará, (ficando bem em frente à cidade de Laranjal do Jari o distrito de Monte Dourado, município de Almeirim), e ainda com Suriname e Guiana Francesa. Possui uma população estimada em 39.942 habitantes, dos quais 37.904 (94%) estão localizados na área urbana do município. Possui uma área de aproximadamente 30.971,8 Km², é o terceiro maior município do Estado do Amapá, em termos populacionais. (IBGE, 2010).

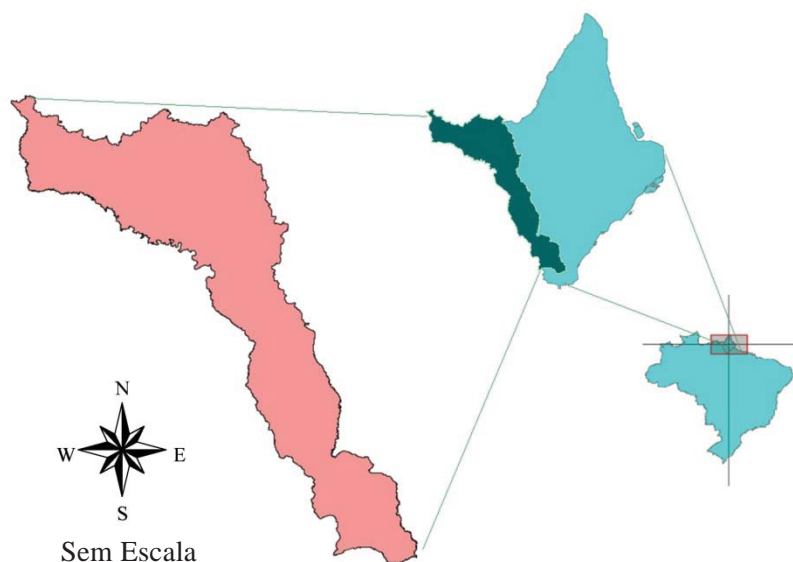


Figura 1 – Mapa de localização do município de Laranjal do Jari, AP.

Laranjal do Jari é uma região de vale arenoso e sujeito a enchentes. Apesar desta característica e do deslocamento de grande número da população para terra firme, ainda apresenta uma área portuária bastante movimentada. Segundo dados da Prefeitura Municipal de Laranjal do Jari, diariamente cerca de 5.000 pessoas se deslocam no trecho Laranjal do Jari, AP – Monte Dourado, PA – Laranjal do Jari – AP. Por ser uma região de interesse econômico, em virtude da extração do minério caulim e da produção da celulose, a população aumenta significativamente, exigindo do governo municipal políticas voltadas para a geração de emprego e renda para a população. Grandes investimentos de impactos socioeconômicos como a BR 156, a ponte sobre o Rio Jari, Hidrelétrica de Santo Antônio e outros na área de construção civil, estão modificando o cenário econômico do município. Sua economia está representada pela presença dos setores primário, secundário e terciário (PREFEITURA MUNICIPAL DE LARANJAL DO JARI, 2011). No setor primário, há a criação do gado bovino e bubalino, em maior proporção, na cultura do arroz, abacaxi, banana, cupuaçu, feijão, laranja, milho, melancia, mandioca (produz farinha na região de Água Branca), etc. No Setor Secundário a extração e fabricação de palmitos de açaí e com destaque na extração da castanha-do-brasil, que hoje é exportada para a França, para a fabricação de óleo comestível, algumas padarias e fábricas de tijolos que além de atender o alto consumo do próprio município, exportam boa parte para o Estado do Pará. Também possui algumas movelarias que fabricam móveis considerados hoje de boa qualidade. No Setor Terciário se sobressai o comércio, que foi fator importantíssimo para o desenvolvimento da região, além de várias boates e alguns hotéis. (IBGE, 2010).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Pontos de Coleta

O trabalho foi realizado no mês de Junho de 2011. Foram escolhidos dois pontos de amostragem, o primeiro (PT 01) localizado na entrada de água bruta da ETA (Figura 2), e o segundo (PT

recursos hídricos.



Figura 2 – Pontos de coleta das amostras. Calha Parshal - medição da vazão.



Figura 3 – Saída de água tratada do reservatório da estação de tratamento.

3.2 Procedimento de amostragem

3.2.1 Coliformes Totais, *Escherichia coli* e Alumínio Dissolvido

Foram coletadas duas amostras (ambientalizadas com água do local para diminuir possíveis interferências) destinadas para as análises microbiológicas e de alumínio (PT 1 e PT 2), por garrafas de vidro com tampa esmerilhada, previamente esterilizadas, acondicionadas e preservadas em um isopor com gelo e após as coletas, as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Análise Química Mineral, Ambiental e Industrial (ANQUIM), e localizado no município de Santana - AP, por meio de transporte aéreo. O tempo entre a coleta e as análises das amostras não ultrapassou 24 h, conforme preconiza o Manual Prático de Análises de Água da Fundação Nacional da Saúde. (FUNASA, 2006)

3.2.2 pH, Turbidez, Cor Aparente e Cloro Residual Livre

As amostras destinadas para as análises desses parâmetros foram coletadas com frascos de polietileno, previamente ambientalizadas. As amostras foram encaminhadas para o laboratório da Estação de Tratamento de Água – ETA, de Monte Dourado, distrito de Almerim – PA. O tempo entre a coleta e as análises não ultrapassou 24 h. (FUNASA, 2006)

O pH das amostras foi determinado por leitura direta no pHmetro Micronal B474, devidamente calibrado. A água foi colocada num recipiente de aproximadamente 100 mL onde foi introduzido o eletrodo para a mensuração do valor do pH da amostra. Para determinação da Turbidez foi utilizado o método nefelométrico através do Turbidímetro Hach 2100p. A amostra de água foi colocada na cubeta de vidro apropriada, introduzida e posicionada de acordo com a marca existente. A leitura forneceu os resultados em unidade nefelométrica de turbidez (NTU).

A Cor Aparente foi determinada por comparação visual entre as amostras e os padrões. Para a determinação do Cloro Residual Livre foi utilizado o método DPD, a amostra foi colocada em cubeta apropriada e adicionado o reagente para cloro livre, após foi feito a comparação visual com o padrão de Cloro Residual Livre.

O tratamento de água para o consumo humano tem por objetivo principal torná-la potável, ou seja, assegurar o consumo humano sem que haja prejuízo à saúde da população, através da remoção e inativação de organismos patogênicos e remoção de substâncias químicas que representam riscos.

4.1 Sistema de Tratamento

O sistema de abastecimento público de água de Laranjal do Jari, é gerenciado pela Companhia de Água e Esgoto do Amapá – CAESA, sendo que a água que é fornecida para a maior parte da população do município² é captada do Rio Jari, cujo a distância é de aproximadamente 250 metros da Estação, onde a água bruta (*in natura*) é conduzida através de sistemas de motor-bomba com adutora de 200 mm de diâmetro, para a ETA com vazão média de 133 l/s (Segundo o Procedimento Operacional da Estação de Tratamento de Água, fornecido pela CAESA).

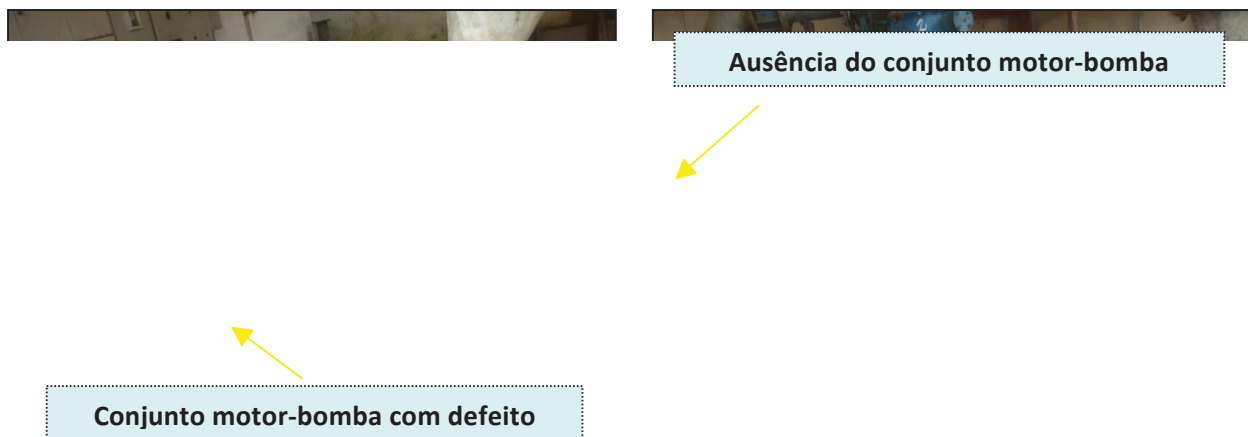
Vale ressaltar que a população do município sofre com as constantes falta de água, pois a atual vazão não atende a necessidade de consumo da população. Atualmente o abastecimento de água fornecido pela ETA é cessado às 18:00 h, dos 3 sistemas motor-bomba, apenas 1 está em pleno funcionamento (Figura 4).

O sistema de tratamento de água de Laranjal do Jari é do tipo convencional ou sistema completo, onde ocorrem (ou deveriam) ocorrer às seguintes etapas unitárias de tratamento: **Clarificação; Filtração; Desinfecção; Correção de pH e Fluoretação**. A seguir serão descritos e discutidos tais processos.

4.1.1 Clarificação

São os conjuntos de operações destinadas à remoção das partículas em suspensão, principais responsáveis pela turbidez da água. É subdividida em Coagulação, Floculação e Decantação.

- **Coagulação:** Formação de flocos mediante a adição de uma quantidade de coagulante³, este reagente químico tem a função de reduzir a carga orgânica e os microrganismos provenientes da água bruta. Essa etapa é feita na Calha Parshal, conhecida também como mistura rápida;
- **Floculação:** É o processo pelo qual as partículas de impurezas vão se aglomerar, em tanques denominados floculadores, com a água em movimento decrescente, estas partículas de impurezas se aglutinam em flocos maiores para posterior sedimentação. É adicionado o polímero floculante (polieletrólitos) para auxiliar no processo de floculação, pois estes aumentam o tamanho dos flocos e consequentemente diminuem o tempo de sedimentação dos mesmos;



¹ Portaria 518/04 do Ministério da Saúde. **Art. 4º** I - água potável – água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde.

² Os bairros mais distantes do centro da cidade são abastecidos por sistemas individuais de poços subterrâneos, gerenciados pela administração pública municipal.

³ Sulfato de Alumínio $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$.

Laranjal do Jari, AP.

- **Decantação:** É processo de separação dos flocos pela ação da gravidade. Os sólidos presentes na água são depositados no fundo do decantador, de onde o lodo acumulado deve ser removido periodicamente na operação de limpeza (Figura 5).



Figura 5 – Decantadores da ETA. Muito lodo nas chincanas, o que indicam que provavelmente não fazem a limpeza periódica das mesmas.

4.1.2 Filtração

O processo que consiste na passagem da água por um leito granular composto por areia, seixo e carvão ativado, por meio do qual ocorre a remoção das partículas não retidas na etapa anterior. Nesta etapa as impurezas que não conseguiram se separar da água e ficam retidos no leito filtrante.

4.1.3 Cloração

Após a clarificação da água, procede-se à desinfecção, ou seja, à destruição ou a inativação de organismos patogênicos, isto é, microrganismos causadores de doenças. Somente podemos considerar água potável, após a cloração. O sistema de tratamento de Laranjal do Jari utiliza o cloro gasoso, porém atualmente as condições de segurança do trabalho nesta etapa estão em estado de precariedade, pois os funcionários da estação não utilizam Equipamentos de Proteção Individual e a sala utilizada para armazenar o cilindro do cloro gás se apresenta em péssimas condições de infraestrutura (Figura 6).

4.1.4 Correção de pH

É o processo que consiste na aplicação de agentes alcalinizantes na água, após o processo de clarificação da água. É utilizado nesta etapa o Hidróxido de Cálcio - $\text{Ca}(\text{OH})_2$ conhecido como cal hidratada. A finalidade deste processo é diminuir o potencial de corrosão da água, sendo a faixa de pH ideal para consumo humano entre 6 e 9.



Figura 6 – Sala utilizada para o armazenamento do cilindro contendo cloro gasoso, detalhe nas péssimas condições de infraestrutura.

4.1.5 Fluoretação

É o processo que consiste na adição de um sal de flúor após a clarificação, com a função de prevenir de cáries dentárias. Em uma concentração adequada, o flúor é seguro e eficaz, contudo em excesso, o flúor provoca a opacidade do esmalte ou a fluorose. Atualmente segundo informações dos funcionários da CAESA, não está sendo adicionado nenhum sal de flúor na água tratada, não se enquadrando portanto, nos padrões de potabilidade estabelecida pela Portaria n° 518 do Ministério da Saúde de 2004.

4.2 – Caracterização da Qualidade das Águas

Foi realizada uma campanha de coleta das amostras, para se realizar a caracterização físico-química e microbiológica da qualidade das águas. A tabela 1 apresenta as médias dos resultados obtidos.

O pH representa o grau de acidez (H^+) ou basicidade (OH^-) das substâncias, em termos de concentração de íons H^+ , é definido como o logaritmo negativo da concentração de íons H^+ .

$$pH = - \log [H^+]$$

De acordo com Esteves (1998), o pH pode ser considerado uma das variáveis ambientais mais importantes e complexas de se interpretar, decorrente a variedade de fatores que podem influenciá-lo. Em geral, nas águas naturais, o pH é alterado pelas concentrações de íons H^+ originados da dissociação de substâncias ácidas, que gera valores baixos de pH e das reações de íons de carbonato e bicarbonato com a molécula de água, que elevam os valores de pH para a faixa alcalina. O pH do PT 01 apresentou valor pH = 6,6 estando em conformidade com a Resolução CONAMA 357/05, que trata sobre o enquadramento e das condições de emissão de efluentes. Geralmente rios de águas escuras tendem a apresentar um caráter ácido, decorrente à presença de substâncias úmicas em decomposição, o que proporcionam a liberação de íons H^+ acidificando as águas. O PT 02 apresentou pH = 4,5 estando em não conformidade com Portaria n° 518 do Ministério da Saúde de 2004. Esse valor foi obtido decorrente a uma falha que ocorreu no processo de bombeamento do agente corretor de pH. Segundo o responsável pela administração da CAESA Laranjal do Jari, foi uma falha isolada e pontual.

Parâmetros	Grandeza	PT 01	PT 02	Port. M.S 518/04	CONAMA 357/05
pH	---	6,6	4,5	6 - 9	6-9
Turbidez	NTU ²	11,8	0,26	< 5	100
Cor Aparente	uH ³	100	0	< 15	< 75 ⁴
Cloro Residual Livre	mg/L	NR ⁴	0,86	< 5	---
Coliforme Total	NMP ⁵ /100ml	540	Isenta	Isenta	1000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	21	Isenta	Isenta	---
Alumínio Dissolvido	mg/L	NR	0,056	< 0,2	< 0,1

¹ Para águas classe II; ² Unidade de Turbidez Nefelométrica; ³ Unidade Hazen de Cor; ⁴ Não realizado e ⁵ Número Mais Provável.

Esteves (2008), a Turbidez é uma característica da água devida à presença de substâncias em suspensão, com tamanho variando desde materiais grosseiros a particulados coloidais. A presença dessas partículas provoca a dispersão e a absorção da luz, reduzindo a produtividade primária dos ambientes aquáticos e dando a água uma aparência nebulosa, esteticamente indesejável e potencialmente perigosa. Os valores obtidos nos pontos PT 01 e PT 02 foram respectivamente de Turb = 11,8 NTU e Turb = 0,26 NTU estando em conformidade com a Resolução CONAMA 357/05 e com a Portaria n° 518 /04 M.S.

Segundo Von Sperling (1996) a Cor está relacionada com a presença de substâncias dissolvidas nos corpos d'água, que podem ser provenientes da decomposição da matéria orgânica, compostos de ferro, manganês, resíduos industriais e esgotos domésticos. O valor da Cor Aparente obtido nos pontos PT 01 e PT 02, foi respectivamente de 100 uH e 0 uH, desta forma para o parâmetro Cor Aparente o atual sistema de tratamento de água apresentou valores satisfatórios, pois está em conformidade com os padrões de potabilidade.

Azevedo Netto (1991) a Cloração é um dos métodos mais empregados para a desinfecção de águas para consumo humano, devido o seu custo relativamente baixo, e levando em consideração outros agentes que proporcionam a desinfecção das águas⁴. Em meio aquoso o cloro (Cl₂) hidrolisa-se, formando os íons hidrogênio e cloreto e o ácido hipocloroso. O ácido hipocloroso e o íon hipoclorito são as principais responsáveis pela oxidação da matéria orgânica poluente e pela inibição do crescimento bacteriano. A soma de suas concentrações é conhecida como Cloro Residual Livre. Esta concentração depende fortemente da temperatura e pH do meio. O valor obtido para Cloro Residual Livre foi abaixo dos valores máximos permitidos pela Portaria do M.S. n° 518/04. Vale salientar que o Cloro Residual Livre é necessário para eliminar possíveis organismos patogênicos que poderão entrar na rede de abastecimento decorrente as infiltrações, que por ocasião poderão acontecer ao longo do percurso da água, desde a saída da estação até a chegada aos domicílios.

De acordo com a Portaria do M.S. n° 518/04, os Coliformes Totais (bactérias do grupo coliforme) são bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a 35,0 ± 0,5 oC em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima β -galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo. O valor obtido para Coliformes Totais foi de 540 NMP, no PT 01. Segundo a Resolução CONAMA n° 357/05 as águas destinadas ao contato primário deverão apresentar limites máximos de Coliformes estabelecidos pela Resolução Conama 274/00, o valor máximo de Coliformes Totais é de 5.000 e Coliformes Termotolerantes para águas de mananciais é de 1000 por NMP/100 mL, para consumo humano, a Portaria do M.S. n° 518/04, estabelece que a água deva estar ausente para

⁴ O Ozônio (O₃), por exemplo, que é largamente utilizado nas Estações de Tratamento de Água da Europa.

supracitados.

Conforme a Portaria do M.S. nº 518/04, a *Escherichia coli* são bactérias do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a $44,5 \pm 0,2^\circ \text{C}$ em 24 horas produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidrolisa a uréia e apresenta atividade das enzimas β galactosidase e β glucoronidase, sendo considerado o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos. Foram obtidos valores de 21 NMP/100 ml e isenta nos respectivos pontos PT 01 e PT 02. A Resolução CONAMA nº 357/05 repassa a responsabilidade para os órgãos de controle ambiental a responsabilidade de estabelecer o padrão para este parâmetro nos corpos d'água onde haja o contato primário e/ou secundário. O segundo ponto não apresentou valores detectáveis o que indica que o atual sistema de tratamento está sendo eficiente, respeitando os valores máximos estabelecidos pela Portaria do M.S. nº 518/04.

A concentração elevada de Alumínio Dissolvido na água resulta na alteração aspectos organolépticos, porém existem consideráveis debates no círculo médico relatando o papel deste metal na incidência do mal de Alzheimer, que é uma doença cerebral degenerativa de etiologia⁵ desconhecida caracterizada pela presença de um grande número de estruturas neurofibrilares e placas senis em certas regiões do cérebro (Perl, *Apud* FREITAS, BRILHANTE E ALMEIDA 2001). O Alumínio é um composto neurotóxico que, ao longo prazo, pode causar encefalopatia grave em pacientes que sofrem diálise renal, podendo levar a distúrbios neurológicos. (FREITAS, BRILHANTE E ALMEIDA 2001). O resultado obtido na amostra foi de PT 02 = 0,086 mg/L estando a abaixo do estabelecido pelos padrões de potabilidade, o que indica provavelmente a não representação de risco a saúde pública.

5. CONCLUSÃO

Portanto, apenas o resultado obtido para o parâmetro pH no PT 02 ficou fora dos padrões de potabilidade estabelecidas pela Portaria do M.S. nº 518/04, fato decorrente de uma falha ocorrida no processo de adição do agente corretor de pH. Dessa forma entende-se que apesar das condições de infraestrutura da ETA estarem em alguns pontos comprometidas, o atual sistema de tratamento de água de Laranjal do Jari está funcionando com eficiência, porém se faz necessário que a CAESA providencie melhoras estruturais, operacionais, passe a adicionar o flúor na água tratada, bem como retome o monitoramento dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da qualidade da água na estação de tratamento do município, evitando com isso possíveis inconvenientes de ordem sanitária e jurídica por parte dos órgãos de controle estadual.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS 2007. Disponível em http://conjuntura.ana.gov.br/conjuntura/rh_amazonica.htm) acessado em 20 de Junho de 2011.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 518, de 25 de março de 2004.** Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Disponível em < http://www.agrolab.com.br/portaria%20518_04.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2011.

⁵ Estudo da origem das doenças

em duas regiões do estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 651-660, 2001.

INSTITUO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA, 2010. Disponível em <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=16&dados=1>. Acessado em 14/05 2011.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE. **Manual Prático de Análise de Água**. Brasília, 2006.

PREFEITURA MUNICIPAL DE LARANJAL DO JARI 2011. Disponível em: <http://www.laranjaldojari.ap.gov.br/index.php?pagina=cidade&id=economia>. Acessado em 14/05/2011.

REBOLÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. (Orgs) **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3. Ed. São Paulo, 2006. 749 p.

SETII, *Et Al.* **Introdução Gerenciamento dos Recursos Hídricos**. Brasília: Agencia Nacional de Águas; Agencia Nacional de Energia Elétrica. 328 p.

VON SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: SEGRAC, 1996.

AVALIAÇÃO DO TRATAMENTO DE DESSALINIZAÇÃO UTILIZADO NO IFCE – CAMPUS LIMOEIRO DO NORTE

W. B. M. C. Júnior¹, M. J. Caminha², J. R. P. Freire³, J. D. M. dos Santos⁴ e J. R. Chaves⁵

¹Instituto Federal do Ceará - Campus Limoeiro do Norte, ²Instituto Federal do Ceará - Campus Limoeiro do Norte, ³Instituto Federal do Ceará - Campus Limoeiro do Norte, ⁴Instituto Federal do Ceará - Campus Limoeiro do Norte e ⁵Instituto Federal do Ceará - Campus Limoeiro do Norte.

juniormenezes13@hotmail.com – josiane_caminha@yahoo.com.br – raphaellafreire@hotmail.com –
nega_joanadarc@hotmail.com – jarbas_sane@yahoo.com.br

RESUMO

A dessalinização é um processo de grande importância principalmente para as populações da região nordeste, que sofrem com a escassez e a má qualidade da água. Com a utilização dos dessalinizadores águas que antes eram impróprias para o consumo humano tornam-se potáveis. No IFCE não ocorre à falta de água, mesmo assim no campus é utilizado um dessalinizador para tratar parte de sua água, com o intuito de melhorar a qualidade da mesma, por se tratar de um processo de tratamento também conhecido como osmose reversa (OR). O presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência do dessalinizador utilizado no Campus, e analisar o destino que vem sendo dado ao seu rejeito. Para a realização da pesquisa, primeiro identificou-se todo o percurso da água antes de ser utilizada. Posteriormente, a cada três meses, amostras de água bruta, água tratada e rejeito foram coletadas e enviadas ao laboratório de saneamento ambiental do próprio IFCE, onde analisavam todos os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos, de acordo com os padrões de portabilidade estabelecidos na portaria 518 pelo Ministério da Saúde. Para desenvolver o presente trabalho, utilizaram-se apenas as análises de condutividade elétrica (CE), cloretos (Cl), dureza total (DT) e sódio (Na), pois os mesmos estão relacionados à presença de sais ou íons na água, e possibilita verificar a eficiência do dessalinizador. Em relação aos parâmetros microbiológicos, a finalidade era verificar a presença de coliformes termotolerantes (CTT), para identificar possíveis contaminações da água subterrânea e a remoção desses microrganismos durante o processo de dessalinização. Diante dos resultados pode-se perceber que o dessalinizador mostrou uma boa eficiência no tratamento da água, chegando a remover significantes parcelas dos sais e removendo todos os coliformes presentes na água, viabilizando assim a água para o consumo humano.

Palavras-chave: dessalinização, sais, osmose reversa

1. INTRODUÇÃO

A dessalinização é um processo de grande importância principalmente para as populações da região nordeste, que sofrem com a escassez e a má qualidade da água. Onde a região é marcada pelos baixos índices pluviométricos, altas taxas de insolação e evaporação, e seu solo são cristalinos. Com a utilização dos dessalinizadores águas que antes eram impróprias para o consumo humano tornam-se potáveis.

No IFCE não ocorre à falta de água, mesmo assim no campus é utilizado um dessalinizador para tratar parte de sua água, com o intuito de melhorar a qualidade da mesma.

O dessalinizador separa a água salina em dois fluxos: um com baixa concentração de sais solúveis, constituindo a água doce ou potável, e o outro contendo os sais remanescentes, o concentrado ou salmoura. Os equipamentos que auxiliam este processo são conhecidos por dessalinizadores que operam com energia e podem usar diferentes métodos de separação, tanto para água do mar (TDS igual ou superior a 30.000 mg/L), como para água salobra subterrânea (TDS entre 500 e 30.000 mg/L), Agência Nacional de Água (ANA, 2011).

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência do dessalinizador utilizado no IFCE – Campus Limoeiro do Norte, e analisar o destino que vem sendo dado ao seu rejeito.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Dessalinização por osmose reversa

A dessalinização é a retirada do excesso de sais e outros minerais de um meio, nesse caso a água. Essa retirada pode ocorrer de varias maneiras como congelamento, destilação, troca iônica, eletrodialise e osmose reversa, estando o último entre os mais utilizados.

A água se movimenta da condição de maior potencial para a condição de menor potencial, buscando o estado de equilíbrio (Libardi, 2005).

No processo de osmose o solvente flui, através de uma membrana semipermeável, de uma solução de baixa concentração para uma mais concentrada, até que a elevação da pressão estática (pressão osmótica) no lado do concentrado impede o fluxo. A osmose reversa inverte o processo e a direção de fluxo d'água, aplicando, sobre a solução mais concentrada, uma pressão maior que a pressão osmótica. (FRISCHKORN e NETO, 2009).

O princípio da osmose reversa (OR) é o inverso da osmose natural. Na osmose natural, a água pura flui através de uma membrana, da solução menos concentrada para a mais concentrada até que as duas soluções atinjam o equilíbrio em termos de concentração de sais. No método da OR aplica-se uma pressão hidráulica superior a pressão osmótica, no lado da solução salina ou concentrada revertendo à tendência natural, isto é, a água da solução salina passa para o lado da água pura ficando retidos na membrana os íons dos sais dissolvidos (JOHNSON, 1969).

A osmose acontece por um tipo de fenômeno natural que se dá por à passagem espontânea de um solvente, para um meio diluído através de uma membrana densa, para um meio concentrado (Seader e Henley, 1998).

A dessalinização é um processo indispensável em locais que sofrem com a falta de água, porém existe uma desvantagem desse processo que ocasiona a geração de rejeitos, pois apresentam elevado teor de sais. Os mesmos quando depositados no solo, o tornam improdutivo. Vale salientar ainda que com a ação da chuva, esses sais poderão ser carreados e mais uma vez entrar em contato com os reservatórios superficiais e subterrâneos.

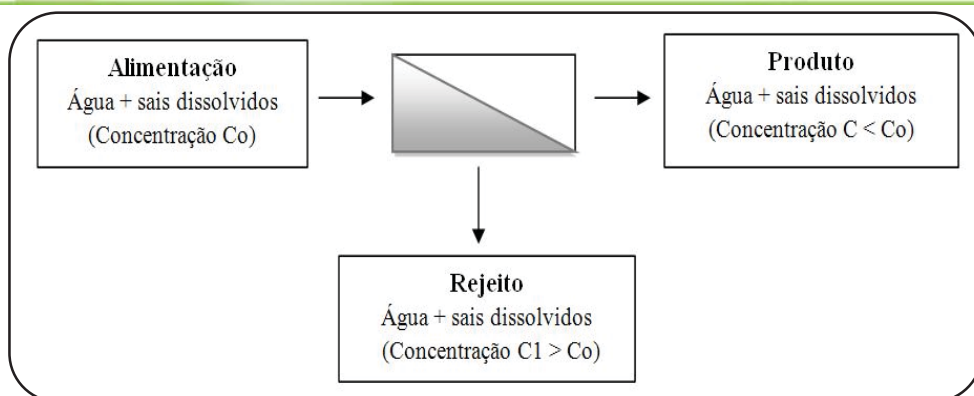


Figura1- Esquema de produção de água dessalinizada e seu rejeito

3. METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará - IFCE, Campus Limoeiro do Norte, que trata de forma autônoma a água consumida em suas dependências monitorando a qualidade de acordo com alguns padrões de aceitação, conforme a portaria 518 estabelecida pelo Ministério da Saúde.

Para a realização da pesquisa foi identificado o percurso da água, a qual é captada de um poço, encaminhada para um reservatório semi enterrado e em seguida passa por um dessalinizador, cuja vazão é de 0,2 l/s, onde o seu produto é utilizado para abastecer as dependências do Campus, como laboratórios, setores administrativos e biblioteca e o seu rejeito é encaminhado novamente para o reservatório.

O período de amostragem vem sendo três meses, onde as mesmas foram efetuadas em fevereiro, maio e agosto de 2011. Após coletadas foram enviadas ao laboratório de saneamento ambiental do próprio - IFCE - Campus Limoeiro do Norte - CE.

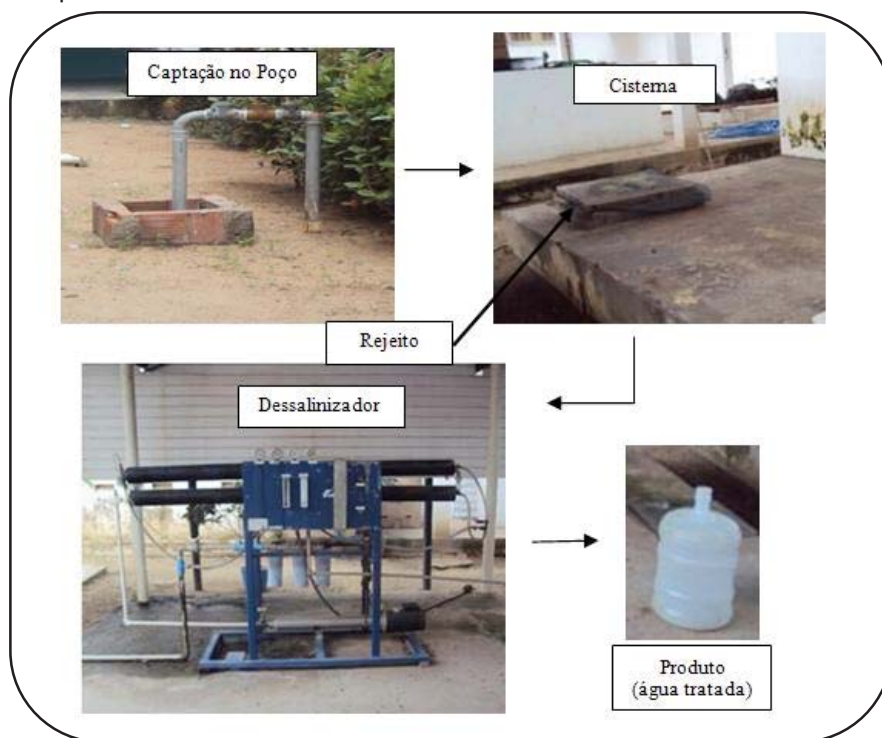


Figura 2 - Esquema do percurso da água

Para avaliar a qualidade da água, foram analisadas amostras de água bruta, água tratada, e o rejeito. As mesmas foram coletadas e transportadas dentro das normas e cuidados de assepsia, onde foram analisados todos os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos. No presente trabalho foram escolhidos apenas os parâmetros físico-químicos, a condutividade elétrica (CE), cloretos (Cl), dureza total (DT) e sódio (Na), onde os mesmos estão relacionados à presença de sais ou íons na água, a fim de verificar a eficiência do dessalinizador. Em relação aos parâmetros biológicos foi verificada a presença de coliformes termotolerantes (CTT), com finalidade de verificar possíveis contaminações da água subterrânea e a remoção desses microrganismos durante o processo de dessalinização.

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Nas tabelas abaixo apresentam os resultados médios, mínimos, máximos, assim como o Desvio Padrão (DP), Coeficiente de Variância (CV) e Amplitude, dos valores obtidos nas análises efetuadas nas amostras coletadas nos meses monitorados.

4.1 Condutividade Elétrica

Com a CE pode-se medir a capacidade da água conduzir corrente elétrica, isso pode indicar as modificações que ocorre em sua composição, em especial as concentração minerais. Mas a mesma não informa os valores quantitativos desses minerais.

Tabela 1 – Análise de Condutividade Elétrica

Pontos	CE								
	Fevereiro	Mai	Agosto	Média	DP	CV	Mín.	Máx.	Amplitude
Água Bruta	276,00	200,00	266,00	247,33	41,30	17%	200,00	276,00	76,00
Água Tratada	45,00	11,43	11,76	22,73	19,29	85%	11,43	45,00	33,57
Rejeito	321,00	470,00	364,00	385,00	76,69	20%	321,00	470,00	149,00

A tabela 1 apresenta os valores de CE do monitoramento, o que se pode perceber que a mesma comprova a existência de substâncias dissolvidas, à medida que comparada à água tratada e o rejeito, pois enquanto a primeira é uma água que passou por um processo de dessalinização, a outra é a concentração dos sais que são removidos pelo dessalinizador.

Em relação ao tratamento, a eficiência do dessalinizador, em termos de condutividade elétrica, chegou a alcançar valores maiores que a remoção dos outros compostos presentes na água, sendo removidos 90,0% do valor total.

4.2 Cloretos

A presença de cloretos em água é sucedida da dissolução de sais. Sua origem pode ser de origens naturais, como contaminação pela água do mar, ou também derivado de efluentes domésticos ou industriais e aterros sanitários. Os cloretos juntamente com o sódio, formam compostos muito solúveis e tende a se enriquecer, a partir das zonas de recarga das águas subterrâneas.

Na portaria nº 518/2004 do ministério da saúde estabelece como valor máximo permitido (VMP) o teor de 250mg/L de cloretos em água potável.

Tabela 2 – Análise de Cloretos

Cloretos

Pontos	Fevereiro	Maior	Agosto	Média	DP	CV	Mín.	Máx.	Amplitude
Água Bruta	29,78	46,96	33,69	36,81	9,00	24%	29,78	46,96	17,18
Água Tratada	2,13	10,31	1,6	4,68	4,88	104%	1,60	10,31	8,71
Rejeito	35,45	67,38	45,94	49,59	16,27	33%	35,45	67,38	31,93

Como expressa a tabela 2, o tratamento utilizado mostra-se muito eficiente. Embora que a presença de cloretos (sais) não se apresente em grandes quantidades na água bruta, mas diante dos resultados é notória a remoção dos mesmos, chegando a alcançar 87,0% de remoção do mesmo.

4.3 Dureza Total

A dureza da água está associada à concentração de cátions metálicos bivalentes de Ca^{+2} e Mg^{+2} , esses cátions podem reagir com ânions presentes na água e formar precipitados. De modo geral a dureza é definida como a dificuldade de uma água em dissolver sabão (fazer espuma) pelo efeito do cálcio, magnésio e outros elementos como Fe, Mn, Cu, Ba etc.

A portaria nº 518/2004 designa em relação à dureza, o teor de 500mg/L em termos de $CaCO_3$ como valores máximos permitidos (VMP) de água para consumo humano.

Tabela 3 – Análise de Dureza Total

Dureza Total									
Pontos	Fevereiro	Maior	Agosto	Média	DP	CV	Mín.	Máx.	Amplitude
Água Bruta	53,24	66,64	89,10	69,66	18,12	26%	53,24	89,10	35,86
Água Tratada	27,61	19,60	2,0	16,40	13,10	80%	2,00	27,61	25,61
Rejeito	65,08	99,96	112,90	92,65	24,73	27%	65,08	112,90	47,82

Mesmo sendo subterrânea a fonte de captação do IFCE, sempre se classifica como branda, conforme se observa os dados da tabela 3. Isso indica a ótima qualidade da água, que antes mesmo de tratada, apresenta resultados satisfatórios.

Com o tratamento a dureza total foi reduzida em torno de 76,5%, mostrando assim o alto grau de eficiência do dessalinizador.

4.4 Sódio

O Sódio é um elemento de origem mineral que possui íon de carga positiva. Está em maior teor nos líquidos extracelulares do organismo humano, o mesmo se apresenta muito difundido na natureza. Seus principais minerais fonte (feldspatos plagioclásios) são pouco resistentes aos processos intempéricos, principalmente os químicos. Nas águas subterrâneas o teor de sódio varia entre 0,1 e 100mg/L. A quantidade em águas naturais é variável, já nos oceanos a sua concentração é muito alta.

A portaria nº 518/2004 institui um teor de 200mg/L em termos de Na^+ como VMP para água designada potável.

Tabela 4 – Análise de Sódio

Sódio									
Pontos	Fevereiro	Maior	Agosto	Média	DP	CV	Mín.	Máx.	Amplitude
Água Bruta	191,30	54,40	53,30	99,67	79,36	80%	53,30	191,30	138,00

Água Tratada	53,20	0,60	2,10	18,63	29,95	161%	0,60	53,20	52,60
Rejeito	231,40	65,90	76,10	124,47	92,75	75%	65,90	231,40	165,50

Ao se tratar da remoção de sódio, é perceptível a eficiência do tratamento, sendo que a mesmo um grande percentual de sódio. Em relação à variância dos resultados adquiridos, segundo a tabela 4, pode-se afirmar que a remoção varia conforme as características apresentadas na água bruta. Mas vale salientar, segundo mostra o valor máximo, que antes do tratamento a água encontra-se dentro dos padrões aceitáveis.

Em relação ao tratamento, a eficiência do dessalinizador, em termos de sódio, chegou a alcançar valores de remoção bastante significativos, sendo removidos 81,0%, mostrando assim, mais uma vez, o bom desempenho do dessalinizador na remoção dos sais.

4.5 Determinação de Coliformes

Os organismos coliformes são os indicadores de contaminação fecal mais utilizado, sendo empregados como parâmetro bacteriológico básico na definição de padrões de monitoramento da qualidade das águas destinadas ao consumo humano, assim como para caracterização e avaliação da qualidade das águas de modo geral.

Existem muitas técnicas para determinar as bactérias do grupo coliforme em amostras de água, na presente pesquisa foi utilizada a dos tubos múltiplos na definição do número mais provável (NMP) de coliformes nas amostras.

Tabela 5 – Análise de Coliformes

Coliformes									
Pontos	Fevereiro	Maio	Agosto	Média	DP	CV	Mín.	Máx.	Amplitude
Água Bruta	0,00	32,00	60,00	30,67	30,02	98%	0,00	60,00	60,00
Água Tratada	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%	0,00	0,00	0,00
Rejeito	0,00	21,00	2,00	7,67	11,59	151%	0,00	21,00	21,00

Mesmo sendo a remoção de sais à principal finalidade do dessalinizador, o mesmo mostra-se eficiente na remoção de microrganismos.

Como se trata de um processo de tratamento onde envolve a osmose reversa, já é esperado de certa forma a remoção de sais a níveis moleculares ou até mesmo a níveis atômicos, isso dependeria muito do tipo de membrana a ser usada no dessalinizador. Onde decorrente fato, removendo microrganismos incluindo também os vírus que estiverem presentes na água.

Como mostra na tabela 5, essa remoção dos microrganismos foi de 100%, do valor total encontrado nas amostras de água bruta.

5. CONCLUSÃO

Foram realizadas todas as análises presentes na portaria nº 518/2004 do ministério da saúde, indicadas para consumo humano, onde todos os parâmetros encontram-se dentro dos valores máximos permitidos (VMP) pela portaria. O seguinte trabalho abordou principalmente os parâmetros físico-químicos referente aos sais e os bacteriológicos, onde mostra a eficiência do dessalinizador, quanto a remoção de sais e conseqüentemente a remoção de microrganismos patogênicos ou até mesmo de vírus presentes na água.

Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que o sistema de tratamento do IFCE, é eficiente uma vez que os parâmetros analisados da água tratada mostraram valores significativamente reduzidos quando comparados com a água bruta. Isso pode perceber nas tabelas acima citadas, onde foram removidas partes dos sais, como mostra a condutividade elétrica com uma remoção de 90,0%, cloretos com remoção de 87,0%, dureza total com remoção de 76,5%, sódio com uma remoção de 81,0%.

Vale salientar que o dessalinizador, mostrou um grande destaque no tratamento em relação aos microrganismos, chegando a remover 100% dos coliformes presentes na água, tornando-a água própria para o consumo humano em relação a este parâmetro. Algumas das amostras antes do tratamento já estavam enquadradas de acordo com a portaria 518/2004 do ministério da saúde, fora do padrão da Portaria para coliformes, inviabilizando assim a água para consumo humano.

Recomenda-se ainda a continuidade das análises no sentido de aperfeiçoamento e validação da referida proposta, podendo ampliar os métodos que garantam a confiabilidade da qualidade do sistema de tratamento e da água consumida.

Assim como nos demais sistemas, na dessalinização por osmose reversa se tem a água dessalinizada como produto final, mas também um subproduto, o rejeito.

Ainda que uma alternativa a ser mais investigada, o uso do rejeito para irrigação de plantas halófitas forrageiras podendo ser incompatível com a seguridade ambiental em razão da ineficiência de extração de sais dessas plantas frente ao montante aplicado ao solo.

O destino adequado ao resíduo formado no processo de dessalinização não somente viabiliza a exploração sustentável do manancial como, também, promove um ganho para o meio ambiente e para as comunidades que se utilizam deste recurso, isso quando for aplicado um tratamento eficiente a esse rejeito, podendo assim ser lançado no solo sem que o mesmo cause algum dano ao ambiente.

A metodologia aplicada possibilitou a obtenção e a identificação da eficiência do sistema de tratamento e abastecimento de água estudado, salientando que a mesma é de responsabilidade do próprio IFCE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

AGÊNCIA NACIONAL DE AGUA. **Programa de abastecimento da população rural da região semi-árida.** Disponível em <<http://www.ana.gov.br/prhbsf/arquivosEstudos/ET%2011%20Abastecimento%20Rural.pdf>>. Acesso em 16 de setembro de 2011.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº 518.** Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo e seu padrão de portabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial da União; 26 mar.2004.

FRISCHKORN. H.; ROCHA NETO. J.L. **Osmose reversa: limpeza química em membranas de dessalinizadores do Ceará.** Rev. Tecnol., Fortaleza, v.30, n.1, 61p, jun.2009.

JOHNSON, E.E. **Ground water and wells.** Saint Paul, Minnesota, 1969.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo.** Piracicaba: EDUSP. 2005. 344p.

MOTA, S. **Introdução à Engenharia Ambiental.** 1ª Ed, Rio de Janeiro: ABES, 1997. 292p.

ROCHA, T. S. **Avaliação da qualidade das águas dos poços tubulares da bacia do rio do peixe equipados com dessalinizadores, com vistas ao aproveitamento econômico do sal de rejeito.** 2008. 22p. Dissertação de mestrado - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.

AVALIAÇÃO DO USO DA ESPÉCIE *ASPERGILLUS NIGER* AN400 NA REMOÇÃO DE NUTRIENTES E BTX EM REATOR COMPACTO DE ESCALA LABORATORIAL

J. P. Siqueira¹; I. C. Moreira²; P. Celestino³; G. Marinho⁴; K. Rodrigues⁵

^{1, 2, 3, 4 e 5} Instituto Federal do Ceará - Campus Fortaleza

jpsiqueira.ce@gmail.com, isabelbelcris@hotmail.com, patricia.cco@gmail.com,
Kelly@ifce.edu.br, gloriainho@ifce.edu.br

RESUMO

Compostos BTX podem chegar ao meio ambiente por efluentes industriais não tratados ou despejados de forma irregular. Esses compostos tornam-se perigosos por possuírem propriedades carcinogênicas aos seres humanos e terem características acumulativas nas células. Com o despejo irregular de efluentes, ricos muitas vezes com nutrientes, outro fator pode impactar negativamente o meio ambiente, principalmente o meio hídrico que recebe o esgoto, que é o crescimento exagerado de algas, chamado eutrofização. O presente trabalho apresenta a alternativa de fungos filamentosos na remoção de BTX em meio com nutrientes. Para isso foi operado um reator em regime de batelada sequencial com inóculo de *Aspergillus niger* AN400. A remoção dos compostos BTX atingiu bom nível de eficiência, registrando-se percentuais médios de 60%, 96% e 50% para benzeno, tolueno e xileno, respectivamente. No reator sequencial com fungos imobilizados, houve a utilização preferencial do fungo por nitrogênio amoniacal, com remoção de até 64% no ciclo 5. Em relação ao nitrato, ocorreu oscilação entre a sua remoção e produção, bem como para o ortofosfato

Palavras-chave: *Aspergillus niger* AN400, batelada, BTX e reator.

1. INTRODUÇÃO

O aumento das atividades antrópicas e o descarte irregular de esgotos domésticos e industriais têm impactado o meio natural de forma negativa, como por exemplo, o despejo excessivo de nutrientes em corpos hídricos desencadeando a eutrofização (ESTEVES, 1998) e a contaminação por compostos xenobióticos de origem principalmente de processos produtivos industriais.

A eutrofização se deve ao crescimento exagerado de algas, o qual é motivado pela descarga de grandes quantidades de efluentes- notadamente nitrogênio e fósforo. Esses macronutrientes quando em contato com corpos receptores, em associação com a matéria carbonácea, provocam a diminuição da concentração de oxigênio, podendo ainda ocasionar a metahemoglobinemia (RICHTER, 2003).

Entretanto a preocupação com os hidrocarbonetos do tipo BTX se dá, segundo Mazzeo e Marin Morales (2008), por esses compostos juntos, e também isoladamente, possuir capacidade de induzir efeitos genotóxicos e mutagênicos, como por exemplo, alterações cromossômicas e danos ao DNA. A mistura BTX parece, também, possuir um efeito acumulativo nas células, sendo esse efeito provocado por concentrações fora do padrão aceitável. Brito *et al.* (2005) comenta que mesmo em pequenas concentrações, os compostos BTEX, podem causar lesões no sistema nervoso central, devido a sua alta toxicidade.

A busca por soluções mais compactas e eficientes para o tratamento de esgoto doméstico e industrial tem viabilizado o uso de tratamento de efluentes em sistema de bateladas sequenciais, que possuem ainda como vantagem a utilização mínima de mão-de-obra e de energia (Cybis *et al.* 2004).

Em conjunto com a tecnologia dos reatores a ação de fungos filamentosos vem sendo fartamente estudada na remoção de compostos recalcitrantes (RODRIGUES, 2006; SANTOS *et al.*, 2008).

Desta forma esse trabalho vem avaliar a ação de fungos filamentosos da espécie *Aspergillus niger* AN400 com biomassa imobilizada em reator operado em bateladas sequencias para remover hidrocarbonetos BTX e nutrientes (nitrogênio e fósforo).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Tecnologia Ambiental (LATAM) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

2.1 Inóculo

A espécie fúngica *Aspergillus niger* AN400 foi inoculada, na forma de suspensão de esporos disponível e preservada a temperatura de -10°C . Os esporos foram adicionados, na concentração de 2×10^6 esporos. mL^{-1} , a frascos erlenmeyer de 250 mL, os quais continham cubos de poliuretano com 1 cm de aresta, estando estes acondicionados em redes de polietileno. Os cubos foram imersos em 200 mL de meio de crescimento contendo glicose (5 g.L^{-1}) e cloranfenicol ($0,10 \text{ g.L}^{-1}$).

Os frascos foram mantidos sob agitação de 150 rpm, em mesa agitadora durante 120 h, de modo que, quando completadas 48 horas, o meio era substituído por um novo. Assim, passadas as 120 h, as redes contendo os cubos e a biomassa já crescida foram transferidas para o reator a fim de iniciar a operação do mesmo.

2.2 Meio aquoso sintético

O meio sintético foi preparado com água de torneira e $0,5 \text{ g.L}^{-1}$ de glicose, como cossustrato. Adicionou-se ainda macro e micronutrientes, disponibilizados nas respectivas concentrações (unidade g/L): $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (0,5), NaNO_3 (0,25), KH_2PO_4 (0,2), MgSO_4 (0,25), $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (0,01), $\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (0,08), H_2MoO_4 (0,05), $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (0,05), $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ (0,05), ZnSO_4 (0,04). As concentrações dos poluentes,

benzeno, tolueno e xileno estavam disponíveis em quantidades iguais a: 30 ppm 30 ppm e 15 ppm respectivamente. Para melhor solubilizar os compostos no meio foi utilizado 100 mg.L^{-1} de álcool etílico P.A

As concentrações dos hidrocarbonetos aromáticos benzeno, tolueno e xileno foram de 30 mg.L^{-1} , 30 mg.L^{-1} e 15 mg.L^{-1} , respectivamente. Para melhor solubilizar os compostos no meio foi utilizado 100 mg.L^{-1} de álcool etílico P.A.

2.3 Operação do reator em batelada sequencial

O reator utilizado foi confeccionado em vidro, com volume total de 5 litros (Figura 1), o qual recebeu como inóculo biomassa de *Aspergillus niger* AN400, imobilizada em espuma de poliuretano, conforme descrito anteriormente.



Figura 1: Reator em batelada sequencial com biomassa imobilizada de *Aspergillus niger* AN400.

O reator foi alimentado com 4 L de meio aquoso sintético e os compostos BTX. O ar foi suprido no meio por mini-compressor. A operação do reator foi realizada em 12 ciclos (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11 e C12), cada um com duração de 48 horas.

O reator já vinha sendo operado por seis meses antes do início desta Etapa e a alimentação naquele período foi feita com o mesmo meio sintético, excetuando-se a concentração adicionada de glicose (1 e 5 mg.L^{-1}) e dos compostos BTX (100 ppm para cada um dos hidrocarbonetos).

Para evitar a possibilidade de fotodegradação dos compostos BTX, o reator foi coberto com sacos pretos de polietileno.

2.4 Variáveis analisadas

Para a caracterização da água residuária foram analisadas as variáveis: potencial hidrogeniônico (pH), amônia, nitrito, nitrato e ortofosfato. Estes parâmetros seguiram metodologia descrita em APHA (2005), exceto BTX que foi detectado através de cromatografia gasosa (CG) em cromatógrafo Clarus 500 (Perkin Elmer) e coluna 30 metros.

As absorvâncias das análises foram detectadas através do espectrofotômetro de marca Biospectro e modelo SP- 200, já o pH foi medido em pHmetro da Quimis, modelo Q- 400 A.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

A remoção dos compostos BTX atingiu bom nível de eficiência, registrando-se percentuais médios de 60%, 96% e 50% para benzeno, tolueno e xileno, respectivamente. Em face destes resultados, aparentemente, houve maior facilidade pelos micro-organismos em remover o tolueno, seguido do benzeno e do xileno.

Os resultados de remoção dos compostos BTX ao longo da operação do reator estão apresentados na Figura 2.

García-Peña *et al.* (2008) ao utilizar inóculo de *Paecilomyces variotii* para tratar água contendo mistura de benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno, denominados de BTEX, obtiveram degradação inicial de tolueno seguido de etilbenzeno, benzeno e, por último, do xileno. Os autores relataram que, dentre estes compostos, os que são degradados com maior dificuldade, tanto por fungos quanto por bactérias, são o benzeno e as formas de xileno, orto, meta e para-xileno.

Na degradação biológica de hidrocarbonetos aromáticos, os micro-organismos primeiramente oxidam um grupo metil, o que resulta na formação de complexos intermediários para posteriormente continuar a degradação (MALIYEKKAL *et al.*, 2004).

Ainda segundo Maliyekkal *et al.* (2004), pela ausência do grupo metil em benzeno a desestabilização é mais complexa pois a clivagem do anel via ação biológica envolve número maior de reações. Já a biodegradação dos xilenos, o qual possui dois grupos metis, é iniciado pela oxidação um grupo metil primeiro, o que resulta na formação de complexos intermediários. A clivagem do anel se torna mais difícil uma vez que estes compostos intermediários formados são mais tóxicos e inibitórios para a continuação da degradação.

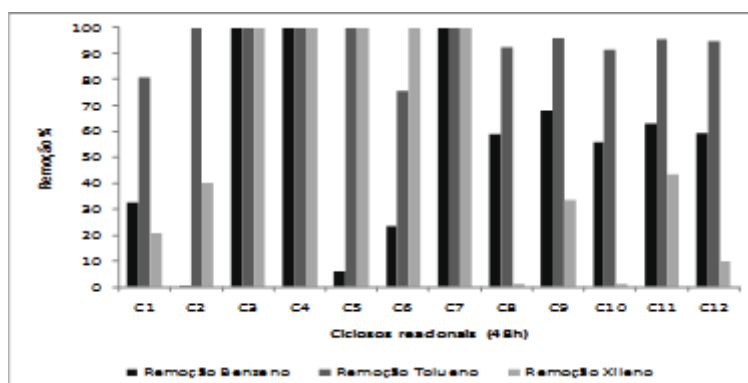


Figura 2: Variação da concentração de BTX ao longo dos ciclos operacionais do reator em batelada sequencial.

Segundo Lemos (2008), na degradação aeróbia de hidrocarbonetos aromáticos, há a transformação inicial do substrato aromático em um metabólito dihidroxiaromático, geralmente um catecol, o qual sob a ação de dioxigenases tem o anel aromático rompido, de modo que, posteriormente, ocorre a produção de intermediários do metabolismo central como acetil-CoA, oxalato e piruvato.

Como resultado final da assimilação destes compostos pelos microrganismos, são formados os ácidos succínico, fumárico, pirúvico e acético, bem como à de aldeídos, os quais são todos empregados na síntese dos constituintes celulares, gerando, concomitantemente, energia, CO₂ e água, que são produtos dessas reações WILSON e JONES, (1993) *apud* JUHASZ e NAIDU (2000).

Os fungos em comparação com as bactérias são mais tolerantes ao meio ácido (ESTÉVEZ *et al.*, 2005). Neste trabalho, os valores de pH obtidos para o afluente e efluente dos ciclos operacionais apresentaram-se sempre em faixa ácida (Figura 3), sendo os valores médios, respectivamente, de em 4,6 e 2,50, o que favorece o desenvolvimento dos fungos.

A diminuição do pH do efluente, pode ser explicada pela produção de ácidos orgânicos, bem como pelo consumo preferencial de nitrogênio amoniacal em comparação com nitrato (ESPOSITO e AZEVEDO, 2004).

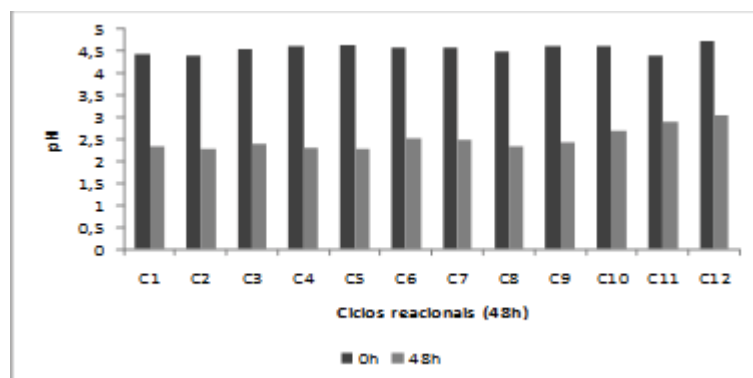


Figura 3: Variação do pH ao longo dos ciclos operacionais do reator em batelada sequencial.

O estudo de remoção de nutrientes por fungos filamentosos tem despertado o interesse de pesquisadores, principalmente, pela obtenção de bons resultados da remoção destes macro-nutrientes (FREITAS NETO et al., 2007; VIDAL et al., 2008; MELO et al., 2009).

Os fungos filamentosos podem metabolizar uma série de compostos nitrogenados para obterem o requerimento nutricional necessário para seu desenvolvimento. Nestes organismos, o metabolismo do nitrogênio é um processo altamente controlado por complexo de proteínas reguladoras que assegura grande eficiência na remoção das fontes de nitrogênio disponíveis (PEREIRA et al., 2003).

A variação da concentração de amônia ao longo dos ciclos operacionais no reator em batelada sequencial é apresenta na Figura 4.

Segundo Esposito e Azevedo (2004), o nitrogênio amoniacal é utilizado facilmente pelos fungos, entre as outras formas de nitrogênio, por não requerer reações de oxido-redução. Porém, quando o meio é básico, a amônia se torna tóxica (Haq et al., 2005).

A remoção de amônia apresentou oscilações, observando-se 43,5% de remoção média e remoção máxima de 64%, no quinto ciclo.

Santos et al. (2006) utilizaram reator biológico inoculado com *Aspergillus niger* e *Cladosporium herbarum* para pós-tratamento de efluente de reator de manta de lodo (UASB), o qual tratava esgoto de industria de caju. Foram registradas variações em relação à remoção de amônia em seu experimento, com porcentagens de remoções, em função dos tempos de detenção hidráulica, de: 7,4% (8 h e 2 h); 62,7% (4 h e 8 h); 37% (4 h e 6 h); 34,8% (4 h e 2 h). Os autores observaram aumento da concentração de amônia em tempos de detenção hidráulica específicos, os quais foram de 17,2% (8 h e 1 h); 28,3% (4 h e 4 h) e 50,6% (4 h e 1 h).

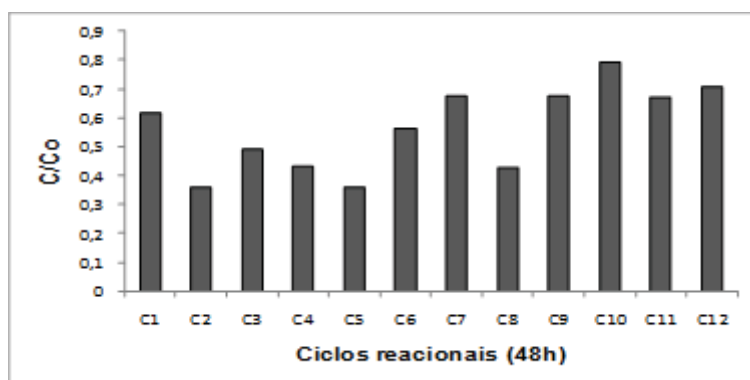


Figura 4: Variação da concentração de amônia ao longo dos ciclos operacionais do reator em batelada sequencial.

Em relação ao nitrato, ocorreu oscilação entre a sua remoção e produção, conforme mostrado na Figura 5. Entretanto, considerando as eficiências médias, obtidas durante a operação do sistema, a produção prevaleceu. A alternância entre remoção e produção observada neste trabalho, também ocorreu na pesquisa de Sampaio *et al.* (2003) ao tratar água residuária da indústria de beneficiamento de castanha de caju através de reator UASB, seguido por um reator biológico com fungos. O experimento foi conduzido em escala laboratorial e os tempos de detenção hidráulica estudados foram de (12h-4h); (12h-2h); (12h-1h); (10h-4h); (10-2h); (10h-1h); (8h-4h), sendo que o primeiro tempo do ciclo foi no reator UASB e o segundo no reator com fungos, o qual apresentou produção nos TDH de (12h-1h) e (10h-1h) de 87% e 45%, respectivamente, contudo ainda removeu 66% de nitrato, levando em consideração o sistema UASB- Reator com fungos.

Celestino *et al.* (2009) também relataram acúmulo de nitrato em reator biológico inoculado com *Aspergillus niger* AN400 visando à remoção de compostos BTX e de nutrientes. O reator foi operado em regime de batelada, com tempos de reação de 1, 2, 3, 4 e 7 dias e ao final dos quatro ciclos observados, segundo os mesmos, houve sempre maior quantidade de nitrato efluente do que afluente.

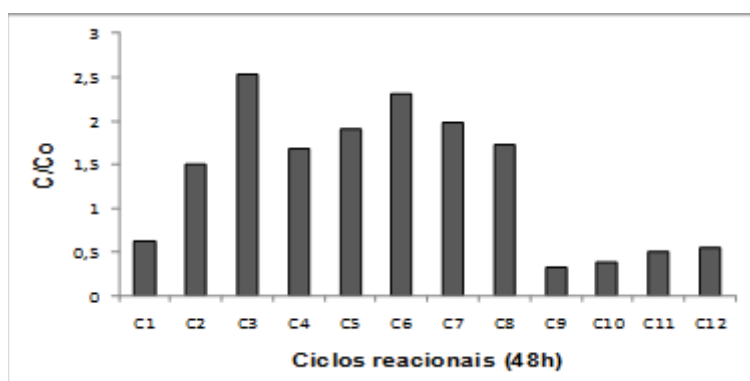


Figura 5: Variação da concentração de nitrato ao longo dos ciclos operacionais do reator em batelada sequencial.

A repressão do consumo de nitrato deve ter ocorrido pelo fato de que a amônia é consumida preferencialmente em relação ao nitrato, de modo que a concentração de amônia disponível no meio deve ter sido suficiente para as necessidades metabólicas dos micro-organismos, o que deve ter inibido a ação das enzimas nitrato *reductase* e nitrito *reductase*, responsáveis pela conversão, respectivamente, do nitrato à nitrito e deste à amônia (ESPOSITO e AZEVEDO, 2004).

Celestino *et al.* (2009) relataram que o aumento de nutrientes ao longo do período reacional pode ser causado devido à sua liberação pelos vacúolos fúngicos, estruturas de armazenamento. Os vacúolos podem liberar nutrientes e materiais de reserva em resposta ao metabolismo do microrganismo.

Portanto o aumento do nitrato da presente pesquisa pode ser atribuído a liberação deste pelo microrganismo, já que o reator atual estava em uso anterior a este trabalho.

Verificou-se que a produção de nitrato diminuiu entre o segundo e oitavo ciclo, tendo apresentado boa eficiência de remoção do mesmo a partir do nono ciclo, quando o nitrato pode ter sido transformado em amônia, pelas enzimas nitrato e nitrito *reductase*. Takaya (2002) afirmou que os fungos possuem sistemas desnitrificantes nos quais a respiração na mitocôndria está acoplada à síntese de trifosfato de adenosina (ATP). Desta forma, em concentrações muito baixas de oxigênio livre, os fungos usam duas rotas metabólicas diferentes: a desnitrificação – na qual transformam NO_3^- e NO_2^- em N_2O e N_2 e a amonificação, quando o NO_3^- é reduzido a NH_4^+ .

Vale salientar que nos ciclos em que o reator apresentou remoção de nitrato, as remoções de amônia foram inferiores aos percentuais registrados nos demais ciclos.

No que se refere ao nitrito, as remoções foram baixas e a concentração máxima no meio, tanto no afluente quanto no efluente, foi de $0,014 \text{ mg} \cdot \text{NO}_2^- \cdot \text{L}^{-1}$. Houve boa remoção de nitrito, de até 90% (ciclo 2).

Na Figura 6 são apresentadas as variações de nitrito no afluente e efluente de cada ciclo, ao longo da operação do reator em batelada sequencial.

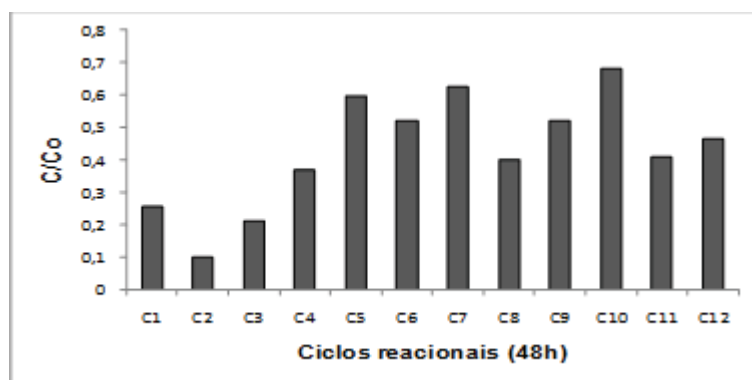


Figura 6: Variação da concentração de nitrito ao longo dos ciclos operacionais do reator em batelada sequencial.

Na Figura 7. É mostrada a variação de ortofosfato no afluente e efluente dos ciclos ao longo da pesquisa.

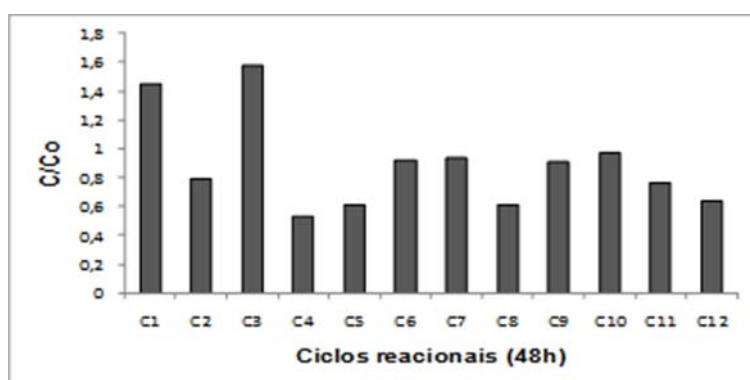


Figura 7: Variação da concentração de ortofosfato ao longo dos ciclos operacionais do reator em batelada sequencial.

O ortofosfato é a forma de fósforo assimilada pelos micro-organismos, de modo que polifosfatos e fósforo orgânico são hidrolisados à ortofosfato (VON SPERLING, 2005).

Verificou-se que houve oscilação da concentração de ortofosfato no meio, com remoção, ainda que baixa, e produção deste nutriente. A remoção média de ortofosfato foi de 19% e a máxima de 47%, no ciclo 4.

Da mesma forma, Sampaio et. al. (2003) e Melo *et al*, (2009) observaram variação entre a remoção e a produção de ortofosfato em seus trabalhos. Segundo JENNINGS (1995), valores de pH superiores a 5,5 influenciam no transporte de ortofosfato pelo metabolismo fúngico, tendendo a ocorrer diminuição do consumo do mesmo.

Apesar dos valores de pH terem se mantido sempre abaixo de 5,5, não houve melhora na remoção de ortofosfato. Contudo, a concentração inicial de fósforo no meio pode ter disponibilizada aos micro-organismos em concentração superior à necessária ao seu metabolismo.

4. CONCLUSÃO

O reator obteve remoções relevantes dos compostos BTX, apresentando em alguns ciclos (ciclos 3, 4 e 7) remoção de 100% em 48 horas dos referentes compostos. A preferência de assimilação de BTX no experimento foi de tolueno, seguido por benzeno e xileno.

O pH do meio permaneceu sempre em faixa ácida, diminuindo o seu valor para quase a metade do valor inicial, isso decorrente da acidificação do meio pela produção de ácidos orgânicos de origem da biodegradação dos hidrocarbonetos.

No reator sequencial com fungos imobilizados, houve a utilização preferencial do fungo por nitrogênio amoniacal, com remoção de até 64% no ciclo 5, contudo o nitrato e ortofosfato oscilaram entre produção e remoções, necessitando de pós-tratamento, caso fosse aplicado em grande escala.

AGRADECIMENTOS

A DEUS E AO CONSELHO NACIONAL DE PESQUISA (CNPQ)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21a. ed. Washington: American Public Health Association. 2005.
- BRITO, F. V.; OLIVEIRA, A. S.; NEVES, H. C.; AZEVEDO, J. A. T.; BHERING, D. L.; REIS, S. M.; MACHADO, M. C. S.; AZEVEDO, G. C.; CARVALHES, G. K. **Estudo da Contaminação de Águas Subterrâneas por BTEX oriundas de postos de distribuição no Brasil**. In: 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás. 2 a 5 de outubro de 2005, Salvador. Anais. Salvador. 2005.
- CELESTINO, P.; SIQUEIRA, J.P.; AMARAL JÚNIOR, F.W.; RODRIGUES, K. A.; **Uso de reator em batelada repetida com inóculo de biomassa fúngica para remoção de Nutrientes e BTX de água residuária sintética**, In: IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica- CONNEPI Belém, 2009.
- CYBIS, L. F. A.; SANTOS, A. V. e GEHLING, G. R. **Eficiência de reator sequencial em batelada (RSB) na remoção de nitrogênio no tratamento de esgoto doméstico com DQO baixa**. Engenharia Sanitária Ambiental. Vol. 9 (3). p. 260-264. Julho-Setembro. 2004.
- ESPOSITO, E.; AZEVEDO, J.L. **Fungos: uma Introdução à Biologia, Bioquímica e Biotecnologia**. Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul. Rio Grande do Sul. 2004.
- ESTÉVEZ, E; VEIGA, M.C; KENNES, C. **Biodegradation of toluene by the new fungal isolates *Paecilomyces variotii* and *Exophiala oligosperma***. 2005.

- FREITAS NETO, M. A.; FELIX, J. P. L.; ARTHAUD, I. D. B.; LEITÃO, R. C.; SANTAELLA, S. T. **Remoção de compostos nitrogenados de águas residuárias de refinarias de petróleo através de reatores biológicos com fungos.** Rev. Tecnol. Fortaleza, v. 28, n. 1, p. 85-96, jun. 2007.
- GARCÍA-PEÑA, I., ORTIZ, I., HERNÁNDEZ, S., REVAH, S. **Biofiltration of BTEX by fungus *Paecilomyces variotti*.** International Biodeterioration & Biodegradation, v. 62, p. 442-447, 2008.
- HAQ, I.U.; ALI, S.; QADEER, M.A.; IQBAL, J. **Optimization of nitrogen for enhanced citric acid productivity by a 2-deoxy D-glucose resistant culture of *Aspergillus niger* NGd-280.** Bioresource Technology, v. 96, n. 5, p. 645-648, 2005.
- JENNINGS, D. H. **The physiology of fungal nutrition.** Cambridge: University, 1995. 595p.
- JUHASZ, A. L.; NAIDU, R.. **Bioremediation of high molecular weight polycyclic aromatic hydrocarbons: a review of the microbial degradation of benzo[a]pyrene.** International Biodeterioration & Biodegradation, 2000.
- LE MOS, J. L. S. ; OLIVEIRA, S. D. ; BARROS, C. A. ; REICHE, A. P. **Fungos filamentosos: agentes de degradação de petróleo e de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (haps).** 2008. (Série Tecnologia Ambiental).
- MALIYEKAL, S. M.; RENE, E. R.; PHILIP, L.; SWAMINATHAN, T. **Performance of BTX degraders under substrate versatility conditions.** J Hazard Mater, v.109, n.1-3, p.201-11, 2004.
- MAZZEO, D. E. C.; MARIN-MORALES, M. A. **Avaliação dos Efeitos Genotóxicos e Mutagênicos do BTEX, Utilizando o Sistema Teste de *Allium cepa*.** In: III Workshop de Ecotoxicologia, 2008, Rio Claro. Suplemento Especial online da Revista Holos Environment, 2008.
- MELO, I; GOMES, K; CUNHA LIMA, P; RODRIGUES, K; SAMPAIO, G; **Tratamento de Água Residuária Sintética por *Aspergillus niger* AN400 na Remoção de DQO e Corante Azo.** In: IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica- CONNEPI Belém, 2009.
- PEREIRA, J. F.; LIMA, J. O.; ROCHA, R. B.; MEDINA, P. X. L.; ARAUJO, E. F.; QUEIROZ, M. V. **Nitrato Redutase em Fungos Filamentosos.** Revista Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento – Ed. nº 31, julho/dezembro 2003.
- RODRIGUES, K. A. **Uso de reatores biológicos com fungos para remoção de fenol de água residuária sintética.** Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo). São Carlos, 130p., 2006.
- SAMPAIO, G. M. M.; SANTOS, E. M. A.; LEITÃO, R. C.; FACÓ, A. M.; MENEZES, E. A.; SANTAELLA, S. T. **Pós-Tratamento de Efluente de um Reator UASB através de um Reator Biológico com Fungos.** In: III Encontro de Pesquisa e Pós-Graduação/ III Encontro de Iniciação Científica e Tecnológica do CEFET-CE, 2003, Fortaleza. III Encontro de Pesquisa e Pós-Graduação/ III Encontro de Iniciação Científica e Tecnológica do CEFET-CE, 2003. v. Único. p. 40 40.
- SANTOS, E. M. A.; SAMPAIO, G. M. M. S.; LEITÃO, R. C.; FACÓ, A. M.; MENEZES, E. A.; SANTAELLA, S. T. **Influência do tempo de detenção hidráulica em um sistema UASB seguido de um reator biológico com fungos para tratar efluentes de indústria de castanha de caju.** Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 11, n. 1, p. 39-45, jan./mar. 2006.
- SANTOS, E. O. DOS, ROSA, C. F. C. DA, PASSOS, C. T. DOS, SANZO, A. V. L., BURKERT, J. F. DE M., KALIL, S. J., BURKERT, C. A. V. **Pre-screening of filamentous fungi isolated from a contaminated site in Southern Brazil for bioaugmentation purposes.** African Journal of Biotechnology, v. 7, n. 9, p. 1314 – 1 317, 2008.
- TAKAYA, N. **Dissimilatory nitrate reduction metabolisms and their control in fungi.** Journal of Bioscience and Bioengineering, v. 94, n. 6, p. 506-510, 2002.
- VIDAL, C. B. ; BARBOSA, B. C. A. ; ALVES, G. ; MARINHO, G. ; RODRIGUES, K. . **Utilização de reator aeróbio com fungos para remoção de nutrientes e matéria orgânica de efluente de filtro anaeróbio tratando meio sintético com corante vermelho congo.** In: III Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica- CONNEPI, 2008.
- VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias.** Vol. 1. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG. 3a ed., 2005.

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO FORNECIDA À POPULAÇÃO DE PARNAMIRIM/RN

L. B. R. Neres¹ e A. S. Rocha²

^{1,2} Instituto Federal do Rio Grande do Norte - Campus Natal-central
lbneres@hotmail.com – adriellocha1@hotmail.com

RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar a qualidade da água que abastece a população do município de Parnamirim, Rio Grande do Norte, através da análise de parâmetros físico-químicos básicos, de acordo com os padrões definidos pela Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde. Foi analisado um total de 63 amostras, envolvendo 20 bairros, compreendidas em duas amostragens, uma no período de 27 de novembro a 11 de dezembro de 2009 e outra no período entre 10 e 15 de novembro de 2010, onde foram analisados os parâmetros de cloro residual livre, turbidez, pH, nitrogênio amoniacal e nitrato. Entre os resultados obtidos, os que denotam um maior risco para a população são: o cloro residual livre, com 78% e 35% das amostras não atendendo a legislação vigente, e; o nitrato, com 38% e 45% das amostras fora do que é exigido pela portaria. Estes resultados estão diretamente relacionados com o crescimento urbano desordenado e o não acompanhamento deste com investimentos em melhores condições de saneamento. Contudo ficou constatada a necessidade de melhorias no que se refere ao saneamento básico, especialmente no que diz respeito à captação e tratamento de esgotos e no sistema de tratamento e distribuição de água do referente município.

Palavras-chave: parâmetros físico-químicos, potabilidade, Parnamirim, sistema de abastecimento de água.

1 INTRODUÇÃO

A água é, impreterivelmente, um recurso natural ligado de forma essencial a vida e sua relevância vai além de ser considerada uma necessidade humana básica. Sua essencialidade está ligada a composição de seres vivos, como meio de vida de várias espécies vegetais e animais, como elemento representativo de valores socioculturais e como fator de produção de bens de consumo e produtos agrícolas (BASSOI; GUAZELLI, 2004).

Estudos apontam que a água na Terra está disponível em 97,2% do total na forma de águas salinas, ficando 2,8% para as águas continentais (doces), sendo que destes 2,14% referem-se às geleiras e calotas polares, ou seja, de difícil acesso, e apenas uma pequena parcela aproximada de 0,66% encontra-se disponível para o homem. Desta parcela de água doce disponível 98% encontram-se na forma de água subterrânea (FETTER, 1994). Logo essa forma de água, a encontrada no subterrâneo, se torna um potencial manancial para captação da água que será servida a população, como, por exemplo, é o que acontece no município de Parnamirim/ RN, local do estudo.

Com a capacidade de agregar inúmeras impurezas em sua constituição, aliado com a infinidade de resíduos gerados pela atividade antrópica e mau uso, a água disponível tem sofrido um processo gradativo de escassez decorrente da sua má distribuição e crescente degradação, ou seja, diminuição dos aspectos quantitativos e qualitativos. Vale salientar que as atividades antrópicas estão diretamente ligadas à degradação da qualidade da água, provocando o aumento da poluição/contaminação dos mananciais e, conseqüentemente, o comprometimento da água consumida pela população.

Em face ao crescimento acelerado, diversos impactos ambientais puderam ser observados em Parnamirim, entre eles está à contaminação do aquífero Dunas/Barreiras, manancial de captação, e, por conseguinte, a contaminação dos poços utilizados para o abastecimento público. Tem-se como principal causa do comprometimento do manancial a precariedade do sistema de captação e tratamento do esgoto do município. Ocorrendo basicamente a infiltração dos efluentes através dos sistemas de fossas sépticas e sumidouros, que por muito não são construídos de forma correta, transformando-se no que ficou denominado como fossas negras, com um alto poder poluidor. A infiltração do esgoto (carga poluidora) alcança as camadas superiores do aquífero e conseqüentemente o contamina.

A inserção da carga poluidora no aquífero Dunas/Barreiras agrega características à água que não são adequadas para o consumo humano e que associado a um tratamento insuficiente pode acarretar problemas de saúde a população que a consume. Alguns trabalhos, como de Melo (1995 apud ARAÚJO et al, 2005) e Vasconcelos (2002), mostram que os nitratos avançaram bastante na cidade de Natal/RN, cidade esta vizinha ao local do estudo. Verificou-se que alguns bairros próximos ao município de Parnamirim, tais como Cidade Satélite e Pirangi, apresentaram valores bem superiores aos níveis toleráveis pela legislação vigente. Enquanto os trabalhos, realizados em Parnamirim, como de e Araújo et al (2004) e Santos (2005), já apresentaram locais com teores de nitrato e nitrogênio amoniacal superiores ao permitido pela legislação e a ausência de cloro residual na maioria das amostras.

Segundo Macedo (2001), a qualidade das águas pode ser medida por meio de variáveis (parâmetros) físicas, químicas e biológicas, com o objetivo de detectar condições que possam prejudicar o seu aproveitamento para os diferentes usos.

As águas para o abastecimento humano têm de apresentar características definidas para o não acarretar malefícios à saúde humana. No Brasil a Portaria do Ministério da Saúde Nº 518 de março de 2004 apresenta as características que devem ser aferidas para que determinada água seja considerada potável, logo apropriada para o consumo da população.

Para esse trabalho, tido como uma avaliação preliminar, foram escolhidos parâmetros físico-químicos mais representativos para avaliar a qualidade da água subterrânea, que é ofertada a população de Parnamirim. Os parâmetros escolhidos foram turbidez, pH, cloro residual livre, nitrato e nitrogênio amoniacal.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Município de Parnamirim

O município de Parnamirim, Rio Grande do Norte, limita-se com Natal ao norte, ao sul com Nísia Floresta e São José do Mipibu, ao leste com oceano Atlântico e ao oeste com Macaíba. Abrange uma área de aproximadamente 123,6 km². Apresenta uma altitude média de 53 m, com temperatura média anual do ar de 27,1°C, com clima tropical úmido e precipitações pluviométricas, em geral, superiores a 1.500 mm/ano, com período chuvoso compreendido entre os meses de fevereiro a junho (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2000; Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, 2005).

Este município apresenta uma das maiores taxas de crescimento médio demográfico do estado do Rio Grande do Norte com um valor de 7,90% entre os anos de 1991 a 2000, saindo de 62.870 no ano de 1991 para 124.690 habitantes no ano 2000 (IBGE, 2000). Dados preliminares do Censo 2010 (IBGE, 2010) indicam que o município já apresenta uma população de 195.274 habitantes. Tal condição, um elevado crescimento populacional, representa um grande desafio quanto à provisão de infraestrutura e manutenção de serviços urbanos, bem como a conservação ambiental e da qualidade de vida da população local.

2.1.1 Serviço de Abastecimento de Água

O abastecimento de água à população da cidade de Parnamirim/RN é realizado a através da exploração de poços tubulares, cuja vazão de captação é de 613,30 litros por segundo (Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte – CAERN, 2010). Ocorrendo a extração das águas subterrâneas do aquífero Dunas/Barreiras de aproximadamente 60 poços com profundidade na ordem de 70 metros.

A adequação da qualidade da água, para condições de potabilidade, ocorre mediante o tratamento desta com o processo de desinfecção, onde é utilizado cloro gasoso e/ou hipoclorito de cálcio. Sendo que no sistema existente a maioria dos poços injeta a água captada diretamente na rede de distribuição, com a exceção de alguns poços que estão interligados a 5 reservatórios, sendo 3 reservatórios elevados e 2 apoiados (START, 2009).

A distribuição da água é realizada através de uma malha de aproximadamente 296 km, constituída basicamente de materiais como PVC, ferro fundido e cimento amianto. Atendendo até o ano de 2008 uma população de aproximadamente 156.744 habitantes, perfazendo um total de 37.614 ligações ativas de água (Sistema de Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, 2008).

2.1.2 Serviço de esgotamento sanitário

Conforme o SNIS, até o ano de 2008 o sistema de esgotamento sanitário do município de Parnamirim atende um total de 161 habitantes, perfazendo um total de 33 ligações ativas de esgoto, contemplando uma pequena percentagem da população do município, aproximadamente 0,1%, através de uma extensão de rede coletora com cerca de 1 km.

Uma vez não dispondo de um sistema de esgotamento sanitário suficiente, grande parte da população tende a buscar por soluções alternativas para a destinação dos efluentes domésticos, por muito representadas por fossas sépticas e sumidouros, que muitas vezes são construídos de forma irregular.

2.2 Parâmetros analisados

2.2.1 *Cloro residual livre (CRL)*

A adição de cloro nas águas de abastecimento humano está relacionada com o processo de desinfecção que tem por finalidade a destruição e/ou inativação de microrganismos patogênicos e outros organismos indesejáveis que possam estar presentes na água.

Embora a desinfecção da água possa ser realizada por outros meios, como calor, luz violeta, ozônio entre outros, o cloro e seus derivados é o mais amplamente usado. Isso decorre da sua fácil aplicação devido a sua alta solubilidade; é facilmente disponível como gás, líquido ou sólido; apresenta baixo custo econômico; possui alta eficiência e; deixa um residual em solução, de concentração facilmente determinável, que protege o sistema de distribuição (SOUZA et al, 2008; RITCHER; NETTO, 1998).

Em contato com a água, o cloro gasoso é hidrolisado, formando os íons hipoclorito e o ácido hipocloroso. Este ácido, o hipocloroso, dissocia-se gerando íons hidrogênio e hipoclorito. O ácido hipocloroso é o principal responsável pela oxidação de materiais redutores, inclusive matéria orgânica, e a soma de sua concentração com a de hipoclorito é denominada cloro residual livre (ROSSIN 1987 apud MEYER, 1994).

Segundo Meyer (1994), o cloro também pode ser aplicado nas formas de hipoclorito de cálcio e hipoclorito de sódio em contato com a água se ionizam.

A eficiência do processo de cloração e a permanência de um residual com concentração satisfatória, entre outras coisas, está relacionado por muito com o pH, a turbidez e a presença de nitrogênio amoniacal nas águas que passarão por este processo. Quanto maior o pH, menor é a reatividade do cloro e maiores são as concentrações e o tempo necessários para seu efeito. Valores de turbidez apresentam-se inversamente proporcionais com os efeitos da cloração. E na presença de nitrogênio amoniacal, o cloro adicionado na água pode reagir formando o que é conhecido como cloraminas, que se apresentam menos ativas como desinfetante que o cloro livre (MEYER, 1994; RITCHER; NETTO, 1998).

O processo de desinfecção, com a utilização do cloro e seus derivados, apresenta uma série de vantagens como já discutidos, porém uma grande preocupação vem sendo formada quanto à presença de trihalometanos (THM) nas águas que passam pelo processo de cloração, devido a sua associação com aparecimento de carcinomas (MEYER, 1994; SOUZA et al, 2008).

A Portaria 518/04 estabelece que, após a desinfecção, a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L, sendo obrigatória a manutenção de no mínimo 0,2 mg/L e concentração máxima de 2,0 mg/L em qualquer ponto da distribuição. Recomenda-se que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0 e tempo de contato mínimo de 30 minutos.

2.2.2 Turbidez

A turbidez pode ser definida característica física da água que reduz a sua transparência, ou seja, medida do grau de interferência à passagem da luz através do líquido. A alteração à penetração da luz na água decorre da presença de material em suspensão, sendo expressa por meio de unidades de turbidez (UT).

Valores elevados de turbidez estão inversamente relacionados com os efeitos do processo de desinfecção das águas. Essa condição se caracteriza devido à possível proteção que as partículas em suspensão podem dar aos microrganismos, dificultando o seu contato com o desinfetante aplicado.

A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece que o Valor Máximo Permitido seja de 1,0 UT para água subterrânea desinfetada e água filtrada após tratamento completo ou filtração direta, e 5,0 UT como padrão de aceitação para consumo humano. Para água resultante de filtração lenta o Valor Máximo Permitido é 2,0 UT.

2.2.3 Potencial hidrogênionico

O pH, potencial hidrogênionico, é um parâmetro que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio qualquer. Sendo atribuída ao valor sete a neutralidade e aos valores abaixo a acidez e acima a basicidade.

Esse parâmetro pode ser influenciado por situações de origem natural (dissolução de rochas, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese) e de origem antrópica (despejos domésticos e/ou industriais) (GALDINO, 2009).

De acordo com Sperling (2005), esse parâmetro não tem implicação direta em termos de saúde pública, salvo em condições extremas. A sua análise, no campo do abastecimento público, esta mais amplamente relacionada com as condições das tubulações e peças das águas de abastecimento, uma vez que um baixo pH pode vir a corroê-las e um alto pH pode ser a causa de incrustações.

A portaria 518/04 do Ministério da saúde recomenda que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5.

2.2.4 Nitrogênio amoniacal

O nitrogênio, elemento de significativa importância dentro dos ciclos biológicos, pode ter origem natural e antropogênica podendo ser encontrado em diferentes formas e estados de oxidação, como o nitrogênio amoniacal (NH₃-), sendo esta a forma mais reduzida em meio aquoso (SPERLING, 2005; RITCHER; NETTO, 1998).

Conforme Alarbuda (1998), o nitrogênio amoniacal pode estar presente de forma natural em águas superficiais ou subterrâneas, mas em baixas concentrações devido, basicamente, a sua fácil adsorção por partículas do solo ou por sua oxidação a nitrito e nitrato. Porém sua presença nas águas pode estar relacionada à inserção de efluentes com características orgânicas no meio.

A ocorrência de concentrações elevadas deste composto pode ser associada a fontes de poluição próximas e/ou recentes.

Vale lembrar a sua interferência no processo de desinfecção com o cloro, que em contato com o mesmo há a possível formação de cloraminas, que oferecem uma menor ação desinfetante.

A Portaria 518 delimita como valor máximo de 1,5 mg/L de nitrogênio amoniacal como NH₃-.

2.2.5 Nitrato

O nitrato (NO₃-) é a fase mais oxidada do nitrogênio em meio aquoso, seu processo de oxidação e realizado em condições favoráveis por bactérias nitrificantes. Também há a possibilidade do processo de desnitrificação, este realizado por bactérias desnitrificantes, onde o nitrato é reduzido a nitrogênio gasoso (N₂).

Como descrito por Alarbuda (1998), o nitrato é um dos íons mais encontrados em águas naturais, geralmente ocorrendo em baixos teores nas águas superficiais, mas podendo atingir altas concentrações em águas subterrâneas, onde concentrações acima de 3 mg/L (como N) são indicativos de fontes antropogênicas de contaminação (Madison; Brunett, 1985 apud KITE-POWELL & HARDING, 2006). Tal condição caracteriza um sério problema, uma vez que sua remoção ainda é difícil e principalmente bastante onerosa.

O excesso de nitrato e o seu consumo através das águas de abastecimento estão associados a dois efeitos deletérios à saúde, a indução à metemoglobinemia e a potencial formação de nitrosaminas e nitrosamidas, conhecidos por suas ações carcinogênicas (MATO, 1996 apud ALARBUDA, 1998; BAIRD, 2002; KITE-POWELL; HARDING, 2006).

Em face do risco que representa, a Portaria 518 define concentrações máximas admissíveis de 10 mg/L, como nitrogênio, equivalente a 45 mg/L de nitrato (NO₃-).

3 MATERIAIS E METÓDOS

Foram realizadas duas amostragens, onde na primeira amostragem (A1) foi analisado um total de 32 amostras compreendidas em 20 bairros do município, entre 27 de novembro a 11 de dezembro de 2009. A segunda amostragem (A2) ocorreu no período entre 10 a 15 de novembro de 2010, onde foi analisado um total de 31 amostras compreendidas em 20 bairros do local do estudo.

3.1 Pontos de coleta

Para a escolha dos bairros foi levada em consideração a sua parcial representatividade populacional, de forma que fosse possível realizar uma media que representasse significativamente o município como um todo.

Já a escolha dos pontos, dentro dos bairros, ocorreu de forma aleatória, só tomando o cuidado de nos bairros onde foram coletadas mais de uma amostra, devido à sua grande área, as mesmas serem feitas a uma distância considerável.

3.2 Coleta

As coletas foram realizadas em casas, comércios entre outros. Sempre de torneiras no qual a água não tivesse passado por uma reservação dentro do estabelecimento, ou seja, não fosse proveniente da caixa de água, sendo coletada em torneiras no qual a água fosse oriunda diretamente da rede de abastecimento.

No procedimento adotado para a coleta foi deixado à água escorrer por no mínimo 2 minutos antes da efetiva coleta para evitar a água estagnada nas tubulações. Foram utilizadas garrafas de 200 mL, previamente limpas, para não haver qualquer interferência nas características da água coletada.

O armazenamento e transporte das amostras coletadas foram realizados em depósitos térmicos com gelo, com o intuito de preservar as suas características até a análise realizada logo após a coleta.

3.3 Análise

A metodologia utilizada nas análises teve como base o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Sendo realizada no Laboratório de Recursos Naturais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). A Tabela 1 demonstra os métodos utilizados e os aparelhos que auxiliaram na verificação dos parâmetros.

Tabela 1- Métodos e aparelhos utilizados

Parâmetros	Métodos	Aparelhos
Cloro Residual Livre	Espectrofotometria	ALFAKIT
Turbidez	Espectrofotometria	DR 2000-HACH
pH	Potenciometria	DIGIMED-DM20
Nitrogênio Amoniacal	Espectrofotometria	MICRONAL B542 / DR 2000-HACH
Nitrato	Espectrofotometria	MICRONAL B542 / SP1102 BEL PHOTONICS

4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

A avaliação dos resultados foi feita com base na Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, que até então e a que rege, no Brasil, os padrões que caracterizam a água como potável.

4.1 Cloro residual livre (CRL)

As amostras analisadas referentes à amostragem 1 apresentaram concentrações de cloro residual livre variando de 0,0 mg/L a 3,05 mg/L, com valor médio de 0,55 mg/l, tal média não condiz com a realidade dos dados, uma vez que apenas 7 das 32 amostras apresentaram concentrações entre 0,2 mg/l e 2 mg/l, ou seja, apenas 22% das amostras estão em acordo com a Portaria 518. Logo 78% das amostras, ou seja, 25 amostras se demonstraram em desacordo com a legislação, ressaltando que entre estas, 9 amostras não apresentaram qualquer concentração de CRL e 3 amostras se demonstram com concentrações superiores ao estabelecido pela legislação.

Já na amostragem 2 foi observada uma variação nas concentrações de CRL de 0,0 mg/L a 2,63 mg/L, com valor médio de 0,66 mg/L. Onde 65% das amostras, ou seja, 20 amostras apresentaram concentrações em acordo com a Portaria 518. Logo 35% das amostras, ou seja, 11 amostras estão fora do especificado pela legislação, sendo que destas, 4 amostras não apresentaram qualquer concentração de CRL, enquanto 2 amostras obtiveram concentrações maiores que 2,0 mg/L. Contudo pode ser observada uma significativa melhoria das concentrações de CRL nessa amostragem em relação à amostragem 1.

A ausência ou baixa concentração de cloro residual encontrado nas amostras podem esta relacionada: a) a inexistência do processo de cloração no poço de onde a água adveio; b) a possível reação do cloro aplicado com compostos nitrogenados, formando cloraminas; c) a não manutenção do cloro na rede de distribuição, sendo possível que as amostras tenham sido coletadas em pontas de rede, ou seja, distantes de onde ocorreu o processo de cloração e; d) a falta de um dimensionamento adequado da quantidade de cloro utilizada em relação à extensão da rede de distribuição.

Por sua vez as amostras com concentrações acima do que estabelece a legislação podem esta relacionadas com uma tentativa não bem sucedida de se manter um valor residual adequado na rede de distribuição. Fazendo com que os pontos próximos a onde ocorre o processo de desinfecção apresentem altas concentrações de cloro residual. Essa condição pode torna a água objetável em relação às condições organolépticas e também se apresentar como um risco a saúde população, uma vez que altas concentrações de cloro residual podem está relacionada com a formação de trihalometanos, que apresentam características carcinogênicas.

4.2 Turbidez

Na amostragem 1 foi obtido valor mínimo de turbidez de 0,39 UT e máximo de 0,82 UT, com média de 0,52 UT. Logo foi constatado o atendimento de todas as amostras ao que é exigido pela legislação, sendo de no máximo 1UT para água subterrânea desinfetada e valor máximo de 5 UT como padrão de aceitação para consumo humano.

As amostras referentes à amostragem 2 tiveram um valor mínimo de turbidez de 0 UT e máximo de 1 UT, média de 0,34 UT. Logo 100% das amostras obtiveram valores de turbidez dentro dos padrões estabelecidos pela portaria.

Os baixos valores de turbidez podem ser atribuídos ao processo de filtragem natural, realizado pelo solo, que ocorre na água que precipita até atingir o manancial subterrâneo de captação, no caso o aquífero Dunas/Barreira. Porém pode-se perceber um relativo aumento nos valores de turbidez entre a amostragem 1 em relação à amostragem 2. Tal condição pode está relacionada com a falta de manutenção dos poços ou da rede distribuição, podendo está havendo a entrada de partículas solidas

que ficam em suspensão na água. Contudo os valores apresentados não tornam a água objetável do ponto de vista estético, mas vale relembrar a interferência da turbidez no processo de desinfecção.

4.3 Potencial hidrogênionico

A variação desse parâmetro na amostragem 1 obteve como valor mínimo 4,89 e máximo de 7,67, média de 5,60. Apenas 19% das 32 amostras, ou seja, apenas 6 amostras atenderam o recomendado pela legislação que é de 6,0 a 9,5.

Na amostragem 2 a variação deste parâmetro obteve como valor mínimo 4,86 e máximo de 6,97, média de 5,64. Sendo que apenas 13% das 31 amostras, ou seja, 4 amostras atenderam o recomendado pela legislação.

Mesmo com os baixos percentuais de atendimento da legislação em ambas as amostragens, os valores encontrados não apresentam risco direto à saúde humana, isso é reforçado pela própria portaria uma vez que apenas recomenda uma determinada faixa de pH (entre 6,0 a 9,5), ao invés de determiná-la. Essa recomendação está mais relacionada com a manutenção da rede de distribuição, pois condições muito ácidas ou básicas apresentadas pela água podem vir a danificar as tubulações e peças da rede de abastecimento.

Outra consideração importante a respeito do pH é a sua interferência no processo de desinfecção com cloro, onde condições muito básicas podem ser prejudiciais para a estabilização do mesmo.

4.4 Nitrogênio amoniacal

Na amostragem 1 a variação da concentração de nitrogênio amoniacal ocorreu entre 0,0 mg/L e 1,36 mg/L, com concentração média de 0,44 mg/L. Apenas em 2 das 32 amostras não foi verificada qualquer concentração de nitrogênio amoniacal. Todas as amostras atenderam o estabelecido pela portaria, que impõe como valor máximo 1,5 mg/L, como NH₃-.

Em relação à amostragem 2 a variação de concentração ocorreu entre 0,12 mg/L e 1,07 mg/L, com concentração média de 0,53 mg/L. Todas as amostras também ficaram de acordo com o que prevê a legislação.

Mesmo com o todas as amostras, em ambas as amostragens, atendendo o indicado pela portaria, os presentes resultados trazem uma preocupação, uma vez que denotam o contato das águas do manancial subterrâneo com compostos nitrogenados, possivelmente resultantes de efluentes domésticos, que por sua vez está associado com o precário sistema de esgotamento sanitário, já descrito anteriormente.

As baixas concentrações também podem está associado com a oxidação deste composto a nitrito e nitrato ou da ocorrência da reação dessa substância com o cloro, diminuindo assim o teor de ambas.

Esse parâmetro além está indicando uma contaminação próxima e recente, pode está relacionado diretamente com problemas no processo de desinfecção.

4.5 Nitrato

A variação de concentração nesse parâmetro na amostragem 1 obteve com valor mínimo 0,0 mg/L e máximo 24,41 mg/L, com concentração média de 8,5 mg/l. Do total das amostras nessa amostragem 62%, ou seja, 20 amostras se demonstraram em acordo com a portaria. Logo 38% das amostras, ou seja, 12 amostras encontram-se fora do especificado pela legislação que é de 10 mg/L (como nitrogênio). Como observado no valor máximo obtido algumas amostras obtiveram mais que o dobro do permitido. Apenas 3 amostras não apresentam qualquer concentração de nitrato.

Na amostragem 2 a variação da concentração do nitrato obteve com valor mínimo 0,04 mg/L e máximo 17,19 mg/L, com concentração média de 8,2 mg/L. Do total das amostras 55%, ou seja, 17

amostras atenderam a portaria. Logo 45% das amostras, ou seja, 14 amostras encontram-se fora do especificado pela legislação vigente. Ficou observado que algumas amostras já chegam próximo ao dobro do permitido.

As demasiadas concentrações de nitrato nas águas de abastecimento evidenciam de forma clara a contaminação do manancial por fontes antropogênicas. Que assim como sua forma mais reduzida, o nitrogênio amoniacal, pode ter ligação direta com a ínfima infraestrutura do sistema de esgotamento sanitário do município em questão. Sendo as maiores considerações encontradas nas áreas próximas ao centro da cidade e em áreas próximas ao município de Natal, sobretudo Nova Parnamirim (áreas mais densamente ocupadas).

Essa condição representa um potencial risco a população que consome, uma vez que tal composto pode está associado ao desenvolvimento da metemoglobinemia e a formação de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicos. Essa condição é mais preocupante devido à possibilidade de que seus efeitos só possam se manifesta em longo prazo, devido a características acumulativas, fazendo por muito que possíveis malefícios não sejam ou não imediatamente associados com os problemas do abastecimento de água ao contrario do que acontece com as doenças originadas por microorganismos patogênicos na água, que apresentam, geralmente, um efeito imediato e, por conseguinte, exigem uma solução também imediata.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente a cidade de Parnamirim, Rio Grande do Norte, é abastecida integralmente por água subterrânea oriunda do aquífero Dunas/Barreiras, sendo a exploração deste manancial realizada por aproximadamente 60 poços com profundidade na ordem dos 70 metros. A qualidade da água ofertada a população deste município tem sofrido um gradativo processo de degradação. Essa constatação se traduz nos resultados obtidos entre novembro de 2009 a novembro de 2010.

Os resultados demonstraram, que dentro os parâmetros analisados, os que denotam uma maior preocupação são: a) cloro residual livre, importante agente na obtenção de uma barreira contra a contaminação microbiológica, onde nas amostragens 1 e 2 foi constatado que 78% e 35%, respectivamente, das amostras se demonstraram em desacordo com o que estabelece a Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, que prevê como concentração mínima 0,2 mg/L e máxima de 2,0 mg/L de cloro residual livre em qualquer ponto da rede de distribuição e; b) o nitrato, associado à indução a metemoglobinemia e a potencial formação de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicas, onde nas amostragens 1 e 2 foi constatado, respectivamente, que 38% e 45% das amostras não atenderam o que determina a legislação vigente sobre a potabilidade das águas, que é de 10 mg/L (como nitrogênio), com amostras apresentando concentrações de 24,41 mg/L, logo superando o dobro do permitido.

A mitigação destes problemas tem relação direta com investimentos em saneamento básico, sobretudo em melhores condições no abastecimento de água e na captação de esgotos e seu tratamento.

No que diz respeito ao cloro residual livre aspectos relacionados à sua aplicação, monitoramento, identificação de pontos críticos e correto dimensionamento das aplicações podem vim a evitar a inexistência, baixas concentrações e possível supercloração nas águas ofertadas à população do município através da rede de distribuição. Ficou observado uma significativa melhora entre os resultados obtidos na amostragem 2 em relação à amostragem 1, sendo essa condição alcançada devido ao início do processo de cloração em poços que não passavam por esse tratamento.

Em relação às altas concentrações de nitrato nas águas de abastecimento do município, fica evidente que para sanar esse problema investimentos devem ser focalizados de forma enérgica no saneamento básico, sobre tudo no sistema de esgotamento sanitário e seu posterior tratamento. Essa medida é prevista pela Prefeitura de Parnamirim que dispõe de um projeto no qual há a perspectiva de

atender cerca de 95% dos domicílios do referente município até o ano de 2027, uma vez que até o presente momento o índice de atendimento é de aproximadamente 0,1%. Porém essa medida se configura com uma solução em longo prazo, já que além de requerer um determinado tempo para sua execução é necessário um tempo maior ainda para que, de forma natural, o aquífero possa se estabilizar. Tendo em vista a gravidade da situação demonstrada por pontos com concentrações que ultrapassam o dobro do que estabelece a portaria 518/04 fica necessária a busca por medidas de curto prazo, como a diluição das concentrações deste composto, como propõe a CAERN, onde serão utilizadas águas provenientes da Lagoa Azul, localizada no próprio município, para a diluição das águas dos poços com demasiadas concentrações de nitrato.

Contudo, espera-se que o presente trabalho possa vim a estimar ou até mesmo subsidiar futuras pesquisas nesse âmbito, e que a avaliação dos parâmetros aqui abordados possa se torna um monitoramento, complementado com avaliações microbiológicas, realizada tanto na rede distribuição quanto diretamente nos poços que fornecem a água, fazendo com que a busca por melhorias no abastecimento público e no sistema de captação e tratamento de esgotos possam ser elaboradas e implementadas, melhorando assim a qualidade ambiental do município de Parnamirim e, por conseguinte a qualidade de vida dos que o habitam.

REFERÊNCIAS

ALABURDA, J. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 32, p. 160-165, 1998.

APHA, AVWWA, WPCF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21th ed., Washington, D.C: American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, 2005.

ARAÚJO, A. L. C. et al. **Avaliação preliminar da concentração de nitrato nas águas subterrâneas de abastecimento na região urbana de Parnamirim-RN**. In: 23º Congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental. Campo Grande, Minas Gerais, 2005.

BASSOI, L. J.; GUAZELLI, M. R.. Controle ambiental da Água. In: PHILIPPI JR, A.; ROMERO, M. A.; BRUNA, G. C. (Edit.). **Curso de gestão ambiental**. Barueri, São Paulo: Manole, 2004. p. 53-100.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Portaria 518. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e da outras providências**. Brasília: Ministério da Saúde, 2004.

CAERN. **Relatório anual 2010: qualidade da água**. Natal: CAERN, 2010.

CPRM, Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: diagnóstico do município de Parnamirim, estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

FETTER, C.W. **Applied Hydrogeology**. 3ª ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, 1994.

GALDINO, F. A. G. **Indicadores sentinelas para a formulação de um plano de amostragem de vigilância da qualidade da água de abastecimento de campina grande (PB)**. Dissertação de mestrado. Campina Grande: UFCG, 2009.

IBGE. **Resultados do Censo 2010**. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/resultados_do_censo2010.php>. Acesso: 20 abr. 2011.

_____. **Censo demográfico 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estatistica/populcao/censo2000/default.htm>>. Acesso: 18 dez. 2009.

KITE-POWELL, A.; HARDING, A. Nitrate Contamination in Oregon Well Water: Geologic Variability and the Public's Perception. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 42, p. 975-987, August, 2006

MACÊDO, J. A. B. de. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. Juiz de Fora, Minas Gerais: 2001.

MEYER, S. O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. **Caderno Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v. 10, p. 99-110, Jan/Mar, 1994.

RICHTER, C.; NETTO, J. M. A.. **Tratamento de água**. São Paulo: Edgard Blucher, 1998.

SANTOS, P. R. S. **Avaliação das concentrações de nitrato nas águas subterrâneas utilizadas para abastecimento na zona norte urbana de Parnamirim/RN**. Trabalho de conclusão de curso. Natal: IFRN, 2005.

SNIS. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2008**. Brasília: SNSA, 2008. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso: 10 dez. 2010.

SOUZA, A. L. P. et al. **Toxicologia dos trihalometanos formados em águas de abastecimento**. IN: VI Semana de estudos de Engenharia ambiental. Irati: DENAM/UNICENTRO, 2008.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

START, Pesquisa e Consultoria Técnica. **Plano municipal de saneamento ambiental de Parnamirim: diagnóstico social e setorial**. Parnamirim: SESAB, 2009.

VASCONCELOS, N. S. **O avanço da contaminação por nitrato na água subterrânea na zona sul de Natal/RN**. Dissertação de mestrado. Natal: UFRN, 2002

BALNEABILIDADE DAS ÁREAS DE RECREAÇÃO DO RIO AÇU, MUNICÍPIO DE ASSU/RN

J. L. M. Lessa¹ e L. X. Costa Neto²

¹Instituto Federal do Rio Grande do Norte - Campus Macau e ²Instituto Federal do Rio Grande do Norte –
Campus Macau

jorge.lessa.10@hotmail.com – leao.neto@ifrn.edu.br

RESUMO

Este trabalho apresenta uma avaliação da qualidade das águas para banho em pontos de recreação (padrão de balneabilidade) ao longo do rio Açú/RN, no município de Assu/RN, a partir da análise da concentração de coliformes fecais (CF). A balneabilidade é a qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário, segundo a Resolução CONAMA nº 274 de 29 de novembro de 2000. A área de estudo dista 210 km da capital do Estado, localizada na Microrregião do Vale do Açú e no Pólo de Turismo Costa Branca. Foram coletadas amostras de água em quatro pontos de recreação, a saber: balneário das Mangueiras (Açu 1), Batalhão (Açu 2), *Shop Car* (Açu 3) e Entre Rios (Açu 4). As amostragens foram coletadas aos domingos, dia de maior afluência do público, durante 13 semanas sucessivas. As análises de balneabilidade revelaram um padrão PRÓPRIO das águas do rio Açú com valores variando de 23 a 2400 NMP/100ml de CF. Os pontos Açú 1, Açú 2 e Açú 4 mostraram-se 100% PRÓPRIOS para banho durante o período desta pesquisa, com valores variando de 23 a 920 NMP/100ml. Entretanto, o ponto *Shop Car* (Açu 3) mostrou-se IMPRÓPRIO durante 5 semanas sucessivas, com valores de CF atingindo 2.400 NMP/100ml. A falta de uma política voltada para educação ambiental, às péssimas condições sanitárias das áreas de recreação, a ausência de um sistema adequado de tratamento e disposição final de dejetos humanos e de animais são responsáveis diretos pelas condições da balneabilidade do rio Piranhas-Açu.

Palavras-chave: rio Açú/RN, coliformes fecais e balneabilidade.

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho trata da análise das atividades de banho no rio Açú/RN e dos seus possíveis impactos ao longo do seu curso. Assim, pretende-se saber em que nível os usuários das águas do rio Açú/RN, em suas atividades de lazer, estariam expostos a problemas de saúde devido à contaminação das suas águas, as causas e o nível de participação dos usuários no processo de contaminação.

O rio Açú/RN é de fundamental importância para os habitantes da cidade do Assu/RN e circunvizinhanças. Suas águas servem para consumo humano, irrigação, criação de peixes e camarões, agroindústria, vacaria, lazer, além de outras.

Tais atividades, entre outros fatores, acabam impactando a natureza local. Assim sendo, o objetivo geral desta pesquisa é caracterizar a qualidade da água do referido rio em pontos de recreação, em que se praticam atividades de banho, sinalizando sobre seus efeitos nocivos a saúde humana e a biota local, bem como, despertar para o papel de conservação, preservação e envolvimento geral da sociedade (habitantes, poder público, escolas, entre outras) para amenizar seus impactos. Para este propósito, será feita um monitoramento das águas do rio com objetivo de estabelecer o padrão de balneabilidade das áreas de recreação.

2. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO AMBIENTAL DA ÁREA

A área de estudo localiza-se na Mesoregião Central Potiguar, na Microrregião do Vale do Açú e no Pólo de Turismo Costa Branca do Estado do Rio Grande do Norte, no município de Assu, às margens do rio Piranhas-Açú e delimitada pelos seguintes pares de coordenadas geográficas: 5°33'16" S/36°57'47" O e 5°40'46" S/36°48'46" O (Figura 1). O acesso a área é realizado pela BR 304, que liga Natal a Mossoró, distando 210 km da capital do Estado.

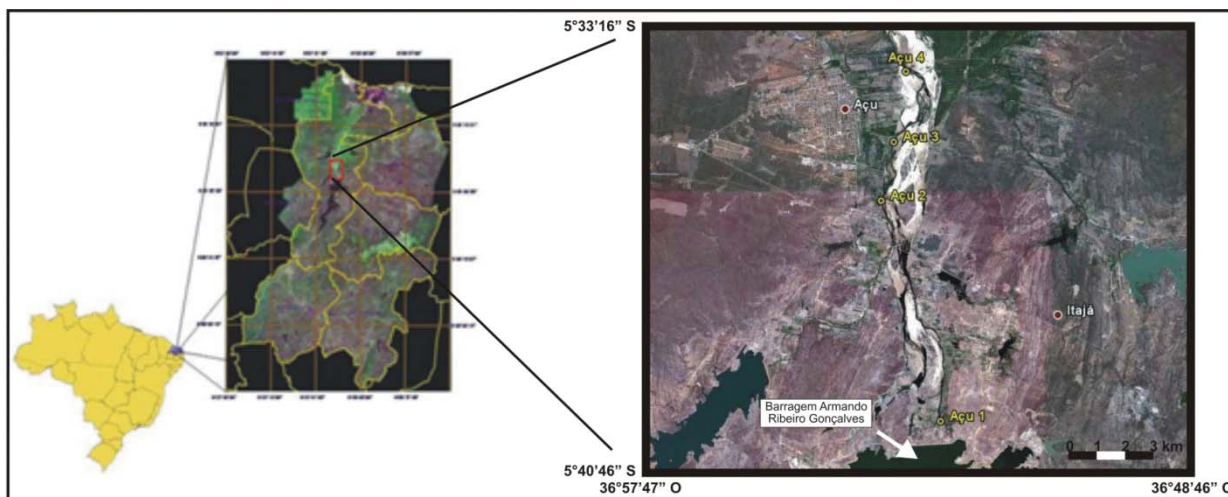


Figura 1 – Localização da área. Localização da área de estudo, com destaque a Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, na base e o rio Açú na porção central da imagem. Mapa da Meso Região Central Potiguar adaptado de Amorim *et al* (2007) e imagem de satélite Ikonos da região do rio Açú, importada do Google Earth (2011).

A configuração do cenário ambiental possui climatologia do tipo muito quente e semi-árido. A geologia do município de Assú apresenta a sul, rochas do Embasamento Cristalino de idade pré-cambriana. Segundo Araripe e Feijó (1994), na porção centro-norte ocorrem às rochas do Grupo Apodi, constituído pelos arenitos da Formação Açú e os calcários da Formação Jandaíra. Os sedimentos

aluvionares do rio Piranhas-Açu são constituídos por cascalhos e areia nos canais e lama nas planícies de inundação. A geomorfologia na cidade do Assu tem relevo médio de 100 metros de altitude, as formações de destaque são: Serra das Pinturas, Chapada do Apodi, Depressão Sertaneja e Planícies Fluviais, objeto deste trabalho. O vale do rio Piranhas-Açu é caracterizado por uma área plana resultante da acumulação fluvial sujeita a inundações periódicas. O rio Piranhas-Açu nasce da junção dos rios Peixe e Piancó, localizados na Paraíba e desemboca na cidade de Macau, litoral do Rio Grande do Norte. A perenidade da bacia hidrográfica Piranhas-Açu é garantida pelos reservatórios: Coremas-Mãe D'água/PB e a barragem Armando Ribeiro Gonçalves/RN (ANA, 2008). A cobertura vegetal predominante do município de Assu é a caatinga hiperxerófila.

O curso do rio Açu é muito utilizado para diferentes atividades de lazer. Uma delas é a utilização de pontos de recreação primária ao longo do seu curso, com ou sem equipamentos de lazer. Para estudar a sua balneabilidade, foram escolhidos quatro pontos de recreação ao longo do rio Açu, numa distância aproximada de 11 km, partindo da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves até o limite urbano da cidade de Assu.

Os pontos de recreação foram denominados de Açu 1, Açu 2, Açu 3 e Açu 4, e estão localizados no Balneário das Mangueiras, em frente ao Batalhão da Polícia, ao lado do lava a jato *Shop Car* e no Balneário Entre Rios, respectivamente (Figura 1). A quantidade média de frequentadores nos pontos de recreação foi de 560 (Açu 1), 12 (Açu 2), 80 (Açu 3) e 560 (Açu 4). O perfil dos usuários revela uma maior quantidade de homens (média de 47%) em relação a presença de mulheres (média de 30%), crianças (média de 17%) e idosos (média de 6%).

As características físico-ambientais dos Pontos de Recreação serão apresentadas a seguir.

2.1 Balneário das Mangueiras (Açu 1)

O balneário das Mangueiras fica situado próximo e a jusante das comportas da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves (Figura 1), ocupando uma área estimada de 462 m². O local possui infraestrutura de bar, restaurante e de lazer. Emprega atualmente 15 funcionários, que chegam a atender 100 mesas. Há dois banheiros em bom estado de conservação.

O sistema de fossas é antisséptico. O rio é agradável para o banho, para pesca e para apreciação paisagística, com forte correnteza no seu centro, ocorrendo sedimentos arenosos com cascalho no fundo. A água servida nas atividades de banho é lançada de volta ao rio sem nenhum processo de tratamento; a mata ciliar apresenta indícios de desmatamento; nas suas margens ocorre criação de gado bovino, presença de resíduos sólidos, intensa poluição sonora resultante de sistemas de som dos frequentadores.

2.2 Batalhão (Açu 2)

O ponto de estudo Açu 2 está localizado a 7 km a jusante do Açu 1 (Figura 1), com uma área aproximada de 620 m², sendo conhecido por Batalhão. Não possui infraestrutura de comércio nem residências fixas, mesmo assim, é bem atrativo, uma vez que suas águas correm a poucos metros da sombra de muitas árvores, onde as pessoas armam redes, apreciam a paisagem, consomem bebidas e comidas, nadam e pescam. O aluvião é constituído por areia, lama e poucos seixos. O rio apresenta forte correnteza no centro, a água é transparente em período de estiagem e turva no período das chuvas e ocorre macrófitas aquáticas.

A presença de animais domésticos como cachorros e vacas dividindo espaço com banhistas é uma cena corriqueira. Existem sinais de erosão em suas margens, bem como sinais de destruição da mata ciliar. Atualmente, esse é o ponto que sofre menor impacto ambiental.

2.3 Shop Car (Açu 3)

O ponto de estudo Açu 3 localiza-se na margem esquerda do rio Açu, distando aproximadamente 1 km a jusante do Açu 2 (Figura 1), apresentando uma área aproximada de 710 m². O Acesso é feito pela Avenida João Celso Filho em direção ao centro da cidade, próximo ao posto de lavagem de veículos *Shop Car*. Existe uma barraca de vendas de bebidas, com infraestrutura precária, sem banheiros, na qual se observa uma mesa de sinuca, três mesas e seis cadeiras, além de servir de estacionamento para automóveis e motocicletas.

A recreação é praticada com banho, apreciação da paisagem e descanso a sombra de barracas. As características da água são muito parecidas com a do ponto 2, mostra forte correnteza no centro do rio, água transparente e substrato arenoso. A mata ciliar encontra-se bastante devastada por causa do uso histórico do solo pelas olarias. Observa-se a presença de galinhas, cachorros e vegetação de aguapés. Na sua lateral passa uma linha de alta tensão da CHESF.

2.4 Entre Rios (Açu 4)

O ponto Açu 4 está situado 3 km a jusante do ponto Açu 3 (Figura 1), localizado à margem esquerda do rio Açu, com uma área estimada de 1.043 m². A sua infraestrutura conta com 11 (onze) barracas e área para estacionamento. As barracas têm em média 16 mesas que vendem bebidas e comidas. Os banheiros utilizam fossas antissépticas, porém bastante deteriorados.

O rio apresenta correnteza fraca, substrato constituído por areias quartzosas e cascalhos, relevo das margens com morfologia suave. A recreação acontece à sombra das barracas, com consumo de bebidas, comidas, banho de rio e de bica, apreciação da paisagem e pescaria.

O ponto de recreação Açu 4 é o que mais sofre impactos ambientais. Historicamente, a agricultura intensiva, as olarias, a pecuária intensiva e a agricultura são os responsáveis diretos pelas mudanças significativas no curso do rio. A extração de areia quartzosa no leito do rio provoca aprofundamento do canal do rio e aumento da sua velocidade, e conseqüentemente, aumenta seu poder erosivo.

É intensa a poluição sonora das caixas acústicas das próprias barracas ou dos veículos pertencente aos frequentadores. A presença de animais domésticos como gatos, cachorros, vacas e cavalos é comum entre os banhistas. Nas margens do rio Açu é comum a presença de resíduos sólidos e grande quantidade de macrófitas aquáticas (aguapé).

3. BALNEABILIDADE

Atualmente é extremamente comum ouvir nos noticiários indicações dos limites da qualidade das águas das praias para banho, o que remete ao conceito de balneabilidade, que representa a qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário, sendo este entendido como um contato direto e prolongado com a água (natação, mergulho, esqui-aquático, etc.), onde a possibilidade de ingerir quantidades apreciáveis de água é elevada (CETESB, 2006).

A avaliação das águas obedece a critérios objetivos baseados em indicadores pré-estabelecidos. Para saber se as condições de balneabilidade em um local são favoráveis ou não (CETESB, 2006), monitoramentos quantitativos são realizados para confrontar com os valores de padrões pré-estabelecidos e assim orientar os usuários. As condições determinantes para indicar a balneabilidade de uma área de banho são: despejos domésticos gerados nas proximidades do curso d'água; existência de córregos afluindo no sistema de águas principais; afluência turística nos períodos de temporada; água de chuvas e presença de animais.

Todas as condições acima citadas provocam a contaminação das águas, causadas por um conjunto específico de bactérias - os coliformes fecais (*Escherichia coli* e/ou *Enterococos*). Estas bactérias habitam

o intestino de animais de sangue quente como: seres humanos, porcos, carneiros, cabras, bois, cavalos, cachorros, gatos, etc, sem lhes trazer prejuízos. A via de contaminação destas bactérias no organismo humano ocorre pela ingestão direta ou indireta de água, ou alimentos contaminados, ou ainda, pela penetração através da pele. O contato primário oferece risco de contaminação pela presença dos organismos patogênicos e predispõe a doenças, como: gastroenterite, cólera, hepatite A, febre tifóide.

Segundo Branco (1986 *apud* MEDEIROS, 2009) esses microrganismos são lançados nas águas pelos despejos, sendo um testemunho destes, não sendo capazes de reproduzir-se e sobreviver por muito tempo nesse ambiente. Portanto, podem ser utilizados para indicar qual a origem e há quanto tempo se deu a poluição do manancial.

Além disso, essas bactérias revelam a presença de qualquer despejo de origem humana e não apenas aquela proveniente de indivíduos doentes, uma vez que os Coliformes se encontram presentes em um número que varia de cinco a quinhentos milhões de bactérias por grama de fezes de qualquer pessoa.

As análises para determinação dos padrões de balneabilidade obedecem às normas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente- **CONAMA, a saber: a Resolução n°274 de 29 de novembro de 2000**, que estabelece os limites por categoria para tal classificação (Tabela 1).

Tabela 1 - Classificação da qualidade da água segundo a Resolução CONAMA 274/2000.

Categoria	Limite de Coliformes Fecais (*NMP/100ml)
Excelente	≤ 250
Muito Boa	≤ 500
Satisfatória	≤ 1000
Imprópria	> 1000

*Número mais provável (NMP). Fonte: CONAMA (2000 *apud* MEDEIROS, 2009).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Os trabalhos de campo e de laboratório para as análises de coliformes foram realizados no período de 21 de novembro de 2010 a 13 de fevereiro de 2011, totalizando 13 semanas. As análises de coliformes fecais foram realizadas no Núcleo de Análises de Águas, Alimentos e Efluentes do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN, Campus Central Natal

O padrão de balneabilidade indica a qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário, sendo este entendido como um contato direto e prolongado com a água através da natação, mergulho, esqui-aquático, etc (CETESB, 2006). Certas condições ambientais são determinantes para indicar a qualidade das águas para banho, a saber: despejos domésticos gerados nas proximidades do curso d'água; existência de córregos afluindo no sistema de águas principais; afluência turística nos períodos de temporada; água de chuvas e presença de animais. Todas estas condições provocam a contaminação das águas através de bactérias - os coliformes fecais (*Escherichia coli* e/ou *Enterococos*). Estas bactérias habitam o intestino de animais de sangue quente como: seres humanos, porcos, carneiros, cabras, bois, cavalos, cachorros, gatos, etc, sem lhes trazer prejuízos. O contato primário com essas bactérias pode causar doenças de vinculação hídrica, tais como: gastroenterite, cólera, hepatite A e febre tifóide.

A coleta de amostras de água foi efetuada conforme recomendações apresentadas no Manual de Instruções para Coletas de Amostras de Águas do NAAE (Núcleo de Análises de Águas, Alimentos e Efluentes), sempre aos domingos entre 11 e 13 h (maior quantidade de freqüentadores), sendo requerido um volume mínimo de 100 ml, o qual deve ser coletado em frasco de vidro borossilicato ou polipropileno, boca larga, atóxico, capacidade mínima 125 ml, tampa à prova de vazamento (CETESB, 2006), sempre a jusante dos pontos de maior concentração de banhistas, a uma profundidade variando entre 30 e 40 cm, com a abertura do recipiente voltado na direção da corrente. Em seguida, o recipiente preenchido com aproximadamente 75% da capacidade ficava acondicionado em um recipiente de isopor com gelo afim de conservar as bactérias alvo.

A metodologia de análise segue o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (2005). A técnica utilizada foi a de tubos múltiplos, recomendada pela 20ª edição do *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* para análises de águas destinadas a captação para o consumo humano, águas marinhas e águas residuárias brutas.

A análise por tubos múltiplos se processa em uma única etapa e consiste na semeadura de volumes determinados da amostra em séries e cinco tubos de meio de cultura A1, que são incubados a $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ durante 3 horas, seguindo um período de 21 ± 2 horas a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$, ocorrendo um enriquecimento dos organismos fermentadores da lactose. A produção de gás, a partir da fermentação da lactose neste meio, é prova confirmativa positiva para a presença de bactérias do grupo dos coliformes termotolerantes (CETESB, 2006).

A densidade de coliformes fecais é expressa a partir do número da amostra marcada em um dos tubos colocados na estante, no qual foi observado a fermentação de gás. O NMP (Número Mais Provável) de coliformes por 100 ml é obtido através de tabelas. Procuram-se os códigos formados por três algarismos correspondentes ao número de tubos com resultados positivos no caldo A1, em três séries consecutivas inoculadas em que são dados os limites de confiança de 95% para cada valor de NMP determinado (CETESB, 2006).

A partir dos resultados obtidos as águas destinadas a banho foram classificadas em PRÓPRIA e IMPRÓPRIA. Águas PRÓPRIAS para banho devem apresentar quantidades de Coliformes Fecais < 1000 NMP/100ml em 80% das amostras (5 últimas amostras), englobando as Categorias Excelente, Muito Boa e Satisfatória (Tabela 1). Por outro lado, as águas IMPRÓPRIAS apresentam quantidades de Coliformes Fecais > 1000 NMP/100ml em 20% das amostras (5 últimas amostras) (Tabela 1).

5. ANÁLISE DA BALNEABILIDADE

Apresentaremos a seguir os resultados e discussões do estudo da balneabilidade em áreas de recreação no rio Açu, bem como a análise da percepção ambiental dos seus usuários.

Os resultados de balneabilidade durante esta pesquisa estão apresentados na figura 2. Foram coletadas amostras de água em 13 semanas sucessivas, sendo a primeira semana de coleta descartada por constituir o período inicial de testes e apresentar resultados muito diferentes dos demais.

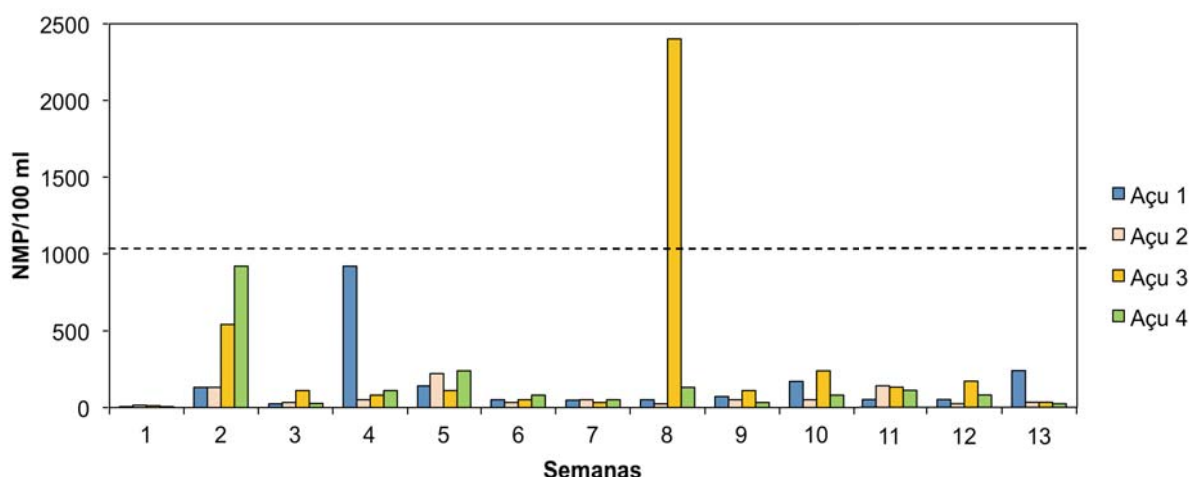


Figura 2 - Resultado da quantidade de coliformes fecais (NMP/100 ml) em amostras de água nos pontos de recreação do rio Açu. Fonte: Jorge Luís Moura Lessa, 2010.

O Açu 1 apresentou valores mínimo e máximo de 23 e 920 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes, respectivamente do total de amostras. Este ponto de monitoramento apresentou categoria PRÓPRIA em 100 % das semanas (Figura 2), estando 25 % dos resultados enquadrados como Satisfatórios e 75 % deles como Excelentes. Este ponto recebe uma grande quantidade de recreantes e turistas durante todo o ano.

O Açu 2 apresentou valor mínimo de 23 e máximo de 220 NMP/100 ml de coliformes fecais do total das treze amostras. Foi o ponto que revelou os melhores índices, estando próprio para o banho em 100 % do período das análises realizadas (Figura 2). Deste total, 100% dos resultados enquadrados como Excelentes. A restrição com placa de proibição a entrada de estranhos, o cadeado na porteira, os poucos frequentadores decorrentes, a inexistência de residências e pontos comerciais próximos a margem do curso d'água são preponderantes no resultado de boa balneabilidade. Constatou-se a presença de gado bovino, a disposição inadequada de resíduos sólidos, fezes de animais e humanos próximos à margem do curso d'água.

O Açu 3 revelou ponto mínimo de 33 e máximo 2400 NMP/100 ml coliformes termotolerantes. Este último resultado tem relação direta com as fezes de animais (vacas) lançados dentro do próprio rio Açu no momento da coleta. Este ponto apresentou classificação PRÓPRIA em 62,5% das semanas analisadas com < 1000 NMP/100 ml, o que ocorreu no conjunto das 7 primeiras e na última semana de coleta (Figura 2), as quais 25% ficaram compreendidas na categoria excelente e 12,5% ficaram na classe satisfatória. Destaca-se a classificação IMPRÓPRIA entre a 8ª e a 12ª semana de coleta, correspondendo a 37,5% do período estudado (Figura 2). A péssima infraestrutura e o uso de drogas por alguns grupos de frequentadores afastam os usuários deste ponto de recreação. Do total das amostras realizadas durante a pesquisa, esse foi o ponto que apresentou maiores índices de coliformes fecais pela presença de animais, além do maior quantitativo de usuários.

O Açu 4 revelou valor mínimo de 23 e máximo 920 NMP/100 ml coliformes fecais. A qualidade das águas ficou na categoria PRÓPRIA e enquadrada como Excelente em 91,7% das coletas realizadas (Figura 2). A classificação Satisfatória ocorreu em 8,3% das amostras.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maioria dos pontos de recreação esteve PRÓPRIO para banho durante o período deste estudo. Entretanto, o ponto 3 ficou IMPRÓPRIO durante quatro semanas (8ª a 12ª).

A falta de uma política voltada para educação ambiental, às debilitadas condições sanitárias, a ausência de um sistema adequado de tratamento e disposição final de dejetos humanos e de animais são responsáveis diretos pelas condições da balneabilidade do rio Piranhas-Açu.

Para 100 % dos frequentadores dos pontos de recreação a qualidade da água do rio Açu é duvidosa. Muitos citam a mortandade de grande quantidade de peixes no mês de junho de 2010. Em outros casos há relatos de coceiras nos olhos e na pele.

Nesse sentido, este trabalho apresenta as seguintes recomendações para a população que utiliza os pontos de recreação nas suas horas de lazer: evitar levar animais para o rio, evitar contato direto com água na presença de animais; evitar a ingestão de água durante o banho; não fazer contato com fezes de animais; recolher os resíduos sólidos gerados; proteger e preservar a mata ciliar e participar, praticar e cobrar ações que conduzam a saúde da biota local.

Ao poder público, este estudo aponta as seguintes orientações: promover eventos voltados à educação ambiental dos frequentadores dos pontos de recreação; implantar programas de monitoramento da balneabilidade do rio Açu e criar espaço de discussão sobre os problemas do rio.

Tendo em vista o processo de degradação das águas do rio Açu é de fundamental importância o acompanhamento sistemático junto a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e de Saúde de Assu/RN como forma de orientar os frequentadores dos pontos de recreação sobre o padrão de balneabilidade das águas do rio e as potenciais doenças de veiculação hídrica associadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

AMORIM, R. F.; ALMEIDA, S. A. da S.; CUELLAR, M. Z.; COSTA, A. M. de B. e Gomes, C. **Mapeamento de Uso e Ocupação do solo na Bacia Hidrográfica Piranhas/Açu, utilizando imagens CBERS e técnicas de classificação supervisionada.** Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, INPE, 2007, p. 3709-3716.

APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater – 21ed. Centennial Edition, 2005.

ARARIPE, P. T.; FEIJÓ, F. P. **Bacia Potiguar.** Boletim Geociências PETROBRAS, Rio de Janeiro, 8(1), 1994. p. 127-14, 1994.

ANA. **Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu.** Superintendência de Gestão de Informação – SGI, 2008. Disponível em: <www.piranhasacu.cbh.gov.br/Documentos/200810_BoletimPiranhasAcu.pdf>. Acessado em: 22 out. 2010

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Diagnóstico do município de Açu, estado do Rio Grande do Norte.** Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. Pág. 5. Disponível em: www.cprm.gov.br/rehi/atlas/rgnorte/relatorios/ACU002.PDF. Acessado em: 8 de jan. 2011.

CETESB. **Análises Microbiológicas da Água,** 2006. Disponível em: <www.cetesb.sp.gov.br/noticentro/2006/04/07_curso.pdf>. Acessado em: 22 out. 2010.

CONAMA, 2000. **Resolução CONAMA nº274 de 29 de novembro de 2000.** Brasília – DF (Brasil), Conselho Nacional de Meio Ambiente, Ministério de Meio Ambiente.

IBGE. **Contagem da população, 2010.** Disponível em: www.ibge.gov.br/home/estatistica/populaca~/contagem2010/default.shtm http>. Acessado em: 22 nov. 2010.

_____. **Perfil Municipal, 2008.** Disponível em: www.ibge.gov.br/home/estatistica/populaca~/contagem2010/default.shtm http>. Acessado em: 22 nov. 2010.

IDEMA. **Perfil de seu município, 1999.** Disponível em: www.idema.rn.gov.br/.../idema/.../perfil_municipio.asp>. Acesso em: 22 nov. 2010.

MEDEIROS, J. R. de. **Influência das águas da bacia hidrográfica Pirangi na balneabilidade das praias de Pirangi, nos municípios de Nísia Floresta e Parnamirim – Rio Grande do Norte, Brasil.** Dissertação de mestrado. UFRN, 2009. 21p.

VIEGAS, R. e FERNANDES, R. **Avaliação do perfil da cidadania ambiental de estudantes do ensino médio-técnico.** Cadernos temáticos N° 12: Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Sucknow da Fonseca, 2006. 23 p.

CARACTERIZAÇÃO DAS FRAÇÕES DE MATERIA ORGÂNICA DE ESGOTO DOMÉSTICO VIA RESPIROMETRIA

K. L. Pinheiro¹; A. R. M. Barros²; F. F. Oliveira³; E. V. M. Santos⁴ e H. A. S. Filho⁵

^{1, 2, 3, 4 e 5} Instituto Federal do Ceará – Campus Limoeiro do Norte

katsonlaerte@hotmail.com; ricardomendes_123@hotmail.com; nano_ffo@hotmail.com;
elivania@ifce.edu.br; Heraldo@ifce.edu.br

RESUMO

Dentre os vários processos que antecedem o tratamento de águas residuárias está o de caracterização do esgoto a ser tratado fazendo-se necessário uma série de análises com o intuito de conhecer a sua qualidade. Convencionalmente, os parâmetros relacionados ao material orgânico presente na água são: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO) e carbono orgânico total (COT). Porém, existem outros métodos para conhecimento desse poluente, disponibilizando dados mais relevantes para escolha adequada de sistemas de tratamento, a exemplo de testes de respirometria. O presente trabalho teve como principal objetivo o fracionamento do material orgânico contido nas águas residuárias do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará Campus Limoeiro do Norte – CE, destacando a presença de materiais solúveis e particulados, utilizando a respirometria como ferramenta. Para tal, fez-se necessária a construção e operação de um sistema gerador de lodo, sendo este um sistema de lodo ativado tipo pós-desnitrificação (pós-D). A caracterização das frações biodegradáveis e não biodegradáveis do material orgânico e suas divisões em particulado e solúvel foi possível devido à estabilização da biomassa do sistema, confirmada através de testes respirométricos específicos. A partir de cálculos teóricos e práticos, foi possível identificar essas frações em fases adversas da instituição comparando períodos com atividades, férias e greve, onde o primeiro obteve porcentagem mais elevada de material biodegradável, o segundo mostrou-se contrário e o terceiro veio a confirmar estes resultados aumentando consideravelmente a parcela não biodegradável particulada no período de greve. E para validar esses resultados foi verificada a metodologia que se indicou como eficiente e que pode ser aplicada a outras águas residuárias se configurando como fator confiável e determinante na escolha e otimização do tipo de tratamento de esgoto de acordo com as características do seu afluente.

Palavras-chave: lodos ativados, respirometria, fracionamento da matéria orgânica.

1. INTRODUÇÃO

As águas residuárias correspondem a todos os resíduos líquidos gerados em indústrias ou residências que para ser devolvidos à natureza precisam de um tratamento adequado. Levando em consideração que a própria natureza possui forma de decompor esse poluente, no processo chamado de autodepuração, destaca-se a necessidade de investimentos em Estações de Tratamentos de Esgotos (ETEs) que simulam o processo natural de forma mais rápida e eficiente, afim de que uma adequada qualidade da água no manancial receptor seja garantida. Dessa forma, é esperado que nesses casos os corpos receptores se recompusessem com maior facilidade, pois sua capacidade de autodepuração teria sido respeitada.

No tratamento biológico aeróbio os microrganismos, mediante processos oxidativos, degradam as substâncias orgânicas que são assimiladas como "alimento" e fonte de energia, a exemplo o de lodo ativado. O fracionamento da matéria orgânica é um fator relevante para sistemas de lodo ativado, uma vez que é a partir desse conhecimento que se torna possível estabelecer uma qualidade mais exata do esgoto e prever-se, conseqüentemente, quanto será a remoção máxima a ser atingida nesses sistemas de tratamento aeróbios. Assim, o conhecimento da composição do material orgânico dos esgotos torna-se um fator preponderante para o tratamento, possibilitando a escolha mais adequada para o mesmo.

Neste trabalho, foram utilizadas amostras do esgoto gerado nas dependências do IFCE-Campus Limoeiro do Norte, sendo a mesma colocada em contato com lodo aeróbio de um sistema de tratamento biológico do tipo lodo ativado (pós-D). Por meio de testes respirométricos específicos, determinaram-se as frações biodegradáveis e não biodegradáveis com ênfase na subdivisão em solúveis e particuladas em termo de DQO de esgoto doméstico, visando comparar as características do esgoto.

Levou-se em consideração a sazonalidade da vazão e a qualidade da água a ser tratada, visto que esses fatores são variantes no decorrer do ano. Destaca-se que a água residuária estudada apresenta histograma distinto, do qual se percebe em esgotos municipais já que o que determina maior produção ou queda quantitativa e até mesmo qualitativa do esgoto são fatores como presença da comunidade acadêmica nos períodos letivos, eventos na instituição, férias, e outros.

E é em condições diversas que um estudo como esse, se torna uma ferramenta precisa de caracterizar e quantificar as frações do material orgânico a ser tratado, possibilitando analisar com mais precisão o sistema de tratamento mais adequado a ser escolhido, até por que cada esgoto possui características específicas que muitas vezes inviabilizam a excelência prevista para tratamentos consagrados.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Von Sperling (1996), o tratamento biológico de esgotos ocorre inteiramente por mecanismos biológicos. Esses processos reproduzem naturalmente os mecanismos que ocorrem em um corpo d'água logo após o lançamento de esgotos. Assim, o sistema de tratamento biológico de águas residuárias tem como objetivo fazer com que o processo natural de depuração se desenvolva. No entanto, em condições controladas (controle da eficiência) e em taxas mais elevadas (solução mais compacta).

No final do século passado, o tratamento de águas residuárias tinha somente o objetivo de remover sólidos sedimentáveis através de decantação simples. Porém, como grandes partes do material orgânico nos esgotos não são sedimentáveis o tratamento tornava-se ineficiente. Nas primeiras décadas desse

século, com a finalidade de aumentar a eficiência do tratamento de águas residuárias, foi desenvolvido o tratamento secundário que se caracteriza pelo uso de processos biológicos para a obtenção de uma remoção mais completa do material orgânico.

Foi na busca de um sistema mais eficiente de tratamento secundário que Lockett e Ardern descobriram que a adição deste lodo, a uma batelada de água residuária, resultava numa aceleração notável do processo de remoção de material orgânico e um crescimento adicional do lodo, originando desta forma o sistema de lodos ativados (Van Haandel & Marais, 1999).

Em geral, as unidades integrantes da etapa biológica do sistema de lodos ativados são: tanque de aeração (reator aeróbio), tanque de decantação (decantador secundário) e recirculação de lodo. No reator ocorrem as reações bioquímicas de remoção da matéria orgânica e, em determinadas condições, da matéria nitrogenada. O sistema de lodos ativados é amplamente difundido mundialmente para tratamentos de despejos domésticos e industriais, uma vez que os mesmos caracterizam-se em situações em que são necessárias uma elevada qualidade do efluente e reduzidos requisitos de área. Todavia, o sistema de lodos ativados inclui um alto índice de mecanização, se comparado aos outros tipos de tratamentos biológicos, implicando assim, em uma operação mais sofisticada e com maiores consumos de energia (Von Sperling, 1997).

Segundo Santos (2009), o metabolismo heterotrófico de degradação da matéria orgânica pode ser de duas formas: catabolismo e anabolismo, onde o primeiro representaria a obtenção de energia através da oxidação de um doador de elétrons e o segundo que resultaria na síntese de novas células. Segundo Van Haandel & Marais (1999), para o catabolismo é utilizado 1/3 do material orgânico e para o anabolismo 2/3 desse material.

Segundo Van Haandel & Marais (1999), a divisão pode ser descrita como frações biodegradáveis e frações não biodegradáveis, sendo que estas são subdivididas em frações solúveis e particuladas. Na maioria das águas residuárias, os materiais podem ser encontrados em forma de uma solução com moléculas relativamente pequenas, outra parte com macromoléculas formando uma solução coloidal e uma terceira com partículas macroscópicas. Essas frações podem ser identificadas a partir de testes mais detalhados que os convencionalmente adotados como DQO, DBO e COT, sendo a respirometria um dos mais eficientes quando aliados a modelos matemáticos bem descritos.

Santos (2009) analisa a utilidade da respirometria dizendo que esses testes determinam a taxa de consumo de oxigênio (TCO), sendo muito úteis para avaliar a biodegradabilidade e toxicidade de efluentes. Descreve também, o metabolismo bacteriano, a influência de fatores ambientais sobre este metabolismo e a cinética dos processos biológicos entre outros parâmetros relacionados com a biomassa ativa de lodo ativado. Estes são realizados através dos respirômetros que podem ser do tipo abertos (contínuos ou semicontínuos) ou fechados subdivididos em manométricos, volumétricos e combinados.

3. METODOLOGIA

Para realizar os testes respirométricos, responsáveis pelo fracionamento da matéria orgânica, foi necessária a construção de um sistema pós-D, como mostra a Figura 1, afim de produzir uma massa de lodo adaptada e estável.



Figura 1- Sistema Pós-D

O respirômetro utilizado nos testes era do tipo aberto e semicontínuo denominado Beluga. Sua aeração era controlada pelo Software S32c que ativava o aerador quando a concentração de oxigênio dissolvido (OD) atingia um limite inferior (abaixo 1 mg/L OD) previamente estabelecido, desativando-o quando esta atingia o limite superior (acima de 3 mg/L OD) também estabelecido, iniciando ciclos de períodos com e sem aeração. Nos períodos sem aeração o Beluga calculava a TCO a partir da variação da concentração de OD com o tempo como se mostra na Figura 2.

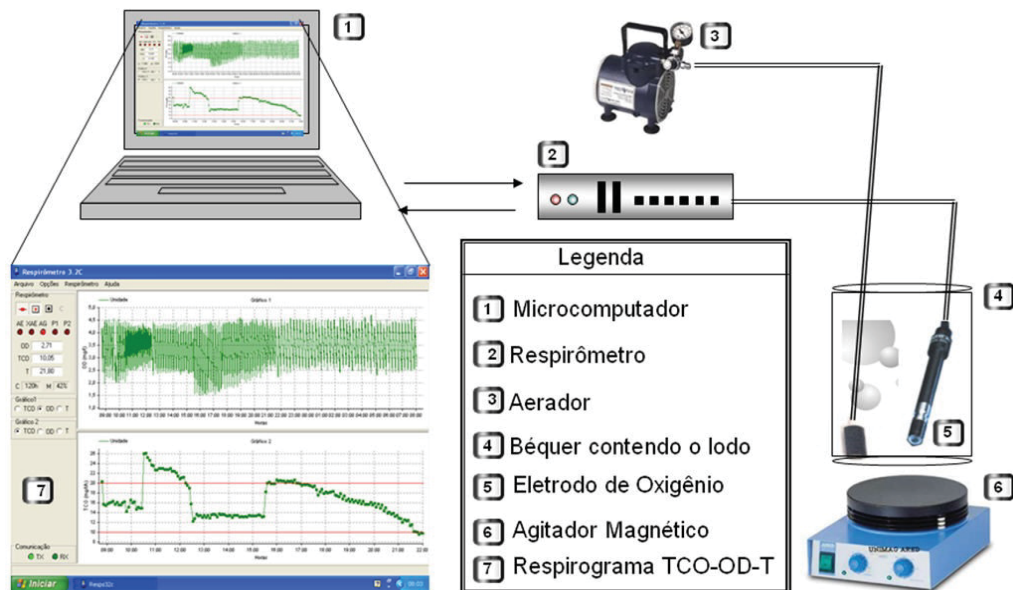


Figura 2 - Materiais utilizados nos testes respirométricos

Segundo Van Haandel & Marais (1999), a matéria orgânica é composta por frações biodegradáveis e não biodegradáveis sendo que estas são subdivididas em frações solúveis e particuladas como se mostra na Figura 3. Na maioria das águas residuárias, os materiais podem ser encontrados em forma de uma solução com moléculas relativamente pequenas, outra parte com macromoléculas formando uma solução coloidal e uma terceira com partículas macroscópicas.

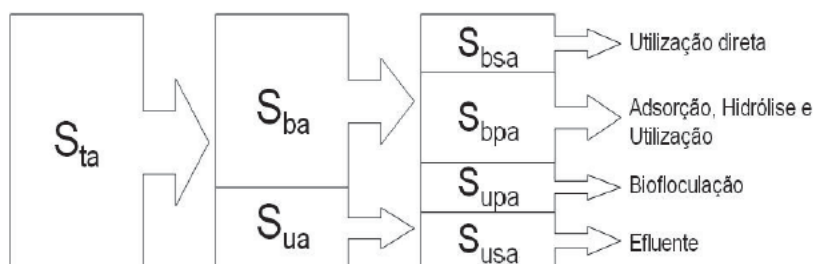


Figura 3 - Esquema do fracionamento do material orgânico

Fonte - Van Haandel & Marais (1999)

Sendo: S_{ta} - DQO total do afluente; S_{ba} - DQO biodegradável do afluente; S_{ua} - DQO não biodegradável do afluente; S_{bpa} - DQO biodegradável e particulada do afluente; S_{bsa} - DQO biodegradável e dissolvida do afluente; S_{upa} - DQO não biodegradável e particulada do afluente; S_{usa} - DQO não biodegradável e dissolvida do afluente.

Para o cálculo das frações do material orgânico biodegradável e não biodegradável pode-se usar duas fontes, a primeira com resultados de DQO e SSV e a segunda é verificada por meio do valor das áreas correspondentes a cada fração proposta por Van Haandel & Marais (1999), sendo que alguns fatores já são conhecidos e estabelecidos como se mostra na Tabela 1.

Tabela 1- Fórmulas utilizadas e fatores conhecidos - valores da literatura referentes ao modelo simplificado de lodos ativados, segundo van Haandel e Marais, (1999)

Fórmulas	Valor
$X_v = [(1 - F_{us} - F_{up})(1 + f_b R_s) Y R_s / (1 + b_h R_s) + F_{up} R_s / f_{cv}] S_{ta} / R_h$	variável
$f_{us} = \text{DQO do efluente} / \text{DQO do afluente}$	variável
$R_s = M X_t / M E_t$	24L / 1,5L/dia= 16 d
$R_h = V_r / Q_a$	24L / 15L/dia= 1,6d
$f_{ua} = f_{us} + f_{up}$	variável
$f_{ba} = 1 - f_{ua}$	variável
$f_{bsa} = f_{ba} * 1/3$	variável
$f_{bpa} = f_{ba} - f_{bsa}$	variável
Y	0,45mgSVS.mg ⁻¹ DQO
f	0,2
f_{cv}	1,50mgDQO.mg ⁻¹ SVS
b_h	0,24 * 1,04 ^(t-20)
t	variável

Onde:

X_v = concentração de lodo volátil
 f_{us} = fração não biodegradável dissolvida da DQO afluente
 f_{up} = fração não biodegradável e particulada da DQO afluente

f = fração de lodo ativo decaído que se torna resíduo endógeno
 b_h = constante de decaimento de lodo ativo
 t = média da temperatura do teste respirométrico
 R_s = idade do lodo

Y = coeficiente de rendimento

f_{cv} = razão DQO/SVS em lodo orgânico

S_{ta} = DQO afluente ($\text{mgDQO} \cdot \text{l}^{-1}$)

R_h = tempo de permanência do líquido

f_{ua} = fração não biodegradável do afluente

f_{ba} = fração biodegradável do afluente

f_{bsa} = fração biodegradável dissolvida do afluente

f_{bpa} = fração biodegradável particulada do afluente

MX_t = massa de lodo do sistema (mg)

ME_t = descarga diária de lodo de excesso ($\text{mg} \cdot \text{d}^{-1}$)

V_r = volume do sistema (litros)

Q_a = vazão diária afluente (m^3).

Já para análise dos gráficos é feito uma estimativa da área relativa às frações de acordo com a planilha e a figura do teste, comparando os resultados das áreas com a concentração de DQO afluente.

Para fazer o estudo e a comparação de qualidade de esgoto, foram realizadas três etapas de testes. A primeira correspondente ao período de funcionamento da instituição (Teste 1). A segunda e a terceira no período de férias (Teste 2) e greve (Teste 3), sendo que o terceiro teve a finalidade de verificação de tendência com condições similares à do segundo teste e, por último, a confirmação da eficiência da metodologia com uso de esgoto sintético (Teste 4).

Como a metodologia possibilita duas vertentes de cálculos os resultados obtidos no teste 3 foram encontrados através das áreas de cada fração do material orgânico.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A título de cálculo foi necessária a identificação de alguns valores como os descritos na Tabela 2, respectivamente, como sólidos suspensos voláteis (X_v), DQO_{afluente} (S_{ta}), DQO_{efluente}, constante de decaimento de lodo ativo (b_h) e idade de lodo (R_s).

Tabela 2 - Valores utilizados para determinação das frações biodegradáveis e não biodegradáveis

Teste (1)	Teste (2)	Valor
$X_v = 1699 \text{ mg/L}$	$X_v = 1438 \text{ mg/L}$	variável
$S_{ta} = 556 \text{ mg/L}$	$S_{ta} = 371 \text{ mg/L}$	variável
$\text{DQO}_{\text{efluente}} = 28,34 \text{ mg/L}$	$\text{DQO}_{\text{efluente}} = 22,73 \text{ mg/L}$	variável
$b_h = 0,29$	$b_h = 0,28$	variável
$R_s = 16 \text{ dias}$	$R_s = 16 \text{ dias}$	constante

4.1 Teste 1

O resultado do teste (1) correspondente mostra que 64% do material é biodegradável (f_{ba}), onde 43% é rapidamente consumido pelas bactérias (f_{bsa}) e 21% é lentamente biodegradável (f_{bpa}). Já apenas 36% é não biodegradável (f_{ua}), sendo que desse total 31% é lentamente transformado em uma nova massa de lodo do sistema (f_{up}) e 5% é material solúvel no qual não há decomposição e nem sedimentação, saindo assim no efluente tratado (f_{us}). A Figura 4 ilustra a imagem do teste mostrando

algumas áreas correspondentes às frações do material rapidamente e lentamente biodegradável e não biodegradável.

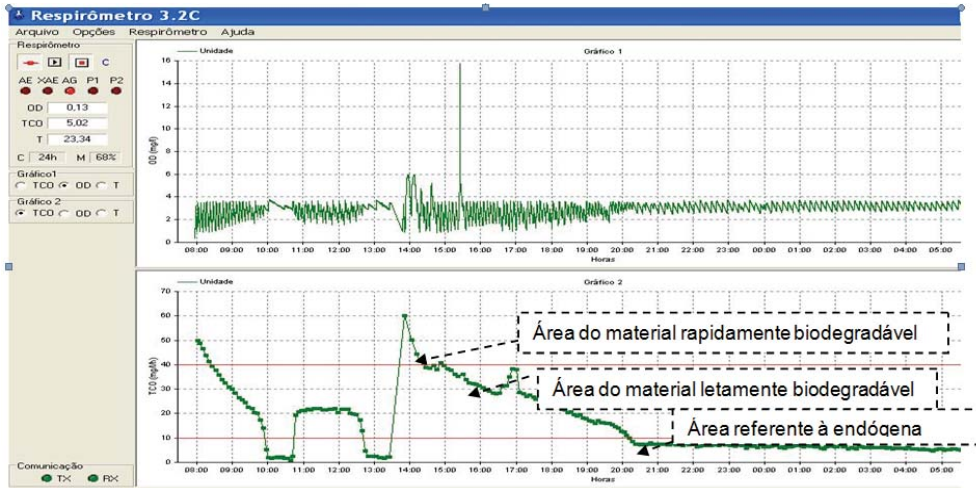


Figura 4 - Respirograma do teste (1) para a determinação das frações rapidamente e lentamente biodegradáveis do esgoto gerado no IFCE, Campus Limoeiro do Norte

4.2 Teste 2

O segundo teste indica um resultado adverso ao obtido no teste (1) que apresentou sua maior parcela de material biodegradável. Já o teste (2), indica que o material não biodegradável se encontrou em maior quantidade como mostra a Figura 5.

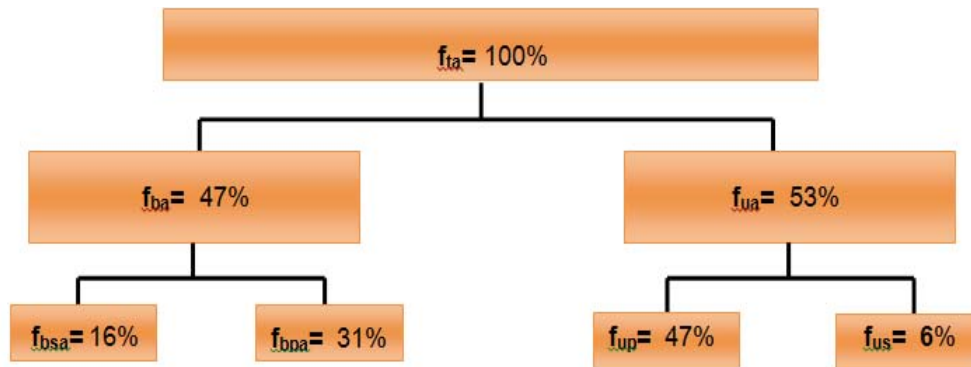


Figura 5 - Esquema das frações do esgoto gerado no IFCE- Campus LN (teste 2)

Vale destacar que o teste (2) se procedeu no período de férias (no intuito de confrontar dois períodos distintos) e que provavelmente o material biodegradável possa ter sido convertido ainda no tanque de armazenamento de esgoto, já que nesse período não ocorreu produção de novo afluente. Podendo ter servido de reator para fase hidrolítica, etapa que acontece em ambiente anaeróbio.

Nesse sentido, a Figura 6 ilustra a área gráfica do teste respirométrico, mostrando claramente uma menor área do consumo do material biodegradável.

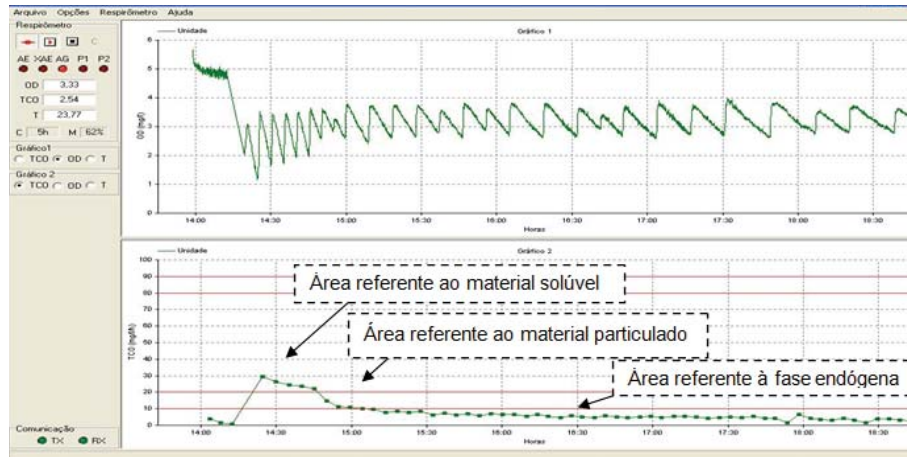


Figura 6 - Respirograma do teste (2)

4.3 Teste 3

Como confirmação dos períodos analisados o teste 3, mostrou uma tendência nas frações em que a quantidade de material não biodegradável aumentou consideravelmente, já que verificado em um certo tempo de recesso de atividades, aproximadamente dois meses, mostrado na Figura 7.

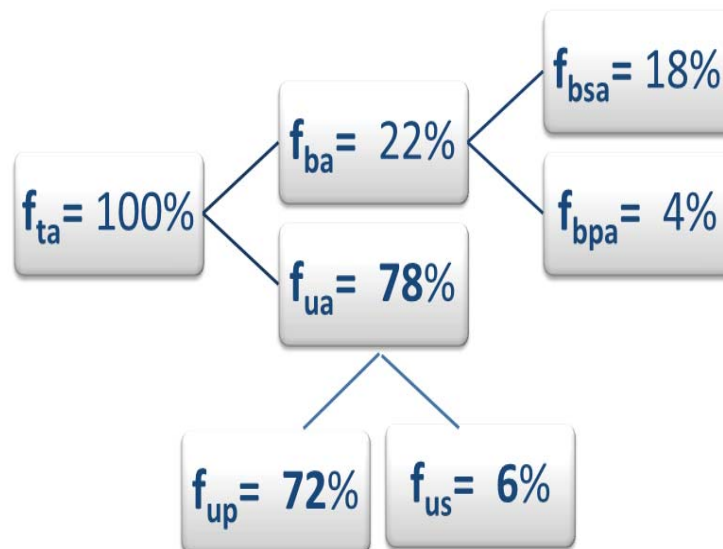


Figura 7 - Esquema das frações do esgoto gerado no IFCE- Campus LN (teste 3)

Comparando as áreas do teste 3 com o teste 2, verifica-se uma área muito maior de material não biodegradável (Figura 8) e dessa fração cerca de 90 % é de material particulado, sem remoção imediata no tratamento submetido.

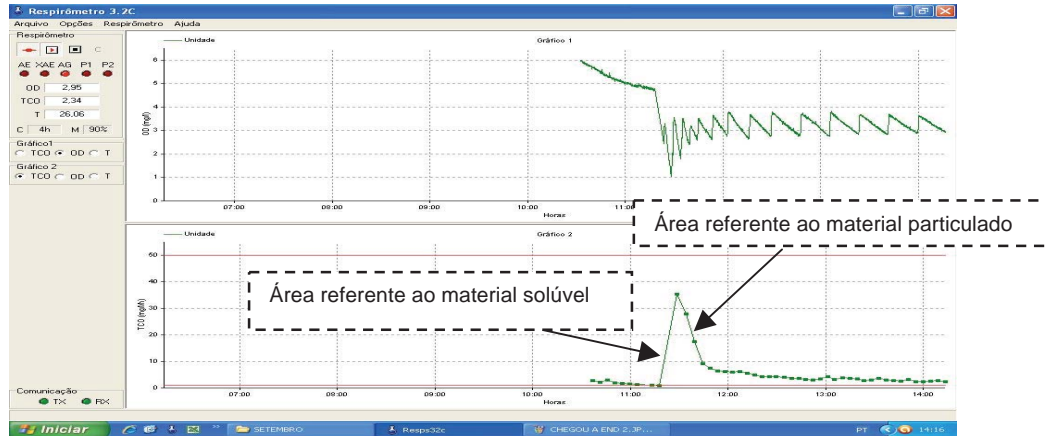


Figura 8 - Respirograma do teste (3)

4.4 Teste 4

Objetivou-se com o uso do esgoto sintético a caracterização explícita das frações rapidamente e lentamente biodegradável, sendo estes correspondentes das frações do material de fácil assimilação e do material lentamente consumido pelas bactérias como se mostra na Tabela 3.

Tabela 3 - Composição do esgoto sintético

Esgoto Sintético	Concentração	Quantidade (Solução Estoque)
Material solúvel	Acetato de sódio - 120 mg/L DQO	10 mL
Material particulado	Farelo de soja - 120 mg/L DQO	24 mL

Após a chegada à endógena, adicionou-se 34 mL da solução sintética com a concentração de 240 mg/L de DQO sendo que 120 mg/L era de material solúvel e os outros 120 mg/L correspondiam a particulado. A Figura 9 mostra bem as áreas que representam as frações: rapidamente e lentamente biodegradáveis comprovando que a metodologia dos testes respirométricos é bem eficaz.

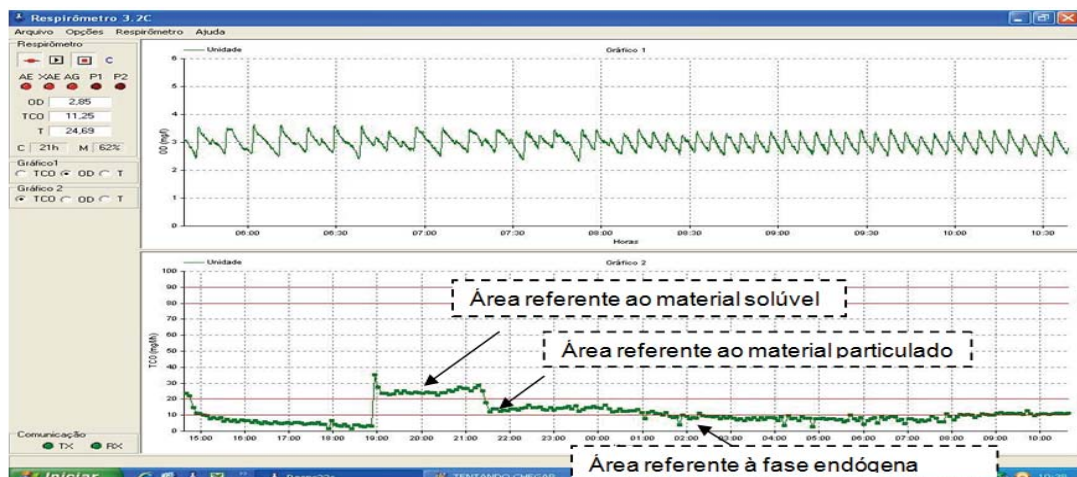


Figura 9 - Respirograma do teste com esgoto sintético (teste 3)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em princípio, houve uma variação nos resultados dos testes respirométricos, os quais indicaram duas vertentes distintas: uma no período com atividades acadêmicas normais no Campus (fração particulada maior apenas para material não biodegradável) e outra em um período com pouca contribuição (fração particulada sempre maior que a solúvel). A primeira vertente indica que o esgoto em estudo possui maior fração de material biodegradável e, a segunda, que a maior fração é de material não biodegradável, sendo evidenciada no período de greve (fração não biodegradável e particulada maior que o período referente às férias).

Assim, se fez necessário testar a metodologia aplicada o que confirmou sua eficiência. Implicando que a sua utilização faz-se uma ferramenta bastante útil na otimização de qualquer estudo de caracterização e de situações adversas relativas aos tratamentos de esgotos.

Verificado os resultados, percebe-se uma tendência na qualidade do esgoto testado. Quanto maior o tempo sem atividades regulares maior o percentual de material orgânico não biodegradável e, principalmente, a fração particulada desse material.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA et al. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21. ed. Washington, USA: American Public Health Association, 2005.

SANTOS, E. V. M. 2009. 114 f. Desnitrificação em Sistemas de Lodo Ativado. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – COENGE – Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Campina Grande – PB: UFCG, 2009.

VAN HAANDEL, A; MARAIS, G. **O Comportamento do Sistema de Lodo Ativado: Teoria e Aplicações para Projetos e Operações**. Campina Grande: Epgraf, 472 p. 1999.

VON SPERLING, M. **Princípios Básicos do Tratamento de Esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 211 p. 1996.

VON SPERLING, M. **Lodos Ativados**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 415 p. 1997.

MOTA, F.S.B; VON SPERLING, M. (Coord.) **Nutrientes de Esgoto Sanitário: Utilização e Remoção**. Rio de Janeiro: Editora ABES, 428 p. 2009.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa PIBIC-IFCE e ao Laboratório de Controle Ambiental (LCA) do IFCE, Campus Limoeiro do Norte.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO LODO DE LAVAGEM DOS FILTROS DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA QUE ABASTECE FORTALEZA E REGIÃO METROPOLITANA (ETA-GAVIÃO)

S. M. M. Autor¹ e A. A. N. Autor² e F. M. S. B Autor³ e T. F. L. M⁴

¹Instituto Federal do Ceará – Campus Fortaleza e ²Instituto Federal do Ceará – Campus Fortaleza e ³Instituto Federal do Ceará – Campus Fortaleza e ⁴Instituto Federal do Ceará – Campus Fortaleza
samillemilhomem@gmail.com – alanioaraujo@gmail.com – mauricilicario@gmail.com – lofti@ifce.edu.br

RESUMO

As estações de tratamento de água (ETA) geram todos os dias um grande volume de lodo, originados das descargas dos decantadores e da lavagem dos filtros. Esses resíduos são lançados, muitas vezes sem tratamento prévio, em corpos d'água provocando a sua deterioração e comprometendo, assim, o equilíbrio da vida aquática desse meio. No entanto, crescente preocupação e a regulamentação sobre a preservação ou recuperação da qualidade do meio ambiente tem restringido ou mesmo proibido o uso deste método de disposição. Nesta pesquisa foi realizada a caracterização química e física do lodo proveniente da lavagem dos filtros da estação de tratamento de água q abastece Fortaleza e Região Metropolitana (ETA-Gavião), intuindo conhecer suas características e dessa forma, avaliar o seu potencial de reaproveitamento. Foram realizadas cinco campanhas para a coleta do lodo proveniente da lavagem dos filtros, das quais duas referem-se ao período chuvoso e as demais ao período de estiagem. Os resultados das análises permitiram concluir que o lodo, proveniente da lavagem dos filtros da ETA-Gavião, possui características que inviabiliza sua incorporação em material cerâmico, uma vez que o lodo é composto predominantemente por material orgânico, em média 95,82%, contra 4,18% de material inorgânico. O que direciona a sua possível utilização para outros setores, como por exemplo, aplicação em terrenos degradados, com a finalidade de torná-los férteis, já que o lodo da ETA-Gavião apresenta valores significativos de material orgânico.

Palavras-chave: lodo, caracterização, ETA-Gavião

1. INTRODUÇÃO

A potabilização das águas naturais, para fins de abastecimento público, tem como função precípua adequar a água bruta afluyente à estação de tratamento de água (ETA) ao padrão de potabilidade vigente no País, ou seja: estabelecido pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde (LIBÂNIO, 2008).

O tratamento da água para o abastecimento público, de acordo com Libânio (2008), consiste na remoção de partículas suspensas e coloidais, matéria orgânica, microrganismos e outras substâncias possivelmente deletérias à saúde humana, que podem estar presentes nas águas naturais.

Para as águas superficiais, as tecnologias de tratamento de água para o abastecimento público podem ser divididas a partir da existência ou não de coagulação química, que tem como função desestabilizar as partículas coloidais e suspensas da água, que serão removidas nas etapas posteriores do tratamento da água. Com o emprego da coagulação química, as tecnologias de tratamento passam a apresentar, associadas à filtração rápida, duas variáveis básicas dependentes da existência da unidade de decantação precedendo a etapa de filtração, quais sejam: tratamento convencional e filtração direta. A escolha da tecnologia de tratamento está associada, entre outras, à qualidade da água bruta (LIBÂNIO, 2008). Na estação de tratamento de água de Fortaleza a tecnologia utilizada é a de filtração direta descendente.

As impurezas removidas da água bruta através de processos físicos e químicos ficam retidas, na sua maioria, nos decantadores e filtros quando a tecnologia de tratamento da água utilizada for a convencional, e nos filtros se a tecnologia empregada for a filtração direta. Além das impurezas presentes na água bruta, têm-se os produtos químicos aplicados para a potabilização da água que em conjunto com aqueles constituem os resíduos gerados nas estações de tratamento de água, os chamados lodos de ETA.

Em geral, o destino dos resíduos da ETA tem sido um curso de água próximo, frequentemente, a própria fonte que a estação processa. Entretanto, a crescente preocupação e a regulamentação sobre a preservação ou recuperação da qualidade do meio ambiente têm restringido ou mesmo proibido o uso deste método de disposição (RICHTER, 2007).

Os lodos das ETA's no Brasil são classificados como resíduos sólidos pela NBR 10004 (Brasil, 2004) da ABNT e o descarte deve atender à Legislação Ambiental. De acordo com Richter (2007), diversas tecnologias de manejo de lodos de ETA têm sido testadas, incluindo processos não mecânicos como lagoas e leitos de secagem, e dispositivos mecânicos como filtração a vácuo, filtros prensa, centrifugação e filtros presa de correia.

Entre as alternativas utilizadas para o aproveitamento do lodo, pode-se destacar o emprego deste material à construção civil, mais especificamente na incorporação da matriz de materiais de construção, a fim de reduzir o impacto ambiental e trazer vantagens como a diminuição do consumo de agregados naturais e do cimento (FERREIRA, REGO CALIARI; 2009).

O presente trabalho se propõe caracterizar o lodo da ETA-Gavião (Fortaleza-Ceará), que é responsável pelo abastecimento de água do município de Fortaleza e região metropolitana, de modo a conhecer suas características e seu potencial de aproveitamento na indústria da construção civil – ICC, viabilizando, dessa forma, futuros métodos de utilização desse lodo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

O abastecimento de água do município de Fortaleza e Região Metropolitana é garantido através de conjunto de mananciais, composto pelos Açudes Pacajús, Pacoti / Riachão/ Gavião. Em 1993, este sistema foi reforçado através da construção do “Canal do Trabalhador” que recebe água do Açude Orós, captada do Rio Jaguaribe, no município de Itaiçaba, interligando essa captação de Itaiçaba ao Açude Pacajus, através de estações elevatórias. Do Açude Pacajus, a água é recalçada para o Sistema Integrado Pacoti / Riachão / Gavião.

Junto ao Açude do Gavião está implantada a Estação de Tratamento de água com capacidade nominal de 10 m³/s. A transferência de água tratada é feita pelas adutoras localizado no morro do Ancuri que alimentam dois reservatórios apoiados com capacidade de armazenagem de 40.000 m³ cada, e uma terceira adutora que conduz água para os municípios de Maracanaú, Caucaia e parte da zona oeste de Fortaleza.

A estação de tratamento de água do Gavião (ETA-Gavião) é composta por 16 filtros, dos quais dois ficam parados como reserva. Os filtros são lavados (em média) a cada 12 horas e sua lavagem é realizada com água tratada. O tempo de lavagem varia de 7 a 10 minutos. O lodo analisado é proveniente da lavagem do filtro de número 16.

Os resíduos produzidos na ETA-Gavião, após a lavagem dos filtros, são lançados em uma área adjacente à ETA. As Figuras 1 e 2 apresentam, respectivamente, uma bateria de filtros da ETA-Gavião e a coleta do material para análise.



Figura 1: Filtros da ETA-Gavião (setembro/2010 - autor).



Figura 2: Lodo sendo coletado do filtro 16 da ETA-Gavião para análise físico-química. (janeiro/2010 - autor).

2.2 Caracterização física e química do lodo produzido na ETA-Gavião

Foram realizadas cinco campanhas para a coleta do lodo proveniente da lavagem dos filtros, no período de novembro de 2010 a julho de 2011. As amostras de lodo foram analisadas no Laboratório de Geologia Marinha Aplicada (LGMA) da Universidade Federal do Ceará (UFC) e no Laboratório da ETA-Gavião.

Para a caracterização química e física do lodo gerado na lavagem dos filtros da ETA -Gavião foram realizadas as análises dos parâmetros listados na Tabela 1.

A escolha desses parâmetros, além de estar intimamente relacionada com a caracterização do lodo, também foi importante para avaliar o potencial de utilização desse material em produtos industriais da construção civil, como por exemplo, na incorporação em matriz de blocos cerâmicos.

3. RESULTADOS

Na tabela 1, estão listados os parâmetros que foram analisados para caracterização química e física do lodo gerado na lavagem dos filtros da ETA –Gavião, bem como os resultados obtidos nas campanhas de monitoramento. As coletas 3 e 4 representam o período chuvoso e as coletas 1, 2 e 5 o período de estiagem.

Tabela 1: Resultados das análises realizadas nas amostras de lodo da ETA-Gavião, no período de novembro/2010 a julho/2011.

Data da análise	19/11/2010	21/01/2011	25/02/2011	27/05/2011	27/07/2011
Parâmetros	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Coleta 4	Coleta 5
Sólidos Totais (g/L)	ND	4,94	17,37	26,03	28,63
Sólidos Totais Voláteis (g/L)	ND	4,35	17,24	25,34	28,24
Sólidos Totais Fixos (g/L)	ND	0,59	0,13	0,69	0,39
Sólidos Suspensos Totais (g/L)	ND	0,63	0,17	0,36	13,36
Sólidos Suspensos Voláteis (g/L)	ND	0,57	0,16	0,35	13,21
Sólidos Suspensos Fixos (g/L)	ND	0,06	0,01	0,008	0,15
pH a 25 °C	7,23	ND	7,31	7,52	6,94
Cor Aparente (uC)	800	ND	362	472	690
Turbidez (UNT)	797	ND	155	58	157
Dureza Total (mg CaCO ₃ /L)	120	ND	225	250	320
Dureza de Cálcio (mg CaCO ₃ /L)	ND	ND	28	50	95
Magnésio (mg Mg ⁺⁺ /L)	ND	ND	11	48	54
Cloreto (mg Cl ⁻ /L)	182,44	ND	219	122,96	116,96
DQO (mg/L)	ND	ND	253	636,36	915,25
Alcalinidade Total (mg CaCO ₃ /L)	79	ND	64	50	56

ND – não determinado.

Os resultados da coleta 1 foram obtidos na etapa do mini estágio, que foi realizado no Laboratório da ETA-Gavião, tendo como objetivo testar os equipamentos, bem como adquirir prática com os métodos analíticos a serem utilizados na caracterização do lodo da ETA Gavião. Considerando que a ETA-Gavião determina em laboratório parâmetros de qualidade de água bruta e tratada, e não do lodo, alguns parâmetros não foram determinados, em virtude da falta de materiais e equipamentos necessários as suas determinações.

Os resultados da coleta 2 foram obtidos no LGMA e teve como objetivo determinar as frações fixas e voláteis do lodo para avaliar sua possível incorporação em material cerâmico. As análises indicaram que dos sólidos presentes na amostra 88,06% é constituído de material orgânico (fração volátil) e apenas 11,94% de material inorgânico (fração fixa) inviabilizando, dessa forma, a sua incorporação em material cerâmico, uma vez que o lodo quando submetido a altas temperaturas (900°C), exigidas para preparação dos blocos cerâmicos, volatiliza e, conseqüentemente, altera as características fundamentais dos blocos.

Os gráficos das Figuras de 3 a 10 mostram o comportamento temporal dos parâmetros analisados na caracterização do lodo gerado na ETA-Gavião para os períodos de chuva e de estiagem.

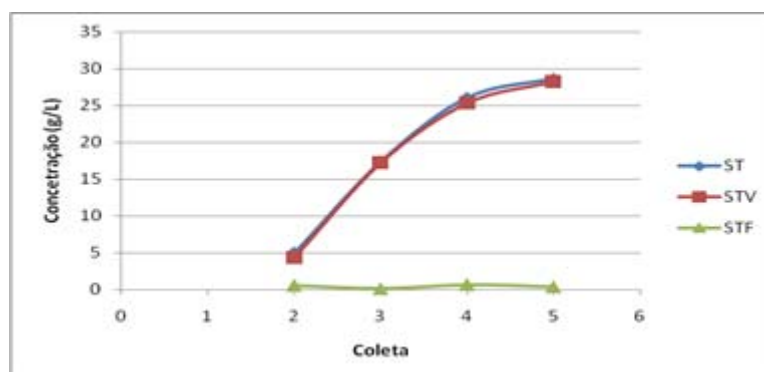


Figura 3: Variações dos sólidos totais presentes no lodo da ETA-Gavião nos períodos chuvoso e seco.

Pode-se observar, no gráfico da Figura 3, que houve um aumento significativo e gradativo dos sólidos totais (ST) e dos sólidos totais voláteis (STV) presentes no lodo ao longo das campanhas, bem como uma variação inconstante dos sólidos totais fixos (STF). Este comportamento pode ter sido ocasionado pela movimentação da água durante o período chuvoso, contribuindo para a ressuspensão do material que se encontrava em repouso no fundo do manancial e, desta forma, aumentando a massa de lodo produzida no efluente final, após o tratamento da água.

É importante também mencionar a proximidade dos resultados dos ST e dos STV, e a distância destes em relação aos STF. Este fato evidencia que a fração orgânica do lodo é bem maior do que a fração inorgânica sendo, de maneira geral, constituído (em média) por 95,82% de material orgânico, contra 4,18% de material inorgânico.

Os sólidos suspensos totais (SST) representam a parcela de sólidos que não se encontra na forma dissolvida, de acordo com os resultados obtidos constatou-se que a fração média de sólidos suspensos presente no lodo é de 15,44%, dos quais 84,56% encontram-se na forma dissolvida.

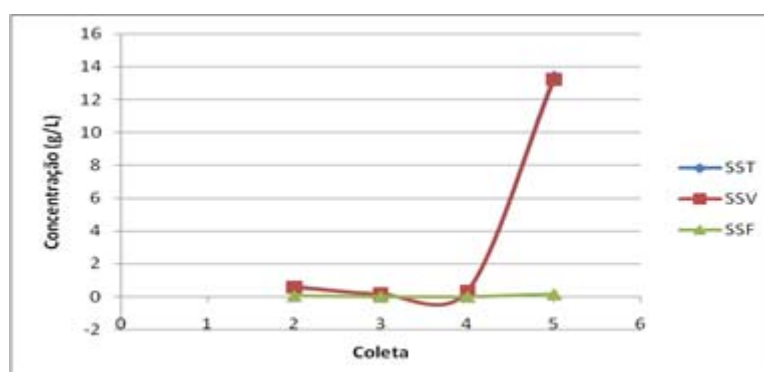


Figura 4: Variações dos sólidos Suspensos presentes no lodo da ETA-Gavião nos períodos chuvoso e seco.

O gráfico da Figura 4 mostra, ao longo das campanhas de amostragem, diferença acentuada entre a série SSF (sólidos suspensos fixos) da série SSV (sólidos suspensos voláteis). Este fato é relevante, pois indica que a quantidade de material fixo (fração inorgânica) encontra-se muito baixa nas amostras de lodo, enquanto que os SSV (fração orgânica) encontram-se quase que sobreposto a série SST, mostrando que 94,4% dos SST representam a fração orgânica e apenas 5,6% a fração inorgânica, não apresentando material suficiente para incorporação em material cerâmico.

Essa predominância de material orgânico já era esperada, visto que, historicamente, as águas dos mananciais de Fortaleza e Região Metropolitana possuem elevadas concentrações de algas, confirmando, desta forma, os resultados das análises de sólidos.

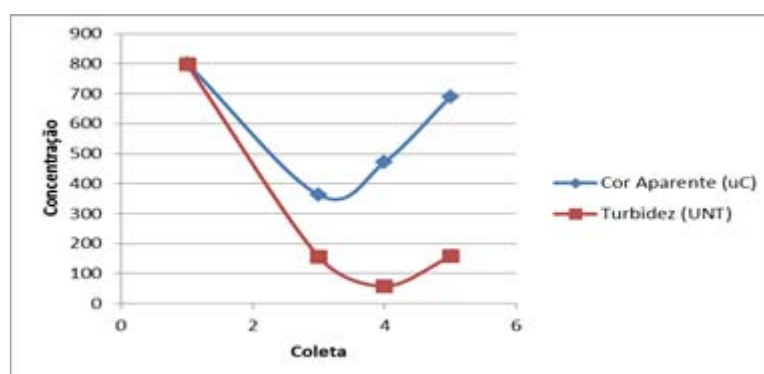


Figura 5: Variações da cor aparente e da turbidez no lodo da ETA-Gavião nos períodos chuvoso e seco.

A concentração da cor aparente, ilustrada no gráfico da Figura 5, representa a quantidade de material dissolvido e em suspensão existente na amostra de lodo.

Pode-se observar que, inicialmente, houve uma queda nos valores de cor aparente e em seguida, no início do período chuvoso, volta a subir. Essa variação pode ser explicada pelo fato de que durante o período chuvoso houve o turbilhonamento da água do manancial, que provocou a ressuspensão dos resíduos que se encontravam em repouso durante o período seco, bem como, o carreamento de resíduos existentes no entorno do manancial elevando, dessa forma, os valores de cor aparente na água bruta e, conseqüentemente, no lodo que se forma ao fim do processo de potabilização da água.

A turbidez é formada pelo conjunto de materiais em suspensão na amostra a ser analisada. De acordo com o gráfico da Figura 5, pode-se notar que houve uma queda nos valores da turbidez no início do período chuvoso (Coletas 3 e 4) e em seguida, no período seco, volta a subir (Coleta 5). Essa variação pode ser explicada pelo fato de que houve no manancial (Gavião), durante o período chuvoso, diluição significativa do material que confere turbidez à água (como por exemplo, grandes quantidades de algas) ocasionada pelo aumento do volume de água proveniente das chuvas.

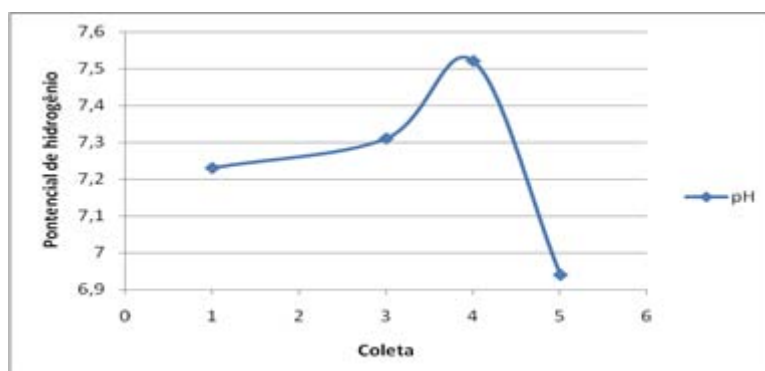


Figura 6: Variação do pH no lodo da ETA-Gavião nos períodos chuvoso e seco.

De acordo com o gráfico da Figura 6 pode-se notar que houve, a princípio, um aumento nos valores de pH e, após o período chuvoso, os valores voltaram a baixar. Entretanto, apesar destas variações, os valores ainda permanecem próximos da neutralidade, mostrando que o pH do lodo é semelhante ao da água bruta que varia de 7 à 10. Isto se deve ao fato de que o polímero utilizado no tratamento da água da ETA-Gavião (Policloreto de Alumínio - PAC) é usado em águas que apresentam pH próximo da neutralidade, não sendo necessário elevar ou diminuir o pH da água bruta nas etapas de tratamento, dessa forma, o lodo que se forma ao fim do tratamento apresenta um pH neutro, ou próximo desta faixa.

A utilização do PAC como coagulante para o tratamento de água para abastecimento público, apesar de ser mais caro que o sulfato de alumínio, apresenta vantagens no custo global do tratamento, uma vez que a dosagem utilizada no tratamento é bem menor que os demais coagulantes, além do que o volume de lodo gerado é significativamente reduzido.

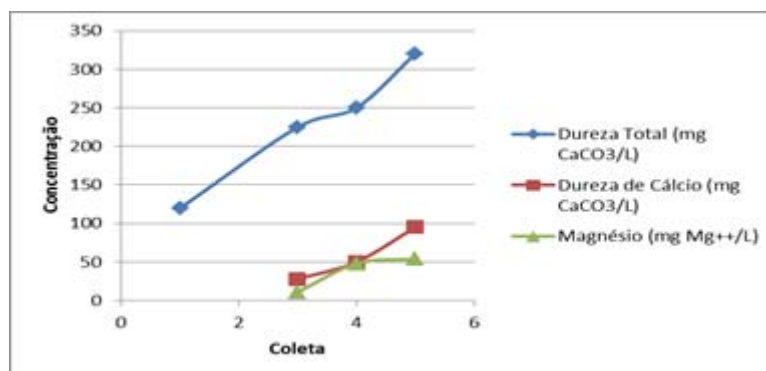


Figura 7: Variação da Dureza Total, da Dureza de cálcio e do Magnésio no lodo da ETA-Gavião nos períodos chuvoso e seco

A dureza está relacionada com a concentração de íons de determinados minerais dissolvidos na amostra da suspensão. Nesta pesquisa, foram analisados em laboratório os principais íons causadores: sais de cálcio e de magnésio.

De acordo com o gráfico da Figura 7 pode-se observar que durante o período chuvoso (coletas 3 e 4) houve um aumento considerável na concentração da dureza total (DT), isto pode estar associado ao fato de que houve um aumento, também, nas concentrações da dureza de cálcio e de magnésio, que provavelmente foi ocasionado pelo escoamento superficial da água no solo no período de fortes chuvas, provocando arraste dos sais de Ca e Mg até o manancial, bem como a ressuspensão na coluna de água

de minerais que apresentavam-se em repouso no fundo do manancial influenciando, desta forma, na composição do lodo.

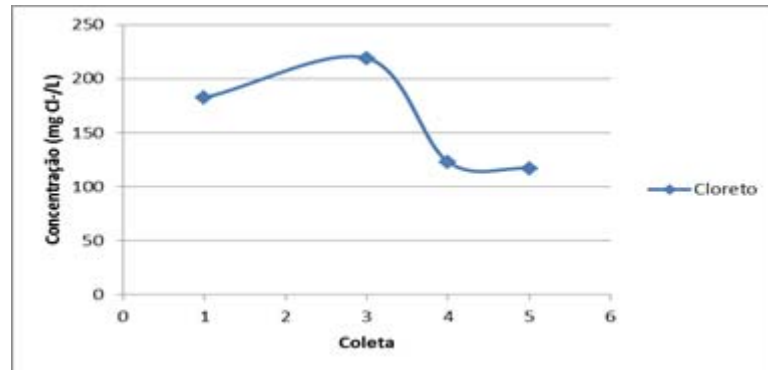


Figura 8: Variação do Cloreto no lodo da ETA-Gavião nos períodos chuvoso e seco

Os cloretos são resultantes da dissolução de sais com íons Cl⁻. O gráfico da Figura 8 mostra que houve um aumento de cloreto na coleta 3, coincidindo com o início do período chuvoso. Este aumento pode ter sido influenciado pelo araste de sais minerais presentes no solo, que foram carreados para o interior do manancial durante os eventos de precipitação. Nos resultados das coletas seguintes pode-se notar uma diminuição das concentrações de cloreto nas amostras de lodo. Esta diminuição pode estar associada à grande massa de água proveniente dos eventos de precipitação, que foi bem superior em relação aos últimos anos. Outro aspecto a ser considerado é o fato de que na água da chuva a quantidade de cloreto é muito baixa, o que pode ter contribuído para reduzir as concentrações de cloreto no lodo.

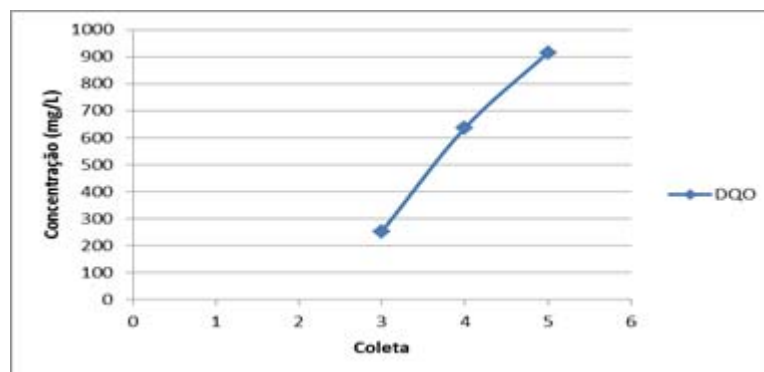


Figura 9: Variação da DQO no lodo da ETA-Gavião nos períodos chuvoso e seco

De maneira geral, a DQO mede a quantidade de matéria orgânica suscetível de ser oxidada. Assim, através de sua medição é possível quantificar o material orgânico existente na amostra através do consumo de oxigênio pelo material orgânico.

No gráfico da Figura 9 pode-se observar um aumento considerável no valor da DQO nas amostras de lodo analisadas. Essa variação sugere que a partir do período chuvoso houve uma maior concentração de material orgânico na água do manancial. Os valores elevados de DQO confirmam a característica de que o corpo hídrico apresenta elevado conteúdo orgânico (material algal), além de receber uma carga adicional de material orgânico e inorgânico provenientes do escoamento superficial nos períodos de chuvas. Visto que algumas substâncias inorgânicas são susceptíveis de serem oxidadas aumentando, dessa forma, os valores de DQO da água bruta e, conseqüentemente, do lodo.

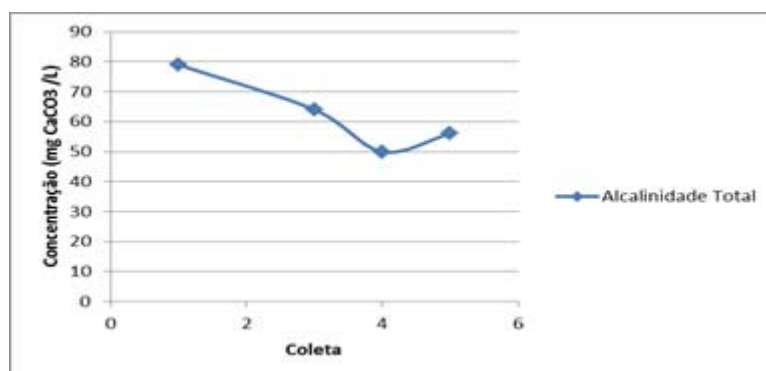


Figura 10: Variação da Alcalinidade Total no lodo da ETA-Gavião nos períodos chuvoso e seco

A alcalinidade está diretamente relacionada com o pH, uma vez que seu valor sugere a capacidade de tamponamento da amostra, ou seja, a capacidade de resistir a mudanças bruscas de pH, de neutralizar ácidos sem perturbar de forma extrema as atividades biológicas que ocorrem no manancial.

No gráfico da Figura 10 observa-se uma queda no valor da alcalinidade total no período chuvoso (coletas 3 e 4), permanecendo com valores elevados no período de estiagem (coletas 1 e 5). O aumento dos valores de alcalinidade pode estar associado ao período de fortes chuvas, que contribuiu para o transporte de materiais ácidos presentes no solo até o manancial, uma vez que a intensidade das chuvas no período em que foram realizadas as coletas foi superior aos demais anos, o que alterou de forma significativa os parâmetros da água bruta, influenciando na composição do lodo final produzido na ETA-Gavião.

4. CONCLUSÕES

As análises permitiram concluir que o lodo, proveniente da lavagem dos filtros da ETA-Gavião, possui características que inviabiliza sua incorporação em material cerâmico, uma vez que o lodo é composto em sua maioria por material orgânico, em média 95,82%, contra 4,18% de material inorgânico.

No entanto, a caracterização do lodo, disponibiliza dados para pesquisas posteriores, que tenham como objetivo avaliar o seu potencial de aproveitamento, considerando custos e benefícios, incentivando, dessa forma, métodos alternativos de utilização desse material, como por exemplo, aplicação em terrenos, objetivando a recuperação de áreas degradadas, tendo em vista a grande quantidade de material orgânico que o compõe.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10.004**: *Resíduos sólidos – Classificação*. Rio de Janeiro. 2004.

BRASIL. Portaria nº: 518 de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde. Aprova a norma de qualidade de água para consumo humano que dispõe sobre procedimentos e responsabilidades inerentes ao controle e a vigilância da qualidade da água para consumo humano, estabelece o padrão de

potabilidade da água para o consumo humano e dá outras providências. DOU [da] República Federativa do Brasil. Brasília. Publicação DOU: 26/03/2004. Seção I, P. 226.

FERRERIA, B.S.; REGO, V.B.; CALIARI, P.C. **Caracterização de lodo de ETA para a incorporação em concreto e fabricação de tijolos**. 2º Encontro Nacional de Tecnologia Química. Salvador, 2009.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 2ª edição. Campinas SP: Editora Átomo, 2008. 444 p.

RICHTER, C.A. (2001). **Tratamento de lodo de estação de tratamento de água**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 2007. 102 p.

AGRADECIMENTOS

Ao PIBIC/CNPq/ IFCE pela concessão de bolsa de iniciação científica. Ao Departamento da Construção Civil pela infraestrutura concedida; aos orientadores, prof. Dr. Francisco Maurício de Sá Barreto e Prof. Dr. Tássio Francisco Lofti Matos pela idéia do projeto, incentivo e conhecimentos repassados. À companhia de Água e Esgoto do Ceará-CAGECE, na pessoa do Marlon Vieira de Lima, por permitir o acesso às dependência da ETA-Gvião para estudar o lodo e acompanhar a rotina dos trabalhos no Laboratório da ETA. Ao Laboratório de Geologia Marinha Aplicada, na pessoa de Diolande, por permitir que as análises fossem realizadas e acompanhar todo o processo oferecendo total ajuda.

CHAFARIZES COMO FONTE ALTERNATIVA DE ÁGUA POTÁVEL EM FORTALEZA – CE: ASPECTOS LEGAIS E CENÁRIO ATUAL

N. C. Lima¹, L. F. P. Araujo², P. G. L. Santos³ e K. T. M. Souza⁴
^{1, 2, 3 e 4}Instituto Federal do Ceará - Campus Fortaleza

nani_costa.lima@hotmail.com – lucifat@ifce.edu.br - phylippesantos@gmail.com - t_yna@hotmail.com

RESUMO

Dentre as primeiras formas de abastecimento público de água temos os chafarizes. Em Fortaleza, observa-se a distribuição desse sistema alternativo por diversos bairros da cidade, tanto em áreas nobres como na periferia, sendo mais comuns e necessários nas áreas mais carentes. Devido ao aumento da cobertura do abastecimento público grande parte dos chafarizes entrou em desuso. A população, até por falta de informação, não zela por esse bem histórico e o poder público não cumpre efetivamente o seu papel, disponibilizando poucos recursos para a sua devida manutenção. Com base nos aspectos legais envolvidos, o presente trabalho objetivou apresentar o cenário atual dos chafarizes do município de Fortaleza - CE, através do espaço amostral de uma das regionais da Prefeitura Municipal, a Regional VI, observando o estado de conservação das estruturas físicas e dados de potabilidade da água. Os dados levantados mostram uma realidade que não favorece ao uso desse sistema alternativo. Depredação; risco de desabamento por estruturas danificadas; águas impróprias para o consumo humano; além da utilização indevida das áreas desses equipamentos, como pontos de disposição inadequada de lixo e entulhos e, principalmente, a falta de manutenção pelos órgãos competentes, fazem com que esse sistema alternativo e até estratégico para muitas comunidades carentes, seja um fator de risco ambiental e de saúde para a população. Em relação à qualidade das águas, foi observado que poucos chafarizes apresentam-se potáveis para o consumo humano, em total desacordo com a legislação sanitária e ambiental vigentes. A gestão integrada das águas visando evitar o comprometimento qualitativo e quantitativo dos aquíferos e as responsabilidades atribuídas aos órgãos gestores de recursos hídricos, dentre elas a definição das reservas explotáveis, outorga de direito de uso, monitoramento e avaliação qualitativo-quantitativos das águas subterrâneas com ações permanentes de conservação e proteção visando ao seu uso sustentável, constantes na Política Estadual de Recursos Hídricos, ainda não fazem parte da realidade da área estudada. A falta de saneamento básico, especialmente de rede de esgotamento sanitário, em algumas áreas visitadas torna inexistente a proteção necessária para os poços que alimentam os chafarizes. Também não foi constatada nenhuma preocupação quanto ao conhecimento das reservas explotáveis, bem como nenhuma ação com relação aos poços desativados, que, por lei, deveriam ser lacrados de forma a evitar acidentes, contaminação ou poluição dos aquíferos. Em toda a área da SERVI, quando os chafarizes tornam-se desativados consta apenas o seu abandono por parte dos órgãos públicos e comunidade. O uso clandestino descontrolado das águas dos chafarizes e de seus poços, representou também exemplo presente no cenário atual do descumprimento das leis, que trazem a obrigatoriedade da outorga do direito de uso das águas subterrâneas. Bem cuidados e com o devido monitoramento da qualidade de suas águas, os chafarizes são ainda uma alternativa de abastecimento humano, principalmente em áreas inviáveis para a ligação de redes de abastecimento de água, ou mesmo para atender a populações com poucas condições de pagar pelo fornecimento de água tratada pelos serviços públicos.

Palavras-chave: chafarizes, fonte alternativa de água, potabilidade da água.

1. INTRODUÇÃO

A água é recurso natural essencial para a sobrevivência e o desenvolvimento da sociedade como um todo. Quantifica-se que apenas 2,7% de toda água presente no planeta são de água doce, mas grande parte desta apresenta-se como águas subterrâneas ou congeladas. Se considerada sua disponibilidade superficial, esse percentual pode ser estimado em menos de 1%.

As civilizações antigas cresceram no entorno de importantes recursos hídricos, o que vem a fortalecer o valor da água. Desta forma, o homem, em vista das suas necessidades, desenvolveu diversas tecnologias para coleta, armazenamento e distribuição de água.

Dentre as primeiras formas de abastecimento público de água temos os chafarizes, definidos como uma construção onde através de bicas, ou torneiras, jorra água doce, tendo como função abastecimento humano e animal, manutenção da umidade do ar, podendo ser também objetos de ornamentação ou decoração.

O primeiro chafariz do Brasil foi trazido de Lisboa para o Rio de Janeiro, em 1672, durante a época de escassez de água. Já no município de Fortaleza a chegada dos chafarizes aconteceu somente no ano de 1812, quando se iniciaram as negociações para a construção de um chafariz. (PACINI, 2009; GARCIA, 2010)

Em Fortaleza, observa-se a distribuição de chafarizes pelos diversos bairros da cidade, tanto em áreas nobres como na periferia, sendo mais comuns e necessários nas áreas mais carentes. Quanto à fonte de água, a maior parcela destes possui suas caixas d'água abastecidas por poços artesianos. A outra forma de abastecimento é pelo sistema público de Fortaleza.

Devido ao aumento da cobertura do abastecimento público pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, que hoje atende a 97% da população no Estado e a 98,29% na Capital, grande parte dos chafarizes entrou em desuso (CAGECE, 2011).

A população, até por falta de informação, não zela por esse bem histórico e o poder público não cumpre efetivamente o seu papel, disponibilizando poucos recursos para a sua devida manutenção. A maioria encontra-se depredada pela própria comunidade, além de serem pontos de disposição inadequada de lixo e entulhos, tornando-os fator de riscos potenciais à saúde pública. Contrariamente a essa realidade, os chafarizes, quando em bom estado de conservação, são fontes ideais de água potável, além de seu uso ser gratuito e fácil acesso.

A legislação ambiental assegura através de instrumentos e diretrizes, a proteção e conservação das águas subterrâneas. No estado do Ceará, a Política Estadual dos Recursos Hídricos estabelece ações de proteção dos aquíferos e normas quanto à construção e manutenção de poços, além de critérios quanto à outorga de direito do uso de águas subterrâneas.

Quanto à qualidade da água desses chafarizes para consumo humano, a Portaria nº 518/04 do Ministério da Saúde estabelece diretrizes relativas ao controle e vigilância da água, bem como os padrões de potabilidade.

Devido à cobertura do sistema de esgotamento sanitário de Fortaleza ser ainda insuficiente, segundo dados da CAGECE apenas 53,60% da cidade apresenta saneamento, as águas subterrâneas são alvo constante de contaminação por esgotos sanitários, tornando-se, em certos períodos, inapropriada para consumo humano. Esta qualidade pode variar também conforme o ciclo hidrológico e outros fatores, como limpeza das caixas d'água, tornando-se essencial o monitoramento sistemático dos chafarizes.

O Ministério da Saúde estabelece uma frequência mínima para o controle de qualidade da água de fontes alternativas. Nas análises laboratoriais são utilizados indicadores de contaminação fecal, representados por um grupo de microrganismos que quando presentes na água indicam uma possível contaminação por organismos patogênicos.

Com base nos aspectos legais envolvidos, o presente trabalho objetivou apresentar o cenário atual dos chafarizes do município de Fortaleza - CE, através do espaço amostral de uma das regionais da Prefeitura Municipal, a Regional VI, observando o estado de conservação das estruturas físicas e dados de potabilidade da água.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A tamanha abundância de água, 75% da superfície terrestre é dominada por este recurso natural, proporciona condições essenciais para a vida e mantém o equilíbrio da natureza (VIEIRA, 2006).

O Brasil apresenta 14% das águas doces do planeta e 53% do continente sul americano. (SAUTCHÚK, *et al.* 2004). “A distribuição desses recursos no País e durante o ano não é uniforme, destacando-se os extremos do excesso de água na Amazônia e as limitações de disponibilidade no Nordeste.” (TUCCI, 2001)

Com o aumento das necessidades do homem e o crescimento demográfico ao decorrer dos anos, exigiram quantidades cada vez maiores de água e facilidade de acesso às fontes existentes (SILVA, 2011). O consumo de água dobrou em relação ao crescimento populacional no último século (BUERKKLE, 2007).

Dentre as formas de distribuição de água, os chafarizes são considerados um sistema alternativo de abastecimento, dos quais existem relatos de sua utilização desde a antiguidade. O historiador Pacini (2009) relata a história do primeiro chafariz construído no Brasil:

A história começa em 1672, quando, devido à escassez de água, o governador do estado do Rio de Janeiro, João da Silva e Souza inicia o encanamento do rio Carioca. A execução da obra, contudo, sofreu uma série de reveses, pela escassez de recursos e divergências quanto ao pagamento dos operários. A água só chegaria na capital do Estado, em 1723, 50 anos após o início dos trabalhos.

O primeiro chafariz veio de Lisboa, sendo montado no local. Com 16 bicas de bronze, suas linhas curvas estavam em harmonia com a estética da arquitetura colonial de então. A água melhorou muito a vida dos habitantes, que até então dependiam de longas viagens feitas por escravos para obterem o precioso líquido.

No município de Fortaleza, a chegada dos chafarizes aconteceu posteriormente, conforme relatado por Garcia (2010):

Durante o governo de Manuel Sampaio - o Governador Sampaio - (1812 – 1820), havia sido celebrado um contrato entre o Conselho da Vila de Fortaleza e o tenente-coronel João da Silva Feijó, a fim de que fosse aproveitada uma das nascentes de água do seu sítio, localizado na Rua Quartel (atual General Bezerril) para a construção do primeiro chafariz público.

Só com a assinatura das leis provinciais de 19 e 20 de setembro em 1812 é que foi autorizado o início desse serviço em Fortaleza, por meio de chafarizes. [...] Quatro chafarizes foram construídos nas seguintes praças: da Municipalidade (atual Praça do Ferreira), Garrote (atual Cidade da Criança), Carolina (atual Waldemar Falcão) e Patrocínio (Marques de Herval e posteriormente, José de Alencar).

Viera (2006) relaciona a água como “uma grande ferramenta econômica para a urbanização e a industrialização”, ressaltando que “nesse caminho de progresso também estão às raízes da degradação ambiental do Brasil”.

Tucci (2001) também enumera como fatores influenciadores da qualidade das águas as condições geológicas e geomorfológicas e de cobertura vegetal da bacia de drenagem, do comportamento dos ecossistemas terrestres e de águas doces e das ações do homem.

Dentre o arcabouço legal deve ser citada a nova Política Estadual de Recursos Hídricos vigente no estado do Ceará desde dezembro de 2010 (Lei nº 14844/10) que estabelece ações para conservação e proteção das águas subterrâneas:

Art. 32. As águas subterrâneas deverão ser gerenciadas de forma integrada com as águas superficiais e estarão sujeitas, permanentemente, às ações de conservação e proteção, visando ao seu uso sustentável, cabendo ao órgão gestor, dentre outras ações:

- I - restringir as vazões exploradas por poços e por outras formas de captação, com base nos dados da outorga;
- II - estabelecer distâncias mínimas entre poços;
- III - apoiar ou executar projetos de recarga dos aquíferos;
- IV - propor ao órgão ambiental competente a criação de áreas de proteção de aquíferos.

Como um dos instrumentos dessa política, tem-se a outorga de direito do uso de águas subterrâneas.

Art. 33. Nas outorgas de direito de uso de águas subterrâneas deverão ser considerados critérios que assegurem a gestão integrada das águas e que evitem o comprometimento qualitativo e quantitativo dos aquíferos.

A política também ressalta a obrigatoriedade quanto à captação de águas subterrâneas e a desativação dos poços.

Art. 36. As captações de águas subterrâneas serão obrigatoriamente dotadas de proteção sanitária, medidores de vazão, tubos guia e/ou outros dispositivos para monitoramento de níveis d'água.

Parágrafo único. Os poços temporariamente paralisados e outras obras de captação de águas subterrâneas, realizadas para diversos usos, deverão ser lacrados de forma a evitar acidentes, contaminação ou poluição dos aquíferos.

Com relação à qualidade da água para consumo humano proveniente dos chafarizes a Portaria nº518/04 do Ministério da Saúde, estabelece:

Art. 1º Esta Norma dispõe sobre procedimentos e responsabilidades inerentes ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano, estabelece seu padrão de potabilidade e dá outras providências.

Art. 2º Toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita à vigilância da qualidade da água.

A Portaria traz também dois importantes conceitos abordados no presente artigo:

Art. 4º Para os fins a que se destina esta Norma são adotadas as seguintes definições:

- I. Água potável – água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde;
- III. Solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano – toda modalidade de abastecimento coletivo de água distinta do sistema de abastecimento de água, incluindo, entre

outras, fonte, poço comunitário, distribuição por veículo transportador, instalações condominiais horizontais e verticais;

Dentre as exigências constantes nesta Portaria quanto à solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano podem ser citadas como principais:

Art. 10. Ao responsável por solução alternativa de abastecimento de água, nos termos do inciso XII do artigo 7 deste Anexo, incumbe:

II. Operar e manter solução alternativa que forneça água potável em conformidade com as normas técnicas aplicáveis, publicadas pela ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, e com outras normas e legislações pertinentes;

III. Manter e controlar a qualidade da água produzida e distribuída, por meio de análises laboratoriais, nos termos desta Portaria e, a critério da autoridade de saúde pública, de outras medidas conforme inciso II do artigo anterior;

Nos países em desenvolvimento, não sendo diferente no Brasil, devido às precárias condições de saneamento e da má qualidade das águas, a veiculação hídrica tem sido responsável por vários surtos epidêmicos relacionados à água de consumo humano (LESER *et al.*, 1985).

Conforme estudos de Façanha (2005) sobre o comportamento das doenças diarréicas agudas em Fortaleza, entre os anos de 1996 e 2001, concluiu-se que o consumo de água de fontes não costumeiras, associado à contaminação das águas subterrâneas por fossas sépticas, provocou o aumento no número de casos de diarreia, logo depois dos picos de pluviosidade.

Durante o estudo realizado por Pontes (2001) sobre as determinantes da cólera no período de 1992 a 1994, época de racionamento de água em Fortaleza, a população mais pobre utilizou-se da água de poços e cacimbas, que tinham grandes risco de contaminação e cujo armazenamento era também inadequado. Evidência a este favor foi à utilização de fontes inseguras de água pela grande maioria dos casos de cólera notificados em 1994.

No mesmo estudo de Pontes (2001) a distribuição espacial da epidemia reproduziu as condições sociais da cidade. Constataram-se, pela observação gráfica, que as áreas mais atingidas pela epidemia, foram às regiões e os bairros mais pobres. Em contrapartida, os bairros e áreas de melhor nível sócio econômico apresentaram um padrão de menor ocorrência. Fatos estes relacionados à ausência de saneamento básico e fornecimento de água em quantidade e qualidade inferiores nos bairros da periferia da cidade, tornando-os mais suscetíveis a várias doenças, entre elas a cólera.

3. METODOLOGIA

3.1 Levantamento de Dados: Bibliográfico e Campo:

A metodologia do presente trabalho consistiu de uma pesquisa bibliográfica sobre estudos relacionados ao fornecimento de água por chafarizes e um levantamento de dados atualizados junto aos órgãos públicos, incluindo o setor de Serviços Urbanos da Secretaria Executiva Regional VI - SER VI, responsável pela manutenção desses equipamentos. Foi fornecida uma listagem de todos os chafarizes sob gestão da Regional e sua localização geográfica. Foram disponibilizados também, dados de potabilidade da água dos chafarizes ativos da área em estudo pelo Centro de Referência em Saúde do Trabalhador e Vigilância em Saúde Ambiental – CEREST.

As análises de potabilidade desses sistemas alternativos são realizadas na Célula de Vigilância Sanitária e Ambiental do município de Fortaleza. São analisados os parâmetros de Coliformes totais e *Escherichia coli* pelo método referenciado da prova do substrato cromogênico para coliformes (Colilert). As coletas são realizadas por técnicos do Centro, sendo as amostras colhidas das torneiras provenientes

da caixa d'água dos chafarizes e devidamente encaminhadas ao laboratório para serem processadas. São realizadas duas coletas semestrais durante o ano e os laudos gerados alimentam o banco de dados do SISAGUA (Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano) conforme estabelecido na Portaria MS nº 518/04.

3.2 Fase de Campo:

Iniciou-se a fase de campo no mês de janeiro. Com as localização geográfica dos chafarizes da SER VI e para otimizar o trabalho, traçou-se a melhor rota em função da localização dos bairros. Foram visitados 56 chafarizes localizados nos diversos bairros sob gestão da SER VI.

Durante as visitas foi realizado o registro fotográfico da situação dos chafarizes, além de entrevistas com a comunidade. Para melhor obtenção das informações, a fase de campo foi auxiliada por um funcionário do Serviço Urbano da SER VI. Com os dados colhidos nesta fase, foi gerado o Relatório dos Chafarizes da SER VI.

3.3 Área de Estudo:

A área de estudo do artigo localiza-se no município de Fortaleza - Ceará, com população de 2.315.116 habitantes (IBGE, 2010). O espaço amostral mostrado na Figura 1, corresponde à região sob gestão da SER VI, com população estimada em 600 mil habitantes. A SER VI atende diretamente os moradores de 29 bairros, correspondentes a 42% do território de Fortaleza (PMF, 2011).



Figura 1 – Área de Estudo: SER VI

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

No espaço amostral da SER VI são registrados 58 chafarizes públicos. No levantamento realizado, constatou-se que 20 estão ativos e apenas 2 não tiveram a suas águas analisadas ainda. Com relação à potabilidade da água, dos 18 chafarizes amostrados, 50% foram classificados como satisfatórios, 39% como não potáveis e apenas 11% estão com condição de consumo, conforme mostrado na Tabela 1.

Em 2010, dos 67 chafarizes ativos em todo o município, 79% tinham como fonte de abastecimento a água de poço e apenas 21% era abastecido pelo sistema público.

No primeiro semestre de 2011, das 48 amostras coletadas de todos os chafarizes do município de Fortaleza, 42% apresentaram-se não potáveis, 48% como satisfatórios e apenas 10% como adequado ao consumo humano.

Tabela 1 – Potabilidade dos chafarizes ativos da SER VI no período de 2010 a 2011.

Chafarizes	Período			
	Localidade	1° Semestre/2010	2° Semestre/2010	1° Semestre/2011
R. Nelson Coelho – Lagoa Redonda		Satisfatório	Potável	Potável
R. Demontier Quental – Curió		Satisfatório	Potável	Satisfatório
Av. José Artur de Carvalho – Lagoa Redonda		Satisfatório	Satisfatório	Não Potável
R. José Pereira – Messejana		Potável	Satisfatório	Não Potável
R. Luiz Bento – Pedras		Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
Av. Isabel Bezerra – Ancuri		Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
R. Lourdes Vidal Alves – Curió		Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
R. Lopes Trovão – Messejana		Não Potável	Não Potável	Não Potável
R. Capitão Mário Prado - Messejana		Satisfatório	Satisfatório	Não Potável
R. Francisco Avelino – Lagoa Redonda		Potável	Satisfatório	Não Potável
R. Francisca Bezerra – Lagoa Redonda		Não Potável	Não Potável	Não Potável
R. José Bonfim Jr. – Curió		Satisfatório	Não Potável	Satisfatório
R. Pinto Martins – Dias Macedo		Não Potável	Potável	Potável
R. Pedro Dantas – Dias Macedo		Não Potável	Satisfatório	Não Potável
R. Raquel Florêncio – Lagoa Redonda		Satisfatório	Potável	Satisfatório
R. Jiló – Lagoa Redonda		Potável	Potável	Satisfatório
R. Sapicuá – Lagoa Redonda		Não Potável	Satisfatório	Satisfatório
R. Airton Bezerra – Alagadiço Novo		Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório

Fonte: Centro de Referência em Saúde do Trabalhador e Vigilância em Saúde Ambiental.

Segundo dados do Relatório dos Chafarizes da SER VI, realizado durante a fase de campo que ocorreu no primeiro semestre de 2011, dentre os 56 chafarizes visitados 46% necessitam de reforma geral e 36% devem ser demolidos segundo o parecer gerado. Vale salientar que somente 15% estão em

bom estado de conservação. A Figura 2 ilustra as condições de manutenção de alguns chafarizes em Fortaleza na área da SERVI.



Figura 2 – Chafarizes da SER VI

Fonte: Relatório dos Chafarizes da SER VI.

5. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados levantados mostram uma realidade que não favorece ao uso dos chafarizes. Depredação; risco de desabamento por estruturas danificadas; águas impróprias para o consumo humano; utilização indevida das áreas desses equipamentos, como pontos de disposição inadequada de lixo e entulhos e, principalmente, a falta de manutenção pelos órgãos competentes, fazem com que esse sistema alternativo e até estratégico para muitas comunidades carentes, seja um fator de risco ambiental e de saúde para a população.

Quanto à estrutura de alguns chafarizes, é aconselhável a sua devida demolição, no intuito de preservar a saúde física da população em caso de possíveis desabamentos. Uma ação também requerida seria a recuperação da área em que se inserem os chafarizes como forma de evitar saques e roubos de parte da sua estrutura, bem como a utilização do espaço para outros fins. Não obstante, a manutenção destes é fundamental para a garantia da qualidade desse serviço além da longevidade das estruturas e segurança da população.

Em relação à qualidade das águas, foi observado que poucos chafarizes apresentam-se com condição de consumo humano. Esse resultado já era esperado, por conta da baixa cobertura do sistema público de esgotamento sanitário na área do município que compreende a SERVI, o que corrobora para a contaminação do lençol freático. Nota-se também que esta qualidade pode variar ao longo do ano, seja pela estação chuvosa ou pela manutenção das caixas de água, fazendo-se necessário um monitoramento sistemático que otimize seus usos. Ressalta-se aqui a importância da fixação de avisos informando sobre o estado de potabilidade das águas.

Neste estudo, foi observada a negligência por parte dos órgãos competentes, das ações de fiscalização e assim, a não observância da legislação sanitária e ambiental. A falta de saneamento básico em algumas áreas da SERVI deixa a proteção dos aquíferos inexistente. O estudo também não constatou, pelos órgãos gestores, ações de monitoramento sistemático da qualidade das águas, informações sobre a reserva explorável ou controle da retirada da água.

Com relação aos poços inativados ou abandonados que, segunda a lei devem ser lacrados de forma a evitar acidentes, contaminação ou poluição dos aquíferos, neste estudo, os chafarizes que se encontraram desativados, consta apenas o seu abandono por parte dos órgãos públicos e pela comunidade. O uso clandestino das águas dos chafarizes e seus poços é outro exemplo presente no cenário atual de descumprimento das leis, uma vez que, para exploração da água subterrânea é obrigatória a outorga de direito de uso, concedida pelo órgão competente.

Ações de educação ambiental e uma gestão participativa com a comunidade são muito válidas, resultando na conservação desse patrimônio histórico e ajudando a promover saúde da população. Tal condição poderia reduzir a contaminação da água após o recolhimento nos chafarizes e incentivar a adoção de cuidados como a desinfecção. Apesar de ainda insuficiente, esse tipo de ação de Educação Ambiental com a comunidade é realizado pela CEREST nas proximidades de alguns chafarizes das Secretarias Executivas Regionais do município de Fortaleza durante o ano.

Bem cuidados e com o devido monitoramento da qualidade de suas águas, os chafarizes são ainda uma alternativa de abastecimento humano, principalmente em áreas inviáveis para a ligação de redes de abastecimento de água, ou mesmo para atender populações com poucas condições de pagar pelo fornecimento de água tratada oferecida pelos serviços públicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: Informação e documentação: Referências: Elaboração. Rio de Janeiro, 2002a.

BRASIL. Portaria n.º 518 do Ministério da Saúde, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.

BRASIL. Resolução CNRH nº 92, de 5 de novembro de 2008. Estabelece critérios e procedimentos gerais para proteção e conservação das águas subterrâneas no território brasileiro.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.

BUERKKLE, T. **La FAO pide actuar con urgencia para afrontar la creciente escasez de agua**. Disponível em: <http://www.fao.org/newsroom/es/news/2007/1000520/index.html>. Acesso em: 01 de set. 2011.

CAGECE. **Índice de Coberturas**. Disponível em: <http://www.cagece.com.br/numeros/indice-de-cobertura> Acesso em: 01 de set. 2011.

CAMPOS, E. **A Fortaleza Provincial**. Fortaleza, 1988.

CEARÁ. Lei nº 14.844, de 28 de dezembro de 2010. Dispõe sobre a política estadual de recursos hídricos, institui o sistema integrado de gestão de recursos Hídricos - SIGERH, e dá outras providências.

CONSUMO SUSTENTÁVEL: **Manual de educação**. Brasília: Consumers International/ MMA/ MEC/ IDEC, 2005.

FAÇANHA, M. **Comportamento das doenças diarréicas agudas em serviços de saúde de Fortaleza, Ceará, Brasil, entre 1996 e 2001**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 21(1):49-54, jan-fev, 2005

GARCIA, F. **Abastecimento de água em Fortaleza – chafarizes, cacimbas e carroças**. Disponível em: <http://fortalezaemfotos.blogspot.com/2010/09/abastecimento-de-agua-em-fortaleza.html> Acesso em: 01 de set. 2011.

IBGE. Censo Demográfico 2010. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/resultados_dou/CE2010.pdf Acesso em: 11 de set. 2011.

PACINI, P. **O terceiro chafariz**. Disponível em: <http://www.jblog.com.br/rioantigo.php?itemid=14131> Acesso em: 01 de set. 2011.

PMF. Regional 6. Disponível em: http://www.fortaleza.ce.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=38&Itemid=54 Acesso em: 05 set. 2011.

PONTES, R. Comportamento epidemiológico e determinantes da cólera em fortaleza, Ceará, Brasil, 1992-2000. [Editorial] **Revista de Medicina da UFC**. V. 41, Nº 1-2, 2001

SAUTCHÚK, C. Conservação e reuso de água. **Manual de orientações para o setor industrial**. Vol.1. São Paulo, 2004.

SECRETARIA DA SAÚDE DO PARANÁ. **Sisagua**. Disponível: <http://www.saude.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1433> Acesso em: 09 de set. 2011.

SILVA, A. **A água na história do homem**. Disponível em: <http://www.coladaweb.com/historia/a-agua-na-historia-do-homem> Acesso em: 01 de set. 2011.

TUCCI, C. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001.

VIEIRA, A. **Cadernos de Educação Ambiental Água para Vida, Água para Todos: Livro das Águas**. Brasília, 2006.

CHAFARIZES COMO FONTE ALTERNATIVA DE ÁGUA POTÁVEL EM FORTALEZA – CE: ASPECTOS LEGAIS E CENÁRIO ATUAL

N. C. Lima¹, L. F. P. Araujo², P. G. L Santos³ e K. T. M. Souza⁴

¹Instituto Federal do Ceará - Campus Fortaleza, ²Instituto Federal do Ceará - Campus Fortaleza, ³Instituto Federal do Ceará - Campus Fortaleza e ⁴Instituto Federal do Ceará - Campus Fortaleza
nani_costa.lima@hotmail.com – lucifat@ifce.edu.br - phyllippesantos@gmail.com - t_yna@hotmail.com

RESUMO

Dentre as primeiras formas de abastecimento público de água temos os chafarizes. Em Fortaleza, observa-se a distribuição desse sistema alternativo por diversos bairros da cidade, tanto em áreas nobres como na periferia, sendo mais comuns e necessários nas áreas mais carentes. Devido ao aumento da cobertura do abastecimento público grande parte dos chafarizes entrou em desuso. A população, até por falta de informação, não zela por esse bem histórico e o poder público não cumpre efetivamente o seu papel, disponibilizando poucos recursos para a sua devida manutenção. Com base nos aspectos legais envolvidos, o presente trabalho objetivou apresentar o cenário atual dos chafarizes do município de Fortaleza - CE, através do espaço amostral de uma das regionais da Prefeitura Municipal, a Regional VI, observando o estado de conservação das estruturas físicas e dados de potabilidade da água. Os dados levantados mostram uma realidade que não favorece ao uso desse sistema alternativo. Depredação; risco de desabamento por estruturas danificadas; águas impróprias para o consumo humano; além da utilização indevida das áreas desses equipamentos, como pontos de disposição inadequada de lixo e entulhos e, principalmente, a falta de manutenção pelos órgãos competentes, fazem com que esse sistema alternativo e até estratégico para muitas comunidades carentes, seja um fator de risco ambiental e de saúde para a população. Em relação à qualidade das águas, foi observado que poucos chafarizes apresentam-se potáveis para o consumo humano, em total desacordo com a legislação sanitária e ambiental vigentes. A gestão integrada das águas visando evitar o comprometimento qualitativo e quantitativo dos aquíferos e as responsabilidades atribuídas aos órgãos gestores de recursos hídricos, dentre elas a definição das reservas explotáveis, outorga de direito de uso, monitoramento e avaliação qualitativo-quantitativos das águas subterrâneas com ações permanentes de conservação e proteção visando ao seu uso sustentável, constantes na Política Estadual de Recursos Hídricos, ainda não fazem parte da realidade da área estudada. A falta de saneamento básico, especialmente de rede de esgotamento sanitário, em algumas áreas visitadas torna inexistente a proteção necessária para os poços que alimentam os chafarizes. Também não foi constatada nenhuma preocupação quanto ao conhecimento das reservas explotáveis, bem como nenhuma ação com relação aos poços desativados, que, por lei, deveriam ser lacrados de forma a evitar acidentes, contaminação ou poluição dos aquíferos. Em toda a área da SERVI, quando os chafarizes tornam-se desativados consta apenas o seu abandono por parte dos órgãos públicos e comunidade. O uso clandestino descontrolado das águas dos chafarizes e de seus poços, representou também exemplo presente no cenário atual do descumprimento das leis, que trazem a obrigatoriedade da outorga do direito de uso das águas subterrâneas. Bem cuidados e com o devido monitoramento da qualidade de suas águas, os chafarizes são ainda uma alternativa de abastecimento humano, principalmente em áreas inviáveis para a ligação de redes de abastecimento de água, ou mesmo para atender a populações com poucas condições de pagar pelo fornecimento de água tratada pelos serviços públicos.

Palavras-chave: chafarizes, fonte alternativa de água, potabilidade da água.

1. INTRODUÇÃO

A água é recurso natural essencial para a sobrevivência e o desenvolvimento da sociedade como um todo. Quantifica-se que apenas 2,7% de toda água presente no planeta são de água doce, mas grande parte desta apresenta-se como águas subterrâneas ou congeladas. Se considerada sua disponibilidade superficial, esse percentual pode ser estimado em menos de 1%.

As civilizações antigas cresceram no entorno de importantes recursos hídricos, o que vem a fortalecer o valor da água. Desta forma, o homem, em vista das suas necessidades, desenvolveu diversas tecnologias para coleta, armazenamento e distribuição de água.

Dentre as primeiras formas de abastecimento público de água temos os chafarizes, definidos como uma construção onde através de bicas, ou torneiras, jorra água doce, tendo como função abastecimento humano e animal, manutenção da umidade do ar, podendo ser também objetos de ornamentação ou decoração.

O primeiro chafariz do Brasil foi trazido de Lisboa para o Rio de Janeiro, em 1672, durante a época de escassez de água. Já no município de Fortaleza a chegada dos chafarizes aconteceu somente no ano de 1812, quando se iniciaram as negociações para a construção de um chafariz. (INI, 2009; GARCIA, 2010)

Em Fortaleza, observa-se a distribuição de chafarizes pelos diversos bairros da cidade, tanto em áreas nobres como na periferia, sendo mais comuns e necessários nas áreas mais carentes. Quanto à fonte de água, a maior parcela destes possui suas caixas d'água abastecidas por poços artesianos. A outra forma de abastecimento é pelo sistema público de Fortaleza.

Devido ao aumento da cobertura do abastecimento público pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, que hoje atende a 97% da população no Estado e a 98,29% na Capital, grande parte dos chafarizes entrou em desuso (CAGECE, 2011).

A população, até por falta de informação, não zela por esse bem histórico e o poder público não cumpre efetivamente o seu papel, disponibilizando poucos recursos para a sua devida manutenção. A maioria encontra-se depredada pela própria comunidade, além de serem pontos de disposição inadequada de lixo e entulhos, tornando-os fator de riscos potenciais à saúde pública. Contrariamente a essa realidade, os chafarizes, quando em bom estado de conservação, são fontes ideais de água potável, além de seu uso ser gratuito e fácil acesso.

A legislação ambiental assegura através de instrumentos e diretrizes, a proteção e conservação das águas subterrâneas. No estado do Ceará, a Política Estadual dos Recursos Hídricos estabelece ações de proteção dos aquíferos e normas quanto à construção e manutenção de poços, além de critérios quanto à outorga de direito do uso de águas subterrâneas.

Quanto à qualidade da água desses chafarizes para consumo humano, a Portaria nº 518/04 do Ministério da Saúde estabelece diretrizes relativas ao controle e vigilância da água, bem como os padrões de potabilidade.

Devido à cobertura do sistema de esgotamento sanitário de Fortaleza ser ainda insuficiente, segundo dados da CAGECE apenas 53,60% da cidade apresenta saneamento, as águas subterrâneas são alvo constante de contaminação por esgotos sanitários, tornando-se, em certos períodos, inapropriada para consumo humano. Esta qualidade pode variar também conforme o ciclo hidrológico e outros fatores, como limpeza das caixas d'água, tornando-se essencial o monitoramento sistemático dos chafarizes.

O Ministério da Saúde estabelece uma frequência mínima para o controle de qualidade da água de fontes alternativas. Nas análises laboratoriais são utilizados indicadores de contaminação fecal,

representados por um grupo de microrganismos que quando presentes na água indicam uma possível contaminação por organismos patogênicos.

Com base nos aspectos legais envolvidos, o presente trabalho objetivou apresentar o cenário atual dos chafarizes do município de Fortaleza - CE, através do espaço amostral de uma das regionais da Prefeitura Municipal, a Regional VI, observando o estado de conservação das estruturas físicas e dados de potabilidade da água.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A tamanha abundância de água, 75% da superfície terrestre é dominada por este recurso natural, proporciona condições essenciais para a vida e mantém o equilíbrio da natureza (VIEIRA, 2006).

O Brasil apresenta 14% das águas doces do planeta e 53% do continente sul americano. (SAUTCHÚK, *et al.* 2004). “A distribuição desses recursos no País e durante o ano não é uniforme, destacando-se os extremos do excesso de água na Amazônia e as limitações de disponibilidade no Nordeste.” (TUCCI, 2001)

Com o aumento das necessidades do homem e o crescimento demográfico ao decorrer dos anos, exigiram quantidades cada vez maiores de água e facilidade de acesso às fontes existentes (SILVA, 2011). O consumo de água dobrou em relação ao crescimento populacional no último século (BUERKKLE, 2007).

Dentre as formas de distribuição de água, os chafarizes são considerados um sistema alternativo de abastecimento, dos quais existem relatos de sua utilização desde a antiguidade. O historiador Pacini (2009) relata a história do primeiro chafariz construído no Brasil:

A história começa em 1672, quando, devido à escassez de água, o governador do estado do Rio de Janeiro, João da Silva e Souza inicia o encanamento do rio Carioca. A execução da obra, contudo, sofreu uma série de reveses, pela escassez de recursos e divergências quanto ao pagamento dos operários. A água só chegaria na capital do Estado, em 1723, 50 anos após o início dos trabalhos.

O primeiro chafariz veio de Lisboa, sendo montado no local. Com 16 bicas de bronze, suas linhas curvas estavam em harmonia com a estética da arquitetura colonial de então. A água melhorou muito a vida dos habitantes, que até então dependiam de longas viagens feitas por escravos para obterem o precioso líquido.

No município de Fortaleza, a chegada dos chafarizes aconteceu posteriormente, conforme relatado por Garcia (2010):

Durante o governo de Manuel Sampaio - o Governador Sampaio - (1812 – 1820), havia sido celebrado um contrato entre o Conselho da Vila de Fortaleza e o tenente-coronel João da Silva Feijó, a fim de que fosse aproveitada uma das nascentes de água do seu sítio, localizado na Rua Quartel (atual General Bezerril) para a construção do primeiro chafariz público.

Só com a assinatura das leis provinciais de 19 e 20 de setembro em 1812 é que foi autorizado o início desse serviço em Fortaleza, por meio de chafarizes. [...] Quatro chafarizes foram construídos nas seguintes praças: da Municipalidade (atual Praça do Ferreira), Garrote (atual Cidade da Criança), Carolina (atual Waldemar Falcão) e Patrocínio (Marques de Herval e posteriormente, José de Alencar).

Viera (2006) relaciona a água como “uma grande ferramenta econômica para a urbanização e a industrialização”, ressaltando que “nesse caminho de progresso também estão às raízes da degradação ambiental do Brasil”.

Tucci (2001) também enumera como fatores influenciadores da qualidade das águas as condições geológicas e geomorfológicas e de cobertura vegetal da bacia de drenagem, do comportamento dos ecossistemas terrestres e de águas doces e das ações do homem.

Dentre o arcabouço legal deve ser citada a nova Política Estadual de Recursos Hídricos vigente no estado do Ceará desde dezembro de 2010 (Lei nº 14844/10) que estabelece ações para conservação e proteção das águas subterrâneas:

Art. 32. As águas subterrâneas deverão ser gerenciadas de forma integrada com as águas superficiais e estarão sujeitas, permanentemente, às ações de conservação e proteção, visando ao seu uso sustentável, cabendo ao órgão gestor, dentre outras ações:

I - restringir as vazões exploradas por poços e por outras formas de captação, com base nos dados da outorga;

II - estabelecer distâncias mínimas entre poços;

III - apoiar ou executar projetos de recarga dos aquíferos;

IV - propor ao órgão ambiental competente a criação de áreas de proteção de aquíferos.

Como um dos instrumentos dessa política, tem-se a outorga de direito do uso de águas subterrâneas.

Art. 33. Nas outorgas de direito de uso de águas subterrâneas deverão ser considerados critérios que assegurem a gestão integrada das águas e que evitem o comprometimento qualitativo e quantitativo dos aquíferos.

A política também ressalta a obrigatoriedade quanto à captação de águas subterrâneas e a desativação dos poços.

Art. 36. As captações de águas subterrâneas serão obrigatoriamente dotadas de proteção sanitária, medidores de vazão, tubos guia e/ou outros dispositivos para monitoramento de níveis d'água.

Parágrafo único. Os poços temporariamente paralisados e outras obras de captação de águas subterrâneas, realizadas para diversos usos, deverão ser lacrados de forma a evitar acidentes, contaminação ou poluição dos aquíferos.

Com relação à qualidade da água para consumo humano proveniente dos chafarizes a Portaria nº518/04 do Ministério da Saúde, estabelece:

Art. 1º Esta Norma dispõe sobre procedimentos e responsabilidades inerentes ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano, estabelece seu padrão de potabilidade e dá outras providências.

Art. 2º Toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita à vigilância da qualidade da água.

A Portaria traz também dois importantes conceitos abordados no presente artigo:

Art. 4º Para os fins a que se destina esta Norma são adotadas as seguintes definições:

I. Água potável – água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde;

III. Solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano – toda modalidade de abastecimento coletivo de água distinta do sistema de abastecimento de água, incluindo, entre outras, fonte, poço comunitário, distribuição por veículo transportador, instalações condominiais horizontais e verticais;

Dentre as exigências constantes nesta Portaria quanto à solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano podem ser citadas como principais:

Art. 10. Ao responsável por solução alternativa de abastecimento de água, nos termos do inciso XII do artigo 7 deste Anexo, incumbe:

II. Operar e manter solução alternativa que forneça água potável em conformidade com as normas técnicas aplicáveis, publicadas pela ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, e com outras normas e legislações pertinentes;

III. Manter e controlar a qualidade da água produzida e distribuída, por meio de análises laboratoriais, nos termos desta Portaria e, a critério da autoridade de saúde pública, de outras medidas conforme inciso II do artigo anterior;

Nos países em desenvolvimento, não sendo diferente no Brasil, devido às precárias condições de saneamento e da má qualidade das águas, a veiculação hídrica tem sido responsável por vários surtos epidêmicos relacionados à água de consumo humano (LESER *et al.*, 1985).

Conforme estudos de Façanha (2005) sobre o comportamento das doenças diarréicas agudas em Fortaleza, entre os anos de 1996 e 2001, concluiu-se que o consumo de água de fontes não costumeiras, associado à contaminação das águas subterrâneas por fossas sépticas, provocou o aumento no número de casos de diarreia, logo depois dos picos de pluviosidade.

Durante o estudo realizado por Pontes (2001) sobre as determinantes da cólera no período de 1992 a 1994, época de racionamento de água em Fortaleza, a população mais pobre utilizou-se da água de poços e cacimbas, que tinham grandes risco de contaminação e cujo armazenamento era também inadequado. Evidência a este favor foi à utilização de fontes inseguras de água pela grande maioria dos casos de cólera notificados em 1994.

No mesmo estudo de Pontes (2001) a distribuição espacial da epidemia reproduziu as condições sociais da cidade. Constataram-se, pela observação gráfica, que as áreas mais atingidas pela epidemia, foram às regiões e os bairros mais pobres. Em contrapartida, os bairros e áreas de melhor nível sócio econômico apresentaram um padrão de menor ocorrência. Fatos estes relacionados à ausência de saneamento básico e fornecimento de água em quantidade e qualidade inferiores nos bairros da periferia da cidade, tornando-os mais suscetíveis a várias doenças, entre elas a cólera.

3. METODOLOGIA

3.1 Levantamento de Dados: Bibliográfico e Campo:

A metodologia do presente trabalho consistiu de uma pesquisa bibliográfica sobre estudos relacionados ao fornecimento de água por chafarizes e um levantamento de dados atualizados junto aos órgãos públicos, incluindo o setor de Serviços Urbanos da Secretaria Executiva Regional VI - SER VI, responsável pela manutenção desses equipamentos. Foi fornecida uma listagem de todos os chafarizes sob gestão da Regional e sua localização geográfica. Foram disponibilizados também, dados de potabilidade da água dos chafarizes ativos da área em estudo pelo Centro de Referência em Saúde do Trabalhador e Vigilância em Saúde Ambiental – CEREST.

As análises de potabilidade desses sistemas alternativos são realizadas na Célula de Vigilância Sanitária e Ambiental do município de Fortaleza. São analisados os parâmetros de Coliformes totais e *Escherichia coli* pelo método referenciado da prova do substrato cromogênico para coliformes (Colilert). As coletas são realizadas por técnicos do Centro, sendo as amostras colhidas das torneiras provenientes da caixa d'água dos chafarizes e devidamente encaminhadas ao laboratório para serem processadas. São realizadas duas coletas semestrais durante o ano e os laudos gerados alimentam o banco de dados do SISAGUA (Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano) conforme estabelecido na Portaria MS nº 518/04.

3.2 Fase de Campo:

Iniciou-se a fase de campo no mês de janeiro. Com as localização geográfica dos chafarizes da SER VI e para otimizar o trabalho, traçou-se a melhor rota em função da localização dos bairros. Foram visitados 56 chafarizes localizados nos diversos bairros sob gestão da SER VI.

Durante as visitas foi realizado o registro fotográfico da situação dos chafarizes, além de entrevistas com a comunidade. Para melhor obtenção das informações, a fase de campo foi auxiliada por um funcionário do Serviço Urbano da SER VI. Com os dados colhidos nesta fase, foi gerado o Relatório dos Chafarizes da SER VI.

3.3 Área de Estudo:

A área de estudo do artigo localiza-se no município de Fortaleza - Ceará, com população de 2.315.116 habitantes (IBGE, 2010). O espaço amostral mostrado na Figura 1, corresponde à região sob gestão da SER VI, com população estimada em 600 mil habitantes. A SER VI atende diretamente os moradores de 29 bairros, correspondentes a 42% do território de Fortaleza (PMF, 2011).



Figura 1 – Área de Estudo: SER VI

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

No espaço amostral da SER VI são registrados 58 chafarizes públicos. No levantamento realizado, constatou-se que 20 estão ativos e apenas 2 não tiveram a suas águas analisadas ainda. Com relação à potabilidade da água, dos 18 chafarizes amostrados, 50% foram classificados como satisfatórios, 39% como não potáveis e apenas 11% estão com condição de consumo, conforme mostrado na Tabela 1.

Em 2010, dos 67 chafarizes ativos em todo o município, 79% tinham como fonte de abastecimento a água de poço e apenas 21% era abastecido pelo sistema público.

No primeiro semestre de 2011, das 48 amostras coletadas de todos os chafarizes do município de Fortaleza, 42% apresentaram-se não potáveis, 48% como satisfatórios e apenas 10% como adequado ao consumo humano.

Tabela 1 – Potabilidade dos chafarizes ativos da SER VI no período de 2010 a 2011.

Chafarizes	Período
------------	---------

Localidade	1° Semestre/2010	2° Semestre/2010	1° Semestre/2011
R. Nelson Coelho – Lagoa Redonda	Satisfatório	Potável	Potável
R. Demontier Quental – Curió	Satisfatório	Potável	Satisfatório
Av. José Artur de Carvalho – Lagoa Redonda	Satisfatório	Satisfatório	Não Potável
R. José Pereira – Messejana	Potável	Satisfatório	Não Potável
R. Luiz Bento – Pedras	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
Av. Isabel Bezerra – Ancuri	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
R. Lourdes Vidal Alves – Curió	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
R. Lopes Trovão – Messejana	Não Potável	Não Potável	Não Potável
R. Capitão Mário Prado - Messejana	Satisfatório	Satisfatório	Não Potável
R. Francisco Avelino – Lagoa Redonda	Potável	Satisfatório	Não Potável
R. Francisca Bezerra – Lagoa Redonda	Não Potável	Não Potável	Não Potável
R. José Bonfim Jr. – Curió	Satisfatório	Não Potável	Satisfatório
R. Pinto Martins – Dias Macedo	Não Potável	Potável	Potável
R. Pedro Dantas – Dias Macedo	Não Potável	Satisfatório	Não Potável
R. Raquel Florêncio – Lagoa Redonda	Satisfatório	Potável	Satisfatório
R. Jiló – Lagoa Redonda	Potável	Potável	Satisfatório
R. Sapicuá – Lagoa Redonda	Não Potável	Satisfatório	Satisfatório
R. Airton Bezerra – Alagadiço Novo	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório

Fonte: Centro de Referência em Saúde do Trabalhador e Vigilância em Saúde Ambiental.

Segundo dados do Relatório dos Chafarizes da SER VI, realizado durante a fase de campo que ocorreu no primeiro semestre de 2011, dentre os 56 chafarizes visitados 46% necessitam de reforma geral e 36% devem ser demolidos segundo o parecer gerado. Vale salientar que somente 15% estão em bom estado de conservação. A Figura 2 ilustra as condições de manutenção de alguns chafarizes em Fortaleza na área da SERVI.



Figura 2 – Chafarizes da SER VI

Fonte: Relatório dos Chafarizes da SER VI.

5. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados levantados mostram uma realidade que não favorece ao uso dos chafarizes. Depredação; risco de desabamento por estruturas danificadas; águas impróprias para o consumo humano; utilização indevida das áreas desses equipamentos, como pontos de disposição inadequada de lixo e entulhos e, principalmente, a falta de manutenção pelos órgãos competentes, fazem com que esse sistema alternativo e até estratégico para muitas comunidades carentes, seja um fator de risco ambiental e de saúde para a população.

Quanto à estrutura de alguns chafarizes, é aconselhável a sua devida demolição, no intuito de preservar a saúde física da população em caso de possíveis desabamentos. Uma ação também requerida seria a recuperação da área em que se inserem os chafarizes como forma de evitar saques e roubos de parte da sua estrutura, bem como a utilização do espaço para outros fins. Não obstante, a manutenção destes é fundamental para a garantia da qualidade desse serviço além da longevidade das estruturas e segurança da população.

Em relação à qualidade das águas, foi observado que poucos chafarizes apresentam-se com condição de consumo humano. Esse resultado já era esperado, por conta da baixa cobertura do sistema público de esgotamento sanitário na área do município que compreende a SERVI, o que corrobora para a contaminação do lençol freático. Nota-se também que esta qualidade pode variar ao longo do ano, seja pela estação chuvosa ou pela manutenção das caixas de água, fazendo-se necessário um monitoramento sistemático que otimize seus usos. Ressalta-se aqui a importância da fixação de avisos informando sobre o estado de potabilidade das águas.

Neste estudo, foi observada a negligência por parte dos órgãos competentes, das ações de fiscalização e assim, a não observância da legislação sanitária e ambiental. A falta de saneamento básico em algumas áreas da SERVI deixa a proteção dos aquíferos inexistente. O estudo também não constatou, pelos órgãos gestores, ações de monitoramento sistemático da qualidade das águas, informações sobre a reserva explorável ou controle da retirada da água.

Com relação aos poços inativados ou abandonados que, segunda a lei devem ser lacrados de forma a evitar acidentes, contaminação ou poluição dos aquíferos, neste estudo, os chafarizes que se encontraram desativados, consta apenas o seu abandono por parte dos órgãos públicos e pela comunidade. O uso clandestino das águas dos chafarizes e seus poços é outro exemplo presente no cenário atual de descumprimento das leis, uma vez que, para exploração da água subterrânea é obrigatória a outorga de direito de uso, concedida pelo órgão competente.

Ações de educação ambiental e uma gestão participativa com a comunidade são muito válidas, resultando na conservação desse patrimônio histórico e ajudando a promover saúde da população. Tal condição poderia reduzir a contaminação da água após o recolhimento nos chafarizes e incentivar a adoção de cuidados como a desinfecção. Apesar de ainda insuficiente, esse tipo de ação de Educação Ambiental com a comunidade é realizado pela CEREST nas proximidades de alguns chafarizes das Secretarias Executivas Regionais do município de Fortaleza durante o ano.

Bem cuidados e com o devido monitoramento da qualidade de suas águas, os chafarizes são ainda uma alternativa de abastecimento humano, principalmente em áreas inviáveis para a ligação de redes de abastecimento de água, ou mesmo para atender populações com poucas condições de pagar pelo fornecimento de água tratada oferecida pelos serviços públicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: Informação e documentação: Referências: Elaboração. Rio de Janeiro, 2002a.

BRASIL. Portaria n.º518 do Ministério da Saúde, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.

BRASIL. Resolução CNRH nº 92, de 5 de novembro de 2008. Estabelece critérios e procedimentos gerais para proteção e conservação das águas subterrâneas no território brasileiro.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.

BUERKKLE, T. **La FAO pide actuar con urgencia para afrontar la creciente escasez de agua**. Disponível em: <http://www.fao.org/newsroom/es/news/2007/1000520/index.html>. Acesso em: 01 de set. 2011.

CAGECE. **Índice de Coberturas**. Disponível em: <http://www.cagece.com.br/numeros/indice-de-cobertura> Acesso em: 01 de set. 2011.

CAMPOS, E. **A Fortaleza Provincial**. Fortaleza, 1988.

CEARÁ. Lei nº 14.844, de 28 de dezembro de 2010. Dispõe sobre a política estadual de recursos hídricos, institui o sistema integrado de gestão de recursos Hídricos - SIGERH, e dá outras providências.

CONSUMO SUSTENTÁVEL: **Manual de educação**. Brasília: Consumers International/ MMA/ MEC/ IDEC, 2005.

FAÇANHA, M. **Comportamento das doenças diarreicas agudas em serviços de saúde de Fortaleza, Ceará, Brasil, entre 1996 e 2001**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 21(1):49-54, jan-fev, 2005

GARCIA, F. **Abastecimento de água em Fortaleza – chafarizes, cacimbas e carroças**. Disponível em: <http://fortalezaemfotos.blogspot.com/2010/09/abastecimento-de-agua-em-fortaleza.html> Acesso em: 01 de set. 2011.

IBGE. Censo Demográfico 2010. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/resultados_dou/CE2010.pdf Acesso em: 11 de set. 2011.

PACINI, P. **O terceiro chafariz**. Disponível em: <http://www.jblog.com.br/rioantigo.php?itemid=14131> Acesso em: 01 de set. 2011.

PMF. Regional 6. Disponível em: http://www.fortaleza.ce.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=38&Itemid=54 Acesso em: 05 set. 2011.

PONTES, R. Comportamento epidemiológico e determinantes da cólera em fortaleza, Ceará, Brasil, 1992-2000. [Editorial] **Revista de Medicina da UFC**. V. 41, Nº 1-2, 2001

SAUTCHÚK, C. Conservação e reuso de água. **Manual de orientações para o setor industrial**. Vol.1. São Paulo, 2004.

SECRETARIA DA SAÚDE DO PARANÁ. **Sisagua**. Disponível: <http://www.saude.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1433> Acesso em: 09 de set. 2011.

SILVA, A. **A água na história do homem**. Disponível em: <<http://www.coladaweb.com/historia/a-agua-na-historia-do-homem>> Acesso em: 01 de set. 2011.

TUCCI, C. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001.

VIEIRA, A. **Cadernos de Educação Ambiental Água para Vida, Água para Todos: Livro das Águas**. Brasília, 2006.

COMPARAÇÃO DA TAXA DE CONSUMO DE OXIGÊNIO (TCO) COM A TCO EQUIVALENTE DE NITRATO DE LODO GERADO EM SISTEMA DE REATORES EM BATELADAS SEQUENCIAIS

D. A. Lima¹; F.J.O. Lima²; A.M.Q.S. Santos³; E.V.M. Santos⁴; H.A. Silva Filho⁵

¹Instituto Federal do Ceará - Campus Limoeiro do Norte; ²Instituto Federal do Ceará - Campus Limoeiro do Norte;

³Instituto Federal do Ceará - Campus Limoeiro do Norte; ⁴Instituto Federal do Ceará - Campus Limoeiro do Norte;

⁵Instituto Federal do Ceará - Campus Limoeiro do Norte;

dayaneandrade@ifce.edu.br – josivan_kiss@hotmail.com – ayda_maria15@hotmail.com – elivania@ifce.edu.br
– heraldo@ifce.edu.br

RESUMO

Os sistemas de lodo ativado se diferenciam dos demais sistemas de tratamento biológico de esgotos por oferecerem a possibilidade de remoção de nutrientes como nitrogênio e fósforo, podendo estes poluentes causar poluição nos corpos hídricos, como a eutrofização, quando lançados sem nenhum tratamento impossibilitando, muitas vezes o uso da água. A partir da matéria orgânica e as formas nitrogenadas presentes na água residuária, se desenvolvem bactérias quimioheterotróficas e quimioautotróficas nitrificantes, predominando na fração ativa do lodo biológico. Para um bom desempenho do sistema em relação à remoção desses poluentes (matéria orgânica e nitrogênio), a presença dessas bactérias é necessária no processo. A remoção de matéria orgânica sob condições aeróbias se dá a partir de uma taxa de utilização do material carbonáceo disponível enquanto que a remoção desse material sob condições de ausência de oxigênio e presença de nitrato (ambiente anóxico) se dá a partir do processo de desnitrificação. Este trabalho teve como principal objetivo comparar a Taxa de Consumo de Oxigênio – TCO com a Taxa de Consumo de Oxigênio Equivalente de Nitrato – TCOeq com o intuito de melhorar a operação e o monitoramento dos processos bioquímicos que ocorrem nos reatores em operação, além de indicar a promoção de simplicidade e segurança na rotina em ETEs com remoção de nutrientes. A determinação do processo de desnitrificação se deu através de testes respirométricos, utilizando lodo gerado em um Reator de Bateladas Sequenciais (RBS) de forma sistemática foram analisados, em especial, os parâmetros nitrato e DQO. Os resultados obtidos mostraram que no sistema trabalhado ocorreu o processo de desnitrificação observado pela depleção dos resultados analisados da concentração de nitrato e DQO em função do tempo, dando suporte ao cálculo da TCO e da TCOeq. Após os cálculos obtiveram-se valores de TCOeq bastante semelhantes aos valores das TCOs correspondentes ao ambiente aeróbio. Isso significa que o sistema de lodo ativado RBS representa uma boa alternativa para otimização de custos com aeração, visto que, a necessidade de inserção de oxigênio pode ficar restrita à nitrificação, pois a remoção de matéria orgânica pode ocorrer de forma plena ao mesmo tempo em que os microrganismos removem nitrogênio na forma de nitrato durante o processo de desnitrificação.

Palavras-chave: Respirometria, TCO, TCO Equivalente de Nitrato

1. INTRODUÇÃO

Dentre os sistemas de tratamento biológico de águas residuárias o uso de reatores aeróbios tem grande destaque devido à sua alta eficiência na remoção de grande parte dos poluentes encontrados e porque sob certas condições operacionais consegue-se remover nutrientes, notadamente nitrogênio e fósforo. Dentre os sistemas aeróbios destacam-se os sistemas de lodo ativado, em que as bactérias responsáveis pela remoção de nitrogênio são capazes de produzir enzimas que catalisam as reações de oxidação das formas nitrogenadas. Esse processo ocorre na fase anóxica e é chamado de desnitrificação onde o mesmo é capaz de reduzir em até 20% os custos com aeração e ainda recuperar a alcalinidade que é perdida no processo de nitrificação, comumente anterior a este.

A respirometria é uma ferramenta muito importante que permite a determinação de parâmetros de projeto e a qualificação da influência de fatores ambientais e operacionais sobre o desempenho e estabilidade de sistemas de lodo ativado. A Taxa de Consumo de Oxigênio – TCO é um parâmetro útil para avaliar a biodegradabilidade e toxicidade de efluentes, descrever o metabolismo bacteriano, a influência de fatores ambientais sobre este metabolismo e a cinética dos processos biológicos entre outros parâmetros relacionados com a biomassa ativa presente na suspensão de lodo de sistemas de lodo ativado. A taxa de consumo de nitrato (TCN) pode ser convertida matematicamente em TCO equivalente a partir de considerações estequiométricas.

Este projeto de pesquisa propôs-se a comparar a Taxa de Consumo de Oxigênio – TCO com a Taxa de Consumo de Oxigênio Equivalente de Nitrato – TCOeq com o intuito de melhorar a operação e o monitoramento dos processos bioquímicos que ocorrem nos reatores em operação, além de indicar a promoção de simplicidade e segurança na rotina em ETEs com remoção de nutrientes. Para tanto, utilizou-se um método que consistiu no uso de metodologias analíticas convencionais aliadas à respirometria aeróbia (para identificação da taxa endógena de consumo de oxigênio). As etapas foram desenvolvidas a partir de um método simples de análise da taxa de consumo de nitrato em função do tempo. Para os testes de respirometria utilizou-se o respirômetro Beluga S32c, do tipo aberto e aeração de forma semi-contínua.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Sistemas de lodo ativado são sistemas biológicos de tratamento de águas residuárias, um dos mais difundidos no mundo e também muito utilizados no Brasil, devido principalmente à qualidade que o efluente atinge (VON SPERLING, 2002). Nos sistemas de lodo ativado a matéria orgânica é em parte convertida em biomassa bacteriana (lodo) e em parte mineralizada para CO₂ e H₂O.

De acordo com Santos (2009), os sistemas de lodo ativado se distinguem de outros sistemas de tratamento biológico de esgotos por oferecerem a possibilidade de se remover não somente o material orgânico, de águas residuárias, mas também os nutrientes nitrogênio e fósforo. O lodo nestes sistemas é formado de flocos que são constituídos por uma variada microfauna.

Os microrganismos em sistemas de lodo ativado se compõem principalmente de várias espécies entre as quais bactérias, fungos e protozoários são as mais representativas. A composição dos organismos vivos pode variar bastante de um sistema para o outro e essa variação depende da natureza da água residuária e das condições operacionais do sistema (VAN HAANDEL; MARAIS, 1999). As bactérias apresentam o lugar de destaque devido à sua numerosa presença e o seu grande papel no tratamento de efluentes, elas são responsáveis por formar os flóculos através das bactérias filamentosas e das formadoras de flocos (SANTOS, 2009).

Esses organismos podem ser classificados de forma geral pela obtenção de sua fonte de energia que podem ser fototróficos (energia luminosa) e quimiotróficos (energia de reações químicas) e quanto à sua fonte de carbono que podem ser autotróficos (carbono inorgânico) e heterotróficos (carbono

orgânico). Dessa forma os microrganismos que se alimentam de carbono orgânico, são os mais importantes para a estabilização da matéria orgânica de uma forma geral (VON SPERLING, 2002).

Nos processos de tratamento de esgoto, as bactérias quimioautotróficas e as quimioheterotróficas são os microrganismos de maior importância na remoção de nutrientes e de matéria orgânica. As autotróficas necessitam de mais energia que as heterotróficas para síntese, resultando numa taxa de crescimento menor (METCALF; EDDY, 2003). Para que ocorra a remoção do nutriente nitrogênio nos sistemas de lodo ativado, comumente ocorrem processos sequenciados iniciando com a amonificação, seguida de nitrificação e se os parâmetros operacionais estiverem controlados e o sistema bem operado, após pode ocorrer o processo de desnitrificação.

Na reação de amonificação, o nitrogênio orgânico é convertido em nitrogênio amoniacal, sendo que na assimilação, o processo inverso ocorre (a amônia é incorporada à biomassa, estando presente, portanto, na forma de nitrogênio orgânico). A um pH perto do valor neutro, o nitrogênio amoniacal terá, predominantemente, a forma salina ionizada (NH_4^+). O processo de amonificação é rápido, tendo início já no sistema de coleta e transporte do esgoto até a estação de tratamento (VAN HAANDEL; MARAIS, 1999).

Já o processo de nitrificação é a conversão da amônia a nitrato pela ação de bactérias. Denomina-se nitrificação autotrófica quando o processo se deve à ação de bactérias autotróficas aeróbias, que utilizam o CO_2 como fonte de carbono e adquirem energia para sua assimilação a partir da oxidação dos compostos nitrogenados. A nitrificação ocorre em duas etapas consecutivas: nitritação e nitratação. Na nitritação a amônia é oxidada a nitrito e na nitratação o nitrito é oxidado a nitrato (SANTOS, 2009).

Na desnitrificação, por sua vez, o nitrato ou o nitrito, é reduzido para nitrogênio molecular, tendo-se material orgânico como redutor e bactérias heterotróficas mediando o processo. O resultado dos processos sequenciais de nitrificação e desnitrificação é a conversão de nitrogênio amoniacal em nitrogênio molecular, que se desprende como gás da fase líquida (VON SPERLING, 2002).

Testes respirométricos para determinação da taxa de consumo de oxigênio (TCO) são muito úteis para avaliar a biodegradabilidade e toxicidade de efluentes, descrever o metabolismo bacteriano, a influência de fatores ambientais sobre este metabolismo e a cinética dos processos biológicos entre outros parâmetros relacionados com a biomassa ativa presente na suspensão de lodo de sistemas de lodo ativado.

A TCO pode ser determinada usando-se aparelhos denominados respirômetros (CATUNDA, 1996). Essa determinação se torna importante em testes de desnitrificação, mesmo que utilizados inicialmente para identificação da taxa de consumo referente à respiração endógena por meio do oxigênio, pois garante que não há substrato externo e que a simples adição de nitrato pode ser suficiente para identificar a taxa de consumo referente à respiração endógena de nitrato (SANTOS, 2009).

Por Taxa de Consumo de Oxigênio Equivalente de Nitrato – TCO_{eq} entende-se aquelas taxas que representam estequiometricamente a relação direta entre oxigênio e nitrato quando comparados quanto à sua funcionalidade de aceptores finais de elétrons. Essa taxa é obtida com a realização de testes de desnitrificação, e cálculos estequiométricos. Dessa forma testes de desnitrificação (TCN) podem ser comparados a testes aeróbios (TCO) e dessa forma possibilitar o adequado acompanhamento desses processos extremamente importantes em sistemas biológicos (VAN HAANDEL E MARAIS, 1999).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi dividida em etapas: (1) montagem, partida e operação do sistema aeróbio para geração de lodo; (2) testes respirométricos aeróbios e anóxicos.

O sistema operado foi montado nas instalações físicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Limoeiro do Norte (IFCE-LN), montado no Centro Experimental de Tratamento de Esgotos (CETE). Os testes laboratoriais foram realizados no Laboratório de Controle Ambiental (LCA).

3.1 Montagem, Partida e Operação do Reator

Para a geração do lodo que foi utilizado nos testes respirométricos foi montado um sistema de lodo ativado: Reator em Bateladas Sequenciais (RBS).

O mesmo foi alimentado com esgoto proveniente das instalações sanitárias do IFCE-LN, os quais em termos genéricos podem ser caracterizados como esgoto doméstico, visto que as contribuições são exclusivamente da cantina e dos banheiros do Campus.

Não se utilizou inóculo para dar partida no sistema, tendo sido necessários, aproximadamente, dois meses para o lodo encontrar-se relativamente adequado em termos de concentração de sólidos e com boa consistência visual para ser utilizado nos testes. O sistema batelada foi operado sob as seguintes condições: temperatura ambiente (T média de 29°C), volume de aproximadamente 70 litros e idade de lodo de 20 dias.

Utilizou-se um dispositivo no fundo do reator para responsabilizar-se pela difusão de oxigênio (3 pedras porosas de aquário) alimentado por um compressor de ar (nebulizador). Esse compressor encontrava-se ligado diretamente a um temporizador analógico programado para promover 11 horas de aeração e 13 horas de não aeração, caracterizando dessa forma um ambiente aeróbio e um ambiente anóxico (desnitrificação) de forma sequenciada. Na Figura 1 apresenta-se o sistema RBS montado utilizado na pesquisa.



Figura 1: Esquema ilustrativo da configuração do sistema e da disposição dos seus elementos-suporte

3.2 Testes Respirométricos

Os testes respirométricos foram desenvolvidos em duas etapas: (1) etapa aeróbia e (2) etapa anóxica (independente da origem do lodo).

- Etapa 1 – Testes em ambiente aeróbio:

Na etapa aeróbia, para a determinação da TCO utilizou-se o respirômetro Beluga, do tipo aberto e de forma semi-contínua. Um aerador que era ligado ao respirômetro era controlado pelo meio do software S32c que acompanhava o equipamento.

O respirômetro ativava o aerador quando a concentração de OD atingia um limite inferior estabelecido (1 mg/L), desativando-o quando atingia o limite superior também estabelecido (3 mg/L), tornando, assim, ciclos de períodos com e sem aeração.

O principal objetivo da etapa aeróbia era acompanhar a qualidade do lodo aeróbio em termos de TCO, além de estabelecer a TCO endógena (TCO mínima e constante) no intuito de garantir o término de toda demanda de oxigênio para metabolizar compostos tanto carbonáceos quanto nitrogenados.

Durante os períodos sem aeração, o Beluga calculava a TCO a partir da variação da concentração de OD com o tempo.

- **Etapa 2 - Testes de desnitrificação:**

O procedimento utilizado durante os testes respirométricos consistia em:

- Inicialmente ligava-se o respirômetro e esperava-se 7 minutos para então se calibrar o eletrodo de oxigênio com o valor do oxigênio de saturação em função da temperatura ambiente e altitude local;

- Coletava-se um litro de licor misto do reator aeróbio (RBS ou pós-D) e armazenava-se em béquer de 2 litros;

- Essa amostra de 1 litro do licor misto era submetida à agitação e aeração controladas pelo respirômetro, afim de que todo substrato extracelular disponível no licor misto fosse utilizado, estabelecendo-se uma TCO contínua e mínima (TCO endógena), correspondente à respiração endógena;

- Quando era estabelecida a respiração endógena, então era gerada a imagem na tela do computador por meio do software S32c que se encontrava ligado ao respirômetro para fins comprobatórios da endógena.

- Em planilha eletrônica Excel ficavam armazenados os dados de temperatura a cada 30 segundos, de OD a cada 5 segundos e os da TCO, calculados pelo respirômetro a cada 5 minutos, podendo esse tempo para a TCO ser menor, caso a referência inferior estabelecida de OD fosse atingida antes dos 5 minutos.

- Posteriormente desligava-se a aeração para que o OD torna-se nulo, garantindo que as bactérias presentes não teriam consumo de material orgânico utilizando oxigênio como aceptor de elétrons.

- Com o OD nulo, adicionava-se as concentrações de 240 mg/L de DQO e 144 mg/L de nitrato para comparar os valores das concentrações iniciais do teste com as demais.

- Em determinados intervalos de tempo era retirada uma alíquota do lodo para que fosse imediatamente centrifugada, onde o lodo era separado do efluente e assim podia-se utilizar nas análises de DQO e nitrato. As alíquotas foram retiradas para serem centrifugadas de 30 em 30 minutos.

4. INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Na **Tabela 1** exibem-se as taxas encontradas com a realização dos testes de desnitrificação em mg/L/h.

Tabela 1 – TCO, TCO endógena e TCO equivalente de nitrato do lodo gerado no sistema RBS.

<i>Taxa TCO de Consumo de Oxigênio Equivalente (mg/L/h) - Ambiente Anóxico nitrato</i>		
TCO	TCOeq	TCOend

Média	135,13	128,36	13,05
Max	157,10	137,35	14,80
Min	125,00	121,11	11,28
DP	15,13	7,68	1,46
CV	8,93	1,05	7,77
AT	32,1	16,24	3,52

Os cálculos foram realizados fazendo uma relação estequiométrica com a TCO, após os testes respirométricos onde era analisados a concentração de DQO e Nitrato, usou-se os dados obtidos da depleção do nitrato, após fez-se a subtração da concentração final pela inicial dessa forma tento o valor que foi consumido durante o teste, dividia-se pelo tempo de teste no caso 1,5 horas, após multiplicava por 2,86 comparando as meias-reações percebe-se para a aceitação de 1 elétron são necessários 0,25 moles de oxigênio e 0,2 moles de nitrato. A partir daí, pode-se calcular a equivalência de oxigênio e nitrato como $(0,25 * 32 \text{ gO}_2/\text{mol}) / (0,20 * 14 \text{ gN}/\text{mol})$ é igual a 2,86 $\text{gO}_2/\text{gNO}_3\text{-N}$. Tendo o resultado da TCOeq podendo comparar com TCO.

No sistema RBS os processos de nitrificação e desnitrificação ocorrem em um mesmo recipiente tendo intervalos de aeração e de não aeração, quando estava aerando ocorria o processo de nitrificação onde as bactérias usavam o oxigênio, quando a aeração era interrompida, depois de alguns instantes, o oxigênio chegava a zero e as bactérias facultativas consumiam o nitrato como acceptor final de elétrons, dessa forma desnitrificando e removendo uma parcela das formas nitrogenadas presentes. Os resultados obtidos com a realização dos testes mostram que a TCO é praticamente igual à TCO equivalente.

5. CONCLUSÃO

A partir da montagem e operação do sistema de lodo ativado em batelada, e consequente estabilização do lodo de teste, processo este acompanhado via respirometria, observou-se a fixação e manutenção de lodo autotrófico nitrificante e heterotrófico desnitrificante.

A metodologia estudada deu suporte para fazer um acompanhamento eficiente do desenvolvimento do teste usando-o como parâmetro analítico do processo de desnitrificação. A comparação entre a TCO e TCOeq levando em consideração as médias obtidas mostrou que a TCO é quase igual a TCOeq. Sendo esse valor da TCOeq muito representativo pois sem utilizar o oxigênio consegue-se remover mais de 90% da matéria orgânica e ainda remove formas nitrogenadas, onde os mesmos ao serem lançados em corpos hídricos são causadores de poluição.

Sugere-se que as ETEs sejam projetadas para realizar os processos de nitrificação e desnitrificação considerando as vantagens que os mesmos oferecem.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

METCALF; EDDY, Wastewater Engineering: Treatment and Reuse. McGraw Hill, 4th edition, 1819p. Inc. 2003.

SANTOS, E. V. M. 2009. 114 f. Desnitrificação em Sistemas de Lodo Ativado. Dissertação (Mestrado c) – COENGE – Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Campina Grande – PB: UFCG, 2009.

VAN HAANDEL, A; MARAIS, G. O Comportamento do Sistema de Lodo Ativado: Teoria e Aplicações para Projetos e Operações. Campina Grande: Epgraf, 472 p. 1999.

VAN HAANDEL, A. C. e CATUNDA, P. F. C.. Determinação da taxa de consumo de oxigênio. Revista Engenharia Sanitária, 481-488 p. 1982.

VON SPERLING, M. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 428 p. 2002.

7. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa PIBITI e ao Laboratório de Controle Ambiental (LCA) do IFCE, Campus Limoeiro do Norte.

COMPARATIVO DA CONCEPÇÃO AMBIENTAL: ESTUDO EM ÁREAS PÚBLICAS DE JOÃO PESSOA – PB E ALAGOA GRANDE – PB

Rômulo W. N. ANDRADE¹; Vivanny C. F. AZEVEDO²; Juliana I. FERNANDES³; Cybelle S. COSTA⁴ e Claudiana M. S. LEAL⁵

¹Instituto Federal da Paraíba - Campus João Pessoa; ²Instituto Federal da Paraíba - Campus João Pessoa;

³Instituto Federal da Paraíba - Campus João Pessoa; ⁴Instituto Federal da Paraíba - Campus João Pessoa e

⁵Instituto Federal da Paraíba - Campus João Pessoa

romulo_wilker@hotmail.com – vivannyazevedo@hotmail.com – juh.innocencio@hotmail.com –

cybellecosta@hotmail.com – claudiana.m.b.silva@gmail.com

RESUMO

O consumo desordenado da população resulta em um crescente volume de resíduos sólidos. À medida que os descartes dos resíduos tornam-se inadequados, além do seu acondicionamento e recolhimento, transtornos são gerados para a saúde da comunidade. É evidente em algumas comunidades a falta ou insuficiência de políticas de Educação Ambiental. Hoje, no Brasil, é perceptível que muitas pessoas ainda não têm conhecimento sobre a coleta seletiva. Neste contexto, o presente trabalho consistiu na realização de um levantamento socioambiental em duas praças, sendo uma em João Pessoa e a outra em Alagoa Grande, com a finalidade de identificar o nível de conhecimento acerca da temática em questão para uma posterior conscientização dos frequentadores destas áreas públicas. Para a obtenção de tais resultados, realizou-se pesquisa de campo seguindo as técnicas de observação direta intensiva, aplicando-se questionários com os gestores dos estabelecimentos comerciais localizados no interior e ao redor das praças e com os usuários que possuíam idade acima de 18 (dezoito) anos. Os dados recolhidos demonstram que os responsáveis pelos estabelecimentos afirmam saber o que é Coleta Seletiva em João Pessoa, mas não sabem separar os resíduos, sendo o mesmo constatado em Alagoa Grande. Já a maioria dos usuários em João Pessoa tem conhecimento a respeito da Coleta Seletiva e em Alagoa Grande isto não procede. Também se constatou que os entrevistados, nas duas cidades, apenas colocam os resíduos em sacos para posterior recolhimento pela empresa de limpeza urbana, sem separar os materiais recicláveis dos não-recicláveis. Verificando-se, então, que praticamente não há muita diferença na concepção ambiental dos moradores de João Pessoa e de Alagoa Grande. Desta forma, sugere-se a promoção de um Programa de Gestão Ambiental permanente com ênfase na Educação Ambiental. Para isto, seria de fundamental importância a sensibilização dos órgãos públicos, pois os mesmos deverão ser os responsáveis para a concretização do Programa proposto, ressaltando a importância da Coleta Seletiva em áreas públicas para o bem estar de toda a população.

Palavras-chave: coleta seletiva, educação ambiental, gestão ambiental, resíduos sólidos

1. INTRODUÇÃO

A crescente e desordenada ocupação das terras, motivada, em geral, pela urbanização e pelo constante crescimento populacional, acarretam em problemas de impactos ambientais, impondo danos não só ao meio ambiente como também promovendo a perda da qualidade de vida das populações residentes, além do que, via de regra, imputa em prejuízos à economia da região. Como impactos negativos desta situação destacam-se, por exemplo, o aumento da geração de resíduos, da paisagem artificial e de um ineficiente monitoramento das áreas urbanas.

Nota-se que inúmeros são os problemas causados pela má e insuficiente gestão dos resíduos sólidos. Fatores como mau cheiro, poluição visual, aparecimento de roedores e insetos e a destinação final dos resíduos sólidos tornam-se cada vez mais preocupantes por propiciarem a incidência de vetores, comprometendo a saúde e qualidade de vida da população que ali habitam.

Outro fator decorrente do aumento populacional refere-se à expansão da paisagem artificial em detrimento das áreas verdes, acarretando em efeitos negativos tanto ao meio natural quanto à população humana. Observa-se a diminuição da biodiversidade da fauna e flora local, assim como a crescente interferência nos processos climáticos e hídricos, podendo afetar a qualidade e quantidade da água superficial e subterrânea. A eliminação de áreas vegetadas ainda contribui para alterações no microclima, com surgimento de ilhas de calor e variações na umidade do ar, afetando os seres humanos. A fim de amenizar estes problemas e proporcionar a população um espaço destinado para recreação e contato com a natureza, as praças, por exemplo, proporcionam qualidade de vida através da manutenção de áreas verdes, contribuindo para a minimização das consequências advindas pela urbanização.

Para tanto, é fundamental importância a existência de um eficiente programa político ambiental e monitoramento das áreas urbanas, capaz de assegurar o que é determinado nos instrumentos normativos destinados à preservação do meio ambiente, além de garantir o que é proposto pela Constituição Federal em seu artigo 225 que diz: “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

Mediante o exposto, o objetivo desta pesquisa é identificar e caracterizar questões ambientais, problemática dos resíduos sólidos existentes na Praça da Paz, em João Pessoa – PB e na praça da orla da Lagoa do Paó, em Alagoa Grande – PB, através de um diagnóstico da concepção acerca da Educação Ambiental e coleta seletiva com os usuários e comerciantes dos estabelecimentos do local.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O crescimento acelerado e desordenado das cidades, aliado a concentração da população e das atividades econômicas no espaço e os padrões tecnológicos da produção industrial, tem reforçado um quadro ambiental altamente degradado em consequência de um estilo de desenvolvimento que leva ao uso predatório dos recursos naturais (CHAFFUN, 1997).

Lixo é todo material descartado da atividade humana na sociedade. Estes resíduos são compostos basicamente de sobras de alimentos, papéis, plásticos, latas, vidros, dentre outras substâncias descartadas pelo homem no meio ambiente (ORHT, 1976).

No entanto, existe um problema que vem se tornando cada vez mais preocupante nas grandes cidades: o descarte do lixo em áreas públicas. Este fato se deve, principalmente, por não haver por parte dos governos programas de educação ambiental que proporcionem a consciência na sociedade.

Por vivermos numa sociedade em que o consumo e a produção em grande escala são estimulados, existe um excesso de produtos descartáveis e de embalagens, o que significa dizer que o número de resíduos aumenta. Estima-se que, por dia, cada habitante produza cerca de 1 kg de lixo, valor este que tende a crescer com o aumento da produção industrial e da população.

Segundo Lima (2000), os resíduos sólidos são materiais heterogêneos que resultam das atividades humanas e da natureza, onde os mesmos constituem problemas sanitário, econômico e principalmente estético. Sua composição varia de comunidade para comunidade, sendo os hábitos, costumes da população, poder aquisitivo, nível educacional e variações climáticas uns dos fatores para a sua variação. Quando não há um bom armazenamento destes resíduos, a proliferação de microorganismos e vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas e ratos) ao homem é favorecida.

É necessário salientar a importância que uma comunidade limpa exerce sobre os hábitos de uma população em geral. “As medidas tomadas para a solução adequada do problema dos resíduos sólidos têm, sob o aspecto sanitário, objetivo comum a outras medidas de saneamento: o de prevenir e controlar doenças a ele relacionadas” (LIMA, 2000).

De acordo com Bredariol (1998), uma das ações que visem a educação, consciência e treinamento do público para com o meio ambiente é incentivando escolas e planejando programas de educação ambiental. A principal solução para toda essa problemática constitui um ganho para a comunidade: a reciclagem. Para que ela ocorra, é necessário, primeiramente, conscientização por parte da sociedade a fim de separar o lixo de maneira correta, pois:

“a reciclagem apresenta relevância ambiental, econômica e social, com implicações que se desdobram em esferas como as seguintes: organização espacial; preservação e uso racional dos recursos naturais; conservação e economia de energia; geração de empregos; desenvolvimento de produtos; finanças públicas; saneamento básico e proteção da saúde pública; geração de renda; e redução de desperdícios” (CALDERONI, 2003).

A coleta seletiva evita a contaminação dos materiais recicláveis, aumentando o valor destes e diminuindo os custos desse tipo de recolhimento de materiais. Para que haja a coleta seletiva, é necessário que seja avaliado o perfil dos usuários e dos resíduos descartados pelos mesmos de modo a organizar um melhor processo de coleta. Esse tipo de recolhimento diminui o volume de lixo gerado, promovendo sua separação em coletores, que tem indicado a categoria e a cor padronizada do tipo de resíduo.

Na cidade de João Pessoa, esse tipo de coleta teve início no ano 2000, com o objetivo de diminuir a quantidade de resíduos depositados no Aterro Sanitário Metropolitano. A coleta seletiva foi implantada em alguns bairros pela Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana (EMLUR) e pela Associação dos Trabalhadores de Materiais Recicláveis (ASTRAMARE) com o objetivo de conscientizar a população. Em Alagoa Grande, esse tipo de coleta teve início em 2009, implantada por um grupo de professores que tinham como tema principal do doutorado a criação de uma cidade sustentável.

3. METODOLOGIA

3.1 Área de Estudo

A Praça da Paz localiza-se entre as coordenadas 7°8'50"S de latitude Sul e 34°50'36"W de longitude, na avenida principal do bairro dos Bancários na zona sul do município de João Pessoa – PB, abrangendo uma área de 20.159,20 m², sendo composta por diversas opções de esporte e lazer, como vôlei, futebol, área para caminhada, anfiteatro para apresentações e palestras, biblioteca, equipamentos de exercícios físicos, ponto de ônibus, pista de skate e parque (ver Figura 1). Em seu envolto está localizada a Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Centro Universitário de João Pessoa – UNIPÊ, o bairro mais populoso de João Pessoa (Mangabeira), escolas públicas e privadas, e, em frente à praça, localiza-se um supermercado, um hipermercado, um shopping e outros estabelecimentos comerciais.



Figura 1 – Praça da Paz em João Pessoa – PB

Por sua vez, a Lagoa do Pão, possui um perímetro de 3.922 m² e localiza-se na longitude de 35° 37' 41,7648" W a 35° 38' 06,8892" W, e latitude de 07° 02' 19,5036" S a 07° 02' 58,3116" S, no centro da cidade de Alagoa Grande -PB (ver Figura 2), município da Paraíba, a 110 km da capital, João Pessoa. A área ao entorno da Lagoa do Paó é composta por casas, quiosques e pela Prefeitura Municipal da cidade, possuindo um elevado número de freqüentadores diários nestes espaços públicos e, por conseguinte, uma grande produção de resíduos lançados na Lagoa e no seu entorno.



Figura 2 – Praça da Lagoa do Paó em Alagoa Grande – PB

3.2 Procedimentos Metodológicos

O estudo possui um caráter estatístico descritivo, fundamentando-se na idéia da utilização de dados para obter generalizações. A pesquisa foi desenvolvida com os usuários que atingiram a maioria e comerciantes da Praça da Paz e das Praças da Lagoa do Paó, em dois momentos. Primeiramente, utilizaram-se técnicas de verificação, observando os locais de maior concentração de pessoas, a fim de se obter as localizações de maior produção de resíduos. Verificaram-se também o calendário cultural das áreas públicas junto à Prefeitura local.

Num segundo momento, utilizaram-se técnicas de diagnóstico, através da aplicação de questionários envolvendo os usuários e comerciantes das áreas públicas, com o objetivo de analisar a concepção ambiental dos mesmos a respeito das temáticas Educação Ambiental e Coleta Seletiva. Para tanto, adotou-se uma amostra de 50 (cinquenta) usuários das praças de cada cidade, para as quais se explicou a pesquisa em questão junto com um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, assegurando a proteção da imagem dos participantes, respeitando valores morais, culturais, religiosos, sociais e éticos. Como condição da participação na pesquisa o entrevistado permitiu aos pesquisadores a coleta de dados necessários para o estudo. O mesmo foi feito com 10 (dez) donos de estabelecimentos presentes nas praças ou ao redor em cada cidade.

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

A Praça da Paz foi revitalizada em 2005 dentro do Programa de Recuperação de Praças, Parques, Passeios e Jardins da Prefeitura Municipal de João Pessoa, com o intuito de melhorar a qualidade de vida e a auto-estima da população que se beneficia daquele espaço. Já as praças ao redor da Lagoa do Paó estão passando por um processo de recuperação desde 2010.

A pesquisa iniciou-se com a identificação dos locais de maior concentração de pessoas. Como resultado, constatou-se que na Praça da Paz há uma maior concentração de pessoas em 3 (três) pontos (ver Figura 3), sendo estes, em ordem crescente, próximo a para de ônibus, na área da academia e no parque de diversões.



Figura 3 – Locais de maior concentração de pessoas na Praça da Paz

Ao redor da Lagoa do Paó, foram identificados 2 (dois) pontos que há uma maior concentração de pessoas (ver Figura 4), sendo de ordem crescente, um próximo a prefeitura e o outro próximo aos quiosques.



Figura 4 – Locais de maior concentração de pessoas ao redor da Lagoa do Paó

Hoje na Praça da Paz, há uma frequência de usuários de faixas etárias bem diversificadas devido à diversidade de atividades e lazer disponível na praça. Cerca de 20% dos entrevistados tem entre 18 e 25 anos, 15% de 26 a 30 anos, 27% de 31 a 40 anos, 14% de 41 a 50 anos e 24% tem mais de 51 anos de idade; e a orla da Lagoa do Paó é freqüentada por pessoas de faixas etárias bem diversificadas, cerca de 37% dos entrevistados tem entre 18 e 25 anos, 27 % de 26 à 30 anos, 16% de 31 a 40 anos, 16% tem de 41 a 50 anos e 4% tem mais de 51 anos de idade. Pode-se observar que as praças da orla da Lagoa do Paó recebem um número mais de pessoas mais jovens que frequentam os quiosques, já na Praça da Paz o número maior é de pessoas mais velhas que frequentam os equipamentos de exercícios físicos.

Perguntados sobre a freqüência de ir à Praça da Paz, 45% dos usuários, dizem frequentá-la de 1 a 3 vezes por semana e 20% de 4 a 6 vezes por semana; na orla da Lagoa do Paó 52,94% dizem frequentar todos os dias da semana, 17,65% de 1 a 3 vezes por semana e 17,65% de 4 a 6 vezes por semana. O maior número frequentam as áreas públicas das duas cidades de uma a três vezes por semana.

A maioria dos entrevistados são pessoas que moram próximos das áreas públicas, 70% da Praça da Paz e 78% da orla da Lagoa do Paó.

A fim de se obter resultados mais precisos para a elaboração de um diagnóstico sobre a realidade da concepção acerca da Educação Ambiental e coleta seletiva com os usuários e comerciantes dos estabelecimentos do local, utilizou-se uma amostra de 50 (cinquenta) pessoas com faixa etária acima de 18 anos, usuários (freqüentadores assíduos das áreas públicas das duas cidades) e aqueles que estão de passagem ou pela primeira vez, obtendo-se os seguintes resultados:

Buscando saber um pouco mais sobre a concepção ambiental dos usuários, obtivemos que na Praça da Paz, 92% dos entrevistados disseram saber o que é coleta seletiva ou terem uma idéia do que seja; na orla da Lagoa do Paó 65% disseram saber o que é coleta seletiva ou terem uma idéia do que seja. Lembrando que o maior número de entrevistados na orla da Lagoa do Paó são mais jovens é possível perceber o descaso dos órgãos públicos a respeito desse tema.

Perguntados sobre o destino dado aos resíduos que geram na Praça da Paz, 84% dos usuários disseram que colocam o lixo gerado pelos mesmos, em coletores situados na praça, e na orla da Lagoa do Paó, 33% dos entrevistados disseram que também colocam o lixo gerado por eles em coletores situados na praça, esses coletores são os pontos onde o lixo é depositado para ser recolhido pela empresa de limpeza urbana do município (ver Gráfico 1). Na orla da Lagoa do Paó há poucos coletores, por isso que grande parte dos entrevistados dizem deixar o resíduo gerado no local.



Gráfico 1 – Comparativo do destino dado ao lixo gerado pelos frequentadores das áreas públicas

Pelo fato de possuir uma grande quantidade e variedade de estabelecimentos comerciais na Praça da Paz e ao seu redor, foi observado que 18% dizem frequentar os pontos comerciais da praça, 43% utilizando destes serviços apenas algumas vezes e os demais (39%) nunca os utilizaram; na orla da Lagoa do Paó, 68% dizem frequentar sempre ou às vezes os pontos comerciais da praça, os demais não frequentam. Ou seja, a maior parte dos entrevistados frequentam os pontos comerciais nas presentes e ao redor das áreas públicas, com isso, eles são os responsáveis pela a produção de resíduos sólidos nessas áreas.

Quando questionados sobre a realização de eventos culturais relacionados ao Meio Ambiente na Praça da Paz, a grande maioria de 97% dos usuários afirmou achar ótima a idéia da realização e na orla da Lagoa do Paó 98% dos usuários (ver Gráfico 2). É possível observar que nas duas cidades a maioria dos entrevistados são a favor da promoção de programas ambientais.

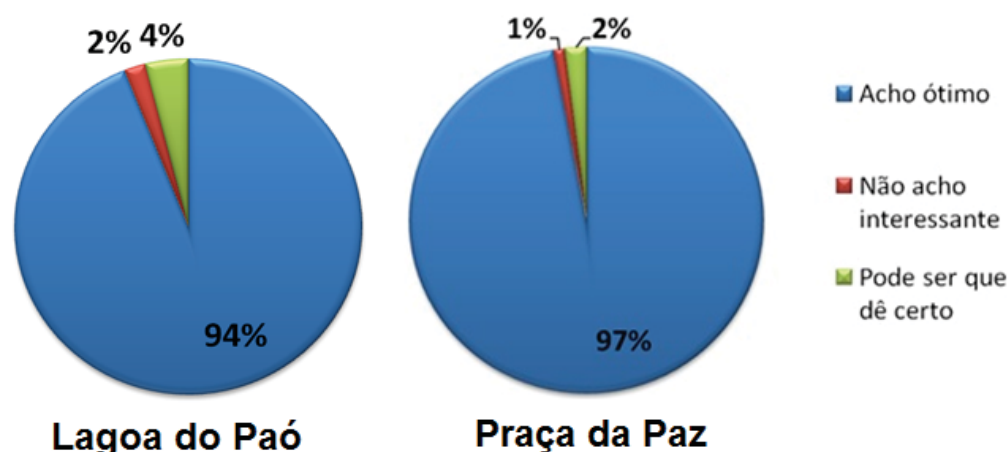


Gráfico 2 – Comparativo da opinião dos usuários sobre a realização de eventos ambientais na áreas públicas.

Partindo da amostra pesquisada, 10 (dez) comerciantes da Praça da Paz e 10 (dez) da orla da Lagoa do Paó:

A respeito do conhecimento da amostra pesquisada em relação à coleta seletiva, verificou-se que todos (100%) os donos ou gerentes dos estabelecimentos comerciais sabem o significado desse tipo seletivo de recolhimento de materiais, porém constata-se que os entrevistados, mesmo sabendo do significado desse tipo de coleta, não sabem as suas vantagens; na orla da Lagoa do Paó, 62% dos donos ou gerentes sabem o que é coleta seletiva. Logo, verifica-se que todos esses dados apresentados com o conhecimento da amostra em relação à coleta seletiva. Desta forma, constatam-se que a maioria dos entrevistados, mesmo sabendo do significado desse tipo de coleta, não sabem as suas vantagens.

Ao perguntar se o lixo gerado nos estabelecimentos comerciais é separado em reciclável e orgânico, obteve-se na Praça da Paz. Esta questão contata o resultado da questão anterior (ver Gráfico 3). A maioria coloca os resíduos sem separar o material reciclável do não-reciclável em sacos plásticos para posterior recolhimento pela empresa de limpeza urbana, e os demais responderam que separaram e fazem a coleta seletiva, destinando o reciclável a locais que trabalhem com o mesmo.

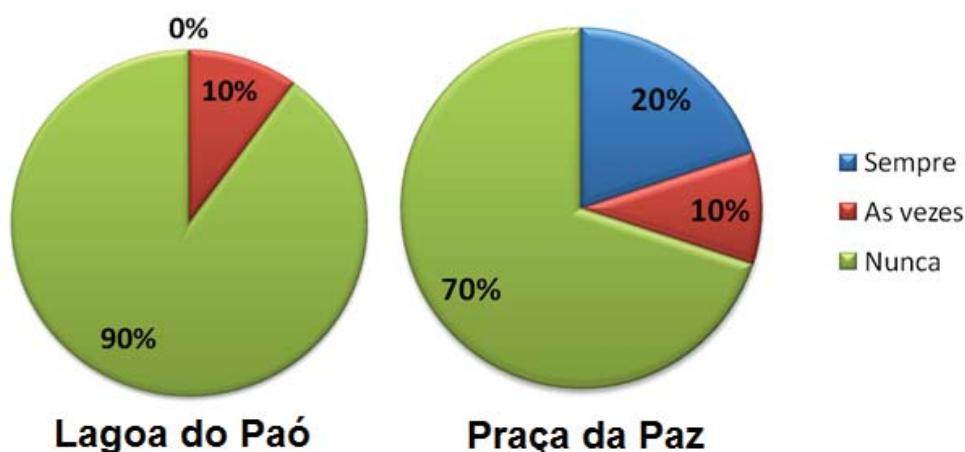


Gráfico 3 – Comparativos da questão sobre a separação do lixo.

Perguntou-se também a opinião dos comerciantes a respeito da proposta de implantação de um Programa de Coleta Seletiva e Educação Ambiental permanente na Praça da Paz e na orla da Lagoa do Paó e nos dois as respostas foram 100%.

5. CONCLUSÃO

Diante do exposto, constata-se que tanto em João Pessoa quanto em Alagoa Grande as pessoas não sabem, com certeza, o que é coleta seletiva e os seus benefícios. Há necessidade de implantar programas de educação ambiental que vise um gerenciamento eficiente dos resíduos sólidos na Praça da Paz e na orla da Lagoa do Paó, envolvendo a comunidade e os gestores dos estabelecimentos locais e no seu entorno, sugerindo-se ainda a implantação da coleta seletiva num projeto integrador e participativo com a comunidade beneficiada pelo espaço público.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed. Brasília, 1999. 374p.

BREDARIOL, C.; VIEIRA, L. **Cidadania Ambiental**. Rio de Janeiro: Editora Record, 1998.

CALDERONI, S. **Os Milhões Perdidos no Lixo**. 1. Ed. São Paulo: Humanistas Editora, 2003.

CHAFFUN, N. Dinâmica global e desafio urbano. In: BONDUKI, N. (Org.). **Habitat: as práticas bem sucedidas em habitação, meio ambiente e gestão urbana nas cidades brasileiras**. São Paulo. Studio Nobel, 1997.

FERRETE, J. A.; LEMOS, J. C.; LIMA, S. C. **A má disposição dos resíduos sólidos e sua influência na saúde pública, Uberlândia (MG)**. In: Encontro Nacional da ANPEGE. 5., 2003, Florianópolis. p. 1473-1484.

FONSECA, E. **Iniciação ao Estudo dos Resíduos Sólidos e da Limpeza Urbana**. 2. Ed. João Pessoa: ABES, 2001.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001. pg. 2276.

João Pessoa (Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil) Campina Grande: 1984. p. 27 a 29.

LIMA, J. D. **Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil**. João Pessoa: ABES, 2000.

MACEDO, Kohn de. **Gestão Ambiental Os Instrumentos Básicos para Gestão Ambiental dos Territórios de Unidades Produtivas**. 1ª Edição. Rio de Janeiro: ADES, ALPES, 2003.

MANO, E. B. **Meio Ambiente, Poluição e Reciclagem**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

OGATA, M. G. **Os Resíduos Sólidos na Organização do Espaço e na Qualidade do Ambiente Urbano: Uma Contribuição Geográfica ao Estudo do Problema na Cidade de São Paulo**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

ORHT, M. H. A. **Lixo e demais resíduos sólidos**. São Paulo: CETESB/ABES/ABLP, 1976.

Legislação Ambiental Brasileira – Cap. IV – Do Meio Ambiente. Art. 225, § 1º, Item IV.

DESENVOLVIMENTO DE UM PLANO DE GESTÃO INTEGRADO ATRAVÉS DO DIAGNÓSTICO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PRODUZIDOS NA CIDADE DE MARECHAL DEODORO

S. L. ALINE¹ e O. P. ANA²

¹Instituto Federal de Alagoas - Campus Marechal Deodoro e ²Instituto Federal de Alagoas – Campus Marechal Deodoro email1 aline-de-lima@live.com – email2 anapauda-deoliveira@hotmail.com

RESUMO

Atualmente, os resíduos sólidos constituem-se um dos maiores problemas. O crescimento urbano no Brasil, durante as últimas décadas junto com a evolução industrial trouxeram inúmeras consequências no espaço geográfico. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um plano de gestão integrado, através do diagnóstico dos resíduos sólidos produzidos na cidade de Marechal Deodoro-Alagoas, com o propósito de realizar uma melhor integração na limpeza urbana e promover uma melhoria da qualidade de vida da população e no meio ambiente. A metodologia foi desenvolvida através de uma abordagem qualitativa e quantitativa por meio de leituras bibliográficas e virtuais, questionário, entrevistas e visitas de campo. As pesquisas bibliográficas e virtuais foram realizadas por meio de estudo de temas sobre autores de resíduos sólidos. Foi realizado um diagnóstico para estimar a geração per capita da produção de resíduos no município. As visitas técnicas e de campo foram realizadas na empresa de coleta urbana, Secretaria de Meio Ambiente, Secretaria de Desenvolvimento Infra-estrutura Urbana, Secretaria de Saúde e ao Lixão. Foram aplicados dois questionários um para empresa de limpeza urbana e outro a secretaria de meio ambiente. O primeiro foi direcionado à empresa de Limpeza Urbana, onde tinham oito questões subjetivas, com perguntas relacionadas aos funcionários da empresa de limpeza urbana e sobre a coleta urbana. O segundo questionário destinado à secretaria do meio ambiente, com quatro questões subjetivas, relacionado à educação ambiental e ao gerenciamento dos resíduos. A pesquisa de campo ocorreu em dias alternados (segunda, quarta e quinta) no mês de junho de 2011, no local do lixão, para obtenção de dados quantitativos da geração de resíduos. Os resultados apontaram por meio do diagnóstico de limpeza urbana, que a empresa de limpeza urbana não é responsável pelo lixão. A geração de resíduos gerados no município equivalente ao mês analisado e de 1.300.020 toneladas de lixo por mês, atingindo uma geração per capita de 0,855 kg/hab por dia. Após o diagnóstico foi sugerido um modelo de Gestão Compartilhada e Individual para coleta, tratamento e destino final dos resíduos.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos, Gerenciamento Integrado, Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento demográfico e as atividades humanas nas cidades vêm ativando-se e acelerando o aumento do processo de produção, gerando, assim, um volume de resíduos sólidos que constitui um grande problema para administração pública. Esta dificuldade é devido à mudança de cultura, aos novos hábitos, à melhoria do nível de vida, desenvolvimento industrial e uma série de outros fatores contribuem para agravar o problema da destinação final desses resíduos. Pesquisas mostram que, como regra geral aproximada, a quantidade de resíduos sólidos domésticos gerada por habitante, é maior nas cidade maiores e também nas regiões e países mais desenvolvidos. Isso se deve, entre outros fatores, à maior circulação de mercadorias, ao maior consumo de embalagens descartáveis, à rápida obsolescência de objetos e equipamentos, que Influenciam nesta alta geração de resíduos (PHILIPPI, 2005). Para gerenciar os resíduos sólidos industriais, é necessária uma diminuição por partes nas fontes geradoras, fazendo com que haja um ajuste de processos para a não geração, reutilização, minimização e tratamento. A reciclagem chega como uma medida mitigadora no processo do gerenciamento dos resíduos sólidos, portanto, é essencial, mas não deve ser vista como única solução é mais um passo do desenvolvimento do gerenciamento dentro das questões ambientais.

O gerenciamento de resíduos sólidos urbanos - RSU é uma atividade que deve ser processada de forma integrada, porém, para ser colocada em prática, é necessária a cooperação do poder público, disponibilizando recursos financeiros para a implementação e melhor qualidade na disposição final destes resíduos.

De acordo com Zanta (2003) a maioria dos municípios brasileiros, apresenta um verdadeiro depósito de lixo a céu aberto e, cada vez mais, o volume de resíduos cresce de forma desordenada, bem como a sua disposição final, ocasionando, assim, o agravamento da poluição dos recursos naturais e dos recursos hídricos.

O volume de lixo acumulado representa, hoje, uma ameaça para a saúde humana e ao meio ambiente. Percebe-se que quanto mais o país se industrializa, mais é crescente a utilização de produtos, principalmente no nosso país, que não possui recursos de tecnologias renováveis no tratamento adequado dos resíduos sólidos (OLIVEIRA, 2007).

Uma pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, em 2002, comprovou que a população brasileira corresponde a cerca de 170 milhões de habitantes gerando, diariamente, 126 mil toneladas de resíduos sólidos. Este mesmo dado identificou que o destino final é relativo a 63,6% dos municípios brasileiros que depositam seus resíduos sólidos em "lixões;" 13,8% em aterros sanitários e, 18,4%, em aterros controlados. Portanto, a falta de gerenciamento dos resíduos sólidos é um problema que acontece na maioria dos municípios brasileiros, de forma inadequada. A cidade de Marechal Deodoro se enquadra neste cenário de má qualidade de limpeza urbana, tendo como destinação final o lixão, localizado a céu aberto, na Fazenda Suíça.

Do interesse mundial em solucionar tais problemas, surge também como necessidade emergencial a atuação dos órgãos públicos no processo de conscientização da sociedade para melhoria das condições socioambientais (LIMA, 2005).

Este é um problema que deve ser solucionado globalmente e é de especial emergência a criação de programas de Educação Ambiental, como medida de conscientização. Com a evolução da educação ambiental, em pressuposto ao crescimento dos resíduos, vem tomando um espaço importante dentro da sociedade.

As universidades de todo mundo mostram também sua preocupação com o tratamento dos RSU. A criação de cursos como Gestão Ambiental, Engenharia do Meio Ambiente e, até mesmo, Educação Ambiental, faz perceber que o gerenciamento dos RSU é mais que uma discussão, é uma realidade que precisa ser conhecida por todos os autores envolvidos no desequilíbrio ambiental.

É importante salientar que todo município tem direito a ser limpo e equilibrado. Um dos objetivos desse trabalho também é alcançar um novo grau de conscientização em prol da

preservação do meio ambiente, que através de um plano de gerenciamento integrado favoreça a prefeitura do município, um auxílio de compreensão para a melhoria da qualidade da cidade, que possa mudar o atual cenário. O município não dispõe de destinação adequada aos resíduos sólidos gerados, que são jogados em lixões, a céu aberto.

2. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

A partir do diagnóstico de limpeza urbana e dos levantamentos realizados, constatou-se que toda limpeza pública do município é de responsabilidade da prefeitura municipal. A coleta e o transporte de resíduos gerados são feita por uma empresa terceirizada, contratada pela prefeitura através de licitação pública.

Os resíduos do município são dispostos a céu aberto. A cidade, ainda não tem aterro sanitário. Os resíduos são depositados sem nenhum tratamento, contribuindo para proliferação de vetores: moscas, baratas, mosquitos, etc., além de causar vários tipos de doenças, principalmente aos catadores que convivem no local. A figura 1 apresenta a área do lixão da cidade.

Figura 1: Lixão da Cidade



A coleta é realizada durante os três turnos. No centro e na Praia do Francês, a coleta é feita diariamente. Em outras localidades a coleta é realizada em dias alternados. O expediente é dividido nos períodos diurno e noturno, sendo, respectivamente, de 7hs às 16 h e de 16 as 00 h. A pesagem dos caminhões da coleta é realizada na Usina Sumaúma, localizada na cidade de Marechal Deodoro.

Para coletar os resíduos, a empresa dispõem de 6 veículos, sendo 2 carros compactadores, 2 caçambas, 1 caminhão e 1 retro escavadeira e 1 trator esteira (pertencente a prefeitura), para fazer o revolvimento dos resíduos no lixão. A tabela 1 representa a frota de veículos disponíveis do município para a coleta.

Tabela 1- Veículos utilizados para coleta dos resíduos

Discriminação	Marca	Ano	Quantidade
Caçamba	Worker	2008	2
Compactador	Worker	2008	2
Caminhão	Ford	1977	1
Trator esteira	Fiat	1975	1

Fonte: Empresa de Limpeza Urbana, 2010

Os veículos utilizados para fazer a limpeza urbana, pertencem a empresa terceirizada. A coleta é realizada aos sete dias da semana. A quantidade de automóveis é definida pela prefeitura, visto que essa quantidade é insuficiente para atender toda cidade.

Em relação ao questionário realizado na SMA, o secretário informou que não existe nenhum programa de Educação Ambiental e gerenciamento adequado dos resíduos sólidos. A Secretaria está trabalhando a educação ambiental nas escolas. O primeiro passo é a capacitação dos professores. Para a criação de um programa de educação ambiental e um programa para o manejo dos resíduos, é necessário a participação coletiva das secretarias e da sociedade, necessitando de formulações de ações conjuntas para um planejamento adequado e eficaz.

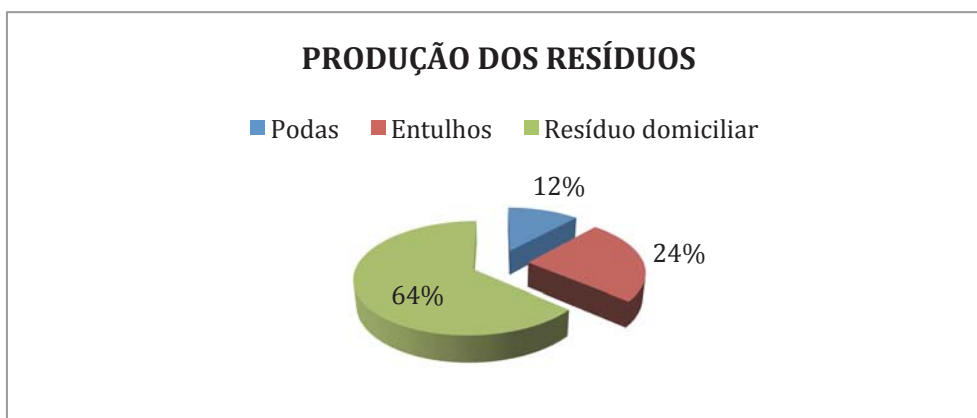
O município não adota nenhum modelo de gestão de gerenciamento integrado dos resíduos gerados. Segundo o secretário de meio ambiente, a questão ainda está sendo discutida. Pensa-se criar também, um plano de saneamento ambiental.

Na última gestão iniciou-se a construção de uma célula no local do lixão para depositar os resíduos de forma controlada. A infra-estrutura necessária para construção da célula era escavação do terreno, preparação dos taludes, manta para proteção do vazamento de chorume evitando o contato com o solo, compactação e cobertura dos resíduos, no entanto, os serviços não foram concluídos.

GERAÇÃO PER CAPITA DOS RESÍDUOS

Conforme diagnóstico realizado, o município produz 1.300.020 kg de resíduos domiciliares por mês, obtendo uma geração per capita de 0,855 kg/hab/dia. Com relação aos resíduos de construção civil (entulhos), são gerados em média 50.000 kg por mês. Os resíduos de podas e capinas, gerados no município, através dos serviços de jardinagens e praças, são produzidos em média 2.000 kg por mês. A figura 2 apresenta a porcentagem da produção mensal dos resíduos domiciliares, entulhos e podas.

Figura 2: Produção dos Resíduos



Nota-se o valor significativo dos resíduos domiciliares, que é de 64%. Essa porcentagem foi estimada a partir de dias alternados, podendo-se concluir que o valor somado de todos os dias é superior a esse valor.

Conforme descrito na revisão, existem quatro tipos de Modelos de Gerenciamento, sendo eles: Modelo de Gestão Convencional, Participativa, Compartilhada e Individual. A partir do diagnóstico realizado no município e os conhecimentos obtidos através da revisão bibliográfica sobre o gerenciamento dos resíduos, propõe-se a cidade de Marechal Deodoro, desenvolver um Plano de Gestão Integrado.

Com base nas informações obtidas através do diagnóstico, visitas técnicas e a geração per capita, sugere ao município um modelo de gestão compartilhada e individual, cuja proposta é o município se responsabilizar pela coleta (individual) e a destinação final (compartilhada). Se adotado esse Consócio de Desenvolvimento Intermunicipal, os resíduos dos municípios que compartilharem deste modelo serão dispostos em locais ambientalmente e politicamente corretos, já que compartilharam de um aterro controlado.

3. CONCLUSÃO

Considerando a situação em que se encontram os municípios brasileiros no tocante ao tratamento final dos resíduos sólidos, percebeu-se uma grande deficiência no gerenciamento adequado dos resíduos. O local de estudo não é diferente dos demais municípios, não atende as diretrizes estabelecidas por leis, nesse caso, a Política Nacional de Resíduos sólidos – PNRS.

O foco principal dessa pesquisa foi diagnosticar os resíduos sólidos urbanos da cidade de Marechal Deodoro. A pesquisa foi iniciada em outubro de 2010 e concluída em agosto de 2011. Visitas aos órgãos públicos e a empresa terceirizada responsável pela coleta urbana, serviu para acrescentar mais informações sobre o assunto abordado nesse trabalho.

O trabalho em nenhum momento teve o intuito de denunciar ou criticar a forma de gerenciamento dos resíduos sólidos do município, mas propor um modelo adequado para a destinação final do lixo, sendo o modelo mais adequado e viável o de gestão individual compartilhada. Considerando que o grande problema da cidade está na forma da disposição final dos resíduos e seu custo para os cofres públicos, uma boa parcela dos resíduos lançados poderia ser reutilizada, reciclada, reduzida e, até mesmo, reintegrada, aumentando a geração de empregos diretos e indiretos, trazendo benefícios lucrativos e minimizando os impactos provocados ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PSNB):** limpeza urbana e coleta de lixo, 2002.

PHILIPPI, A. Jr. **Saneamento, saúde e ambiente:** fundamentos para um desenvolvimento sustentável. (Coleção Ambiental, 2). Barueri, SP: Manole, 2005.

LIMA, J. D. de. **Sistema integrado de destinação de resíduos sólidos urbanos.** Rio de Janeiro: ABES, 2005.

LIMA, J. D. de. **Consórcio de desenvolvimento intermunicipal:** instrumento de integração regional. Paraíba: UFPB, 2003.

OLIVEIRA, N. M. S. Estudo gravimétrico de resíduos vítreos domésticos do lixão de Campina Grande. In: Congresso Brasileiro de Cerâmica, 51. Salvador, 2007. Disponível em: <<http://www.abceram.org.br>>. Acesso em: 22 set. 2010.

ZANTA, V. M; FERREIRA, C. F. A. Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos. In: **Alternativas de disposição de resíduos sólidos urbanos para pequenas comunidades**. Rio de Janeiro: ABES, 2003

DETERMINAÇÃO DOS TEORES DE Al, Cr, Zn, Mn, Pb, Cd e Fe DA ÁGUA POTÁVEL DO CAMPUS CAMAÇARI DO IFBA

L. A. S. Santos¹, J. M. Tavares², J. C. Rosa³, J. T. Freitas⁴ e R. Barbour⁵

^{1,2 e 3}Instituto Federal da Bahia - Campus Salvador, ⁴Faculdade Metropolitana de Camaçari, ⁵Paranapanema S. A.
lais.aguiar@ifba.edu.br – jmtavares@ifba.edu.br – jovenilton@ifba.edu.br – jtadeu@paranapanema.com.br –
rbarbour@paranapanema.com.br

RESUMO

O presente trabalho analisa a qualidade da água dos bebedouros do *Campus* Camaçari do Instituto Federal da Bahia através da análise dos teores de Al, Cr, Zn, Mn, Pb, Cd e Fe na água, utilizando para a quantificação dos metais o ICP-OES. Sabe-se que os metais, uma vez absorvidos pelo organismo, não são completamente eliminados, resultando em danos à saúde dos indivíduos expostos. De acordo com os resultados obtidos, os teores metálicos apresentaram valores abaixo dos padrões determinados pela Portaria nº 518/04 do Ministério da Saúde, no entanto, o teor de chumbo no tanque de abastecimento de água da instituição apresenta a quantidade máxima permitida deste metal. Desta forma, a água dos bebedouros atende ao padrão de potabilidade do Ministério da Saúde, entretanto, percebe-se a necessidade de um contínuo monitoramento da qualidade da água potável consumida nesta instituição, evitando assim que os teores metálicos analisados excedam os limites saudáveis ao ser humano.

Palavras-chave: Água, metais, bebedouro

1. INTRODUÇÃO

Apesar de todos os esforços para armazenar e diminuir o seu consumo, a água está se tornando, cada vez mais, um bem escasso, e sua qualidade se deteriora cada vez mais rápido (FREITAS, 2001). Ações antrópicas contribuem significativamente para a contaminação da água, dentre cujas fontes se destacam os metais, pelos efeitos causados à saúde humana (ALMEIDA, 2000; TAVARES, 2008).

Em decorrência da atividade industrial e da crescente urbanização, o controle da qualidade da água se torna ainda mais necessário, tendo em vista os riscos potenciais à saúde humana que a degradação dos recursos hídricos oferece (LEITE, 2010). Os metais, quando absorvidos pelo organismo, podem causar problemas como Alzheimer, câncer, lesão cerebral, bronquite, cólicas abdominais, entre outras enfermidades (FOSTER, 1993).

O foco deste trabalho é o *campus* de Camaçari, a maior cidade da região metropolitana de Salvador. Camaçari abriga um complexo industrial integrado que garante à cidade o maior PIB do Nordeste e o título de cidade mais industrializada da Bahia. Além disso, de acordo com o IBGE, possui uma população de aproximadamente 240 mil habitantes, que vivem, portanto, nas proximidades das diversas instalações industriais da cidade.

Por esses fatores, esse trabalho visa analisar a qualidade e assim, o nível de contaminação da água consumida pelos docentes, discentes e funcionários do *Campus* Camaçari do Instituto Federal da Bahia (IFBA).

2. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

2.1 Preparo das amostras

O tratamento dos materiais utilizados na amostragem foi realizado no Laboratório de Química do Instituto Federal da Bahia, de acordo com a seguinte sequência: (1) Lavagem com detergente ácido Extran (imersão de 24h); (2) Lavagem com ácido nítrico (HNO_3) a 5% (imersão de 48h); (3) Enxágue com água deionizada.

As coletas das amostras foram realizadas no *campus* de Camaçari do IFBA (12°41'52" S, 38°19'26" O), no período de novembro de 2010 a maio de 2011. No período de realização da amostragem, o *campus* de Camaçari mudou sua localização, logo, este trabalho apresenta dados de coletas realizadas em dois *campi* diferentes, um realizado no *campus* provisório (em desuso) e o outro no *campus* definitivo da instituição. Neste último, foi realizada também a coleta da água do tanque de armazenamento de água potável.

As amostras obtidas no *campus* de Camaçari foram acidificadas com 20 mL de ácido nítrico a 5%, para que o pH da amostra de mantivesse entre 1 e 2, visto que a maioria dos metais se solubiliza em meio ácido.

2.2 Determinação analítica

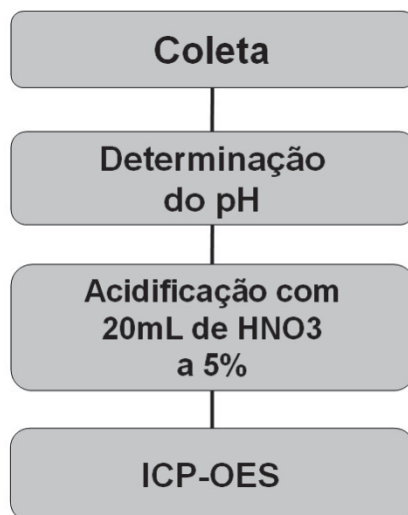
O método analítico empregado para as determinações das concentrações metálicas foi a Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES), modelo OPTIMA 4300 DV da Perkin ELMER, utilizando como padrão de referência Merck 1000 ppm (Tabela 01). Essas análises foram realizadas no laboratório da Empresa Paranapanema S.A. (antiga Caraíba Metais) cuja localidade é: Via do Cobre, 3700 - AIO - COPEC - Dias D'Ávila - Bahia.

A Figura 01 representa as etapas mencionadas para o tratamento analítico das amostras desde a coleta até os procedimentos analíticos empregados.

Tabela 01 – Condições operacionais do Espectrofotômetro de Emissão Óptica por Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES)

Parâmetro	Condições selecionadas
Tipo de Nebulizador	<i>GemCone</i>
Vazão de bombeamento da amostra (mL.min ⁻¹)	1,5
Potência (w)	1350
Vazão do gás do nebulizador (L.min ⁻¹)	0,6
Coolant (L.min ⁻¹)	16
Auxiliar (L.min ⁻¹)	0,5

Figura 01 – Fluxograma das Determinações de Metais



2.3 Resultados e Discussões

As amostras de água coletadas em Camaçari estão identificadas de acordo com a Tabela 02.

Os resultados das concentrações de metais da água do bebedouro do *campus* de Camaçari estão de acordo com o padrão de potabilidade, já que se mostraram abaixo dos valores indicados pelos padrões de referência (Tabela 03). No entanto, a amostra 5 coletada no tanque de abastecimento do *campus*, apresenta a concentração máxima permitida de chumbo.

Tabela 02 – Identificação das amostras de água coletadas no *campus* Camaçari do IFBA

Amostra	Localização
1*	Bebedouro dos alunos
2	Bebedouro na entrada do <i>campus</i>
3	Bebedouro no corredor de salas de aula
4	Bebedouro na cantina
5	Tanque de água potável

* Amostragem efetuada no *campus* provisório

Tabela 03 – Concentração metálica da água do *campus* de Camaçari do IFBA

Metal	Amostra 1 (mg/L)	Amostra 2 (mg/L)	Amostra 3 (mg/L)	Amostra 4 (mg/L)	Amostra 5 (mg/L)	Conc. máx. permitida* (mg/L)
Al	0,060	0,050	0,080	0,090	0,150	0,200
Cr	<LD	<LD	<LD	0,020	<LD	0,050
Cd	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,005
Fe	0,060	0,070	0,080	0,100	0,150	0,300
Mn	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,100
Pb	<LD	<LD	<LD	<LD	0,01	0,010
Zn	0,220	0,280	0,290	0,400	0,340	5,000

(<LD) Indica que a concentração está abaixo do limite de detecção do aparelho (0,001 mg/L).

* Portaria 518 de 25/03/2004- Ministério de Saúde.

Para avaliar a magnitude desta análise foi efetuada uma comparação com os teores metálicos encontrados nos bebedouros dos *campi* de Salvador, Simões Filho e de Santo Amaro (Tabela 04) (LEITE, 2010). Os procedimentos analíticos para a determinação dos metais foram similares.

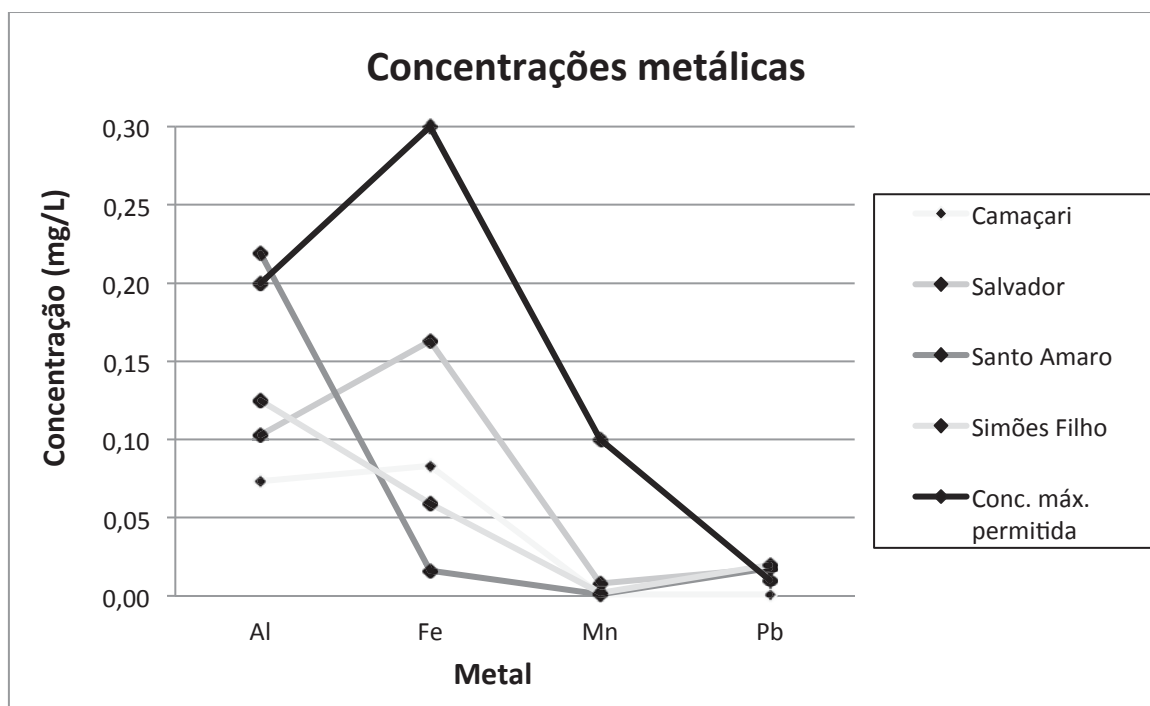
Tabela 04 – Concentração metálica (mg/L) da água dos bebedouros dos *campi* de Camaçari, Salvador, Santo Amaro e Simões Filho do IFBA

Metal	Camaçari	Salvador	Santo Amaro	Simões Filho	Valor de referência
Al	0,073	0,103	0,219	0,125	0,200
Fe	0,083	0,163	0,016	0,059	0,300
Mn	<LD	0,008	<LD	0,002	0,100
Pb	<LD	0,018	0,018	0,020	0,010

(<LD) Indica abaixo dos limites de detecção do equipamento.

Somente a água do *campus* Camaçari apresenta as concentrações metálicas abaixo do limite permitido pela Portaria 518 do Ministério da Saúde, sendo, portanto própria para consumo humano. As amostras de água dos *campi* de Salvador, Simões Filho e Santo Amaro excedem o teor máximo permitido de chumbo, sendo que este último *campus* apresentou teor elevado, também para o alumínio, como é mostrado na Figura 02.

Figura 02 – Concentração de Fe, Al, Mn e Pb da água dos bebedouros dos *campi* de Camaçari, Salvador, Santo Amaro e Simões Filho do IFBA



3. CONCLUSÃO

Com base nos valores limites determinados pela Portaria 518 de 25/03/2004 do Ministério de Saúde para os metais alumínio, cromo, cádmio, chumbo, ferro e manganês e zinco na água, pode-se concluir que as concentrações de metais da amostra do *campus* de Camaçari encontram-se dentro dos limites estabelecidos, sendo assim, adequada para o consumo humano. Entretanto, a concentração de chumbo no tanque de armazenamento de água potável do *campus* Camaçari é a máxima permitida. Neste caso,

recomenda-se o monitoramento da concentração de chumbo na água potável, visto que o chumbo é um metal tóxico e cumulativo, extremamente prejudicial à saúde humana.

Através destes resultados, pode-se ter uma visão mais ampla quanto à qualidade da água consumida nas instituições de ensino da Bahia e a necessidade de monitoramento contínuo da mesma, visto que os metais são extremamente prejudiciais e tornam a água imprópria para o consumo quando presentes em quantidade acima do permitido pelo Ministério da Saúde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA FILHO, N. A ciência da saúde. São Paulo: HUCITEC, 2000.

FOSTER, S.; VENTURA, M.; HIRATA, R. Poluição das águas subterrâneas: um documento executivo da situação da América Latina e Caribe com relação ao abastecimento de água potável. Tradução Ricardo Hirata. São Paulo: Série Manuais, Instituto Geológico, Secretaria do Meio Ambiente, 1993.

FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 651-660, mai-jun, 2001.

LEITE, R.; Cabral, J.; TAVARES, J. M.; FREITAS, J. T.; BARBOUR, R. Determinação das concentrações de ferro, manganês, chumbo, alumínio e mercúrio na água dos bebedouros do *campus* Salvador. Semana de Ciência, Tecnologia e Cultura - Instituto Federal da Bahia. 2010.

LICHT, O. A. B. Geoquímica Multielementar na Gestão Ambiental Identificação e Caracterização de Províncias Geoquímicas, naturais, Alterações Antrópicas da Paisagem, Áreas Favoráveis a Prospecção Mineral e Regiões de Risco para a Saúde no Estado do Paraná, Brasil. 2001. 202 f., Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Paraná, 2001.

_____. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria 518 de 24 de março de 2004: Normas de qualidade da água potável. Brasília (DF); 2004.

TAVARES, J. M. Metais nos Sedimentos Superficiais da Plataforma Continental entre Itacaré e Olivença, Sul da Bahia, Brasil. 2008.106 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 2008.

DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL DOS MECANISMOS DE INFLUÊNCIA NA VARIAÇÃO DE OD EM SISTEMAS DE MISTURA COMPLETA

J. F. Lima¹, J. N. Bezerra², K. G. Silva³, E. V. M. Santos⁴ e H. A. Silva Filho⁵

^{1 a 5}Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Limoeiro do Norte
jessycafreitas@ifce.edu.br – jessicanogueira315@hotmail.com — kilmariags@gmail.com – elivania@ifce.edu.br
– heraldo@ifce.edu.br

RESUMO

O uso de tecnologias para remediação e controle dos impactos ambientais é uma prática que vem cada vez mais sendo melhorada com vistas a uma maior aplicabilidade e efetividade. Nesse sentido, as tecnologias para o tratamento de águas residuárias apresentam dois grandes paradigmas, quando a escolha é feita pela via biológica, (a) tratamento aeróbio ou (b) tratamento anaeróbio. Como a tecnologia aeróbia demanda quantidades vultosas de oxigênio dissolvido, seu uso é limitado pela questão financeira, sendo assim a tecnologia anaeróbia bastante difundida e utilizada, mesmo que com desempenho menor quando comparado com a tecnologia aeróbia. Nessa perspectiva, foi desenvolvido um trabalho onde se buscou melhorar a eficiência da aeração em sistemas aeróbios e para tanto o projeto buscou determinar experimentalmente os fatores determinantes que influenciam na concentração final de OD em um sistema de tratamento biológico. Foram determinadas as constantes de absorção atmosférica, constante de transferência de oxigênio e taxa de consumo de oxigênio dissolvido, e elaborado um protocolo para cada fator. Os resultados mostraram-se satisfatórios e de fácil reprodução, podendo ser executado em praticamente todas as estações de tratamento de esgoto que demandem de uma melhoria na aeração.

Palavras-chave: lodo ativado, absorção atmosférica, oxigênio dissolvido, TCO

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas biológicos aeróbios para tratamento de águas residuárias são compostos dos sistemas de lodos ativados, dos filtros aerados e das lagoas de estabilização aeradas. Nesses sistemas acontece o fornecimento contínuo e ininterrupto, e muitas vezes artificial, de oxigênio de uma fase gasosa para uma fase líquida na tentativa de suprir a demanda desse elemento requerido para a respiração da biomassa responsável pelo tratamento. A fase líquida normalmente encontra-se composta pela mistura da água residuária a ser tratada e o material celular dos organismos envolvidos (biomassa). Em projetos racionais dessas estações de tratamento, que visem principalmente à eficiência na transferência desse oxigênio para a fase líquida, torna-se fundamental o entendimento dos fenômenos que modificam a concentração de OD final dentro do sistema. Assim, intervenções técnicas podem ser feitas de forma mais adequada e torna-se possível reduzir ao máximo os custos com sistemas aeróbios, tornando-o disponíveis nas situações onde a questão econômica foi decisiva para rejeitar essa tecnologia. (Metcalf&Eddy, 2003)

Para um estudo efetivo do comportamento dinâmico do OD em sistemas biológicos de tratamento, é necessário um modelo ideal para base de cálculos, comumente usado o sistema de lodo ativado (com mistura completa) de um reator aeróbio e um decantador secundário com recirculação de lodo como mostra a Figura 1. (Van Hann del e Van Der Lubbe, 2007)

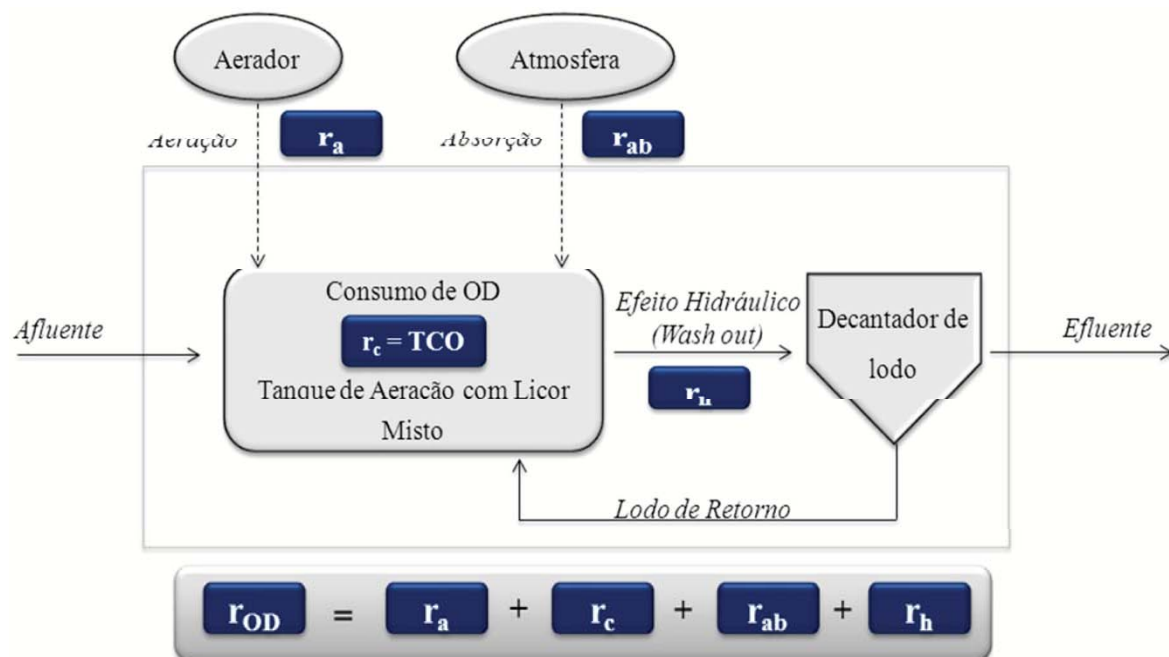


Figura 1: Mecanismos que podem afetar a concentração de oxigênio dissolvido no sistema de lodo ativado: aeração (r_a), consumo (r_c), absorção da atmosfera (r_{ab}) e diluição (efeito hidráulico, r_h)

Ao se observar o diagrama da Figura 1, nota-se que a concentração de OD em um reator pode ser afetada por diferentes fatores:

- (1) Consumo biológico de oxigênio por parte dos organismos que o demandam: reduz a concentração de OD, podendo chegar a concentrações nulas se não houver uma aeração artificial.
- (2) Aeração: o fornecimento de oxigênio de acordo com o consumo da massa microbiana; nos sistemas de tratamento de águas residuárias, muitas vezes ocorre um controle automático para manter uma concentração constante de oxigênio dissolvido;

(3) Absorção atmosférica: quando a concentração de OD na fase líquida é menor que a concentração na atmosfera (o que normalmente ocorre), acontece a absorção de oxigênio atmosférico. Entretanto, essa contribuição é lenta e imperceptível em escala real num sistema de lodo ativado. No caso de lagoas facultativas, a água disponível na maioria das vezes consegue proporcionar a oxigenação apenas na absorção atmosférica;

(4) Efeito hidráulico: por a concentração de OD no afluente e no efluente do reator serem diferentes, ocorre uma variação da massa de OD e, conseqüentemente da sua concentração somente devido à diferença entre o fluxo de entrada e de saída.

Levando-se em consideração os diferentes fatores que influenciam a concentração de OD pode-se obter a variação da concentração com o tempo como (Van Haandel e Marais, 1998):

$$\begin{aligned} r_{OD} &= dOD_I/dt = r_a + r_c + r_{ab} + r_h \\ &= (dOD_I/dt)_a + (dOD_I/dt)_c + (dOD_I/dt)_{ab} + (dOD_I/dt)_h \end{aligned} \quad [\text{Eq. 01}]$$

onde:

$$\begin{aligned} r_{OD} &= dOD_I/dt &&= \text{taxa de variação de OD na fase líquida} \\ r_a &= (dOD_I/dt)_a &&= \text{taxa de variação devido a aeração} \\ r_c &= (dOD_I/dt)_c &&= \text{taxa de consumo de OD = TCO} \\ r_{ab} &= (dOD_I/dt)_{ab} &&= \text{taxa de variação devida à absorção de oxigênio} \\ r_h &= (dOD_I/dt)_h &&= \text{taxa de variação devida ao efeito hidráulico} \end{aligned}$$

O não entendimento desses quatro fatores, principalmente dos 3 primeiros (consumo pela biomassa, capacidade de aeração e absorção atmosférica), conduz a projetos inviáveis na perspectiva econômica ou significativamente onerosos.

Aliada a essa problemática, acrescenta-se a falta de bibliografias e protocolos experimentais que orientem a forma mais adequada de conduzir essa otimização da transferência de OD para um sistema de tratamento aeróbio, dificultando a rotina operacional em uma Estação de Tratamento de Esgoto.

Nesse contexto, esse trabalho objetiva apresentar de forma clara, um protocolo de condução experimental para a determinação dos 3 principais fatores de influência na concentração final de oxigênio dissolvido em um sistema aeróbio de tratamento.

2. METODOLOGIA

A condução experimental delimitou-se da seguinte forma:

- a) Primeiramente montou-se um sistema em escala de bancada de lodo ativado, visando gerar biomassa para a caracterização da taxa de consumo de oxigênio;
- b) Após a biomassa estável (lodo formado), procederam-se testes para a determinação dos 3 principais mecanismos de modificação do OD no sistema (absorção atmosférica, TCO e transferência de OD).

2.1 Montagem e operação do sistema teste

Para gerar o lodo que seria usado nos testes de consumo de OD pela biomassa, foi montando um sistema em escala de bancada com volume de 20 litros, sendo composto de um reator biológico aeróbio, um reator Pos-D (Anóxico) e um decantador secundário, conforme visto na figura 2a e 2b. A água residuária usada para alimentar o sistema foi esgoto doméstico proveniente de instalações sanitárias utilizadas por uma população flutuante de aproximadamente 1200 pessoas e uma população permanente de 120 pessoas.



Figura 2a - Foto dos componentes do sistema e da configuração de montagem.



Figura 2b – Sistema em operação tratando esgoto doméstico.

2.2 Determinações da Capacidade de absorção atmosférica

A taxa de absorção de oxigênio depende de vários interferentes: (a) o tamanho da área na interface líquido-ar (pode-se reduzir esta área colocando-se material flutuante na superfície ou em escala de laboratório usando-se um recipiente fechado), (b) a concentração de OD do licor misto e (c) a intensidade de mistura (quanto mais intensa a mistura e mais frequente a renovação da superfície, mais oxigênio será absorvido). Pode-se determinar o efeito de absorção, usando-se água desoxigenada e observando-se o aumento da concentração de OD em função do tempo sem aplicar aeração artificial e mantendo a agitação normal do reator, mas sem aplicar aeração mecânica. A taxa de absorção foi determinada como se segue (equação 2):

$$TOD_{abs} = (dOD/dt)_{abs} = k_{abs}(OD_s - OD) \quad [Eq. 02]$$

A solução desta equação diferencial é:

$$\ln[(OD_s - OD)/(OD_s - OD_0)] = k_{abs}t$$

onde:

TOD_{abs}	= taxa de variação da concentração de OD na água devido à absorção de oxigênio atmosférico
OD_s, OD_0	= concentração saturada e inicial de OD na água
OD	= concentração de OD após um tempo "t"
t	= tempo de absorção
k_{abs}	= constante de absorção

Com auxílio da Equação 2, a constante de absorção k_{abs} pode ser determinada experimentalmente como se segue:

- (1) Remover o OD da água com Sulfito de Sódio Na_2SO_3 e um traço (10 mg.L^{-1}) de Cloreto de Cobalto ($CoCl_2$)
- (2) Quando o OD chegar a zero ou o valor mínimo possível, manter o dispositivo de agitação normal e determinar a variação da concentração de OD em função do tempo.
- (3) Plotar os dados de $\ln[(OD_s - OD)/(OD_s - OD_0)]$ como função do tempo de absorção. A declividade da reta resultante é igual à k_{abs} .

2.3 Determinações da Transferência de Oxigênio

A capacidade de aeração é um termo que expressa a força ou a efetividade que um aerador mecânico possui na transferência de OD da fase gasosa para a fase líquida. Para determinar esse fator foi utilizada a expressão apresentada na equação 3, que se deriva da lei de Henry e adaptada por Eckenfelder (Henry, 1810, ECKENFELDER, 1968)

$$(dOD_l/dt) = K_{l_a} (OD_s - OD_l) \quad [\text{Eq. 03}]$$

Onde:

dOD_l/dt = Taxa de transferência de oxigênio ($\text{mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)

OD_l = Concentração de O_2 no licor misto ($\text{mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1}$)

K_{l_a} = Constante de transferência de oxigênio (h^{-1})

2.4 Determinações da Taxa de Consumo de Oxigênio

Para a determinação da taxa de consumo de oxigênio, fez-se uso de um respirômetro do tipo semi contínuo. O princípio da determinação semi contínua da taxa de consumo de oxigênio é bastante simples e se baseia em interrupções planejadas da aeração em um reator de lodo ativado.

Durante os períodos sem aeração se observa a diminuição da concentração de OD. Estabelecem-se duas concentrações de referência: uma superior, OD_{sup} e uma inferior, OD_{inf} . Quando se aplica aeração, a concentração de OD tenderá a subir e quando chega ao valor OD_{sup} interrompe-se a aeração e observa-se uma diminuição da concentração de OD por causa do consumo pela biomassa. Quando a concentração de OD chega ao valor OD_{inf} após um tempo t de respiração, reinicia-se a aeração. Durante o período em que não há aeração usou-se a seguinte equação (equação 4): (Catunda et al.,1996)

$$TCO = (OD_{sup} - OD_{inf}) / t_c \quad [\text{Eq. 04}]$$

Onde:

TCO = taxa de consumo de Oxigênio

OD_{sup} = concentração de OD máxima

OD_{inf} = concentração de OD mínima

t_c = tempo necessário para o consumo de Oxigênio = tempo para a concentração de OD diminuir de OD_{sup} para OD_{inf} .

3. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

3.1 Determinações da Capacidade de absorção atmosférica

Depois de realizados os testes para a determinação da capacidade de absorção de OD da atmosfera para a fase líquida, com o auxílio da equação 2 e o protocolo descrito no item 2.2, obteve-se o gráfico exposto nas figuras 3a e 3b.

Ao analisar as figuras, percebe-se que o protocolo apresenta boa resposta ($R^2 = 0,9959$) e fácil aplicabilidade, haja vista que demanda apenas de um ensaio laboratorial e a utilização da equação da reta dos dados obtidos para obtenção do coeficiente angular, sendo este a constante de absorção K_{abs} . Para o teste em questão, foi observado um valor de absorção atmosférica de 0,22/h. Portanto nas condições dadas a taxa de absorção de oxigênio quando a concentração de OD no líquido é de $3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, se calcula em: $TOD_{abs} = k_a(OD_s - OD) = 0,22 * (6,75 - 3) = 0,82 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$.

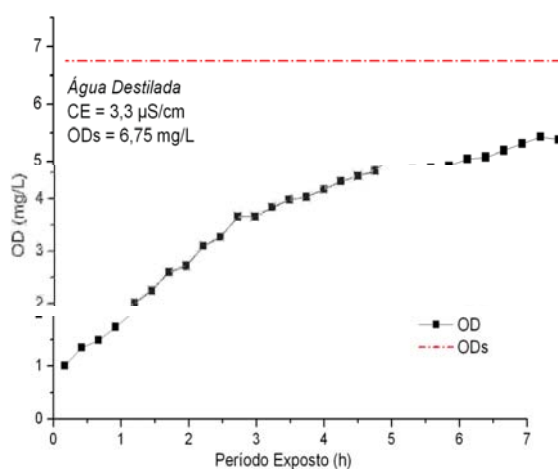


Figura 3.a - Determinação experimental da constante de absorção

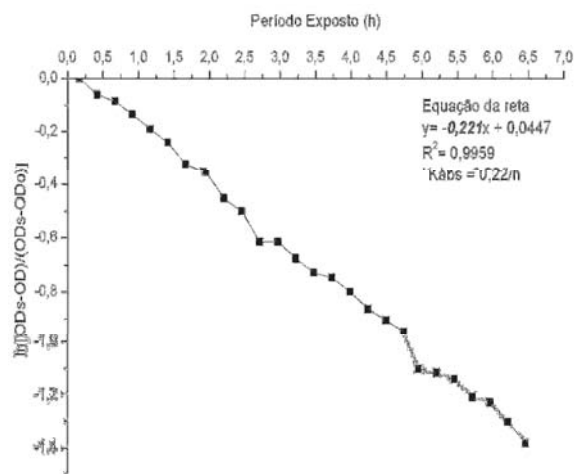


Figura 3.b - Determinação experimental da constante de absorção

3.2 Determinações da Transferência de Oxigênio

A partir da equação 3, determinou-se o valor de K_{La} como segue:

- (a) O aerador foi colocado nas condições normais de operação (velocidade, imersão, etc);
- (b) Colocou-se água destilada em um becker, ajustou-se a condição teste desejada (concentração de sal ou de sólidos ou temperatura) e aplicou-se a aeração até atingir a concentração de saturação sendo a mesma determinada. Aplicou-se então cloreto de cobalto (0,5mg/L) e o sulfito de sódio (7,8mg de Na_2SO_3 para cada mgO/L). Continuou-se a aeração até ser observada a eliminação completa do OD pelo sulfito. Esse procedimento durou em torno de 15 minutos para cada teste;
- (c) Quando, após continuada a aeração, a concentração de O_2 tornava-se novamente diferente de zero, determinava-se o seu valor continuamente. Essa leitura de OD foi feita através de um respirômetro beluga S32C com eletrodo da YSI que determinava OD a cada 5 segundos e plotava a leitura em planilha eletrônica EXCEL (CATUNDA et al., 1996);
- (d) Com os dados obtidos na planilha eletrônica EXCEL, plotou-se a curva experimental de OD em função do tempo e, com a Equação 2.2, plotaram-se curvas teóricas também de OD em função do tempo com diferentes valores teóricos de K_{La} , sendo o valor real de K_{La} determinado por aquele que melhor correlacionou curva experimental com curva teórica.

A figura 4 contém dois gráficos gerados pelo respirômetro beluga em um dos testes para a determinação do K_{La} . No gráfico 1 é possível observar a leitura de OD em função do tempo e no gráfico 2, a leitura da temperatura e o momento onde foi adicionado o sulfito de sódio (retirada do OD), como também, o retorno do OD à saturação gerando a curva de saturação experimental.

Na Figura 5 estão apresentados: uma curva experimental do OD em função do tempo e um conjunto de curvas teóricas para diferentes valores de K_{La} conforme Equação 3.

Nessa figura é possível observar que o K_{La} que melhor correlaciona a curva teórica com a curva experimental é o de 1,2, sendo este o valor adotado como real.

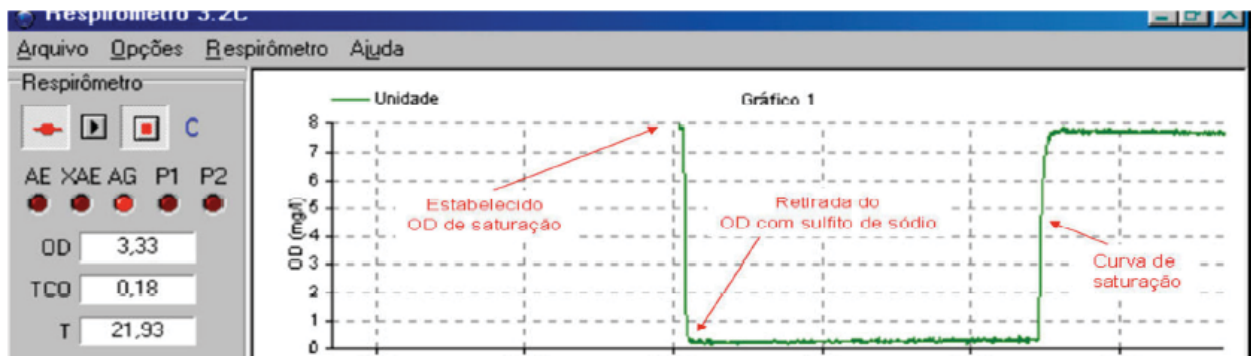


Figura 4 - Layout do respirograma gerado pelo respirômetro beluga S32C em um teste para a determinação de K_{la} em função da temperatura

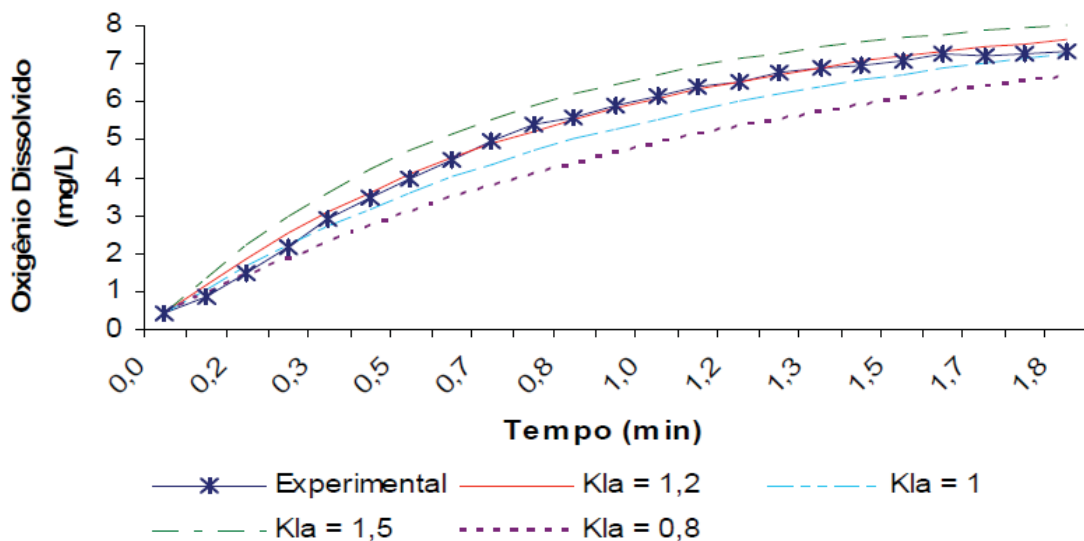


Figura 5 - Procedimento para a determinação de K_{la} com o uso da Equação 2.2 (curvas teóricas com diferentes valores de K_{la}) e os dados obtidos pelo respirômetro (curva experimental)

3.3 Determinações da Taxa de Consumo de Oxigênio

Com o auxílio da Equação 4, obteve-se o seguinte respirograma apresentado na Figura 6, onde uma batelada de lodo foi alimentada com substrato para determinar a Taxa de Consumo de Oxigênio, conforme proposição do trabalho.

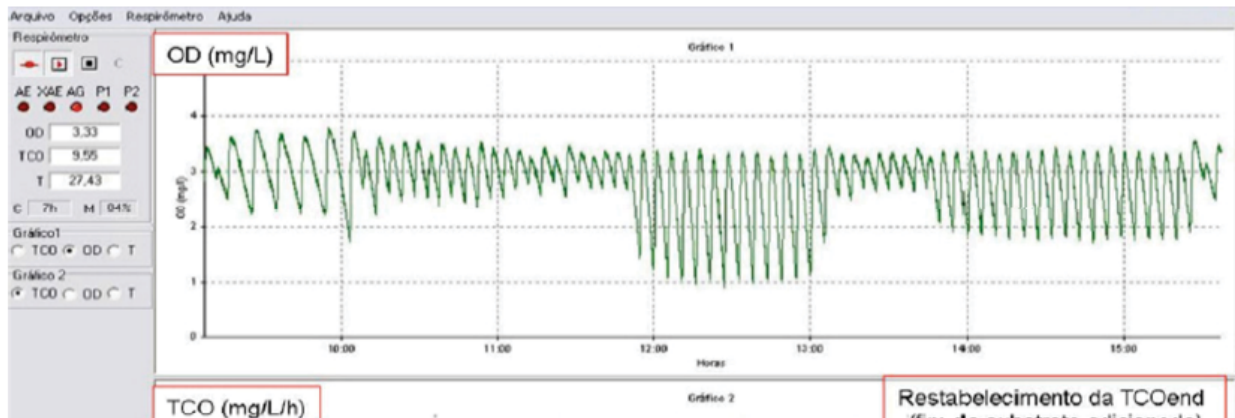


Figura 6 - Respirograma típico obtido em um teste com o licor misto de um sistema de lodo ativado

4. CONCLUSÃO

Com base nas proposições feitas que definiram os objetivos do trabalho, e com os resultados obtidos, pode-se afirmar que as metodologias apresentadas são capazes de estimar e mensurar os valores das constantes de interferência da concentração de OD em sistemas com regime de mistura completa com qualidade satisfatória. Além disso, as possibilidades de uso dessas metodologias se expandem a medida que tornam-se mais acessíveis e confirmativas.

Como meta futura, pretende-se definir protocolos individuais de determinação de cada fator de influência apresentado nesse trabalho, facilitando ainda mais a difusão e o uso dessa técnica.

REFERÊNCIAS

VAN HAANDEL, A. C. & VAN DER LUBBE, J. Handbook Biological Wastewater Treatment – 2007 design and optimization of activate sludge systems, 2007.

VAN HAANDEL, A. C. & MARAIS, G. O comportamento do sistema de lodo ativado: teoria e aplicações para projetos e operações. Campina Grande – PB: Epgraf., 1999.

METCALF & EDDY. Inc. Wastewater Engineering treatment Disposal Reuse. 4. ed. New York, McGraw - Hill Book, 1815p. 2003

HENRY'S (Dr. Wm.) Elements of Experimental Chemistry, 6th Edition, 2 vols. 8vo. Londres, 1810

ECKENFELDER, W.W., Ford, D.L., Engineering Aspects of Surface Aeration Design, 22nd PIWC, 279-291, 1968

CATUNDA, S. Y. C.; DEEP, G. S.; VAN HAANDEL, A. C.; FREIRE, R. C. S (1996). Fast online measurement of the respiration rate in activated sludge systems. IEEE Instrumentation and measurement technology conference Bruxelas, Bélgica, Junho 4-6.

DIAGNÓSTICO DA DRENAGEM URBANA DE ÁGUAS PLUVIAIS NO BAIRRO MÁRIO COVAS, ZONA SUL DE TERESINA / PIAUÍ

A. A. S. Alves¹ ; L. F. Santos² e K. S. Pessoa³

^{1, 2 e 3} Instituto Federal do Piauí - Campus Teresina Central

arijaneadne@hotmail.com¹ – luisfernandosantos17@hotmail.com² - karol_190@hotmail.com³

RESUMO

Devido a explosão do crescimento urbano desenfreado, a drenagem urbana como um mecanismo do saneamento básico, se torna imprevisível para que este não venha a prejudicar a população. O loteamento Mário Covas, localizado na zona sul de Teresina, possui um sistema de drenagem simples, composto de sarjetas e sarjetões, sistema este que é influenciado por fatores negativos e positivos. Possui também todas as suas ruas asfaltadas o que aumenta substancialmente a velocidade da água aumentando a ação erosiva da mesma. Durante as pesquisas in loco e registros fotográficos pode se observar diversos problemas no sistema em questão, tais como, mato, lixo e barreiras nas sarjetas dentre outros, contudo, alguns pontos positivos também foram levantados, como por exemplo, a existência de áreas verdes no loteamento e a própria topografia do terreno que se apresenta inclinada facilitando o escoamento natural da água pluvial. Este trabalho de estudo de caso tem por objetivo diagnosticar o sistema de drenagem urbana que possui o Residencial Mário Covas, zona sul de Teresina-PI que serve de exemplificação da eficácia de um sistema de drenagem urbana simples onde a própria topografia do terreno favorece o mesmo.

Palavras chave: saneamento básico, drenagem urbana e escoamento superficial.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento urbano vivenciado ultimamente tem causado grande impacto no ciclo hidrológico natural, provocando situações ameaçadoras à população. Tais mudanças na paisagem natural necessitam de cuidados e técnicas especiais de controle ambiental que evitem ou mitiguem os impactos ambientais provocados por uma série de fatores. São eles a impermeabilização do solo, incremento do escoamento superficial, criação de obstáculos ao escoamento natural, artificialização e canalização de cursos d'água além da poluição dos corpos receptores.

Quanto a poluição da água, Mota (2003) enfatiza que, em áreas onde a população é mais densa, esse fato ocorre frequentemente, comprometendo os corpos receptores. "Áreas de maior densidade populacional são caracterizadas por maior impermeabilização do solo e, portanto, maior escoamento superficial da água precipitada. A presença de resíduos sólidos, detritos de animais outras impurezas é comum na superfície dessas áreas, contribuindo para uma péssima qualidade das águas do escoamento, principalmente nos momentos iniciais da precipitação."

Devido à ocupação irregular do solo, o grande desmatamento e a substituição de áreas de absorção por áreas impermeáveis (concretadas), o curso natural da água da chuva é desviado, então ela se dirige por caminhos que oferecem menor resistência, tomando ruas de bairros e, até mesmo as residências.

Toda essa problemática pode ser evidenciada tanto em grandes centros urbanos quanto em áreas mais afastadas, tais como loteamentos e conjuntos residenciais. Portanto, todas essas áreas necessitam de mecanismos de transporte de águas pluviais bem planejados, que sejam capazes de captar e transportar a águas das chuvas de modo a trazer maior comodidade e, principalmente, segurança a comunidade, evitando que essa água venha a dificultar o tráfego de veículos e pedestres assim como danificar a estrutura das casas e etc; caracterizando-se o sistema de drenagem urbana que, segundo Ramos [...et all] (1999), faz parte do conjunto de melhoramentos públicos existentes em uma área urbana, assim como as redes de água, de esgotos sanitários, de cabos elétricos e telefônicos, além da iluminação pública, pavimentação de ruas, guias e passeios, parques, áreas de lazer, e outros.

O presente trabalho apresenta o diagnóstico atual do sistema de microdrenagem do Loteamento Mário covas, apontando seus pontos negativos e positivos. Objetivando um diagnóstico completo sobre o sistema em questão, foram realizadas a princípio uma pesquisa bibliográfica sobre a temática além de visitas ao local com pesquisa in loco. Os registros fotográficos foram de igual importância.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo o Anteprojeto de lei sobre as Diretrizes para os serviços públicos e saneamento básico e a Política Nacional de Saneamento Ambiental (PNSA, 2004), saneamento ambiental é o conjunto de ações com o objetivo de alcançar níveis crescentes de salubridade ambiental, compreendendo o abastecimento de água; a coleta, o tratamento e a disposição dos esgotos e dos resíduos sólidos e gasosos e os demais serviços de limpeza urbana; o manejo das águas pluviais urbanas; o controle ambiental de vetores e reservatórios de doenças e a disciplina da ocupação e uso do solo, nas condições que maximizem a promoção e a melhoria das condições de vida nos meios urbano e rural.

A lei nº 11.445, de 5 de janeiro de janeiro de 2007, define drenagem e manejo de água pluviais urbanas como sendo o conjunto de atividades, infra-estrutura e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazão de cheias, tratamento e disposição final de águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.

O controle do escoamento superficial em uma bacia hidrográfica deve fazer parte de um Plar Diretor de Drenagem, o qual será elaborado com base num diagnóstico de todo o sistema de drenagem, natural ou artificial, e proporá as medidas a serem adotadas visando garantir a adequada circulação da água na superfície do solo (MOTA, 2003). Pode-se listar alguns fatores que contribuem para a manutenção da drenagem de um local. Primeiramente, uma cobertura vegetal adequada; preservação dos vales secos e úmidos (caminhos naturais da água); controle da ocupação de encostas; preservação

margens de recursos hídricos.

3. DADOS PLUVIOMÉTRICOS

A eficácia de um sistema de drenagem urbana de águas pluviais está diretamente ligada com os dados de pluviosidade do local para qual se dimensiona o projeto. Isso por que se dimensiona um sistema desses, tendo em vista a vazão que ele vai suportar. Se não tiver dados precisos do total precipitado da região pode ocorrer de se sub ou superdimensionar o sistema. Em resumo, o dimensionamento de qualquer sistema de drenagem depende da determinação prévia das vazões de projeto.

É necessário o estudo da bacia de drenagem correspondente e da sua área de contribuição obtendo os dados pluviométricos para posterior análise das chuvas. Tendo esses dados em mãos é que se pode averiguar qual a dimensão do sistema a ser implantado, se de pequeno, médio ou grande porte.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi precedido de extensiva pesquisa bibliográfica sobre a temática em questão para se ter a base teórica necessária na fundamentação da pesquisa. A pesquisa de campo e a coleta de dados realizaram-se no mês de março de 2011, ou seja, durante o período chuvoso. Este fato possibilitou vislumbrar a dinâmica do escoamento superficial das águas pluviais. Obteve-se o diagnóstico através de registros fotográficos após uma precipitação breve com duração média de 15 minutos. Os registros foram feitos usando uma câmera fotográfica Kodak EasyShare M531 de 14 megapixels. O registro das informações obtidas por pesquisa in loco fez-se através de anotação, utilizando bloco de papel e prancheta. Este trabalho traz os resultados de simples análise e percepção ambiental, consistindo em observação dos mecanismos e variáveis quem compões e influenciam no sistema de drenagem urbana em questão.

4.1 Caracterização da área de estudo

O Loteamento Mario Covas localizado no Bairro Angelim, está inserido na zona sul de Teresina, cidade capital do estado do Piauí. Esse bairro foi escolhido pela sua localização a qual favorece uma boa visualização da dinâmica de drenagem, pois se situam logo abaixo de um importante divisor de águas, a BR 316, que liga a capital Teresina à cidade de Picos - PI.

O local em questão é o único bairro da capital piauiense totalmente asfaltado. O bairro surgiu de um loteamento e, portanto possui as ruas organizadas em quadras, dispostas como em um tabuleiro, com ruas paralelas entre si. Esse fato facilita o diagnóstico, uma vez que se tem uma excelente visualização de sua área total. O bairro é loteamento é habitado por pessoas de classe média a baixa e dista 15 km do centro.

O loteamento possui escolas e muitos imóveis comerciais, mas o seu forte são os imóveis comerciais. É bem importante destacar a presença de área verdes dentro do perímetro de ocupação do bairro. Essas áreas são caracterizadas por quadras onde as edificações são ausentes, mesmo assim não foram identificadas praças públicas na área de estudo em questão.

5. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

As estruturas de microdrenagem encontradas são bem simples, com a ausência de galerias e todas as estruturas de transporte da água da sarjeta para as galerias também são inexistentes. Foram encontrados sarjetas de diferentes modelagens, nas extremidades das ruas, seguindo a greide da rua que é uma linha do perfil correspondente ao eixo longitudinal da superfície livre da via pública, (FERNANDES, 2002). Outras sarjetas também foram encontradas no meio do leito carroçável. Essa ultima se encontram nas duas primeiras ruas de acesso do bairro (direção centro-sul), que são mais largas e recebem um maior fluxo de água.

possibilita ainda identificar quais são os dispositivos de captação e transporte de águas pluviais utilizados no sistema e como funcionam esses dispositivos. Segundo o Manual de Ocupação de Morros a Drenagem a drenagem superficial se faz pelas linhas d'água naturais e pelo sistema formal construído (macro e microdrenagem), que devem estar harmonizados com as feições do relevo para garantir o efetivo escoamento das águas. Todo sistema precisa ser dimensionado em função das vazões e do potencial hidráulico, definido pela declividade.

Aplicando essa tese à área de interesse, pode-se observar que o relevo favorece o escoamento natural da água precipitada. As ruas encontram-se inclinadas em direção ao centro do bairro e para as ruas periféricas, formando grandes centros de escoamento. O principal ponto de escoamento é a Avenida Principal do Bairro, que possui uma arquitetura singular, pois possui uma de suas vias rebaixada. Toda água que escoar vai direto para um terreno na extremidade norte do loteamento. Esse local de destino final da água de escoamento é uma área úmida, com vegetação bem desenvolvida e a topografia bastante irregular não permite ocupação, portanto é o local ideal, que não apresenta riscos a população circunvizinha.

Foram feitas algumas análises da dinâmica de escoamento natural da água durante uma chuva de pequena intensidade. Observou-se que as estruturas presentes são suficientes para captar e escoar toda a água precipitada. Essa conclusão pode ser tirada em uma precipitação de pequeno porte pelo fato de que o loteamento não possui nenhum histórico de transtornos e alagamentos. Portanto o sistema é eficiente, já que as sarjetas e os sarjetões suportam a água de escoamento (ver Figura1).



Figura 1: água escoando pelo sarjetão após precipitação.

5.1 Pontos negativos

Por ser um bairro muito afastado do centro e relativamente pequeno, ele não possui sistema de captação, transporte e tratamento de esgotos, então o que se observa é a disposição do esgoto doméstico diretamente na sarjeta que se caracteriza em um prejuízo para o sistema, pois o esgoto segue sem nenhum tipo de tratamento para o local de destinação final, contaminando a água e o solo. O esgoto que é jogado na sarjeta provém principalmente de torneiras e pias, o esgoto dos banheiros é captado por fossas.

Apesar de haver coleta de lixo regularmente, pode-se notar que há uma grande disposição de resíduos sólidos nas ruas periféricas do loteamento. Esse fato compromete o bom funcionamento do

de construção) chegam a entupir a sarjeta fazendo com que a água tome as ruas.

Outro fator de forte influencia no funcionamento do sistema de microdrenagem é a presença de matos nas ruas e calçadas e, principalmente (o que mais compromete a qualidade do sistema) o mato que cresce e entope as sarjetas. Caso não haja a manutenção dessas sarjetas podem ocorrer pequenos acidentes de drenagem como, por exemplo, o empoçamento da água em certos pontos do leito carroçável.

Durante as pesquisas pode-se observar que há trechos de ruas e avenidas onde o asfalto esta danificado. São buracos causados pela erosão acelerada. Isso se explica pelo fato de o bairro ser totalmente asfaltado. Como a água não encontra resistência, ela segue seu caminho em uma velocidade ainda maior e durante o escoamento ela desagrega o material do asfalto deixando buracos na rua, fato este que é agravado pela movimentação de veículos de grande porte, os quais danificam a pista de rolamento. Esses buracos dificultam o trafego dessas ruas e podem também provocar acidentes envolvendo veículos e transeuntes (ver Figura 2).



Figura 2: buracos na sarjeta devido falta de manutenção e velocidade do escoamento da água.

Alem disso foi comprovada a existência de barreiras ao escoamento nas sarjetas. Essas pequenas barreiras são provenientes de alongamento de calçadas e rampas para a entrada de carros. Portanto a água que seguiria pela sarjeta não encontra espaço o suficiente e escoam pela rua. Também foram encontradas mini grelhas nas sarjetas. Os moradores tomam essa atitude objetivando o represamento de folhas e resíduos sólidos, mas terminam por prejudicar a eficácia do escoamento natural, pois se esses resíduos não forem retirados da grelha, ela pode entupir e desviar o curso da água.

5.2 Pontos positivos

Um fator que exerce grande influencia na otimização da drenagem de águas pluviais é o relevo. O loteamento em questão tem uma localização privilegiada quanto a isso, pois ele se encontra no fundo de uma bacia de contribuição, entre quotas altimétricas mais elevadas. A inclinação encontrada nas ruas é muito notória, e isso é de grande importância para a drenagem do bairro, assim os pontos de acumulo de água são quase inexistentes.

Alem disso, pode-se observar que a área de estudo possui uma quantidade de áreas de absorção razoável (ver Figura3). Essas áreas são geralmente florestadas com árvores de pequeno e médio porte e são responsáveis por grande parte da taxa de infiltração do bairro. No total foram identificadas três

arborizadas, com a presença de alguns cultivos abandonados, isso explica a grande eficiência do sistema de microdrenagem em captar e escoar toda a água precipitada.



Figura 3: Áreas de absorção da água das chuvas

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitas medidas podem ser tomadas para o controle de drenagem de águas pluviais em áreas urbanas. Uma delas é o disciplinamento do uso e ocupação do solo que tem grande importância, pois as áreas que tem maior relação com os recursos hídricos devem ter a ocupação controlada e, em alguns casos, evitada, de forma que sejam garantidos a infiltração e o escoamento das águas sem prejuízos ao ambiente.

Como observado na área de estudo, o bairro Mário Covas possui algumas áreas de amortecimento, onde a superfície de infiltração é bem maior. É preferível que essas áreas sejam protegidas, devendo haver uma arborização adequada, sem nenhum tipo de pavimentação. Essas áreas verdes são as maiores responsáveis por diminuir a velocidade da água já que o tipo de asfaltamento não oferece nenhum tipo de resistência à correnteza.

É recomendável também o uso de pavimentação permeável nas vias de menor circulação de veículos pesados, incentivando a pavimentação com paralelepípedos e pedras toscas, ficando o uso do asfalto restrito as vias de maior circulação de veículos e à Avenida principal pela qual há a passagem da linha de ônibus coletivo. Com isso espera-se que a taxa de infiltração aumente e que a velocidade da água diminua.

REFERÊNCIAS

EMBRAPA; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: **Atlas Climatológica do Estado do Piauí /** Aderson Soares de Andrade Júnior...[et al.]. - Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004.

FERNANDES, C. - **MICRODRENAGEM - Um Estudo Inicial**, DEC/CCT/UFPB, Campina Grande, 2002, 196p.

GUIA, de Teresina. **Características de Teresina**. 23/11/2007. Disponível em: <<http://www.guiadeteresina.com/ver.asp?id=334>> acesso em 13/04/2011.

MOTA, Suetônio; **Urbanização e Meio Ambiente**.-3 ed.-Rio de Janeiro: ABES, 2003.

PRESIDENCIA DA REPUBLICA, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos; LEI Nº 11.445, DE 5 DE JANEIRO DE 2007.

RAMOS, Carlos Loret; BARROS, Mário Thadeu Leme de & PALOS, José Carlos Francisco: **DIRETRIZES BÁSICAS PARA PROJETOS DE DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO.**- Prefeitura do Município de São Paulo, Fundação Centro Tecnológica de Hidráulica.- Reedição eletrônica realizada em Abril/1999

TUCCI ,Carlos E. M. & SILVEIRA ,André: **GERENCIAMENTO DA DRENAGEM URBANA.**- Departamento de Hidromecânica e Hidrologia Instituto de Pesquisas Hidráulicas Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2011.

DIAGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES DA REDE DE MICRODRENAGEM DO BAIRRO SÃO FRANCISCO EM TIMON-MA.

COSTA¹, A. J. A. e CUNHA² L. C. da C.

Instituto Federal do Piauí¹ – Campus Teresina- Central e ²Instituto Federal do Piauí² – Campus Teresina- CentralE-mail¹: gamb.anderson@gmail.com – E-mail²: liviaestrela3@hotmail.com

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar um diagnóstico das condições da rede de microdrenagem do Bairro São Francisco na cidade de Timon-MA. Realizado através de pesquisa de campo com a observação e averiguação in loco dos problemas existentes na rede de microdrenagem do bairro, com registro fotográfico e anotações em campo onde se pode constatar problemas tais como: obstrução de guias, sarjetas e sarjetões por sedimentos e resíduos sólidos impedindo o escoamento da água aumentando sua velocidade; provocando empoçamentos, destacamento da camada de asfalto ou calçamento das vias dentre outros problemas, que estão diretamente relacionados ao descontrole dos processos de erosão urbana o que aponta a necessidade de monitoramento dos processos de ocupação da bacia, manutenção e conservação dos dispositivos de microdrenagem da área de bacia estudada.

Palavras-chave: diagnóstico, microdrenagem, Bairro São Francisco.

1. INTRODUÇÃO

Os crescimentos urbano e demográfico das cidades, com os diversos usos e ocupação do solo, implicam à necessidade de um sistema de drenagem das águas de contribuição pluvial, que discipline o escoamento das águas na superfície e possibilite de forma eficiente seu escoamento em avenidas, vias e espaços públicos da cidade evitando ao máximo os transtornos e problemas como inundações, empoçamentos e alagamentos das vias públicas causados pelas interferências e irregularidades do uso e ocupação do solo e da dinâmica urbana na área correspondente a bacia.

A drenagem de águas pluviais é um problema que tem se agravado nas cidades, como consequência do tipo de ocupação realizada pelo homem. O desmatamento, a pavimentação do solo, os aterros de reservatórios e cursos d'água, alteração no escoamento são responsáveis pela redução e aumento do volume superficial de água, criando sérios problemas de drenagem. (MOTA, 2003, p.293)

Na cidade de Timon, no Estado do Maranhão, encontra-se em alguns locais muitos dos problemas citados acima, que estão relacionados diretamente a falta ou ineficiência da rede de drenagem urbana da cidade principalmente de microdrenagem. Assim este trabalho tem por objetivo apresentar um diagnóstico das condições da rede de microdrenagem da cidade a partir do estudo de caso do Bairro São Francisco, um dos bairros mais populosos da cidade, através do levantamento das condições em que se encontra a rede atualmente e da identificação dos principais problemas que prejudicam seu funcionamento, de forma que a partir do estudo de caso do bairro possa-se obter uma amostra das condições da rede de microdrenagem existente na cidade.

2. METODOLOGIA

Este trabalho delineou-se essencialmente sobre a pesquisa de campo com a observação e averiguação in loco dos problemas existentes na rede de microdrenagem através do registro fotográfico e de anotações em campo adotando como área de abrangência e de realização do estudo a rede microdrenagem do Bairro São Francisco na cidade de Timon-MA.

3. RESULTADOS E DICURSSÕES

3.1 ASPECTOS GERAIS DA BACIA CONTRIBUINTE

A bacia de contribuição pluvial que corresponde ao bairro São Francisco é caracterizada pela significativa vazão e velocidade da água que escoam superficialmente após as precipitações nas principais vias. O bairro encontra-se em um terreno que, embora não possua muitas irregularidades apresenta um à pequena elevação, podendo-se adotar como referência de ponto mais elevado o local onde se encontra uma caixa d'água para abastecimento da população no Conjunto Boa Vista.

A bacia não apresenta um divisor central de águas, pois as mesmas tendem a escoar superficialmente pelas sarjetas, bocas de lobo e canais de ligação na mesma direção desde ponto mais alto adotado como referência até os canais e galerias a jusante mais próximos do córrego ou canal receptor final.

3.2 CONDIÇÕES DA REDE DE MICRODRENAGEM

3.2.1 Sarjetas

Em relação às condições das sarjetas observaram-se problemas em duas situações com e sem a presença delas, devido algumas vias não apresentar sarjetas em seu eixo longitudinal como elemento de escoamento da rede ainda que impermeabilizadas com cobertura de asfáltica. Nas vias com sarjetas observou-se elevada quantidade de capim e sedimentos o que provoca sua obstrução e consequentemente empoçamentos (ver figura 1) e alagamento principalmente o aumento da erosão

sobre via durante o escoamento da água em velocidade provocando o destacamento da pavimentação e cobertura asfáltica. Nas vias sem sarjetas existem também muitos empoçamentos, devido à falta do canal para escoamento e as obstruções são causadas principalmente pela construção das calçadas em cima da guia ou meio fio nas residências.



Figura 1- Empoçamento em rua com sarjetas obstruídas por sedimentos.

3.2.2 Sarjetões

Os sarjetões, assim como as sarjetas, foram diagnosticados os mesmos problemas de obstrução pelo acúmulo de sedimentos e cobertura de capim.

3.2.3 Guias

A guia das principais vias do bairro encontra-se em alguns pontos em deterioradas ou coberta por capim.

3.2.4 Bocas de Lobo

Durante o trabalho de investigação de campo diagnosticou-se que as bocas coletoras ou bocas de lobo apresentavam-se em condições precárias cobertas por capim, resíduos e sedimentos e principalmente a ausência de grelhas ou grades de proteção (ver figura 2) oferecendo riscos à



população.

Figura 2- Boca de lobo sem grade.

3.2.5 Grelhas (bocas de leão)

As grelhas foram pouco encontradas, apenas foi registrada uma que se encontrava com alguns resíduos em uma via principal do bairro.



Figura 3- Grelha em via principal do bairro.

3.2.6 Galerias

As galerias drenagem do sistema da bacia corta todo o bairro transversalmente passando por entre os quintais de residências chegando até o córrego principal. O que se observou nas galerias foi à falta de sua manutenção e limpeza apresentando muito mato e lixo além de incômodos e riscos a população.



Figura 4- Galeria de águas pluviais do bairro São Francisco.

4. CONCLUSÃO

Diante do que foi observado, durante os trabalhos de campo pode-se diagnosticar alguns dos principais problemas da rede de microdrenagem do bairro São Francisco tais como: a obstrução de sarjetas e sarjetões por sedimentos e capim provocando empoçamentos e impedido o escoamento da água aumentando sua velocidade e causando o destacamento da camada de asfalto ou calçamento das vias durante as precipitações, a falta de manutenção e limpeza das galerias apresentando muito mato e lixo além de incômodos e riscos a população, condições precárias das bocas e lobos cobertas por capim, resíduos, sedimentos e principalmente em a ausência grelhas ou grades de proteção oferecendo riscos à população.

Todos esses problemas estão diretamente relacionados ao descontrole dos processos de erosão urbana causados por pelo uso e ocupação do local e devido e a falta de manutenção dos dispositivos de microdrenagem citados acima. Dessa forma sente-se a necessidade de uma intervenção por parte do poder público municipal legam emente responsável pela drenagem das águas pluviais nas vias urbanas consequentemente controle da erosão e pelo disciplinamento do uso e ocupação da área a montante e jusante da bacia reduzindo os transtornos ocorridos com a situação existente.

5. REFERÊNCIAS

- MOTA, Suetônio. Drenagem de Águas Pluviais. In: MOTA, Suetônio. **Introdução á Engenharia Ambiental**. 3ed. Rio de Janeiro: ABES 2003 p.293-299.
- BOTELHO, Manoel Henrique Campos. **Águas de Chuva: engenharia das águas pluviais nas cidades**. 2ª edição-São Paulo: Edgard Blucher, 1998.
- TUCCI, Rubem La Laina Porto. BARROS, Mário T. de. [organizadores]. **Drenagem Urbana**, Porto Alegre: ABRH/Editora da Universidade/UFRGS, 1995.
- FRENDRICH, Roberto. **Drenagem e controle da erosão urbana**. 4ed-Curitiba: Champagnat, 1997, 486p.

DIAGNÓSTICO DO SANEAMENTO AMBIENTAL DO BAIRRO SÃO CONRADO

Emanuela MELO DE LIMA¹; Dayse CAROLINE ROCHA DO VALE² e Rafaela FIGUEIREDO SANTANA³

¹Instituto Federal de Sergipe - Campus Aracaju ²Instituto Federal de Sergipe – Campus Aracaju e , ³Instituto Federal de Sergipe – Campus Aracaju

manuambientalista@hotmail.com¹ – carolvale@live.com² – rafinha-figueiredo@hotmail.com³

RESUMO

Mais de um bilhão de habitantes do nosso planeta não tem acesso à habitação, segurança e serviços básicos de saneamento como: abastecimento de água, rede de esgotamento sanitário e coleta de lixo. A falta destes serviços, além dos altos riscos para a saúde, são fatores que contribuem para degradação do meio ambiente. Este estudo pretende diagnosticar as possíveis alterações e respectivos impactos ambientais, portanto, avaliar a salubridade ambiental do bairro São Conrado e conjunto Orlando Dantas na cidade de Aracaju, estado Sergipe. Sendo considerado bom estado de higiene em que vive a população tanto no que se refere a sua capacidade de inibir, prevenir ou impedir a ocorrência de endemias e epidemias vinculada pelo meio ambiente, como também, no tocante ao seu potencial de promover aperfeiçoamento de condições mesológicas favoráveis a pleno gozo de saúde e bem estar. O controle das substâncias químicas, perigosas, o manejo adequado dos recursos hídricos e dos resíduos sólidos, o controle de ruídos, das vibrações e das radiações são essências a proteção do meio ambiente natural e do ambiente modificado onde vive e trabalha o homem.

Palavras-chave: Saneamento ambiental, salubridade ambiental, bairro São Conrado Conjunto Orlando Dantas.

1. INTRODUÇÃO

A partir da década de 1960, o crescimento e o adensamento ocorrido nas principais cidades brasileiras tem resultado em impactos, que na maioria das vezes, interfere na qualidade de vida das pessoas. Esta qualidade depende do acesso da população a certos bens e serviços econômicos e sociais. Assim, relacionamos como bens e serviços, a infraestrutura de rede de esgoto, a coleta de lixo, o abastecimento de água e a drenagem pluvial.

Não diferente daquelas cidades, Aracaju, capital de Sergipe, exibe os mais diferentes riscos ambientais em virtude desse crescimento populacional não ser acompanhado pelos órgãos fiscalizadores.

Este artigo é uma análise da qualidade Ambiental do Bairro São Conrado – Conjunto Orlando Dantas, zona sul do município de Aracaju/SE. Uma crítica de como ocorreu o crescimento urbano em particular desta área. Serão investigados os empreendimentos locais a fim de determinar os impactos causados por estes.

Convém lembrar que recentemente o conjunto Orlando Dantas está implantando o projeto de coleta de esgoto, aos quais, resultará segundo Sanchez (2006, p.31) na melhoria da qualidade das águas, recuperação do habitat aquático e no benefício da região referente à saúde pública.

Por fim, o objetivo deste trabalho é caracterizar os modos de uso e ocupação do território no espaço e no tempo pelas comunidades envolvidas, alertando-as para os problemas ambientais, sociais e econômicos existentes relacionados à área analisada.

2. ASPECTOS GERAIS

Aracaju é a capital do estado de Sergipe. Localiza-se no litoral, sendo cortada por rios como o Sergipe e o Poxim. A cidade está na latitude 10º 54' 40" S e longitude 037º 04' 18" O do Meridiano do Greenwich. De acordo com a contagem populacional realizada pelo IBGE em 2007, a cidade conta com 520.303 habitantes.

A temperatura média anual de Aracaju é 26º C. A umidade relativa do ar sempre é alta e variando em média de 75% a 95%. Segundo a classificação de Thornthwaite e Mather, Aracaju possui o clima Megatérmico Sub-Úmido Úmido (C2A'a'). Média anual do índice pluviométrico é 1590 mm.

3. METODOLOGIA

O artigo apresentado visa fundamentalmente o diagnóstico do Saneamento Ambiental do Bairro São Conrado – Conjunto Orlando Dantas da cidade de Aracaju/SE, e identificar alguns problemas na operação do mesmo. Devendo levar em consideração alguns fatores que levam a falhas no processo de operação, sejam de cunho administrativo ou de intempéries físico-químicos (naturais).

Com o auxílio dos mapas no aspecto geoambiental, fizemos uma análise do Conjunto Orlando Dantas retirando dados como, declividade, tipo de solo e vegetação local. Analisamos a dinâmica do conjunto Orlando Dantas com seus moradores através do trabalho de campo, traçamos o perfil social do bairro a partir do Anuário Estatístico.

5. RESULTADOS E DICURSSÕES

Localizada próximo ao Distrito Industrial de Aracaju, o Conjunto Orlando Dantas começou a ser ocupado a partir dos anos 80 com suas ruas planejadas em formato de Xadrez. Em Contrapartida, o crescimento urbano do Bairro São Conrado, localizado na parte norte do Conjunto, foi uma invasão ao manguezal em Área de Preservação Permanente.



Foto 01: Crescimento Populacional 2003 - 2010

Fonte: Google Earth, 2010.

O terreno plano onde foi assentado têm características típicas com sedimentos marinhos, arenosos e flúvio-marinho com suscetibilidade a erosão baixa, não indicada para ocupação urbana. Na região, existe predomínio de mangues, lugares que apresentam dificuldades no escoamento de fluídos com alto potencial de contaminação do subsolo. Os tipos de solos encontrados na região do Orlando Dantas foram os Solos Podzol e os Solos Indiscriminados de Mangues.

A vegetação dos manguezais sergipanos é predominantemente arbustiva, com árvores atingindo uma altura média de 8 a 12 metros de altura (ADEMA,1984). A vegetação é rica em biodiversidade. Ao redor do conjunto o mangue é habitat de pássaros, peixes, caranguejos e insetos diversos.

A Foto 02 exhibe a invasão do São Conrado ao terreno público onde existiam mangues. As construções chegam à margem do rio desrespeitando a Resolução CONAMA 303/2002 que dispõe sobre o parâmetro, definições e limites de Área de Preservação Permanente e lei Estadual nº 2683/88 a qual determina:

“As área cobertas por vegetação de mangue existentes em todo o território estadual, são consideradas bens de interesse comum e declaradas por esta Lei como de preservação permanente (...)”
 “(...) sendo o corte, a queima, o aterro e ou qualquer outra forma de destruição ou total, dessas formações vegetais, proibidos.”



Foto 02: Em vermelho invasão no Bairro São Conrado.

Fonte: Google Earth, 2010.

Atualmente o Bairro São Conrado é uma área urbana consolidada, pois esta é dotada de equipamento e infraestrutura urbana tais como: Sistema de abastecimento de água, coleta de resíduos sólidos, energia elétrica, malha viária com canalização das águas pluviais e Sistema de Esgotamento Sanitário.

O recolhimento dos resíduos sólidos acontece nos dias de terça, quinta e sábado, onde é levado pela TORRE para o Aterro Sanitário localizado no bairro Santa Maria. A coleta evita as doenças que se proliferam no lixo, como também, evita a presença de escorpiões, aranhas, proliferação de moscas, etc. No entanto, mesmo com esse serviço, cerca de 150 domicílios do bairro São Conrado, ainda joga seu lixo nos rios de acordo com o censo do IBGE realizado em 2000.

O sistema de abastecimento é operado pela Companhia de Saneamento de Sergipe – DESO, dos 6.326 domicílios presente no bairro São Conrado, apenas 26 não está ligado à rede geral de abastecimento de água (IBGE, 2010).

A região estudada tem abastecimento regular, com restrições ocasionais durante verão. O abastecimento da área metropolitana de Aracaju conta com o Sistema São Francisco, o Sistema Cabrita com 10 % do volume de água tratada, Sistema Poxim que contribui com cerca 27% do volume total de água ofertada.

No entanto, segundo Daltro (2004, p.35), “a fuga ou perdas de água pelas tubulações através de vazamentos, decorrente da má execução ou péssima qualidade do material, tem proporcionado elevados prejuízos” e colocado em risco à qualidade da água veiculada pela canalização. Em Sergipe, no ano de 1997, o índice de perdas era em torno dos 42%. O estado planeja reduzir em 2020 para 25%, segundo dados da Superintendência de Recursos Hídricos (SRH/SE).

Quanto ao esgotamento sanitário, também administrado pela DESO, o bairro São Conrado no Censo de 2000 indicou que dos 6.326 domicílios da área, 4.650 estavam ligados à rede geral de esgoto ou pluvial. Sendo que no ano de 2010 este serviço estava em fase de expansão para o restante da população não contemplada por essa infraestrutura.

As principais finalidades da implantação do sistema de esgoto numa cidade de acordo com Nuvolari (2003, p.38), relacionam-se a três aspectos: higiênico, social e econômico. Do ponto de vista higiênico “o objetivo é a prevenção, o controle e a erradicação das muitas doenças de veiculação hídrica, responsáveis pelos altos índices de mortalidade precoce”. Em relação ao aspecto social “visa à melhoria da qualidade de vida da população, através da eliminação de odores desagradáveis” assim como “a recuperação das coleções naturais,” da estética, esporte e lazer. Do ponto de vista econômico “envolve

questões objetivas como o aumento da produtividade geral”, devido à melhoria ambiental tanto urbana quanto rural.

Na Avenida Francisco J. Fonseca localiza-se a ETE - Estação de Tratamento de Esgoto do Orlando Dantas, que atende a 25000 pessoas. A estação é encarregada no processo de tratamento do despejo líquido constituído de esgoto doméstico, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária.

O tipo de tratamento utilizado na ETE é o sistema de valo oxidação, que segundo Jordão (1995) apud Barros (2009, p. 35), “é uma unidade de tratamento de esgoto com períodos de aeração maiores do que os comumente adotados, além da finalidade de concentrar os fenômenos físico-químicos e biológicos em um número mínimo de unidades de tratamento, sem prejuízo na eficiência do tratamento”.

Esta Estação é o componente final do sistema de coleta, tratamento e disposição dos Esgotos Sanitários do Conjunto Orlando Dantas. Esse sistema é composto de rede coletora, poços de visita, 06 estações elevatórias, coletores troncos, estação de tratamento de esgoto e emissário que destina os efluentes tratados ao riacho Samambaia.

O efluente é tratado pela estação composta por grade, caixa de areia, calha pashall, tanque de aeração, decantador secundário, poço de lodo e sistema de desinfecção por cloração. A ETE trata o lodo, resíduo sólido resultante do tratamento do efluente, em leitos de secagem.

Dias	Precipitações Totais (mm) (1)	Vazão média (l/s) (2)	DBO (2)		DQO (2)		Sólidos em Suspensão (2)		Nitrogênio amoniacal (2)	
			Af (mg/l)	Ef (mg/l)	Af (mg/l)	Ef (mg/l)	Af (mg/l)	Ef (mg/l)	Af (mg/l)	Ef (mg/l)
20/01/09	0,00	13,67	383,00	17,50	825,00	31,00	930,00	416,00	74,18	1,79
16/02/09	0,00	13,97	737,00	32,80	1628,00	18,00	564,00	10,00	67,48	0,45
16/03/09	0,00	18,00	470,00	84,00	990,00	265,00	328,00	54,00	74,44	6,56
13/04/09	1,80	10,91	286,00	19,10	775,00	20,00	72,00	14,00	71,71	16,12
21/05/09	51,20	26,45	98,00	23,50	177,00	97,00	64,00	22,00	11,61	0,27
09/06/09	12,00	18,30	193,00	48,00	673,00	10,00	58,00	8,00	36,88	0,68
07/07/09	4,60	16,22	351,00	22,40	1089,00	44,00	232,00	1158,00	25,40	1,73
31/08/09	0,40	20,00	357,00	19,10	1100,00	12,00	202,00	16,00	43,30	16,18

Legenda: Af: Afluente

Ef: Efluente

Tabela 01: Dados físico-químicos da ETE Orlando Dantas e Precipitação em Aracaju .

Fonte: Barros, 2009, pg 36.

Na tabela 01 mostra a eficiência de mais de 80% da ETE Orlando Dantas. Em relação à Resolução CONAMA 357/2005, a qual, define os padrões de lançamentos dos efluentes, o Nitrogênio Amoniacal em todas as amostras permaneceu abaixo do limite de tolerância (20,0 mg/L N) em todas as amostras.

As ruas do Conjunto Orlando Dantas são todas pavimentadas e possui um bom fluxo de carros, sendo maior na Avenida Professor Heráclito G. Rolemberg. Além de ter um sistema de Drenagem que garante o escoamento das águas pluviais para os rios da proximidade.

Quanto a Poluição do ar, a estação de coleta localizada no Distrito Industrial de Aracaju, na coordenada geográfica UTM 24 (710458 E 8789116 N), indicou boa qualidade do ar nos parâmetros Fumaça e Dióxido de Enxofre (respectivamente, 31,99 µg/m³ e 2,55 µg/m³) e índice regular para Particulados 98,79 µg/m³ (ADEMA, 2011).

Já em relação à arborização das cidades, constitui-se em um elemento de grande importância para a elevação da qualidade de vida da população. Elas atuam como dispersantes de ruídos, amenizam a

questão dos microclimas seja em grandes centros urbanos quanto em pequenas cidades, melhoram o ambiente urbano tanto no aspecto ecológico quanto na sua estética. Existem algumas praças com destaque a Praça Chico Mendes que apresenta árvores de médio porte.

6. CONCLUSÃO

O trabalho de campo possibilitou o conhecimento dos aspectos sócios ambientais. Apesar do crescimento desordenado da população e das suas diversidades sociais, encontradas tanto no bairro como no conjunto, estes, possuem seu sistema de esgotamento.

O São Conrado foi surgido por uma invasão sem controle, já o Orlando Dantas foi um conjunto planejado, construído em 1987. No bairro está acontecendo atualmente à implementação do esgotamento sanitário, enquanto no conjunto já existe uma ETE. A estação deve ser ampliada com o objetivo de tornar o processo de tratamento de efluentes doméstico mais eficiente.

Com relação ao o fator ambiental, encontramos uma vegetação com rica biodiversidade que deveria ser preservada ao máximo. Notamos que a própria ocupação do local gerou impacto no ecossistema. A atuação dos órgãos fiscalizadores oscilou entre a cumplicidade e a repressão aos aterros de manguezal no bairro.

Foi possível contextualizar a realidade e transformá-la em instrumento de gestão pública. Espera-se que o trabalho possa contribuir para a reflexão acerca das políticas de saneamento numa perspectiva ampla, possibilitando uma visão integrada das ações decorrentes dos processos econômicos, sociais, políticos e culturais, estimulando a criação de mecanismos de controle social, a fim de alcançar a democratização desejada e necessária para mudar a história do setor.

REFERÊNCIAS

- ADEMA. **Levantamento da flora e caracterização dos bosques de mangue do estado de Sergipe**. Governo do Estado de Sergipe. Convênios: FINEP – Financiadora de estudos e projetos, SUDEPE – Superintendência do desenvolvimento da pesca e SUDENE – Superintendência do desenvolvimento do Nordeste. 1984. 134p.
- ALMEIDA, F. C. **A história da devastação dos manguezais Aracajuanos**. São Cristóvão, 2008.
- BARROS, W. A. **Análise da contribuição de águas pluviais no sistema de esgoto Sanitário do conjunto Orlando Dantas na cidade de Aracaju**. São Cristóvão, 2009.
- DALTRO FILHO, J. **Saneamento Ambiental: doença, saúde e o saneamento da água**. São Cristóvão: Editora UFS; Aracaju: Fundação Oviêdo Teixeira, 2004. 331p.
- KARL, E.; IMHOFF, K. R. **Manual De Tratamento De Águas Residuárias**, Editora Edgard Blücher, 26a Edição, 2002.
- LOMBARDO, M. A. **Ilha de Calor nas Metrôpoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985. 244p.
- Mapa geoambiental de Aracaju. Estado de Sergipe/SEPLAN/PMA, 2005, CD-ROM.
- NUVOLARI, A. (coordenação) **Esgoto Sanitário: Coleta, Transporte, Tratamento e Reúso Agrícola**. Ed. Edgard Blucher LTDA. São Paulo. 2003. 520p.
- REZENDE, S. C.; HELLER, L. **O Saneamento no Brasil. Políticas e Interfaces**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002. 310p.
- SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. Ed. Oficina de Textos. São Paulo. 2006. 495p.
- SOUZA, Marcelo Lopes de. **ABC do desenvolvimento urbano**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. 192 p
- Governo do Estado de Sergipe. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano, Saneamento e Energia. **Lei n° 2.683 de 16 de Setembro de 1988**. Aracaju, 1988. Disponível em:

<http://www.semarh.se.gov.br/modules/tinyd0/index.php?id=28>.

DIAGNÓSTICO MUNICIPAL PARA GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE JAPARATUBA/SE

José Carlos de Anunciação Cardoso Júnior¹; Karinne Duarte Santos²; Daniela Nascimento Paulo e Silva³; Maria de Lourdes Jesus Menezes⁴; Simone Maria Souza de Paula⁵

¹⁻⁴Instituto Federal do Sergipe - Campus Aracaju; ⁵Unicamp – Universidade Estadual de Campinas.
j.cac.jr@hotmail.com – kakatonemai@hotmail.com – mallumenezes@hotmail.com –
silva_32santos@hotmail.com – smsousa@ig.com.br

RESUMO

O referido artigo apresenta uma revisão bibliográfica e uma pesquisa de campo sobre a atual situação da gestão de resíduos sólidos do município de Japaratuba. Foi verificada a gestão desde a coleta até a disposição final dos resíduos sólidos urbanos. O gerenciamento dos resíduos sólidos é precário. A gestão deve contar com o apoio da comunidade e do poder público no sentido de minimizar os impactos gerados pelos resíduos sólidos. Deve ser implantada a educação ambiental para conscientizar a população da destinação correta dos resíduos. Os gestores deixem de ver os Resíduos sólidos como lixo, ou seja, algo sem valor econômico e social, para propiciar um melhor gerenciamento de seus resíduos, principalmente no tocante à destinação adequada do seu lixo, afim de promover a preservação dos recursos naturais e garantir melhorias para a promoção ou manutenção, da sadia qualidade de vida em Japaratuba.

Palavras- Chaves: Resíduos Sólidos, Gestão, Qualidade de Vida.

1. INTRODUÇÃO

A situação do manejo de resíduos sólidos no país é preocupante, os problemas decorrentes desses rejeitos começaram a se destacar a partir do século XIX, quando já era visível o aumento da população, principalmente da urbana, além da mudança de hábitos e costumes, melhoria do padrão de vida e da evolução do setor industrial. Estes fatores propiciaram então o aumento da geração de resíduos sólidos, provocando e intensificando diversos impactos sócio-econômicos e ambientais. Atualmente, o maior impasse enfrentado no gerenciamento dos resíduos sólidos está relacionado a sua destinação, uma vez que 63,6% dos municípios brasileiros utilizam lixões como forma de disposição final dos resíduos sólidos urbanos, 18,4% utilizam aterros controlados e 13,8% dispõem os resíduos em aterros sanitários (MONTEIRO et al, 2001).

A cidade de Japaratuba se encaixa nos 63,6% dos municípios brasileiros que utilizam lixões como forma de disposição final dos resíduos sólidos urbanos. Nessa perspectiva foi realizado, pela equipe do Plano de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos do Baixo São Francisco, um trabalho de pesquisa no qual diagnosticou-se a situação atual dos serviços de limpeza urbana, coleta, transporte e destinação final dos resíduos sólidos urbanos da cidade, bem como analisou-se as propostas e medidas referentes às melhorias que a administração pública empreende ou pretende empreender, para a gestão adequada dos resíduos sólidos. Desta forma, pôde-se constatar que o município de Japaratuba apresenta um gerenciamento inadequado dos resíduos sólidos, comprometendo a sadia qualidade de vida da comunidade e do meio ambiente. Nesse sentido, se faz necessário que os gestores deixem de ver os RS como lixo, ou seja, algo sem valor econômico e social, para propiciar um melhor gerenciamento de seus resíduos, principalmente no tocante à destinação adequada do seu lixo, afim de promover a preservação dos recursos naturais e garantir melhorias para a promoção ou manutenção, da sadia quaidade de vida em Japaratuba.

2. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

2.1 DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

2.1.1 Aspectos gerais

Para a realização do diagnóstico dos resíduos sólidos foram realizadas duas visitas ao município de Japaratuba. A primeira realizada no dia 17/07/2009, destinada à aplicação do questionário ao gestor responsável pelos resíduos sólidos da cidade e na segunda visita dia 29/07/2009, foi realizada a localização do lixão e registros fotográficos.

De acordo com os dados obtidos pelo questionário, o município de Japaratuba tem um custo mensal com os serviços de limpeza pública de R\$ de R\$ 103.909,70 (Cento e três mil novecentos e nove reais e setenta centavos) .

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente é responsável pelos serviços executados. Sendo composta por mais de 40 (quarenta) pessoas envolvidas nos serviços de resíduos sólidos: coleta, transporte, limpeza urbana e destinação final do lixo. Contam também com 1 (um) Engenheiro e 1 (um) Tecnólogo da Área de Saneamento Ambiental que trabalham com o manejo dos RS do município.

O município cobra pelos serviços prestados, mas não proporciona nenhum programa de qualificação de pessoal, para área dos RS. Não possui documento específico sobre resíduos sólidos

como (Planos, projetos, programas ou documentos similares) nem Plano Diretor. Ainda não sofreu nenhuma sanção pelo Poder Público.

É importante salientar que o município não tem conhecimento de suas competências quanto aos resíduos sólidos nem de ações nesta área desenvolvidas por alguma instituição que atua no município.

2.1.2 Geração, Coleta e transporte dos resíduos

O município de Japaratuba gera um total de lixo diário de 24 toneladas. A Tabela 1, classifica a quantidade e o tipo de lixo gerado na cidade.

TIPO DE LIXO GERADO NO MUNICÍPIO	QUANTIDADE (t/dia)
Domiciliar	12,0
Comercial	Não especificado
Serviço de Saúde	Não especificado
Entulho	12,0
Limpeza de áreas públicas (varrição, feiras livres e outros)	Não Especificado
Total de lixo gerado	24,0

Tabela 1 – Classificação do lixo gerado em Japaratuba.

A coleta e transporte de lixo na cidade são executados por funcionários terceirizados, que coletam o lixo domiciliar, lixo proveniente de limpeza pública, de serviços de saúde e de feiras e praças. O veículo utilizado para a realização dos serviços é 1 (um) caminhão compactador. (ver Foto 1).



Foto 1 – Veículo da coleta

O lixo proveniente dos serviços de saúde são coletados em veículos destinados a coletar lixo comum, queimado a céu aberto e tem como destino aterros de terceiros.

Nas praças e ruas da cidade foram dispostos coletores pequenos e médios, para que os cidadãos acondicionem o lixo produzido.



Foto 2 – Coletores das praças

Na sede municipal a coleta é realizada três vezes por semana, o município cobra pelo serviço de coleta de lixo, a taxa é cobrada junto com o IPTU. O percentual aproximado da cobertura da coleta de lixo no município está entre os 50 a 75%. O município não realiza coleta seletiva.

2.1.3. Limpeza urbana

No município são realizados os serviços de limpeza urbana, que consiste na varrição de vias públicas, capina, e poda conforme descritos abaixo:

A varrição das vias públicas na sede do município é realizada três vezes por semana pelos funcionários terceirizados.



Foto 3 – Via Pública da cidade de Japaratuba

Os serviços de capina das vias públicas são realizados uma vez por mês. A capina é realizada de duas formas: manual e mecânica. O equipamento utilizado na capina mecânica é a roçadeira.

Os funcionários também fazem quando necessário e/ou solicitados a pintura de meio-fio, remoção de galhos e folhagens. O município não realiza serviço de limpeza de bueiros nem a retirada de animais mortos em vias públicas.

Vale ressaltar que, mesmo deixando de realizar algum tipo de serviço de limpeza, a cidade encontra-se em ótimo estado de conservação.

2.1.4 Potencial de riscos ambientais

Conforme o analisado em loco e baseado nos parâmetros adotados pelo Coordenador e orientadores do PGRS constata-se que o potencial de riscos ambientais dos lixões de Ilha das Flores é alto.

Tanto na sede quanto no Povoado Serrão comprova-se que os terrenos onde ficam alocados os lixões são desprovidos de infra-estruturas: não sendo cercados, possibilitando o livre acesso de animais e de catadores, apesar de no dia da visita não serem presenciados; não terem drenagem, viabilizando a contaminação do lençol freático e do aparecimento de poças d' água, contribuindo com a proliferação de vetores; a realização de recobrimento do lixo não é executada, com isso a exalação de odores é evidente favorecendo a contaminação do ar; próximo de lagoas e de áreas de cultivo agrícolas como: arroz e coco; possibilitando a contaminação das lagoas e das áreas de cultivo agrícolas; os resíduos de serviços de saúde que não são passíveis de nenhum tratamento, sendo somente enterrados, contribuindo ainda mais para a contaminação do solo e do lençol freático.

Então a associação desses fatores trazem vários riscos ao meio ambiente e conseqüentemente para a saúde pública.

2.1.5 Destinação final

No município existe um lixão em terreno a céu aberto, com uma distância aproximada de 5Km da sede do município.



Foto 4 – Lixão do Município de Japaratuba.

Todo o lixo coletado no município é disposto no lixão que é de propriedade particular e fica fora do perímetro urbano, próximo a áreas de proteção ambiental e áreas agrícolas.

Não existe tratamento de resíduos sólidos urbanos nem dos serviços de saúde, porém existe a separação do lixo, que é feita a aproximadamente 5 km de distância do lixão. Os resíduos coletados dos serviços de saúde são dispostos em aterros de terceiros e queimados a céu aberto.

No lixão não existe balança, o cálculo do volume de lixo produzido é feito empiricamente, pelo volume que os equipamentos comportam.

Os entulhos do resíduos sólidos da construção são dispostos no mesmo local dos demais tipos de lixo e não há fiscalização por parte da prefeitura sobre o entulho coletado por Empresas Privadas.

3. METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MUNICÍPIO

3.1.1 – Localização e Acesso

Distante à 54 Km da Capital Aracaju, com uma altitude de 13 metros e coordenadas geográficas de 10°25'27" de latitude sul e 36°56'33" de longitude oeste, Japarutuba está localizado no extremo nordeste do Estado de Sergipe, região do Baixo Rio São Francisco, limita-se a norte com os municípios de São Francisco, Japoatã e Pacatuba, a sul com Carmópolis, a oeste com Muribeca e Capela e a leste com Pirambu. (BOMFIM et al, 2002). O acesso a partir de Aracaju é feito pelas rodovias pavimentadas BR-235, BR-101, SE-204 (ver Figura 1), (BOMFIM et al, 2002).



Figura 1 – Localização do município
Fonte: BOMFIM et al, 2002

3.1.2 – Aspectos Sócioeconômicos

O município foi criado pela Lei Provincial nº 555 de 11/06/1859, possui uma população de 14.479 habitantes, sendo que 7.186 residentes na zona urbana e 7.293 na zona rural. A densidade demográfica é de 38,71 hab/km².

A infra-estrutura de serviços é considerada insatisfatória, com a população dispondo de empresa de transporte rodoviário interurbano, serviço de telefonia da TELEMAR, energia elétrica distribuída pela Distribuidora de energia S/A – Energisa.

O abastecimento de água é de responsabilidade da Companhia de Saneamento de Sergipe – DESO, com captação em rios e poços tubulares. O número de estabelecimentos ligados ao sistema é de 1.452, sendo 1.351 residenciais, 58 comerciais, 6 industriais e 37 do poder público. A sede municipal possui escoamento pluvial, e esgotamento sanitário, efetuado através de fossas sépticas e comuns, enquanto o lixo urbano é transportado em caminhão compactador e depositado em lixão a céu aberto.

As receitas do município provêm principalmente das atividades de mineração relacionada a exploração de petróleo, gás natural, sal gema e sais de potássio e magnésio. Na agricultura, destaca-se o cultivo de cana-de-açúcar, coco, mandioca e laranja. Os principais efetivos dos rebanhos são os bovinos, ovinos, equinos e suínos, enquanto os galináceos são o principal produto da avicultura.

O município conta com uma rede de 40 estabelecimentos ensino, sendo 12 pré-escolar, 27 no ensino do 1º grau e 1 do ensino médio, perfazendo um total de 5.288 alunos matriculados. A taxa de alfabetização da população em 1991 era de 62,35%, sendo que na faixa etária de 7 a 14 anos ela aumenta para 63,03%.

Na área de saúde, a população tem à sua disposição 1 hospital, 12 centros/postos de saúde e 3 estabelecimentos não discriminados. (SERGIPE.SEPLANTEC/SUPES, 1997/2000 apud BOMFIM et al, 2002).

3.1.3 – Aspectos Demográficos

A estimativa da população residente no município para 2009 é de 16.046 habitantes. O crescimento populacional do município está representado na Tabela 2 abaixo:

Pop. Anos	População Absoluta			População Relativa (%)			Crescimento Urbano
	Total	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Total	
1980	10.403	4.403	6.070	42,04	57,96	100	
1991	13.004	6.190	6.814	47,60	52,40	100	
2000	14.556	7.212	7.344	49,5	50,5	100	
2007	15.450	7.375	8.075	47,7	52,3	100	

Tabela 2. Crescimento Demográfico do Município de Japaratuba/SE.1970- 2007.

Fonte: Censo Demográfico, IBGE, 1980 – 2000. Contagem anual da população 2007.

3.1.4 – Aspectos Físicos-Ambientais

A área municipal apresenta clima do tipo megatérmico seco a sub-úmido, precipitação pluviométrica média anual de 1.628,8mm, temperatura média no ano de 25,3 °C e intervalo mais chuvoso entre março a agosto.

O relevo está representado pelas unidades geomorfológicas de planície litorânea, tabuleiro costeiro e superfície dos rios Cotinguiba-Sergipe-Japarutuba, e os relevos dissecados, com formas de colinas, cristas e interflúvios tabulares.

Os solos são dos tipos Podzólico Vermelho Amarelo, Aren quartzosos profundos e Aluviais Eutróficos e Distróficos, que fixam vegetação de Capoeira, Cerrado, Caatinga e vestígios de Mata (SERGIPE.SEPLANTEC/SUPES, 1997/2000).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 PROPOSIÇÕES E PRIORIDADE DE AÇÕES

Algumas ações importantes para uma gestão adequada dos resíduos sólidos não foram registradas pela análise feita no município como: a coleta seletiva que reduz a geração dos resíduos, o tratamento dos lixos, principalmente dos provenientes dos serviços de saúde, programas de capacitação do pessoal envolvidos com os resíduos, cadastramento de catadores de lixo.

No entanto, após análise da situação atual da gestão, tratamento e destinação final dos resíduos, fica evidente que o município deve agir urgentemente para a melhoria da gestão dos resíduos sólidos, com isso, as prioridades de ações sugeridas são as seguintes:

- Elaboração de um Plano de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos;
- Adequação de um local para a destinação dos resíduos;
- Implantação da Coleta Seletiva;
- Implantação de Educação Ambiental em todo o município;
- Cursos de capacitação para os profissionais envolvidos com o manejo dos resíduos;
- Implantação da compostagem;
- Curso de capacitação para os catadores de lixo.
- Criação de uma cooperativa.

Elaborando um plano de gerenciamento dos resíduos sólidos, o órgão responsável mostrará aos cidadãos que o município se preocupa com a saúde da população e com o meio em que vivem. Devendo nesse plano explicitar toda articulação empregada ao gerenciamento dos resíduos e ainda expor os horário de coleta e a forma de tratamento e destino final dos resíduos.

A destinação de todo o resíduo gerado em um local adequado, como um aterro sanitário, fará com que não ocorra a contaminação do solo, água, além de contribuir para a erradicação e /ou diminuição de proliferação de vetores.

A implantação da coleta seletiva além de diminuir o volume de resíduos para o aterro, gera empregos, favorece a conservação dos recursos naturais, pois há economia de matéria-prima e de energia, contribuirá também para aumentar o desenvolvimento econômico da cidade e consequentemente melhorar a condição de vida de seus habitantes, bem como auxiliará na preservação e conservação do meio ambiente.

Com a implantação da educação ambiental, os moradores terão conhecimento sobre o seu papel como gerador de lixo e dessa forma irão participar com mais afinco das questões relacionadas aos

resíduos sólidos. Além disso, a educação ambiental também é imprescindível para o sucesso da implantação da coleta seletiva.

Os cursos de capacitação para os funcionários trarão benefícios tanto para a comunidade quanto para os próprios funcionários, pois tendo conhecimento aprofundado sobre resíduos sólidos, eles irão tratá-los de acordo com as normas legais, garantindo o desenvolvimento sadio de seus trabalhos.

A compostagem, sendo implantada na cidade, irá trazer vários benefícios como: redução de lixo para o aterro, geração de empregos, redução da poluição ambiental e desenvolvimento econômico.

A criação de uma cooperativa e a disponibilização de cursos para a capacitação dos catadores existentes no lixão, viabilizará uma renda para eles e fará com que tenham uma perspectiva de melhoria de vida.

A aplicação dessas medidas prioritárias irá proporcionar melhores condições sócio-econômicas e ambientais para a sede municipal de Japaratuba e gradativamente, para os povoados que integram o território do município, propiciando o que se pode intitular, genericamente, de “desenvolvimento ecologicamente correto”.

5. CONCLUSÃO

Gerenciar os resíduos sólidos urbanos de maneira adequada é imprescindível para evitar ou minimizar os problemas causados à saúde da população e ao meio ambiente, como também manter aspectos estéticos e de bem estar social para a população, contribuindo para um desenvolvimento sustentável.

De acordo com a análise realizada no município de Japaratuba, conforme exposto anteriormente, fica evidente que o município necessita urgentemente de melhorias no precário gerenciamento dado aos resíduos sólidos. Assim como na maioria dos municípios brasileiros, a gestão empregada em Japaratuba é composta somente pela coleta, varrição e destino final, havendo somente a separação do lixo, depois de ser depositado em local não apropriado – um terreno a céu aberto, próximo a área de cultivos agrícolas e área de preservação ambiental, favorecendo a contaminação do lençol freático, solo e a saúde da população. A atitude mais adequada para a destinação final do lixo seria primeiro tratá-lo e depois depositá-lo em local apropriado como por exemplo um aterro sanitário, construído conforme os parâmetros legais, ou seja, sendo impermeabilizado para que não ocorra a contaminação do solo; com sistema de drenagem do chorume para não contaminar os lençóis freáticos e canalização dos gases gerados para não poluir a atmosfera ou ocasionar explosões. Os resíduos podem ainda, ser depositados em unidades de tratamento como miniaterros, aterro controlado e outros similares, para extinguir ou ao menos minimizar os efeitos nocivos que os resíduos sólidos causam ao meio ambiente e aos seus componentes.

Essas considerações visam contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas para o município de Japaratuba, com o intuito de promover a gestão adequada dos RS e alcançar resultados positivos como a implementação do saneamento ambiental, ainda precário na cidade, garantido o seu desenvolvimento socioeconômico de maneira sustentável, visando sobretudo a conservação do meio ambiente.

Apesar das péssimas condições no tocante ao gerenciamento de resíduos sólidos em Japaratuba, foi possível observar que a cidade é extremamente limpa e organizada.

REFERÊNCIAS

BOMFIM, L. F. C; COSTA, I. V. G. da e BENVENUTI, S. M. P. **Projeto Cadastro da Infra-Estrutura Hídrica do Nordeste: Estado de Sergipe. Diagnóstico do Município de Pirambu..** – Aracaju: CPRM, 2002.

MONTEIRO, J. H. Penido et al.Coordenação técnica Victor Zular Zveibil. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA

www.ibge.com.br, acesso dia 14 de agosto de 2009.

SERGIPE. SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO E DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA SEPLANTEC. SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS E PESQUISAS-SUPES. **Perfis Municipais:Aracaju**, 1997. 75v.

SERGIPE. SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO E DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA SEPLANTEC. SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS E PESQUISAS-SUPES. **Informes Municipais: Aracaju**, 2000. 75v.

EFICIÊNCIA NA REMOÇÃO DE SÓLIDOS E MATÉRIA ORGÂNICA DE DUAS CONFIGURAÇÕES DE SISTEMAS UASB EM ESCALA EXPERIMENTAL

M. E. R. Costa¹; B. G. Lima²; F. P. Lima³; E. V. M. Santos⁴ e H. A. S. Filho⁵

^{1, 2, 3, 4 e 5} Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia– Campus Limoeiro do Norte

maria.elinalda@gmail.com – brunaafce@hotmail.com - socorrop780@gmail.com - elivania.ifce@yahoo.com.br - heraldo.ifce@yahoo.com.br

RESUMO

Nos anos após o desenvolvimento dos sistemas de segunda geração o digestor anaeróbico de fluxo ascendente, UASB, tem se destacado por ser muito mais aplicado que os outros. O reator Uasb em sua coluna ascendente consiste de um leito de lodo, *sludgebed*, uma zona de sedimentação, *sludgeblanket*, e o separador de fase, *gas-solidseparator* - GSS (Narnoli e Mehrotra, 1996). Este separador de fases, um dispositivo característico do reator (van Haandel e Lettinga, 1994), tem a finalidade de dividir a zona de digestão (parte inferior), onde se encontra a manta de lodo responsável pela digestão anaeróbia, e a zona de sedimentação (parte superior). A água residuária, que segue uma trajetória ascendente dentro do reator, desde a sua parte mais baixa, atravessa a zona de digestão escoando a seguir pelas passagens do separador de fases e alcançando a zona de sedimentação. O presente trabalho apresenta os resultados de um estudo exploratório do sistema de tratamento de esgoto através de duas configurações UASB, uma em forma de “Y” e outra em formato de “K”, em escala experimental, quando submetido à comparação na remoção de sólidos e matéria orgânica em termos de demanda química de oxigênio (DQO). Os estudos vêm sendo acompanhados há 1 ano e 3 meses aproximadamente, tendo sido analisadas amostras compostas a partir de coletas simples feitas 2 vezes por semana. Durante esse período foram realizadas as análises de DQO e sólidos em suspensão (SS) para a comparação da eficiência de ambos os sistemas. Com os resultados das análises realizadas a partir das coletas dos dois tipos de reatores pode-se observar que os sistemas ainda se encontram em fase de partida obtendo um bom resultado nas análises realizadas.

Palavras-chave: Tratamento Anaeróbico de Esgoto, Águas Residuais e Reatores UASB.

1. INTRODUÇÃO

A crescente degradação da qualidade e o uso de forma exagerada dos recursos hídricos podem ser observados pela falta de planejamento na utilização dos diversos usos da água e, sobretudo, pela falta de tratamento dos esgotos gerados depois que aquela água foi utilizada para algum fim. É de senso comum que a água utilizada vira esgoto e que este tem que ter um tratamento prévio antes de ser lançado no corpo receptor. O problema se caracteriza principalmente na ineficiência dos sistemas instalados atualmente para promover esse tratamento, ou em cenário mais agravante, a falta desses sistemas.

A Resolução Nº 357 de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), além de enquadrar os corpos de água nacionais superficiais em três grandes classes (águas doces, salinas e salobras), ainda definem padrões máximos que são permitidos para o lançamento de efluentes. Essa resolução, no Art. 32, §1º, estabelece que o lançamento de efluentes em corpos receptores deve atender simultaneamente às condições e padrões de lançamento de efluentes, não ocasionando a ultrapassagem das condições e padrões de qualidade da água estabelecidos para as respectivas classes.

No Brasil, principalmente nas cidades de pequeno porte, pode-se observar que a falta de saneamento básico é preocupante e que as instalações feitas para o tratamento de esgoto não estão dentro dos padrões exigidos pelas legislações vigentes. A falta de uma estação de tratamento de esgotos (ETE) traz vários problemas de saúde para a população uma vez que os próprios moradores constroem suas próprias “fossas sépticas”, que nada mais é que uma vala escavada no chão sem nenhum tipo de revestimento, como mostra a (Ver Figura 01).

Desse modo o lençol freático pode ser contaminado, além dos rios e lagos que estiverem nas proximidades, plantas frutíferas entre outros. Como se pode ver através da figura são deixados espaços propositalmente com o intuito de não precisar se fazer um acompanhamento e manutenção, como por exemplo, esgotamento quando este estiver cheio.



Figura 01- Concepção mais difundida no interior do Estado como sendo a “fossa séptica” ou Decanto Digestor.

Com essa tecnologia só se remove sólidos sedimentáveis, atingindo apenas o nível primário do tratamento de esgotos. Em contraste, em reatores de manta de lodo com fluxo ascendente (Upflow Anaerobic Sludge Blanket - UASB), o esgoto passa em direção ascensional através da camada de lodo e por isso há a remoção também do material não sedimentável, atingindo satisfatoriamente nível secundário de tratamento, tendo uma remoção em média de 65 a 75%,

O principal objetivo desse trabalho é fazer uma comparação entre os dois tipos de sistemas e assim comprovar se há realmente uma melhor eficiência em um sistema do tipo “K” por ter mais defletores e teoricamente reter mais sólidos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA OU FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Chernicharo (1997), a denominação de alguns tipos de reatores no Brasil, notadamente os de manta de lodo, é sem dúvida bastante difusa. Esses reatores que tiveram sua versão mais aperfeiçoada tiveram origem na Holanda na década de setenta, após trabalhos desenvolvidos pela equipe do Prof. Gatzeltinga, na Universidade de Wageningen, foram denominados de reatores Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactors (UASB). Na tradução para português, os mesmos deveriam ser denominados Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo.

Segundo Pessoa e Jordão (2009) no início a tecnologia de reatores anaeróbios era usada exclusivamente a esgotos com alta taxa de DQO ou DBO, como é o caso de despejos industriais específicos. Esgotos domésticos com baixa concentração de matéria orgânica só vieram a ter este processo aplicado com êxito a partir da metade da década de noventa.

Os reatores UASB convencionais se aplicam a grandes vazões, enquanto o “Y” deve ser aplicado para pequenas vazões, sendo adequado para substituir com grandes vantagens, o tanque séptico em unidades uni familiares (Cavalcante 2009).

A concentração de biomassa no reator é bastante elevada (em geral 40g SSV/L) e, por isso, o volume requerido, para as unidades, é bem reduzido quando comparado a outros exemplos de tratamento.

Além disso, a produção de lodo é pequena e este possui elevado grau de estabilização (VON SPERLING, 2005). A parte inferior do reator denomina-se leito de lodo, que se caracteriza pelo adensamento de biomassa. Acima do leito de lodo encontra-se uma zona de lodo mais dispersa denominada manta de lodo, em que os sólidos possuem velocidades de sedimentação mais baixas. A concentração do lodo nessa zona usualmente varia entre 1,5 e 4% (CHERNICHARO et al., 1997).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa está sendo realizada no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Limoeiro do Norte, IFCE-LN, com o apoio do Laboratório de Controle Ambiental, LCA para serem realizadas as análises físico-químicas.

O modelo em forma de “Y” já é utilizado no mercado, o outro em forma de “K” consiste em um aperfeiçoamento do modelo usual na retenção de sólidos e remoção de material orgânico, uma vez que por possuir dois defletores possa desempenhar o trabalho com mais eficiência.

Estes reatores operaram com um Tempo de Detenção Hidráulica (TDH) de 0,8 dias, o reator em forma de “K” e o em forma de “Y” com TDH de 0,4 dias, com vazão de aproximadamente 48 L/d. Para a alimentação dos UASBs é colocado todos os dias água residuária oriunda de um tanque reservatório (Ver Figura 01) que fica localizado em um espaço para este tipo de atividade no IFCE. Este esgoto é levado diariamente até o reator com um auxílio de uma bomba como mostra a (Ver Figura 02), que bombeia o esgoto do reservatório e por meio de umas instalações hidráulicas adaptadas, alimenta os reatores. A bomba é revestida com uma tela (rede de proteção) de espaçamento de 1 mm para garantir maior segurança na hora de bombear o esgoto, evitando entupimento com os sólidos mais grosseiros.

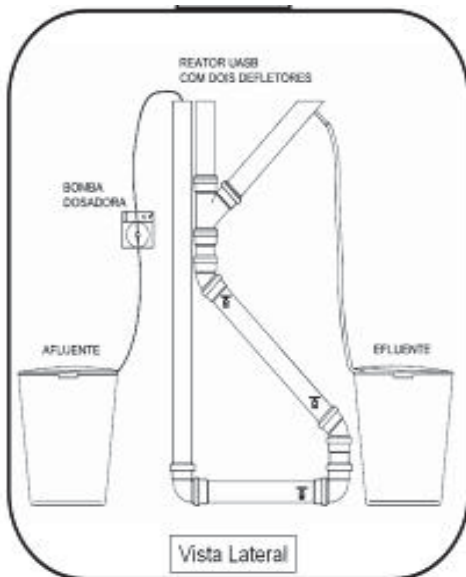


Figura 02- Tanque reservatório do esgoto proveniente de dois banheiros do IFCE-LN.



Figura 03- Bomba de sucção para alimentação dos sistemas e tela protetora.

O sistema anaeróbio “K” constituía-se por um reator UASB, em escala laboratorial com volume 41L construído com tubos e conexões de PVC, diâmetro de 100 mm e altura de 1,70cm, tendo uma alimentação do sistema que se dá de forma ascendente através de um dispositivo acoplado paralelamente ao reator e de mesma altura, que facilitava assim o equilíbrio hidráulico e evitava transbordo pela saída ou pela abertura da liberação dos gases. Nas **Figuras 04 e 05** pode-se perceber o sistema com dois defletores.



Figuras 04- Vista lateral do sistema em projeto



Figuras 05- Vista lateral do sistema em campo

Na **Tabela 01** podem-se observar as características com mais clareza do sistema em formato de “K”.

Tabela 01- Características do sistema “K”.

Característica	Reator K
Alturacorpocilíndrico(m)	1,70
Diâmetrocorpocilíndrico (mm)	100 mm
Volume total (L)	41 litros
Comprimento do defletor superior	80 cm
Comprimento do defletor inferior	1m
Vazão (L/d)	48 a 50 L/dia

O sistema “Y” também foi constituído de tubos de PVC, com volume menor que o sistema anterior, as medidas podem ser vistas na **Tabela 02**. Todavia, o volume útil dos dois sistemas era similar.

Tabela 02: Características do sistema “Y”.

TDH	10 horas
Vazão	48 L/D
Volume Total	24 L
Tamanho do Reator	2,17 m
Diâmetro	9 cm
Temperatura	32 °C
Comprimento do defletor	83 cm

Nas **Figuras 06 e 07** pode ser vista a configuração em projeto, ou seja, na proposta e a outra o sistema já montado e sendo operado.

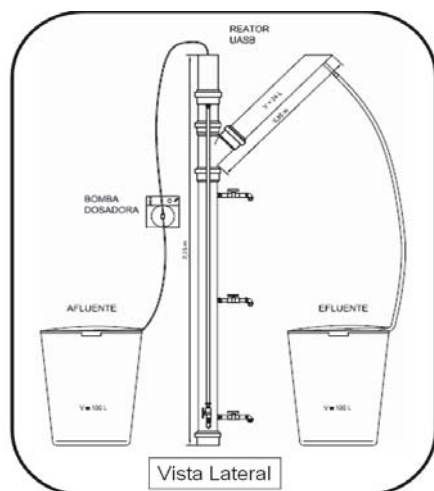


Figura 06- Vista lateral do sistema em projeto **Figura 07-** Vista lateral do sistema em campo

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS E DISCUSSÃO

A diferença de eficiência nos efluentes de ambas as configurações de reatores operadas foram mínimas podendo identificar que ambos tem um bom funcionamento quanto ao parâmetro DQO mg/L. Os sistemas tem tempo de operação diferentes, o sistema “Y” tem um tempo de operação de 510 dias, já o sistema “K” 383 dias, interferindo assim nos resultados, pois o sistema “K” tem um tempo menor de partida influenciando assim nos resultados.

Diante das frações de sólidos, os reatores mantiveram resultados de eficiência parecidos mostrando pouca diferença com relação ao Y que removeu um pouco mais de sólidos do que o sistema em forma de K.

Os resultados expressos nas **Tabelas 03 e 04** são os valores médios, coeficiente de variação, desvio padrão, máximo, mínimo e amplitude das amostras coletadas das duas configurações dos sistemas UASB sendo coletado 2 vezes por semanas. Pode-se observar um melhor resultado na análise de DQO no sistema Y e quanto às frações de sólidos não tiveram resultados muito diferentes.

Tabela 03-Resultado de DQOmg/L dos sistemas.

	EsgotoBruto (mg/L)	Reator “K”(mg/L)	Reator “Y”(mg/L)
Média	272,56	87,7	104,81
C.V	0,71	0,60	0,65
D.P	193,39	50,75	67,96
MAX	1030,03	181,5	315,79
MÍN	72	3,7	29,41
AMP	958,3	177,8	286,38

Tabela 04- Resultados das frações de sólidos (mg/L).

	ESGOTO BRUTO			REATOR “K”			REATOR “Y”			A
	S.S.T (mg/L)	S.S.V (mg/L)	S.S.F (mg/L)	S.S.T (mg/L)	S.S.V(mg/L)	S.S.F (mg/L)	S.S.T (mg/L)	S.S.V (mg/L)	S.S.F (mg/L)	
MÉDIA	159,2	110,7	48,5	116,17	73,75	47,33	120,16	53,64	64,32	DQO manteve-se com uma média de 87,7 mg/L
C.V	0,64	0,76	0,67	0,66	0,79	0,80	1,41	1,03	1,94	
D.P	101,87	84,08	32,62	76,79	58,30	37,73	169,11	55,08	124,09	
MAX	401	308	101	290	182	109	911	263	648	
MIN	36	15	7	4	0	0	4	0	0	
AMP	365	293	94	285	182	109	907	263	648	

no sistema K e 104,81 mg/L no sistema Y mostrando assim uma melhor eficiência no sistema em forma de K. Quanto as frações de sólidos SST o reator K teve uma média de 116,17 mg/L e o reator Y 120,16mg/L sendo mais eficiente no sistema K, quanto aos SSV o reator K teve uma remoção média de 73,75 e no sistema Y de 53,64 mostrando assim uma melhor eficiência no reator Y e quanto aos SSF o reator K obteve 47,33 e o sistema Y 64,32. A seguir a Figura 8 mostra a remoção de DQO (mg/L) dos sistemas através do gráfico.

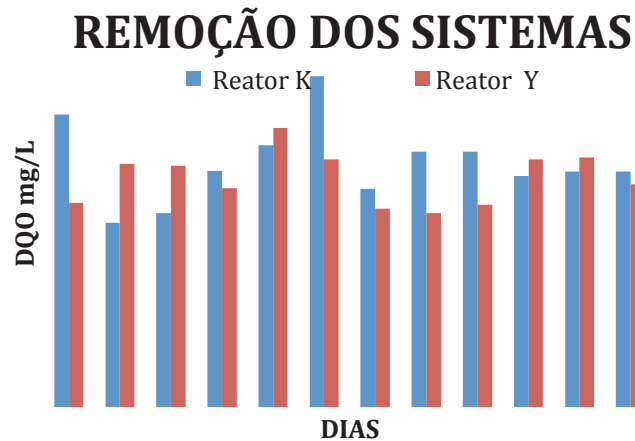


Figura 8- Remoção de DQO dos sistemas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os processos anaeróbios de tratamento mais difundido, como os reatores UASB, apresentam boa remoção de matéria orgânica biodegradável a custos atraentes. Os resultados obtidos diante do acompanhamento dos sistemas feito através das análises de DQO e frações de sólidos, mostra que os reatores estão bem estabilizados e com um bom funcionamento, mostrando assim sua eficiência como tratamento de esgotos domésticos e como é fácil de manutenção e operação e tem um ótimo resultado. Havendo apenas uma pequena variação quanto à eficiência das diferentes configurações sendo o sistema K que pode se atribuir a um defletor a mais que o sistema em formato de Y responsável por resultados melhores. Em relação à utilização do reator UASB para o tratamento de efluente de origem doméstica, tendo como características principais a baixa concentração de matéria orgânica, foi possível verificar que é de fácil construção e manutenção. Porém, essas observações, foram definidas ao sistema montando sob influência de fatores ambientais favoráveis, como pH e alcalinidade estáveis e, temperatura compatível com a estabilidade dentro da faixa ótima para bactérias metanogênicas. O funcionamento do sistema de tratamento com reator anaeróbio de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB) mostrou-se estável, e com boas condições com relação ao pH, alcalinidade e temperatura, fatores estes, essenciais a manutenção de uma boa qualidade do lodo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA - Resolução N^o357 de 17 de março de 2005, Classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília Seção 1, pp. 58-63, 2005.

CHERNICHARO, C. A. L. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. v 5. 10. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 1997.

CAVALCANTI, P. F. F. **Aplicação de Reatores UASB e Lagoas de Polimento no Tratamento de Esgoto doméstico**. 1^o ed. Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, 2009.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. v. 1. 3. ed. Belo Horizonte, Minas Gerais: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 2005.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa PIBITI/IFCE e ao Laboratório de Controle Ambiental (LCA) do IFCE, Campus Limoeiro do Norte.

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO PERNADA: SISTEMA MODELO DA AMAZÔNIA LEGAL

F. M. RODRIGUES¹ e L. G. S. M RODRIGUES²

¹Instituto Federal do Tocantins - Campus Paraíso do Tocantins e ²Instituto Federal do Tocantins - Campus Paraíso do Tocantins

fernandomorais@ifto.edu.br – lilianegarcia@ifto.edu.br

RESUMO

O presente artigo apresenta o Sistema de Tratamento de Esgoto Sanitário localizada no município de Paraíso do Tocantins-TO através das unidades de tratamento da ETE Pernada. Onde foram necessários realizar diagnóstico de campo e entrevistas, que foram bastantes significativos para a obtenção dos resultados. Após a tabulação dos dados obtidos através da metodologia empregada pode-se observar a eficiência no tratamento de águas servidas que chegam a ETE Pernada. O efluente que chega na estação passa por quatro unidades de tratamento antes de ser disposto no Córrego de mesmo nome da ETE.

Palavras-chave: efluentes, unidades, caracterização e ambiente.

1. INTRODUÇÃO

Os esgotos constituem nas águas servidas pelos domicílios e das indústrias das quais possuem características poluentes, que dependendo da sua composição podem causar doenças e danos ambientais, além de infringir as normativas pertinentes.

Segundo a Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo-CETESB (1988), a falta de tratamento dos esgotos e condições adequadas de saneamento pode contribuir para a proliferação de inúmeras doenças parasitárias e infecciosas além da degradação do corpo da água. A disposição adequada dos esgotos é essencial para a proteção da saúde pública.

Aproximadamente, cinquenta tipos de infecções podem ser transmitidos de uma pessoa doente para uma sadia por diferentes caminhos, envolvendo os excretos humanos. Os esgotos, ou excretas, podem contaminar a água, o alimento, os utensílios domésticos, as mãos, o solo ou ser transportados por moscas, baratas e roedores, resultando em novas infecções.

Nesse sentido, para minimizar essas situações existem dispositivos tecnológicos que contribuem para a solução desses problemas, que para tal temos as Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) que, no Brasil, se designa oficialmente também por Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), a qual possui uma infraestrutura que trata as águas residuais de origem doméstica e/ou industrial, comumente chamadas de esgoto sanitários ou despejos industriais, para depois serem escoadas para o mar ou rio com um nível de poluição aceitável (ou então, serem "reutilizadas" para usos domésticos), através de um emissário, conforme a legislação vigente para o meio ambiente receptor.

No Estado do Tocantins o serviço de Tratamento de Esgoto Sanitário é de responsabilidade da Companhia de Saneamento do Tocantins-SANEATINS.

A SANEATINS foi criada em 25 de abril de 1989, resultante do desmembramento da Companhia de Saneamento de Goiás-SANEAGRO, que ocorreu com o advento da criação do Estado do Tocantins (SANEATINS, 2010).

O sistema de esgotamento sanitário já esta presente nos municípios de Gurupi, Porto Nacional, Paraíso, Guaraí, Colinas, Araguaína e Palmas (SANEATINS, 2010).

No Tocantins, 100% do esgoto coletado é tratado; uma demonstração do compromisso da SANEATINS com o meio ambiente e com a qualidade de vida. Atualmente, a empresa faz chegar água tratada a mais de 346.357 unidades consumidoras, o que representa um abastecimento de 96,92% da população, distribuídos num universo de 125 municípios tocantinenses e um paraense (SANEATINS, 2010).

Quanto ao esgoto, a SANEATINS conseguiu superar sua meta e já faz a coleta e o tratamento dos resíduos de esgoto de mais de 49,5 mil residências, devendo chegar em 2015, com um atendimento em torno de 60% da população urbana do Estado (SANEATINS, 2010).

Localizado na região centro oeste do Estado do Tocantins, Paraíso do Tocantins, possui uma área de 1.297 Km², e está distante da capital Palmas em Palmas: 63 km, e segundo IBGE (2010) sua população é de 44.310 habitantes (TOCANTINS, 2010).

A história do município começou no em 1958, com a construção de acampamento para abrigar os operários que construam a rodovia BR-153 ou conhecida como Belém-Brasília. A escolha do local se deveu à beleza cênica, composta por córregos, vegetação densa, clima agradável e o encanto da Serra do Estrondo, além disso sua economia está baseada na agropecuária (TOCANTINS, 2010).

No que se diz a respeito dos serviços de saneamento no município de Paraíso, parte são realizados pelo gestor municipal (resíduos sólidos), água e esgoto pela SANEATINS. Todo esgoto que é coletado em Paraíso é tratado pela ETE Pernada, que possui um Sistema de Tratamento em até nível Terciário, ou seja, abrange a remoção de nitrogênio e fósforo.

Nesse contexto, e considerando as afirmações acima, o presente trabalho tem por objetivo apresentar o Sistema de Tratamento de Esgoto Sanitário do município de Paraíso do Tocantins-TO através das unidades de Tratamento da ETE Pernada.

2. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

2.1. Localização da área de estudo

A sede da ETE Pernada está localizada No perímetro urbano do município de Paraíso do Tocantins na região centro oeste do Estado do Tocantins, com as coordenadas UTM de 729657 sul e 8874344 oeste, com área de 48.400m², Figuras 01 e 02.



Figura 01- Mapa da ETE Pernada, localizada no município de Paraíso do Tocantins-TO. Fonte: Google Earth, 2010.

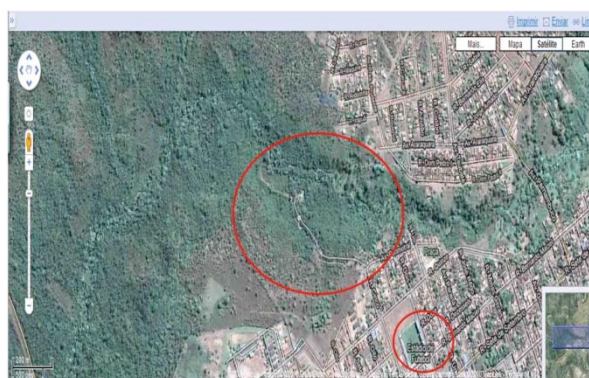


Figura 02- Localização da ETE Pernada, Paraíso do Tocantins-TO. Fonte: Google Earth, 2010.



Figura 03- Acesso a ETE Pernada, Paraíso do Tocantins-TO., Fonte: Google Earth, 2010.

O acesso da ETE Pernada se dá pela rua 04, nas proximidades do Estádio Pereirão, conforme a Figura 03.

2.2. Geração de Efluente

De acordo com dados históricos, no dia Cinco (05) de janeiro do ano de dois mil e nove (2009) a ETE Pernada foi inaugurada, porém a mesma entrou em operação a partir do dia Dezoito (18) de fevereiro de dois mil e nove (2009), ou seja, com entrada e tratamento de efluente sanitário.

Segundo informações da SANEATINS, a rede coletora interligada à ETE Pernada está inserida no setor Oeste de Paraíso do Tocantins-TO, em aproximadamente 1.200 ligações ou 6.000 habitantes.

Ainda a mesma, sofrerá ampliação no número de residências assistidas, quando a rede coletora de outros bairros estiver concluída (previsão 2011, Fonte: SANEATINS, 2010).

Além disso, a mesma recebe a descarga dos caminhões limpa fossas que descartam os efluentes gerados nos domicílios que não são ligadas a rede de esgoto e necessitam ser de esgotadas.

A SANEATINS cobra a taxa de 80% sobre o valor da conta de água para oferecer o serviço do tratamento do esgoto sanitário aos usuários que estão ligados a rede coletora.

2.3. Caracterização da ETE Pernada

Pode-se verificar que, a ETE Pernada possui um sistema que apresentam as unidades de tratamento: Preliminar, Primário, Secundário e Terciário (Figura 04).

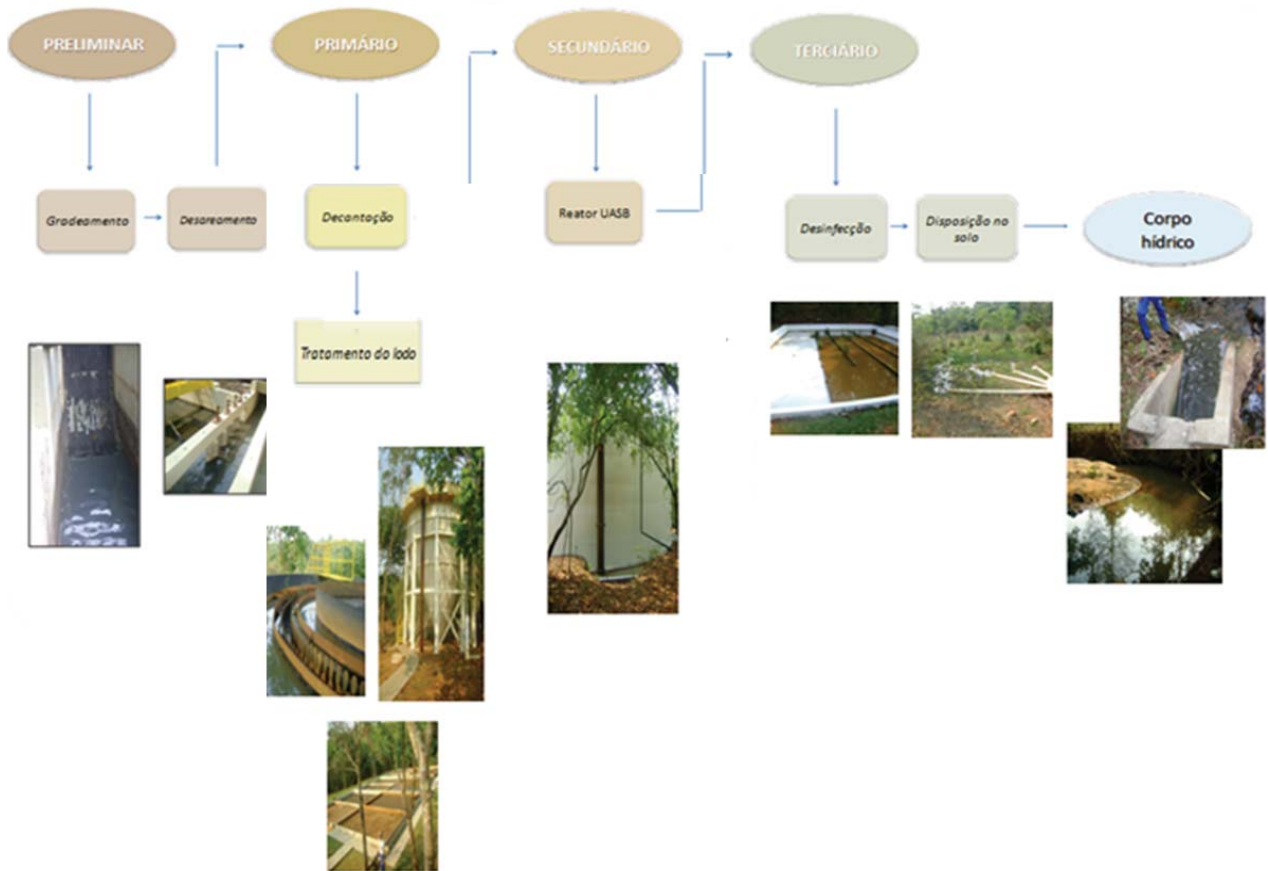


Figura 04- Unidades de Tratamento, ETE Pernada, Paraíso do Tocantins-TO.

2.3.1. Tratamento Preliminar

O Tratamento Preliminar da ETE Pernada são constituídas pelas unidades de gradeamento (Figura05) e desareamento (Figura 06).

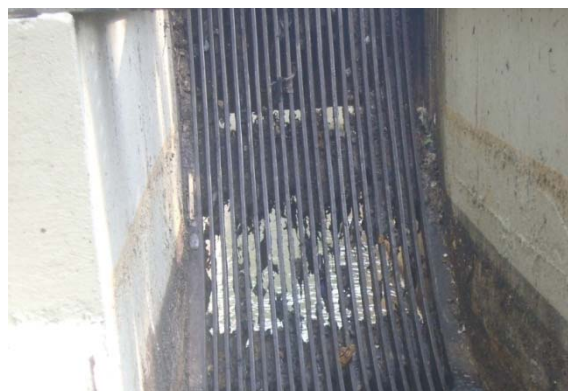


Figura 05- Gradeamento, ETE Pernada, Paraíso do Tocantins-TO.



Figura 06- Desarenador, ETE Pernada, Paraíso do Tocantins-TO.

O Tratamento Preliminar deve permitir o escoamento dos esgotos sem materiais grosseiros e areia, porem para que essa etapa seja executada com sucesso é necessário que haja o gradeamento e desareamento do mesmo como visto nas Figuras 05 e 06.

Verifica-se a Tabela 01, que trata das unidades inseridas no Tratamento Preliminar, bem como os dispositivos e processos de tratamento.

Tabela 01- Dispositivos do Tratamento Preliminar, ETE Pernada, Paraíso do Tocantins-TO.

Unidade	O que faz?	Dispositivo
Gradeamento	Remove sólidos grosseiros	Grade mecanizada
Desareamento	Remove sólidos sedimentáveis, graxas, óleos e gorduras	Caixa de areia

2.3.2. Tratamento Primário

As unidades de Tratamento Primário da ETE Pernada é constituído pelo floccodecantador (Figura 07).



Figura 07 - Floccodecantador da ETE Pernada, Paraíso do Tocantins-TO.

Após Tratamento Secundário, o esgoto contém sólidos dissolvidos e finos sólidos suspensos que não decantam então o mesmo é encaminhado até o floccodecantador onde é adicionado o Cloreto Férrico, que permite que ocorra a floculação desse material e posteriormente a decantação do mesmo.

A Tabela 02 trata da unidade inserida no Tratamento Secundário, bem como o dispositivo e processo de tratamento realizados pelo o mesmo.

Tabela 02- Dispositivos empregados no Tratamento Secundário da ETE Pernada, Paraíso do Tocantins-TO.

Unidade	O que faz?	Dispositivo
Floccodecantador	Remove sólidos suspensos	Floccodecantador

2.3.3. Tratamento Secundário

Já o Tratamento Secundário é caracterizado pela decomposição da matéria orgânica, que ocorre dentro do Reator UASB (cuja sigla em língua inglesa significa *Upflow anaerobic sludge blanke*, e que em português significa *Digestor Anaeróbio de Fluxo Ascendente*), Figura 08.



Figura 08- Reator UASB da ETE Pernada, de Paraíso do Tocantins-TO.

E que para tal as bactérias anaeróbias que se alimentam da matéria orgânica suspensa. Esse grupo de organismos desempenham papel fundamental na redução da matéria orgânica sólida de até 90%, sendo que o resultado das reações bioquímicas desempenhadas por esse grupo de bactérias durante o processo de oxidação da matéria orgânica está a geração de gases como o metano (CH₄) e gás carbônico (CO₂).

Tabela 03 - Dispositivo empregado no Tratamento Secundário da ETE Pernada, Paraíso do Tocantins-TO.

Unidade	O que faz?	Dispositivo
---------	------------	-------------

Tratamento anaeróbio

Remove matéria orgânica: suspensa

Reator UASB

2.3.4. Tratamento Terciário

A unidade de Tratamento Terciário da ETE Pernada constituem-se da desinfecção (Figura 09) e disposição no solo (Figura 10).



Figura 09- Tanque de Desinfecção, ETE Pernada, Paraíso do Tocantins-TO.



Figura 10- Disposição no Solo da ETE Pernada, Paraíso do Tocantins-TO.

Logo após o Tratamento Secundário, o esgoto passa para o tanque de desinfecção que tem por objetivo eliminar agentes biológicos e patogênicos, e para tal tratamento o composto químico utilizado é o hipoclorito de cálcio.

Posteriormente o esgoto é lançado no sobre solo que é previamente construído por meios filtrantes (areia, brita, e membrana de polietileno) que funciona como um meio filtrante para reter com uma eficiência de 96% os nutrientes presentes no esgoto, os outros 4% são autodepurados pelo corpo receptor, nesse caso o Córrego Pernada.

Considerando a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente-CONAMA n.º 357 de 2005, o Córrego Pernada está classificado como manancial de Classe 2.

Nesse contexto, a Tabela 04, apresenta unidades inseridas no Tratamento Terciário, e os respectivos dispositivos e processos de tratamento.

Tabela 04- Dispositivos empregados no Tratamento Terciário ETE Pernada, Paraíso do Tocantins-TO.

Unidade	O que faz?	Dispositivo
Desinfecção	Eliminar agentes biológicos	Tanque de desinfecção
Disposição no solo	Remover nutrientes: fósforo e nitrogênio	Meio filtrante: solo; brita e membrana de polietileno

3. METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido na Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário Pernada da SANEATINS, durante o período de agosto à novembro de 2010.

Para alcançar o objetivo proposto foram realizados *in loco* e entrevista aleatória com a equipe da SANEATINS. Foram utilizados: máquina fotográfica e sistema de posicionamento global (GPS) para levantamento de campo.

Os dados obtidos foram sistematizados e estruturados em acervo documental, do qual foi gerado o artigo ora apresentado.

4. CONCLUSÕES

Diante do trabalho realizado conclui-se que:

- o Sistema de Tratamento da ETE Pernada da SANEATINS apresenta os três níveis de tratamento;
- a técnica empregada no nível terciário (disposição no solo) destaca-se no contexto do Estado do Tocantins, bem como em outras localidades da Amazônia Legal, pois as outras estações de tratamento existentes não possuem esse nível de tratamento nos efluentes ou operam de forma ineficiente;
- recomenda-se a continuidade dos estudos no que tange aos dados quantitativos dos dispositivos ora apresentados, por meio de parâmetros analíticos e respectiva comparações com dados obtidos em outras ETE's, pois este artigo apresentou dados qualitativos do empreendimento.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT. **NBR: 9648**. 1986. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/> ABNT Acessado em: 20/08/2010.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO TOCANTINS, SANEATINS. Histórico. Disponível em: <http://www.saneatins.com.br/site.do?idArtigo=7>. Acessado em: 20 de Out. de 2010.

GOOGLE. **Google Earth**: Paraíso do Tocantins-TO. EUA: Google, 2010.

PHILIPPI JÚNIOR, A. **Saneamento, Saúde e Ambiente**: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri, SP: Manole, 2005.

NUVOLARI, A. **Esgoto Sanitário**: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. São Paulo: Blucher, 2003.

COMPANHIA DE TRATAMENTO SANEAMENTO DO ESTADO DE SÃO PAULO, CETESB. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/> CETESB. **Licenciamento Ambiental**. São Paulo, 2001. Acessado em: 29/09/2010

TOCANTINS, Governo do Estado. **Dados do município de Paraíso**. Disponível em: <http://www.to.gov.br/tocantins/paraíso-do-tocantins/926>. Acessado em: 20 de Out. de 2010.

ESTRUTURA SANITÁRIA EM BAIROS DE UM MUNICÍPIO DO CARIRI CEARENSE

M. P. C. Iacy¹, P. B. Z. Ana², P. M. G. Joana², Q. L. Jefferson², T. C. S. Yannice²

^{1,2}Instituto Federal do Ceará - Campus Juazeiro do Norte
iacy_castro@yahoo.com.br

RESUMO

O município de Juazeiro do Norte possui apenas 38,63% do seu território coberto pelo esgotamento sanitário IPECE (2009) sendo obrigado a destinar seus despejos sanitários e domésticos em fossas e tanques sépticos, devido a ausência de saneamento. A utilização desses sistemas oferece grande risco de poluição do lençol freático, uma vez que as fossas infiltram os esgotos diretamente no solo sem este ter sofrido um processo de digestão anaeróbio. Diante desta problemática, avaliaram-se quais os meios de disposição mais utilizados pela população do município, procurando classificar os tipos de sistemas e retratar suas estruturas e materiais de construção. A pesquisa foi desenvolvida em duas etapas, em que na primeira foram levantadas informações a cerca de dados de saneamento da cidade de Juazeiro do Norte junto aos órgãos responsáveis por tais, de forma que se puderam classificar os bairros de acordo com a sua situação sanitária. Posteriormente visitas de campo foram realizadas nos bairros Betolândia, Santa Tereza e Antônio Vieira, selecionados aleatoriamente para início do projeto de pesquisa. Foram aplicados questionários enfocando informações sobre as condições socioeconômicas e sobre a caracterização estrutural do sistema de disposição como o material de construção e classificação como fossa ou tanque séptico, frequência de esgotamento e distância de poços ou fonte de abastecimento. A predominância dos sistemas se deu por fossas construídas com fundo de areia e material de manilha pré-moldada ou tijolos de 8 furos, dispostos perpendicularmente ao solo, além disso 74% da população do bairro estudado mostrou-se condicionada a direcionar apenas os efluentes sanitários para as fossas, e as águas cinzas ou servidas são lançadas diretamente nas vias públicas sendo transportadas pelas sarjetas, revelando-se uma prática perigosa para a própria população pois, doenças de veiculação hídrica como verminoses e gastroenterites são comumente transmitidas por esses efluentes. Por consequência deste fato, a baixa frequência de esgotamento nesses sistemas acontece por conta de dois motivos: o volume de esgoto afluyente é reduzido; e o sistema deixa de receber efluentes com teores de óleos e graxas mais concentrados (característico de águas servidas) aumentando a vida útil da fossa, pois, os materiais graxos não poderão obstruir as paredes e dificultar a infiltração.

Palavras-chave: fossas, tanques sépticos, sistema de disposição.

1. INTRODUÇÃO

O município de Juazeiro do Norte localizado no extremo sul do Estado do Ceará no chamado Vale do Cariri, distante cerca de 560 km de Fortaleza, pela BR 116, é a maior cidade do interior cearense. Porém a área do Município é de apenas 248,55 km² (IPECE, 2009). De acordo com IBGE (2001) o município possuía 212.133 habitantes em 2000, e estimativa de 249.829 habitantes para 2009.

Assim como a maioria das cidades dos estados nordestinos, dos 97,6% das residências com abastecimento de água, apenas 38,63% é coberto pelo esgotamento sanitário IPECE (2009), Porém, quando é incluído as fontes de abastecimento por água subterrânea, acredita-se que esse percentual seja reduzido devido ao fato da população não utilizar em muitas situações a água da concessionária local responsável pelos serviços de saneamento.

Devido à ausência de saneamento tão significativa, os moradores são obrigados a recorrerem pela destinação dos despejos sanitários e domésticos em fossas e tanques sépticos (IBGE, 2000). Percebe-se então, que em regiões não dotadas de sistema de esgotamento sanitário, a tecnologia mais empregada para a disposição dos dejetos domésticos é realmente o sistema de tanques sépticos e as fossas.

O problema que não é muito conhecido pela maioria da população se encontra no fato de que os resíduos retirados de dentro desses sistemas, além de passarem, na maioria das vezes, anos sendo acumulados, apresentam um potencial muito poluidor com altos teores de matéria orgânica, sólidos, nutrientes e de patógenos (SANTOS, 2009).

É válido salientar que existem diferenças quanto ao tratamento dado aos esgotos acumulados por fossas e tanques sépticos, gerando resíduos distintos com potenciais poluidores um pouco maior para aqueles oriundos das fossas. A utilização desses sistemas oferece grande risco de poluição do lençol freático, uma vez que as fossas infiltram os esgotos diretamente no solo sem este ter sofrido um processo de digestão anaeróbio completo, entrando diretamente em contato com a água subterrânea, e desta forma a poluindo.

Diante deste cenário problemático julgou-se importante avaliar quais os meios de disposição mais utilizados pela população de Juazeiro do Norte, uma vez que a cidade é abastecida integralmente por poços perfurados e monitorados pela concessionária estadual, classificando os tipos de sistemas e retratando suas estruturas e materiais de construção.

2. METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida em duas etapas. Na primeira pesquisaram-se informações acerca de dados de saneamento da cidade de Juazeiro do Norte junto aos órgãos responsáveis, de forma que se fosse possível identificar quais as situações sanitárias de cada bairro.

Posteriormente, de forma aleatória, escolheram-se três bairros iniciais selecionados para a realização do estudo, a saber: Betolândia e Antônio Vieira, onde ambos não são contemplados com o sistema de esgotamento, e o bairro Santa Tereza que possui o sistema de rede coletora de esgoto.

Posteriormente, realizaram-se visitas em campo nos referidos bairros, ocorridas em meados do mês de agosto de 2011 no qual foram aplicados questionários junto aos estabelecimentos residenciais e comerciais, sendo estes escolhidos também de forma aleatória, porém buscando sempre contemplar a maior área do bairro. Os pontos de amostragem aleatória foram distribuídos ao longo das suas principais vias totalizando 62 estabelecimentos, dentre eles residências, comércio e escolas da área em estudo.

O questionário aplicado enfocava informações sobre as condições socioeconômicas tais como o nível de escolaridade, renda mensal, número de moradores e sobre a caracterização estrutural do

sistema de disposição como o material de construção, formato, dispositivo de vedação, a presença de chicanas, presença de suspiro, classificação fossa ou tanque séptico, frequência de esgotamento e distância de poços ou fonte de abastecimento.

3. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Dos estabelecimentos visitados verificou-se que todos pertenciam a classe social E, de acordo com a classificação do IBGE, com uma renda familiar menor do que três salários mínimos.

O tempo médio de permanência em cada estabelecimento foi de 5,2 anos e a maioria (cerca de 55%) possuíam mais do que 3 moradores.

Apesar da baixa renda, 37% dos entrevistados tinham máquina de lavar no estabelecimento o que se torna interessante quando esta informação é relacionada com a porcentagem de estabelecimentos que lançam águas servidas nas canaletas (70%) muitas vezes improvisadas nas vias públicas, permitindo que os esgotos percorram e cruzem as ruas abertamente.

No que diz respeito a base (fundo) dos sistemas, dos 62 estabelecimentos visitados verificou-se que 37,1% destes tinham o fundo de areia, 19,35% fundo de cimento, 12,90% fundo de brita e 30,65% dos proprietários não souberam informar ou possuíam outro tipo de sistema. (Figura 1)

Em relação a estrutura de sustentação, 38,71% (24 estabelecimentos) eram feitas de manilhas pré-moldadas com aproximadamente cerca de 60 cm de largura e 1,0 m de diâmetro, 11,23% (7 sistemas) eram construídas de tijolos de 8 furos e 22,58% (14 sistemas) construídos com tijolos inteiros dispostos perpendicularmente ao solo. (Figuras 2)

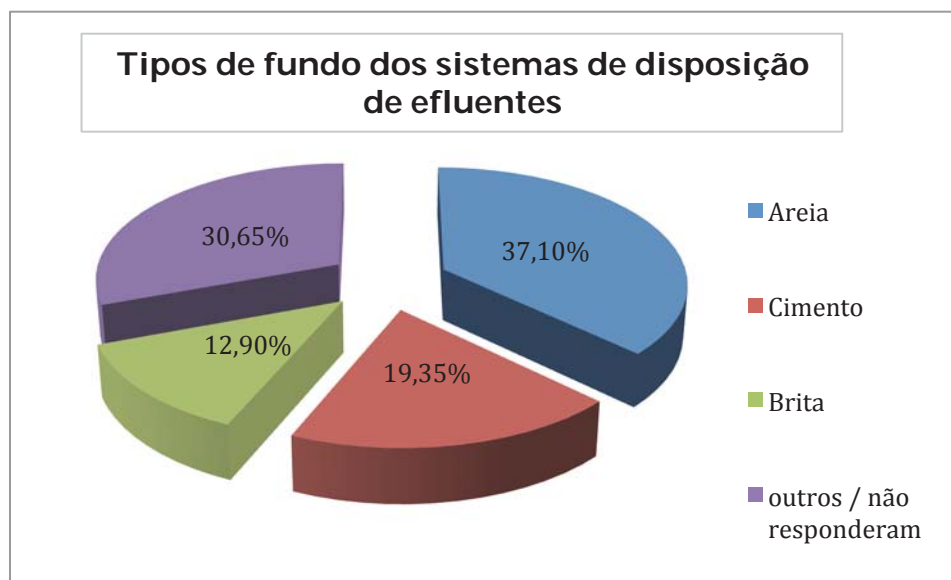


Figura 1 - Tipos de base (fundo) construídos dos sistemas dos estabelecimentos visitados.

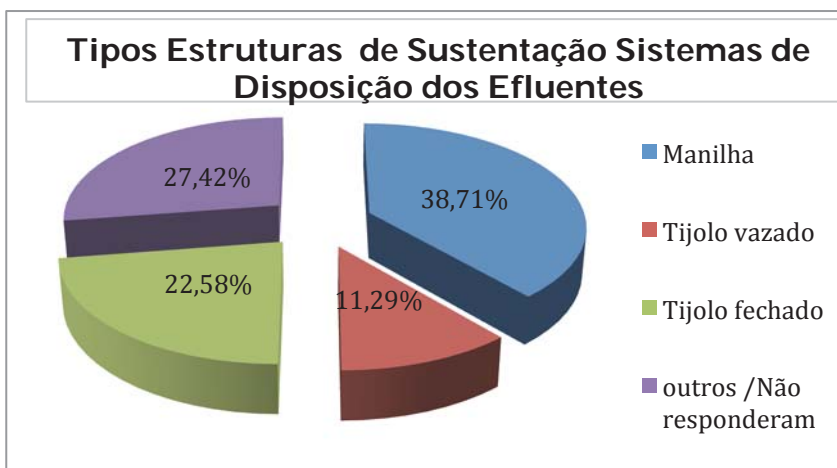


Figura 2 - Tipos de estrutura de sustentação construída dos sistemas dos estabelecimentos visitados.

De acordo com todas as estruturas encontradas, 72,58% dos sistemas foram classificados como FOSSAS devido ao fato de todos apresentarem características de infiltração de esgoto direta no solo tanto pelas paredes com também pelo fundo permeável. Apenas menos da metade (24,19%) possuíam como sistema de deposição final a rede coletora de esgoto. É válido ressaltar que nenhum estabelecimento utilizava tanque séptico e que 3,23% não responderam ou não sabiam o tipo de sistema utilizado. (Figura 3)

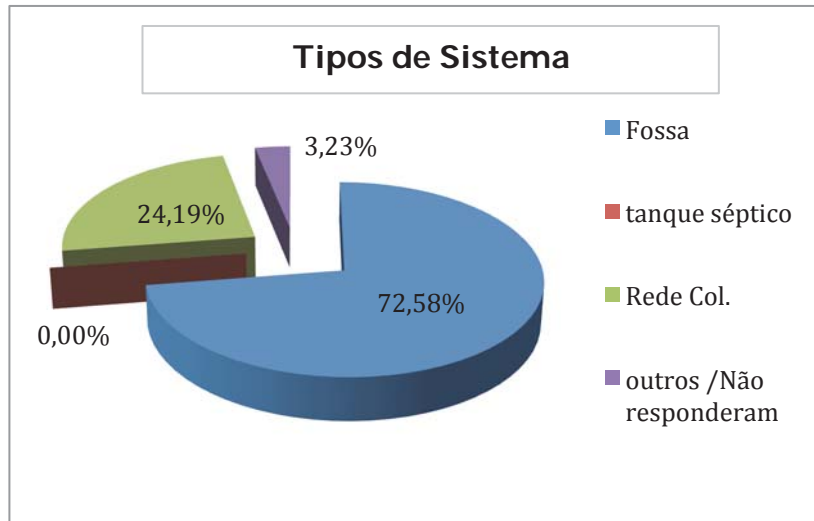


Figura 3 – Classificação dos sistemas visitados

Observou-se também que na maioria dos casos (74%) a utilização de cada sistema se destinava a disposição de efluentes sanitários (EF), sendo apenas 2% o grupo que despeja efluentes oriundos de cozinha, lavanderia e lavabos conhecidos assim por águas cinzas ou servidas, além dos sanitários. Cerca de 24,62% utilizavam a rede coletora como sistema de deposição final e/ou não responderam (Figura 4).

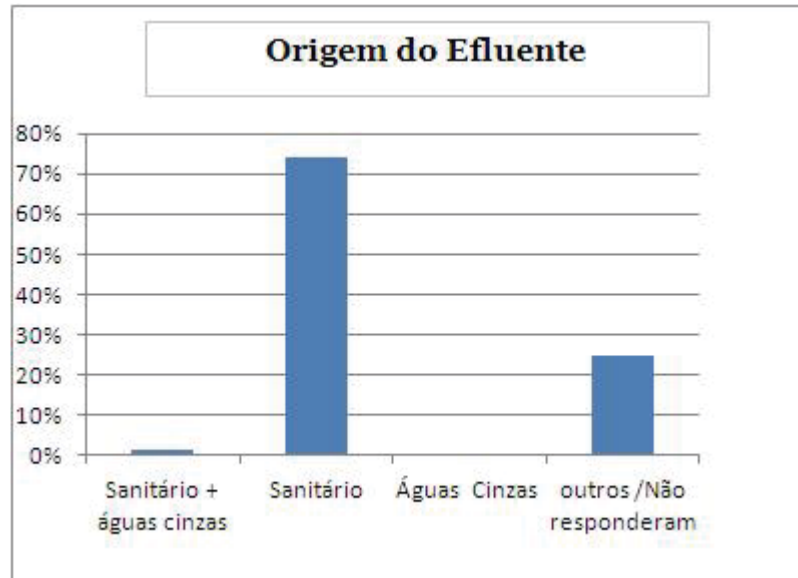


Figura 4 - Tipos de efluentes destinados aos sistemas de disposição final dos estabelecimentos visitados.

É fato que nos bairros estudados, a população adota como costume o lançamento de águas cinzas nas vias públicas. Isso pode ser observado porque a população que despeja o efluente sanitário na fossa lança o restante de esgoto (águas cinzas) nas sarjetas e entre os cruzamentos das ruas. Tal atitude se dá visando evitar a obstrução precoce dos orifícios de infiltração que ocorre facilmente pelo acúmulo de gordura e outros sólidos grosseiros quando os efluentes se misturam em um único sistema, sendo eles os de origem sanitária e águas da cozinha e da lavanderia.

Essa prática é muito perigosa para a própria população, pois doenças de veiculação hídrica como verminoses e gastroenterites são comumente veiculadas por esses efluentes.

Devido a este fato, e considerando também o surgimento dos bairros pesquisados serem relativamente recentes, o tempo de esgotamento da maioria dos estabelecimentos ocorre esporadicamente com intervalos bem distantes como pode ser visto na Figura 5.



Figura 5 - Tempo de esgotamento dos sistemas dos estabelecimentos visitados.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que a predominância dos sistemas se dá por fossas construídas com fundo de areia e material de manilha pré-moldada ou tijolos de oito furos, dispostos perpendicularmente ao solo. Isso pode ser identificado por conta que a população que deposita o efluente do sanitário no sistema e lança o restante do esgoto (águas cinzas) nas sarjetas das ruas. Observou-se também que em 74% dos casos as fossas recebiam efluentes exclusivamente de origem sanitária.

Esses sistemas encontrados são preocupantes devido ao fato de infiltrarem o esgoto bruto diretamente no solo sem obedecer ao tempo de digestão anaeróbia adequado para reduzir a carga orgânica e poluir menos o aquífero subterrâneo.

Como a maioria da população dos bairros estudados mostraram-se condicionadas a direcionar apenas os efluentes sanitários para as fossas, as águas cinzas ou servidas são lançadas diretamente nas vias públicas, isso também foi observado com a utilização da rede coletora de esgoto, revelando-se uma prática perigosa para a própria população pois, doenças de veiculação hídrica como verminoses e gastroenterites são comumente transmitidas por esses efluentes.

Conseqüentemente a freqüência de esgotamento é bem menor nesses sistemas por conta de dois motivos: o volume de esgoto afluente é reduzido; e o sistema deixa de receber efluentes com teores de óleos e graxas mais concentrados (característico de águas servidas) dessa forma, a vida útil da fossa aumenta, pois, os materiais graxos não poderão obstruir as paredes e dificultar a infiltração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ANDRADE NETO, C. O et al. Decanto-digestores. In: CAMPOS, J.R (Coord.). Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo. Rio de Janeiro: ABES, 1999. 435p, p.117-138.

BUTLER, D.; PAYNE, J. Septic Tanks: Problems and Practice. Building and Environment. vol. 30, n. 3, p. 419-425, 1995.

CASTILHO JÚNIOR, A. B.; BELLI FILHO, P.; SOARES, M.; PINTO, R. O.; CHAGAS, A.; MATIAS, W. G. Digestão anaeróbia de resíduos sólidos orgânicos e lodo de tanque séptico. In: SEMINÁRIO INTERNO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL, 4., 2002, Florianópolis. Anais... Florianópolis: UFSC, 2002. v. 4. p.149-154.

GONDIM, M. S. Utilização de geoprocessamento para desenvolvimento e aplicação de indicadores de desenvolvimento sustentável para o município de Fortaleza. 2004. 100f. Monografia (Especialização em Geoprocessamento aplicado á Análise Ambiental e Recursos Hídricos) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2004.

HEINSS, U. et al. Characteristics of Faecal Sludges and their Solids-Liquid Separation. SOS - Management of Sludges from On-Site Sanitation. EAWAG/SANDEC. Based on the Field report Entitled "Sedimentation Tank Sludge Accumulation Study" Prepared by S.A. Larmie WRI (Dec. 1994). January, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA . Resultados da Amostra do Censo Demográfico 2000 - Malha municipal digital do Brasil: situação em 2001. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 4 jul. 2010.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE). Perfil Municipal: Juazeiro do Norte. Fortaleza, 2009.

KOOTTATEP, T. et al. Potentials of vertical-flow constructed wetlands for septage treatment in tropical regions. EAWAG/SANDEC. 1999.

Disponível em: <http://www.cababstractsplus.org/abstracts/Abstract.aspx?AcNo=20013174404>

LEITE, B. Z.; PEGORINE, E. S.; ANDREOLI, C. V.; ANDRADE, F. L. Caracterização de alternativas de disposição final de resíduos sépticos. In: SIMPÓSIO ÍTALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 8., 2006b, Fortaleza – Ceará.

MACHADO JÚNIOR, A. R.; LAPOLLI, F. R.; RÉCIO, M. A. L. Avaliação da presença de elementos-traço em lodos sépticos coletados por caminhões limpa-fossa na cidade de Tubarão-SC. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, 31., 2008, Santiago – Chile.

RATIS, A. N. F. A. Caracterização dos resíduos esgotados de sistemas de tratamento individual de esgoto domésticos de Natal. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal – Rio Grande do Norte, 2009.

SANTOS, Y.T.C. Caracterização do conteúdo de fossas e tanques sépticos na cidade de Natal. 2009. 204f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

SPERLING, E. VON E MÖLLER, L. M. Saneamento e Meio Ambiente. In: Manuel de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios. BARROS, R. T. V.; CHERNICHARO, C. A. L.; HELLER, L.; VON SPERLING, M. (Editores). Cap.2. Volume 2. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA, Universidade Federal de Minas Gerais. 1995.

TACHINI, M; BELLI FILHO, P; PINHEIRO, A. Avaliação de tratamento integrado de esgotos sanitários e de lodo de tanques sépticos em um Ralf: um estudo de caso. Sanare Revista Técnica da Sanepar, v. 24, p. 70-78, jan./jun. 2006.

ESTUDO DA PROBLEMÁTICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS GERADOS NA PRAÇA DA PAZ, NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA – PB

R. W. N. ANDRADE¹; V. C. F. AZEVEDO²; J. I. FERNANDES³ e C. M. S. LEAL⁴

¹Instituto Federal da Paraíba - Campus João Pessoa; ²Instituto Federal da Paraíba - Campus João Pessoa;

³Instituto Federal da Paraíba - Campus João Pessoa e ⁴Instituto Federal da Paraíba - Campus João Pessoa
romulo_wilker@hotmail.com – vivannyazevedo@hotmail.com – juh.innocencio@hotmail.com –
claudiana.m.b.silva@gmail.com

RESUMO

Praça é um local público em espaço urbano utilizado para descanso ou lazer. A Praça da Paz no bairro dos Bancários, na cidade de João Pessoa – PB foi construída e revitalizada após um período a fim de proporcionar melhoria na qualidade de vida dos moradores da comunidade. Estando esta localizada em uma área com altas taxas de crescimento econômico e populacional, o descarte dos resíduos sólidos acompanha esse ritmo. Quando estes não passam por um processo de gerenciamento, acarretam danos à saúde pública. Sendo assim, implantar a Coleta Seletiva torna-se necessário. Para se obter resultados sobre o conhecimento dos comerciantes e usuários acerca da temática Educação Ambiental e Coleta Seletiva foi realizada pesquisa de campo seguindo as técnicas de observação direta intensiva, aplicando-se questionários com os gestores dos estabelecimentos comerciais localizados no interior e em volta da praça e com as pessoas que ela frequentam; e ainda a observação extensiva dos locais de descarte de resíduos (caracterização qualitativa e quantitativa). Os dados recolhidos demonstram que os responsáveis pelos estabelecimentos afirmam saber o que é Coleta Seletiva, mas desconhecem se existe esse tipo de recolhimento na Praça, o que indica a ausência de Educação Ambiental. Também se constatou que os entrevistados apenas colocam os resíduos em sacos para posterior recolhimento pela empresa de limpeza urbana, sem separar os materiais recicláveis dos não-recicláveis. Com isso, verifica-se a importância de se promover um Programa de Gestão Ambiental permanente com ênfase na Educação Ambiental, ressaltando a importância da Coleta Seletiva na Praça da Paz.

Palavras-chave: Coleta Seletiva, Educação Ambiental, Resíduos Sólidos.

1. INTRODUÇÃO

São inúmeros os problemas gerados pela má ou insuficiente gestão dos resíduos sólidos. Fatores como mau cheiro, poluição visual, aparecimento de roedores (ratos) e insetos, influenciam na degradação da área pública.

O respeito e apoio aos catadores de lixo, agentes ambientais, que têm como único meio de sobrevivência a separação de materiais recicláveis, contribuem para a preservação do Meio Ambiente, que é um importante papel da coleta seletiva em áreas públicas.

Segundo o dicionário HOUAISS (2001), uma praça é uma área urbana arborizada e/ou ajardinada, frequentemente com bancos, chafarizes e coreto. Sua área é útil para descanso e lazer. Praça, em suma, é um jardim público.

A Praça da Paz no bairro dos Bancários em João Pessoa – PB é localizada na avenida principal do bairro, abrange uma área de 20.159,20 m², possui várias opções de esporte e lazer, como vôlei, futebol, área para caminhada, anfiteatro para apresentações e palestras, pista de skate e parque (ver Figura 1).



Fonte: Prefeitura Municipal de João Pessoa

Figura 1 – Praça da Paz

- | | |
|----------------------|--|
| 1 – Parada de Ônibus | 6 – Anfiteatro |
| 2 – Ponto de Taxi | 7 – Equipamentos de Exercícios Físicos |
| 3 – Academia | 8 – Biblioteca |
| 4 – Quiosques | 9 – Campo de Espiribol |
| 5 – Pista de Cooper | 10 – Ralf Skate |
| 11 – Playground | 13 – Quadra Poliesportiva |
| 12 – Estacionamento | 14 – Campo de Areia |

A área pública foi revitalizada em 2005 dentro do Programa de Recuperação de Praças, Parques, Passeios e Jardins da Prefeitura Municipal de João Pessoa com o intuito de melhorar a qualidade de vida e a auto-estima da população que se beneficia daquele espaço. A recuperação da Praça da Paz trouxe muitos benefícios para a população do bairro e de bairros vizinhos, assim veio a ser um dos locais mais visitados da cidade. Em seu envolto está localizada a Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Centro Universitário de João Pessoa – UNIPÊ, o bairro mais populoso de João Pessoa (Mangabeira), escolas públicas e privadas, e, em frente à praça, localiza-se um supermercado, um hipermercado, um shopping e outros estabelecimentos comerciais (ver Figura 2).



Fonte: Google Maps

Figura 2 – Localização da Praça da Paz

O elevado número de pessoas que transitam naquela área resulta numa produção em grande escala de resíduos sólidos. O volume de lixo em uma área pública pode gerar muitos transtornos à população, onde a mesma é utilizada para descontração, encontros de amigos, eventos públicos, dentre outros. Com o intuito de minimizar esta problemática, faz-se necessário promover Gestão Ambiental com forte apelo para a Educação Ambiental para os usuários da Praça da Paz, envolvendo os gestores dos estabelecimentos locais e envoltos, visto que é de fundamental importância a participação da população na implantação de um projeto de coleta seletiva.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Lixo é todo material descartado da atividade humana na sociedade. Estes resíduos são compostos basicamente de sobras de alimentos, papéis, plásticos, latas, vidros, dentre outras substâncias descartadas pelo homem no meio ambiente (ORHT, 1976).

No entanto, existe um problema que vem se tornando, cada vez mais, preocupante nas grandes cidades: o descarte do lixo em áreas públicas. Este fato se deve, principalmente, por não haver por parte dos governos programas de educação ambiental que proporcionem a consciência na sociedade.

Por vivermos numa sociedade em que o consumo e a produção em grande escala são estimulados, existe um excesso de produtos descartáveis e de embalagens, o que significa dizer que o número de resíduos aumenta. Estima-se que, por dia, cada habitante produza cerca de 1 kg de lixo, valor este que tende a crescer com o aumento da produção industrial e da população.

Segundo LIMA (2000), os resíduos sólidos são materiais heterogêneos que resultam das atividades humanas e da natureza, onde os mesmos constituem problemas sanitário, econômico e, principalmente, estético. Sua composição varia de comunidade para comunidade, sendo os hábitos, costumes da população, poder aquisitivo, nível educacional e variações climáticas uns dos fatores para a sua variação. Quando não há um bom armazenamento destes resíduos, a proliferação de microorganismos e vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas e ratos) ao homem é favorecida. As doenças (ver Tabela 1) podem ser transmitidas de forma direta ou indireta.

Tabela 1 – Enfermidades Relacionadas com os Resíduos Sólidos, Transmitidas por Macro Vetores e Reservatórios

Vetores	Forma de Transmissão	Enfermidades
Rato e Pulga	Mordidas, urinas, fezes e picada	Leptospirose, peste bubônica, tifo murino
Mosca	Asas, patas, corpo, fezes e saliva	Febre tifóide, cólera, amebíase, disenteria, giardíase, ascaridíase
Mosquito	Picada	Malária, febre amarela, dengue, leishmaniose
Barata	Asas, patas, corpo e fezes	Febre tifóide, cólera, giardíase
Gado e Porco	Ingestão de carne contaminada	Teníase, cisticercose
Gato e Cachorro	Urina e fezes	Toxoplasmose

Fonte: BRASIL (1999)

“As medidas tomadas para a solução adequada do problema dos resíduos sólidos têm, sob o aspecto sanitário, objetivo comum a outras medidas de saneamento: o de prevenir e controlar doenças a ele relacionadas” (LIMA, 2000). É necessário salientar a importância que uma comunidade limpa exerce sobre os hábitos de uma população em geral.

Foi instituído pela Constituição Federal – Cap. VI – Do Meio Ambiente, Art. 225, § 1 – Item IV, que para se assegurar o direito de todos terem um ambiente ecologicamente equilibrado, é incumbido ao poder público *“promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização para a preservação do meio ambiente”*.

De acordo com BREDARIOL (1998), uma das ações que visem a educação, consciência e treinamento do público para com o meio ambiente é incentivando escolas e planejando programas de

educação ambiental. A principal solução para toda essa problemática constitui um ganho para a comunidade: a reciclagem. Para que ela ocorra, é necessário, primeiramente, conscientização por parte da sociedade a fim de separar o lixo de maneira correta. CALDERONI (2003) cita que *“a reciclagem apresenta relevância ambiental, econômica e social, com implicações que se desdobram em esferas como as seguintes: organização espacial; preservação e uso racional dos recursos naturais; conservação e economia de energia; geração de empregos; desenvolvimento de produtos; finanças públicas; saneamento básico e proteção da saúde pública; geração de renda; e redução de desperdícios”*.

A coleta seletiva evita a contaminação dos materiais recicláveis, aumentando o valor destes e diminuindo os custos desse tipo de recolhimento de materiais. Para que haja a coleta seletiva, é necessário que seja avaliado o perfil dos usuários e dos resíduos descartados pelos mesmos de modo a organizar um melhor processo de coleta. Esse tipo de recolhimento diminui o volume de lixo gerado, promovendo sua separação em coletores, que tem indicado a categoria e a cor padronizada do tipo de resíduo.

Na cidade de João Pessoa, esse tipo de coleta teve início no ano 2000, com o objetivo de diminuir a quantidade de resíduos depositados no Aterro Sanitário Metropolitano. A coleta seletiva foi implantada em alguns bairros pela Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana (EMLUR) e pela Associação dos Trabalhadores de Materiais Recicláveis (ASTRAMARE) com o objetivo de conscientizar a população.

3. METODOLOGIA

A metodologia foi seguida pela proposta de ANDRADE (2007) no seu livro Introdução à Metodologia do Trabalho Científico. A pesquisa em questão seguiu o método de abordagem indutivo, tendo como método de procedimentos estatístico descritivo, fundamentando-se na ideia da utilização de dados para se obter generalizações.

Foram utilizadas as técnicas de documentação indireta (análise de documentos, sendo os principais arquivos públicos e privados e fontes estatísticas). Depois, com as técnicas de observação direta intensiva, aplicou-se um questionário com os donos dos estabelecimentos comerciais localizados na Praça da Paz e nos envoltos da mesma. Ainda, com a utilização das técnicas de observação extensiva a praça e os locais de descarte do lixo foram observados.

A pesquisa teve como universo e amostra os frequentadores da praça, além dos gestores dos estabelecimentos comerciais daquele espaço.

Para técnica de documentação indireta foram analisados documentos do tipo mapas da rota da coleta do lixo na referida praça, obtidos nas seguintes instituições: EMLUR e Prefeitura de Municipal de João Pessoa.

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS

A pesquisa iniciou com o levantamento dos dados coletados no ano de 2009, através da caracterização aplicada nos três pontos de depósito de lixo que se localizam próximos aos pontos comerciais da praça. Verificou-se durante uma semana a quantidade de lixo produzido pela praça nos três pontos e em média, é produzidos mais de 586 kg de lixo por dia (ver Tabela 2).

Tabela 2 – Quantificação do lixo gerado na Praça da Paz, no período de uma semana.

DATA	HORA	DIA	PESO (Kg)
07/09/2009	19h 47min	Segunda – feira	825 Kg
08/09/2009	19h 35min	Terça – feira	513 Kg
09/09/2009	19h 45min	Quarta – feira	421 Kg
10/09/2009	20h 45min	Quinta – feira	744 Kg
11/09/2009	20h 20min	Sexta – feira	658 Kg
12/09/2009	20h 10min	Sábado	587 Kg
13/09/2009	20h 25min	Domingo	360 Kg

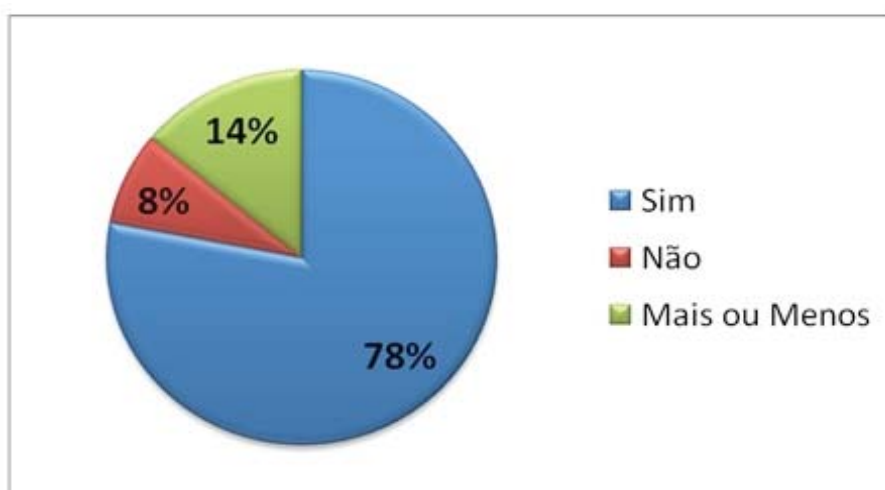
A fim de se obter resultados mais precisos para a elaboração de um diagnóstico sobre a realidade da concepção acerca da Educação Ambiental e coleta seletiva com os usuários e comerciantes dos estabelecimentos do local, utilizou-se uma amostra de 100 (cem) pessoas com faixa etária acima de 18 anos, usuários (frequentadores da praça assíduos ou de primeira vez) e aqueles que estão de passagem, obtendo-se os seguintes resultados:

Hoje na Praça da Paz, há uma frequência de usuários de faixas etárias bem diversificadas devido à diversidade de atividades e lazer disponível na praça. Cerca de 20% dos entrevistados tem entre 18 e 25 anos, 15% de 26 a 30 anos, 27% de 31 a 40 anos, 14% de 41 a 50 anos e 24% tem mais de 51 anos de idade;

Perguntados sobre a frequência de ir à Praça da Paz, 45% dos usuários, dizem frequentá-la de 1 a 3 vezes por semana e 20% de 4 a 6 vezes por semana;

Grande parte dos usuários são moradores do próprio bairro, visto que, 70% dos entrevistados são moradores do bairro dos Bancários, os outros 30% são de outras localidades da Grande João Pessoa, como por exemplo: Valentina, Mangabeira, Cristo, Bessa, Cruz das Armas, Castelo Branco e outros;

Buscando saber um pouco mais sobre a concepção ambiental dos usuários, obtivemos que 78% dos entrevistados disseram saber o que é coleta seletiva, 8% não sabem e 14% afirmaram que sabem apenas em parte (ver Gráfico 1);


Gráfico 1 – Conceção ambiental dos frequentadores da Praça da Paz

Perguntados sobre o destino dado aos resíduos que geram na praça, 84% dos usuários disseram que colocam o lixo gerado pelos mesmos, em coletores situados na praça, 10% recolhem, guardam na bolsa ou no bolso e levam para depositar em seu lixo e 4% deixam no local para ser recolhido pelo agente de limpeza (ver Gráfico 2);



Gráfico 2 – Destino dado ao lixo gerado pelos frequentadores da Praça da Paz

Pelo fato de possuir uma grande quantidade e variedade de estabelecimentos comerciais na Praça da Paz e ao seu redor, além de shopping e supermercados, foi obtido-se que 18% dizem frequentar os pontos comerciais da praça, 43% utilizando destes serviços apenas algumas vezes e os demais (39%) nunca os utilizaram;

Quando questionados sobre a realização de eventos culturais relacionados ao Meio Ambiente na Praça da Paz, a grande maioria de 97% dos usuários afirmou achar ótima a ideia da realização de um evento desse tipo, 2% acreditam que pode ser que dê certo e apenas 1% não achou interessante (ver Gráfico 3);



Gráfico 3 – Opinião dos usuários sobre a realização de eventos ambientais na Praça da Paz.

Desta forma, os entrevistados ainda opinaram se estes eventos iriam contribuir para uma melhor concepção ambiental dos usuários e donos de estabelecimentos da Praça da Paz e 99% dos entrevistados afirmaram que acreditam que sim e apenas 1% achou que não;

A respeito do conhecimento da amostra pesquisada em relação à coleta seletiva, verificou-se que todos os donos de estabelecimentos (100%) sabem o significado desse tipo seletivo de recolhimento de materiais, porém constata-se que os entrevistados, mesmo sabendo do significado desse tipo de coleta, não sabem as suas vantagens;

Perguntou-se também a opinião dos comerciantes a respeito da proposta de implantação de um Programa de Coleta Seletiva e Educação Ambiental permanente na Praça da Paz. Da amostra, 60% acham que a ideia pode dar certo, 30% afirmaram que acha ótimo, enquanto que, apenas 10% não se mostraram tão esperançosos quanto aos resultados deste Programa, mesmo acreditando que possa ser satisfatório (ver Gráfico 4);

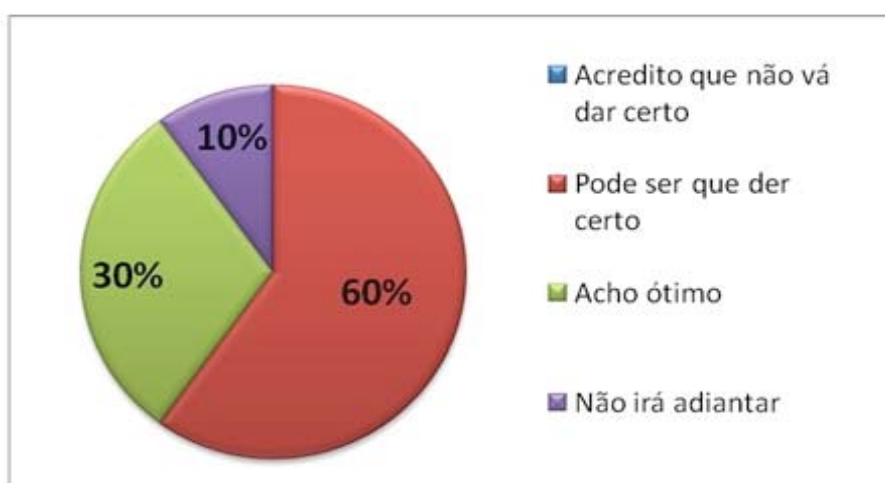


Gráfico 4 – Opinião dos comerciantes sobre a Proposta de Implantação de Coleta Seletiva e Educação Ambiental na Praça da Paz

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, constata-se a importância em se promover um Programa permanente de Educação Ambiental com foco na Coleta Seletiva na Praça da Paz no bairro dos Bancários na cidade de João Pessoa – PB e promover esse programa para outras praças. Essa necessidade aumenta pelo fato do bairro em questão ser um dos que mais cresce na capital paraibana, tanto economicamente quanto em seu número de habitantes, e também por já haver no mesmo a coleta seletiva nas residências e seus moradores não estarem cientes da importância de se fazê-la. Como consequência, a promoção da Educação Ambiental na referida praça, visto sua dimensão, pode servir de modelo para que o mesmo Programa seja implantado em outras Praças da cidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed. Brasília, 1999. 374p.

BREDARIOL, C.; VIEIRA, L. **Cidadania Ambiental**. Rio de Janeiro: Editora Record, 1998.

CALDERONI, S. **Os Milhões Perdidos no Lixo**. 1. Ed. São Paulo: Humanistas Editora, 2003.

FERRETE, J. A.; LEMOS, J. C.; LIMA, S. C. **A má disposição dos resíduos sólidos e sua influência na saúde pública, Uberlândia (MG)**. In: Encontro Nacional da ANPEGE. 5., 2003, Florianópolis. p. 1473-1484.

FONSECA, E. **Iniciação ao Estudo dos Resíduos Sólidos e da Limpeza Urbana**. 2. Ed. João Pessoa: ABES, 2001.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001. pg. 2276.

LIMA, J. D. **Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil**. João Pessoa: ABES, 2000.

MACEDO, Kohn de. **Gestão Ambiental Os Instrumentos Básicos para Gestão Ambiental dos Territórios de Unidades Produtivas**. 1ª Edição. Rio de Janeiro: ADES, ALPES, 2003.

MANO, E. B. **Meio Ambiente, Poluição e Reciclagem**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

NASCIMENTO, I. F. **Análise do Sistema de Limpeza Urbana na Cidade de João Pessoa** (Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil) Campina Grande: 1984. p. 27 a 29.

OGATA, M. G. **Os Resíduos Sólidos na Organização do Espaço e na Qualidade do Ambiente Urbano: Uma Contribuição Geográfica ao Estudo do Problema na Cidade de São Paulo**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

ORHT. M. H. A. **Lixo e demais resíduos sólidos**. São Paulo: CETESB/ABES/ABLP, 1976.

PINHEIRO, A. V. B. S. **Análise da Adesão da População para Implantação da Pré-Coleta nos Sistemas de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Domiciliares de João Pessoa** (Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana) João Pessoa: 2005.

Legislação Ambiental Brasileira – Cap. IV – Do Meio Ambiente. Art. 225, § 1º, Item IV.

<http://www.joaopessoa.pb.gov.br/noticias/?n=2693> Acesso em 26/07/2010.

ESTUDO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DOS BALNEÁRIOS DO MUNICÍPIO DE CAICÓ – RIO GRANDE DO NORTE

M. A. S. Monteiro¹ e F. J. S. C. Nascimento²

^{1,2} Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – Campus Caicó
mannemonteiro@hotmail.com – jonathan_cunha@hotmail.com

RESUMO

A balneabilidade é uma análise feita em corpos hídricos que são utilizados como lazer pela sociedade local. A sua importância surge do fato destas águas tornarem-se transmissoras de algumas doenças como hepatite C e cólera. Assim, prejudicando a saúde da comunidade que a utiliza. O risco de contaminação da população a partir de um corpo hídrico não monitorado é tão elevado que o torna um caso de saúde pública. Sendo esse o fato que gerou o interesse de se investigar os balneários de recreação do município de Caicó. Os pesquisadores do Instituto Federal do Rio Grande do Norte campus Caicó preocupados com a exposição da população a doenças originadas do consumo e utilização da água elaborou o seguinte projeto. Esse projeto tem o intuito de avaliar a qualidade do maior reservatório hídrico artificial do município de Caicó, verificando se esse está em observância com os parâmetros exigidos e divulgar os resultados obtidos nos principais meios de comunicação da sociedade. Isso é feito através de laudos que são gerados a cada ciclo de cinco semanas de análises. Esse reservatório artificial da cidade é o açude Itans, utilizado como maior ponto de lazer da população local. Nele foram elencados dois pontos de maior movimentação, principalmente nos fins de semana. Sendo eles a ASDEC – Associação dos servidores do Departamento Nacional de Obras Conta as Secas - DNOCS de Caicó, e o Restaurante bar balneário late Clube Caicó. Os laudos obtidos até agora apontam um resultado apropriado para utilização destes pontos. Para a realização deste projeto segue-se o que recomenda a Legislação CONAMA nº 274 /2000 que determina os parâmetros que devemos investigar como também os níveis de aceitação. Nele são investigados os níveis de concentrações das bactérias *E. coli* e *enterococcus* principais indicadores de verificação do nível de qualidade da água. Essas bactérias são utilizadas como indicadores de qualidade por se tratarem de bactérias que se encontram no trato intestinal de Coliformes termotolerantes. Altos níveis dessas bactérias apontam uma má conservação do balneário e uma exposição de risco a doenças para a sociedade.

Palavras-chave: balneário, balneabilidade, qualidade das águas, Caicó, Açude Itans.

1. INTRODUÇÃO

Balneabilidade é uma avaliação realizada em corpos hídricos usados para atividade de lazer, esta análise é importante para o conhecimento do nível da qualidade da água e assim determinar o quanto este meio é salutar para o ser humano. Esta qualificação dos balneários é regida pela resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA de número 274 de 29 de novembro de 2000, que define se a balneabilidade é própria ou imprópria para uso de recreação de contato primário. Sendo que para água própria há três subdivisões de ordem crescente da qualidade: satisfatória; muito boa e excelente. Esses níveis da qualidade dos balneários estão diretamente relacionados à concentração de bactérias. As quais são usadas como indicadores de qualidade da água as do grupo de bactérias dos Coliformes termotolerantes: *Escherichia Coli* ou os esterococos.

As áreas contaminadas podem expor os banhistas a seres patógenos como bactérias, protozoários e vírus. Nesta situação, os mais atingidos são as crianças e idosos devido as suas defesas imunológicas serem baixas. Assim, são eles os mais aptos a desenvolverem doenças relacionadas à pele, infecções intestinais e outros. Esses problemas de saúde ocorrem após o contato direto com a água contaminada, sendo que as principais doenças originadas estão relacionadas aos sistemas gástrico, imunológico e pele. Os sintomas apresentados pelos pacientes envolvem vômitos, enjôos, diarreias, dores de cabeça, febre, infecções no ouvido e garganta, manchas na pele e infecções cutâneas. As doenças mais graves transmitidas pela água contaminadas são a hepatite A, febre tifóide e cólera. As vias mais comuns são através do preparo de alimentos, na higiene pessoal e do ambiente, na agricultura e nas atividades de lazer. Os principais agentes biológicos encontrados nas águas contaminadas são as bactérias patogênicas, os vírus e os parasitas. Sendo que as bactérias patogênicas constituem uma das principais fontes de morbidade e mortalidade de seres humanos.

Avaliação da balneabilidade dos corpos hídricos é de grande interesse a saúde pública, como do cunho turístico, pois influencia no fluxo de banhistas aos balneários, este impacta na economia da cidade ou região.

O município de Caicó situa-se na mesorregião Central Potiguar e na microrregião Seridó Ocidental, os municípios limítrofes são Jucurutu, Florânia, São João do Sabugí, Ouro Branco, Jardim do Seridó, São José do Seridó, Cruzeta, Timbaúba dos Batistas, São Fernando e Serra Negra do Norte e com o Estado da Paraíba, abrangendo uma área de 1.215 km² e uma população de 62.727 habitantes. A sede do município fica a cerca de 292 km da capital Natal, o acesso pode se dá pelas rodovias pavimentadas BR-226, BR-427 e RN-228. (CPRM, 2005) e (IBGE, 2010).

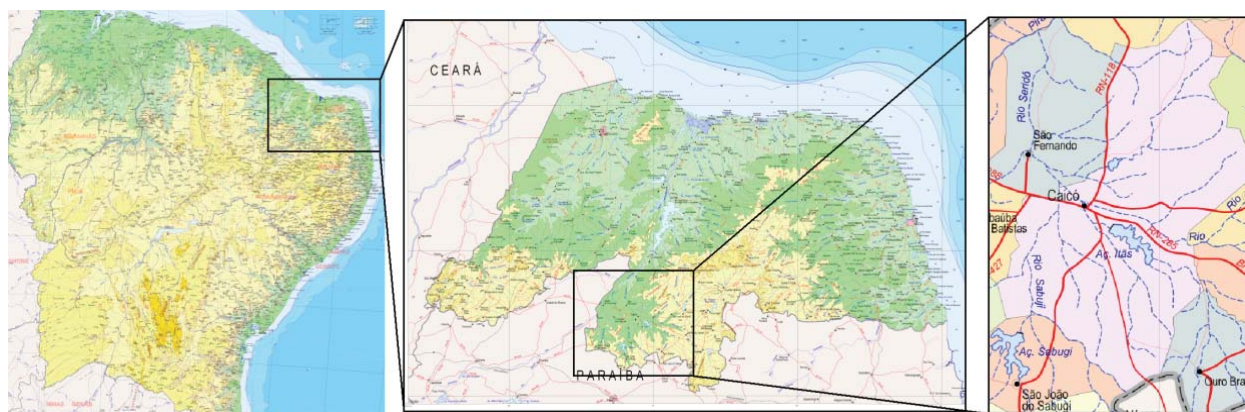


Figura 01: Mapa de localização do município de Caicó – RN. Fonte (IBGE, 2011).

O município de Caicó está inserido nos domínios da bacia hidrográfica Piranhas – Açú, sendo banhado pela sub-bacia do Rio Seridó, tendo como tributários mais importantes: na parte central, o Rio Barbosa, os riachos Barbosa e Pitombeiras; ao leste, o Rio São José e o riacho Manhoso, Olho d'Água, da Formiga, da Serra Pelada, Malhada da Areia, da Espingarda e Tapera; ao sul, os riachos dos Cavalos, Maracujá do Cordeiro. A porção oeste é banhada pela sub-bacia do Rio Sabugi, cujos afluentes principais são: os Córregos Carvoadas e da Areia; os riachos, dos Grossos, das Melancias, Logradouro, Santana, Anastácio, dos Brandões e Piató. A porção norte do município é banhada apenas por cursos d'água secundários, sendo os mais importantes os córregos Pelado, Tapado, e os riachos: Saco dos Martins, da Inês, Riachão, Barra Verde, Caboclo, Fechado, Mundo Novo, Alegre, Mulungu e Caraiqueira. No sul e norte do município, pode ser observada uma concentração de lagoas e açudes, os mais importantes são: Itans (81.750.000 m³), Mundo Novo (3.600.000 m³), Palma (100.000 m³), Barbosa (100.000 m³), da Inês (421.600 m³) e Lajinha (100.000 m³). Todos os cursos d'água são de natureza intermitente e a rede de drenagem é do tipo dendrítica.

No município os balneários são instalados nos corpos hídricos naturais da cidade. Os quais podemos ser citados; o Açude do Itans, os rios Seridó, Sabugi, Barra Nova, São Bernado. Observando que os balneários são utilizados pela população local como fonte de banhos, pesca e abastecimento do município e que na mesma análise houve a constatação dos despejos sanitários domésticos nos afluentes que desembocam nestes balneários. Sendo esta a principal via de contaminação destes açudes.

2. METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO

A priori foi feito um levantamento dos principais balneários na cidade de Caicó. Onde houve visita *in loco*, para conhecer a realidade dos balneários e escolher pontos para coletas das amostras de água.

Essas análises estão sendo feitas pela concentração dos indicadores de contaminação de seres patogênicos: o grupo de Coliformes termotolerantes; a *Escherichia Coli*; ou os *enterococcus*, com uma frequência de uma amostra por semana em cada ponto de coleta, sendo emitido o resultado de balneabilidade a cada cinco semanas seguidas. Para execução das análises estão sendo usadas as infra-estruturas laboratoriais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - IFRN – Campus Caicó, como seus veículos para realização das coletas das

amostragens de água. Estão sendo feito amostragens, inicialmente em dois pontos dos corpos hídricos do Açude do Itans. São eles: balneário late Clube de Caicó e ASDEC figura 02.

Os parâmetros que estão sendo analisados para qualificar a balneabilidade são, a determinação de da concentração das bactérias do grupo de Coliformes termotolerantes pela técnica dos tubos múltiplos utilizando os meios de cultura Caldo Lactosado (caldo utilizado para detectar presença de bactérias coliformes em água e alimentos) e Caldo EC Brother (caldo para fins confirmativos do resultado do Caldo Lactosado), os exames do Potencial Hidrogeniônico (pH), Temperatura e Condutividade Elétrica, as metodologias analíticas empregadas seguem as especificações do *Standard Methods ofr the Examinatio of Water and Wsterwater* de autoria das instituições (*American Public Health Association (APHA)*, *American Water Works Association (AWWA)*, *Water Environment Federation (WEF)*). Além da observação das condições visuais dos corpos hídricos, por exemplo, presença de algas, macrofitas e/ou animais, limpeza de veículos e roupas, e localização pontual ou difuso de poluição, também verifica as condições do tempo meteorológicos.



Figura 02: Açude Itans.

Segundo a resolução do CANAMA n.º 274/2000, a balneabilidade é classificado como excelente, muito boa e satisfatória, sendo todas estas classificações consideradas própria, e em imprópria tabela 01.

Tabela 01: Balneabilidade segundo a res. CONAMA n.º 274/2000.

NMP/100mL de <i>Coliformes termotolerantes*</i>	Balneabilidade	
	Subclassificação	Classificação
< 250	Excelente	Própria
< 500	Muito Boa	
< 1000	Satisfatória	

> 1000

Imprópria

* Número Mais Provável de Bactérias

Os valores referidos na tabela 01 é o valor máximo permitido em 80% ou mais do conjunto de amostra obtidas em cada uma das cinco semanas seguidas. No caso desta pesquisa é coletada uma amostra por semana em cada ponto de amostragem, por exemplo, numa bateria de cinco amostras, se quatro tiverem valores iguais ou inferiores a 250 NMP/100mL, mas uma amostra for superior a 250 NMP/100mL, este ponto de coleta é classificado como uma água muito boa para o lazer aquático.

Outros fatores que classificam a balneabilidade são: o potencial hidrogeniônico (pH), onde para ser própria o valor tem que ser entre 6,0 e 9,0; também a incidência elevada de enfermidades transmissíveis por via hídrica, o valor da última amostra superior a 2500 NMP/100mL de coliformes termotolerantes, presença de resíduos sólidos ou líquidos, floração de organismos que ofereçam risco a saúde humana e outros impactos negativos sanitários e ambientais do recurso hídrico.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados aqui expostos são dados parciais de um projeto previsto de conclusão para dezembro de 2011, o que não significa, absolutamente não, que este projeto deva ser concluído com a data aqui citada, mas que tenha continuidade e seja mais umas das molas propulsoras das pesquisas e desenvolvimentos ambientais em Caicó e de todo o Seridó potiguar.

Na tabela 02 e figuras 03 e 04 revela a balneabilidade do balneário late Clube de Caicó no açude Itans em duas séries de amostragem entre 31 de maio a 27 de junho e 04 de julho a 01 de agosto de 2011. A classificação da balneabilidade é considerada própria, tanto no parâmetro bacteriológico como pH em ambas séries, ressaltando que a subclassificação na bacteriologia é avaliado como muito boa em ambas baterias de amostragens, ver tabela 01.

Tabela 02. Resultados de balneabilidade do açude Itans no late Clube de Caicó.

PARÂMETROS	COLETA 1	COLETA 2	COLETA 3	COLETA 4	COLETA 5	BALNEABILIDADE	
DATA COLETA	31/05/2011	06/06/2011	13/06/2011	20/06/2011	27/06/2011		
BACTERIOLÓGICO (NMP/100mL)	500	8	8	11	17	MUITO BOA	PRÓPRIA

Potencial Hidrogeniônico - pH	6,8	7,1	6,75	7,59	8,76	PRÓPRIA	
DATA COLETA	04/07/2011	11/07/2011	19/07/2011	26/07/2011	01/08/2011		
Bacteriológico (NMP/100mL)	21	9	40	3,6	280	MUITO BOA	PRÓPRIA
Potencial Hidrogeniônico - pH	7,24	6,7	8,3	8,39	8,08	PRÓPRIA	

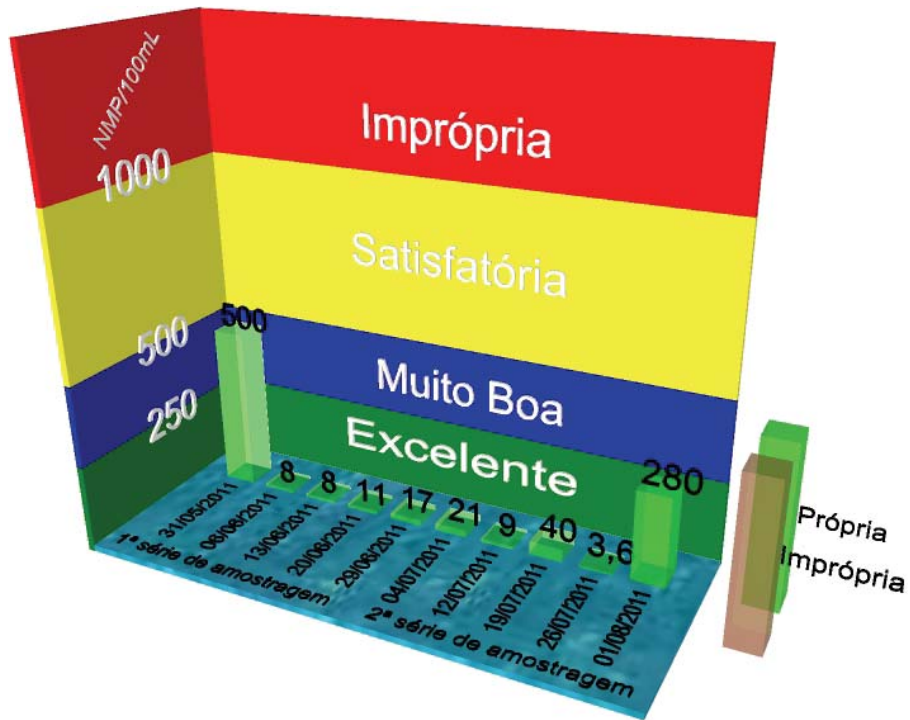


Figura 03: Resultado de balneabilidade em relação à bacteriologia do açude Itans no late Clube de Caicó.

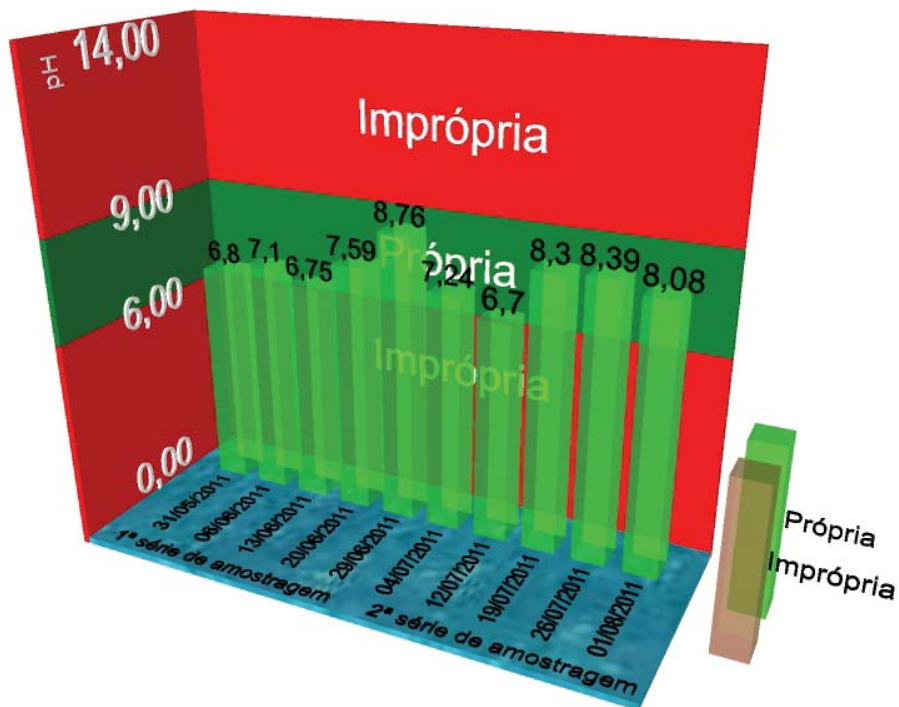


Figura 04: Resultado de balneabilidade em relação a pH do açude Itans no iate Clube de Caicó.

No balneário da Associação dos Servidores do DNOCS de Caicó – ASDEC, a pesquisa de balneabilidade se deu no mesmo período do iate Clube Caicó. Os valores da ASDEC se apresentaram relativamente divergentes em relação ao do iate, visto que, na primeira série de amostragem os valores microbiológicos deram muito próximo ao limiar de própria, e a segunda série os valores foram classificados como impróprios, ver tabela 03 e figuras 05 e 06. Na primeira série de 31 de maio a 27 de junho de 2011, a subclassificação microbiológica é de satisfatória, por ter na segunda coleta da série 900 NMP/100mL de bactérias. Já a segunda bateria de 04 de julho a 01 de agosto do corrente ano, a classificação e subclassificação são impróprias, pois a terceira coleta da bateria possui 1600 NMP/100mL de coliformes termotolerantes, ver tabela 01.

Tabela 03. Resultados de balneabilidade do açude Itans na Associação dos Sevidores do DNOCS de Caicó – ASDEC..

PARÂMETROS	COLETA 1	COLETA 2	COLETA 3	COLETA 4	COLETA 5	BALNEABILIDADE	
DATA COLETA	31/05/2011	06/06/2011	13/06/2011	20/06/2011	27/06/2011		
BACTERIOLÓGICO (NMP/100mL)	220	900	8	2	0	SATISFATÓRIA	PRÓPRIA
Potencial Hidrogeniônico - pH	7,34	8,3	7,54	6,62	7,45	PRÓPRIA	
DATA COLETA	04/07/2011	11/07/2011	19/07/2011	26/07/2011	01/08/2011		
BACTERIOLÓGICO (NMP/100mL)	4	17	1600	9,1	0	IMPRÓPRIA	IMPRÓPRIA
Potencial Hidrogeniônico - pH	6,63	8,24	8,18	8,4	7,68	PRÓPRIA	

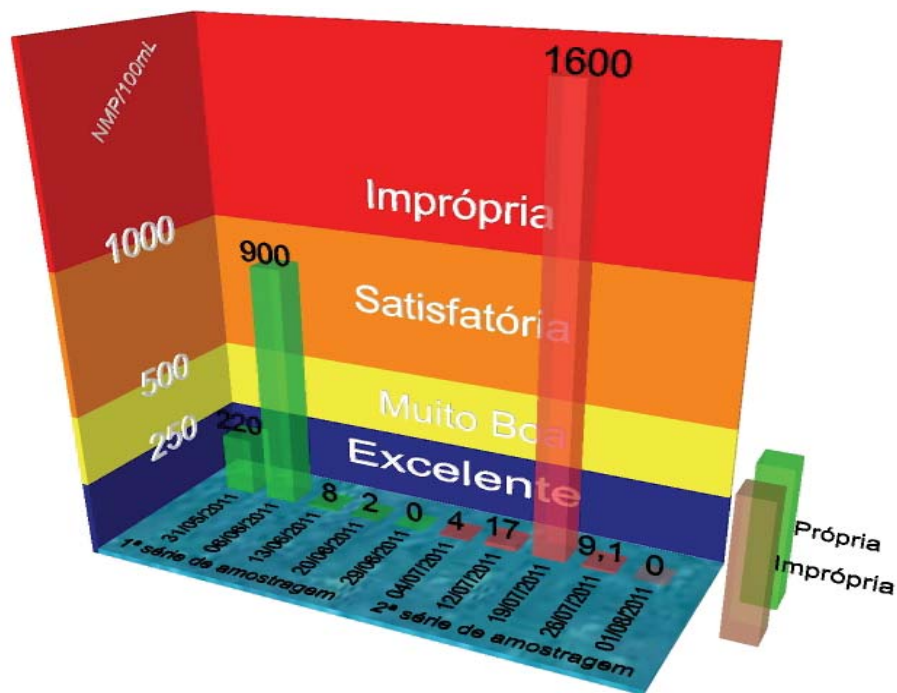


Figura 05: Resultado de balneabilidade em relação a bacteriologia do açude Itans na Associação dos Servidores do DNOCS de Caicó.

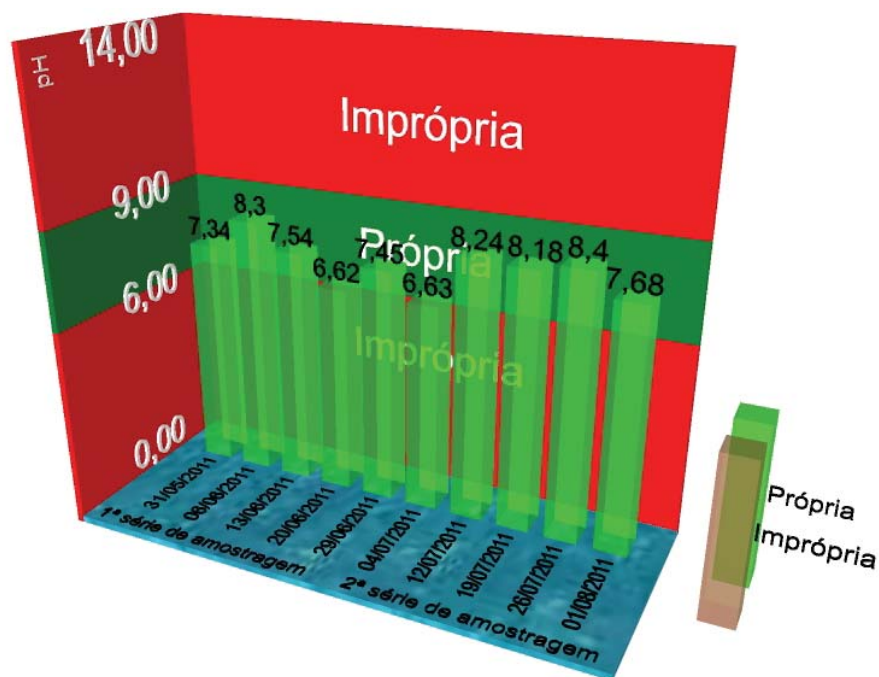


Figura 06: Resultado de balneabilidade em relação a pH do açude Itans na Associação dos Servidores do DNOCS de Caicó.

São diversas variantes que podem resultar em valores elevados de coliformes termotolerantes, entre as quais pode ser citado: poluição ambiental pontual e/ou difusa, pois apesar dos balneários em pesquisa possuírem disposição dos efluentes líquidos definidos, em todos os casos consiste em fossa negra, onde a infiltração dos efluentes no subsolo pode atingir as águas dos açudes, pela correlação do fluxo de base da água subterrânea com as água do açude. Há também as fossas negras e outras contribuições diretas ou indiretas das demais residências rurais que circundam o açude; escoamento superficial de material fecal ou

microbiológico, devido às chuvas das margens do açude Itans e respectivos afluentes, e não se pode deixar de considerar a possibilidade de erros na execução das técnicas para determinação analíticas de bactérias do grupo coliformes, o qual pode conduzir em interferência no exame.

É interessante comparar com valores da tabela 04 dos estudos realizados pelo Projeto Estudo de Balneabilidade das Praias do Estado do Rio Grande do Norte do Programa Água Azul, que resultou no relatório da Avaliação das Condições de Balneabilidade e Qualidade das Águas de Alguns Reservatórios Hídricos da Região do Seridó do Rio Grande do Norte no Período de 01 de março a 17 de maio de 2009. Entre os corpos o açude Itans contemplado, sendo realizada coleta de amostra nas coordenadas geográficas (UTM) 715891E, 9282138N, o qual se posiciona próximo ao late Clube de Caicó.

Tabela 04. Resultados de balneabilidade do açude Itans. Fonte: (Programa Água Azul, 2009).

PARÂMETROS	COLETA 1	COLETA 2	COLETA 3	COLETA 4	COLETA 5	BALNEABILIDADE	
DATA COLETA	01/03/2009	19/04/2009	26/04/2009	03/05/2009	17/05/2009		
BACTERIOLÓGICO (NMP/100mL)	2	423	79	920	33	SATISFATÓRIA	PRÓPRIA
pH	8,43	8,95	9,00	7,41	8,10	PRÓPRIA	

Como visto na tabela anterior os resultados apresentados se assemelham ao da tabela 02, ressaltando que ambos dados têm uma diferença de aproximadamente de dois anos, mas os resultados são semelhantes, pois em ambos os estudos a classificação é considerado própria, porém divergente na subclassificação, onde na tabela 02 as duas séries apresentam muito boas e na tabela 04 satisfatória.

Com todos os resultados acima apresentados, ver que apesar das inúmeras contribuições de poluição e/ou contaminação para o açude Itans, o mesmo ainda possui a capacidade de depurar os poluentes e/ou contaminantes nele lançado. Todavia não se pode avaliar o nível de qualidade ambiental e sanitária na integra do açude Itans, somente pela balneabilidade, pois os parâmetros de pH e microbiologia são insignificante em relação as diversas variantes (analíticos, parâmetros) que corroboram para uma avaliação mais detalhado da qualidades ambientais e sanitárias de um ambiente aquático.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<http://www.cprm.gov.br/>. Acessado em 15 de dezembro de 2010, às 11 horas e 55 min.

www.ibge.gov.br. Acessado em 04 de janeiro de 2011.

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução n.º 274, de 29 de novembro de 2000. Brasília, 2000.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Portaria MS n.º 518/2004. Brasília, 2005.

PROGRAMA ÁGUA AZUL. Projeto estudo de balneabilidade das praias do Estado do Rio grande do Norte, Avaliação das condições de balneabilidade e qualidade das águas de alguns reservatórios hídricos do Seridó do Rio Grande do Norte no período de 01 de março a 17 de maio de 2009. Governo do Estado do Rio grande do Norte, IDEMA e IFRN. Natal, 2009.

ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO DO SERTÃO CENTRAL CEARENSE PARA O CULTIVO DA MAMONA (*Ricinus Communis* L)

Letícia Diógenes OLÍMPIO¹; Reinaldo Fontes CAVALCANTE¹; Irla Vanessa ANDRADE¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Quixadá, Estrada do Açude Cedro, Km 05

E-mail: olimpioleticia@hotmail.com

reinaldo@ifce.edu.br

irla@ifce.edu.br

RESUMO

A queima dos combustíveis fósseis não supria a necessidade por energias exigida pela população além de que fornecia risco para a humanidade em relação à produção de CO₂. Dessa forma, foi preciso para os dias atuais pensar na produção de energia considerada limpa. A forte dependência do cenário nacional pela utilização de um sistema energético motivou o uso da biomassa para a geração de energias alternativas como também, mais recentemente, a promoção do biodiesel, que utiliza matéria prima regional como: óleos e gorduras residuais, de animais e vegetais, respectivamente; a fim de minimizar o consumo dos derivados do petróleo. É necessário destacar que o programa do biodiesel auxilia na complementação da agricultura familiar, visto que a produção de mamona para a fabricação de Biocombustível (*Ricinus communis* L) é um meio de geração de emprego e renda para os moradores. Este artigo propõe como objetivo conhecer as características da região, que compreende o Sertão Central Cearense, oferece para o cultivo da mamona (*Ricinus communis* L) por meio de comparações de algumas variáveis importantes, como: clima, temperatura, altitude, latitude, pluviosidade e solo, principalmente, ao que se referem áreas agricultáveis. A pesquisa foi desenvolvida a partir de revisão bibliográfica de artigos científicos. Diante das comparações e considerações realizadas, foi-se concluído que a região do Sertão Central Cearense dispõe de condições favoráveis para o cultivo da oleaginosa, mamona (*Ricinus communis* L).

Palavras-chave: (*Ricinus communis* L), Sertão Central Cearense e biodiesel.

1. INTRODUÇÃO

O homem, desde os primórdios, sempre precisou de fontes energéticas. A relação deste com a natureza se estabeleceram através das formas de exploração e de transformação dos recursos naturais. Com o crescimento acelerado da população humana adicionada pela Revolução Industrial, a demanda por energias torna-se mais intensa, fazendo substituir as que eram oriundas da tração animal, da força da água e do vento pelos combustíveis fósseis visto que são mais abundantes, fazendo com que os consolidassem como principal matriz energética mundial até então. No entanto, a queima dos combustíveis fósseis gera o aumento da contaminação do ar por gases e material particulado, mudando o clima e intensificando o efeito estufa. Dessa forma, é de vital importância nos dias atuais estabelecer soluções, minimizando problemas em prol ao desenvolvimento sustentável, como: a redução do consumo de combustíveis fósseis, a promoção do uso de novas tecnologias, tal como a utilização de fontes renováveis (SANTOS e MIRANDA, 2006).

O Brasil tem em seu território grande vantagens em desenvolver tecnologias voltadas para o aproveitamento de energias renováveis, por situar-se em uma região tropical, com altas taxas de luminosidade e temperaturas médias anuais, associada à disponibilidade hídrica e a regularidade de chuvas. Além disso, a utilização de biomassa no cenário brasileiro é resultado da disponibilidade de recursos e mão-de-obra barata, ligeira industrialização e urbanização, mas também das experiências de aplicações industriais desta fonte energética em grande escala (GOLDEMBERG; MOREIRA, 2005). A produção de energias por meio da biomassa é uma alternativa alcançável por muitas nações. Das experiências já existentes com relação ao consumo de energias alternativas; o etanol, produzido pela cana-de-açúcar, mostrou-se viável a diversos países, inclusive ao Brasil (MARCONATO e SANTINI, 2008). O Biodiesel também surgiu como alternativa renovável para suprir a exigências dos combustíveis de potencial energéticos, sendo considerado limpo por reduzir a geração de CO₂.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O Governo Federal pretende, com o Programa Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico do Biodiesel (PROBIODIESEL), diminuir o nível de desemprego da população bem como igualar a sua distribuição de renda ofertada no país, por meio da adoção do biocombustível. Esse enfoque voltado aos aspectos socioeconômicos pode ser observado na diretriz governamental que determina que 40% da produção nacional devem ter como matéria-prima a mamona (*Ricinus communis* L) produzida no alicerce de uma agricultura familiar (FOSTER, 2004). Para MARCOVITCH (2006), a mamona (*Ricinus communis* L) devia ser considerada a matriz principal ao programa de produção, visto que é uma maneira estratégia e promissora na inclusão social ao fomentar a agricultura familiar que beneficiam trabalhadores rurais do Norte e Nordeste brasileiro.

Nesse contexto, o estado do Ceará apresenta em sua dimensão estruturas favoráveis para o emprego da mais diversificada fontes de energias alternativas, pois o seu litoral apresenta o maior potencial para a geração de energia eólica em nível nacional, o seu interior destaca, por exemplo, pela incidência dos raios solares. Aliado ao mesmo propósito tem a usina de biodiesel da PETROBRAS que converte óleos vegetais e gorduras animais, através de processos químicos como da transesterificação e do craqueamento químico (HOLANDA, 2007) em diesel vegetal. No entanto, as políticas de industrialização concentradas na região metropolitana de Fortaleza, proporcionaram desigualdade regional dentro do Estado (SILVA FILHO e QUEIROZ; 2009). Esse cenário de concentração de renda presente põe muitos municípios em situação desconfortável (CARVALHO, BARRETO e OLIVEIRA; 2007). Segundo o Sistema de Informações Territoriais (STI, 2001) o território que abrange o Sertão Central Cearense apresenta o IDH médio de 0,63.

Diante desses dados, o que se percebe é que a localização da usina da biodiesel da PETROBRAS no sertão central cearense foi uma medida promissora e estratégica em relação ao parque industrial de Maracanaú como também ao porto do Pércem, pois estas regiões citadas apresentam enormes aglomerações industriais que promovem entre elas uma competição por preço, por exemplo, de tal forma que não potencializam ganhos de escala. Além disso, é importante que a usina fique próxima ao local de produção da mamona (*Ricinus communis* L) visto que isso viabiliza o processo comercial. Substituir parcialmente os combustíveis fósseis em motores automotivos do ciclo diesel por biodiesel já é uma medida alcançável (Costa Neto; 2000 MIRRELBACH; 1988 apud RICACZESKI et al., 2006).

3. METODOLOGIA

O método utilizado na realização desta pesquisa foi um levantamento bibliográfico de caráter qualitativo realizado por meio de sites, artigos científicos e livros que abordassem as variáveis importantes para a comparação entre as características gozadas pela região do Sertão Central Cearense e as características ideais para o cultivo da mamona (*Ricinus communis* L).

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

O Sertão Central Cearense abrange uma área de 15.678,40 Km², subdivido em 12 municípios tem todo seu território, inserido na região semiárida nordestina, usufruindo de um clima tropical quente semiárido com temperatura média variando entre 26° e 28°C (Perfil Básico Municipal 2002/03). De acordo com o Instituto AGROPÓLOS (2009) a mamona (*Ricinus communis* L) é uma planta oleaginosa que se desenvolve em climas tropicais e subtropicais, cuja variação da temperatura ideal para o seu cultivo deve está entre 20° a 35° C, sendo que a temperatura perfeita para vegetar é em torno de 28° C, porque em temperaturas elevadas, superiores a 40° C, fazem provocar o aborto das flores, acarretando na redução do teor de óleo nas sementes (BELTRÃO; SILVA, 1999).

Ao observar as latitudes, nota-se que o território do Sertão Central Cearense dispõe de aproximadamente uma latitude média referente a 5°41'23" S e uma altitude de 224,96m acima do nível do mar (PERFIL BÁSICO MUNICIPAL, 2010). Sendo a mamoneira a(*Ricinus communis* L.) mais explorada nas faixas em que as latitudes são de 40° N e 40° S e a altitude divergindo do nível do mar até 23000 m acima (AGROPOLOS, 2009). A respeito de pluviosidade, a região do Sertão Central Cearense registra como uma média pluviométrica anual de 841,68 mm com (Perfil Básico Municipal, 2010). Para o Instituto AGROPÓLOS (2009) somente no início da fase vegetativa que requer maior exigência por água, visto que nas demais fases a produção da mamona (*Ricinus communis* L) economicamente se dar em regiões onde a precipitação pluvial mínima é em torno de 400 mm. É no nordeste brasileiro que a oleaginosa encontrou melhor atendimento ao seu requisito essencial (sol e seca) como afirma AZEVEDO e BELTRÃO(2007).

No território do Sertão Central Cearense existem os mais diversificados tipos de solos, predominando sete variantes conforme Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável (PTDRS, 2006): Planossolo solódico também chamado de Solonetz solodizado apresenta alta densidade de minerais, seu solo tem uma porosidade muito baixa, isto é, indicando péssimas condições físicas para o desenvolvimento vegetal; Podzólico Vermelho-Amarelo, são solos profundos que se apresentam cobertos por vegetação de floresta e cerrados nos quais os principais tipos de uso é a pastagem, são bastante susceptíveis à erosão, portanto não são recomendados para agricultura. Bruno Não Cálculo, classe de solo mineral, geralmente com horizonte A fraco e com horizonte B avermelhado eutrófico,

tem alta fertilidade natural são moderadamente profundos a rasos. Aluviais, quase não desenvolvidos, provenientes de sedimentos, geralmente de origem fluvial, apresentando grande heterogeneidade entre si, como também ao longo do seu perfil. Suas maiores limitações de uso referem-se aos riscos de inundações periódicas e elevação do lençol freático. Litólicos se caracterizam por ser do tipo raso, com textura variável, frequentemente arenosa ou média, ocorre também textura argilosa e são heterogêneos quanto às propriedades químicas. Cambissolos são pouco profundos e, muitas vezes, cascalhentos, tem permeabilidade muito baixa. Brunizem avermelhado, solo rico em minerais com ótima fertilidade natural, comumente apresentam sérias restrições para uso agrícola, devido ao fato de quase sempre ocorrerem em relevo forte ondulado, serem muito pedregosos e apresentarem perfis com pouca profundidade, tais características constituem fatores de restrição ao uso de maquinaria agrícola e, além disso, tornando-os muito susceptíveis à erosão hídrica, quando cultivados (EMBRAPA, 1997).

A mamoneira tem melhor aproveitamento em solos profundos, com drenagem eficiente, de textura franca e balanceada. A mamona (*Ricinus communis* L) solicita bastante fertilidade no seu cultivo, portanto, solos com fertilidade média a alta favorecem o crescimento vegetativo excessivo que prolonga o ciclo e amplia o período de floração. A cultura prefere solos cujo pH está entre 5 e 6,5, visto que produzindo em solos de pH até 8,0 como alcalinos ter efeito negativo no crescimento e desenvolvimento das plantas (AGROPOLOS, 2009).

5. DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o levantamento dos dados juntamente com as comparações realizadas, ficou perceptível que o Sertão Central Cearense vislumbra de diversos aspectos favoráveis ao plantio da mamona (*Ricinus communis* L) em seu território, dentre os quais podemos enumerar:

1. O clima tropical, semiárido da região com pluviosidade média anual de mm, é uma condição que favorece o desenvolvimento da planta, pois esta vegeta bem nesse tipo de clima, além de necessitar de médias pluviométricas em torno de 400 mm no período da floração.

2. O desenvolvimento da mamona (*Ricinus communis* L) dá-se em temperaturas que tem variação média de 28°C, sendo assim o Sertão Central que apresenta temperatura média anual variando entre 26° a 28°C tem uma boa faixa de temperatura para o cultivo.

3. A exploração do cultivo da mamona (*Ricinus communis* L) atende as latitudes que variam entre 40°S e 40° N, e altitudes de até 23000 m acima do nível do mar, isto é, explorar na região do Sertão Central é viável, pois este dispõe dos parâmetros referentes a latitude de 5°41'23" S e uma altitude de 224,96m acima do nível do mar, atendendo as características exigidas pela oleaginosa

4. Por oferecer diferentes tipos de solo, como solo Litólico, solo Planossolo Solódico, solo Podzólico Vermelho-Amarelo, solo Bruno não cálcico e o solo Aluvial, este ultimo requer uma maior atenção devido aos riscos de inundações periódicas e a elevação do lençol freático, o Sertão Central dispõe dos tipos de solos melhores para o manejo da cultura. Além disso, é interessante destacar que o plantio da mamona (*Ricinus communis* L.) será mais aproveitado quando estiver vinculado para a agricultura em exploração familiar, visto que a utilização de maquinaria no campo pode provocar a compactação do solo, tornando-o raso.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) Campus Quixadá e a FUNCAP (Fundação Cearense de Apoio a Pesquisa) pelo apoio para desenvolvimento desta pesquisa.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. de M. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília, DF. 506 p. Embrapa. 2° ed., 2007.

BELTRÃO, N. E. de M; VALE, L. S; COSTA, S. G. **Bioenergia, Mamona e o Biodiesel no Brasil e no Mundo: Atualidades e Perspectivas**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Campina Grande PB, 2006.

CARVALHO, J. R.; BARRETO, F. A. OLIVEIRA, V. H. de. **Avaliação Econométrica do Fundo de Desenvolvimento Industrial do Ceará (FDI)**. In <<http://www.caen.ufc.br>>

EMBRAPA SOLOS. **Manual e método de análises de solos**. Rio de Janeiro, 1997.

FOSTER, M. G. **Comunicação Oral**. 12 de agosto de 2004.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA - **FUNCEME**, 2002. Disponível <<http://www.ipece.ce.gov.br>>

GOLDEMBERG, J; LUCON, O. **Energia e Meio Ambiente no Brasil**. Estud. av. vol.21 no.59 São Paulo, 2007.

HOLANDA, A. **Bioenergia a energia que vem do campo**. 1°. ed. Brasília: Câmara dos Deputados, 52ªLegislatura, 4º Sessão Legislativa, 2007.

INSTITUTO AGROPOLOS. **Curso de treinamento para Técnicos Agrícolas**. Fortaleza, 2009.

MARCONATO, M. S; SANTINI, G. A. **Alternativas para a Geração de Energia Renovável no Brasil**. São Paulo, 2007.

MARCOVITCH, J. **Para mudar o futuro: mudanças climáticas, políticas públicas e estratégias empresariais**. p. 368. Saraiva/Edusp. São Paulo, 2006.

PERFIL BÁSICO MUNICIPAL – **IPECE**, 2010. Disponível: <<http://www.ipece.ce.gov.br>>. Acesso em agosto de 2011.

PLANO TERRITORIAL DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL – **PTDRS**, 2006- TERRITÓRIO DO SERTÃO CENTRAL <http://sit.mda.gov.br/biblioteca_virtual/ptdrs/ptdrs_territorio080.pdf> Acesso em agosto de 2011.

RICACZESKI, C. C; ZANCANARO, D; ALZANI, A; FERREIRA, E. S. **Biodiesel, um Combustível em Expansão**. Synergismus scyentifica UTFPR, Pato Branco, 01 (1,2,3,4) : 1-778. 2006

SANTOS, F. D. & MIRANDA, P. (Eds), 2006. **Alterações Climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação**. Projecto SIAM II. 505pp, Gradiva. Lisboa.

SILVA FILHO, Luís Abel; QUEIROZ, Silvana Nunes de. **A trajetória da Indústria e do Emprego formal no Ceará 1996/2006.** in Anais do XI Encontro Nacional de Estudos do Trabalho. ABET, Campinas – SP, 2009.

Sistema de Informações Territoriais - SIT <<http://sit.mda.gov.br>> Acesso em julho de 2011.

ESTUDO DO TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUÁRIA SINTÉTICA FARMACÊUTICA EM REATORES EM BATELADA SOB AGITAÇÃO E INOCULADOS COM *Aspergillus niger* AN400

I. C. Q. Moreira¹, R. Martins², L. Loyola³, K. Rodrigues⁴ e G. Marinho⁵

¹Instituto Federal do Ceará - Campus Fortaleza, ²Instituto Federal do Ceará – Campus Maracanaú, ³Instituto Federal do Ceará – Campus Fortaleza, ⁴Instituto Federal do Ceará – Campus Fortaleza e ⁵Instituto Federal do Ceará – Campus Fortaleza

isabel_belcris@hotmail.com – raquel.marinhocm@hotmail.com – luannaloyola.ifce@gmail.com – kelly@ifce.edu.br – gloriamarinho@ifce.edu.br

RESUMO

O crescimento industrial e populacional faz com que o meio ambiente fique exposto a diversas substâncias nocivas. Os resíduos farmacêuticos vêm preocupando especialistas devido ao despreparo e à falta de conhecimento quanto às substâncias tóxicas existentes e que são lançadas nos corpos d'água. Os fungos atuam como decompositores primários na natureza e possuem grande potencial na degradação de diferentes tipos de poluentes. Os fungos filamentosos do gênero *Aspergillus* apresentam um impacto bastante significativo para a humanidade. Já a espécie *Aspergillus niger* é conhecida principalmente por sua habilidade em produzir enzimas específicas e ácidos orgânicos por fermentação. Tendo em vista as vantagens dos fungos sobre as bactérias, a pesquisa objetiva o emprego de *Aspergillus niger* AN400 no tratamento de efluente de indústria farmacêutica. Para isso, esporos de *Aspergillus niger* AN400 foram cultivados em placas de Petri estéreis e com meio específico para crescimento dos fungos, mantidos sob temperatura de 28°C por 7 dias, e removidos com solução Tween, introduzidos nos reatores na concentração de 2×10^6 esporos.mL⁻¹. A água residuária utilizada era sintética. Foram estudados 6 tempos de reação –1 dia, 4 dias, 7 dias, 9 dias, 11 dias e 14 dias. Para cada um foram preparados 6 reatores, em duplicata, sendo ao todo 12 reatores, 6 contendo 2% de penicilina e 6 contendo 5% de penicilina. Cada grupo de concentração de penicilina, continha dois reatores de controle (RC), dois reatores contendo a água residuária mais a solução de esporos do fungo de *Aspergillus niger* AN400 (2×10^6 esporos.mL⁻¹), chamado Reator de Fungo (RF), e dois reatores contendo a água residuária, a solução de fungo e 0,5g/L de glicose, chamado Reator de Fungo e Glicose (RFG). Os reatores eram frascos Erlenmeyer com volume de 250 mL, preenchidos com 200 mL da água residuária. Foram analisadas as variáveis de pH e DQO. Observou-se que, no decorrer do tempo de reação, os reatores de controle (RC) e os reatores com fungo (RF), tanto na concentração de 2% quanto na concentração de 5%, o pH aumentou, sendo que continuou entre valores de 4, na escala do pH, como inicialmente. Já nos reatores de fungo e glicose (RFG), o pH caiu para a faixa de 3. Percebeu-se que a concentração da matéria orgânica diminuiu em todos os reatores, ao longo dos tempos de reação. Observou-se que ocorreu uma provável contaminação nos reatores de controle, tanto no reator controle 5% quanto no reator controle 2%. A tecnologia empregada mostrou que a presença de glicose, a variação do pH e o processo de agitação, nos reatores RFG, influenciaram no aumento da biomassa e na forma pelletizada do fungo *Aspergillus niger* AN 400.

Palavras-chave: *Aspergillus niger*, efluente farmacêutico, matéria orgânica

1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento industrial e populacional, o meio ambiente fica exposto a diversas substâncias nocivas como pesticidas, corantes, metais pesados, derivados do petróleo, fármacos, dentre outros (FLORES et al., 2004).

Em relação aos fármacos, o descaso e o despreparo na questão do manejo desses resíduos químicos em todo o mundo (GIL & MATHIAS, 2005), torna constante sua detecção em águas de superfície (SONG et al., 2008), lençóis freáticos (CARRARA et al., 2008), estações de tratamento de efluentes (RADJENOVIC et al., 2007) e águas de abastecimento (WILLIAMS et al., 2006).

Essa contaminação pode advir de esgotos domésticos, nos quais os fármacos são excretados (NEBOT et al., 2007; REIF et al., 2008), ou de efluentes industriais (STACKELBERG et al., 2004) e hospitalares (FOCAZIO et al., 2008). Esses poluentes podem afetar de forma negativa o ecossistema aquático, a saúde humana e o desenvolvimento de bactérias resistentes aos antibióticos (W.J. SIM et al, 2010).

Assim, faz-se necessário um monitoramento desses fármacos, pois são muito frequentemente encontrados em estações de tratamento de esgoto, na ordem de $\mu\text{g}/\text{L}$ ou mg/L (HILTON & THOMAS, 2003).

Os compostos farmacêuticos constituem um vasto grupo de compostos medicinais extensivamente utilizados na medicina humana e veterinária, constituindo uma classe de contaminantes ambientais de crescente preocupação. Podem ser de origem natural ou sintética, sendo produzidos para desempenharem uma função específica (MORLEY, 2008).

As principais fontes de compostos farmacêuticos de uso humano, no meio hídrico são: a sua excreção após uso, a incorreta eliminação dos medicamentos não utilizados e, a uma escala muito menor, os desperdícios e derrames ocorridos durante a sua produção (JONES et al., 2004).

Segundo Enick e Moore (2007), as águas residuárias farmacêuticas que são produzidas, aproximadamente a metade, não passam por um processo de tratamento específico.

Assim, faz-se necessário a contribuição do desenvolvimento tecnológico para os processos industriais inquestionáveis, pois é alarmante o aumento do número de poluentes que são gerados e que, fatalmente, são lançados no meio ambiente. Muitos desses poluentes são de difícil degradação e, portanto, se acumulam no ambiente e interferem no funcionamento normal da biosfera (MACIEL, 2003).

Águas residuais da indústria farmacêutica têm sido tratadas tradicionalmente com o uso de processos físico-químicos (KULIK et al. 2008) e biológicos (SUMAN RAJ e ANJANEYULU, 2005). Baseando-se em Melero et al (2009), devido à grande variedade de substâncias químicas existentes em efluentes farmacêuticos, a remoção dessas substâncias contidas é uma tarefa bastante difícil.

O tratamento biológico requer micro-organismos e condições de operação específicas para superar os fatores limitantes e, assim, acelerar a taxa de biodegradação natural.

Os fungos têm sido muito empregados nos tratamentos biológicos, pois são seres capazes de reciclar compostos como melanina, celulose, entre outros, removendo-os da água (PRENAFETA BOLDU, 2002).

Os fungos pertencem ao reino Eumycota (HAGESKAL et al., 2009). São microrganismos eucarióticos e heterotróficos que podem ser unicelulares (leveduras) ou pluricelulares (fungos filamentosos ou bolores), sendo os filamentos fúngicos denominados de hifas, cujo conjunto constitui o micélio fúngico. As hifas são estruturas tubulares que são originadas a partir de um único esporo reprodutivo (PAPAGIANNI, 2004). Quando são cultivados em culturas submersas, esses fungos apresentam formas morfológicas diferentes, onde variam de dispersos filamentos densamente entrelaçados, como exemplo os pellets.

Atuam como decompositores primários na natureza e possuem grande potencial na degradação dos mais diferentes tipos de poluentes, além de suportarem possíveis variações de carga orgânica e hidráulica, pH e oxigênio. Dependem da disponibilidade de compostos orgânicos ricos em nutrientes e energia (T. T. MORE et al, 2010). Outra característica favorável para a aplicação dos fungos na descontaminação de efluentes industriais é a presença de diversas enzimas, citando-se, entre elas, lactases, proteases e fenol-hidroxilase (RODRIGUES, 2006).

Esses micro-organismos apresentam uma capacidade de sobrevivência em meios com baixa atividade de água maior do que as bactérias, sendo os mais apropriados para trabalhar em condições de baixa umidade relativa. Assim, podemos comparar a capacidade de adaptação dos fungos inúmeras vantagens sobre as bactérias em relação à utilização em sistemas de tratamento de águas residuárias (SANTELLA, 2009).

Segundo M. Flippin et al. (2009), os fungos filamentosos do gênero *Aspergillus* apresentam um impacto bastante significativo para a humanidade, compreendendo patógenos humanos, tais como *Aspergillus fumigatus*, produtores de micotoxinas, como *Aspergillus flavus* e fábricas de celulares importantes, tais como *Aspergillus niger*, *Aspergillus terreus oryzae*.

Aspergillus niger é uma espécie conhecida principalmente por sua habilidade em produzir enzimas e ácidos orgânicos por fermentação (EPA, 1997; PASHOVA et al. 1999; PAPAGIANNI e MOO-YOUNG, 2002; CORAL et al. 2002), especialmente, ácido cítrico (PAPAGIANNI et al. 1999; PAPAGIANNI e MATTEY, 2004). Contudo, muitas pesquisas na área ambiental têm sido desenvolvidas com *A. niger* com resultados promissores: Santaella, 1999; Sá, 1997; Rodrigues e Santaella, 2003; Rodrigues et al. 2004; Giffoni, 2000; Facó et al. 2003; Santos et al. 2003; Sampaio et al. 2004.

Devido ao fungo *Aspergillus niger* possuir a capacidade de produzir ácidos orgânicos, o pH pode assumir valores característicos de meio ácido, entre pH 2 e 4, o que representa uma vantagem competitiva em relação a outros micro-organismos (KYRIACOU et al, 2005).

Os reatores biológicos com fungos surgem como uma tecnologia alternativa e apresentam resultados positivos, podendo-se citar os trabalhos de Rodrigues et. al.(2004), Rodrigues et. al. (2005) e Santos et al.(2005).

Assim, considera-se a técnica de tratamento biológico de efluentes um dos procedimentos de tratamento mais promissor para a remoção dos contaminantes das águas residuais devido à sua alta eficiência e ao custo ser acessível (GE LEI et al,2010).

Portanto, com essa perspectiva de apresentar alternativa para o tratamento de efluentes farmacêutico, a presente pesquisa, utilizou-se de uma batelada agitada com inóculo de *Aspergillus niger* AN400, avaliando a remoção da matéria orgânica, de acordo com a variação de pH.

2. METODOLOGIA

A pesquisa foi dividida em 2 etapas: cultivo, produção e contagem dos esporos do fungo (etapa I); montagem e operação dos reatores em batelada agitada (etapa II).

2.1 Cultivo, produção e contagem de esporos da espécie fúngica

Os esporos de *Aspergillus niger* AN400 foram cultivados, em placas de Petri estéreis no Laboratório de Tecnologia Ambiental (LATAM) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), contendo 15 mL de meio de cultura Sabouraud, meio específico para crescimento dos fungos (mistura de peptonas, agar-ágar, 2% de dextrose e glicose).

O meio foi previamente esterilizado a 122°C, durante, aproximadamente, 15 minutos. Adicionou-se ainda às placas, solução de Vishiniac (solução de nutrientes), na concentração de 1 mL/L de meio de

cultura, como fonte de nutrientes para os fungos. Após a solidificação do meio de cultura, os esporos foram inoculados nas placas e estas foram mantidas sob temperatura de 28°C por 7 dias.

A remoção dos esporos foi realizada com solução de Tween 80, e a suspensão de esporos formada foi removida com uso de pipeta automática, previamente esterilizada, e transferida para frasco de 200 mL, permanecendo em condições de refrigeração (0°C) até o momento de aplicação no tratamento biológico.

A suspensão de esporos foi descongelada e agitada para melhor homogeneização. A contagem dos esporos foi efetuada em microscópio óptico, com aumento de 40 vezes, retirando-se do frasco 50 µL da suspensão de esporos, a qual foi diluída em solução Tween 80, na diluição de 1:20. Em seguida, foi removido 20 µL da suspensão de esporos e transferido para câmara de Neubauer para contagem.

A partir da concentração resultante da suspensão mãe de esporos ($2,9 \times 10^9$ esporos/mL), foram calculados os volumes a serem adicionados aos reatores, na concentração de 2×10^6 esporos /mL.

2.2 Água residuária

A água residuária utilizada era sintética, com a seguinte solução de nutrientes e respectivas concentrações: Sulfato Férrico (0,05g/ L); Nitrato de Sódio (1,0g/ L); Fosfato de Potássio (0,20g/ L); Sulfato de Magnésio (0,25g/ L); Cloreto de Cálcio (0,01g/ L); Sulfato de Cobre (0,08g/ L); Sulfato de amônio (2,0g/ L); Ácido Molíbdico (0,05g/ L); Sulfato de Manganês (0,05g/ L); Sulfato de Zinco (0,04g/ L); e Glicose (0,5g/ L), onde a glicose só foi posta no RFG (Reator de Fungo e Glicose).

Foi feita, também, a solução de antibiótico, de concentração de 100% de Penicilina, chamado de Megacilin Super Plus, onde foi retirado 2% de penicilina, com o volume de 4mL e 5 % de penicilina, com o volume de 10mL. Esse antibiótico possuía em sua fórmula 3×10^6 U.I. de Benzilpenicilina benzatina, $1,5 \times 10^6$ de Benzilpenicilina procaína e $1,5 \times 10^6$ de Benzilpenicilina potássica.

Assim, a água residuária sintética continha:

SOLUÇÃO DE NUTRIENTES + (2% OU 5%) DE PENICILINA

2.3 Montagem e operação dos reatores em batelada agitada

Foram estudados 6 tempos de reação –1 dia, 4 dias, 7 dias, 9 dias, 11 dias e 14 dias. Para cada um foram preparados 6 reatores, em duplicata, sendo ao todo 12 reatores, 6 contendo 2% de penicilina e 6 contendo 5% de penicilina. Sendo que, cada grupo de concentração de penicilina, continha: dois reatores de controle (RC), dois reatores contendo a água residuária mais a solução de esporos do fungo de *Aspergillus niger* AN400 (2×10^6 esporos.mL⁻¹), chamado Reator de Fungo (RF), e dois reatores contendo a água residuária, a solução de fungo e 0,5g/L de glicose, chamado Reator de Fungo e Glicose (RFG). Os reatores eram frascos Erlenmeyer com volume de 250 mL, preenchidos com 200 mL da água residuária, conforme a Figura 1.



Figura 1- Mesa agitadora com os reatores em batelada.

Os reatores foram mantidos sob agitação média de 125 rpm (RODRIGUES, 2006) em mesa agitadora horizontal, sob a temperatura entre 25 e 27°C.

Foram analisadas as variáveis de pH e DQO, executadas de acordo com APHA (2005).

3. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Dos resultados obtidos em duplicata foram utilizadas as médias dos valores para uma melhor análise dos dados.

Na Figura 2 estão apresentados os valores de pH, durante a batelada agitada. Percebeu-se que inicialmente o pH dos reatores foram verificados na faixa de 4 na escala da variação de pH; caracterizando, assim, um meio ácido.

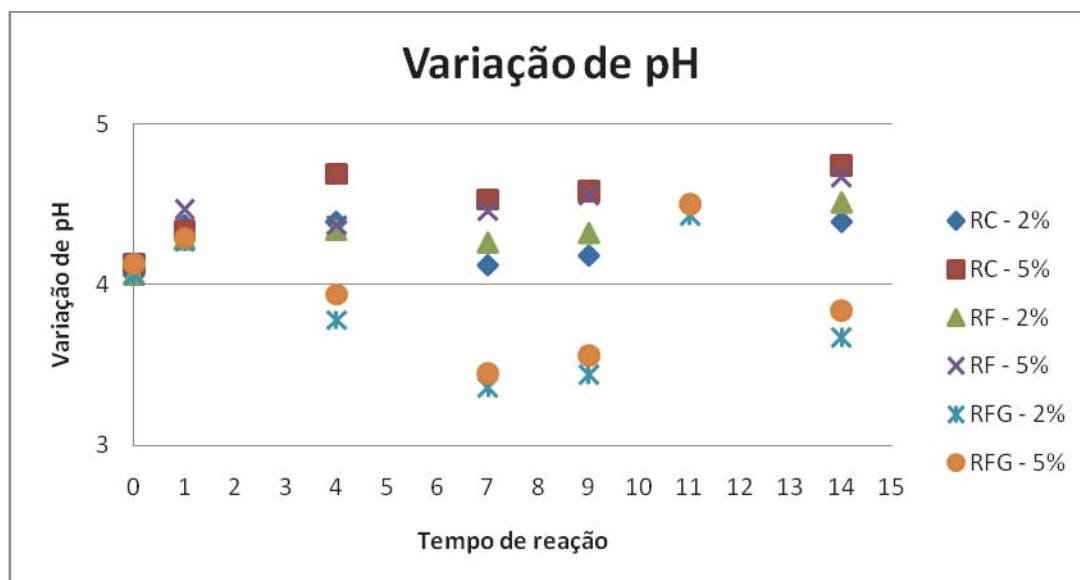


Figura 2- Variação do pH nos reatores em batelada agitada

Observou-se que, no decorrer do tempo de reação, os reatores de controle (RC) e os reatores com fungo (RF), tanto na concentração de 2% quanto na concentração de 5% de penicilina, o pH aumentou um pouco nos primeiros dias, sendo que continuou entre valores de 4, na escala do pH. Em comparação com as bactérias, os fungos têm a vantagem de crescer em meio de baixo pH (T. T. MORE

et al, 2010). Nos reatores RFG podemos dizer que a faixa ácida é o reflexo da melhor atividade metabólica do fungo *Aspergillus niger* AN400 (Rodrigues, 2006).

Já nos reatores de fungo e glicose (RFG), o pH caiu para a faixa de 3. Conseqüentemente deve ter ocorrido a formação de ácidos orgânicos metabólitos no meio pelo crescimento da espécie fúngica, conforme Lacina et al., 2003. Podemos atribuir essa diminuição do pH pela adição de glicose aos reatores. Segundo o trabalho de Znad et al. (2004), o consumo da glicose leva à formação de ácidos orgânicos.

Na Figura 3 pode-se observar a concentração da matéria orgânica (DQO), durante os tempos reacionais.

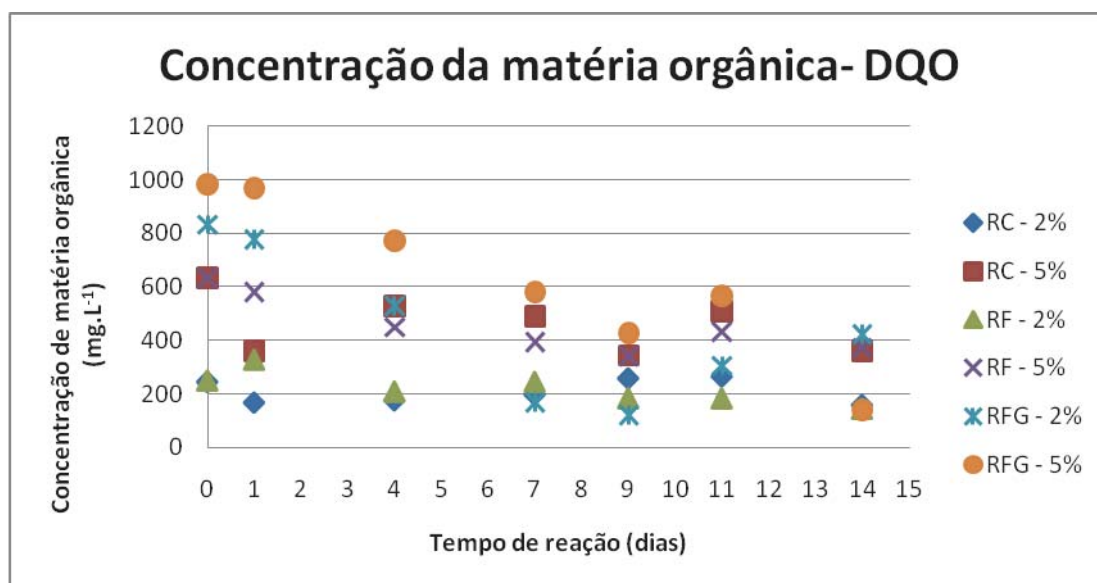


Figura 3- Variação da matéria orgânica (DQO) no tempo de reação.

Percebeu-se que a concentração da matéria orgânica diminuiu em todos os reatores, ao longo dos tempos de reação. Essa diminuição aconteceu mais aos reatores que continha a glicose no processo. Segundo Rodrigues (2006), a glicose por ser um composto mais facilmente degradado, que resulta em um aumento mais rápido da biomassa, e, conseqüentemente, na eficiência de remoção de matéria orgânica, devido seu maior consumo pela população microbiana. Além disso, a presença de co-substrato minimiza os efeitos tóxicos do poluente, pois ao serem expostos a um determinado composto tóxico, os fungos tendem a aumentar seu metabolismo primário, resultando em maior acúmulo de biomassa como forma de proteção à situação “agressiva” (COSTA et al. 2004).

De acordo com PAPAGIANNI, 2004, o crescimento microbiano é normalmente associado com o aumento exponencial da biomassa quando as condições são favoráveis para o crescimento e quando os nutrientes estão em excesso.

Observou-se que a significativa eficiência dos reatores de controle, apesar do maior desempenho dos reatores com fungos, foi atribuída ao fato de não ter sido adicionado no reator de controle um tipo de agente esterilizante, diferentemente de um antibiótico que tenha sido adicionado, provavelmente, levando aos micro-organismos presentes no reator, teoricamente já adaptados, a promoverem a degradação da matéria orgânica; conforme relatam Facó e Santaella, (2002).

Observou-se que ocorreu uma provável contaminação nos reatores de controle. Essa contaminação foi mais visualmente evidenciada no reator controle 5%, a partir do 7º dia de reação. Já o reator controle 2%, percebeu-se a contaminação a partir do 11º dia de reação; apresentando uma solução turva.

No reator RF-2%, o fungo estava em forma pellets, sendo dispersos e em pequena quantidade. Já no reator RF-5%, apresentou-se os pellets bem maiores, comparado ao RF-2%; porém houveram ainda alguns dispersos.

No reator RFG-2%, percebeu-se que a água estava bastante transparente e os fungos estavam apresentados na forma de pellets bem uniforme e em grande quantidade.

No reator RFG-5%, percebeu-se que a água não estava muito transparente, existiam poucos pellets e estavam em formação, comparado ao reator RFG-2%.

4. CONCLUSÃO

A tecnologia empregada com reatores em batelada agitada mostrou-se viável à degradação de água residuária sintética de indústria farmacêutica. A presença de glicose, a variação do pH e o processo de agitação, nos reatores RFG, influenciaram no aumento da biomassa e na forma pelletizada do fungo *Aspergillus niger*. Consequentemente, a produção de ácidos orgânicos foi maior nesses reatores, como mostra a diminuição nos valores de pH, no final do processo de reação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

APHA, **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 18 ed Washington: American Public Health Association, (1995).

CARRARA, C. et al. **Fate of Pharmaceutical and Trace Organic Compounds in Three Septic System Plumes, Ontario, Canada**. *Environ. Sci. Technol.*, vol.42, p. 2805–2811, 2008.

CORAL, G., ARIKAN, B., ALDI, M. N., GUVENMEZ, H. (2002). **Some properties of crude carboxymethyl cellulose of *Aspergillus niger* Z10 wild-type strain**. *Turk J. Biol.*, 26: 209-213.

COSTA, J. M., CORBELLINI, V. A., SCROFERNEKER, M. L. **Study of different nitrogens sources on glucose uptake and production of melanin precursors and fungal mass of *Fonsecaea pedrosoi* cultered in tricyclazole**. *Process Biochemistry*. 39: 633 – 636, 2004.

ENICK, O. V., MOORE, M. M. **Assessing the assessments: pharmaceuticals in the environmental**. *Impacts Assess*, 2007. Rev. 27, 707-729 p.

ENVIRONMENTAL PROTETION AGENCY- EPA (1997). ***Aspergillus niger* Fina Risk Assessment – Biotechnology Program Under Toxic**.

FACÒ, A. M., SANTAELLA, S. T. (2002). **Tratamento de percolado de aterro sanitário através de processo biológico com fungos**. XXVIII Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental. Cancun – México.

FLORES, A. V. et al. **Organoclorados: um problema de saúde pública**. *Ambiente & Sociedade – Vol. VII nº. 2*, 2004.

FOCAZIO, M. J. et al. **A national reconnaissance for pharmaceuticals and other organic wastewater contaminants in the United States — II Untreated drinking water source**. *Science of The Total Environment* 402, p. 201 – 216, 2008.

GIFFONI, D. A. **Filtros biológicos aplicados ao tratamento de água residuária sintética de laticínios.** Fortaleza, 159p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, área de concentração em Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Ceará), 2000.

GIL, E. S.; MATHIAS, R. O. **Classificação e Riscos Associados aos Resíduos Químico – Farmacêuticos.** Revista Eletrônica de Farmácia, Vol 2(2), 2005

GE LEI , HONGQIANG REN , LILI DING , FEIFEI WANG, XINGSONG ZHANG-2010 **A full-scale biological treatment system application in the treated wastewater of pharmaceutical industrial park**

HAGESKAL, G., LEEMA, N., SKAAR, I., 2009. **The study of fungi in drinking water.** Micrological Research 113, 165–172.

HILTON, M. J.; THOMAS, K. V. **Determination of selected human pharmaceutical compounds in effluent and surface water samples by high-performance liquid chromatography–electrospray tandem mass spectrometry.** Journal of Chromatography A, v.1015, p.129–141, 2003.

JONES, O. , VOULVOULIS, N. e LESTER, J. (2004). **Potential Ecological and Human Health Risks Associated with the Presence of Pharmaceutically Active Compounds in the Aquatic Environment.** *Critical Reviews in Toxicology*. **34**: 335 – 350.

KULIK, N. , TRAPIDO, M., GOI, A., VERESSININA, Y., MUNTER, R. **Combined chemical treatment of pharmaceutical effluents from medical ointment production.** Chemosphere 70, 1525–1531, 2008.

KYRIACOU, A., LASARIDI, K.E., KOTSOU, M., BALIS, C., PILIDIS, G.(2005).**Combined bioremediation and advanced oxidation of green table olive processing wastewater.** Process Biochemistry, 40: 1401-1408.

LACINA, C., GERMAIN, G., SPIROS, A.N., 2003. **Utilization of fungi for biotreatment of raw wastewaters.** *Journal of Biotechnology* **2** (12), 620–630.

M. FLIPPPI et al., (2009). **Biodiversity and evolution of primary carbon metabolism in *Aspergillus nidulans* and other *Aspergillus* spp.** Fungal Genetics and Biology 46 (2009) S19–S44.

MACIEL, I. M. C. T. **Avaliação do potencial de bactérias para degradar derivados do petróleo e produzir biossurfactantes.**2003. 40 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais)-Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

MELERO, J.A., MARTÍNEZ, F., BOTAS, J.A., MOLINA, R., PARIENTE, M.I. **Heterogeneous catalytic wet peroxide oxidation systems for the treatment of an industrial pharmaceutical wastewater.** Water Research. doi: 10.1016/j.watres.2009.04.012, 2009.

MORLEY, N. (2008). **Environmental risk and toxicology of human and veterinary waste pharmaceutical exposure to wild aquatic host-parasite relationships.** *Environmental Toxicology and Pharmacology*. **27**: 161 – 175

NEBOT, C. et al. **Quantification of human pharmaceuticals in water samples by high performance liquid chromatography – tandem mass spectrometry.** Analytica Chimica Acta, vol. 598, p. 87–94, 2007

- PAPAGIANNI, M.; MATTEY, M.; KRISTIANSEN, B.; **The influence of glucose concentration citric acid production and morphology of *Aspergillus niger* in batch and culture.** *Process Biochemistry*. v. 25, pp. 710-717, 1999.
- PAPAGIANNI, M., MOO-YOUNG, M. (2002). **Protease secretion in glucoylase producer *Aspergillus niger* cultures: fungal morphology and inoculum effects.** *Process Biochemistry*, 39: 12: 1963-1970.
- PAPAGIANNI, M.; MATTEY, M. **Physiological aspects of free and immobilized *Aspergillus niger* cultures producing citric acid under various glucose concentrations.** *Process Biochemistry*. v. 39, pp. 1967-1970, 2004.
- PAPAGIANNI, M. **Fungal morphology and metabolito production in submerged mycelial processes.** *Biotechnology Advances*. 22: 189 – 259, 2004.
- PASHOVA, S.; S LOKOSKA, L.; SHEREMETSKA, P.; KRUMOVA, E.; VASILEVA, L.AGELOVA, M. **Physiological aspects of immobilized *Aspergillus niger* cells producing polymethylgalacturonase.***Process Biochemistry*. v. 35, pp. 15-19, 1999.
- PRENAFETA BOLDÚ, F. X. (2002). *Growth of on aromatic hydrocarbons: Environmental technology perspectives.* Thesis Wageningen University, Wageningen, The Netherlands.
- RADJENOVIC´, J. et al. **Advanced mass spectrometric methods applied to the study of fate and removal of pharmaceuticals in wastewater treatment.** *Trends in Analytical Chemistry*, vol. 26, n. 11, 2007.
- REIF, R. et al. **Fate of pharmaceuticals and cosmetic ingredients during the operation of a MBR treating sewage.** *Desalination*, vol. 221, p. 511–517, 2008.
- RODRIGUES, K. A., SANTAELLA, S. T. **Remoção de DQO por biodegradação fúngica em água residuária sintética de laticínios.** In: WETLAND, E., SCHALCH, V. *Pesquisas em meio ambiente: subsídios para gestão de políticas públicas*, v. 2, São Carlos: Rima, 2003.
- RODRIGUES, K. A.; ZAIAT, M.; SAMPAIO, G. M. M. S.; SANTAELLA, S. T. **Redução da concentração de fenol em água residuária sintética em reatores biológicos com fungos.** VI Simpósio Luso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. CD rom. Natal - RN, 2004.
- RODRIGUES, K.A. et al. **Biodegradação de fenol por *Aspergillus niger* em água residuária sintética.** In: 23º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, CBESA, Campo Grande: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 2005. CD-ROM.
- RODRIGUES, K. de A. **Uso de reatores biológicos com fungos para remoção de fenol de água residuária sintética.** São Carlos. Tese de doutorado-Escola de engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo, 2006.
- SÁ, I.M.B. **Tratamento biológico de efluente de uma indústria de laticínios por ação de fungos decompositores.** Fortaleza, 1997. 83p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará.
- SAMPAIO G. M. M. S. et al. **Pós-Tratamento de efluentes de um reator UASB através de um reator biológico com fungos.** *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 9, n. 1, p. 73-81, 2004.

SANTAELLA, S. T. **Estudos de tecnologias apropriadas para tratamento de efluentes da indústria de castanha de caju.** Fortaleza: UFC, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, 31p. (Relatório Institucional de Pesquisa), 1999.

SANTELLA, 2009. **Tratamento de efluentes de refinaria de petróleo em reatores com *Aspergillus niger*.** *Eng. Sanit. Ambient.* [online]. 2009, vol.14, n.1, pp. 139-148. ISSN 1413-4152.

SANTOS, E. M. A.; SANTAELLA, S. T.; SAMPAIO, G. M. M. S. FACÓ, A. M. **Influência do tempo de detenção hidráulica de um sistema constituído por um reator UASB seguido por um reator biológico com fungos para tratar efluentes de indústria de castanha de caju.** III Encontro de pesquisa e pós-graduação – CEFET – CE, 2003.

SANTOS, E. M. A., SAMPAIO, G. M. M. S., LEITÃO, R. C., FACÓ, A. M., MENEZES, E. A., SANTAELLA, S.T. **Influência do tempo de detenção hidráulica em um sistema UASB seguido de um reator biológico com fungos para tratar efluentes de industria de castanha de caju.** *Eng.Sanit..ambiental*,v.2 no.1-jan/mar 2005,39-45.

SONG, W. et al. **Free Radical Destruction of β -Blockers in Aqueous Solution.** *Environ. Sci. Technol.*, v.42, p.1256–1261, 2008.

STACKELBERG, P. E. et al. **Persistence of pharmaceutical compounds and other organic wastewater contaminants in a conventional drinking-water-treatment plant.** *Science of the Total Environment* 329, p. 99–113, 2004.

SUMAN RAJ, D.S., ANJANEYULU, Y. **Evaluation of biokinetic parameters for pharmaceutical wastewaters using aerobic oxidation integrated with chemical treatment.** *Process Biochemistry.* 40 (1), 165–175, 2005.

T.T. MORE et al., 2010. **Potential use of filamentous fungi for wastewater sludge treatment/** *Bioresource Technology* 101 (2010) 7691–7700.

WON-JIN SIM, JI-WOO LEE, EUNG-SUN LEE, SUN-KYOUNG SHIN, SEUNG-RYUL HWANG, JEONG-EUN, 2010. **Occurrence and distribution of pharmaceuticals in wastewater from households, livestock farms, hospitals and pharmaceutical manufactures.**

WILLIAMS, M. et al. **Can aquatic distribution of human pharmaceuticals be related to pharmacological data?** *Chemosphere* 65, p.2253–2259, 2006.

ZNAD,H., MARKOS, J., BALES, V. **Production of gluconic acid from glucose by *Aspergillus niger*: growth and non-growth conditions.** *Process Biochemistry*, v.39, n. 11, p. 1341-1345, 2004.

EXPOSIÇÃO DE TRABALHADORES A RUIDOS EM ATERROS SANITÁRIOS: ESTUDO DE CASO

G. O. Monte¹ e G. O. Santos²

^{1,2} Instituto Federal do Ceará - Campus Fortaleza

gabrielmonte90@gmail.com – gemmelle@ifce.edu.br

RESUMO

O objetivo da pesquisa foi conhecer os níveis de ruídos a que estão expostos os operadores (garis) do aterro sanitário que recebe os resíduos sólidos urbanos (RSU) coletados em Fortaleza. Durante o mês de outubro de 2009, vinte e cinco caminhões compactadores de resíduos sólidos que entraram no aterro sanitário foram acompanhados quanto à emissão de ruídos, por meio de um decibelímetro devidamente calibrado e ajustado para funcionar no circuito de 'compensação A' e resposta lenta (SLOW), conforme estabelece a Norma Brasileira - NR 15. Retirando-se uma média entre os valores dos ruídos antes do acionamento do sistema hidráulico, que expulsa os resíduos da caçamba, encontrou-se 84,6 dB(A), valor que está dentro dos limites de tolerância previstos para uma jornada de trabalho de 8 horas/dia. Porém, a média dos valores dos ruídos medidos no período de acionamento do sistema hidráulico ficou em 100,5 dB(A), valor para o qual é exigida uma redução drástica no tempo de exposição do trabalhador e que é sentido como um impacto auditivo três vezes maior. Com esses níveis de ruídos o ambiente de trabalho dos garis fica ainda mais insalubre, já que se somam à exposição ao sol, chuva, poeira e ao odor desagradável dos resíduos sólidos, com seus respectivos riscos biológicos.

Palavras-chave: Resíduos sólidos, saúde do trabalhador, ruídos em aterros sanitários

1. INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) exige do poder público e da sociedade a elaboração e execução de alternativas de gestão e gerenciamento dos mesmos, evitando problemas sociais, econômicos, sanitários e ambientais.

No Brasil, a mais recente publicação sobre o tema foi elaborada pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), em 2010, na qual se observa que, no conjunto dos municípios brasileiros, foram coletadas 173.583 toneladas de RSU, diariamente. Desse total, 57,6% receberam destinação adequada (aterros sanitários), 24,3% tiveram destinação inadequada (aterro controlado) e 18,1% (lixão).

Para o alcance desses índices, um grande número de trabalhadores, comumente chamados de garis, precisa ser mobilizado todos os dias para recolher, na maior parte dos casos, resíduos domiciliares e comerciais, além dos encontrados nas praças, canais e esquinas.

Porém, a notória importância desses trabalhadores para a promoção da saúde pública e preservação ambiental - bastante discutida em Santos; Rigotto (2008) -, se esconde sob a falta de dados no Brasil que revelem a quantidade exata desses trabalhadores.

A estimativa da ABRELPE (2010) revela que o número de empregos diretos gerados pelo setor de limpeza urbana no Brasil é de 128.218 empregos públicos e 170.109 empregos privados e o mercado geral brasileiro de serviços de limpeza urbana em 2010 alcançou a casa dos R\$ 19,1 bilhões por ano.

No processo de coleta dos resíduos domiciliares, diverso(a)s riscos/condições podem comprometer a saúde dos garis, a exemplo dos cortes e arranhões com vidros, agulhas e metais, quedas do veículo coletor, atropelamentos no trânsito, inchaços do tornozelo e joelho, irritação da mucosa ocular (SANTOS, 2008). Além desses, há o contato com resíduos contaminados por agentes biológicos e químicos e o odor desagradável dos resíduos.

Vários são os estudos que apontam essas e outras questões ocupacionais inerentes ao trabalho do gari, a exemplo das pesquisas feitas por Velloso (1997), Velloso; Santos; Anjos (1997), Catapreta; Heller (1999), Anjos; Ferreira (2000), Madruga (2002), Ferreira; Anjos (2001), Ferreira (2002), Peres (2002), Miglioransa et al. (2004), Cussioli; Rocha; Lange (2006), Moraes (1997) e Dall'agnol; Fernandes (2007).

Além desses aspectos, os resíduos sólidos provocam prejuízos ao homem sob várias perspectivas: quando transmitem doenças diretamente ou por vetores abrigados; quando causam acidentes (tanto terrestres quanto marítimos e aéreos); quando adentram nas residências em decorrências de inundações; quando exalam odores ao se degradarem ou serem queimados; quando são ingeridos pelas comunidades de catadores; quando poluem o solo e as águas subterrâneas e superficiais e; quando limitam a aquisição de recursos para os municípios, em decorrência do descaso com o tema.

Ao contrário da quantidade de experiências publicadas sobre o tema no Brasil, em Fortaleza/CE, as pesquisas são escassas, sendo de conhecimento público os trabalhos de Santos (2008), Santos; Rigotto (2008), Santos; Silva (2009) e Santos (2009), que, de uma forma geral:

(1) buscaram conhecer a visão dos garis e catadores da cidade quanto à tríade resíduos-sólidos-trabalho-saúde,

(2) descreveram os processos de trabalho dessas categorias e,

(3) apontaram a importância social e ambiental desses trabalhadores.

Com o propósito de reduzir a lacuna existente na literatura é que se pensou na realização desta pesquisa, que teve por objetivo principal conhecer os níveis de ruídos a que estão expostos os operadores (garis) do aterro sanitário que recebe os RSU coletados em Fortaleza/CE.

Objetivou-se também destacar alguns aspectos do processo de trabalho no aterro. Além destes objetivos, esta pesquisa é importante por subsidiar um melhor planejamento do setor de segurança do trabalho por parte das empresas que usam o aterro sanitário, prevenindo danos à saúde do trabalhador.

2. METODOLOGIA

Esta pesquisa foi realizada no aterro sanitário que recebe os resíduos coletados em Fortaleza/CE, durante o segundo semestre de 2009.

Os ensaios em campo aconteceram numa célula em operação do aterro e os ruídos da fonte (caminhões compactadores de resíduos sólidos) foram medidos com um decibelímetro da marca Instrutherm modelo DOS-500 devidamente calibrado.

O equipamento foi ajustado para funcionar no circuito de compensação A, alcançando medidas de ruídos na unidade chamada 'decibéis A' - dB(A) - e circuito de resposta lenta (SLOW), conforme estabelece a Norma Brasileira - NR 15, que trata da segurança do trabalho em ambientes insalubres.

O procedimento de calibração consistiu na inserção cuidadosa do decibelímetro no acoplador do calibrador, seguido do posicionamento da chave seletora para 94 dB e depois 114 dB, até a emissão de dois sons de diferentes intensidades, que indicaram o fim do processo.

O ruído total no posto de trabalho foi medido sempre próximo, aproximadamente 1,0m, do operador do caminhão compactador (gari), 'antes' e 'durante' o acionamento dos botões de comando do sistema hidráulico, quando são expulsos os resíduos para fora da caçamba. Esse sistema é chamado, pelos garis, de 'bomba'.

O trabalho de campo foi realizado durante o mês de outubro de 2009 das 14:00 as 17:00 horas e, pelo fato das operações de despejo dos resíduos durarem aproximadamente de 3 a 5 minutos por caminhão compactador, que comporta de 8 a 9 toneladas de resíduos sólidos domiciliares, teve-se a oportunidade de medir os ruídos emitidos por 25 caminhões durante a pesquisa de campo.

Todos os dados foram transferidos para um computador, facilitando o tratamento.

3. RESULTADOS E DICURSSÕES

Os garis cumprem uma carga horária média de oito horas por dia no aterro sanitário. Nesse período, todos ficam expostos ao sol e/ou chuva, já que na área de destinação e compactação dos resíduos sólidos não há nenhuma área coberta.

Na tentativa de mitigar os efeitos das condições ambientais sobre a saúde do trabalhador, cada gari faz uso de bonés e blusas do tipo ‘manga longa’.

Na célula em operação no aterro, não há água encanada nem ambiente para realização das necessidades fisiológicas. Os trabalhadores levam água potável em uma garrafa térmica, para o local de trabalho e, quando precisam ir ao banheiro, se deslocam até o setor administrativo do empreendimento, aproveitando o retorno de algum caminhão que terminou o descarregamento.

Durante a movimentação dos veículos pela célula em operação, grande quantidade de poeira é gerada, além de existirem riscos de atropelamentos devido a constante passagem de máquinas pesadas. Para reduzir os impactos à saúde provenientes da poeira, os garis têm a sua disposição máscaras e óculos de policarbonato. Quanto ao risco de acidente, especialmente atropelamento, o cotidiano é que mostra a melhor forma de prevenção.

Devido a constante entrada de caminhões no aterro, os garis passam a maior parte do tempo em pé e, em alguns casos, precisam correr para atender a distintos veículos ao mesmo tempo. A grande movimentação dos empregados, a instabilidade do terreno e a ocorrência de pedaços de vidros e ferros soltos na superfície do aterro sanitário, demandam aos garis o uso constante de botas de borracha do tipo ‘cano longo’.

Quanto aos ruídos, não se pode apontar, de forma tão objetiva, uma forma homogênea de prevenção, já que o trabalhador precisa se comunicar com o motorista do caminhão e, em alguns casos, há necessidade de falar em voz bastante alta e retirar o protetor auricular, que também causa incômodo, conforme relataram.

Os resultados das medições dos níveis de ruídos emitidos pelos 25 caminhões (C) acompanhados estão expostos na Tabela 1 - subdividida em duas categorias: ‘antes’ e ‘durante’ o acionamento dos botões de comando do sistema hidráulico.

Tabela 1 - Níveis de ruídos medidos no aterro sanitário - dB(A)

Caminhão	A.A	D.A	Varição Percentual (%)
C1	83,0	92,6	12%
C2	84,0	90,0	7%
C3	77,0	99,4	29%
C4	86,2	99,4	15%
C5	85,3	97,1	14%

C6	83,9	93,2	11%
C7	88,0	104,0	18%
C8	86,9	94,1	8%
C9	81,6	94,4	16%
C10	81,0	90,7	12%
C11	74,0	88,4	19%
C12	81,6	88,1	8%
C13	78,7	102,0	30%
C14	80,0	101,0	26%
C15	80,0	98,0	23%
C16	84,0	110,2	31%
C17	85,1	107,4	26%
C18	89,0	105,0	18%
C19	83,1	108,6	31%
C20	93,1	108,7	17%
C21	99,3	110,2	11%
C22	91,0	106,1	17%
C23	86,5	110,6	28%
C24	90,2	105,2	17%
C25	84,0	109,3	30%
Média	A.A = Antes do Acionamento D.A = Durante o Acionamento 84,6	100,5	19%

Calculando-se a média dos valores dos ruídos ‘antes’ do acionamento, determinou-se 84,6 dB(A). Este valor encontra-se dentro dos limites de tolerância previstos pelo Anexo 1 da NR-15, para uma jornada de trabalho de 8 horas/dia, conforme se observa na Tabela 2, o que reduz os riscos à saúde do trabalhador.

Tabela 2 - Limites de tolerância para o ruído contínuo ou intermitente (Anexo 1 da NR-15)

Nível de Ruído dB(A)	Máxima Exposição Diária Permissível
85	8 horas
102	45 minutos
115	7 minutos

A média dos valores dos ruídos medidos ‘durante’ o acionamento da ‘bomba’ foi igual a 100,5 dB(A). Para este valor é exigida uma redução drástica no tempo de exposição do trabalhador como se observa na Tabela 2; para 102 dB(A), a máxima exposição diária permissível é 45 minutos. Caso contrário, haverá danos à saúde do gari.

Conforme a NR-15, a cada 5 dB(A) acima de 85 dB(A) o ruído tem um impacto dobrado sobre o trabalhador. Isso significa que, para 100,5 dB(A), o gari tem a sensação de estar sentido um ruído três vezes maior do que para 84,6 dB(A).

Outro fato observado é que 11 caminhões (44%) já chegaram ao aterro sanitário proporcionando condições insalubres aos garis, ou seja, com ruídos acima de 85,0 dB(A). Provavelmente, concorrem para isso o tempo de uso dos diferentes caminhões, a forma de operação do motorista e/ou o tipo e quantidade dos resíduos transportados.

Observou-se, ainda, que, em alguns casos (Caminhões C16 e C19), o aumento dos ruídos chegou a 31%, considerando o ‘antes’ e o ‘durante’ o acionamento da ‘bomba’, demandando uma maior atenção dos trabalhadores para a operação desses caminhões quando retornarem ao aterro sanitário para novo despejo de resíduos.

4. CONCLUSÃO

Os ruídos emitidos pelos caminhões no aterro sanitário tornam o ambiente de trabalho dos garis ainda mais insalubre, já que eles ficam expostos diariamente ao sol, chuva, poeiras e ao odor desagradável dos resíduos sólidos, bem como a riscos biológicos.

Os dados encontrados neste trabalho são importantes para subsidiar uma tomada de decisão quanto ao aumento real do adicional de insalubridade até então pago aos trabalhadores e servem para chamar a atenção das empresas que usam o aterro sanitário quanto aos riscos a que estão expostos seus funcionários.

Ampliando esta discussão, não há porque deixar de apontar a necessidade de criação de uma política de saúde do trabalhador voltada a essa categoria, em nível nacional, já que as condições encontradas não devem ser muito diferentes das de outras cidades do país.

Pelo fato dos níveis de ruído serem suficientes para interferir na comunicação entre os garis e o motorista do caminhão, as chances de atropelamento aumentam e uma ocorrência com máquinas pesadas pode ter conseqüências desastrosas para o indivíduo.

O cotidiano de operação dos veículos no aterro sanitário jamais pode estar desassociado de adequados equipamentos de proteção individual, pois sua ausência certamente oferecerá graves e iminentes riscos aos trabalhadores.

Com esta pesquisa, espera-se ter contribuído para a redução da lacuna existente na literatura, quanto ao conhecimento dos níveis de ruídos gerados em aterros sanitários que recebem resíduos sólidos urbanos e ter destacado alguns aspectos do processo de trabalho dos garis em aterros.

A partir dos resultados apresentados pode-se que:

(i) os níveis de ruído medidos nas células do aterro sanitário de Caucaia são suficientes para prejudicar os trabalhadores e a comunicação entre eles, podendo resultar em acidentes de trabalho e

(ii) os valores encontrados no momento do acionamento da alavanca estiveram acima de 85 dB(A)

Desta forma, deve ser realizado estudo sobre o tempo de exposição dos trabalhadores aos níveis de ruído encontrados, para avaliar se os mesmos podem causar danos durante sua vida laboral.

REFERÊNCIAS

ANJOS, L. A.; FERREIRA, J. A. A avaliação da carga fisiológica de trabalho na legislação brasileira deve ser revista! O caso da coleta de lixo domiciliar. **Cad. de Saúde Pública**, 16:785-790, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS -ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2008**. ABRELPE, São Paulo, 2008.

CATAPRETA, C. A. A.; HELLER, L. Associação entre Coleta de Resíduos Sólidos Domiciliares e Saúde, Belo Horizonte (MG), Brasil. **Pan American Journal of Public Health**, 1999.

CUSSIOL, N. A. de M.; ROCHA, G. H. T.; LANGE, L. C. Quantificação dos Resíduos Potencialmente Infectantes presentes nos Resíduos Sólidos Urbanos da Regional Sul de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 22(6): 1183-1191, jun, 2006.

DALL'AGNOL; C. M.; Fernandes; F. S. Saúde e AutoCuidado entre Catadores de Lixo: vivências no trabalho em uma cooperativa de lixo reciclável. **Revista Latino-am Enfermagem**, set-out.2007.

FERREIRA; J. A. A coleta de resíduos urbanos e os riscos para a saúde dos trabalhadores. In: **VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - SIBESA**, 2002.

FERREIRA; J. A.; ANJOS; L. A. Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais. **Cad. de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 17(3):689-696, mai-jun, 2001.

MADRUGA; R. B. **Cargas de trabalho encontrada nos coletores de lixo domiciliar - um estudo de caso**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2002, p.1-19.

MIGLIORANSA; M. H.; [PERIN, C.](#); RAMOS, G. Z.; FOSSATI, G. F.; STEIN, A. T. Estudo Epidemiológico dos Coletores de Lixo Seletivo. **Rev. Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo (SP), v.28, n.107-108, p. 19-28, 2003.

MORAES, L. R. S. Aspectos Epidemiológicos Relacionados aos Resíduos Domiciliares Urbanos: um estudo de caso. In: **19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, ABES, Foz do Iguaçu, 1997.

PERES, F. Onde Mora o Perigo?: percepção de riscos, ambiente e saúde. In: MINAYO, M. C. S.; CARVALHO, A. M.; (Orgs.). **Saúde e ambiente sustentável: estreitando nós**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2002.

SANTOS, G. O.; SILVA, L. F. F. Estreitando Nós entre o Lixo e a Saúde - Estudo de Caso de Garis e Catadores da Cidade de Fortaleza, Ceará. **REDE - Revista Eletrônica do Prodem**, v.3, p.83-102, 2009.

SANTOS, G. O. Interfaces do Lixo com o Trabalho, a Saúde e o Ambiente - Artigo de Revisão. **Revista Saúde e Ambiente (UNIVILLE)**, v.10, p.1-18, 2009.

_____. **Resíduos Sólidos Domiciliares, Ambiente e Saúde: (inter)relações à partir da Visão dos Trabalhadores do Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Fortaleza/CE**. Dissertação de Mestrado em Saúde Pública. Universidade Federal do Ceará - UFC, Fortaleza, 2008.

SANTOS, G. O.; RIGOTTO, R. M. Os Que Fazem os "Trabalhadores do Lixo" de Fortaleza/CE Quando Acometidos por Problemas Ocupacionais?. In: **VIII Encontro de Pós-Graduação e Pesquisa da UNIFOR**, 2008, Fortaleza.

VELLOSO; M. P. **Processo de trabalho da coleta de lixo domiciliar: percepção e vivência dos trabalhadores**. Rio de Janeiro; s.n; 1995. 123 p.

VELLOSO; M. P.; SANTOS, E. M.; ANJOS, L. A. Processo de trabalho e acidentes de trabalho em coletores de lixo domiciliar na cidade do Rio de Janeiro, Brasil. **Cad. de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 1997, vol.13, n.4, pp. 693-700.

GESTÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA: UMA EXPERIÊNCIA DO IFPB NO ANO DE 2010

V. S. Gomes¹, H. F. Pereira², T. M. Andrade³, G. J. A. Figueirêdo⁴ e. A. C. Sousa⁵

^{1, 2, 3, 4 e 5} Instituto Federal da Paraíba - Campus João Pessoa

¹vanessa.gestao.ifpb@gmail.com - ²hevelyne07@yahoo.com.br - ³taniamaria_andrade@yahoo.com.br

⁴gesivaldojesus@yahoo.com.br - ⁵antoniocicero1@yahoo.com.br -

RESUMO

A água é um bem fundamental para todos os seres vivos. Garante a preservação da fauna e da flora aquática, como também as atividades humanas tais como: o abastecimento público, industrial, atividades agropastoris, entres outras, sendo a mais nobre de todas as atividades o consumo humano direto. Sendo assim, busca-se a qualidade da água através do seu monitoramento incluindo nas análises os parâmetros que devem estar de acordo com a legislação vigente. O objetivo deste trabalho é socializar o Programa Monitoramento de Águas do IFPB (PMA/IFPB) no ano de 2010 e apresentá-lo como política institucional que contribui com a avaliação e acompanhamento da qualidade da água de fontes alternativas no Estado da Paraíba. Foi realizado um levantamento quantitativo de todas as análises do ano de 2010, descrevendo os tipos de análises e as variáveis adotadas pelo PMA/IFPB em função das demandas que ocorreram durante o transcorrer deste ano. Na sequência apresentam-se os resultados e as considerações finais.

Palavras chaves: Monitoramento de Águas, Qualidade de água, gestão hídrica.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com (BRASIL 2000): a Gestão Ambiental é definida como sendo o conjunto de princípios, estratégias e diretrizes de ações e procedimentos para proteger a integridade dos meios físicos e bióticos, bem como a dos grupos sociais que deles dependem

Segundo Petts (1999) apud Soares et al., (2006), o ato de monitorar consiste em coletar dados a fim de obter informações a cerca de uma característica ou comportamento de uma variável ambiental. Ou seja, constitui-se de um programa de repetitivas observações, medidas e registro de variáveis ambientais e parâmetros operacionais em um período de tempo para um propósito definido. Por se tratar de uma ferramenta da gestão ambiental, o monitoramento de águas é de suma importância para a gestão dos recursos hídricos, pois através dos levantamentos realizados será possível determinar quais os parâmetros necessários para se obter uma água de boa qualidade.

A problemática em torno da qualidade da água no planeta trouxe preocupação para a comunidade acadêmica devido ao grande crescimento populacional e ao uso desenfreado desse recurso, com o lançamento indevido de efluentes sem um tratamento prévio tornando mais difícil garantir uma água de qualidade que é um recurso fundamental para existência de todos os seres vivos do planeta.

Segundo Branco, (1986) o termo qualidade da água não se refere à pureza integral, ou próxima ao integral, e sim, a um padrão mais próximo possível ao natural, tal como é encontrada na natureza.

Por isso, é de suma importância estudar a qualidade da água por levar em consideração seus aspectos físicos, químicos e biológicos que podem interferir na qualidade da água para o consumo humano e conseqüentemente na saúde e qualidade de vida.

A partir dessa temática, surge o Programa de Monitoramento de Água (PMA) do Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Campus João Pessoa, que representa uma política pública local, que de forma complementar busca monitorar a qualidade das águas subterrâneas e superficiais utilizadas pela população local como fontes alternativas de abastecimento de água para consumo humano.

O programa de monitoramento da qualidade de água surgiu em nível de projeto desde 1999 e passou a se constituir em Programa institucional a partir de 2007. Tem atendido a demanda concreta relacionada ao tratamento, monitoramento e controle da qualidade da água em nosso estado, gerando com isso a necessidade de formação técnica especializada para legalmente assumirem esta atividade profissional. Neste sentido, estudantes, bolsistas e estagiários, tornam-se candidatos em potencial para esta demanda de trabalho.

Este trabalho tem por objetivo socializar o Programa de Monitoramento da Qualidade de Água (PMA) do IFPB apresentando-o como política institucional e de interesse público local. Para tanto, está centrada na apresentação dos parâmetros utilizados para a avaliação e monitoramento da qualidade de água, seja ela destinada para fins de potabilidade, para balneabilidade, para o uso de manipulação ou para fins de produtividade agroindustrial. O PMA que tem como finalidade oferecer à comunidade paraibana um monitoramento da qualidade da água proveniente de fontes alternativas de abastecimento, visando sobretudo atender as recomendações legais da Portaria 518 do Ministério da Saúde (2004), resolução normativa 114 do Conselho Federal de Química (2004) e Portaria RDC Nº. 87, de 21 de Novembro de 2008 - Água Purificada, divulgar os resultados, apresentar as demandas atendidas pelo programas, bem como analisar o quantitativo das análises feitas nos dois semestres de 2010 e no primeiro semestre de 2011.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A qualidade da água é analisada de acordo com parâmetros físico-químicos, bacteriológicos e microbiológicos tanto para fins de potabilidade como para a Classificação das águas. A seguir a descrição de cada parâmetro (VON SPERLING, 1996).

As demandas para o monitoramento são diversas, exigindo variação de parâmetros e atributos, a depender da destinação de uso. Serão descritos a seguir, e de uma forma geral, os parâmetros utilizados pelo PMA.

2.1 Aspectos Físico-Químicos Avaliados

A Cor (UH) resulta da existência de substâncias na água, oriundas de ferro ou manganês, da decomposição de matéria orgânica ou pela introdução de esgotos industriais e domésticos. Seu método de pesquisa foi a técnica analógica por discos comparadores colorimétricos, equipamento *Aqua-test*. (FUNASA, 1999).

A Turbidez (UNT) é muito utilizada para caracterizar as águas de abastecimento brutas e tratadas. Condutividade elétrica é a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. É atribuída principalmente às partículas sólidas em suspensão, que interferem na passagem da luz no meio. Pode ser provenientes de algas e detritos orgânicos. É inconveniente, pois denigre a estética do corpo d'água. O método empregado na sua determinação foi o nefelométrico e os resultados obtidos foram expressos em Unidade Nefelométrica de Turbidez (UNT), a partir de um equipamento denominado turbidímetro. (FUNASA, 1999).

A Dureza Total é responsável por causar sabor desagradável e efeitos laxativos, e provoca incrustações nas tubulações em caldeiras. Cloretos em altas concentrações, conferem sabor salgado à água ou propriedades laxativas. Amônia em altas concentrações nas águas superficiais, podem indicar a contaminação por esgoto bruto, efluentes industriais, ou do afluxo de fertilizantes. Para Filho e Andrade (2010) a dureza de uma água relaciona-se com a capacidade de utilização do sabão, ou seja, uma água dura não irá permitir que o sabão espume. Esta capacidade ocorre devido à presença de íons de cálcio e magnésio, sendo assim, a dureza total é expressa em termos de mg L^{-1} de carbonato de cálcio, ou seja da quantidade de íons de cálcio e magnésio presentes na água. Foi determinada pelo método titulométrico por complexometria. (FUNASA, 1999).

O pH revela o nível de acidez, neutralidade ou alcalinidade presente na água. O potencial hidrogeniônico da água é significativo por que afeta o tratamento da água e pode contribuir para a corrosão das tubulações hidráulicas e do sistema de abastecimento de água, quando este é muito ácido. O pH das águas naturais está compreendido entre as unidades cinco e nove. A água utilizada para consumo humano tem uma faixa de pH definida entre 6,5 e 8,5, para não permitir que a acidez ($\text{pH} < 7$) e a alcalinidade ($\text{pH} > 7$) da água seja nocivo à saúde humana. A determinação do pH de águas é realizado através do *pHmêtro* ou potenciômetro (FUNASA, 1999).

A Acidez Total que é expressa em mg L^{-1} consiste na capacidade da água de resistir às mudanças de pH causadas por espécies de caráter básicos. É proveniente de ácidos fracos, particularmente o CO_2 , mas também pode ter colaboração de outras espécies como H_2S , SO_2 , FeS_2 , CaSO_4 , H_2PO_4 , proteínas, ácidos gordurosos, dentre outros. Esse parâmetro foi determinado pelo método titulométrico de acidimetria analítica. (FUNASA, 1999).

Alcalinidade total expresso em mg L^{-1} pode proporcionar sabor desagradável à água e tem influência nos processos de tratamento da mesma. Corresponde a medida total das substâncias presentes na água, capazes de neutralizarem ácidos. Ela pode ser ocasionada pela presença de HCO_3^- (bicarbonatos), CO_3^{2-} (carbonatos) e OH^- (hidroxilas). As espécies iônicas responsáveis pela alcalinidade

estão relacionadas à faixa de pH. A alcalinidade foi obtida pelo método titulométrico de alcalimetria analítica (FEEMA, 1990).

A Transparência (cm) é uma medida empírica que determina se a água está ou não produtiva, em termos de atividade biogênica. É bastante utilizada para determinar se a água está em bom estado para o processo de piscicultura, pois quando a água está muito turva e impede a penetração de luz solar na coluna d'água, prejudica a vida dos seres clorofilados e desequilibra o ambiente, tornando improdutivo o tanque para a criação de peixes. A transparência da água é facilmente medida usando o Disco de Secchi (WOYNAROVICH, 1985).

A Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) corresponde a medida de calor presente na matéria, no nosso caso na água. A temperatura da água é um dos fatores mais importantes nos fenômenos biológicos, tanto que em viveiros de piscicultura a biota, geralmente, estratifica-se em função dessas diferenças de temperatura. Para o consumo humano o ideal é a água em temperatura ambiente. Para se determinar a temperatura num corpo d'água pode-se fazer uso de um termômetro de mercúrio comum.

O Oxigênio Dissolvido, expresso em termos de mg L^{-1} de O_2 é importante para a manutenção da vida nos ambientes aquáticos, principalmente para o metabolismo respiratório de grande parte dos organismos aquáticos. O oxigênio pode penetrar na água, seja pela turbulência num corpo d'água ou pela proliferação de algas clorofiladas. Todos os seres vivos necessitam desse recurso em abundância para poder realizar suas funções metabólicas e os seres aquáticos são determinados para uma boa produtividade também. Para a piscicultura esse elemento é primordial para uma boa criação de peixes. Sua pesquisa se baseou no método colorimétrico da *ALCOM* (SILVA, *et al* 2007).

Os íons cloretos encontram-se distribuídos na natureza geralmente na forma de sais de Sódio, de Potássio e de Cálcio, dando gosto salgado e tornando a água imprópria por causar diversos problemas à saúde humana. Está diretamente ligado com a salinidade de uma água por apresentar o sabor de salgado ao líquido. O método titulométrico de precipitação definido por *Möhr*, foi adotado para a investigação desse parâmetro. (FEEMA, 1990).

O Cloro livre, expresso em mg L^{-1} , funciona como um inibidor químico responsável pela eliminação dos microrganismos que possam existir no meio aquoso. Possui importante papel na garantia de uma água isenta de patógenos e de válida potabilidade. Determina-se o cloro livre através da adição do seu combinante DPD e comparador colorimétrico para cloro residual. (FUNASA, 1999).

O Nitrito, expresso em termos de mg L^{-1} , é um bom indicador de poluição hídrica, pois é um subproduto de excretas que se oxida em meio externo. É uma espécie química tóxica e que pode levar a morte dos seres vivos por asfixia, pois se combina muito bem com hemoglobina do sangue, que é responsável por levar o oxigênio na corrente sanguínea pelo corpo. Sua pesquisa se baseou no método colorimétrico da *ALCOM* (SILVA, *et al* 2007).

A Amônia é um indicador de poluição hídrica muito sensível, pois essa substância logo se converte para nitrito. A amônia é um substância bastante tóxica, que se faz presente no processo de decomposição da matéria, sua ingestão é mortífera e indicadora de ambientes insalubres. Sua pesquisa se baseou no método colorimétrico da *ALCOM* (SILVA, *et al* 2007) seus resultados foram expresso em mg L^{-1} .

Segundo Bossoi (2004), a DBO de uma água representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável.

2.2 Aspectos Microbiológicos Avaliados

Os Coliformes totais e termotolerantes são parâmetros biológicos da água e de grande importância, pois indicam a presença de agentes patogênicos e a possibilidade de transmissão de

doenças (SILVA, 2010). A colimetria total e fecal (nmp) corresponde a avaliação da presença ou ausência de bactérias coliformes. Compõe o grupo coliforme todos os bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não esporulantes, oxidase-negativa, capazes de crescer na presença de sais biliares ou outros compostos ativos de superfície (surfactantes) com propriedades similares de inibição de crescimento, e que fermentam a lactose com produção de aldeído, ácido e gás em 24-48 horas a 35°C. O grupo Coliforme compreende os seguintes gêneros: *Escherichia*, *Aerobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiela*.

Os coliformes fecais são microorganismos causadores de doenças, geralmente provenientes da contaminação por fezes humanas ou por fezes de outros animais de sangue quente. São indicadores de contaminação fecal, são eleitas, como referência para indicar contaminação de água por esgotos.

O método de determinação das bactérias do grupo coliforme em *tubos múltiplos* baseia-se na incubação de volumes decrescentes da amostra em tubos de ensaio contendo Caldo Lactosado (meio nutriente) a uma temperatura de 35°C, por um período de 24-48 horas. Estando dentro de cada tubo de ensaio um outro tubo invertido, chamado de Tubo de Durhan. Ao final de 24-48 horas, os tubos que acidificaram o meio, com produção de gás, serão repicados para o Caldo Lactosado Bile Verde Brillhante a 2% (incubação a 35°C por 24-48 horas) ou para o Caldo E.C. (incubação a 44,5°C por 24 horas).

A fermentação da Lactose verde, com produção de gás, representa resultado positivo para Coliformes Totais, bem como a fermentação do Caldo E.C. significa a presença de Coliformes Fecais. (FUNASA, 1999).

3. METODOLOGIA

Para evidenciar as características da qualidade das águas analisadas, o PMA estabeleceu e elaborou um banco de dados contendo informações sobre o perfil das demandas e periodicidade com que essas mesmas demandas são atendidas. Também passou a apoiar e custear bolsas de pesquisa relacionadas à gestão dos recursos hídricos e monitoramento da qualidade de água.

Com relação às amostras, elas são identificadas e conduzidas aos laboratórios da Área de Meio Ambiente do IFPB e, são iniciados os procedimentos de análise quanto aos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos das águas, seguindo metodologias qualificadas (Farmacopéia Brasileira, 2005, Standard Methods For The Examination of Water And Wasterwater, 1998, FUNASA, 1999; FEEMA, 1990) e com respectiva emissão de laudos e pareceres técnicos.

As atividades executadas pelo PMA têm sido implementadas e continuarão sendo através de:

- a) atendimento a uma demanda concreta das necessidades desse serviço;
- b) utilização de técnicas laboratoriais padronizadas e em consonância com as portarias e legislação vigente (Portaria. 518/MS; Resolução Normativa 114/CFQ; Lei Municipal 9695/2002; Resolução CONAMA Nº 20/MMA);
- c) análises microbiológicas: avaliações colimétricas pelas técnicas de Tubos Múltiplos e Tecnologia de Substrato Definido; Avaliações de bolores, leveduras e mesófilas aerófilas totais pela técnica de Cultura em Placas, método Pour Plate; Todos os parâmetros são indicadores biológicos de contaminação da água;
- d) análises físico-químicas, avaliando parâmetros como: cor, turbidez, pH, alcalinidade, dureza de cálcio, dureza de magnésio, dureza total, sólidos totais, DQO, cloro residual livre, cloro combinado, cloro total, cloretos, entre outros.
- e) seleção de alunos para atuarem como técnicos no monitoramento da qualidade das águas, estagiários e bolsistas a partir de indicadores de competência, disponibilidade de tempo, aptidão tecnológica e científica;

- f) apoio e registro da produção com incentivo a monografias e publicação de artigos científicos;
- g) fortalecimento de parcerias através de controle no atendimento ao público alvo através da formação de um banco de dados, a produção de um SIG específico e rede de informação para o gerenciamento dos recursos hídricos e prestação de consultorias;
- h) adoção de uma política de gestão financeira em conformidade com o previsto no projeto;
- i) adoção de uma política de empreendedorismo através de incentivos (palestras, visitas a incubadoras) a incubação de empresas por parte dos professores e alunos interessados;
- j) capacitação em aperfeiçoamento de técnicas e apropriação de novas tecnologias com vistas à formação de multiplicadores técnicos especializados;
- l) aplicação de um sistema específico de tratamento e monitoramento da água de poço do IFPB *campus* João Pessoa, com vistas à oferta de uma água dentro dos padrões da potabilidade.
- m) distribuição dos recursos gerados de forma a garantir a continuidade das ações. A prioridade é dada a garantia da manutenção das bolsas de estágio, trabalho e pesquisa além de dispor de recursos para aquisição de meios de materiais e equipamentos utilizados cotidianamente pelo programa.

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Com a finalidade de divulgar os resultados dos parâmetros físico, químicos, bacteriológicos e microbiológicos realizados no PMA no ano de 2010, foram construídos os gráficos, conforme apresentados nas Figuras 1, 2 e 3. Estes gráficos indicam o quantitativo geral das análises realizadas no ano de 2010. Na Figura 1, consta a distribuição das análises bacteriológicas, microbiológicas e físico-químicas. A figura 2 demonstra a demanda do setor privado das análises bacteriológicas, físico-químicas e microbiológica que foram realizadas no PMA em águas superficiais e subterrâneas. A Figura 3 indica o quantitativo no tocante às análises bacteriológicas, físico-químicas e microbiológicas, nas referidas águas realizadas pelo PMA em localidades adversas do Estado da Paraíba.

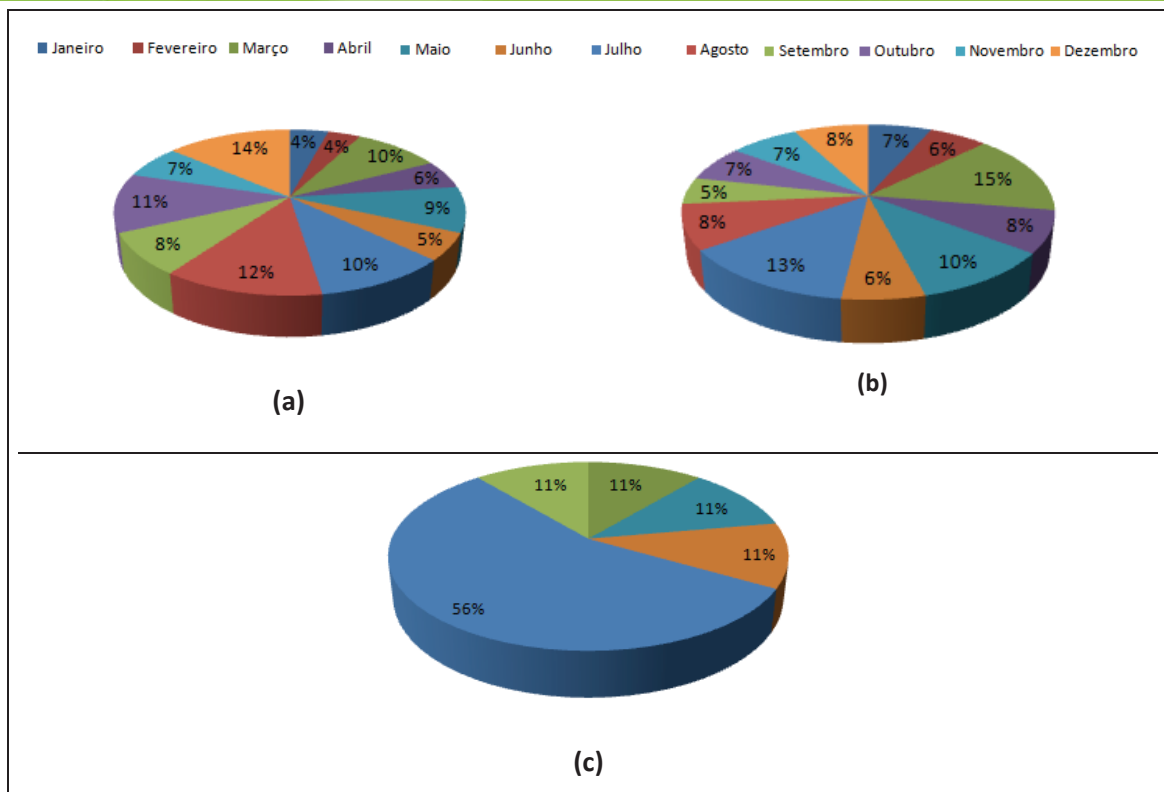


Figura 1 – Quantitativo das análises bacteriológicas (a), físico-químicas (b) e microbiológicas (c)

Fonte: Dados da Pesquisa

De acordo com os dados dos gráficos exposto na **Figura 1**, foi possível observar uma demanda maior das análises bacteriológicas, no mês de dezembro que corresponde a 14%, por outro lado os meses que obtiveram a menor demanda foram os meses de janeiro e fevereiro com valores correspondentes a 4%. O índice referente às análises físico-químicas e microbiológicas respectivamente nos meses de dezembro março e janeiro. Contudo, houve uma menor demanda nos meses de julho e setembro, com exceção das análises de caráter microbiológicas, que são raramente realizadas devido às especificidades dos parâmetros realizados. Para o período de maior demanda, o PMA conta uma equipe técnica qualificada para atender todas as demandas, pois o mesmo tem uma política de gestão fundamentada nos dados históricos do programa, na logística, na infra-estrutura tudo isso almejando a otimização dos serviços prestados à comunidade.

A **Figura 2** apresenta a demanda do setor privado das análises bacteriológicas, das análises físico-químicas e das análises microbiológicas realizadas no PMA nas águas superficiais e subterrânea do Estado da Paraíba.

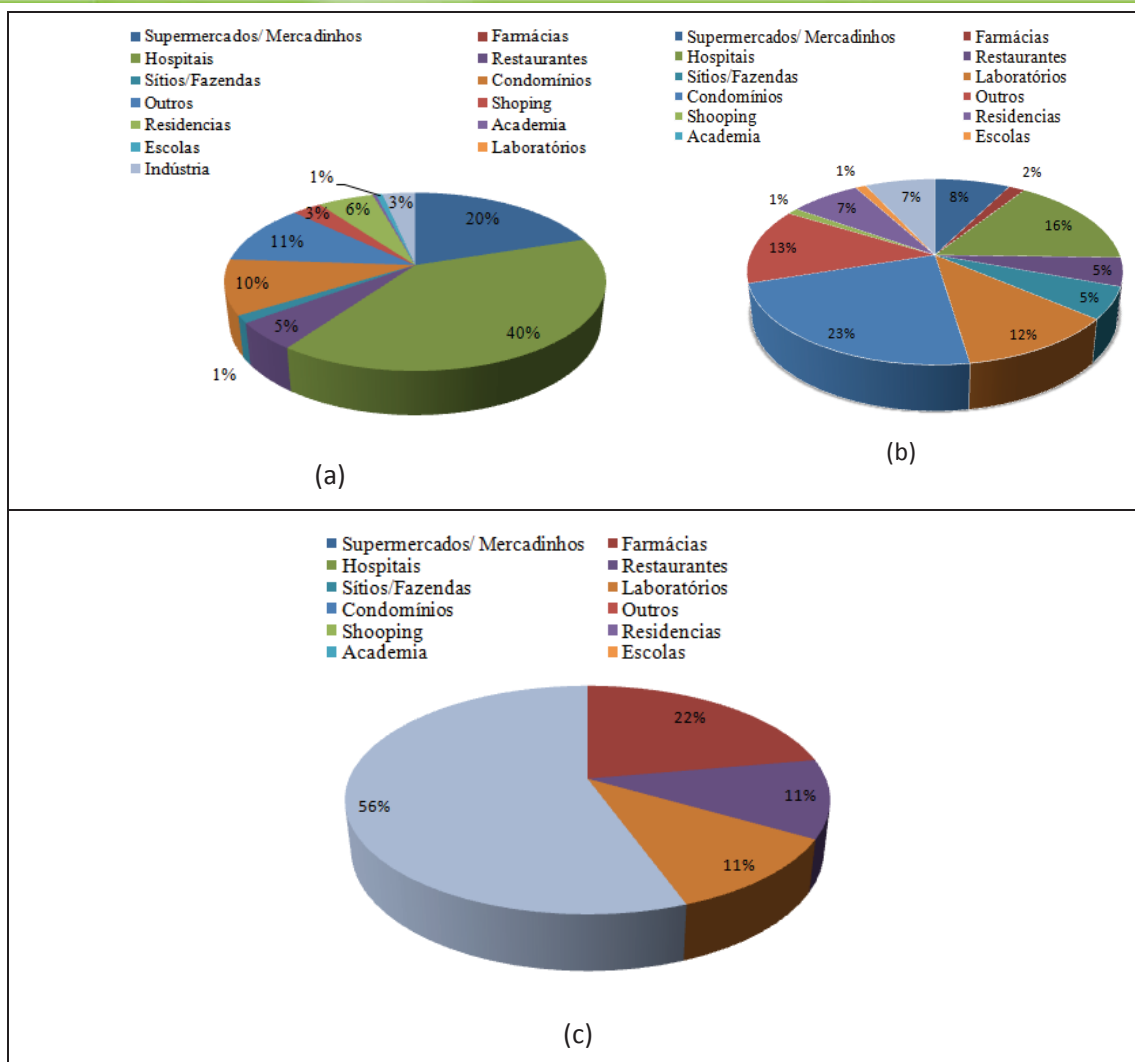


Figura 2 (a) demanda do setor privado das análises bacteriológicas, (b) demanda do setor privado das análises físico-químicas e (c) demanda do setor privado das análises microbiológicas realizadas no PMA nas águas superficiais e subterrânea do Estado da Paraíba.

Os resultados apresentados na **Figura 2 (a, b, c)** trata das análises realizadas em empresas privadas e públicas, em que percebe-se uma demanda maior das análises do PMA tanto de caráter bacteriológico, físico-químico e microbiológico em: hospitais, supermercados, condomínios e indústrias. Observa-se que geralmente existe uma periodicidade das análises, haja vista a importância do seu monitoramento, está diretamente ligada a saúde e a produção de alimentos. Verifica-se também através dos resultados uma porcentagem menor das análises realizadas em residências, escolas, shopping, academias de ginásticas e outros seguimentos.

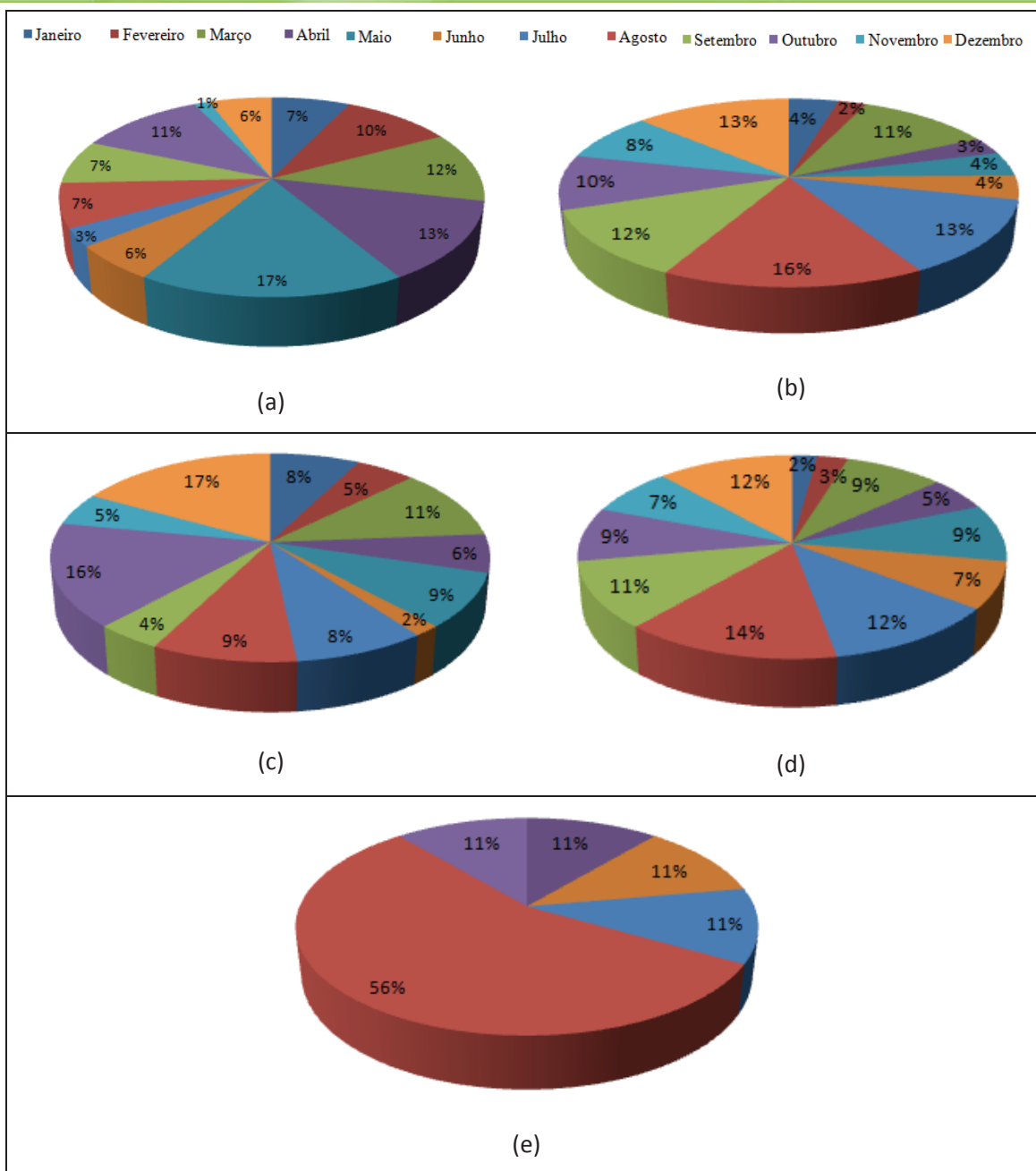


Figura 3 Resultados realizados no PMA do Estado da Paraíba (a) análises bacteriológicas das águas superficiais, (b) análises bacteriológicas das águas subterrâneas, (c) análises físico-químicas das águas superficiais, (d) análises físico-químicas das águas subterrâneas e (e) análises microbiológicas das águas superficiais.

De acordo com os dados analisados na **Figura 3** que trata das análises superficiais e subterrânea, observou-se uma predominância no mês de maio referente as análise bacteriológicas (Figura 3a) e em dezembro referente às análises físico-químicas (Figura 3c) que tratam das águas superficiais. Para as análises bacteriológicas de águas subterrâneas (Figuras 3 b) e físico-químicas (Figura 3d), obtivemos uma maior demanda coincidentemente no mês de agosto. Contudo, de caráter microbiológico no ano de 2010 só foram realizadas análises de águas superficiais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho realizado pelo PMA (Programa de Monitoramento de Águas) do IFPB é de grande relevância para a comunidade institucional, científica e, também, para o Estado da Paraíba. Pois, o referido programa dispõe de fatores, considerados importantes, para o monitoramento da qualidade da água, em destaque: laboratórios de análises bem equipados, qualificação técnica e o apoio institucional. Isto conduz o programa como disseminador de políticas institucionais voltado para a gestão hídrica do Estado. A demanda de análises de águas superficiais e subterrâneas, bem como a diversidade de sua clientela, indica o nível de confiança e responsabilidade na execução das atividades gerenciadas pelo PMA.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANCO, S.M. Hidrologia aplicada à engenharia ambiental. São Paulo: CETESB. 1986.

FEEMA. **Manual do Meio Ambiente: Vol. III. – Métodos FEEMA.** Rio de Janeiro: s.n., 1990. 120p.

FUNASA. BRASIL. Ministério da Saúde – Fundação Nacional de Saúde – FNS. **Manual Técnico de Análise de Água para Consumo Humano.** Brasília, 1999. 211p.

_____. **Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde.**

WOYNAROVICH, E. **Manual de Piscicultura.** Trad. MELO, M. J. Brasília: CODEVASF/MINTER, 1985.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Gestão dos recursos naturais: subsídios à elaboração da Agenda 21 brasileira.** Brasília: MMA:, 2000.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE (FEEMA). **Manual do Meio Ambiente: Vol. III. – Métodos FEEMA.** Rio de Janeiro: s.n., 1990. 120p.

SILVA, A. S.; TORELLI, J.; MARINHO, R. S. A.; MONTENEGRO, A. K. A.; CRISPIM, M. C. Camuriando em Jaraguá: Capacitação de piscicultores para a instalação, monitoramento e cultivo de peixes na Aldeia Potiguara de Jaraguá, no município de Rio Tinto, Paraíba. In: **Anais IX Encontro de Extensão e X Encontro de Iniciação à Docência, 2007,** João Pessoa. IX Encontro de Extensão e X Encontro de Iniciação à Docência. João Pessoa: UFPB, 2007.

SOARES, PAULO F. ET AL. **Monitoramento Ambiental de Sistemas Urbanos: Aplicação do Conceito de Entropia na Avaliação do Ruído de Tráfego.** 2000.

VON SPERLING, M., **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Belo Horizonte. 1996.

GUIA PARA ELABORAÇÃO DE INVENTÁRIOS DE EMISSÕES VEICULARES

A. M. Aguiar Filho¹ e E. L. Albuquerque¹

¹Instituto Federal da Bahia - Campus Salvador
aguiar.soul@gmail.com.br – edlerlins@gmail.com.br

RESUMO

As questões ambientais em torno da poluição atmosférica nos grandes centros urbanos tem ganhado força nos últimos anos com a análise dos impactos ao meio ambiente e à saúde humana pelas fontes móveis, e a quantificação da poluição emitida pelos veículos automotores. Neste contexto, os inventários de emissões atmosféricas constituem-se como a principal ferramenta utilizada para a determinação das emissões veiculares. Embora, seja reconhecida sua importância do ponto de vista ambiental, estes inventários de emissão não são realizados com a devida frequência. Desta forma, o presente trabalho buscou a elaboração de um guia prático capaz de prover instituições de pesquisas e órgãos competentes com métodos e ferramentas para a elaboração de inventários de emissões veiculares em suas regiões. Do ponto de vista estrutural, o guia foi dividido em duas grandes seções: Introdução as Emissões Veiculares e Inventários de Emissões Atmosféricas. Na sua primeira parte estão apresentados os principais conceitos sobre a atmosfera, poluição do ar, poluentes atmosféricos e as emissões geradas por veículos automotores. Sua segunda seção é dedicada aos métodos e metodologias utilizados para a construção destes inventários, com especial destaque aos fatores de emissão. Destaca-se ainda o capítulo dedicado às principais fontes bibliográficas para a coleta de dados sobre as frotas veiculares, sítios eletrônicos de instituições especializadas e teses e artigos científicos relacionados ao tema inventários de emissões. Além do próprio guia, esta pesquisa gerou como resultados o desenvolvimento de diversos estudos de caso para a Região Metropolitana de Salvador com o ano base de 2009. As médias dos resultados, obtidos por meio dos estudos de caso, indicam que a emissão de monóxido de carbono foi de $140.065 \pm 22\%$ toneladas, a emissão de hidrocarbonetos foi de $24.800 \pm 35\%$ toneladas, que os óxidos de nitrogênio apresentaram emissão de $38.987 \pm 20\%$ toneladas, que os óxidos de enxofre uma emissão de $1.232 \pm 34\%$ toneladas e que a emissão de material particulado foi de $3.505 \pm 23\%$ toneladas. Estes resultados estão sendo publicados nos anais de congressos relacionados com a temática do meio ambiente procurando demonstrar a importância destes inventários. Através da publicação do guia, espera-se difundir a cultura da realização de inventários de emissão veiculares no país, intensificando sua aplicação como ferramenta de gestão ambiental.

Palavras-chave: Inventários de Emissão, Fontes Móveis, Poluição Urbana.

1. INTRODUÇÃO

Os inventários de emissão, segundo a Agência de Proteção Ambiental Norte-Americana (U.S.EPA, 2004), constituem listas atuais, amplas, organizadas por categoria de fonte, das emissões de poluentes atmosféricos associadas com uma área geográfica e para um período específico de tempo. Desta maneira, apresentam-se como poderosas ferramentas de gestão ambiental.

Como no meio urbano verifica-se que os veículos automotores são os maiores responsáveis pela emissão de poluentes atmosféricos (SALDIVA et al., 2005), a construção de inventários de emissão para fontes veiculares é uma importante ferramenta de gestão e controle dos impactos ambientais. Entretanto, observa-se na prática que estes inventários não são realizados com a devida freqüência, nem seus resultados vem sendo empregados na melhoria da qualidade de vida da população. Além disso, são escassos estudos de impacto ambiental e de saúde ocupacional em razão das emissões veiculares. A elaboração mais freqüente de inventários de emissões veiculares auxilia no entendimento dos prejuízos que a poluição atmosférica, especialmente, a veicular urbana. Desta forma, realizações mais freqüentes de inventários de emissão veicular podem indicar a necessidade de criação/adoção de ações corretivas e preventivas, emprego de planos para o desenvolvimento sustentável urbano.

Os últimos três anos vem sendo marcados por avanços para a área de inventários de emissão veicular com a elaboração dos inventários de Campinas (UEDA, 2010), do Rio Grande do Sul (FEPAM, 2010), Região Metropolitana de Salvador (AGUIAR FILHO et al., 2011) e do 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários publicado pelo Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2011).

Tendo em vista este cenário, o presente artigo busca apresentar os resultados da pesquisa cujo objetivo foi elaborar um manual prático para a construção dos inventários de emissões veiculares, bem como os resultados dos estudos de caso construídos por meio da metodologia proposta no mesmo. Para tanto, este artigo abordará os passos utilizados na construção do Guia para Elaboração de Inventários de Emissões Veiculares e os resultados decorrentes. Pretende-se ainda, que por meio Guia seja divulgada e incentivada a elaboração de inventários para as fontes veiculares.

2. FUNDAMENTAÇÃO TÉORICA

A elaboração de inventários de emissões veiculares perpassa uma séria de etapas que vão desde a identificação do inventário (objetivos, poluentes, fontes inventariadas, determinação do espaço-tempo analisado); coleta de dados sobre a fonte poluidora, utilização de métodos de cálculo para estimativa das taxas de emissão e os procedimentos posteriores de controle da Qualidade. A Figura 1 resume os principais passos para elaboração destes inventários.

A coleta dos dados da frota é realizada procurando obter os números totais da frota de veículos da região de estudo e seu perfil em função da idade veicular, combustível processado e categorias veiculares. Nesta etapa é fundamental a determinação da intensidade de uso dos veículos, isto é, a quilometragem desenvolvida ou o consumo de combustível desenvolvido pelos veículos. A partir dos dados levantados, emprega-se um método de cálculo para a determinação das taxas de emissão. Para inventários de emissão podem ser utilizados balanços de massa, medições pontuais, softwares específicos, monitoramento contínuo, etc. (U.S.EPA, 2004).

No caso específico dos inventários veiculares, o método de cálculo mais aplicado é aquele que emprega fatores de emissão. Os fatores de emissão constituem a razão entre a quantidade de poluentes liberada para a atmosfera e o nível de atividade associada a esta liberação (ARIAS, 2008), o nível de atividade neste caso corresponde à intensidade de uso. A Agência de Proteção Ambiental Européia (EEA, 2009) define três métodos de cálculo (Tiers) para, a partir dos fatores de emissão, determinar a quantidade de poluentes emitidas pelos veículos.

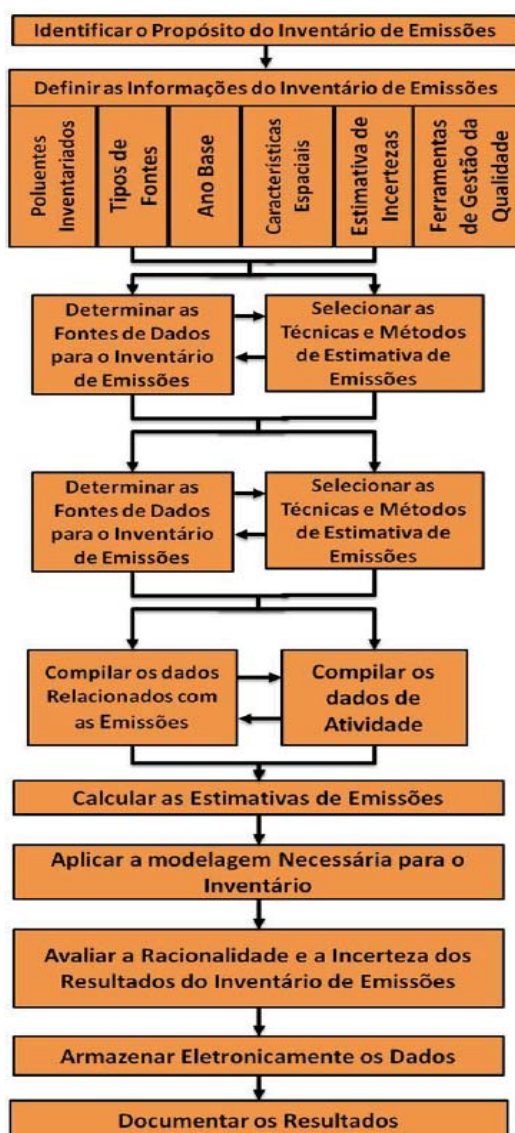


Figura 1 - Passos para o desenvolvimento de um inventário de Emissões. Adaptado de Radian (1997).

O primeiro Tier (Equação 1) relaciona as emissões poluidoras com o consumo (massa ou volume) de combustível. A EEA (2009) não aconselha seu uso para fontes consideradas prioritárias, isto é, aquelas que possuem maiores fatores de emissão.

$$E_i = \sum_k \sum_t \sum_p (Fe_{p,k,t,c} \times F_{k,t,c} \times C_{c,t}) \quad [\text{Eq. 01}]$$

$E_{p,t}$ = Taxa de Emissão de um Poluente p em um Ano t

$F_{k,t,c}$ = Frota de veículos de uma categoria k, fabricados em um ano t que processam um combustível c.

$Fe_{p,k,t,c}$ = Fator de emissão de um poluente p para veículos novos de uma categoria k, fabricados em um ano t e que processam um combustível c.

$C_{c,t}$ = Consumo de um combustível c em um Ano t.

O segundo método (Equação 2) relaciona as taxas de emissão com a quilometragem média dos veículos. Na prática este é o método mais utilizado por sua maior precisão, sendo aconselhado pela U.S.EPA e utilizado pela CETESB em seus inventários de emissão.

$$E_i = \sum_k \sum_t \sum_p (Fe_{p,k,t,c} \times F_{k,t,c} \times Kma_{k,t}) \quad [\text{Eq. 02}]$$

$Kma_{k,t}$ = Quilometragem anual desenvolvida por veículos de uma categoria k fabricados em um ano t.

O terceiro Tier (Equação 3) é um aprimoramento do 2º método onde as emissões veiculares são classificadas em emissões frias, E_{Frias} (emitidas antes que o veículo alcance a temperatura normal de funcionamento) e emissões quentes, $E_{Quentes}$ (emitidas com o motor em sua temperatura normal). Para cada tipo de emissão são empregados diferentes métodos. Nacionalmente, ainda não existem estudos que possam validar o uso deste método, por ser necessária a estimativa de diversas constantes.

$$E_p = E_{Quentes} + E_{Frias} \quad [Eq. 03]$$

Para todos os métodos de cálculo, é necessário o uso de equações que possam aplicar correções em cima do aumento das emissões, por consequência do aumento da idade veicular e do uso de Blends (mistura) entre combustíveis. Realizadas as correções, as taxas de emissões estimadas irão compor o inventário proposto.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Concepção do Guia

O Guia foi compilado procurando dar subsídios tanto aos iniciantes na área de qualidade do ar quanto a instituições de pesquisa. Com base nestes princípios, além da parte técnica sobre os inventários de emissões veiculares, desenvolveu-se uma seção a parte para a apresentação de importantes conceitos sobre a química ambiental e a poluição veicular. O Guia, portanto, apresenta a seguinte divisão metodológica:

1. Introdução à Poluição Atmosférica: Atmosfera e suas Camadas; Conceitos de Poluição; Fontes Poluidoras; Históricos de Ocorrências Ambientais.

2. Poluentes Atmosféricos: Poluentes Primários e Secundários; Poluentes Prioritários e suas Toxicologias; Padrões de Qualidade do Ar.

3. Emissão Veicular: Ciclo OTTO e Diesel; Tecnologias de Controle das Emissões Veiculares; Influência do Uso de Combustíveis; Políticas Públicas para Redução das Emissões.

4. Inventários de Emissão: Tipos de Abordagem; Procedimento para a construção de Inventários; Metodologias e Escolha Metodológica.

5. Fatores de Emissão Veicular: Classificação dos Fatores de Emissão; Métodos de Cálculo; Fatores de Correção; Estimativa da Frota de Trabalho.

6. Estudos de Caso.

7. Fonte de Coleta de Dados para Inventários: Instituições Especializadas; Órgãos Ambientais; Teses e Artigos Científicos; *GuideBooks*.

3.2 Fontes consultadas para a elaboração do guia

A construção do guia tratou inicialmente de realizar a consulta a textos, livros, teses e artigos científicos que descrevessem as etapas metodológicas necessárias para a construção do manual pretendido. Foram consultados como referências básicas o “EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2009”, guia desenvolvido pela Agência de Proteção Ambiental Européia (EEA, 2009) e o “Introduction to the Emission Inventory Improvement Program”, texto guia da Agência de Proteção Ambiental Norte-America (U.S.EPA, 2004).

Em seguida, foram consultadas teses de doutorado e publicações técnicas na área dos inventários de emissão. Dentre as teses de doutorado consultadas destacam-se: “Inventário de Emissões e Estudo de Dispersão de Fontes Fixas e Móveis da Região de Campinas” desenvolvida por Ueda (2010) e “Modelo Integrado de Gestão de Qualidade do Ar da Região Metropolitana de Salvador” realizada por Lyra (2008).

O “1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários” publicado pelo Ministério do Meio Ambiente no início do ano (BRASIL, 2011) e o 1º Inventário de Emissões Atmosféricas das Fontes Móveis do Estado do Rio Grande Do Sul – Ano Base – 2009 (FEPAM, 2010) foram importantes documentos do ponto de vista prático por apresentarem dados atuais quanto às taxas de emissão veiculares e os métodos de cálculos empregados para a estimativa destas.

Baird (2011) e os artigos científicos disponíveis nos bancos de dados online (CAPES e SCIELO) foram utilizados para o desenvolvimento dos capítulos introdutórios da temática ambiental. Lora (2002) e Faiz (1996) foram referências chaves na construção do capítulo a respeito das emissões veiculares. Por fim, foi fundamental a leitura dos Relatórios de Qualidade do ar publicados anualmente pela Companhia Tecnologia de Saneamento Ambiental do estado de São Paulo (CETESB) para a avaliação de parâmetros legais e metodológicos.

3.3 Construção dos Estudos de Caso

Como forma de validar as informações compiladas e permitir a atualização dos dados de emissão veicular da Região Metropolitana de Salvador (RMS) foram desenvolvidos diversos estudos de caso para esta região de estudo tendo como ano base 2009.

A Região Metropolitana de Salvador compõe um total de 13 municípios (Salvador, Camaçari, Candeias, Dias d’Ávila, Itaparica, Pojuca, Lauro de Freitas, São Francisco do Conde, São Sebastião do Passé, Simões Filho e Vera Cruz) distribuídos em uma área total de 4.375,123 Km² e com uma população estimada em 3.574.804 habitantes (IBGE, 2010).

Em todos os estudos de caso, consideraram-se como categorias veiculares (DENATRAN, 2009; CONTRAN, 2011) os Automóveis; Comerciais Leves; Motocicletas e Similares; Microônibus; Ônibus e Caminhões. Os veículos foram classificados pelo tipo de combustível processado em: Gasolina C, Álcool, FlexFuel, Diesel e Gás Natural Veicular (GNV).

Devido à sua importância ambiental e regulação pela Resolução COMANA n. 03 de 28/06/1990, foram inventariados os poluentes Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrogênio (NO_x), Óxidos de Enxofre (SO_x) e Material Particulado (MP). Também foram inventariados os Hidrocarbonetos (HC) por fazerem parte das emissões evaporativas provenientes dos combustíveis. Foram utilizadas metodologias da U. S. EPA para correção das emissões em função do percentual de biodiesel no diesel veicular e para a correção das emissões em função da deterioração dos veículos por sua idade (U.S.EPA, 2004).

Utilizou-se como método de cálculo o Tier 2 da EEA (Equação 1) para gerar 16 diferentes estudos de caso, o que foi possível pelo uso de diversas fontes de dados para os números da frota, fatores de emissão e quilometragem desenvolvida. A Figura 2 descreve os passos metodológicos aplicados para a construção dos estudos de caso.

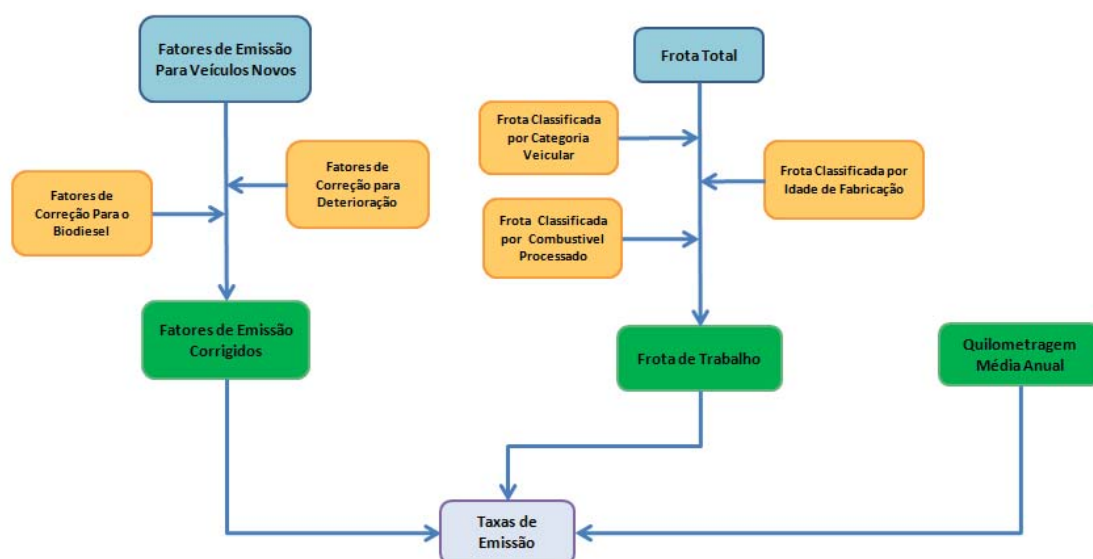


Figura 2 - Procedimento Geral para estimativa de Inventários de Emissão a partir do 2º Tier da EEA.

Na obtenção dos dados da frota, empregou-se duas possibilidades: dados estatísticos do DETRAN-BA (2009) ou do DENATRAN (2009). O percentual da frota por tipo de combustível foi considerado o mesmo da frota nacional. Para isso, utilizou-se os dados da Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2009). A partir dos dados do DENATRAN também foi possível obter o perfil da frota por idade de fabricação.

Foram empregados dois tipos de fatores de emissão: os determinados anualmente pelo PROCONVE para veículos novos e os fatores de emissão médios para a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), ambos disponibilizados por CETESB (2009). Quando utilizados os fatores médios da RMSP, a correção em função da deterioração dos veículos não se fez necessária, uma vez que estes fatores já contemplam este aspecto.

De forma semelhante aos dados anteriores, a quilometragem média (intensidade de uso) dos veículos foi levantada a partir de duas fontes principais: dados do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2011) ou a compilação dos trabalhos acadêmicos Borba (2008), Azuaga (2000) e Ueda (2010). Por meio de dados do DETRAN-BA (2009) também pode ser levado em conta o percentual de veículos não licenciados nas taxas de emissão veiculares da frota da RMS 2009.

O objetivo na realização destes inventários foi comparar, por diversos métodos, o nível de influência das diversas fontes de dados e procedimentos que poderiam ser adotados na elaboração de um mesmo inventário, bem como permitir uma análise mais acurada dos valores estimados.

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

4.1 O Guia Proposto

A conclusão da escrita do Guia para Elaboração de Inventários de Emissões Veiculares permitirá a publicação de um material inédito em sua área de atuação a nível nacional. Ao apresentar os procedimentos, métodos e metodologias de maneira ampla ao leitor, o mesmo permite um importante olhar sobre os diversos tópicos envolvidos na construção destes inventários.

No Guia, procurou-se trabalhar de forma mais detalhada os métodos de cálculos envolvendo os fatores de emissão, por ser esta a metodologia mais renomada e aplicada nos inventários nacionais e

internacionais. É importante citar que, no guia, buscou-se apresentar metodologias que pudessem ser aplicadas em qualquer região do território nacional, sem grandes impeditivos.

Do ponto de vista acadêmico, a elaboração do capítulo a respeito das fontes de dados para compilações de inventários deve ser destacada. Durante a elaboração dos estudos de casos, observou-se significativa dificuldade na obtenção destes dados, levando a necessidade de uso de certas considerações metodológicas. Assim, a divulgação destas fontes promove um maior dinamismo e flexibilidade para a compilação dos inventários de emissão.

4.2 Resultados dos Estudos de Caso

Na Tabela 1, apresentada a seguir, são mostradas as taxas de emissão estimadas para a RMS a partir dos diversos dados e procedimentos empregados. Independente da metodologia empregada, todos os resultados estimados apontam o CO e o NOx como os poluentes mais emitidos na RMS, seguidos de HC, MP e SOx, nesta mesma ordem.

Os automóveis são responsáveis pela maior parcela das emissões de CO e HC, enquanto os caminhões pelas maiores taxas de emissão de NOx (Resultado das características do motor DIESEL, do combustível queimado e da adição de biodiesel na combustível). Com relação ao Material Particulado, os automóveis e caminhões apresentaram taxas de emissão equivalentes, sem grandes diferenças.

Os estudos de caso aplicados à RMS no ano de 2009 apresentaram resultados qualitativamente semelhantes aos inventários de Lyra (2003), Ueda (2010) e outros aplicados a grandes regiões metropolitanas, tendo os automóveis como as maiores fontes poluidoras.

Por ter sido considerado um pequeno percentual de enxofre na Gasolina C, os automóveis também são responsáveis pelas maiores taxas de SOx. Os caminhões mesmo queimando diesel (que apresenta fatores de emissão maiores para os óxidos de enxofre) possuem uma frota veicular bem menor quanto comparada com dos automóveis (20 automóveis para cada caminhão). Além disso, os catalisadores automotivos não possuem qualquer mecanismo para redução das emissões de óxidos de enxofre, o que também justifica os valores elevados para esta categoria veicular. De acordo com o Gráfico 1 é possível verificar que na somatória do total de poluentes emitido pelos veículos, os automóveis e os caminhões são responsáveis por mais de 70% das emissões na RMS 2009.

Tabela 1 - Emissões Veiculares Estimadas no ano de 2009 para a RMS

Fontes de Dados da Frota	Considerou-se o percentual da Frota não licenciada?	Fonte de dados dos Fatores de Emissão	Fonte de dados da Quilometragem	Taxas de Emissão (Toneladas/Ano)				
				CO	HC	NOx	SOx	MP
DENATRAN	Não	PROCONVE	Compilação*	95.583	12.610	28.690	1.059	2.788
DENATRAN	Sim	PROCONVE	Compilação*	135.728	17.906	40.740	1.503	3.960
DETRAN-BA	Não	PROCONVE	Compilação*	107.789	14.198	32.381	1.187	3.117
DETRAN-BA	Sim	PROCONVE	Compilação*	153.061	20.161	45.982	1.685	4.426
DENATRAN	Sim	CETESB	Compilação*	142.555	31.292	40.557	944	3.311
DENATRAN	Não	CETESB	Compilação*	100.391	22.037	28.561	664	2.332

Fontes de Dados da Frota	Considerou-se o percentual da Frota não licenciada?	Fonte de dados dos Fatores de Emissão	Fonte de dados da Quilometragem	Taxas de Emissão (Toneladas/Ano)				
				CO	HC	NOx	SOx	MP
DETRAN-BA	Não	CETESB	Compilação*	111.427	24.567	32.039	745	2.602
DETRAN-BA	Sim	CETESB	Compilação*	158.226	34.886	45.496	1.058	3.695
DENATRAN	Não	CETESB	BRASIL, 2011	117.970	26.583	32.595	794	2.651
DENATRAN	Sim	CETESB	BRASIL, 2011	167.518	37.748	46.285	1.127	3.765
DETRAN-BA	Não	PROCONVE	BRASIL, 2011	141.683	18.074	36.851	1.513	3.659
DETRAN-BA	Sim	PROCONVE	BRASIL, 2011	201.190	25.665	52.329	2.149	5.196
DENATRAN	Sim	PROCONVE	BRASIL, 2011	174.563	22.229	46.264	1.883	4.531
DENATRAN	Não	PROCONVE	BRASIL, 2011	122.932	15.654	32.580	1.326	3.191
DETRAN-BA	Sim	CETESB	BRASIL, 2011	182.150	42.942	48.378	1.219	4.020
DETRAN-BA	Não	CETESB	BRASIL, 2011	128.275	30.241	34.069	859	2.831

*Azuaga (2000), Borba (2008) e Ueda (2010)

Conforme o Gráfico 2, a elaboração dos estudos de caso permitiu ratificar que a frota de veículos com idade mais avançada são as maiores responsáveis pela emissão poluentes, por seus maiores fatores de emissão e quantidade, ressaltando a necessidade de se efetivarem os programas de inspeções veiculares no Estado da Bahia. As únicas exceções verificadas nos cálculos foram as motocicletas que apresentam um perfil de idade mais novo.

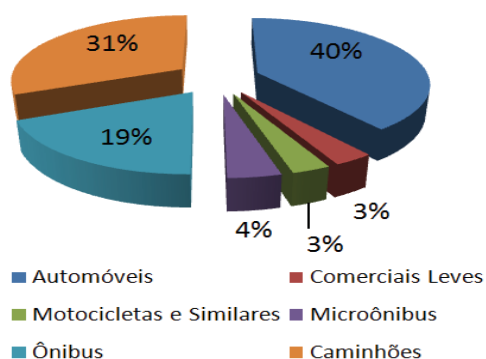


Gráfico 1 - Emissão Total de Poluentes por Categoria de Veículo.

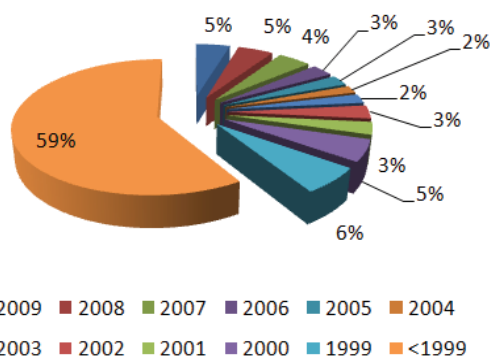


Gráfico 2 - Emissão Total de Poluentes por Idade de Fabricação dos Veículos.

Comparando-se os municípios, observou-se que Salvador e Camaçari lideram com as maiores taxas poluidoras, enquanto Itaparica e Madre de Deus (por suas menores frotas) obtiveram os menores resultados. Estes resultados eram esperados em virtude do tamanho da frota veicular destas localidades (AGUIAR FILHO et al., 2011).

A Tabela 2 foi elaborada para permitir a análise estatística das estimativas, resultando em uma melhor interpretação dos estudos de caso. Pode-se notar que as variações observadas foram maiores para os Hidrocarbonetos, atingindo um coeficiente de variação de 35%, enquanto as menores foram observadas para o NOx (20%).

Tabela 2 - Verificação estatística dos Valores Estimados por Poluente

Poluente	CO	HC	NOx	SOx	MP
Média (toneladas)	140.065	24.800	38.987	1.232	3.505
Mínimo (toneladas)	111.427	24.567	32.039	745	2.602
Máximo (toneladas)	201.190	42.942	52.329	2.149	2.651

Desvio Padrão	30.890	8.746	7.688	423	797
Coefficiente de Variação	22%	35%	20%	34%	23%

As limitações e considerações impostas na estimativa das taxas de emissão geram incertezas nos valores calculados, os quais fazem os resultados variarem dentro de um intervalo de confiança. Destacam-se entre as principais incertezas: não ser possível considerar o fluxo cruzado de veículos entre as cidades, incertezas sobre a quilometragem dos veículos e incertezas nos fatores de emissão, e a divergência existente entre os dados da frota contabilizados pelo DETRAN-BA e pelo DENATRAN. Contudo, ao ser capaz de verificar o desvio padrão e o nível de variação dos resultados garante-se maior confiabilidade na estimativa das emissões.

5. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Guia para Elaboração de Inventários de Emissões Veiculares surge como forma de suprir a demanda nacional por textos guia para o desenvolvimento destes inventários. Através de sua publicação pretende-se disseminar a prática de construção destes e fornecer ferramentas facilitadoras para a realização de inventários.

O Guia está em fase de conclusão, a qual é prevista para dezembro de 2011. Espera-se que este seja o primeiro passo para a consolidação da prática de elaboração de inventários de emissão. Assim sendo, acredita-se que o Guia desenvolvido sofra constantes atualizações, procurando manter o texto atual, com referências a novas pesquisas na área e informações que possam aprimorar a qualidade dos inventários veiculares.

A linguagem com que o Guia foi concebido permite que os materiais disponíveis possam ser aplicados como uma introdução às ciências do meio ambiente e as ferramentas de gestão ambiental. Desta forma, o público alvo do guia não se restringe a pesquisadores da área ambiental, mas também a estudantes de nível médio/técnico e engenharias que busquem por informações na área de qualidade do ar e ciências atmosféricas.

A construção dos estudos de caso permitiu, além da avaliação das metodologias compiladas no manual, a atualização do inventário de emissões veiculares da Região Metropolitana de Salvador. O último havia sido desenvolvido em 2008 (LYRA, 2008), tendo como ano base 2003. Através dos resultados estimados, verificou-se a necessidade de atenção com a frota de automóveis, principalmente os de maior idade veicular, por suas maiores emissões poluidoras.

A partir dos valores estimados, verifica-se a necessidade de se propor a implantação de programas de inspeção e manutenção veicular e desenvolver estudos de dispersão atmosférica para a avaliação dos impactos ambientais das emissões veiculares, bem como analisar a necessidade de serem instaladas novas estações de monitoramento da qualidade do ar posições estratégicas. Todas estas ações serão imprescindíveis na consecução de um desenvolvimento urbano sustentado e para uma conseqüente melhoria na qualidade de vida da população.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR FILHO, et. al. Inventário das Emissões Atmosféricas Veiculares para a Região Metropolitana de Salvador. 26º Congresso da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. São Paulo, 2011.
- ANFAVEA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores). Tabelas estatísticas da frota produzida por ano. Disponível em: < <http://www.anfavea.com.br/tabelas.html>>. Acesso em 05/02/2011.
- ARIAS, M.C.R.F. Metodologia para Inventários de Emissões Atmosféricas em Municípios de Médio e Grande Porte. ITA, Tese de Mestrado. São José dos Campos, São Paulo, 2008.

- AZUAGA, D. Danos Ambientais Causados por Veículos Leves no Brasil. Tese de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000, 193 p..
- BAIRD, C. Química Ambiental, 2ª ed., Bookman, Porto Alegre - RS, Brasil, 2002.
- BRASIL. 1º Inventário Nacional De Emissões Atmosféricas Por Veículos Automotores Rodoviários. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/estruturas/182/_arquivos/emissoes_veiculares_182.pdf>. Acesso em 22/02/2011.
- BORBA, B. S. M. C. Metodologia de Regionalização do Mercado de Combustíveis Automotivos no Brasil. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado, 2008.
- CETESB. Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo 2009, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2010.
- CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito). Resolução Nº 340, 25 de Fevereiro de 2010.
- DENATRAN (Departamento Nacional de Trânsito). Frota fabricada por município. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota.htm>>. Acesso em 04/01/2011.
- DETRAN-BA (Departamento Estadual de Trânsito do Estado da Bahia). Frota de veículos por CIRETRAN e municípios. Disponível em: <<http://www.detran.ba.gov.br/estatistica/index.php>>. Acesso em 12/01/2011.
- E.E.A (European Environment Agency). EmeP/Eea Air Pollutant Emission Inventory Guidebook – 2009. Disponível em: < <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009>>. Acesso em 13/03/2011.
- FAIZ et al. Air Pollution from Motor Vehicles: Standards and Technologies for Controlling Emissions. 1ª ed., The World Bank, Washington D.C, 1996.
- FEPAM /RS (Fundação Estadual De Proteção Ambiental Henrique Luis, 1º Inventário de Emissões Atmosféricas das Fontes Móveis do Estado do Rio Grande do Sul, Ano Base: 2009. Rio Grande do Sul, 2009.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>>. Acesso em: 15 mar 2011
- LYRA, D. G. P. Modelo Integrado de Gestão de Qualidade do Ar da Região Metropolitana de Salvador. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química. Tese de doutorado, 2008.
- RADIAN INTERNATIONAL LLC. Manuales del Programa de inventarios de emissions de México. Sacramento, 1997. (V.2 fundamentos de inventários de emisiones).
- SALDIVA, P. et al. Meio Ambiente e Saúde: o Desafio das Metrôpoles. Ex-Libris Editora, 2010
- UEDA, A. C.. Inventário de Emissões e Estudo de Dispersão de Fontes Fixas e Móveis da Região de Campinas. UNICAMP, Faculdade de Engenharia Química. Tese de doutorado, 2010, p.216.
- U.S.EPA (United States Environmental Protection Agency). A Comprehensive Analysis of Biodiesel Impacts on Exhaust Emissions, Draft Technical Report, 2002.
- U.S.EPA (United States Environmental Protection Agency). Introduction to Emission Inventories. Disponível em: <<http://epa.gov/air/oaqps/eog/course419a/index.html>>. Acesso em 21/10/2010.

IMPACTOS DA IMPLANTAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO

L. W. G. S. Autor¹ e R. P. S. J. Autor²

¹Instituto Federal de Alagoas - Campus Marechal Deodoro e ²Instituto Federal de Alagoas – Campus Marechal Deodoro

betocbjr@hotmail.com – leonardo_wsouza@hotmail.com

RESUMO

A disposição final dos Resíduos Sólidos Urbanos é uma das maiores problemáticas ambientais nesse momento, essa preocupação é resultante do conhecimento dos danos que a má disposição causa, como danos a saúde pública e ao meio ambiente de forma direta e indireta. Segundo o IBGE, atualmente, no Brasil apenas 17% dos municípios brasileiros possuem aterros sanitários, 70% possuem lixões e 13% aterros controlados, sendo o aterro sanitário o mais indicado como local para disposição final dos resíduos devido ao estudo criterioso que é desenvolvido para sua implantação gerando suas características de controle. Principalmente pelo aspecto de proteção a saúde pública com o controle de vetores, evitando doenças de vários tipos, desde doenças hepáticas a complicações respiratórias e o aspecto de controle ambiental, que vai desde a coleta, separação e reciclagem até a diminuição das atividades poluidoras diversas que a afirmação de Aterro com melhor escolha de disposição é justificada. A intenção desse trabalho é demonstrar os aspectos positivos e negativos da implantação de um aterro sanitário como disposição final de resíduos, abordando fatores da implantação até seu estágio finalizado.

Palavras-chave: Aterros sanitários, saúde pública, controle ambiental

1. INTRODUÇÃO

Em todo mundo, cada vez mais, produz-se uma maior quantidade de lixo. Portanto, é necessário o desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias que possuam compromisso ambiental e com a preservação da qualidade de vida, que cresce em dimensão proporcional. Sendo o Aterro Sanitário uma tecnologia com esse compromisso. Atualmente a disposição final do lixo urbano gerado pelas atividades domésticas, comerciais e industriais tem causado grande preocupação, o que é agravado pelos hábitos de consumo da população que geram resíduos em excesso despreocupadamente, principalmente quando ainda grande parte desses resíduos gerados é disposta em locais inadequados, como os lixões a céu aberto, vazadouros ou o despejo em corpos d'água, gerando graves problemas ambientais e a saúde pública: poluição de lençóis freáticos, do ar, do solo, de vegetação próximas da localidade, proliferação de vetores, geração de doenças entre outros. A partir daí então se vê a importância dos aterros sanitários, que é atualmente o local e a forma mais adequada de disposição final de resíduos sólidos, pois estes são construídos em áreas tecnicamente escolhidas em que os impactos negativos serão mínimos, se adequando também a receber o lixo e tratá-lo, para que este não gere a poluição que é gerada em caso de disposição inadequada, estes se localizando em pontos distantes de corpos d'água, e possuindo uma rede de tratamento dos efluentes gerados com a decomposição desses materiais (chorume). A construção de aterros sanitários produz uma série de impactos positivos, principalmente quando comparado a lixões e aterros controlados que são uma forma totalmente inadequada e ultrapassada de forma de disposição final dos resíduos. A utilização dos aterros sanitários, quando bem administrados e utilizados de forma adequada como manda a legislação, diminuem consideravelmente os impactos negativos gerados pela disposição e decomposição do lixo, como o impacto visual causado, a perda da qualidade do solo do entorno, o impedimento da contaminação dos lençóis freáticos pelo chorume gerado, como também a separação de materiais que possuem possibilidade de reutilização ou reaproveitamento, envolvendo comunidades e/ou associações neste processo, assim também gerando fonte de renda e diminuição de resíduos que serão tratados no aterro. No trabalho a seguir será feito um levantamento dos principais impactos gerados na construção, durante a utilização e depois de finalizado do aterro sanitário.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com as atuais preocupações ecológicas, o aumento da questão ambiental e as varias formas de poluição que as atividades humanas provocam, a disposição final dos resíduos que gerados a partir destas atividades tem causado grande preocupação, principalmente pelos tipos e graus de poluição que estes podem causar. Problemas de saúde pública e problemas ambientais decorrem do não tratamento adequado do lixo gerado. Transmissores de doenças, a exemplo de animais e insetos contaminados, ou ainda o ar ou a água poluídos, contaminados com produtos tóxicos, podem proliferar quando o lixo é depositado a céu aberto em lixões. Problemas respiratórios, intestinais e outros que são causados por ambientes poluídos ou através do contato com animais contaminados podem levar à morte. Como os lixões e aterros controlados são totalmente insuficientes e ultrapassados, os aterros sanitários são atualmente a melhor solução para a disposição final dos resíduos gerados pela atividade humana, estes quando bem administrados e utilizados geram uma série de impactos positivos, tanto em níveis técnico-ambientais como em níveis sociais. A parti daqui serão discutidas todas as formas de impactos que os aterros sanitários causam, desde a sua construção até o final da sua vida útil

3. DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS

Aterro sanitário é um espaço destinado à deposição final de resíduos sólidos gerados pela atividade humana. Nele são dispostos resíduos domésticos, comerciais, de serviços de saúde, da indústria de construção, e também resíduos sólidos retirados do esgoto. No Brasil, um aterro sanitário é definido como um aterro de resíduos sólidos urbanos, ou seja, adequado para a recepção de resíduos de origem doméstica, varrição de vias públicas e comércios. A base do aterro sanitário deve ser formada por um sistema de drenagem de efluentes líquidos (chorume) acima de uma camada impermeável de polietileno de alta densidade - PEAD, sobre uma camada de solo compactado para evitar o vazamento de material líquido para o solo, evitando assim a contaminação de lençóis freáticos. Segundo FERREIRA (2003) o chorume deve ser tratado e/ou reinserido ao aterro, causando assim uma menor poluição ao meio ambiente. Seu interior deve possuir um sistema de drenagem de gases que possibilite a coleta do biogás, que é constituído por metano, gás carbônico(CO₂) e água (vapor), entre outros, e é formado pela decomposição dos resíduos. Este efluente deve ser queimado ou beneficiado. Estes gases podem ser queimados na atmosfera ou aproveitados para geração de energia. Sua cobertura é constituída por um sistema de drenagem de águas pluviais, que não permita a infiltração de águas de chuva para o interior do aterro. No Brasil, usa-se normalmente uma camada de argila.

4. IMPACTOS DURANTE SUA CONSTRUÇÃO

Para a construção de um aterro sanitário, segundo CARVALHO (2010) uma série de medidas e precauções precisam ser tomadas, inicialmente na escolha da área, uma série de fatores técnicos devem ser levados em consideração: aspectos e tipo da área a ser instalado, fauna e flora que habitam na localidade e nas proximidades, distância de no mínimo quatrocentos metros de rios, lagos, lagoas e outros corpos d'água. Durante a construção do aterro sanitário como em qualquer outro empreendimento, são gerados impactos negativos, contudo estes são quase que impossíveis de se evitar. Os impactos de maior dimensão são os de natureza ambiental, indubitavelmente os problemas ambientais mais agudos são postos pelos lixiviados e pela liberação de gases.

4.1 Poluição do Ar

Durante a implementação do aterro sanitário haverá emissão de poeira que será resultado da circulação de caminhões e maquinários, outro fator será a movimentação da terra durante a abertura das valas, o solo solto constitui uma fonte secundária de poeira, provocada pela erosão causada pelos ventos. Essas atividades gerarão em pequenas proporções a emissão de gases na atmosfera. Essas atividades gerarão em pequenas proporções a emissão de gases na atmosfera proveniente dos veículos utilizados.

4.2 Poluição Sonora

A poluição sonora ocorrida será essencialmente causada pela movimentação das máquinas, veículos pesados e funcionamento, contudo no geral não é de grande proporção, portanto de relevância mínima, pois não irá causar nenhuma consequência grave ou até nenhuma.

4.3 Poluição do Solo

Nesta fase a camada superficial do solo será retirada implicando na remoção da camada vegetal o que resultará em impactos de maior relevância, já que sem sua camada vegetal o solo fica mais

vulnerável à erosão e a infiltrações de líquidos possivelmente poluidores, o que é um grande risco em se tratando de disposição de lixo, pois eira gerar líquidos provenientes de sua decomposição, no entanto no local da disposição deve ser colocada uma camada impermeável de polietileno de alta densidade – PEAD, evitando assim a infiltração no solo.

4.4 Fauna

Este parâmetro sofrerá interferências durante todo o projeto, principalmente na fase de retirada da camada vegetal, pois implicara na destruição de hábitat das espécies nativas, portanto e necessário o estudo das espécies para verificar se existi alguma que seja de importância relevante para a região, ou até mesmo se ocorre algum tipo de risco de extinção.

5. IMPACTOS DURANTE O FUNCIONAMENTO

Durante seu funcionamento o aterro sanitário gera uma série impactos positivos, daí vê-se a importância da implantação deles nos municípios, principalmente em áreas com maiores índices populacionais, diminuindo os impactos que serão gerados no meio ambiente. (PUC, 2009)

5.1 Geração de Emprego e Renda

O aterro sanitário, na maioria dos casos tem convênios com empresas de reciclagem, ou mesmo tem implementado neles mesmos uma área para separação dos resíduos que possam ser reaproveitados ou reciclados, assim então será necessário a contratação de mais efetivo, tanto pela administração do aterro como das empresas conveniadas, assim dando mais oportunidades a pessoas principalmente de baixa renda, e diminuindo índices de desemprego regional, tal atividade gera também a diminuição dos resíduos que serão dispostos definitivamente nas células do aterro, aumentando assim seu tempo de vida útil.

5.2 Risco Baixo de Poluição do Solo e Corpos D'água

No aterro sanitário é construído uma rede de tubulação para captação do liquido gerado durante a decomposição dos resíduos nele depositados (chorume), este também na sua base é forrado com um manto de polietileno de alta densidade, assim não permitindo a infiltração do chorume no solo e por conseqüente não atingindo os lençóis freáticos ou outros corpos d'água, o liquido captado é enviado para uma lagoa de tratamento assim eliminando todo o risco de contaminação do meio ambiente por meio deste.

5.3 Eliminação do Impacto Visual

Durante o preenchimento das células de um aterro e feito sempre uma cobertura com um tipo de terra selecionado, denominado material de cobertura, do lixo e o revestimento com uma camada vegetal, evitando o impacto visual e até mesmo a proliferação de vetores. Todo o entorno do aterro é constituído por vegetação para impedir a visualização pelos transeuntes, denominado esse aspecto de cerca viva.

5.4 Eliminação de Gases Poluentes

Durante sua instalação e no preenchimento das células dos aterros e instalado uma rede de captação dos gases gerados pela decomposição dos resíduos, como esses ficam cobertos não geram odores ou poluição significativa do ar em volta, porém é necessário captá-lo para que este não gere algum possível problema, como a deteriorização da célula de captação dos resíduos. Em alguns casos eles são até reaproveitados como fontes de combustíveis.

5.5 Reaproveitamento de Resíduos Orgânicos

Em alguns aterros, existe a produção de adubos através da utilização dos resíduos orgânicos pela compostagem, desta forma também diminuindo o resíduos a serem depositados nas células, e aumentando o tempo de vida útil do aterro.

6. IMPACTOS APÓS CONCLUÍDO

Depois de concluído o aterro sanitário, o mesmo poderá gerar impactos tanto positivos como negativos, dependendo da forma como a sua área vai ser utilizada. No que se refere a atividades que possam ser desenvolvidas no aterro depois de pronto, NAHAS (2007) indica que eles devam ser convertidos em áreas de lazer, porém, ele pode gerar riscos de contaminação das pessoas caso algum parâmetro do aterro seja corrompido, então seria mais adequado uma revegetação da área, assim eliminando o impacto visual e propiciando o desenvolvimento e crescimento da fauna e flora.

7. MATERIAIS E MÉTODOS

Estudo descritivo do tipo analítico, cujos métodos analisados e estudados foram visita *in loco* no aterro sanitário do município de Garanhuns, no Estado de Pernambuco, pesquisas em artigos, revistas, livros e publicações on-line.

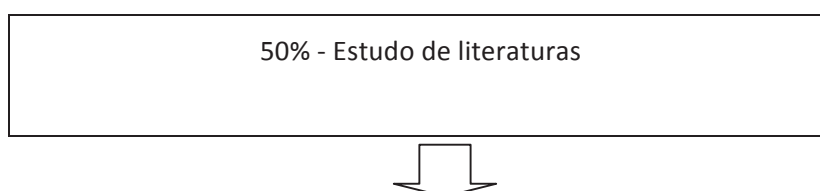
50% das informações foram obtidas em literaturas da biblioteca Lúcio Soley Lamônaco, pertencente ao Instituto Federal de Alagoas, CAMPUS – MD.

30% dos dados foram colhidos a partir de pesquisas e entrevistas com especialistas e doutores na área sanitária, visando denotar o caráter sério e verídico das informações encontradas na pesquisa.

20% das informações foram colhidas da internet por meio de publicações on-line.

A coleta de dados foi feita de forma a se desenvolver um estudo técnico e dinâmico, assim possibilitando uma análise de fácil compreensão, havendo assim uma discussão clara sobre a importância dos impactos na construção e manutenção dos aterros sanitários.

Os dados obtidos foram analisados a partir das fases descritas pela figura 01



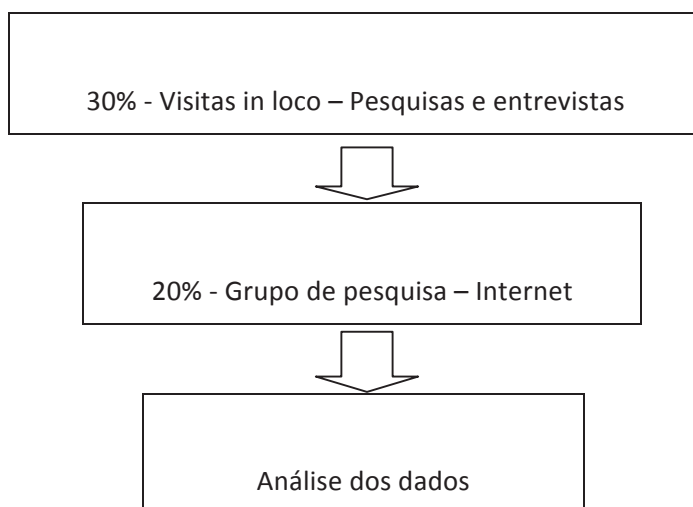


FIGURA 01 – ORNANOGRAMA DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

1. Estudo de Literaturas – Inicialmente, em grupos semanais de estudo, foram analisadas literaturas específicas de engenharia sanitária, após os dados colhidos foram analisadas também literaturas de Gestão Ambiental com enfoque específico em impactos ambientais.

2. Visitas *in loco* – Após passada a primeira fase, foi realizada uma visita técnica ao Aterro Sanitário de Garanhuns, na presença de um especialista em disposição de RSU do Instituto Federal de Alagoas, CAMPUS – MD onde foram realizadas entrevistas e pesquisas com técnicos locais.

3. Grupo de pesquisa – Posteriormente foram realizadas pesquisas e estudo de publicações on-line. Monografias, artigos e trabalhos científicos.

4. Análise de dados – As informações colhidas em todo o processo de pesquisa foram revistas e estudadas para segurança da veracidade do estudo desenvolvido.

8. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

A instalação de um aterro sanitário gera grandes razões na população envolvida, principalmente pelo reconhecimento da necessidade de locais que sejam adequados para a disposição final dos resíduos utilizando diversas tecnologias. A conscientização populacional é um fator primordial na aceitação da implantação dos aterros. Principalmente preocupando-se em manter uma relação amigável com as comunidades do entorno, tendo base em Programas de Comunicação Social e Educação Ambiental, podendo minimizar ou reverter impactos negativos.

O maior questionamento para os estudiosos é a maior possibilidade de reciclagem, tratamento e reutilização ou minimização da geração de resíduos visando o prolongamento da vida útil dos aterros, tornando-os empreendimentos sustentáveis ao longo dos anos. O que vale ressaltar é a necessidade de precisão no planejamento e execução das diversas etapas de um aterro, evitando problemas

ambientais, sociais e a saúde coletiva. Outros aspectos secundários, contudo, não devem ser desprezados. Assim cheiros, focos de incêndio e ação de vetores são possíveis de minimizar pela cobertura diária. Barulho e estética (paisagística) do local podem também ser minimizados por uma localização judiciosa das estradas de acesso, construção de taludes e redes de proteção. Finalmente a poeira e a poluição atmosférica associadas à operação dos veículos podem ser (em terreno seco e arenoso) minimizadas por aspersão periódica de água. Os impactos gerais dum aterro podem caracterizar-se em termos do seu alcance geográfico ou do compartimento ambiental afetado.

Como já foi abordado o aterro sanitário é o modo mais indicado de disposição final de resíduos por possuir fatores de proteção mais eficazes do que os outros modos existentes de disposição, são elas:

- Camadas de cobertura, proporcionando o confinamento dos resíduos com material inerte, geralmente solo;
- Adoção de normas específicas de disposição;
- Mitigação de danos ao meio ambiente, saúde e segurança pública;
- Coleta e tratamento de efluentes líquidos e gasosos;
- Planos de gerenciamento ambiental e geotécnico.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pretensão deste trabalho foi demonstrar a importância da implantação de aterros sanitários como ponto de disposição final de resíduos abordando as principais variáveis para sua implantação, impactos positivos e negativos desde a escolha da área até a sua fase de conclusão. Denotando a responsabilidade que está inserida em todo esse processo, principalmente por ser uma iniciativa de beneficiamento público.

Desta maneira, podemos concluir que esse tipo de empreendimento torna-se viável em termos socioeconômicos. Ressaltando a necessidades de precisão tanto em aspectos técnicos quanto em meios legais, seguindo normas e padrões específicos para a correta implantação e funcionamento.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

RECESA. **Resíduos sólidos: projeto, operação e monitoramento de aterros sanitários: guia do profissional em treinamento nível 2**. Belo Horizonte: Sigma, 2008.

WEBER, E.; HEINRICK H. **Avaliação de áreas para instalação de aterro sanitário através de análises em SIG com classificação contínua dos dados**. Universidade Luterana do Brasil, Rio Grande do Sul, 2001.

AMBISUL. **RIMA- Relatório de impacto ambiental**. Paraná: 2010.

PROCESL. **Projeto de concepção para construção do aterro sanitário da abrunheira para refulgos resultantes de operações de tratamento dos RSU**. Santa Catarina, 2006.

NAHAS, C. M. **Aterros sanitários técnicas construtivas e métodos operacionais.** São Paulo, 2010.

ZANTA, M.V. ; FERREIRA, C.F.A. **Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos.** Minas Gerais, 2003.

CREA-PR. **Guia para elaboração de projetos de aterros sanitários para resíduos sólidos urbanos.** Paraná, 2009.

ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA (IQA) DO RIO QUIXERÉ

F. Jonathan de S. Cunha N.¹, Jarbas R. Chaves e Hosineide de O. Rolim²

¹Instituto Federal do Rio Grande do Norte - Campus Caicó e ²Instituto Federal do Ceará – Campus Limoeiro do Norte

Jonathan.cunha@ifrn.edu.br, jarbas_sane@yahoo.com.br e hosineiderolim@yahoo.com.br

RESUMO

Para o conhecimento mais detalhado do estado e funcionamento da natureza, o ser humano sempre busca mensurar as intensidades dos fenômenos naturais utilizando o amparo de números, unidades numéricas e equações, resultando no desenvolvimento de modelos matemáticos que tendem a imitar a natureza, e que possibilitam acompanhar e até prever situações que possam resultar em danos aos recursos naturais. O Índice de Qualidade de Água – IQA transforma os resultados de parâmetros complexos de qualidade de água em números e indicadores de fácil compreensão para todos. O Rio Quixeré, localizado na Bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe, tem apresentado cada vez mais sinais de degradação, o que tem resultado no comprometendo da qualidade da sua água. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo mensurar o nível de degradação do Rio Quixeré, com o uso de dados quantitativos e qualitativos com o uso da ferramenta do modelo matemático do IQA. As análises compreenderam os anos de 2005, 2006 e 2007. A qualidade hídrica do Rio Quixeré é considerada satisfatória, pois apresentou um nível de qualidade médio de 75 numa escala de 00 a 100, que considerando a classificação do IQA é Bom. Entretanto, para que o processo de degradação do Rio Quixeré não torne sua água imprópria pra diversos usos é necessário uma mudança de paradigma. Com a compreensão que os recursos naturais são finitos, e que o desenvolvimento econômico tem que trilhar os trilhos da sustentabilidade, pois se a humanidade não tomar consciência do seu papel na natureza, logo-logo os seres humanos sairá do palco do teatro chamado Terra.

Palavras-chave: Índice de Qualidade de Água, Rio Quixeré e Recursos Hídricos, Qualidade Ambiental.

1. INTRODUÇÃO

O Rio Jaguaribe está localizado no estado do Ceará, no Nordeste do Brasil. Região que possui um curto período de chuvas e longo período de estiagem no ano. Historicamente o rio já passou por grandes cheias e mais ainda por intensas secas, entretanto esta realidade tem mudado deste a década de 1960 quando o Rio passou por um processo de barramento, inicialmente com o açude do Orós e mais recentemente com o açude do Castanhão. Com estas Barragens o Rio Jaguaribe tornou-se um rio perenizado, por tanto o problema com a quantidade de água, já não é mais a preocupação principal.

Como em todo mundo, as principais cidades estão situadas as margens de importantes recursos hídricos, no Rio Jaguaribe não é diferente. Muitas cidades cearenses margeiam o rio, e as que não estão em suas margens, fazem parte de sua bacia hidrográfica. A grande maioria das cidades não possui sistema adequado de disposição e tratamento dos resíduos líquidos e sólidos, no que tange aos resíduos líquidos os municípios não possuem sistema coletivo de coleta e tratamento de esgoto eficaz. Em geral, utilizam-se de fossas sépticas, fossas negras e/ou lançamento no solo ou corpos d'água. Há em alguns de centros urbanos, sistema de coleta de esgoto, mas sem tratamento, e quando há tratamento este processo não é bem executado, despejam-se efluentes de qualidade pouco confiável, no que diz respeito aos resíduos sólidos, quase que a totalidade das cidades depositam os seus resíduos em lixões a céu abertos. Algumas cidades possuem aterro controlado, e raramente há aterros sanitários, mesmo assim, com deficiências na operação. Todo esse descaso com saneamento básico em relação aos resíduos sólidos e líquidos compromete a qualidade dos corpos d'água e infligem às legislações ambientais. A disposição de efluentes de baixa qualidade provindas das unidades habitacionais, atividades industriais, comerciais, agrícolas, depósitos de resíduos sólidos, comprometem consideravelmente a qualidade das águas do Rio Jaguaribe, (ROSA *et AL*, 2006); (MAIA, 2005).

Nos últimos anos tem se observado que a qualidade das águas do Rio Jaguaribe tem ficado comprometida. Indicadores como as macrófitas aquáticas tem se estabelecido no rio com grande intensidade e, é sabido que estes vegetais são bio-indicadores da presença acentuada de matéria orgânica. Segundo Esteves (1998), a presença de macrófitas indica que o meio hídrico está em processo de eutrofização, mas não significa que este já esteja eutrofizado. Estado elevado de trofia, a presença mássica de plânctons bloqueia a entrada de luz solar, gerando uma serie de eventos biológicos que culminam na produção de gases como o sulfídrico e metano que são tóxicos, fatores estes que comprometem o crescimento das macrófitas aquáticas. O crescimento descontrolados das macrófitas acarreta diversos efeitos em cadeia, principalmente efeitos relacionados à alteração do pH e da concentração de íons na água, e também a redução da concentração de oxigênio dissolvido na água, conseqüência da grande concentração de biomassa, inserida na água pela macrófitas. Com o comprometimento da qualidade da água, comprometem-se seus múltiplos usos como, abastecimento, lazer, navegação e equilíbrio ecológico (ESTEVES, 1998).

A planície fluvial do Rio Quixeré é margeando pela direita pela Chapada do Apodi, e do lado esquerdo por depósitos fluviais tércio-quaternários da Formação Faceira, nas suas margens possui uma densa florestas de carnaúba que revestem as zonas baixas inundáveis. Este meio hídrico está incrustado a rede de drenagem da sub-bacia do baixo Jaguaribe, que compõe a grande bacia hidrográfica do Rio Jaguaribe (Figura 1) (MAIA, 2005).

Os índices e indicadores ambientais vêm se tornando cada vez mais importantes para as tomadas de decisões de cunho político, econômico e social. Requerendo um maior número de informações de grande complexidade, mas que devem ser de fácil leitura pra o público em geral. Como a qualidade ambiental tem adquirido status econômicos como qualquer outro bem torna-se indispensável obter-se seu acompanhamento dinâmico de qualidade. Em função disso tem-se dado atenção a diversos indicadores ambientais, para facilitar a compreensão e a comparação nos níveis da qualidade ambiental dos usuários em geral (MAQUES *et al*, 2007).

E água como uns dos recursos mais usados para produção das atividades humanas, em função disso estão sendo estudados diversos indicadores de sua qualidade, baseados nas variáveis e suas características físicas, químicas e biológicas. Existem diversos modelos de avaliação da qualidade de água, entre uns dos mais usado está o Índice de Qualidade de Água (IQA), desenvolvido pela *National Sanitation Foundatio Instittion* (NSF). O IQA seleciona variáveis relevantes a cada uma atribuindo peso relativo. Atualmente existem vários tipos de modelos de indicadores de qualidade de água, que avaliam os recursos hídricos em seus diversos aspectos de qualidade e importância, para cada tipo dos seus múltiplos usos, (MAQUES *et al*, 2007); (VON SPERLING, 2007); (BRASIL, 2005).

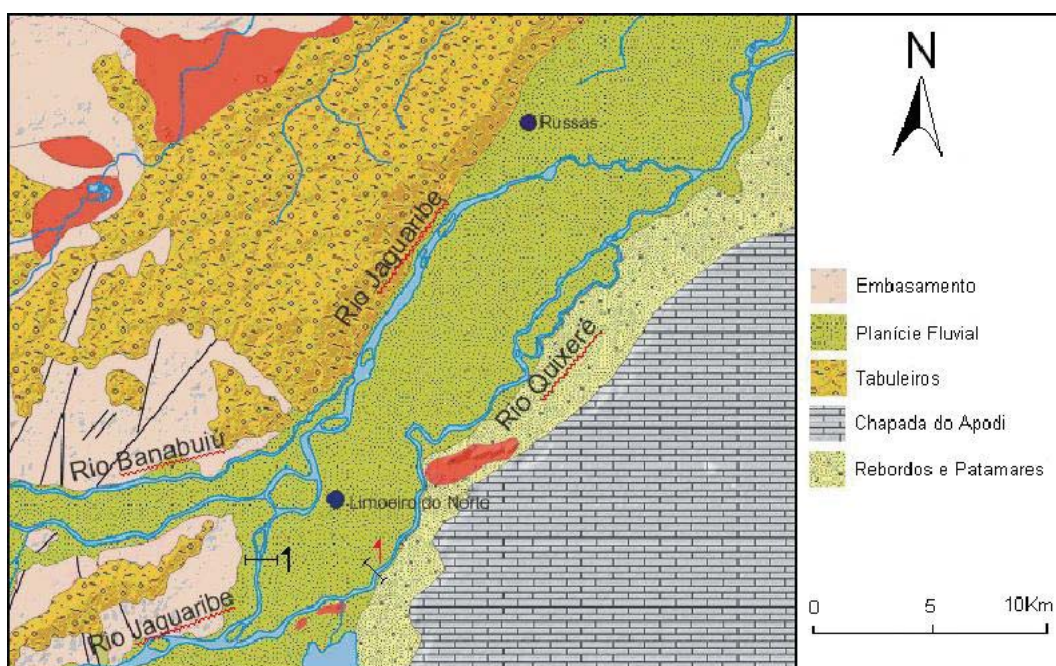


Figura 1 – Mapa de localização e caracterização geográfica do Rio Quixeré. Fonte: Maia (2005).

O trabalho objetivou utilizar o modelo matemático do IQA, a fim de verificar a influência dos fatores da sazonalidade, da variação de vazão e das atividades antrópicas em relação à qualidade da água do Rio Quixeré. Como este trabalho tem uma parceria com Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), pois desde o ano de 2005 há um convênio entre o Instituto Centro de Ensino Tecnológico (CENTEC), hoje transformado em Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará (IFCE), nas cidades de Limoeiro do Norte. A COGERH, por meio deste convênio realiza a Rede de Monitoramento da Qualidade de Água - RMQA, onde a COGERH busca o gerenciamento da qualidade das águas que ela é

responsável, e o CENTEC hoje IFCE, é responsável pela realização das análises qualitativas das águas em diversos parâmetros. Por meio deste convênio foi possível copilar os dados em relação das análises qualitativa do Rio Quixeré.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A introdução de matéria orgânica no corpo hídrico impulsiona uma reação e cadeia de degradação da qualidade ambiental e sanitária da água. Isso por que a presença de matéria orgânica induz a proliferação de bactérias aeróbias, que reduzem a concentração de oxigênio dissolvido na água. Outros microrganismos também se desenvolvem em grande escala, como os protozoários que predam as bactérias e os fungos, também pela alta concentração de matéria orgânica. Com tudo isso há um grande desequilíbrio ecológico no ambiente aquático o que compromete a qualidade sanitária geral (VON SPERLING, 2005).

Por Von Sperling (2007), os modelos matemática ambientais, são utilizados para representar a realidade, ou seja, uma tradução simplificada e generalizada do que se afigura como sendo as características mais importantes de uma situação real, reduzir a variedade e complexidade de mundo real a um nível que se pode entender e representar.

As variáveis das características físicas, químicas e biológicas das águas, são de difícil compreensão, pois cada parâmetro analisado possuem sua importância e consideração específica em relação a qualidade de água, por isso a utilização de um indicador como o Índice de Qualidade de Água (IQA), torna-se indispensável. O índice é geralmente representado por números de proporções, de graus de níveis, de gradientes de concentrações e percentual, podendo ser também representado por cores para os níveis diferentes de qualidade do corpo hídrico, sendo estas representações divulgados em relatórios e/ou conteúdos cartográficos, facilitando leitura e compreensão do público em geral, VON SPERLING (2007).

O IQA foi desenvolvido pelo *National Sanitation Foudantion* (NSF) nos Estados Unidos, e já divulgado por diversos órgãos governamentais brasileiro, universidades e pesquisadores, tais como a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Estado de Minas Gerais (SEMAD), o Marcos Von Sperling, professor da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) etc. Este sistema de avaliação consiste em alguns parâmetros que representam suas características físicas, químicas e biológicas, como indicadores da qualidade de água, nove é o número parâmetros usado para análise do (IQA): oxigênio dissolvido, coliformes fecais, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato ou nitrogênio total, fosfato total ou fosfato, temperatura da água, turbidez e sólidos totais, cada um deste possui um peso relativo a sua importância em relação a característica da qualidade da água, que podem ser vista na tabela BRASIL (2005) e VON SPERLING (2007).

Tabela 1: Pesos dos parâmetros.

Parâmetro	Peso (w_i)
-----------	----------------

Oxigênio dissolvido – OD (%OD)	0,17
Coliformes fecais (NPM/100mL)	0,15
pH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO (mg/L)	0,10
Nitratos (mg/L NO ₃) ou Nitrogênio Total (mg/L N)	0,10
Fosfatos (mg/L PO ₄) ou Fósforo Total (mg/L P)	0,10
Variação na Temperatura (°C)	0,10
Turbidez (UNT)	0,08
Resíduos Totais (mg/L)	0,08

Fonte: BRASIL (2005) e VON SPERLING (2007).

Então o IQA é calculado pelo produto ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros conforme a fórmula:

$$IQA = \prod_{i=0}^9 q_i^{w_i}$$

Onde:

IQA = índice de qualidade da água, um número de 0 a 100;

qi = índice de qualidade para cada parâmetro;

∏ = Produtorio do produto do qi com wi.

wi = peso atribuído ao parâmetro. Em função de sua importância na qualidade, entre 0 e 1.

Os valores do índice variam entre 0 e 100, conforme especificado a seguir:

Tabela 2: Nível de qualidade.

Nível de Qualidade	Faixa
Excelente	90 < IQA ≤ 100
Bom	70 < IQA ≤ 90

Médio	$50 < IQA \leq 70$
Ruim	$250 < IQA \leq 50$
Muito Ruim	$0 < IQA \leq 25$

Fonte: BRASIL (2005).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Na avaliação da qualidade da água, foi utilizado o Índice de Qualidade de Água, IQA, a base de dados foi retirada da Rede de Monitoramento da Qualidade da Água (RMQA), desenvolvido pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), este dados forem tratados com a base de cálculo do IQA, que foram efetuados numa planilha eletrônica. O período de estudo foi de 2005, 2006 e 2007. E as campanhas de coletas e análises das amostras no Rio Quixeré realizado pela COGERH, ocorreram anualmente em períodos trimestrais março, junho, setembro e dezembro.

Foram coletados da Fundação Cearense de Meteorologia (FUCEME), dados de precipitação nos principais postos de pluviométricos da área influenciada pela precipitação da rede de drenagem do Rio Quixeré.

Os resultados do tratamento dos dados da qualidade da água da RMQA-COGERH e pluviométricos da FUCEME resultaram em confecções de mapas, os quais foram gerados com ajuda de programa computacionais de confecção de mapas, e outros programas de trabalho de imagens digitais como *Sulfer 8*, *Paint*, *Corel Draw*.

A área de estudo, como já descrita anteriormente, compreende o rio Quixeré, onde foram comparados dados qualitativos e quantitativos de 06 (seis) pontos de monitoria da RMQA-COGERH neste corpo hídrico, que compreende: jusante de São João do Jaguaribe, próximo da ponte do Peixe Gordo no município de Tabuleiro do Norte; montante e jusante de Limoeiro do Norte nas proximidades do Córrego de Areia e Cabeça Preta respectivamente, na cidade Limoeiro do Norte; montante e jusante de Quixeré, próximos da ponte da Barragem de Quixeré e a Ilha respectivamente ambos no município de Quixeré, além do ponto da Botica I também em Quixeré, (figuras 2).

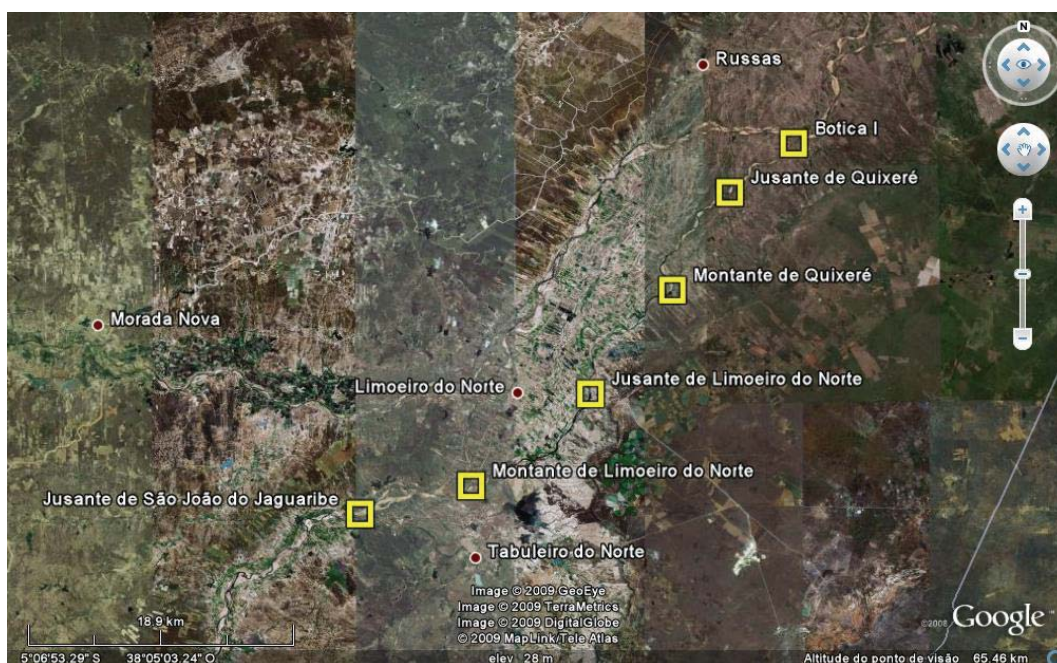


Figura 2: Imagem aérea do Rio Quixeré. Fonte: GOOGLE (2009).

4. RESULTADO

O tratamento de dados dos parâmetros de qualidade de água do Rio Quixeré, por meio do modelo matemático do Índice de Qualidade de Água. Gerou resultados que mostram que a qualidade da água do Rio Quixeré, ainda apresenta um resultado satisfatório, pois segundo a classificação do IQA o índice médio foi de 75 (setenta e cinco), numa escala de 00 a 100, sendo, portanto uma água de boa qualidade, (Gráfico 1).

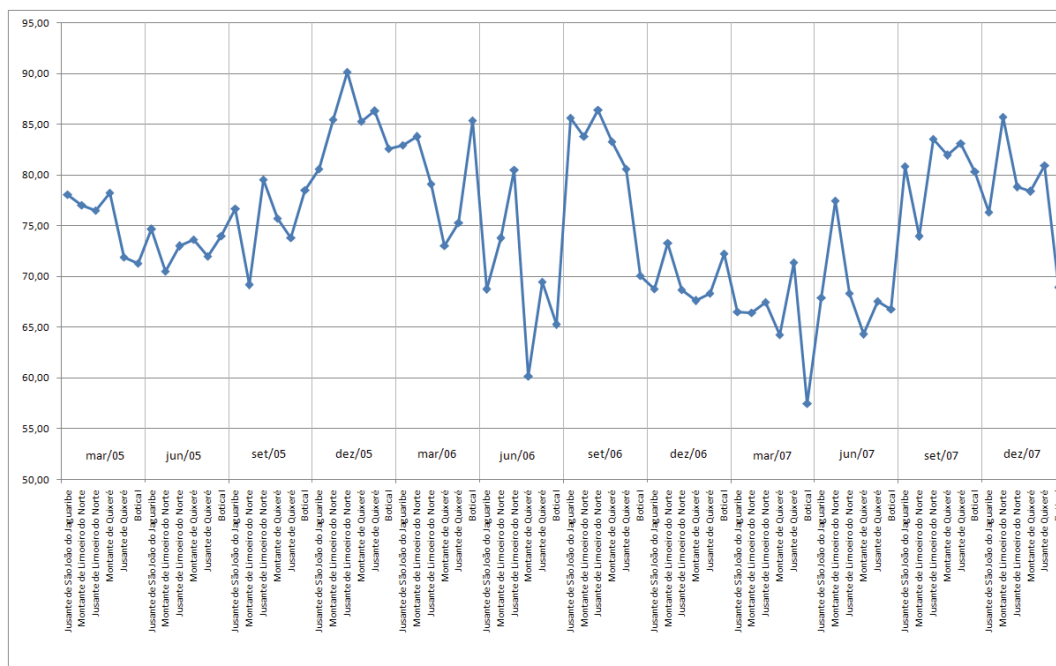


Gráfico 1: Resultado do IQA de todas as campanhas e seções nos ano 2005, 2006 e 2007 no Rio Quixeré.

A partir do gráfico, observa-se que durante o ano a variação do IQA ocorre de forma acentuada entre o primeiro e o segundo semestre, onde de forma geral o primeiro semestre apresenta uma qualidade ligeiramente inferior ao do segundo semestre. Comparandos os gráficos 1 e 2, pode ser visto que há relação entre a qualidade da água e a precipitação. O que implica que uns dos principais fatores que influencia na qualidade da água é a sazonalidade. Pois os índices de qualidade de água apresentam piores resultados nos meses de maior precipitação, invertendo-se os resultados o IQA quando diminui ou cessa a precipitação. No (gráfico 3) pode-se também comprovar a relação da qualidade de de água com a sazonalidade.

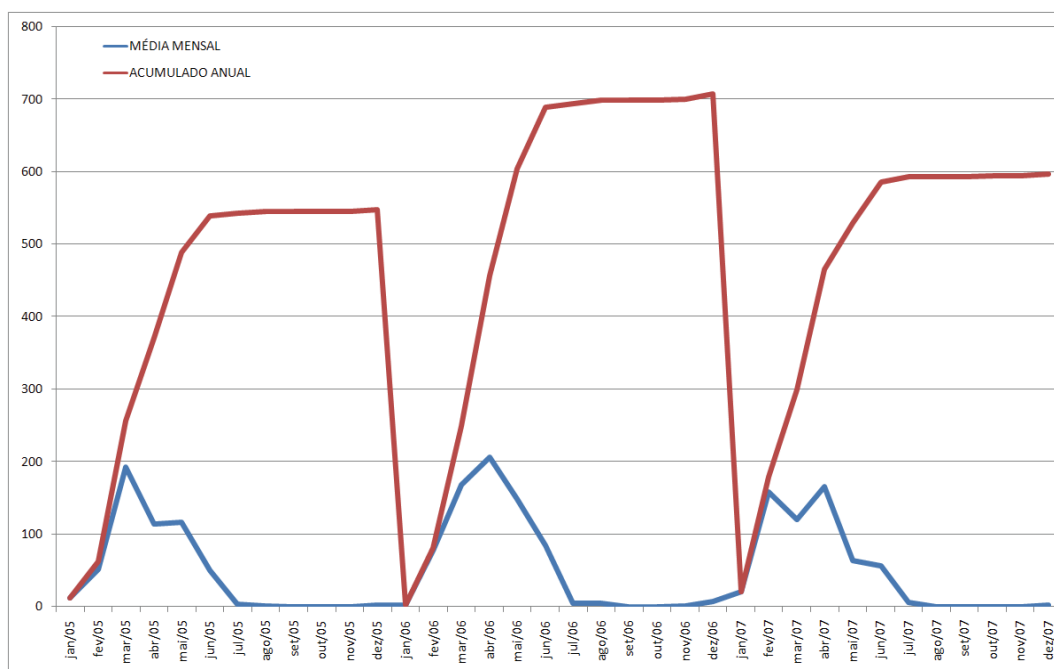


Gráfico 2 : Pluviometria da região da rede de drenagem do Rio Quixeré, sendo a precipitação acumulada mensal e anual.

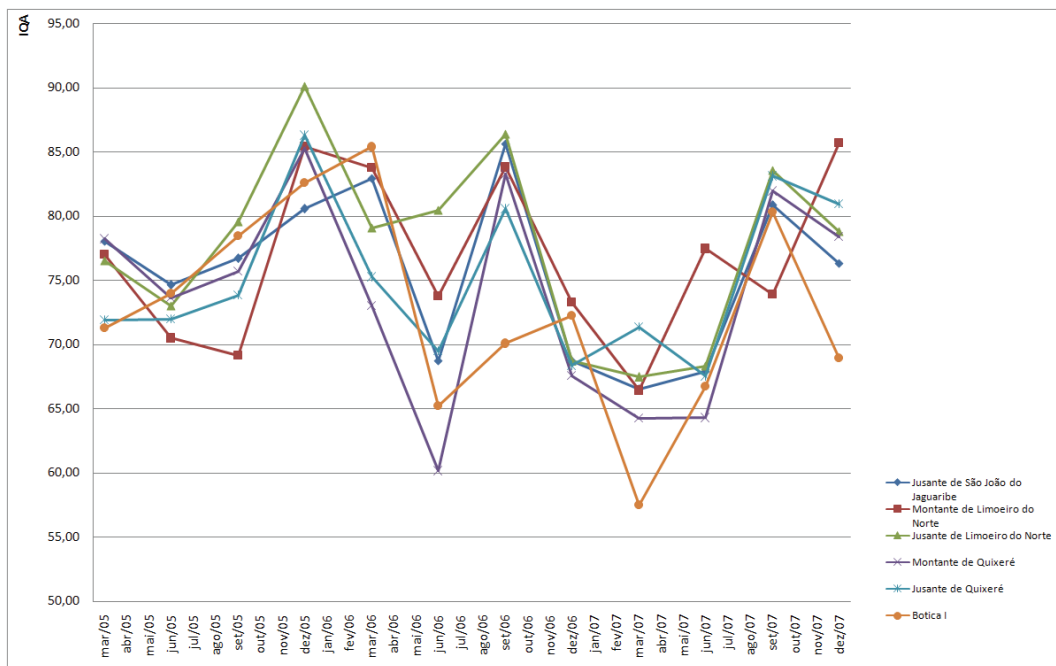


Gráfico 3: Resultados do IQA, sendo relacionado as datas de campanha e seções.

Como a idéia geral de todos os índices é o de deixar as informações técnicas de uma determinada área conhecida, mais interpretável, ou seja, de fácil leitura e compreensão de pessoas leigas, no assunto o IQA não é diferente, e uma das formas de publicar os resultados são por meio de gravuras. Com esta idéia foram confeccionados mapas para representar o IQA do Rio Quixeré, que podem ser vistos nas (Figuras 3 - 6) as quais representam uma média anual do IQA na área de estudo.



Figura 3: Média do ano 2005 do IQA do Rio Quixeré. Base do mapa: GOOGLE (2009).



Figura 4: Média do ano 2006 do IQA do Rio Quixeré. Base do mapa: GOOGLE (2009).



Figura 5: Média do ano 2007 do IQA do Rio Quixeré. Base do mapa: GOOGLE (2009).



Figura 6: Média de todo o período de estudo do IQA do Rio Quixeré. Base do mapa: GOOGLE, (2009).

5. DISCURSÕES

A qualidade da água do Rio Quixeré como também todo o Rio Jaguaribe, sempre apresentou problemas no período chuvoso, típico do semi-árido, pois sempre há a elevação dos níveis de turbidez. O que compromete em muitos casos o resultado final da qualidade da água das Estações de Tratamento de Água, ETA, que tem como manancial o Rio Quixeré. É o caso da cidade de Limoeiro do Norte, que sempre apresenta problemas no processo de tratamento de água no período chuvoso.

A influência da precipitação na qualidade da água de corpos hídricos superficiais se dá, porque com chuva na área de drenagem do talvegue, os resíduos são transportados com o deflúvio para os corpos d'água. O transporte destes resíduos resulta em diversas alterações na qualidade do corpo hídrico, a começar pela elevação da turbidez, a alta concentração dos sólidos totais, a grande quantidade de matéria orgânica o que influencia a DBO, e a redução da concentração do oxigênio dissolvido. O solo que é "lavado" pela chuva, também conduz uma grande quantidade de microrganismos, entre eles, os patogênicos, que contaminam o corpo hídrico. O fósforo e nitrogênio em concentrações elevadas, devido à presença das atividades agrícolas. O pH é alterado principalmente pela presença de diversas substâncias transportada pelas enxurradas, que altera a característica do pH na água, o pH pode ser alterado também, pela diluição da água do rio, por causa da precipitação.

É interessante notar que realmente o principal fator que influenciou na qualidade da água foi a sazonalidade, pois os índices de qualidade de água em quase toda a totalidade do rio, em todas as seções, permanecem como água de boa qualidade, isto pode ser comprovado analisando os gráficos 1, 2 e 3 e as figuras 3 a 6. Estes resultados mostram que as fontes de poluições difusas e pontuais ainda não estão comprometendo a qualidade hídrica, ou seja, o Rio Quixeré apresentou uma boa condição de assimilar a diluição dos resíduos lançados nele.

6. CONCLUSÕES

Este trabalho além de atestar a qualidade do Rio Quixeré, alavanca a importância dos modelos matemáticos para compreensão mais simples e sensível da qualidade de certo produto ou sistema, como é o caso da qualidade dos recursos ambientais. Com uso de modelos matemáticos representados em forma de números e indicadores, que permite uma leitura e compreensão mais fácil, tanto para os profissionais envolvidos com a questão, como também para a população no geral. O meio ambiente como todo não é de interesse somente dos cientistas ou exploradores diretos, mais de todos que habitam e usufruem da natureza. Com o uso do IQA, pode-se ter uma idéia mais sensível da real condição do Rio Quixeré, o qual pôde ser acompanhado a dinâmica da qualidade hídrica em cada campanha nos anos de 2005, 2006 e 2007. Com o uso do IQA, é possível acompanhar de forma continua por meio das pessoas físicas e jurídicas como instituições de ensino, órgão governamental e não governamental e associações, que tenham o interesse na preservação e conservação da qualidade da água, não só do Rio Quixeré, mas de todo o sistema que compreende a Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe.

Os resultados apresentados pelo IQA do Rio Quixeré, foram surpreendentes, pois a média do índice foi de 75, na escala de 00 a 100 do modelo matemático que classifica a qualidade de água como boa.

É interessante saber que por mais descaso que o Rio Quixeré sofra ele ainda consegue permanecer com suas águas de boa qualidade, podendo ser usado para diversas atividades. Os principais causadores de poluição e contaminação do rio são os mesmo usufruem dos recursos disponíveis neste recuso hídrico.

Para este nível de qualidade permaneça ou melhore é preciso que sociedade mude seus paradigmas. É necessário compreender que os recursos naturais são finitos, e que todo o desenvolvimento tem que trilhar os trilhos da sustentabilidade, pois se a humanidade não tomar consciência do seu papel na natureza, logo-logo os seres humanos sairão de cena do palco do teatro chamado Terra.

7. REFERÊNCIAS

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais – SEMAD. *Sistema de cálculo da qualidade da água (SCQA): estabelecimento das equações do índice de qualidade das águas (IQA)*, Belo Horizonte, 2005.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Serviço Geológico do Brasil. *Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no Estado do Ceará: Diagnóstico do município de Limoeiro do Norte*. Fortaleza: CPRM, 1998. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br>>. Acesso em: 13 de novembro de 2009.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Serviço Geológico do Brasil. *Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no Estado do Ceará: Diagnóstico do município de Quixeré*. Fortaleza: CPRM, 1998. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br>>. Acesso em: 13 de novembro de 2009.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Serviço Geológico do Brasil. *Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no Estado do Ceará:*

Diagnóstico do município de Tabuleiro do Norte. Fortaleza: CPRM, 1998. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br>>. Acesso em: 13 de novembro de 2009.

CETESB, *Curso: construção, operação e manutenção de poços*. São Paulo: CETESB, 1978.

COGERH, *Rede de monitoramento de qualidade de água para o gerenciamento dos recursos hídricos*. Fortaleza: COGERH, 2004.

DIAS, Genebaldo Freire. *Educação ambiental: princípios e práticas*. 5ª ed. São Paulo: Gaia, 1998.

ESTEVES, Francisco de Assis. *Fundamentos de limnologia*. 2ª edição. Rio Janeiro: Interciência, 1998.

GOOGLE. *Google Earth*, Disponível em: <<http://earth.google.com/e.com/int./pt-BR/>>. Acessado em 28 de agosto de 2009.

MARQUES, M. N.; DAUDE, L. F.; SOUZA, R. M. G. L.; COTRIM, M. E. B.; PIRES, M. A. F. *Avaliação de um índice dinâmico de qualidade de água para abastecimento: Estudo de caso*. Exacta, São Paulo, v. 5, n. 1 p. 47-55, jan./jun. 2007.

MOTA, Suetônio. *Introdução à engenharia ambiental*. Rio de Janeiro: ABES, 1998.

ROSA, M. F.; Gondim, R. S.; Figueiredo, M. C. B. *Gestão sustentável no Baixo Jaguaribe, Ceará*. Fortaleza: Embrapa Agroindustrial Tropical, 2006.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F (Org.). *Decifrando a Terra*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2008.

VON SPERLING, Marcos. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3ª ed. Belo Horizonte: DESA-UFMG, 2005.

VON SPERLING, Marcos. *Estudos e modelagem da qualidade da água de rios*. Belo Horizonte: DESA-UFMG, 2007.

INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DE COSSUBSTRATO SOBRE A REMOÇÃO DE CORANTE AZO E PRODUÇÃO DE MANGANÊS-PEROXIDASE POR FUNGO BASIDIOMICETO

M. V. F. ANDRADE¹; A. L. CUNHA; H. O. MÁXIMO; G. MARINHO; K. A. RODRIGUES²

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Fortaleza e ²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Fortaleza
marcusviniciusan@gmail.com – kelly@ifce.edu.br

RESUMO

A introdução de xenobióticos em ambientes aquáticos altera as características do meio e desencadeia toxicidade tanto à fauna quanto à flora. Os corantes azos são exemplificados como uma classe de xenobióticos muito utilizada por indústrias têxteis e que devido suas características físico-químicas podem gerar alterações na saúde ambiental e causarem impactos no meio ambiente. Portanto, se faz necessário o uso de tecnologias capazes de tratar adequadamente efluentes têxteis. Neste contexto, os processos biológicos com fungos surgem como alternativa viável uma vez que são eficientes quanto à remoção de poluentes e na mineralização da matéria orgânica. Nesta pesquisa investigou-se a remoção de corante em meio sintético por uso de reator sob regime de bateladas seqüenciais inoculado com biomassa de fungo basidiomiceto, na influência de diferentes concentrações de cossustrato. A glicose, utilizada como cossustrato, foi adicionada em três concentrações distintas (1g/L, 3g/L e 5g/L), ocasionando a divisão do experimento em 3 etapas. Para monitoramento do reator foram realizadas as determinações de corante, demanda química de oxigênio, pH e enzima *manganês – peroxidase*. Ao longo do experimento foram registrados percentuais médios de remoção de corante em 88%, 97% e 91% para a Etapa I, Etapa II e Etapa III, respectivamente. Notou-se considerável remoção de matéria orgânica carbonácea em ambas as etapas. O pH durante todas as etapas manteve-se na faixa ácida. A enzima *manganês – peroxidase* teve excreção diferenciada durante as etapas, sendo os maiores registros reportados quando do uso de 3g de glicose/L, havendo liberação média de $11 \mu\text{mol}^{-1} \cdot \text{min}$. Por fim, a aplicação de fungos para a remoção de corante e de matéria orgânica mostrou-se viável.

Palavras-chave: corante vermelho do congo, fungos basidiomiceto, glicose, *manganês – peroxidase*, reator em batelada seqüencial.

1. INTRODUÇÃO

O homem se caracteriza pela sua capacidade de modificar e de se adaptar ao ambiente, utilizando e transformando os recursos disponíveis. Este usufruto tem se desenvolvido, sendo ampliado pelo avanço nos diversos campos do conhecimento e da tecnologia. Contudo, o homem nem sempre se preocupa com a conservação dos recursos naturais e, principalmente, com os resíduos gerados em suas atividades (CONCEIÇÃO *et al.*, 2005).

O avanço das atividades industriais produz gama variada de substâncias químicas sintéticas de degradação difícil, conhecidas como xenobióticos, e as introduz no meio ambiente, prejudicando o ecossistema e o próprio homem (MELO e AZEVEDO, 2008).

Segundo os mesmos autores, os xenobióticos são substâncias químicas produzidas pelo homem e que, após cumprirem sua função, invariavelmente, são descartadas no ambiente, alterando o equilíbrio do ecossistema e pondo em risco a saúde humana.

Dentro da classe de compostos xenobióticos estão os corantes sintéticos. Os corantes sintéticos são amplamente utilizados nas indústrias têxteis, ramo de grande importância no cenário econômico brasileiro, ocorrendo grande produção industrial e, conseqüentemente, a geração de grandes volumes de efluentes coloridos (SILVA FILHO *et al.*, 2007).

As indústrias têxteis têm contribuído largamente para a contaminação ambiental, devido à grande produção de resíduos com níveis baixos de degradação, incluindo corantes provenientes das etapas de tingimento, nas quais são descartados efluentes com intensa coloração. Não obstante, este tipo de efluente possui uma composição extremamente variável, pois há diversidade de corantes utilizados diariamente (DELLAMATRICE, 2005).

Vários estudos têm sido realizados utilizando fungos com capacidade de degradar corantes têxteis. É relatado que as principais vantagens da utilização de sistemas enzimáticos dos fungos em tratamento de efluentes têxteis, na sua aplicação em biorremediação de materiais recalcitrantes, atuação em altas e baixas concentrações de compostos tóxicos contaminantes, bem como em amplo espectro de pH, temperatura e salinidade, entre outras (SOUSA e ROSADO, 2009).

Desde a década de 1980, fungos da podridão branca (basidiomicetos) vêm sendo utilizados como alternativa para realizar a remoção de cor de efluentes e a degradação de compostos xenobióticos, o que é atribuído à sua capacidade de produzir complexos enzimáticos capazes de degradar grande variedade de compostos (RODRIGUES; FERNÁNDEZ; BERMÚDEZ, 2003).

O mecanismo de degradação de compostos recalcitrantes por fungos da podridão branca envolve as enzimas do grupo *fenol-oxidases*, como a *lignina peroxidase* (LiP), *manganês peroxidase* (MnP) e *lacases* (KAMIDA *et al.*, 2005).

As enzimas ligninolíticas dos basidiomicetos são de importância fundamental para a bioconversão de resíduos lignocelulósicos e se apresentam como perspectiva para as várias aplicações biotecnológicas em indústrias da polpa e do papel, do alimento, da matéria têxtil e da tintura, cosmética e bioquímica analítica, possuindo aplicações industriais e ambientais e se constituindo em um processo de baixo custo (ELISASHVILI E KACHLISHVILI, 2009).

Devido ao potencial de degradação da enzima *manganês - peroxidase* (MnP), há interesse geral em produzi-la biotecnologicamente. A enzima *manganês - peroxidase* foi usada na biodegradação dos hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH), ácidos húmicos, corantes sintéticos, e bifenilas policloradas. A MnP oxida Mn^{2+} a Mn^{3+} em uma reação H_2O_2 -dependente, a reação pode ser estabilizada pela adição de compostos quelantes (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

Nesta perspectiva, objetivou-se estudar a aplicação de um reator em bateladas seqüenciais com biomassa imobilizada do fungo basidiomiceto *Phanerochaete chrysosporium*, para degradação de

corante azo vermelho do congo na presença de diferentes concentrações de glicose como cossustrato (5g/L; 1g/L; 3g/L) avaliando a influência do cossustrato sobre a produção da enzima *manganês - peroxidase*.

2. MATERIAIS E MÉTODO

2.1 Cultivo e Contagem dos esporos de *Phanerochaete chrysosporium*

A espécie *Phanerochaete chrysosporium* foi cultivada em meio de cultura com a seguinte composição: 2g/L de Extrato de levedura, 20 g/L de glicose, 1g/L de K_2HPO_4 , 0,6g/L de KH_2PO_4 , 0,5g/L de $MgSO_4$ e 2g/L de peptona, e foi mantida sob 28°C em estufa microbiológica durante cinco dias.

Após o período de cinco dias, os esporos foram removidos das placas com solução de Tween 80 e transferidos para tubos de ensaio sendo realizada posteriormente a contagem dos esporos com auxílio da Câmara de Neubauer e microscópio ótico.

2.2 Imobilização da Biomassa em Meio Suporte

A imobilização do fungo foi feita em espuma de poliuretano sob condição de agitação em mesa agitadora shaker a 150 rpm. Cinco gramas de espuma, previamente esterilizadas, foram colocadas em redes de polietileno e em seguida dentro de erlenmeyers que continham meio nutritivo, sendo realizada a inoculação com os esporos fúngicos na concentração de 2×10^6 esp/mL. Os erlenmeyers foram mantidos em condição de agitação por 48 h, após esse intervalo o meio de cultura foi trocado e mantido novamente por 72 h, até ser transferido para o reator.

2.3 Montagem e Operação do Reator em Batelada Repetida

O reator, confeccionado em vidro, foi operado em ciclos de quarenta e oito horas (48 h), recebendo a cada ciclo 4 L de meio basal com a seguinte composição: KH_2PO_4 (2 g/L), $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (0,5 g/L), $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ (0,1 g/L) e $(NH_4)_2SO_4$ (0,2 g/L).

Foram adicionados ao meio 20mg/L de corante e 10 mL/L de solução mineral. A solução mineral foi constituída por: $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (3,0g/L), NaCl (1,0g/L), $MnSO_4 \cdot H_2O$ (0,5g/L), $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ (0,1g/L), $ZnSO_4 \cdot H_2O$ (0,1g/L), $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ (0,1g/L), $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ (0,082g/L), H_3BO_3 (0,01g/L), $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (0,01g/L).

O ar foi fornecido por mini-compressores de ar e o pH inicial do meio foi ajustado para faixa ácida. Na operação do reator, além da adição de meio basal, o pH do meio foi ajustado para faixa ácida. A glicose foi o cossustrato utilizado, sendo que, na Etapa I, adicionou-se 5g/L de glicose, na Etapa II, 1g/L e na Etapa III - 3g de glicose/L.

2.4 Determinações Analíticas

Em cada ciclo estudado houve a caracterização da alimentação do reator e o acompanhamento deste foi verificado através da realização das análises: corante, DQO, pH, e enzima *manganês - peroxidase*. Todas as análises com exceção de corante e de enzima foram realizadas segundo APHA (2005).

A determinação de corante foi realizada segundo os procedimentos descritos em Andrade (2010). A enzima *manganês - peroxidase* foi determinada seguindo os protocolos de Aguiar Filho (2008).

2.5 Avaliação Estatística

Os dados foram analisados por meio da análise de variância (ANOVA) com teste de Tukey para comparar resultados e obter o parâmetro estatístico (P). As leituras foram consideradas significativas quando $P \leq 0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios e de desvios-padrão para cada variável monitorada no afluente e no efluente do reator em batelada nas três Etapas do estudo.

Tabela 1: Valores médios e de desvios-padrão dos parâmetros analisados do afluente e do efluente do reator em batelada repetida.

Parâmetro Analítico	Valor médio \pm desvio padrão					
	Etapa I - 5 g/L		Etapa II - 1 g/L		Etapa III - 3 g/L	
	Entrada	Saída	Entrada	Saída	Entrada	Saída
pH	4,3 \pm 0,3	3,0 \pm 0,54	3,8 \pm 0,54	3,2 \pm 0,69	4,4 \pm 0,27	3,0 \pm 0,40
Corante (mg/L)	18 \pm 7,1	1,9 \pm 2,0	12 \pm 5,8	0,2 \pm 0,65	18,5 \pm 8,2	1,1 \pm 0,8
DQO solúvel (mg/L)	3397 \pm 1490	1499 \pm 849	882 \pm 518	196 \pm 94	3046 \pm 489	1141 \pm 806

Conforme a Tabela 1 notou-se que os valores de pH se mantêm na faixa ácida tanto para o afluente (entrada), quanto para o efluente (saída), podendo-se observar a homogeneidade de acordo com os valores do desvio-padrão. Em relação à corante a concentração afluente no reator em ambas as Etapas, mantêm-se abaixo do valor objetivado (20mg/L), entretanto, com variação mais significativa durante a Etapa II. Já os valores de DQO solúvel em relação à concentração variam amplamente principalmente durante a Etapa I, dados seus valores de desvio-padrão.

Durante as Etapas que compuseram o estudo o reator em batelada mostrou-se eficiente na remoção de corante, alcançando percentuais médios de remoção correspondentes a 88%, 97% e 91% para a Etapa I, Etapa II e Etapa III, respectivamente. A Figura 1 exibe a variação na concentração de corante ao longo das Etapas que compuseram o experimento.

Na Etapa I, quando da adição de 5 g/L de glicose, obtiveram-se percentuais máximos de remoção de corante (100%) nos ciclos 1, 2 e 5, contudo, a remoção global da Etapa I alcançou 88%.

Nesta etapa foi observado, através de inspeção visual, o crescimento espesso do biofilme no reator. A adição de glicose como fonte de carbono facilmente assimilada, possivelmente, tenha garantido reserva energética necessária para o crescimento dos micro-organismos.

Na Etapa III (adição de 3g/L de glicose) os maiores registros de remoção de corante situaram-se na faixa de 97% - 99%, ocorrendo durante os ciclos 6, 9, 12, 16, 18 e 19. Já para a Etapa II, na adição de 1 g/L de glicose, observaram-se percentuais máximos de remoção de corante (100%) nos ciclos 5, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18 e 19. Aqui há um maior número de ciclos com considerável remoção de corante e em menor concentração de glicose o que se contrapõe à Etapa I e III.

Observa-se que o maior percentual médio foi obtido quando de uma menor concentração do cossustrato. Para as Etapas I e III, as concentrações de 5g/L e de 3g/L de cossustrato parecem ter sido excessivas, resultando na utilização preferencial como fonte primária de carbono a glicose, em detrimento ao corante presente no meio basal.

Tal fato pode ser justificado pelo nível de significância dos dados experimentais obtidos pelo teste de Tukey, o qual indica que a Etapa I e Etapa III apresentaram eficiências de remoção de corante estatisticamente semelhante ($P > 0,05$). Isto corrobora o fato de que a adição de glicose como cossustrato em maiores concentrações não aumentou a remoção de corante.

Pant *et al.* (2008) trabalharam com o fungo *Phanerochaete chrysosporium* para remoção de corante Vermelho do Congo (15mg/L) em meio sintético, por uso de reatores em batelada sob agitação, investigando a presença de fonte de carbono e nitrogênio, e obtiveram 88,8% de remoção de corante em quinze dias de operação na presença de 5g de glicose/L. Semelhantes a estes autores, aqui se obteve percentuais médios de corante de 97% utilizando uma menor concentração de cossustrato em menor período de tempo (48 horas).

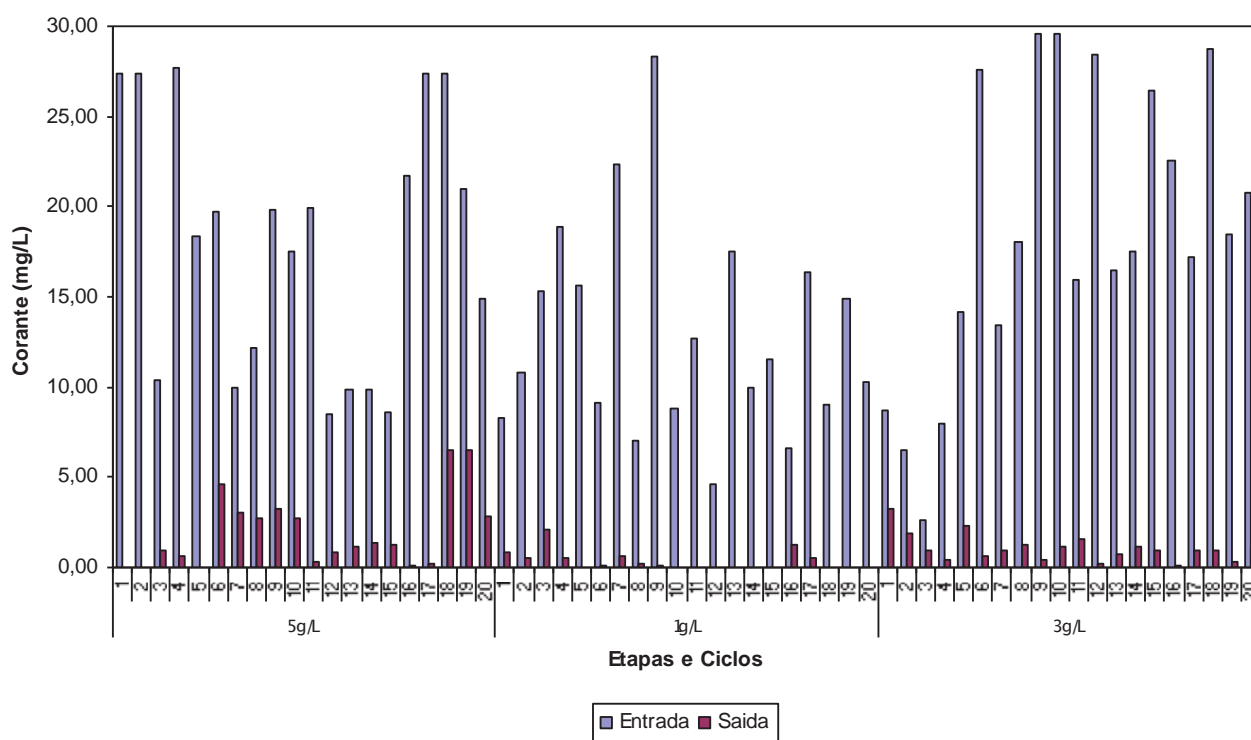


Figura 1 - Variação na concentração de corante para os ciclos que compreenderam a operação do reator em bateladas sequenciais durante a adição de diferentes concentrações de cossustrato – 5g/L; 1g/L e 3g/L.

Em relação à remoção de matéria orgânica em termos de DQO solúvel, foram alcançados percentuais médios de remoção de 56%, 78% e 62%, nas Etapas I, II e III, respectivamente. Durante a Etapa I, observou-se oscilação nos percentuais de remoção de DQO em virtude ao desprendimento de biomassa do reator, dado que uma parcela desta biomassa desprendida foi incorporada ao meio, ocasionando diminuição nos valores de remoção.

Ainda em relação a esta Etapa, provavelmente, a adição do cossustrato em maior concentração pode ter acarretado o menor percentual médio de remoção de DQO. Concentrações

elevadas de cossustrato tendem a desencadear repressão de metabolismo microbiano, conforme relatado por SANTOS *et al* (2008). Segundo os autores, a glicose em concentrações altas pode inibir a degradação do poluente, o que ratifica alguns percentuais de remoção de corante obtidos em ciclos da Etapa I.

Observou-se que o melhor percentual médio de remoção registrado foi obtido quando da adição de uma menor concentração de cossustrato (Etapa II), fato similar ao ocorrido para as remoções médias registradas de corante.

De acordo com o nível significância dos dados experimentais obtidos pelo teste de Tukey, a comparação quanto à eficiência de remoção de DQO entre as Etapas I e II, e Etapas II e III, indica que estas apresentam diferença estatística ($P < 0,05$), corroborada pelos percentuais de remoção médios apresentados e que indicam a Etapa II (1g de glicose/L) foi preponderante quanto à remoção de DQO.

Possivelmente, uma maior concentração de glicose adicionada ao meio desloque o metabolismo do micro-organismo à sua utilização havendo a formação de subprodutos e junto a esses a provável geração de subprodutos oriundos da degradação biológica do corante pelo fungo, permanecendo então estes subprodutos no meio e sendo estes quantificados como DQO.

A Figura 2 exibe a variação na concentração de matéria orgânica expressa em termos de DQO.

Em respeito à variação de pH no meio durante todas as etapas de estudo, observou-se que em todas (Etapa I, Etapa II e Etapa III) houve manutenção de valores ácidos.

Nas etapas I e III, pode ter ocorrido um maior acúmulo de ácidos orgânicos provenientes da degradação do corante e do consumo da glicose, já que esta estava presente em maior concentração em ambas as etapas, ocasionando diminuição nos valores de pH, o que ratifica os valores encontrados nesta pesquisa e em outros trabalhos (PANT, 2008; ANDRADE, 2010).

Pant *et al.* (2008) trabalharam com o fungo *Phanerochaete chrysosporium* para remoção de corante vermelho do congo, em ensaio tipo batelada, sob condições de agitação, com adição de glicose e uréia, e verificaram no estudo um maior decréscimo nos valores de pH para os reatores que continham apenas a glicose, já para aqueles que com glicose e uréia, os valores permaneceram na faixa neutra. Similarmente aos autores, aqui se registrou a manutenção dos valores ácidos de pH em todas as Etapas que compuseram o estudo.

Os autores supracitados indicam que a adição de glicose foi importante para a remoção do poluente e ressaltam que o uso de glicose propiciou uma faixa ácida no experimento.

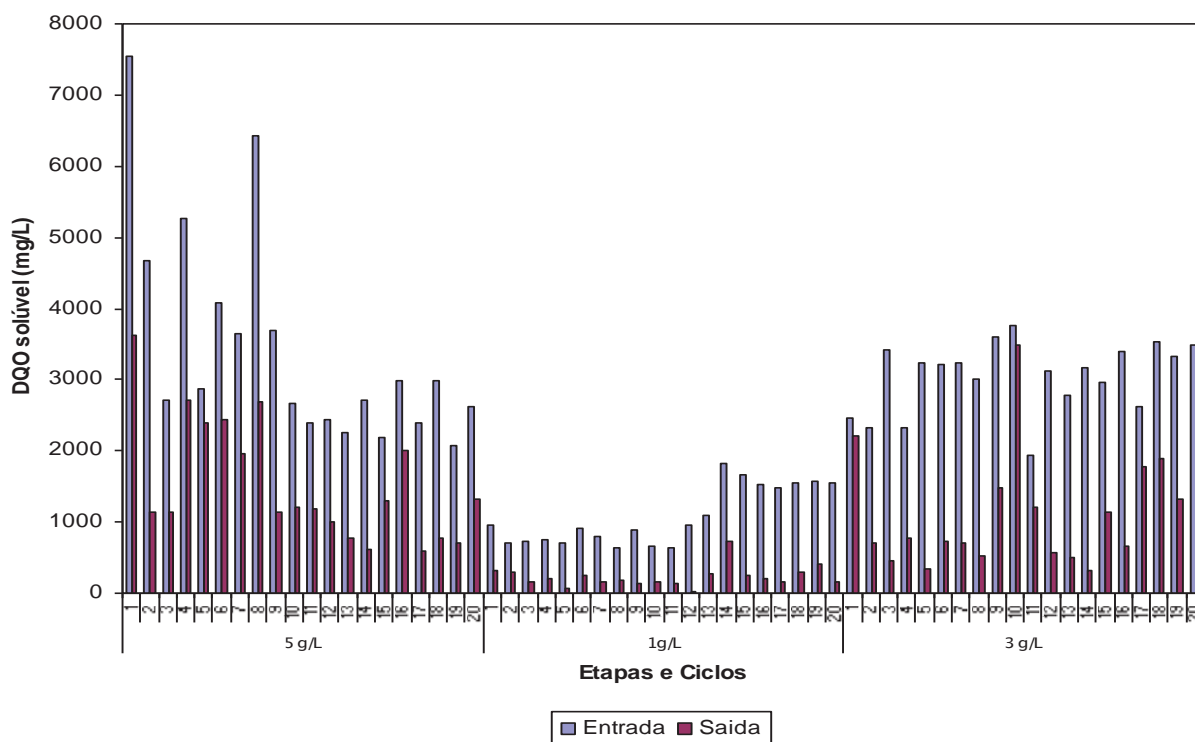


Figura 2 - Variação na concentração de matéria orgânica expressa em termos de DQO para as Etapas que compreenderam a operação do reator em bateladas sequenciais durante a adição de diferentes concentrações de cossubstrato – 5g/L; 1g/L e 3g/L.

Quanto à produção e excreção da enzima *manganês – peroxidase* (MnP), esta apresentou atividade em intervalo de 0,8 a 8,1 $\square\text{mol}^{-1} \cdot \text{min}$ para a Etapa I; 0,1 a 32,3 $\square\text{mol}^{-1} \cdot \text{min}$ para a Etapa II e 0,1 a 71,3 $\square\text{mol}^{-1} \cdot \text{min}$ para a Etapa III. Os maiores picos registrados durante as etapas coincidem com bons percentuais de remoção de corante registrados, indicando que a ação enzimática contribui para a degradação do corante vermelho do congo. Na Figura 3 é exibido o perfil de atividade da enzima *manganês – peroxidase*.

Estudando o gênero *Phanerochaete* sp. na descoloração de meio aquosa sob limitação de nitrogênio e de carbono, Hailei *et al.* (2009), trabalharam em meio sintético com 350mg/L de corante, em ensaio batelada sob agitação artificial, e utilizando 10^7 esporos/mL como inoculo dos reatores, obtiveram em 8 horas de experimento, remoções de 95%, 95% e 97% para os corantes Vermelho do Congo, Metil Orange e Eriocromo black T, respectivamente. Segundo os mesmos autores, a indução e a presença da enzima *manganês – peroxidase* foi fundamental para o processo de descoloração do meio. $\square\text{mol}^{-1} \cdot \text{min}$

As flutuações observadas na liberação da MnP ao longo das Etapas, deve-se ao fato de que basidiomicetos excretam suas enzimas mediante as condições nutricionais de fonte de carbono e nitrogênio, tendo o carbono uma função de estimular a produção de enzimas (BUSWELL, 1995; ZHOU, 2007)

Leung e Poiting (2002) trabalharam investigando fontes de carbono sob a liberação de MnP e sua relação com a descoloração de meio sintético contendo o corante Poly R – 478 e observaram que fontes de carbono como a glicose, devido sua estrutura mais simples, facilitaram e estimularam a excreção da enzima com conseqüente aumento na degradação do corante.

Os maiores registros de atividade são encontrados na Etapa II e Etapa III e quando da análise do nível de significância dos dados experimentais obtidos pelo teste de Tukey, estes indicam semelhança estatística ($P > 0,05$) entre estas etapas.

Em contraposição, quando de comparação entre as Etapas I e Etapa II pelo nível de significância, este infere diferença estatística significativa ($P < 0,05$). Zhou et al (2007) afirmam que uma concentração elevada de glicose disposta para o micro-organismo, pode ocasionar flutuações na excreção desta, além do fato de ser desvantajoso, visto que quando esta concentração é exorbitante, diminui a produção das enzimas. Possivelmente, a concentração na Etapa I (5g de glicose/L) tenha sido desfavorável para a liberação da MnP no meio.

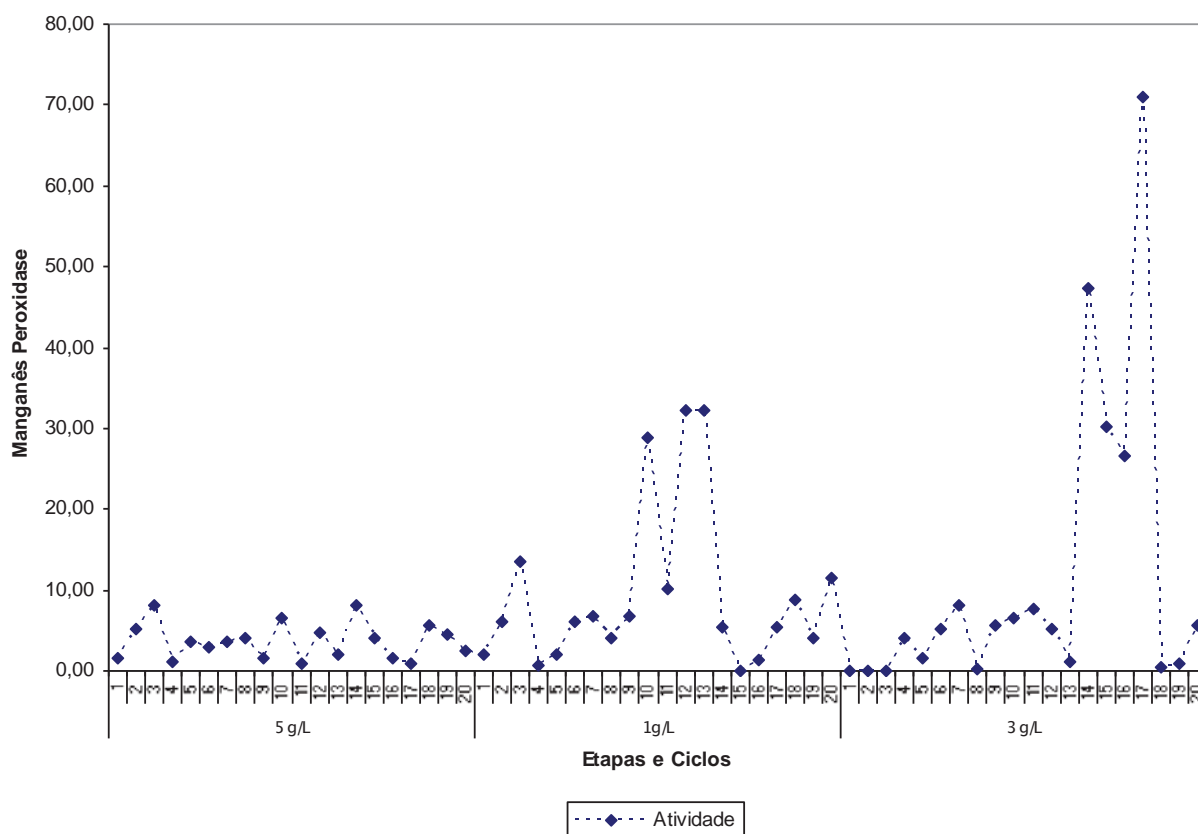


Figura 3 - Variação na excreção de enzima *manganês – peroxidase* durante a operação do reator em bateladas sequenciais sob a adição de diferentes concentrações de cossubstrato – 5g/L; 1g/L e 3g/L.

4. CONCLUSÃO

O estudo mostrou que foram alcançados excelentes resultados na remoção de corante durante as Etapas estudadas. Registraram-se percentuais médios de remoção de corante em 88%, 97% e 91% para a Etapa I, Etapa II e Etapa III, respectivamente. Houve considerável remoção de metéria orgânica medida em termos de DQO em ambas as etapas. Houve manutenção dos valores de pH na faixa ácida, o que provavelmente tenha favorecido o metabolismo do micro-organismo. A liberação da enzima MnP foi acompanhada e mostrou que ocorreram diferenças em sua excreção quando da diferença na concentração do cossubstrato (glicose). A análise estatística dos dados através do nível de significância mostrou que a Etapa I foi a preponderante em relação à remoção de corante e de DQO, inserindo assim que uma maior concentração de cossubstrato, não necessariamente ocasionará maiores

percentuais de remoção, e sim, há de se levar em consideração às diferenças metabólicas e fisiológicas dos micro-organismo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

AGUIAR FILHO, J. M. M. **Análise enzimática de fungos lignocelulolíticos cultivados em vinhaça e bagaço de cana de açúcar**. 2008. 80f.. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – São Paulo.

ANDRADE, M. V. F. **Remoção de corante azóico em meio aquoso sintético utilizando fungo basidiomiceto**. Monografia de Conclusão do Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental – IFCE – 2010.

APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20^a ed. Washington: American Public Health Association, 2005.

CONCEIÇÃO, D. M., DE ANGELIS, D. A., BIDOIA, E. D., DE ANGELIS, D. DE F. DE Fungos filamentosos isolados do Rio Atibaia, SP e refinaria de petróleo biodegradadores de compostos fenólicos. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.72, n.1, p.99-106, jan./mar., 2005.

DELLAMATRICE, P. M. **Biodegradação de corantes têxteis e efluentes da estação de tratamento de águas residuárias de Americana/ SP**. 2005. 137f..Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

ELISASHVILI, V., KACHLISHVILI, E. Physiological regulation of laccase and manganese peroxidase production by white-rot *Basidiomycetes*. **Journal of Biotechnology**, v.144, p.37–42, 2009

HAILEI, W., PING, L., MINA, P., ZHIJUN, Z., GUANGLI, Y., GUOSHENG, L. JIANMING, Y. Rapid decolourization of azo dyes by a new isolated higher manganese peroxidase producer: *Phanerochaete* sp. HSD. **Biochemical Engineering Journal**, v.46, p.327–333, 2009.

KAMIDA, H. M.; DURRANT, L. R. Biodegradação de Efluente Têxtil por *Pleurotus sajor-caju*. **Química Nova**, v. 28, n. 4, p. 629-632, 2005.

MELO, I. S., AZEVEDO, J. L. **Microbiologia Ambiental**. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariuna – São Paulo, 2008, 647p.

OLIVEIRA, P.L. DE, DUARTE, M.C.T., PONEZI, A.N., DURRANT, L.R. Purification and partial characterization of manganese peroxidase from *Bacillus pumilus* and *Paenibacillus* sp. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.40, p.818-826, 2009.

PANT, D., SINGH, A., SATYAWALI, Y., GUPTA, R. K. Effect of carbon and nitrogen source amendment on synthetic dyes decolourizing efficiency of white-rot fungus, *Phanerochaete chrysosporium*. **Journal of Environmental Biology**, v.29, n.1, p.79-84, 2008.

RODRÍGUES, S.; FERNÁNDEZ, M.; BERMÚDEZ, R. C. Tratamiento de efluentes industriales coloreados com *Pleurotus* spp. **Rev. Iberoam Micol**, Santiago de Cuba, n. 20, p. 164-168, 2003.

SILVA FILHO, H. A. SANTOS, M. V. E. SAMPAIO, G. M. M. S. ARTHAUD, I. Ensaio de Toxicidade e Remoção de corantes têxteis por processo biológico. **Anais...** II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, João Pessoa – PB – 2007.

SANTOS, V.L.; MONTEIRO, A.S.; BRAGA, D.T.; SANTORO, M.M. Phenol degradation by *Aureobasidium pullulans* FE13 isolated from industrial effluents. **Journal of Hazardous Materials**, 2008.

SOUSA, A.F; ROSADO, F.R. Utilização de fungos basidiomicetes em biodegradação de efluentes têxteis. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.2, n.1, p. 121-139, jan./abr, 2009.

INSERÇÃO DOS TEMAS SEGURANÇA DO TRABALHO E MEIO AMBIENTE NOS CURSOS TÉCNICOS

A. M. F. Lima¹, A. H. Tanimoto², E. L. Albuquerque³, E. M. Barbosa⁴ e A. C. Sacramento⁵
^{1, 2, 3, 4 e 5}Instituto Federal da Bahia (IFBA) - Campus Salvador
¹E-mail: angelalima@ifba.edu.br; angela.lima@gmail.com

RESUMO

Este artigo tem como objetivo inserir as temáticas Segurança do Trabalho, Meio Ambiente e Saúde nos diversos cursos técnicos integrados e subsequentes, no Instituto Federal da Bahia. Para alcançar tal objetivo geral foram propostas metas específicas como: avaliar e propor modificações nas ementas dos cursos existentes de forma a torná-las mais uniformes e adequadas ao escopo de cada curso, uniformizar a carga horária e unificar a nomenclatura das disciplinas existentes. Foi formada uma comissão composta por cinco professores da área de Segurança e Meio Ambiente, que se reuniram periodicamente para analisar as disciplinas relacionadas a estes temas. Por meio da elaboração de uma matriz de incidência, fez-se um mapeamento das disciplinas da área, das cargas horárias, das nomenclaturas utilizadas e das ementas oferecidas pelos cursos técnicos. Recomenda-se a carga horária em 60 horas-aula, o nome da disciplina como Segurança, Meio Ambiente e Saúde (SMS) e que seja oferecida a partir do terceiro período (ano ou semestre).

Palavras-chave: Segurança do Trabalho, Meio Ambiente, SMS.

1. INTRODUÇÃO

Os temas Segurança do Trabalho, Meio Ambiente e Saúde são importantes dentro do contexto dos cursos técnicos, porque são temas interligados, além de ser uma exigência do mercado de trabalho, que busca no profissional uma formação completa.

Este estudo foi realizado no Instituto Federal da Bahia, campus Salvador, pela necessidade de uniformizar e organizar as disciplinas com esta temática, que se encontravam com diferentes nomenclaturas e cargas horárias.

O tipo de pesquisa realizada foi documental, baseada na investigação científica das ementas dos cursos técnicos, não só da instituição, mas de outras que pudessem dar o suporte e embasamento à comissão de professores, para propor mudanças e adequações necessárias.

A questão do Meio Ambiente foi contextualizada num aspecto amplo, abordando os temas ambiental, econômico e social que são os pilares da sustentabilidade. Priorizou-se também o foco na formação de novos profissionais nos níveis técnicos, com competências na área de pesquisa acadêmica, que atuem prioritariamente na causa raiz dos problemas de geração (fonte) e não com soluções fim de tubo (tratar os resíduos depois que são produzidos), em todo o ciclo de vida do produto, processo ou serviço.

A temática Segurança do Trabalho foi abordada em relação à legislação pertinentes da área (normas regulamentadoras e leis específicas de cada tema), intercalando sempre a importância da prevenção dentro do seu conteúdo.

1.1 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo inserir as temáticas da “Segurança do Trabalho, Meio Ambiente e Saúde” nos diversos cursos técnicos no Instituto Federal da Bahia.

Para alcançar tal objetivo geral, foram propostas metas específicas:

- Avaliar e propor modificações nas ementas dos cursos existentes de forma a torná-las mais uniformes e adequadas ao escopo de cada curso;
- Uniformizar a carga horária;
- Homogeneizar a nomenclatura das disciplinas existentes.

Foi formada uma comissão composta por cinco professores da área de Segurança e Meio Ambiente, que se reuniram periodicamente para analisar as disciplinas relacionadas a estes temas. Os dados da pesquisa foram coletados no Instituto Federal da Bahia, campus Salvador.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Brasil (2002) analisou um trabalho pioneiro tratando da importância da presença de conteúdos sobre segurança no trabalho na educação profissional, em 1972, de autoria de Alfredo Vieira, Advogado da Companhia Telefônica de Pernambuco - CTP, intitulado: “Da necessidade de conhecimentos gerais sobre segurança, higiene e medicina do trabalho nos cursos de formação profissional”. Mostra a temática e a importância do conhecimento, como fatores primordiais para a prevenção de acidentes do trabalho e doenças ocupacionais.

Lisboa (1987 apud BRASIL 2002), quando da apresentação de subsídios para a nova Constituição Federal brasileira, assegura que a inserção da segurança no trabalho, como matéria obrigatória deverá caracterizar-se e ser ministrada como um conjunto ordenado de ensinamentos que visem a formação e o aperfeiçoamento do trabalhador, da sua segurança para o exercício do trabalho e daqueles que no futuro terão a incumbência de direção de empresas de um modo geral.

Na questão ambiental, a necessidade de sensibilização e incorporação de condutas pertinentes com o conceito de “Desenvolvimento Sustentável” tem levado a iniciativas no âmbito da educação ambiental em seus diversos níveis acadêmicos. Nesse sentido, a abordagem da problemática ambiental tem sido institucionalizada não só pela iniciativa privada em busca de sua excelência na gestão integrada (Segurança, Meio ambiente e Saúde), como também pelos sistemas educacionais tornando-se presença obrigatória nos currículos escolares de nível médio, profissional e superior. Ainda hoje se faz jus a uma disciplina específica de meio ambiente devido a sua não incorporação de forma transversal nas demais, como versa a Lei de Diretrizes Básicas.

Segundo Agra Filho et al. (2003), considera-se como relevante uma abordagem acadêmico-pedagógica que venha possibilitar a percepção e compreensão da questão ambiental, envolvendo uma maior abrangência na sua avaliação. Isto tem em vista propiciar a identificação das suas relações com as atividades humanas e os seus fatores causais, introduzir elementos teóricos básicos para o desenvolvimento de alternativas de prevenção ambiental, e também frisar os aspectos relativos à interdisciplinaridade exigida na interpretação da realidade ambiental.

3. METODOLOGIA

Por meio da elaboração de uma matriz de incidência, fez-se um mapeamento das disciplinas da área, de suas cargas horárias, das nomenclaturas utilizadas e das ementas oferecidas pelos cursos técnicos nas modalidades integrada¹ e subsequente², que tinham alguma disciplina com conteúdo nas áreas de Segurança e Meio Ambiente.

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Foram analisadas as situações de cada modalidade dos cursos técnicos, em relação às disciplinas de Segurança e Meio Ambiente na instituição, para se ter um mapeamento das mesmas conforme os resultados abaixo:

No período analisado (2010.2) existiam 10 cursos do ensino técnico integrado, sendo distribuídos da seguinte forma:

- Sete (Meios de Hospedagem, Turismo, Automação, Mecânica, Análise química, Eletrônica e Refrigeração) ofereciam a disciplina denominada SMS (Segurança, Meio Ambiente e Saúde), com duas aulas semanais no período anual (60 horas);
- Dois (Edificações e Eletrônica) ofereceriam a disciplina em 2011;
- Um (Operações de processos industriais) oferecendo com nomes distintos, sendo HST (Higiene e Segurança do Trabalho) e GA (Gestão Ambiental) ambas com 30 horas, num período semestral.

Já em 2011.1, um novo curso técnico de nível médio (integrado) foi aberto, denominado de “Edificações” que oferece essa disciplina como SMS, com carga de 60 horas.

Logo, para os cursos de nível médio integrado observa-se em oito, dos dez cursos oferecidos, uma uniformização tanto na carga horária (60 h anual), habilidades e competências, como no nome da

¹ Ensino Técnico Integrado: Une o ensino médio e capacitação profissional num único curso.

² Ensino Técnico Subsequente: Propicia formação profissional numa duração de 1 ano e meio a 2 anos, e tem como pré-requisito o ensino médio completo.

disciplina (Segurança, Meio Ambiente e Saúde - SMS). Somente o de Operação de Processos Industriais usa nomenclaturas diferentes - Higiene e Segurança do Trabalho - HST e Gestão Ambiental – GA, porém mantendo-se as mesmas habilidades e competências dos anteriores.

O curso de Geologia, diferente dos demais, não oferece essas disciplinas. Ao pesquisar outros planos de cursos nessa mesma modalidade (Curso Técnico de Nível Médio em Geologia e Mineração), identificaram-se dois que ofertam essa competência, o do Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN, como SMS e carga de 60 horas-aula, e o do Instituto Federal do Pará - IFPA que oferece duas disciplinas relacionadas com a área em questão: Higiene e Segurança do trabalho – 40 horas e Mineração e Meio Ambiente – 40 horas.

Os conceitos vistos em SMS requerem maturidade para sua percepção, principalmente visualizar a sua importância para o desempenho do profissional no ambiente laboral. Alguns cursos ofertam essa disciplina nos primeiros períodos (1º e 2º), onde o aluno não possui ainda dimensão ou conhecimento mais detalhado da sua futura profissão. Isso tem causado falta de interesse, dispersão da atenção por parte dos alunos ainda imaturos, principalmente dos cursos médio integrados.

Nos cursos subseqüentes foi encontrada carga horária excessiva para o curso de automação, considerando 60 horas somente para HST. A inserção da variável ambiental poderia adequá-la para o perfil do curso, transformando-a em SMS. Eletrotécnica, possuindo 45 horas para SMS, fica aquém do necessário para os objetivos desejados quanto à Segurança, Saúde e Meio Ambiente. O curso de Eletrônica atualmente não contempla a variável ambiental, uma vez que oferta somente a disciplina HST com 30 horas.

No curso de Infraestrutura Urbana, na modalidade de Educação para Jovens e Adultos – EJA, as variáveis de Segurança, Meio Ambiente e Saúde, contempladas na disciplina SMS contribuem para atingir o objetivo do curso, porém com uma carga horária de somente 15 horas no ano. Esta carga horária foi retificada em 2011, onde as novas turmas ficaram com a ementa revisada para 30 horas.

Os apêndices A e B mostram respectivamente, a ementa proposta para os cursos integrados (2 h/sem) e subseqüentes (4 h/sem) e os tópicos especiais a serem ministrados de acordo com as especificidades de cada curso.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Para os cursos do ensino técnico integrado e subseqüente da área industrial, recomenda-se a padronização da carga horária em 60 horas-aula e que o nome da disciplina fosse padronizado em Segurança, Meio Ambiente e Saúde (SMS).

Ainda para estas modalidades recomenda-se que SMS seja oferecida a partir do 3º período (ano ou semestre respectivamente), pois nos anos iniciais dos cursos os alunos são mais jovens, o que dificulta a assimilação dos conceitos e a percepção que as variáveis Segurança, Meio Ambiente e Saúde trarão para sua vida profissional. Para isto, os seguintes cursos deverão sofrer revisão:

- Operação (integrado) = Unificação da disciplina HST e GA, em SMS. Essa unificação não trará necessidade de ajuste de carga horária, somente de denominação da disciplina, pois as duas juntas somam as 60 horas-aula de SMS;
- Eletrotécnica (integrado) = Revisão da carga horária de 30 para 60 horas-aula.
- Automação (subseqüente) = Revisar o nome da disciplina de HST para SMS, assim como suas habilidades e competências incluindo a variável ambiental no perfil do aluno;
- Eletrotécnica (subseqüente) = Revisar a carga horária da disciplina de 45 para 60 horas-aula;

- Eletrônica (subsequente) = Revisar a carga horária da disciplina de 30 para 60 horas-aula, assim como suas habilidades e competências incluindo a variável ambiental no perfil do aluno, passando de HST para SMS;
- Geologia (integrado) = Incluir a disciplina SMS de acordo com as habilidades e competências requeridas pelo profissional.
- Infraestrutura Urbana (EJA) = Revisar a disciplina SMS, de 30 h para 60 h.

Ao curso de Operação de Processos Industriais não foram sugeridas modificações, pois deixou de ser ofertado para a comunidade dentro deste campus, não possuindo novas turmas.

Foram elaborados os planos de aula para SMS, para que sejam tomados como exemplos pelos professores da disciplina. As ementas e planos de aula do integrado para os cursos técnicos com foco industrial foram uniformizados (foi adicionado um tópico especial que deverá ser direcionado a uma temática específica do curso a ser abordado). No curso integrado de Turismo, a ementa e o plano de aula foram diferenciados, atendendo a especificidade do mesmo. O plano de aula para modalidade subsequente já está com a carga horária sugerida de 4 horas por semana.

Acredita-se, portanto, que a padronização dos cursos em termos das ementas, conteúdos e cargas horárias, bem como a sugestão de que o oferecimento das disciplinas se dê a partir do terceiro ano letivo, auxiliarão os professores e a própria instituição na organização e preparo das aulas, na qualidade dos conteúdos ministrados, tornando mais efetiva a contribuição desta área (Segurança, Meio Ambiente e Saúde) na formação dos alunos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRA FILHO et al. **Uma abordagem acadêmico-pedagógica das ciências do ambiente na formação de engenharia.** Anais do 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2002.

BRASIL, Luís A. D. **Segurança do trabalho em curso de nível técnico da educação profissional.** Dissertação de mestrado. Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2002.

QUEIROZ, C. T. et al. **Diretrizes Institucionais para Elaboração dos Planos dos Cursos da Educação Profissional Técnica de Nível Médio do CEFET-BA nas Modalidades Integrada e Subsequente, conforme o Decreto Nº 5.154 de 23/07/2004.** Salvador, 2005.

VIEIRA, Alfredo. **Da necessidade de conhecimentos gerais sobre segurança, higiene e medicina do trabalho nos cursos de formação profissional.** In: Congresso Nacional de Prevenção de Acidentes do Trabalho, 11, 1972, Curitiba: Anais. Brasília: DNSHT, 1973.

APÊNDICE A

EMENTA DA DISCIPLINA DE SMS DOS CURSOS INTEGRADOS E SUBSEQUENTES (FOCO INDUSTRIAL)

DISCIPLINA

Segurança, Meio Ambiente e Saúde (SMS)

Nº aulas / semana
02 (integrado)
04 (subsequente)

OBJETIVOS

A disciplina tem por objetivo principal propiciar um marco de referência conceitual para uma visão crítica das questões de Segurança, Meio Ambiente e Saúde e seus mecanismos de gestão.

Dentro deste objetivo serão desenvolvidos conhecimentos sobre:

- a)** Higiene e Segurança do Trabalho: Visão dos programas de prevenção em higiene ocupacional e segurança do trabalho das organizações, bem como avaliar os aspectos de riscos dos processos aos trabalhadores.
- b)** Meio ambiente: Abordagem da problemática ambiental de forma interdisciplinar e global, bem como dos impactos negativos no meio ambiente resultante do consumo e dos processos produtivos diversos. Por fim, estudar os mecanismos para eliminar, minimizar e como última alternativa, atenuar os danos.

METODOLOGIA

O curso será desenvolvido através de aulas expositivas, de atividades em grupos e projeção de filmes.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Atuar nos programas de prevenção em higiene ocupacional e segurança do trabalho

- Noções das Normas Regulamentadoras – NR.
- NR-04 Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho – SEESMT.
- NR-05 Comissão Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho – CIPA.
- NR-06 Equipamentos de Proteção Individual – EPI.
- NR-09 Programa de Prevenção aos Riscos Ambientais.
- NR-15 Atividades e Operações Insalubres.
- NR-16 Atividades e Operações Perigosas.
- NR-17 Ergonomia.
- NR-23 Prevenção e Combate a Incêndio.
- Acidentes do trabalho.
- Noções de Primeiros Socorros.
- Tópicos Especiais.

Meio Ambiente

- Histórico e causas da crise ambiental. Conceito de Desenvolvimento Sustentável.
- Processos de desenvolvimento industrial e seus impactos no meio ambiente.
- Indicadores ambientais (Pegada Ecológica).
- Resíduos sólidos industriais.
- Água e sustentabilidade.
- Emissões atmosféricas: causas e efeitos.

- Energia e Meio Ambiente. Impactos Ambientais, Fontes Alternativas.
- Produção, consumo e impacto ambiental. Magnitude do impacto da atividade produtiva no meio ambiente: Equação mestra do impacto ambiental - Fator 10; Evolução dos meios de controle da poluição.
- Conceitos de Prevenção da Poluição; Ecologia Industrial e Avaliação do Ciclo de Vida.
- Licenciamento de Atividades: aplicação, requisitos legais, estudos de casos.
- Lei de Crimes Ambientais.
- Sistemas de Gestão Ambiental; A Norma ISO 14001.
- Tópicos Especiais.

BIBLIOGRAFIA GERAL

1. Almanaque Brasil Socioambiental – Uma nova perspectiva para entender a situação do Brasil e a nossa contribuição para a crise planetária. 2008. ISA.
2. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma Brasileira de Acidente do Trabalho - NB-18. Rio de Janeiro, 1975.
3. BRAGA, Benedito et alli, Introdução à Engenharia Ambiental – Prentice Hall. 2005.
4. BROWN, Lester. Plano B 4.0 - Mobilização para Salvar a Civilização. Earth Policy Institute. 2009.
5. CARDELLA, Benedito. Segurança no Trabalho e Prevenção de Acidentes: Uma Abordagem Holística. – Segurança Integrada à missão organizacional com produtividade, qualidade, preservação ambiental e desenvolvimento de pessoas. 1. Ed. – 8. reimp. – São Paulo: Atlas, 2010.
6. De SOUZA, M L C, Manual: Novo Licenciamento Ambiental, Passo a Passo: Normas e Procedimentos, Salvador, Dezembro, 2001.
7. FUNDACENTRO. Segurança Química – Toxicologia dos Produtos Químicos.
8. KIPERSTOK, Asher et al. Prevenção da Poluição. 2002. 290 p.
9. LORA, E. E. S. Prevenção e Controle da Poluição nos Setores Energético, Industrial e de Transporte, 2ª edição, Rio de Janeiro. Interciência, 2002.
10. Ministério da Previdência Social. Lei Previdenciária 8212 e 8213.
11. (R)EVOLUÇÃO ENERGÉTICA: Perspectivas para uma energia global sustentável. Relatório Cenário Brasileiro. Greenpeace. Conselho Europeu de Energia Renovável. 2007.
12. Segurança e Medicina do Trabalho. Manual de Legislação Atlas. Editora Atlas. 2009.
13. TORRES, Haroldo; COSTA, Heloisa (organizadores). População e Meio Ambiente – Debates e Desafios. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2000.
14. TRIGUEIRO, André (coordenação). Meio Ambiente no Século 21: especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento. 5 ed. Campinas, SP. Armazém do Ipê (Autores Associados), 2008.
15. TYLER MILLER Jr. G. Ciência Ambiental, Tradução da 11ª Edição Norte-Americana, Thompson, 2007.

Sites recomendados:

1. Conduta Consciente em Ambientes Naturais (www.mma.gov.br/port/sbf/dap/compart.html).
2. Higiene Ocupacional (www.higieneocupacional.com.br).
3. Normas Regulamentadoras (<http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadoras-1.htm>)
4. Pegada Ecológica (<http://www.pegadaecologica.org.br>)
5. Rede de Tecnologias Limpas (www.teclim.ufba.br).
6. Balanço Energético Nacional (<https://ben.epe.gov.br/>).

APÊNDICE B

TÓPICOS ESPECIAIS A SEREM MINISTRADOS DE ACORDO COM AS ESPECIFICIDADES DE CADA CURSO

Curso	Tópicos especiais
Automação, Mecânica e Operação	NR 13 - Caldeiras e Vasos de Pressão. NR 14 - Fornos.

	NR 33 - Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados.
Refrigeração	Resolução ANVISA Nº 9/2003 – Padrão de Qualidade do ar interior em ambiente confinado de uso público e coletivo, climatizado artificialmente.
Edificações	NR 8 - Edificações NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção.
Eletrotécnica	NR 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade.

INVENTÁRIO DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS: O CASO DOS CELULARES NA BAHIA

Matheus Carneiro de Jesus¹ e Armando H. Tanimoto¹

¹Instituto Federal da Bahia - Campus Salvador
matheuscarneiro_14@hotmail.com – armando@ifba.edu.br

RESUMO

Este trabalho pretende realizar o inventário de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no estado da Bahia, onde foi priorizada a pesquisa para o caso dos celulares. A metodologia usada foi a pesquisa em artigos e banco de dados usando ferramentas de busca disponíveis na internet. Os resultados estimam a geração de 59 t de resíduos de celulares para o ano de 2010.

Com a crescente demanda e oferta de modelos cada vez mais sofisticados, a tendência é dobrar esse número em poucos anos, trazendo uma preocupação às entidades responsáveis pelo controle e monitoramento ambiental, uma vez que há a presença de diversos metais como o chumbo, cobre, ouro, arsênio entre outros.

Apesar de teoricamente existir uma estrutura de coleta por parte das empresas de telefonia celular, caberá ao usuário consciente destiná-los de forma ambientalmente correta, e para isso torna-se urgente a divulgação e conscientização dos consumidores finais.

Palavras-chave: Rede, Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos, REEE, Resíduos de celulares, Inventário de celulares na Bahia.

1. INTRODUÇÃO

São cada vez mais comuns as empresas de celulares lançarem no mercado novos modelos de equipamento eletroeletrônicos. O resultado disso é que, antes mesmo dos aparelhos antigos apresentarem problemas, eles estão sendo substituídos por outros mais modernos, em um período cada vez mais curto.

Paralelo aos avanços tecnológicos, o poder público, os fabricantes e os consumidores, devem ir à busca de soluções para a destinação correta desses aparelhos descartados.

A fim de obter informações a respeito da geração e destinação dos resíduos eletroeletrônicos (REEE), em especial os celulares gerados no estado da Bahia, este trabalho buscou estimar, preliminarmente, a geração atual e futura, de forma a auxiliar decisões na busca pela solução dos conseqüentes problemas ambientais oriundos do gerenciamento inadequado.

A linha de pesquisa voltada aos celulares foi baseada nas categorias de equipamentos eletroeletrônicos (EEE) de acordo com a diretiva da União Europeia, no qual define os EEE como sendo os equipamentos cujo adequado funcionamento depende de correntes elétricas ou campos eletromagnéticos, bem como os equipamentos para geração, transferências e medição dessas correntes e campos, entre elas a categoria de informática e telecomunicações, em especial os telefones celulares (RODRIGUES, 2007).

Para o cálculo da estimativa de geração, foi utilizada a metodologia de consumo e uso, estabelecida pela EMPA (Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research), além de informações contidas de diversas fontes, com destaque para o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Agência Nacional de telecomunicações - Anatel e o TELECO.

Nos últimos 15 anos tem se observado o incremento da geração de resíduos originados da descartabilidade de bens de consumo duráveis e em especial de produtos eletrônicos e elétricos de consumo, tais como equipamentos de informática, eletrodomésticos, vídeo e som, equipamentos de iluminação, equipamentos de telefonia móvel e fixa (WIDMER, 2005). Apontam-se como principais fatores desse incremento, a rápida inovação tecnológica, a redução dos tempos de vida útil dos produtos, associados à criação de novas necessidades e desejos (COOPER, 2005).

Esse problema agrava-se ainda mais quando a mesma contribui para a insustentabilidade ambiental, conseqüência do processo da produção desses bens, levando em conta a extração de sua matéria prima até seu descarte, são consumidos recursos naturais não renováveis e energia, por conta de seu descarte prematuro, além de muitos outros impactos relacionados a emissões de substância tóxicas em toda a etapa do seu ciclo de vida. Os REEE possuem componentes químicos que, quando manejados e eliminados inadequadamente, podem implicar em degradação da qualidade da água, solo e ar, problemas de saúde ocupacional e saúde pública, perdas de materiais e energia, esgotamento dos recursos naturais, entre outros.

No Brasil a questão dos REEE representa ainda um sério problema a ser solucionado, com crescentes volumes gerados, descarte inadequado, níveis de recuperação de componentes muito baixos, devido à precariedade dos programas de coleta seletiva existentes, e principalmente a ausência de uma política nacional que tome medidas com relação ao setor de resíduos eletroeletrônicos. Frente a estes problemas, este trabalho busca diagnosticar a situação atual da gestão dos REEE no estado da Bahia. Desejando-se, desta maneira, obter, informações mais concretas a respeito da geração e destinação dos resíduos eletroeletrônicos, especificamente os equipamentos de telefonia celular.

2. METODOLOGIA

A investigação de dados nesse estudo foi feito através de leitura e pesquisa na internet em busca de informações. O principal instrumento de coleta de dados foram os sites de pesquisa como o Google para obter artigos e teses relacionados ao estudo de impactos ambientais do descarte de resíduos eletroeletrônicos no Brasil e no mundo. Esses artigos abordavam sobre os resíduos eletroeletrônicos em alguns estados brasileiros dos quais já vem sendo feito essa pesquisa, e outros que também

contribuíram com conceitos e dados a serem pesquisados. Este projeto foi baseado também em um mais abrangente que vem sendo realizado no IFBA, com o tema de “Aplicação da ferramenta Análise de Fluxo de Massa (AFM) para inventariar os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no estado da Bahia”. O uso desta ferramenta foi pelo fato de ter sido utilizado em diversos estudos semelhantes, como estudos de análise e diagnóstico da geração de diversos tipos de resíduo eletrônico na Colômbia, no Peru e no Chile (ROCHA, 2009), desenvolvidos com ajuda do EMPA. Este método é baseado, também, no guia “e-Waste Country Assessment Methodology” de Rochat, Schluep & EMPA (2009). Para a contabilização dos celulares foi usado o Método de Consumo e Uso, cuja abordagem considera o número de residências que possuem o equipamento, assumindo uma vida média e calculando o ano de saída do REEE. A fórmula utilizada é apresentada a seguir.

$$\text{Geração REE/ano} = pm \times nr \times ts / vum \quad [\text{Eq. 01}]$$

Sendo:

pm: peso médio de cada aparelho eletroeletrônico considerado;

nr : número de residência;

ts : taxa de saturação para cada aparelho eletroeletrônico considerado, por residência;

vum : vida útil média de cada aparelho eletroeletrônico considerado.

Como essa pesquisa é destinada para os celulares, foram tomados os dados necessários para se obter a geração de resíduos celulares no estado da Bahia. Este método assume um conjunto de eletroeletrônicos por residência. Para cada produto, o peso referente é multiplicado pelo número total de residências. Dividindo o valor obtido pela vida útil média, encontra-se a estimada geração anual de resíduo eletroeletrônico, como se linear fosse o seu descarte em relação ao tempo.

Cabe ressaltar que, além desta abordagem, ainda são possíveis outras, como, por exemplo, o Método do Abastecimento do Mercado, o Método Time Step, ou o Método Carnegie Mellon. (ROCHA, 2009)

3. PANORAMA ATUAL

O crescimento dos celulares no Brasil foi de aproximadamente 100 milhões em 2006, para mais de 210 milhões em 2011 (Figura 1). Desses, os celulares pré-pagos representam 82 % do total de celulares neste período (TELECO, 2011).

O estado da Bahia possui cerca de 13.055.000 habitantes (IBGE/2010) sendo o 4º mais populoso do país, Dentre os estados nordestinos, a Bahia representa a maior extensão territorial, a maior população, o maior PIB, além de ser o estado que mais recebe turista.

Atualmente a Bahia é dividido em 5 áreas locais segundo a ANATEL. A Bahia vem em um constante crescimento de linhas telefônicas de celulares, com isso propagando um maior acúmulo de lixo eletrônico. A tabela 1 demonstra o número de celulares em 2011 em relação aos DDDs baiano.

Na Bahia, houve um aumento de aproximadamente 148% de 2006 para 2011 (até março) na quantidade de celulares, passando de 5.270.000 para 13.055.000 (Figura 2).

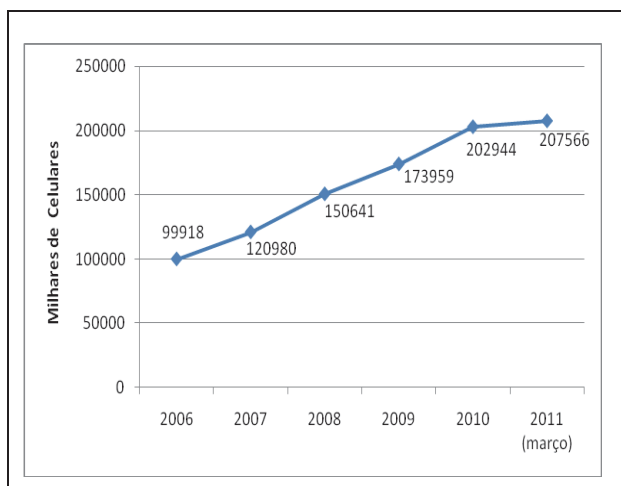


Figura 1 – Evolução da quantidade de celulares no Brasil

Fonte: TELECO, 2011

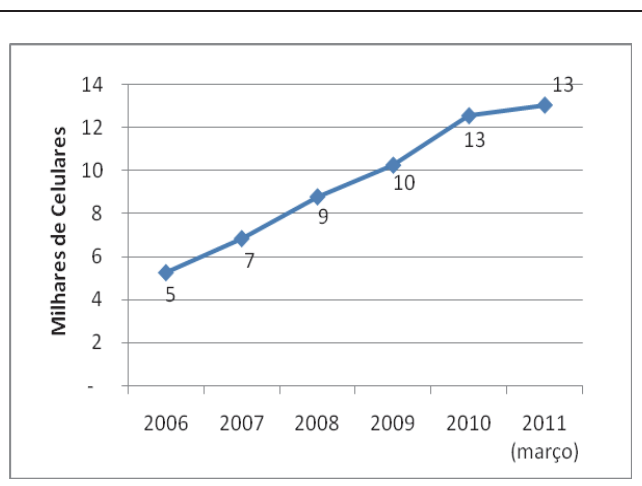


Figura 2 – Evolução da quantidade de celulares na Bahia

Fonte: TELECO, 2011

Tabela 1 – Quantidade de celulares na Bahia

DDD	Cidade Principal	Número de celulares	%
71	Salvador	5,546,000	42.5
73	Ilhéus	1,950,000	14.9
74	Juazeiro	949,000	7.3
75	Feira de Santana	3,005,000	23.0
77	Barreiras	1,605,000	12.3
	Total	13.055.000	100

Fonte: TELECO, 2011

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

4.1. Estimativa para Geração de Resíduos de Celulares

Nesta pesquisa foi estimada a geração de resíduos dos telefones celulares até 2014. Para o cálculo da geração de resíduos eletroeletrônico foram necessárias a utilização de hipóteses e a realização de estimativas conforme apresentado abaixo.

4.2. Estimativa da Projeção Populacional e de Número de Domicílios

Na projeção populacional de 2010 a 2014 foi utilizada a taxa geométrica média de crescimento anual, com base no último período intercensitário (1991 - 2000). Desta forma, multiplicou-se o ano anterior pela taxa proposta no quadro 1.

Quadro 1 – Estimativa populacional

Localidade	1991 ¹	2000 ¹	2010 ¹	Taxa (91-00) ²	Taxa (00-10) ²
Bahia	11.855.157	13.070.250	14.016.906	0,93%	0,68%

¹Retirados dos Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 (SIDRA)

²Taxa média de crescimento populacional com base nos últimos períodos intercensitário

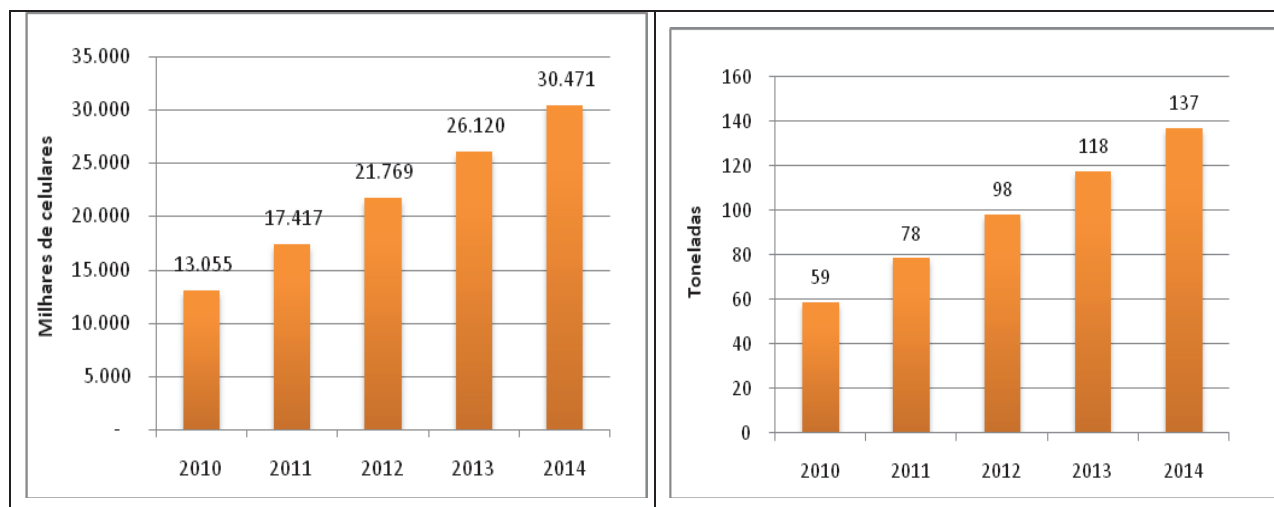


Figura 5 – Celulares estimados na Bahia entre 2010 – 2014

Figura 6 – Estimativa de geração de resíduos na Bahia entre 2010 - 2014

Para o cálculo de moradores por domicílio, dividiram-se valores de população por números de domicílio em 2010, que segundo o IBGE foram encontrados 5.064.370 domicílios permanentes na Bahia, resultando em 2,8 pessoas por domicílio.

Na projeção do número de domicílios de 2010 a 2014, dividiu-se a população projetada para o ano pelo número de moradores por domicílio em 2010.

4.3. Estimativa da Quantidade de Telefone Celular

Os dados da quantidade de telefone celular foram obtidos no site da TELECO. Cabe ressaltar que, devido ao telefone celular ser um equipamento relativamente novo no mercado se comparado com os outros eletroeletrônicos, o consumo deste dispositivo tem um potencial de crescer de forma mais acelerada. A projeção da quantidade entre 2010 a 2014 foi realizada de forma proporcional a taxa de crescimentos de linhas ativas entre 2006 e 2010 em conjunto com o crescimento populacional (quadro 2).

Quadro 2 – Taxa de crescimento das linhas ativas

Localidade	2006 ¹	2008 ¹	2010 ¹	Taxa (06-08) ²	Taxa (08-10) ²
Bahia	5.270.000	8.792.000	13.055.000	40,06%	32,65%

Fonte: TELECO, 2010

Não foram considerados os celulares de empresas nos cálculos, devido a falta de dados referentes a estes usuários. Desta forma, pode-se considerar, mais uma vez, os valores apresentados subestimados.

4.4. Vida Útil

Devido à ausência de dados nacionais, alguns dados a respeito da vida útil média dos equipamentos eletroeletrônicos utilizados em outros países podem ser apresentados, conforme quadro 3.

Quadro 3 – Vida útil do celular

EE	Vida útil (em anos)		
	EUA ¹	Colômbia ²	Peru ³
Telefone Celular	2	2	2

Fonte: ¹EPA(2007) ²EPA(2008) ³EPA(2008) apud ROCHA, 2009

4.5. Peso Médio

O peso médio dos equipamentos eletroeletrônicos foi definido por meio de especificações dos 16 modelos mais populares de cada tipo de dispositivo, segundo o site de compras da Ricardo Eletro e Insinuante, tendo como resultado 93 g.

4.6. Componentes químicos e tóxicos contidos nos celulares

Apesar de ser constituído de materiais que podem ser reciclados à um valor comercial, os celulares também possuem substâncias com características tóxicas. Mercúrio, chumbo e cádmio são alguns dos metais pesados presente nos aparelhos celulares, que podem ser vistos no quadro 4.

Quadro 4 – Substâncias tóxicas encontradas nos celulares

Substância	Uso	Quantidade
Chumbo	Circuitos eletrônicos na solda	0,5g por telefone
Cádmio	Bateria de níquel cádmio e hidróxido de cádmio (25% do peso total); no contato e interruptores de circuitos eletrônicos	Pequena quantidade
Berílio	Liga de cobre berílio (98% de cobre, ≤ 2 % de berílio) usada nos pontos de conexão com os cabos externos	Menor que 0,1 g
Níquel	Bateria de níquel cádmio e hidróxido de níquel e nas ligas de aço	
Mercúrio	Nas lâmpadas de iluminação de aparelhos antigos	
Arsênio	Arseniato de gálio nos micro-circuitos eletrônicos	
Estanho	Solda estanho-chumbo nas placas de circuito impresso	
Zinco	Usada nos circuitos eletrônicos	
Plásticos	Plástico de policarbonato (PC) e acrilonitrila butadieno estireno (ABS)	
Retardadores de chama e compostos de cloro	Nas placas e nos "cases"	
Cristal líquido	Tela do celular. A tecnologia LCD é uma forma sólida de hidrocarboneto policíclico aromático (HPA).	Algumas mg de cristal líquido
Compostos de Flúor	Baterias de Lítio	
Hidróxido de potássio	Baterias	
Íons de lítio	Na maioria das baterias de celular	

Fonte: IPMI Guidance, 2003 apud Rodrigues, 2007

Segundo Pallone (2008) o descarte desenfreado desses materiais gera problemas ambientais sérios, não só pelo volume, mas também pelo tempo que os mesmos levam para se decompor e, principalmente pela presença dos metais pesados em sua composição, os quais são altamente prejudiciais à saúde humana como o mercúrio, chumbo, cádmio, manganês e níquel. Esses metais são encontrados, por exemplo, na soldagem (chumbo), no visor do celular (mercúrio), nas pilhas e baterias. Quando descartados de forma incorreta, ou seja, no lixo comum, essas substâncias tóxicas são liberadas e penetram no solo, contaminando lençóis freáticos e, aos poucos, animais e seres humanos.

A diversidade da destinação dos equipamentos eletrônicos pós-consumo está diretamente relacionada ao fator cultural, poder econômico e às legislações específicas de cada país. Em países onde a legislação

para REEE já está implantada, o reuso e a reciclagem são os destinos mais abrangentes; porém em países onde não há políticas para este tipo de resíduo, o armazenamento e a disposição em depósitos de lixo/aterro são as mais praticadas.

O reuso, ou segunda vida, é o termo usado quando o produto ou as peças que o compõem são destinados a um novo usuário. Essa prática é comum quando se trata de aparelhos elétricos e eletrônicos principalmente no que diz respeito aos computadores e celulares.

Até o momento não é possível quantificar os impactos ambientais dos REEE nos depósitos de lixo, pois esses contêm misturas de vários resíduos e a degradação do material pode ser retardada por muitos anos, dependendo dos fatores como condições climáticas e tecnologia de operação no aterro.

Adeodato (2009) menciona que em 2008 a telefonia móvel abrangeu 50% da população global, isso representa 3,3 bilhões de celulares, sendo que apenas 3% desses usuários reciclam seus aparelhos e 44% preferem deixá-los guardados em casa.

No Brasil ainda são poucas as estimativas de quanto lixo eletrônico é produzido, mas o país segue a tendência mundial com o tempo médio de substituição de 2 a 3 anos para telefones celulares (PALLONE, 2008). Algumas vezes há pessoas que doam seus aparelhos para instituições de caridade ou para projetos educacionais, mas isso não resolve o problema socioambiental, pois mais tarde eles serão descartados como lixo. Existe uma crescente preocupação em proporcionar um desenvolvimento econômico sustentável, garantindo recursos naturais às futuras gerações.

O procedimento adotado pelos consumidores brasileiros com relação ao destino de equipamentos eletroeletrônicos, ao final da vida útil, pode ser visto na figura 5. Por meio desta, conclui-se que o destino mais utilizado é a doação, implicando no reuso do aparelho por outra parte (FRANCO, 2008).

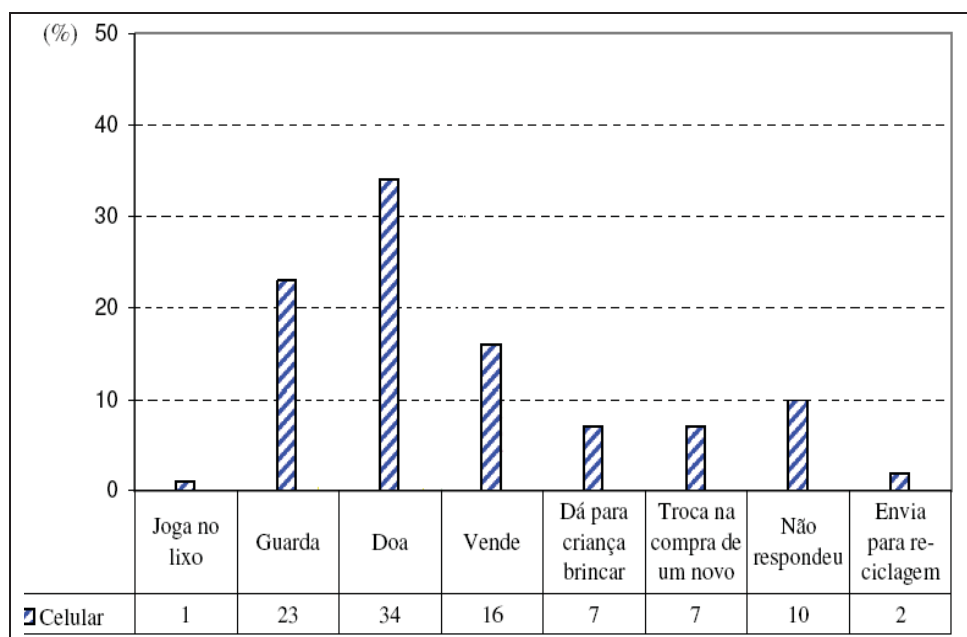


Figura 7 – Destino dado ao celular ao final de sua primeira vida útil.

Fonte: Franco, 2008

5. CONCLUSÃO

No ano de 2010 estima-se que foram gerados 59 t/ano de resíduos de celulares na Bahia. Vale lembrar que apesar dos telefones celulares serem em termos quantitativos o de maior grandeza em relação aos outros equipamentos eletroeletrônicos, ele possui a menor massa de resíduos gerados, por serem leves. Prevê-se que em 2014 a geração anual de resíduos celulares atinja valores aproximados de 137 t/ano na Bahia.

A situação do lixo tecnológico ainda é uma questão que requer muita atenção de iniciativas públicas, privadas e da própria comunidade, principalmente no que concerne ao manejo seguro e à disponibilização de informações sobre essa categoria de resíduos. Fatores críticos na situação dos resíduos eletroeletrônicos são a rápida obsolescência tecnológica, a redução planejada, por parte dos fabricantes, do tempo de vida útil dos produtos, os altos custos para a manutenção e conserto de equipamentos usados, além dos estímulos ao consumo insustentável, muito presente em nossa sociedade que através de campanhas de marketing, associam a posse de bens à qualidade de vida, e a sua substituição constante à modernidade (RODRIGUES, 2007).

A população tem como opção de destino de um aparelho celular, bem como todo aparelho eletroeletrônico, as seguintes alternativas: guardar, doar, revender, devolver em ponto de coleta ou descartar indevidamente como resíduo doméstico.

O gerenciamento dos resíduos gerados a partir de telefones celulares pode ser uma excelente oportunidade de negócio. Considerando que há apenas quatro empresas no mundo que reciclam esses materiais (PADILHA, 2009). Além disso, em sua composição há ouro, cobre, prata, níquel, lítio entre outros. Seria uma oportunidade de conciliar crescimento econômico com a proteção ao meio ambiente.

Para mudar essa realidade deveria haver uma campanha de conscientização da população quanto ao destino ambientalmente correto desses equipamentos, bem como todo equipamento eletrônico.

Ressaltando que conforme o artigo 225 da CF/88 todos tem direito a um meio ambiente equilibrado, sendo dever do poder público assegurá-lo para gerações futuras.

Sendo assim, é de suma importância a formulação e aplicação de uma legislação para o setor, a implantação de um sistema de gestão eficaz, além de programas de estímulo à reciclagem e à correta destinação para este tipo de resíduo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ADEODATO, S. Dê nova vida aos celulares. 2009. <<http://tecnologia.terra.com.br/interna>> Acesso em 10 abr. 2009.

CHRISPIM, José P. Neto. E-Resíduos: A influência da norma europeia WEEE na estratégia da indústria de celulares no Brasil e no mundo e o impacto ambiental do descarte inadequado. Dissertação (Mestrado), Centro de Tecnologia Programa de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2007.

COOPER, T. Slower Consumption. Journal of Industrial Ecology, vol. 9, n° 1-2, p. 51-67, Massachusetts Institute of Technology and Yale University, 2005.

FRANCO, R.G.F. Protocolo de Referência para Gestão de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos Domésticos para o Município de Belo Horizonte. Dissertação (mestrado). Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em abr.2011.

PADILHA, Ana Claudia Machado, QUADROS, Valeria Dill de, MATTOS, Paloma de, RODRIGUES, Renata Gonçalves. Gestão de Resíduos Sólidos dos Telefones Celulares no Município de Carazinho-RSXI Encontro Nacional e I Encontro Internacional sobre gestão empresarial e meio ambiente (Engema), 2009.

PALLONE, S. Resíduo eletrônico: Redução, reutilização, reciclagem e recuperação. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao=32&id=379>>. Acesso em set.2011.

PINHEIRO, E. L. et al. Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos, Fundação Estadual do Meio Ambiente - MG, Belo Horizonte, 2008.

Parlamento Europeu, Diretiva 2002/95/CE Restrição do uso de determinadas substâncias perigosas em equipamentos elétricos e eletrônicos, In: Jornal Oficial da União Europeia de 13.2.2003.

Parlamento Europeu, Diretiva 2002/96/CE Resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE), In: Jornal Oficial da União Europeia de 13.2.2003.

ROCHAT, D., SCHLUEP M., E –Waste Assessment Methodology. EMPA, St. Gallen, Swiss, 2007.

- ROCHA, G. H. T. et alli. Diagnóstico da geração de resíduos eletroeletrônicos no estado de Minas Gerais, Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais - FEAM, 2009.
- RODRIGUES, A.C. Impactos socioambientais dos Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos: Estudo da Cadeia Pós-Consumo no Brasil. Dissertação (mestrado). Faculdade de Engenharia, Arquitetura e urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, São Paulo, 2007.
- SIDRA – Sistema IBGE de recuperação automática, disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/>, Acesso em setembro de 2011.
- TELECO, Disponível em <http://www.teleco.com.br/>. Acesso em abr.2011
- WIDMER, R. et al. Global perspectives on e-waste, Environmental Impact Assessment Review, v. 25, n. 5, 2005, p. 436-458 Elsevier.

LEVANTAMENTO DA PERCEPÇÃO AMBIENTAL DA POPULAÇÃO DO ENTORNO DO EMPREENDIMENTO CALCÁRIO CRISTALÂNDIA EM LAGOA DA CONFUSÃO - TO

A. R. Souza¹, L. O. Silva², T. G. T. Cruz³ e L. F. Luz⁴
^{1, 2, 3 e 4}Instituto Federal do Tocantins

RESUMO

O presente artigo apresenta uma Avaliação de Risco, enfocando os principais sintomas causados pela emissão de poluentes e impactos ambientais oriundos do empreendimento calcário Cristalândia, localizado no município de Lagoa da Confusão - TO. O trabalho apresenta uma pesquisa realizada com a intenção de avaliar alguns desconfortos relacionados aos fatores do ambiente. Sendo o campo de estudo a população localizada no entorno do empreendimento Calcário Cristalândia. Com a coleta de dados obtidos a partir da ficha padronizada de levantamento de dados sobre percepção ambiental comunitária, do Programa VIGIAR (Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade do Ar), da coordenação da Secretaria Estadual de Saude/Vigilância Ambiental, constata-se que os critérios dor de cabeça, ardor nos olhos e secreção no nariz são os principais sintomas que a população apresenta constantemente. A conclusão do trabalho consiste no fato de que a população sofre com vários sintomas de problemas relacionados ao sistema respiratório, devido à localização das residências ser próxima ao empreendimento, todavia, muitos procedimentos podem e devem ser empregados para minimizar tais efeitos negativos.

Palavras-chave: avaliação de risco; poluentes ambientais; sintomas.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente a sociedade vive um processo de transformação, mudaram-se e ainda estão mudando hábitos e costumes tradicionais em diversas áreas do sistema global. Apesar de mudanças consideráveis para acompanhar as demandas atuais em torno da questão ambiental, ainda existem setores importantes para economia nacional e mundial que precisam rever seus conceitos tradicionais e buscar atualizar-se em favor de um desenvolvimento que seja realmente sustentável, como exemplo, o setor minerador brasileiro. A população atual também possui uma consciência política e social mais ampla, sendo assim a preocupação com a degradação ambiental e a relação com a saúde e o bem estar social é uma questão relevante.

O campo de estudo sobre questões ambientais não se limita apenas às âmbito do meio ambiente propriamente ditas. Hoje a saúde humana torna-se um ramo da interdisciplinaridade do meio ambiente. O enfoque tradicional da saúde pública, hoje, se combina com os modernos conceitos da interdependência da saúde com os fatores ambientais.

Segundo a Organização Mundial da Saúde esta relação incorpora todos os elementos e fatores que potencialmente afetam a saúde, incluindo, entre outros, desde a exposição a fatores específicos como substâncias químicas, elementos biológicos ou situações que interferem no estado psíquico do indivíduo, ou até aqueles relacionados com aspectos negativos do desenvolvimento social e econômico dos países (OPS, 1990). Sendo assim para a garantia de um desenvolvimento sustentável é necessário que se leve em conta a saúde das populações expostas a poluentes gerados por empreendimentos potencialmente poluidores. E para avaliar a situação da saúde levando em conta todos os aspectos ambientais, a avaliação de risco é uma ferramenta utilizada para identificar as circunstâncias, condições e fatores que favorecem a ocorrência de doenças, ou até mesmo da morte, como consequência da exposição humana a um agente ambiental perigoso.

Além disso, estabelece um processo sistemático que ajuda a identificar o potencial local de periculosidade do agente causal, as características e mecanismos da exposição e as principais evidências biológicas e padrões de atividade existentes na população exposta. A periculosidade de uma substância está diretamente relacionada aos seus efeitos adversos, sua natureza, gravidade e reversibilidade.

Portanto neste artigo a avaliação de risco será utilizada para apresentar os principais sintomas causados pela emissão de poluentes e impactos ambientais oriundos do empreendimento Extração Calcário Cristalândia, localizado no município de Lagoa da Confusão – TO. Assim, o objetivo do presente estudo foi de verificar a relação entre os poluentes atmosféricos e os efeitos à saúde da população exposta.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A exploração dos recursos minerais tem repercussão sensível, na modificação do cenário topográfico. Essa transformação topográfica é reversível. Todavia, muitos procedimentos podem e devem ser empregados para minimizar tais efeitos negativos, e a validade de sua aplicação baseia-se justamente no conhecimento das características geomorfológica. A exploração de calcário, de minerais de ferro de jazidas carboníferas e de categorias rochosos obviamente necessita transformar a paisagem topográfica. Os procedimentos de reabilitação ambiental devem estar baseados na perspectivas geomorfológica e levar em consideração os mecanismos interativos entre as formas de relevo e os processos morfogenéticos. (GUERRA e CUNHA, 1998).

A mineração é um dos setores básicos da economia do país, contribuindo de forma decisiva para o bem estar e a melhoria da qualidade de vida das presentes e futuras gerações, sendo fundamental para o desenvolvimento de uma sociedade equânime, desde que sejam operados com responsabilidade social, estando sempre presentes os preceitos do desenvolvimento sustentável.

A História do Brasil tem íntima relação com a busca e o aproveitamento dos seus recursos minerais, que sempre contribuíram com importantes insumos para a economia nacional, fazendo parte da ocupação territorial e da história nacional. No Brasil, a mineração, de um modo geral, está submetida a um conjunto de regulamentações, onde os três níveis de poder estatal possuem atribuições com relação à mineração e o meio ambiente. Em nível federal, os órgãos que têm a responsabilidade de definir as diretrizes e regulamentações, bem como atuar na concessão, fiscalização e cumprimento da legislação mineral e ambiental para o aproveitamento dos recursos minerais são os seguintes:

Ministério do Meio Ambiente – MMA: responsável por formular e coordenar as políticas ambientais, assim como acompanhar e superintender sua execução;

Ministério de Minas e Energia – MME: responsável por formular e coordenar as políticas dos setores mineral, elétrico e de petróleo/gás;

Secretaria de Minas e Metalurgia – SMM/MME: responsável por formular e coordenar a implementação das políticas do setor mineral;

O minerador brasileiro tem feito esforços para acompanhar as demandas atuais em torno da questão ambiental e a mineração. No Brasil, os principais problemas oriundos da mineração podem ser englobados em quatro categorias: poluição da água, poluição do ar, poluição sonora, e subsidência do terreno.

Porém todos esses destaques só terão sucesso se a proposta de desenvolvimento sustentável for adotada. Esse projeto apresenta a metodologia de funcionamento do empreendimento bem como os impactos gerados pela extração e beneficiamento da matéria prima e algumas medidas que irão compensar e mitigar esses impactos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho é um estudo ambiental e epidemiológico realizado no município de Lagoa da Confusão, Estado do Tocantins, especificamente à população do entorno da “Extração Calcário Cristalândia”.

O empreendimento se encontra localizado na rodovia TO 262, KM 85, s/n, sendo sua área de influência indireta o próprio município. A cidade possui temperatura média anual de 27° C e distancia-se da capital do estado cerca de 195 Km. A economia local é baseada na agricultura e pecuária. De acordo com dados do IBGE (2005) a população é de 9.102 habitantes e densidade demográfica de 0,75 hab/km²

O município conta com a Secretaria Municipal de Saúde para realizar as ações de vigilância em saúde, atenção básica e assistência à saúde, tendo uma estrutura contendo os programas preconizados pelo Ministério da Saúde para promoção da saúde e um HPP (Hospital de pequeno porte) e unidades de saúde para atendimento da população.

Para realização da pesquisa, foram coletadas informações de 75 pessoas não treinadas, de diferentes idades, que residem ao entorno do empreendimento, a uma distância de aproximadamente dois mil metros.

Os dados obtidos foram coletados a partir da ficha padronizada de “Levantamento sobre Percepção Ambiental Comunitária” do Programa VIGIAR (Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade do Ar), da Secretaria Estadual de Saúde/Coordenaria de Vigilância ambiental (Anexo 1), realizada nas próprias residências dos moradores por meio de entrevistas diretas. A amostra da população selecionada para aplicação do questionário foi no Centro da Cidade, Setor Neto Lima e Lagoa da Ilha. Também foram entrevistadas pessoas de chácaras localizadas próximo ao empreendimento,

sendo: Chácara Dona Flávia, Chácara Reis, Chácara Boa Esperança, Chácara Montes Claros, Chácara São José e Chácara Bonitinho.

4. RESULTADOS

Dos 75 questionários aplicados, os entrevistados responderam perguntas referentes aos principais sintomas relacionados a exposição ao possíveis poluentes advindos da Extração Calcário Cristalândia:

A Figura 1 representa alguns dos sintomas apresentados pela população, o que permite constatar que os critérios dor/ardor na garganta, coceira na garganta e falta de ar, são os principais sintomas que a população apresenta diariamente, representado 23%, 22% e 17% respectivamente. Já o critério rouquidão, os resultados foram bem inferiores (9%).

Observando a Figuras 2 é possível afirmar que o critério dor de cabeça apresenta 26% dos sintomas.

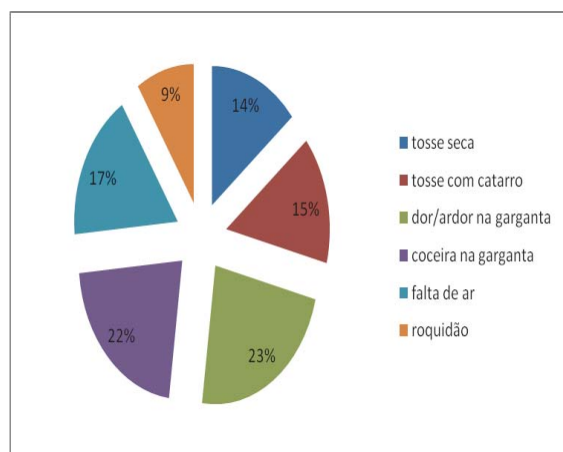


Figura 1: Dados referentes aos sintomas de tosse seca, tosse com catarro, dor/ardor, coceira na garganta, falta de ar e rouquidão apresentados pelos entrevistados.

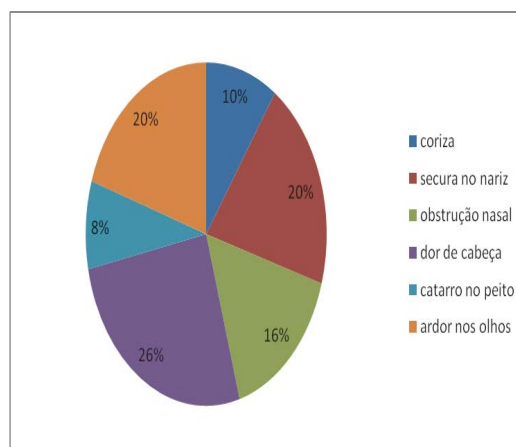


Figura 2: Dados relacionados aos sintomas coriza, secreção no nariz, obstrução nasal, dor da cabeça, catarro no peito e ardor nos olhos, apresentados pelos entrevistados.

Analisando a Figura 3 observa-se que os critérios espirros e olhos avermelhados, são os principais sintomas que a população apresenta diariamente, representando 41% e 28% respectivamente.

A Figura 4 aponta os sintomas coceira nos olhos e nariz, sintomas relevantes, representando 18% dos incômodos representados.

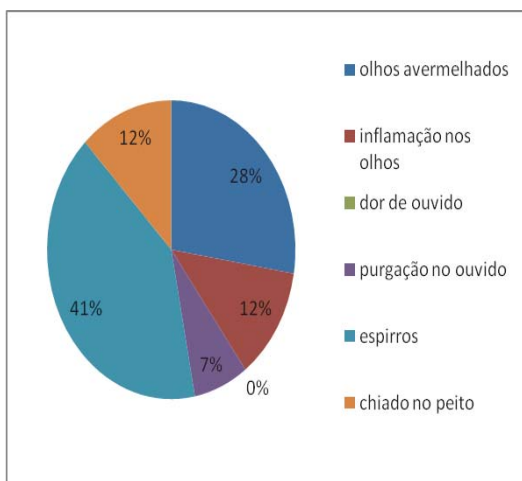


Figura 3: representação dos sintomas olhos avermelhados, inflamação nos olhos, dor de ouvido, purgação no ouvido, espirros, chiado no peito, apresentados pela população.

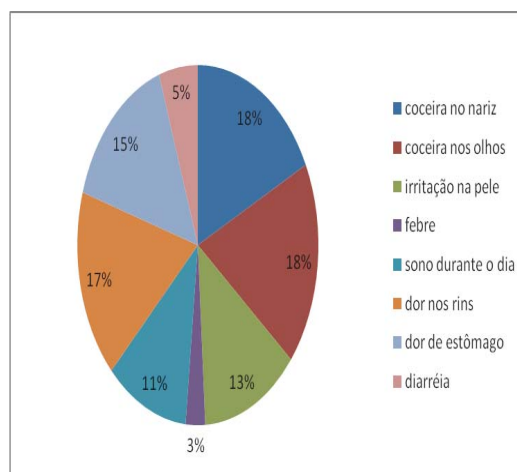


Figura 4: representação dos sintomas, coceira no nariz, irritação na pele, sono durante o dia, dor de estômago, coceira nos olhos, febre, dor nos rins, diarreia, apresentados pela população.

Os dados da Figura 5 estão relacionados aos desconfortos aos fatores do ambiente, especificamente ao critério odor. Observando os resultados pode-se afirmar que mais da metade da população entrevistada, ou seja, 60% asseguram sentir desconforto em relação ao odor. E apenas 40% da população, não sentem desconfortos relacionados ao odor.

Observando a Figura 6 verifica-se que dos 60% dos entrevistados que disseram sentir desconfortos em relação ao odor proveniente das emissões geradas pelo empreendimento, destes, 63% afirmaram que este é forte, 24% afirmaram que é moderado, e apenas 13% responderam que o odor é leve.

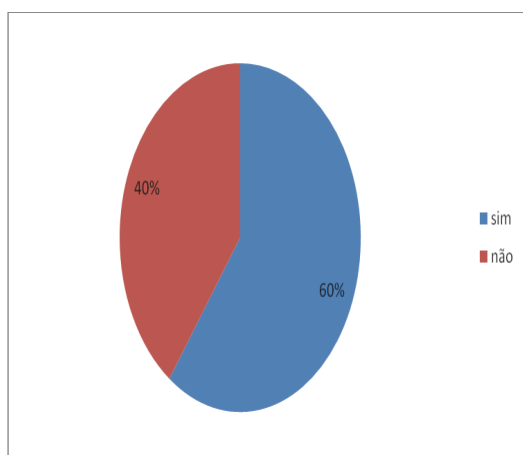


Figura 5: Dados relacionados ao odor.

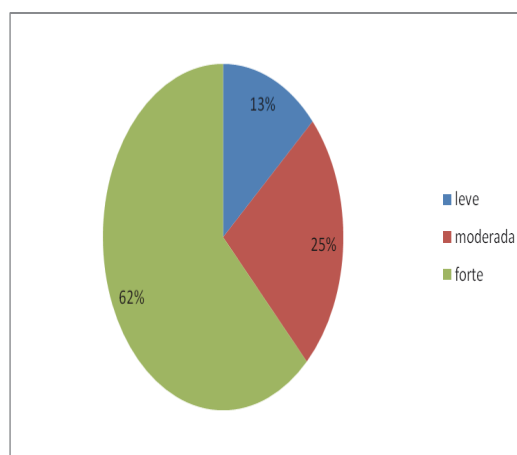


Figura 6: Dados relacionados à intensidade do odor

De acordo com a Figura 7, 85% os entrevistados responderam que não sentem nenhum incômodo em relação ao ruído proveniente das máquinas do empreendimento em estudo e, 15% responderam que este incomoda, principalmente no horário noturno.

Com relação aos resultados da intensidade do ruído (Figura 8), dos 85% que afirmaram ter incômodo com o ruído proveniente do empreendimento, 63% asseguraram que o ruído é relativamente forte, 26% disseram que o incomodo é moderado e 11% afirmaram que o ruído é relativamente leve.

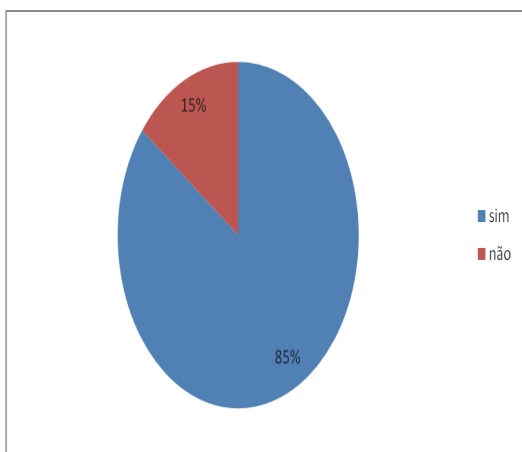


Figura 7: Dados relacionados ao ruído.

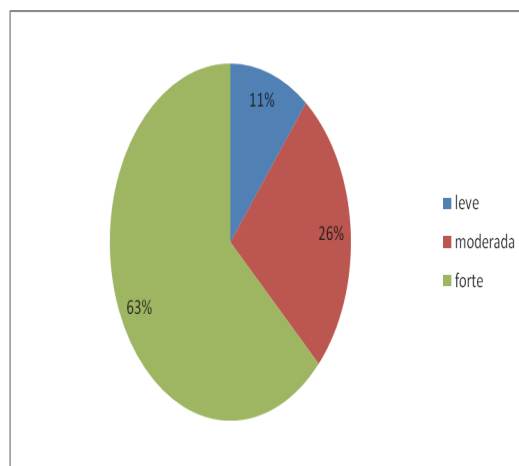


Figura 8: Dados relacionados à intensidade do ruído.

A Figura 9 demonstra que 88% da população entrevistada apresentou incômodos relacionados à poeira emitida pela operação de máquinas do empreendimento e apenas 12% relataram que não sentem incômodo relacionado ao critério poeira.

A Figura 10 mostra que dos dados obtidos (88%) em relação ao incômodo quanto a poeira advinda do empreendimento, 62% afirmaram que a poeira é relativamente forte, 27% responderam que o incômodo é relativamente moderado e, apenas 11% responderam que sentem desconfortos relativamente leve.

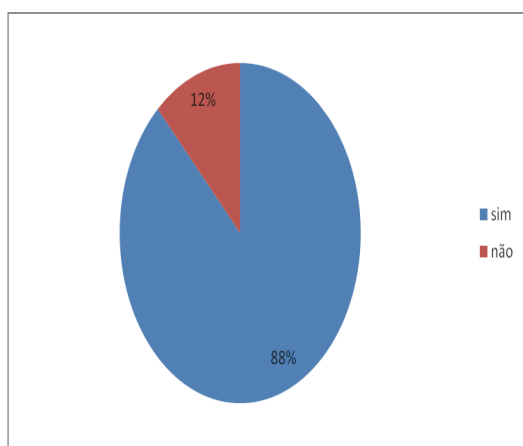


Figura 9: Dados relacionados à poeira.

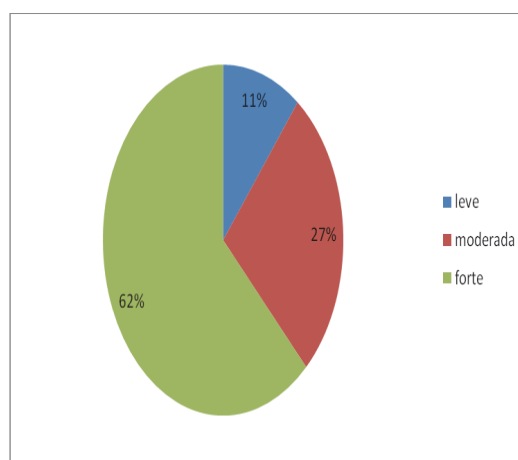


Figura 10: Dados relacionados a intensidade da poeira.

Analisando a Figura 11, verifica-se que 51% dos entrevistados, têm como fonte de abastecimento de água a rede pública de abastecimento, no qual a empresa responsável é a SANEATINS (Companhia de Abastecimento de Água do Tocantins) e 49% possuem cisternas como fonte de abastecimento de água.

A Figura 12 apresenta os dados relacionados ao critério, boa e má qualidade da fonte de abastecimento. Analisando os resultados obtidos, observa-se que dos que possuem a SANEATINS como fonte de abastecimento dos entrevistados, 53% responderam que a água é de boa qualidade, já os que dispõem a cisterna como fonte de abastecimento (Figura 13) todos, representando 100%, responderam que a água é de boa qualidade. Os entrevistados que responderam que tem a cisterna como fonte de abastecimento, nenhum disse que a água é de má qualidade, porém dos que possuem a SANEATINS como fonte de abastecimento, 47%, responderam que a água é de má qualidade.

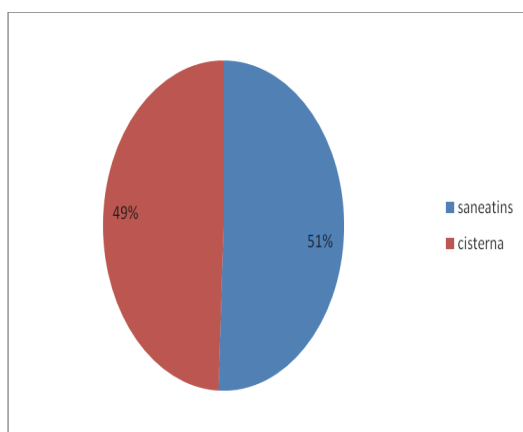


Figura 11: Dados relacionados a fonte de abastecimento de água.

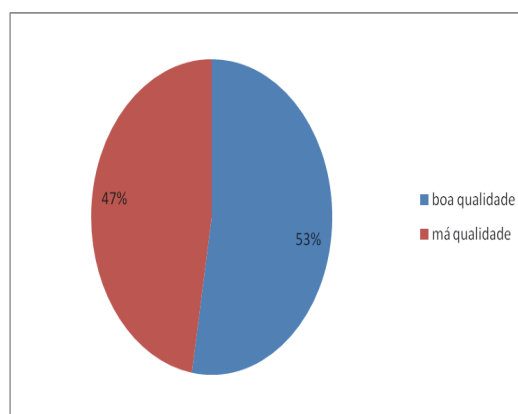


Figura 12: Dados referentes à qualidade de água para consumo humano da SANEATINS.

As Figuras 14 e 15 representam os dados da forma de tratamento dado à água em casa. Dos que possuem a SANEATINS como fonte de abastecimento, 47% filtram e dos que possuem a cisterna como fonte de abastecimento 65% possuem o costume de filtrar a água.

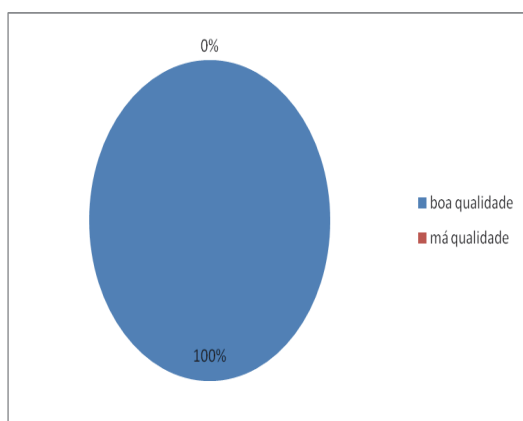


Figura 13: Representação da qualidade da água relacionada à cisterna.

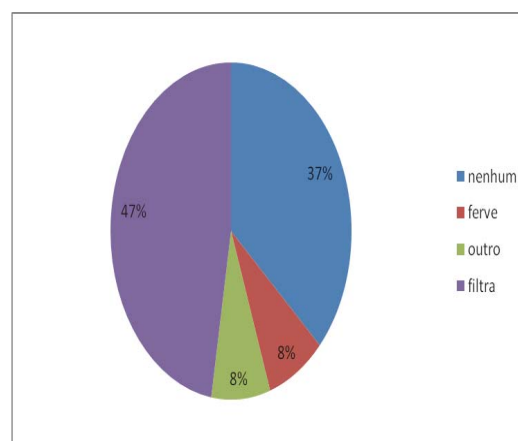


Figura 14: Dados referentes ao tratamento da água realizado nas residências de origem da SANEATINS.

De acordo com a Figura 16 é possível observar que, 48% da população entrevistada armazenam a água em filtros, 32% armazenam em outros recipientes (ex. garrafas pet, jarras etc.) dentro da geladeira, e 20% armazenam em potes.

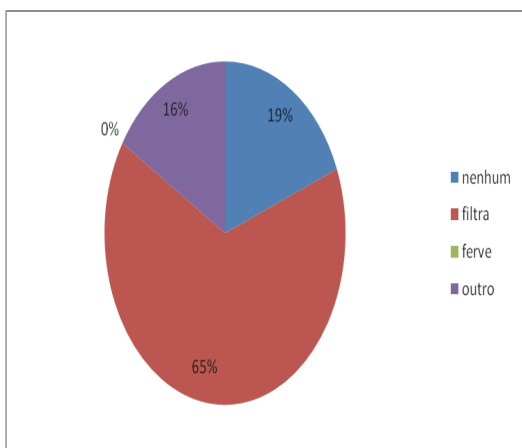


Figura 15: representação da forma de tratamento da água de origem da cisterna.

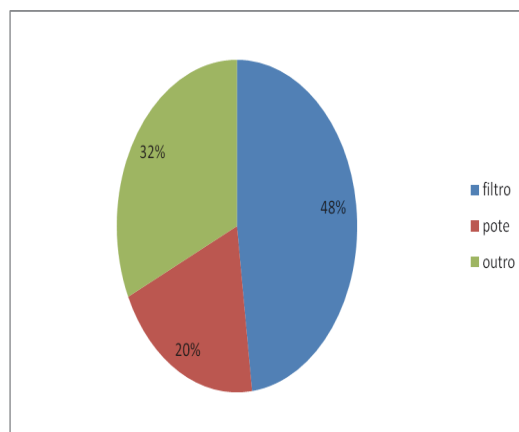


Figura 16: Dados referentes às condições de armazenamento da água na residência.

Observa-se na Figura 17, que 67% dos entrevistados procuram a unidade de saúde quando apresentam algum dos sintomas apresentados nas Figuras 1, 2, 3 e 4. Entretanto, 31% não procuram a unidade de saúde e apenas 2% esporadicamente procuram uma unidade de saúde.

A Figura 18 mostra que 56% dos entrevistados tomam remédios por conta própria, enquanto 22% tomam remédios caseiros e 22% tomam remédios da farmácia e/ou caseiros.

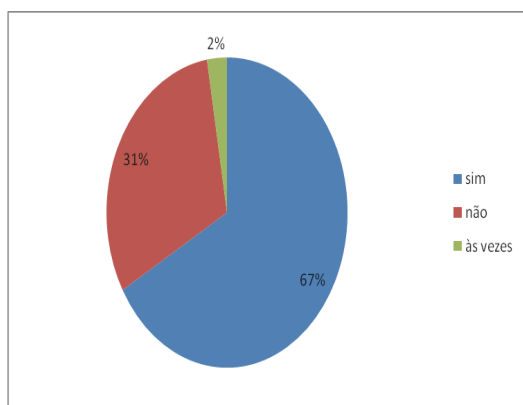


Figura 17: Dados relacionados à procura de atendimento à unidade de saúde.

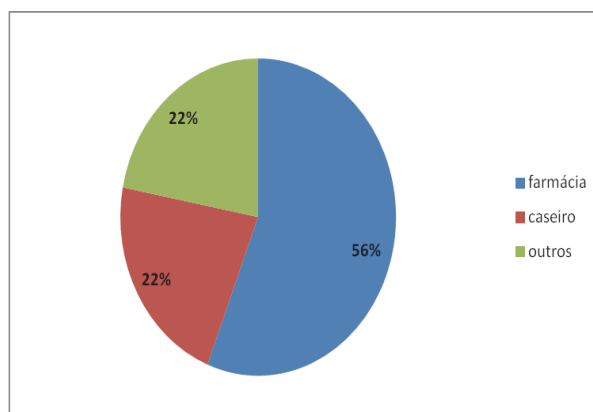


Figura 18: Dados referentes ao uso de remédio por conta própria.

Com relação ao uso do fumo, na Figura 19, verifica-se que 80% dos entrevistados não são fumantes e 20% são fumantes ou já fumaram.

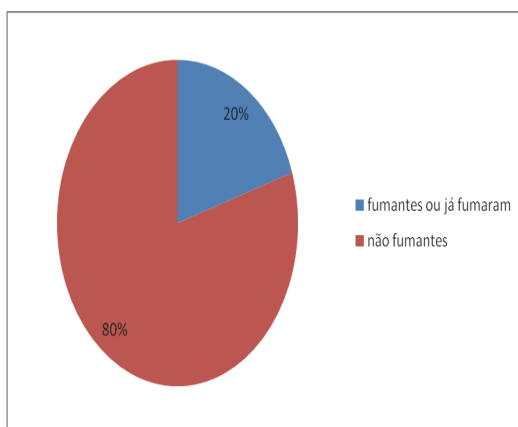


Figura 19: Dados referentes a fumantes e não fumantes.

5. DISCUSSÃO

Embora o estudo tenha sido com um grupo que não configura toda a população exposta aos poluentes advindos do empreendimento “Extração de Calcário Cristalândia”, observa-se que os resultados apresentados demonstram afetar a saúde da população exposta, que residem no entorno do empreendimento. Os sintomas relatados pelos entrevistados podem ser considerados relevantes, sendo que ainda destacaram a importância para a fonte de emissão dos poluentes, considerando a concentração de agentes químicos compostos na fórmula do calcário, além das partículas em suspensão emitidas no processo de beneficiamento da pedra calcária. Os sintomas de espirros totalizam 41% dos sintomas, com maior frequência principalmente no período do verão, que é a estação em que o processo de beneficiamento do calcário está ativo em um maior período de tempo. Além disso, os sintomas dor de cabeça e coceira nos olhos, que juntos representam 44% dos sintomas apresentados pelos entrevistados, também apresentam com maior frequência nesse período.

Não se pode dizer que os sintomas apresentados pela população entrevistada sejam causados exclusivamente pelos poluentes emitidos pelo funcionamento do empreendimento Calcário, porque alguns dos sintomas já tinham se manifestado antes mesmo de alguns morarem ao entorno do empreendimento ou até mesmo antes de morarem em Lagoa da Confusão. Nem por isso pode-se descartar a tese de que alguns sintomas podem ser causados pelos poluentes emitidos pelo empreendimento, pois a poeira gerada pelos moinhos é composta por partículas em suspensão. Mesmo que o calcário não seja tóxico à saúde, é importante analisar a concentração de partículas e de agentes químicos lançados no ar, como os hidrocarbonetos.

Em relação aos desconfortos do ambiente como odor, ruído e poeira pode-se destacar que o critério poeira demonstrou o mais relevante incômodo relatado pelos entrevistados referente aos poluentes, representado 88% das afirmações positivas, sendo que desse total, 62% afirmaram ser a poeira relativamente forte. O odor representou 60% das respostas positivas. Desse total, 62% responderam que o odor proveniente do funcionamento do empreendimento, é relativamente forte. Quanto ao ruído, apresentou dados superiores do que os outros critérios, representando 85% das respostas afirmativas. Desse total, 63% responderam que o ruído é relativamente forte.

Com relação as informações de abastecimento e armazenamento de água, é possível observar que a maioria dos entrevistados (51%), tem como fonte de abastecimento a cisterna, e 49% são abastecidos pela SANEATINS. A população entrevistada não reclama de nenhum desconforto relacionado à água proveniente da cisterna, porém 47% relataram sentir desconforto quanto a qualidade da água distribuída pela SANEATINS. Com relação ao tratamento intradomiciliar, a forma de

tratamento mais empregada pela população para a água é apenas a filtração representando cada uma 47% e 65%, totalizando 112%. Já para as condições de armazenamento da água, 48% dos entrevistados armazenam em filtros e os demais (52%) em outros recipientes.

Quando a população apresenta alguns dos sintomas citados observou-se que 67% procuram atendimento em unidades de saúde e para amenizar alguns desses sintomas 56% tomam remédio por conta própria, principalmente da farmácia.

Quanto ao uso do fumo, apenas 20% da população entrevistada são fumantes ou já fumaram. Dessa forma alguns desses sintomas apresentados pelos entrevistados, podem ser oriundos de problemas relacionados ao comportamento de fumar. No entanto a maioria dos entrevistados (80%) não são fumante, porém apresentam outros sintomas relacionados com a poluição atmosférica.

6. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que:

- Os principais impactos ambientais causados pelo empreendimento em estudo na área de abrangência da população exposta são a descaracterização da paisagem, mudança de hábitat de várias espécies animais, poluição do ar, ruídos e vibrações.
- Os sintomas relatados pelos entrevistados demonstram que o empreendimento pode estar causando efeitos maléficos à saúde da população exposta, porém, faz-se necessário uma continuação do estudo por partes das autoridades competentes para comprovação dos resultados.
- Um dado importante na conclusão do trabalho é que apenas 20% da população entrevistada são fumantes ou já fumaram. Dessa forma alguns desses sintomas apresentados pelos entrevistados, podem ser oriundos de problemas relacionados ao hábito de fumar. Entretanto 80% não é fumante, porém relataram outros sintomas relacionados à poluição atmosférica. Assim sendo, como essa pesquisa possui um cunho estudantil, algumas medidas serão necessárias para amenizar os impactos ambientais e de saúde. Diante disso, recomenda-se que os órgãos competentes tomem providências adequadas em relação às afirmativas das populações obtidas por meio da pesquisa.
- Espera-se que os resultados encontrados sejam úteis, pois permitem mensurar os riscos em que a população está exposta e fornecem subsídios para a elaboração de medidas que visem minimizar esses riscos, contribuindo ainda para o planejamento ambiental, saúde e urbana, bem como no aperfeiçoamento de políticas públicas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRILHANTE, O. M. & CALDAS L. Q. A. **Gestão e Avaliação de Risco em Saúde Ambiental**. Ed. FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 1999.

GUERRA, A. J. T.& CUNHA, S. B. **Gemorfologia e Meio Ambiente**. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand, Brasil, 1998. 372 p.

IBGE 2005. Disponível em:
http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/default_censo_2000.shtm.

Levantamento e Análise das Metodologias de Avaliação de Risco de Populações Expostas Aos Poluentes Atmosféricos Factíveis de Serem Utilizadas Pelo Vigiante. Disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/avaliacao_de_risco.pdf.

OPS/ CEPIS - OMS. **Curso de Autoinstrucción: Evaluación del Riesgo Asociado a Contaminantes del Aire.** Peru, 2005. Disponível: <http://www.cepis.opsoms.org/bvsci/E/fulltext/riesgo/index.html>.

TAMBELLINI, A. T.; CÂMARA, V. M. **A temática saúde e ambiente no processo de desenvolvimento do campo da saúde coletiva: aspectos históricos, conceituais e metodológicos.** Revista de Ciência & Saúde Coletiva, Brasil, 1998, Vol. 3, nº. 2, p. 47-59.

MANEJO DOS RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE (RSS) GERADOS EM FARMÁCIAS DE FORTALEZA - CE

T. R. Holanda¹; R. H. R. Moreira²; P. A. Medeiros³; J. B. Félix⁴ e G. O. Santos⁵

^{1, 2, 3, 4 e 5} Instituto Federal do Ceará - Campus Fortaleza

taianny_tata@hotmail.com – rennarinha@hotmail.com – priscila_a.medeiros@hotmail.com –
julinhabf@hotmail.com – gemmelle@ifce.edu.br

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar aspectos relacionados ao manejo dos resíduos gerados em unidades farmacêuticas do município de Fortaleza, considerando visitas e entrevistas realizadas em 25 farmácias, sendo 11 com ambulatório, 07 comerciais e 07 farmácias de manipulação. Das 25 farmácias entrevistadas, um representante não se dispôs a responder se havia no estabelecimento um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde (PGRSS). Entre os demais estabelecimentos, 88,0% afirmaram possuir o PGRSS (21 farmácias), dos quais 86,0% (18 farmácias) afirmaram realizar segregação e identificação dos resíduos, ou seja, afirmaram cumprir parte do previsto no plano. Quando entrevistadas sobre o volume semanal de RSS, 36,0% das unidades farmacêuticas mostraram desconhecimento e as que responderam afirmaram gerar semanalmente de 1,0 a 10 kg. Em 48% das farmácias os funcionários mostraram desconhecer como é feito o processo de tratamento e disposição final após os resíduos deixarem o estabelecimento. Em apenas 32,0% das unidades farmacêuticas havia abrigos externos para os RSS. Os resultados dessa pesquisa permitem concluir que a maior parte das farmácias entrevistadas possui um PGRSS, mas não o cumprem totalmente e as etapas cumpridas não garantem segurança à população, funcionários e terceirizados. O cenário geral mostra que a efetividade do PGRSS só será alcançada com a atuação do órgão fiscalizador.

Palavras-chave: resíduos de serviços de saúde, manejo de resíduos, farmácias.

1. INTRODUÇÃO

Na última década, os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) vêm se transformando em objeto de debates, estudos, pesquisas e em desafio e motivo de preocupação para as autoridades mundiais (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

Entende-se por RSS os resíduos sólidos, líquidos ou semi-sólidos provenientes de qualquer unidade que execute atividades de natureza médico-assistencial humana ou veterinária. Segundo Ferreira (1995), esses resíduos são constituídos de lixo comum (papel, restos de jardim, restos de comida de refeitórios e cozinhas etc), resíduos infectantes ou de risco biológico (sangue, gaze, curativos, agulhas etc.) e resíduos especiais (químicos, farmacêuticos e radioativos).

Os RSS, apesar de representarem uma pequena parcela em relação ao total de resíduos gerados em uma comunidade, são fontes potenciais de propagação de doenças e apresentam um risco adicional aos trabalhadores dos serviços de saúde e a comunidade em geral, quando gerenciados de forma inadequada (SILVA & HOPPE, 2005).

Conforme o tipo e as características dos resíduos gerados, há a necessidade de se adotar processos diferenciados no seu manejo, desde o momento da sua geração até a disposição final, de maneira que estejam em conformidade com o aparato legal e normativo vigente relativo à questão.

A Resolução CONAMA n° 358/05 e a RDC da ANVISA n° 306/04 estipulam que todos os estabelecimentos prestadores de serviço de saúde, em operação ou a serem implantados, devem elaborar um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde (PGRSS).

Esse plano deve ser compatível com critérios técnicos e legais de acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e demais providências estabelecidas pelos órgãos locais responsáveis. Conforme Brasil (2005), a importância desses aspectos, que devem ser realizados como ação preventiva, está no fato de serem menos custosos que ações corretivas e minimizarem com mais eficácia os danos causados ao meio ambiente e a saúde pública.

Sisino e Moreira (2005) expõem que a implementação de um PGRSS apenas para cumprimento de exigências legais não resolve o problema. Lemos et al. (2010) acrescentam que também deve haver o envolvimento do profissional, implicando em mudanças de conduta por parte de quem produz os resíduos e da população em geral.

Azevedo e Xavier (2011) trazem que o ponto mais delicado em relação à questão dos RSS é a manipulação correta destes dentro das unidades de saúde e essa fragilidade está presente de maneira indiscriminada em unidades de portes diferentes. Pequenos geradores, como farmácias, muitas vezes não sabem dos benefícios de uma boa gestão dos seus resíduos (GONZÁLEZ & PETRIS, 2007). Muitas vezes também lhes falta infra-estrutura para realizar adequadamente o processo de gerenciamento (GARCIA & ZANETTI-RAMOS, 2004).

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar aspectos relacionados ao manejo dos resíduos gerados em unidades farmacêuticas do município de Fortaleza, considerando visitas e entrevistas realizadas em 25 farmácias, sendo 11 (onze) farmácias com ambulatório, 07 (sete) comerciais e 07 (sete) de manipulação.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Dentre os estabelecimentos prestadores de serviços de assistência à saúde humana e animal, decidiram-se delimitar como objeto de estudo farmácias localizadas no município de Fortaleza, sem distinção de bairro.

As principais ações de manejo adotadas para minimização do comprometimento do meio ambiente, saúde pública e ocupacional foram tomadas como critérios de avaliação da situação de cada farmácia e as principais perguntas versaram sobre os aspectos mostrados no Quadro 1.

Quadro 1 - Principais aspectos investigados junto às farmácias

I. Ausência ou presença de PGRSS
II. Realização de segregação e identificação entre as classes de resíduos gerados
III. Volume gerado semanalmente e frequência de coleta
IV. Condições do acondicionamento e armazenamento dos resíduos
V. Capacitação e treinamento para o correto gerenciamento dos RSS
VI. Orientação ao consumidor sobre RSS

Foram visitadas e entrevistadas 25 farmácias, sendo:

- 11 farmácias com ambulatório;
- 07 farmácias comerciais;
- 07 farmácias de manipulação.

As entrevistas foram realizadas no período de maio a agosto de 2011 e o questionário exploratório continha 12 perguntas, entre abertas e fechadas.

Por concentrarem um significativo número de unidades farmacêuticas, os locais selecionados para a realização da pesquisa foram o Centro da cidade e as Avenidas 13 de Maio, Bezerra de Menezes, Santos Dumont e Duque de Caxias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Das 25 farmácias entrevistadas, um representante não se dispôs a responder se havia no estabelecimento um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde (PGRSS).

Entre os demais estabelecimentos (24 farmácias), 88,0% afirmaram possuir o PGRSS (21 farmácias), das quais 86,0% (18 farmácias) afirmaram realizar segregação e identificação dos resíduos, ou seja, afirmaram cumprir parte do previsto no plano.

A segregação dita como realizada pelas farmácias é a etapa mais delicada do manejo dos RSS, uma vez que consiste na separação dos resíduos conforme a classe a qual pertencem. A RDC da ANVISA nº 306 e a Resolução CONAMA nº 358 classificam os resíduos em 05 grupos distintos. O grupo A designa resíduos com possível presença de agentes biológicos; grupo B os resíduos químicos; grupo C os rejeitos radioativos; grupo D os resíduos equiparados aos domiciliares e, por fim, o grupo E dos resíduos perfurocortantes ou escarificantes.

Nazar et al. (2005) justificam a importância da segregação para diminuir o volume dos resíduos infectantes, pois quando os resíduos infectantes são misturados aos resíduos comuns, estes passam também a ser considerados infectantes. Logo, sem a segregação adequada, todas as outras etapas do gerenciamento ficam comprometidas.

Essa contaminação da massa de resíduos que não necessitava de maiores cuidados por uma pequena massa infectante, além de tornar mais oneroso o tratamento do resíduo, maximiza a probabilidade da ocorrência de eventos adversos, intra e extra-estabelecimento, em virtude da

presença de agentes biológicos e materiais perfurocortantes no rejeito não segregado e acondicionado inadequadamente.

Quando entrevistadas sobre o volume semanal de resíduos de serviço de saúde, 36,0% das unidades farmacêuticas mostraram desconhecimento dessa informação. O controle da quantidade e qualidade do RSS subsidia a criação de medidas de redução dos custos com as etapas subsequentes da execução do PGRSS. Os dados apresentados pelos estabelecimentos que controlavam essa geração foram expostos na Figura 1.

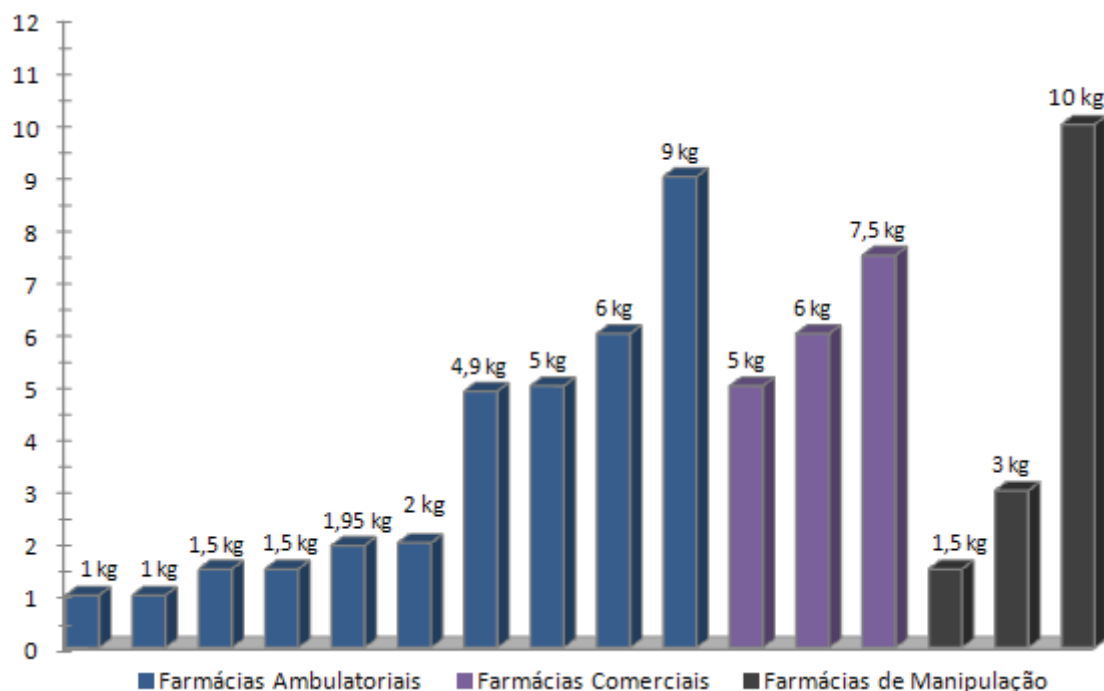


Figura 1 - Quantidade semanal de RSS gerados pelas unidades entrevistadas

Observa-se que a geração semanal de RSS nas farmácias varia entre 1,0 e 10 kg (no caso das farmácias ambulatoriais, os quantitativos se referem apenas aos resíduos classe A e E). Essa variação se deve, entre outros fatores, a não similaridade de preços e serviços oferecidos, à localização do estabelecimento e à presença de concorrência nas proximidades.

Conforme Lemos et al. (2010), a avaliação quantitativa dos RSS serve de alicerce para um bom planejamento das etapas abordadas pelo modelo de gerenciamento pretendido, tendo em vista a adoção das melhores alternativas de acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destino final.

Quando entrevistadas sobre o destino dado aos resíduos de serviço de saúde, 19 farmácias possuem contratos com empresas terceirizadas, 3 não deram essa informação e outras 3 encaminham os resíduos à empresa matriz. Quanto à frequência de coleta, 8% dão destino final diariamente ao RSS, 36% destinam de uma a três vezes por semana, 24% dão destino quinzenal, 12% mensal e em 8% é bimestral.

Pode-se observar que a frequência de coleta e o transporte do RSS produzido nos estabelecimentos farmacêuticos são ações realizadas de forma específica em cada unidade. Algumas recolhem o resíduo de suas filiais encaminhando até a matriz, que então é responsável por enviar para incineração. Outras contratam empresas transportadoras devidamente licenciadas, munidas de veículos

e equipamentos que obedecem às regras aplicáveis ao transporte seguro entre o estabelecimento gerador e o local de tratamento, como previsto na NBR 7500/2003.

Em 48,0% das farmácias, os funcionários mostraram desconhecer como é feito o processo de tratamento e disposição final após os resíduos deixarem a unidade farmacêutica.

A RDC da ANVISA nº 306/04 prevê que todos os profissionais envolvidos com serviços geradores de RSS, independente do vínculo empregatício, devem ser submetidos a um programa de educação continuada que aborde, dentre vários temas, noções básicas de controle e gerenciamento dos resíduos. Porém, a realidade observada nesses estabelecimentos se distancia da prevista pela ANVISA.

Apesar de farmácias se configurarem em pequenos geradores, não havendo a necessidade de construção de abrigos externos, é imprescindível que mantenham pelo menos um local com iluminação e ventilação adequadas para o armazenamento temporário dos resíduos, mas 32,0% das farmácias não o possuíam. A Figura 2 foi o único registro fotográfico realizado e mostra a realidade encontrada em um dos estabelecimentos.



Figura 2 - Imagem do ambulatório de uma das farmácias entrevistadas

Segundo alguns relatos dos entrevistados, é comum a prática de “empilhar” embalagens Descartex no chão do próprio ambulatório onde se precede o atendimento até que o carro de coleta venha buscá-los. Esse fato ilustra o potencial risco à saúde não só de quem maneja o resíduo perfurocortante, mas das pessoas que buscam atendimento, uma vez que o Descartex está à fácil alcance e o fluxo de pessoas se faz presente.

Nas farmácias de manipulação, há separação dos resíduos químicos (classe B) dos demais resíduos, porém cinco das unidades não se atentam à ocorrência de interações químicas (sinergismo) entre os compostos utilizados, proporcionando assim um eventual risco de acidentes devido à incompatibilidade química entre substâncias. Além disso, duas farmácias despejam resíduos químicos líquidos na pia.

Guimarães et al. (2005), avaliando a política de gestão ambiental das farmácias de manipulação localizadas em Natal (RN), evidenciaram o total descomprometimento que essas farmácias apresentaram em separar os resíduos líquidos gerados na manipulação dos gerados nos banheiros, ou seja, situação semelhante à encontrada aqui em duas unidades.

Quanto à capacitação e treinamento dos funcionários para o correto gerenciamento do RSS, 76,0% afirmaram que em seu estabelecimento há conscientização contínua dos trabalhadores sobre os cuidados com o manuseio dos resíduos via implantação de Procedimentos Operacionais Padrões e utilização de Equipamentos de Proteção Individual.

Os profissionais da saúde devem não só segregar seus resíduos e garantir que tenham uma disposição final adequada, mas também orientar a população para dispor corretamente os resíduos perigosos produzidos fora dos ambientes dos serviços de saúde, no intuito de promover a saúde de toda a comunidade e a preservação do meio ambiente (GARCIA & ZANETTI-RAMOS, 2004).

Sobre esse assunto, os estabelecimentos também foram questionados e 68% das farmácias não esclarecem como os consumidores devem proceder com medicamentos que estão com validade expirada. Dos 32,0% que prestam alguma orientação, a grande maioria aconselhou que o cliente deixasse seus resíduos de origem medicamentosa na farmácia. Também relataram que essa devolução é rara, já que não é uma preocupação comum ao consumidor.

4. CONCLUSÃO

Os resultados dessa pesquisa permitem concluir que a maior parte das farmácias entrevistadas possui um plano de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde - PGRSS, mas não o cumprem totalmente e as etapas cumpridas não garantem segurança à população, funcionários e terceirizados.

O estudo constatou que existem fragilidades quanto à capacitação e treinamento dos funcionários, já que muitos não mostraram domínio teórico e prático das etapas do manejo dos RSS. Além disso, ficou evidenciado que as farmácias não apresentaram preocupação com os resíduos de serviço de saúde gerados por seus clientes e atribuem a estes o desinteresse.

O cenário geral mostra que a efetividade do PGRSS depende da atuação do órgão fiscalizador na impressão de melhores condutas a esses estabelecimentos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7500**: Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos. Rio de Janeiro, 2003.

AZEVEDO, A. K. N.; XAVIER, L. L. **Os resíduos sólidos de saúde e as farmácias: diagnóstico da destinação final dos resíduos na cidade de Natal – RN**. Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v. 8, n.2, p.065-073, abr. /jun. 2011.

BRASIL. **Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) da ANVISA nº 306 de 2004**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde. D.O.U., 141: 49-56, 2004. _____ . **Resolução CONAMA nº 358 de 2005**. Dispõe sobre o Tratamento e a Disposição Final dos Resíduos dos Serviços de Saúde e dá outras Providências. D.O.U. 142: 63-65, 2005.

FERREIRA, J. A. **Resíduos Sólidos e Lixo Hospitalar: Uma Discussão Ética**. Cad. Saúde Públ., Rio de Janeiro, 11 (2): 314-320, Apr/Jun, 1995.

GARCIA, L. P.; ZANETTI-RAMOS B. G. **Gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde: uma questão de biossegurança**. Caderno Saúde Pública, vol. 20, n.3, p.744-752, 2004.

GONZÁLEZ, A. D.; PETRIS, A. J. **Revisão sobre Resíduos de Serviço de Saúde: Proposta de um Plano de Gerenciamento para farmácia**. Revista Espaço para a Saúde, Londrina, v.8, n.2, p.01-10, jun.2007.

GUIMARÃES, I. P. N.; SILVA, L. M.; MOURA, T. N.; JERÔNIMO, C. E. M.; MELO, H. N. S. **Problemática Ambiental das Farmácias de Manipulação da Cidade de Natal/ RN.** In: 23ª Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Campo Grande, 2005.

LEMOS, K. I. L.; SILVA, M. G. C.; PINTO, F. J. M. **Produção de Resíduos em Hospitais Públicos e Filantrópicos no município de Fortaleza (CE).** Revista Baiana de Saúde Pública, v.34, n.2, p. 321-332, abr./jun. 2010.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde.** Brasília, 2006.

NAZAR, M. W.; PORDEUS, I. A.; WERNECK, M. A. F. **Gerenciamento de resíduos sólidos de odontologia em postos de saúde da rede municipal de Belo Horizonte, Brasil.** Revista Pan-americana de la Salud Publica v.17, n.4, p.237-42, 2005.

SILVA, C. E.; HOPPE, A. E. **Diagnóstico dos Resíduos de Serviço de Saúde no Interior do Rio Grande do Sul.** Revista Eng. Sanit. Ambient, v.10, n.2, p.146-151, abr-jun. 2005.

SISINNO, C. L. S.; MOREIRA, J. C. **Ecoeficiência: um instrumento para a redução da geração de resíduos e desperdícios em estabelecimentos de saúde.** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 21(6):1893-1900, nov-dez, 2005.

MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA DE ÁGUA EM EDIFÍCIOS

Michelle Santos Ferreira¹ ; José Carlos de Anunciação Cardoso Júnior² ; Carlos Gomes da Silva Júnior³; Aline Santos da Silva⁴ –¹Instituto Federal de Sergipe - Campus Aracaju; ²Instituto Federal de Sergipe – Campus Aracaju ; ³Instituto Federal de Sergipe – Campus Aracaju ; ⁴Instituto Federal de Sergipe – Campus Aracaju - alfa.romeu@hotmail.com –jcacjr2@yahoo.com.br –cgomes.aju@hotmail.com – allinemmarques@hotmail.com

RESUMO

O referido artigo apresenta uma revisão bibliográfica e uma pesquisa de campo sobre os aspectos econômicos e ambientais da medição individualizada de água em edifícios, visando, analisar a veracidade da vantagem econômica e da redução do consumo de água em relação à cota única. Neste trabalho, foi abordado o conceito de cota única e da medição individualizada de água, fazendo uma referência aos hidrômetros e sua participação no processo de individualização da água. Foram abordados também os tipos de hidrômetros e suas principais características. Para que os objetivos do artigo fossem alcançados, foi feita uma coleta de dados na DESO, o que permitiu a obtenção de dados para a posterior análise da problemática da medição. São descritos dados relacionados à medição por cota única e individualizada, referentes a dois prédios residenciais localizados na área urbana da cidade de Aracaju- SE, um contandocom16 apartamentos e o outro com 48 apartamentos, considerando para efeito de estudo, uma análise mais simplificada, cada apartamento como residência de apenas um morador, visto que o consumo por apartamento analisado se mantém em torno de um valor fixo no decorrer dos meses, a fim de que se possa obter o cálculo referente aos custos de abastecimento de água e a comprovação ou a negativa dos benefícios econômicos e ambientais. Foi verificado que em termos substanciais a medição individualizada apenas estimula, mas não garante a redução do consumo.

Palavras- Chaves: Hidrômetros, Medição Individualizada, Cota Única.

1. INTRODUÇÃO

Entre os elementos mais poluídos pelo homem, a água é certamente o mais preocupante, isto porque nos cursos d'água joga-se a grande maioria dos resíduos (esgotos) produzidos, sendo boa parte sem tratamento adequado (FORJAZ, 2007).

Segundo TOMAZ (2003, p. 19 e 20), a água ocupa aproximadamente 70% da superfície do nosso planeta. Mas, no mundo, 97,5% da água é salgada. A água doce no mundo corresponde a 2,5% do total, sendo que 68,9% da água doce do mundo encontra-se em estado sólido nas calotas polares e nas regiões montanhosas. Do restante de água doce ainda temos 29,9% do volume que estão nos aquíferos subterrâneos e somente 0,266% da água doce estão nos rios, lagos e reservatórios, isto significa aproximadamente 0,007% da água total do planeta.

O consumo diário de água é muito variável ao redor do globo. Além da disponibilidade do local, o consumo médio de água está fortemente relacionado com o nível de desenvolvimento do país e com o nível de renda das pessoas. Uma pessoa necessita de, pelo menos, 40 litros de água por dia para beber, tomar banho, escovar os dentes, lavar as mãos, cozinhar etc. Dados da ONU, porém, apontam que um europeu, que tem em seu território 8% da água doce no mundo, consome em média 150 litros de água por dia. Já um indiano, consome 25 litros por dia.

Segundo estimativas da UNESCO, se continuarmos com o ritmo atual de crescimento demográfico e não estabelecermos um consumo sustentável da água, em 2025 o consumo humano pode chegar a 90%, restando apenas 10% para os outros seres vivos do planeta.

A população mundial vem crescendo muito, necessitando cada vez mais de grandes quantidades de recursos naturais, que vão se reduzindo com o aumento do consumo e, entre esses, destaca-se a água, cuja oferta como produto de fácil utilização aos poucos vai se reduzindo devido à procura, tornando-a vulnerável, mais escassa e conseqüentemente com crescente valor econômico.

Um outro aspecto a ser considerado é que a disponibilidade de água é extremamente desigual, havendo um déficit de recursos hídricos em algumas regiões do planeta e a crescente degradação destes recursos como resultado da ação antrópica, tornando parte da água imprópria para diversos usos o que consiste em um problema que se agrava a cada dia. O crescimento das cidades e o crescimento demográfico acelerado e contínuo ao longo do tempo, o desenvolvimento industrial e o conseqüente aumento do consumo de água nos centros urbanos tem levado a necessidade de se fazer uma racionalização no uso da água, buscando a redução dos volumes de água demandados nos edifícios e evitando desperdício.

De acordo com COELHO e MAYNARD (1999), a grande maioria dos prédios do país conta com o método tradicional, a medição única de água. Ocorre que com nesse sistema de medição, o consumo do prédio inteiro é rateado entre as economias, logo todos pagam o mesmo valor mensal pela água, independente do que consomem.

Assim, uma das formas de racionalização do uso da água em uma edificação, é a implantação da medição individualizada de água nos prédios, pois esta induz e estimula uma postura ecologicamente correta com a redução da permissão consciente de vazamentos e do desperdício de água, porém o foco deste trabalho é apenas analisar as implicações do sistema individualizado e não a sua implantação.

2. OBJETIVO GERAL

Confrontar dados econômicos e aspectos ambientais, na transição da medição única de água para a medição individualizada de água em edifícios, visando à redução do consumo e conscientização das pessoas em relação à questão da água.

2.1 Objetivos Específicos

- Avaliar o padrão de consumo médio de água em apartamentos, antes e depois da instalação do hidrômetro individual;
- Verificar a viabilidade da implantação da medição individualizada de água em prédios residenciais.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Tabela 1 – Tipos de Hidrômetro

HIDRÔMETROS		
Instrumento destinado a medir e indicar continuamente, o volume de água que o atravessa.		
TIPOS DE HIDRÔMETROS	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS	
HIDRÔMETROS VOLUMÉTRICOS	<ul style="list-style-type: none"> - Permitem a passagem de um volume fixo de água cada movimentação; - Possuem grande eficiência de medição de vazões extremamente baixas e ampla faixa de medição, mas são suscetíveis a travamentos dos mecanismos quando a água não se apresenta isenta de sólidos e suspensão e são de custo mais elevados que os velocimétricos. 	
HIDRÔMETROS VELOCIMÉTRICOS	MONOJATOS	<ul style="list-style-type: none"> -Apresenta maior sensibilidade para menores vazões e menor custo de fabricação, além de tolerar água com maior quantidade de sólidos em suspensão; -Possuem preço menor que os Multijatos; - Manutenção mais fácil e rápida.
	MULTIJATOS	<ul style="list-style-type: none"> - Possuem maior vida útil do equipamento.
	WOLTMANN	<ul style="list-style-type: none"> - Baixa perda de Carga; -Funcionamento equilibrado e durabilidade quando submetido a regimes de vazões elevadas por longos períodos; - É mais utilizado em ligações de grande porte, como indústrias, e também é usado na macromedição.
HIDRÔMETROS DE RELOJOARIA SECA	<ul style="list-style-type: none"> -Trabalham livre de água em seu mecanismo interior; - Não são afetados pela qualidade da água. 	
HIDRÔMETROS DE RELOJOARIA ÚMIDA	<ul style="list-style-type: none"> -Trabalham com baixas vazões com maior precisão, a fim de suportar toda a pressão da água proveniente da rede. 	

3.1 Medição Individualizada de Água em Edifícios

Um dos focos da implantação dos medidores individuais é a emissão da conta de água e esgoto para cada apartamento do edifício com base nos consumos individuais registrados nos hidrômetros sem que o consumidor pague pelo desperdício de outrem.

A individualização de água nos edifícios residenciais é uma das alternativas para amenizar o desperdício, além de ser uma questão de equidade entre os condôminos. É o processo pelo qual se ajusta a instalação hidráulica de um edifício, fazendo com que passe a existir um medidor por apartamento. Com isto, cada condômino passa a pagar apenas pelo seu consumo.

"O Sistema Individual de Medição de Água consiste na instalação de um hidrômetro para cada unidade habitacional, de modo que seja possível medir o consumo com a finalidade de emitir contas individuais." (Coelho, Maynard, 1999, p.17).

Contudo, a individualização de água oferece alguns benefícios como a economia de água e redução das contas, a possibilidade da eliminação de fraudes e / ou leituras erradas (telemetria: sistema computadorizado de leituras), cada apartamento paga apenas o que consome, possibilita o corte de água dos não pagantes, possibilidade de manutenção em uma unidade sem afetar as demais, redução no índice de inadimplência, redução de efluentes de esgotos, com benefícios ecológicos / econômicos, entre outros.

No entanto, um dos problemas enfrentados quando se pretende implantar a individualização da medição em condomínios é a utilização das válvulas de descargas nos vasos sanitários das residências, quando do sistema único, a rede sanitária é estruturada em uma coluna tornando o sistema do prédio unificado. Embora se encontre no mercado brasileiro válvulas modernas ao uso racional de água, com limitadores de fluxo (6 litros de água) por descarga independente do tempo de acionamento, ou com possibilidade de seleção do volume de descarga desejado (3 ou 6 litros de água) e com a exigência de uma pressão mínima bem menor para o seu funcionamento (hoje, existem válvulas que necessitam de 2m.c.a), a vazão das válvulas continua muito elevada.

Assim, a troca da válvula por caixa embutida é a alternativa que pode resolver o maior entrave para a implantação da medição individualizada, reduzindo enormemente os custos dessa adaptação, pois além de permitir a manutenção do vaso sanitário existente, a única intervenção necessária é na parede do banheiro, o que agiliza a sua liberação para o uso rotineiro.

3.2 Sistemas de Individualização

Existem dois tipos de individualização do sistema de medição de água. São eles: os aplicados em edifícios de até quatro pavimentos e o aplicado em edifícios de cinco ou mais pavimentos. De acordo com o portal SÍNDICONET, em edifícios com até quatro pavimentos ou condomínios de até 20 casas, são instalados medidores individuais na entrada, onde o técnico faz a leitura de forma tradicional. Quando há mais apartamentos, um aparelho instalado na portaria faz a leitura remota dos medidores, que são colocados em cada porta, os dados são fornecidos por via eletrônica aos técnicos de medição na portaria. "A Embasa-Empresa Baiana de Águas e saneamento não tem autorização de entrar em áreas privadas, daí a necessidade do medidor remoto nas portarias."

Ainda segundo site SÍNDICONET, no Ceará para construções com mais de quatro pavimentos, é obrigatória a implantação de medição remota (telemetria) com a utilização de hidrômetros pulsados e um concentrador de Leituras compatível com o sistema comercial da CAGECE– Companhia de Água e Esgoto do Ceará, a fim de evitar o acesso dos agentes comerciais nos pavimentos do imóvel. O Medidor Telemetria é mais caro que o convencional, ou seja, aquele utilizado em prédios com até quatro pavimentos.

Nos dois casos, o medidor coletivo do condomínio continua funcionando. Dele é feito o controle sobre o consumo de água do condomínio e subtraídos o consumo dos apartamentos para o cálculo sobre o uso de água nas áreas comuns. “Quando o consumo da área comum sobe muito, os moradores passam a fiscalizar mais e fica mais fácil identificar vazamentos”, comenta a assessora da Embasa.

“Além do Medidor Convencional e Telemetria, citado anteriormente, existe ainda o Radiofrequência que são medidores individuais pré-equipados localizados nas entradas das unidades residenciais e / ou mistas, porém com sensores acoplados aos medidores, permitindo leitura precisa via ondas de rádio através de uma central de equipamentos computadorizados (sistema mais caro)”. (SÍNDICONET)

4. METODOLOGIA

O presente artigo foi desenvolvido utilizando a pesquisa bibliográfica e de campo, o que torna possível fundamentar o tema proposto a partir da visão ampla de diversos autores e das mais variadas fontes bibliográficas, bem como através de dados fornecidos pela DESO- Companhia de Saneamento de Sergipe.

Partindo da coleta de dados em campo, foram obtidos dados que levaram ao confronto da perspectiva econômica e ambiental em relação à utilização da Medição Única de Água versus individualizada.

5.RESULTADOS, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Com a obtenção dos dados coletados na pesquisa de campo através da DESO-Companhia de Saneamento de Sergipe, foi possível obter resultados, através da análise e interpretação gráfica. Esses dados estão descritos nas tabelas abaixo, e servem como base para o cálculo da média do consumo e do valor pago em um edifício de 04 pavimentos e em outro edifício de 12 pavimentos.

TABELA 2 : Edifício de quatro pavimentos

Condomínio Francisco Oliveira – Bloco A – Av. Gonçalo Rollemberg Leite, 138					
Mês de Março					
Medição Tradicional de Água ou Medição Única de Água				Consumo (m ³) = 277	
				Valor Pago (R\$) = 1.383,09	
Medição Individualizada de Água					
Apartamentos	Consumo (m ³)	Valor Pago (R\$)	Apartamentos	Consumo (m ³)	Valor Pago (R\$)
101	21	116,87	301	25	161,37
102	07	32,67	302	06	32,67
103	03	32,67	303	11	39,97
104	19	98,44	304	13	54,59
201	13	54,59	401	05	32,67
202	13	54,59	402	12	47,28
203	13	54,59	403	08	32,67
204	07	32,67	404	06	32,67
VALOR TOTAL PAGO				910,98	
VALOR MÉDIO POR APARTAMENTO				56,94	
PORCENTAGEM MÉDIA POR APARTAMENTO				6,25%	

TABELA 3 : Edifício de doze pavimentos

Edifício Saint Tropez, Rua Cristóvão de Barros, 121					
Mês de Março					
Medição Tradicional de Água ou Medição Única de Água			Consumo (m ³) = 1027		
			Valor Pago (R\$) = 5.459,05		
Medição Individualizada de Água					
Apartamentos	Consumo (m ³)	Valor Pago (R\$)	Apartamentos	Consumo (m ³)	Valor Pago (R\$)
101	16	76,51	701	30	216,99
102	03	32,67	702	11	39,97
103	17	83,82	703	17	83,82
104	04	32,67	704	17	83,82
201	10	32,67	801	10	32,67
202	0	32,67	802	24	150,24
203	09	32,67	803	25	161,37
204	06	32,67	804	11	39,97
301	10	32,67	901	20	105,75
302	23	139,12	902	7	32,67
303	03	32,67	903	15	69,21
304	11	32,67	904	18	91,13
401	17	83,82	1001	17	83,82
402	10	32,67	1002	18	91,13
403	25	161,37	1003	25	161,37
404	22	127,99	1004	18	91,13
501	17	83,82	1101	12	47,28
502	14	61,90	1102	19	98,44
503	16	76,51	1103	10	32,67
504	26	172,49	1104	21	116,87
601	31	232,56	1201	15	69,21
602	04	32,67	1202	23	139,12
603	09	32,67	1203	8	32,67
604	33	263,70	1204	5	32,67
VALOR TOTAL PAGO			4066,94		
VALOR MÉDIO POR APARTAMENTO			84,73		
PORCENTAGEM MÉDIA POR APARTAMENTO			2,08%		

Visto que o intuito deste trabalho é analisar o comportamento dos moradores dos edifícios Saint Tropez e Francisco Oliveira diante da mudança de uma medição de água coletiva para uma individualizada, supomos neste trabalho, a fim de facilitar nossa análise, o pressuposto que em cada apartamento reside apenas um habitante, fazendo uma análise de custos e gasto de água em metro cubico por apartamento através da análise dos dados expostos nas tabelas acima.

Podemos calcular que o valor médio pago por cada morador do edifício Saint Tropez, Rua Cristóvão Barur, Aracaju SE, 121, quando da medição única é a soma de oitenta e quatro reais e setenta e três centavos (R\$ 84,73), o que equivale a cerca de 2,08 % do valor total pago, e ao calcular o valor médio pago por cada morador na medição individualizada foi possível notar que o valor médio pago por

cada morador ficou estabilizado nos mesmos 2,08%, o que nos mostra que a medição individualizada não estimulou a redução do consumo.

Analisando não mais por uma perspectiva absoluta, e sim observando relativamente, a medição individualizada trouxe uma vantagem particular aos moradores, que seria o pagamento pelo gasto individual e não pela média de consumo total dos habitantes do condomínio.

Para exemplificar essa vantagem individual, vamos tomar o exemplo de alguns dos apartamentos que apresentam os maiores níveis de consumo: 302, 403, 404, 504, 601 e 604. Eles apresentaram um valor individual pago de água equivalente a 3,42%, 3,97%, 3,15%, 4,24%, 5,72% e 6,48% respectivamente, do valor total pago pelo abastecimento de água de todo o edifício, o que nos mostrou, devido a estabilidade absoluta do valor médio pago após a individualização, que não houve uma retração do consumo após a individualização para tais moradores, como mostra o gráfico abaixo

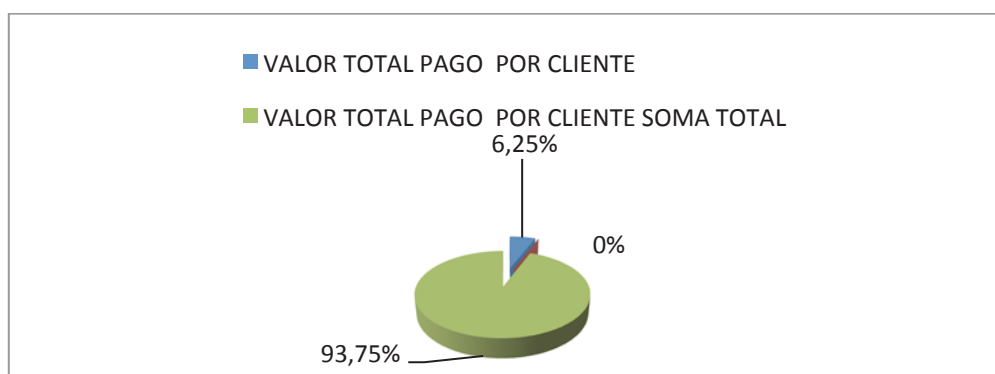
GRÁFICO 1 : Edifício Saint Tropez – referente a porcentagem do valor pago por cada morador (individualizada).



Neste gráfico visualiza-se a porcentagem média paga por cada apartamento (em azul), e o total (em verde) antes e depois da individualização do total, pois o valor se manteve estável.

Com a realização do cálculo do valor médio pago pelo abastecimento de água do edifício Francisco Oliveira, observa-se na medição individualizada o valor médio pago é de R\$ 56,94 (6,25%) do total e na não individualizada, o valor médio pago é de R\$ 86,44, o que mostra que houve uma redução dos gastos de metros cúbicos de água e uma mudança positiva com relação ao comportamento dos moradores, como exposto no gráfico:

GRÁFICO 2 : Edifício Francisco Oliveira – referente a porcentagem do valor pago por cada morador (individualizada).



6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do que foi explicitado no artigo, pode-se concluir que nem sempre a medição individualizada atua como solução para o problema do uso indiscriminado de água pela população. Porém, há uma vantagem imutável na medição individualizada, que seria o pagamento da porcentagem real de água paga por cada morador e não uma média final do consumo de todos os residentes.

Portanto, vale ressaltar a importância da medição individualizada em termos econômicos, pois ela proporciona uma responsabilidade individual no consumo de água. No entanto, em termos ambientais a redução do consumo está muito aquém de um sistema de medição e relaciona-se diretamente com o comportamento social, ou seja, com a consciência ambiental dos indivíduos.

7. AGRADECIMENTOS

Ao IFS - Instituto Federal de Sergipe, por proporcionar a oportunidade de realização de um trabalho tão gratificante, de atualização e ampliação de conhecimentos.

À DESO – Companhia de Saneamento de Sergipe pelas informações fornecidas.

REFERÊNCIAS

COELHO, Adalberto Cavalcanti e Maynard, João Carlos de Britto. **Medição individualizada de água em apartamentos**. Recife: Editora Comunicarte, 1999.

FORJAZ, C. H. **Água: substância da vida: o mundo da água**. São Paulo: Editora do Autor, 2007.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. 2º Ed. São Paulo: Navegar Editora, 2003.

Portal SINDICONET. **Síndiconet**. Disponível em: <<http://www.sindiconet.com.br/>>. Acesso em: 23 de Julho de 2011.

MÉTODOS DE CONSCIENTIZAÇÃO E RECICLAGEM DE LIXO ELETRÔNICO EM BELÉM DO PARÁ

B. T. F. Silva¹, M. R. L. Rocha² e R. T. Ribeiro³
^{1, 2 e 3} Instituto Federal do Pará - Campus Belém

brunathaize@hotmail.com – marianarlorocha@hotmail.com – ricardo.jornalismo@hotmail.com

RESUMO

Este artigo apresenta o trabalho de pesquisa em andamento de alunos do curso superior de Tecnologia em Saneamento Ambiental do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA - Campus Belém, voltado para o lixo eletrônico na capital paraense. Fundamentado em autores especialista nos temas de educação ambiental e conscientização, de metais tóxicos e pesados e na logística reversa, obtendo-se referências em livros, materiais disponibilizados na internet e artigos já publicados em outros congressos. Através da análise quantitativa e qualitativa, pode-se observar que a maior parte da população conhece o conceito de resíduos eletrônicos. Foram detectados em nossa pesquisa *in loco* três postos de coleta de lixo eletrônico em Belém: o primeiro da empresa Nokia, localizado no terceiro andar da loja de departamentos Yamada do Shopping Pátio Belém no centro da cidade; o segundo no piso dois da própria loja de departamentos C&A; e o terceiro da própria empresa de equipamentos eletrônicos Sol Informática, localizada no bairro Umarizal, considerado área nobre, nos mesmos foram entrevistados profissionais que trabalham nos postos de coleta citados. Além disso, foi utilizada aplicação de formulários para avaliar o conhecimento sobre reciclagem de lixo eletrônico por parte da sociedade.

Palavras-chave: conscientização, lixo eletrônico, postos de coleta, reciclagem, logística reversa.

1. INTRODUÇÃO

O lixo eletrônico é todo aquele composto de materiais ou peças descartadas dos eletrônicos, o acúmulo deste material é decorrente do consumismo exacerbado da sociedade moderna, a qual está diretamente ligada a gama de informações no qual vende a ideia de que os produtos eletrônicos possuem uma curta vida útil e uma transitoriedade no quesito de seu nível tecnológico, tornando-os obsoletos a cada nova descoberta tecnológica. Isto faz com que a demanda no uso de insumos de matérias primas para fabricação de manufaturados tenha um significativo aumento.

A indústria cultural, através dos meios de comunicação de massa, conquista mentes e corações através da ideia de que a felicidade é alcançada por bens materiais. Nosso planeta teria que possuir quatro vezes a quantidade de recursos naturais renováveis e não renováveis para atender a demanda da população mundial, já que consumimos 20% além da capacidade de nossas reservas. Sendo assim reciclagem de materiais utilizados é uma forma de mitigar tais danos contra o meio ambiente, pois reciclagem consiste na ação de reprocessar uma determinada substância, devido sua transformação se encontrar incompleta ou por estar faltando reparos para aprimorar suas prioridades ou melhorar o rendimento do processo como um todo.

Entretanto podemos associar a reciclagem ao processo de logística reversa que é o processo de planejamento, instalação e controle do fluxo de matérias-primas, estoque em processamento e produtos acabados, do ponto de consumo até o ponto de origem, com o objetivo de recuperar e/ou realizar um descarte adequado.

Este artigo pretende promover a elaboração de planos de ação com apoio de órgãos governamentais e pessoas jurídicas, no qual objetiva tornar acessível aos dados a respeito dos conceitos sobre resíduos eletrônicos que serão abordados ao longo deste trabalho, sensibilizando a grande camada da população por meio de ações ecologicamente sustentável ao público-alvo, que é o juvenil e adulto.

2. CONSCIENTIZAÇÃO

Conscientizar os seres humanos é uma tarefa difícil, pois requer o envolvimento dos mesmos, por meio do desprendimento de determinados preceitos os quais constituem os valores intrínsecos aos indivíduos.

A conscientização implica em mudança de comportamento, requerendo por muitas vezes transformações bruscas na forma como os indivíduos veem o cenário em que vivem e como devem proceder em situações que se refere ao seu interesse e ao meio ambiente.

À medida que o ser humano toma consciência e integra-se à sua realidade, sendo seu contexto de vida, neste momento evidencia-se que os mesmos comecem a refletir e a procurar respostas por algo que o próprio ambiente os desafie.

O homem ao decorrer da história da humanidade, cobizou o domínio sobre a natureza através de suas aventuras na busca incessante para desbravar tudo que compõe o meio ambiente natural no qual desde os primórdios constituem o cenário do planeta Terra. Porém tal feito trouxe consequências drásticas tanto ao meio ambiente quanto ao desenvolvimento do próprio ser humano que, devido a grandes mudanças físicas no meio natural e comportamental, teve que adaptar-se a tais transformações.

3. EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Segundo MINC (2005), “Educação Ambiental é mudança de comportamentos. Exige a combinação de elementos científicos e teóricos com experimentação práticas e conhecimentos externos à escola”.

Historicamente, a preocupação com o meio ambiente não vem desde os primórdios da história, no entanto datasse desde quando o homem teve a ideia de procurar estratégias para dominar a natureza e transformá-la para o seu prazer pessoal e por sua vontade em expandir seus novos cenários e símbolos de conquista.

Entretanto, existiu um escocês chamado Patrick Geddes que levou um título de “pai da Educação Ambiental”, pois viveu em pleno século XVIII (1779) na Inglaterra, que vivia um turbilhão no processo de urbanização em decorrência da revolução industrial. O fato que chamou a atenção de Patrick Geddes foi o acelerado processo produtivo que como consequência acarretaria graves danos ao meio ambiente. Verifica-se um crescimento econômico do pós-guerra que acelerou o processo de urbanização, evidenciando uma queda na qualidade ambiental que começa a surgir nos mais variados cantos do planeta. No mundo ocorre um processo desenfreado de consumismo que se relaciona diretamente ao consumo de eletroeletrônicos os quais produzem resíduos assim como outros materiais, e conseguem serem ainda mais danosos por terem em seus componentes uma quantidade significativa de metais pesados, os quais quando despejados no ambiente sem terem o devido cuidado prévio serão agentes prejudiciais a determinado ambiente em que foi feita a sua disposição. Por esta situação torna-se necessário tal preocupação com seus respectivos destinos.

O processo produtivo dos equipamentos eletrônicos é uma fonte geradora de resíduos que encadeiam a sequência que passará para o meio comercial, por conseguinte para o consumidor e finalmente deveria ser destinado para seu descarte apropriado. Entretanto, isto infelizmente não ocorre, pois o processo torna-se ineficaz a partir do momento que na etapa final do ciclo o lixo produzido torna-se entulho que erroneamente é jogado, indiscriminadamente, em qualquer lugar. Porém, este fato torna-se ainda pior, pois a maioria das fábricas e indústrias não possui uma logística capaz de reabsorvê-los depois de usados.

4. O CONSUMISMO

O consumismo é uma prática arrojada à sociedade moderna. Não se imagina a vida atual sem as benesses que as novas tecnologias proporcionam. TV's, rádios, Ipad's, computadores já foram incorporados ao vocabulário da geração “Z”. Os jovens e crianças já nascem sabendo usar essas ferramentas melhor que os adultos.

O contato com a terra e a natureza é deixado de lado, pois não queremos correr riscos da cidade grande. A paz fica cada vez mais distante. Precisamos voltar às raízes para que os pequenos valorizem as pequenas coisas da vida. Colocar a mão na terra para que o organismo adquira anticorpos de combate às doenças. Correr, pular, e aprender a valorizar o meio ambiente em que vivemos. Nosso próximo não é apenas familiar, amigo e colega de trabalho, mas o morador de rua. Nossa felicidade só será plena quando toda a população tiver condições dignas de vida, consumindo recursos essenciais à vida.

Segundo PENTEADO (2003),

As pessoas conservadoras estranham as transformações e valorizam o passado. Já as avançadas

valorizam todas as inovações por considerarem-nas atuais e modernas. O problema está em balancear esse dois princípios. O que é conservar? O que é transformar? O que é desenvolvimento? A geração atual precisa satisfazer suas necessidades sem comprometer a futura.

Já para BRANCO (2004),

A sociedade atual não pode se manter sem as indústrias. Talvez fosse possível conter o ritmo descontrolado de seu crescimento, se o homem moderno conseguisse abandonar o consumismo que o caracteriza. O consumismo é um processo eticamente condenável, pois faz com que as pessoas comprem mais coisas do que realmente necessitam. Por meio de complexos sistemas de propaganda, que envolvem sutilezas psicológicas e recursos espetaculares, industriais e produtores em geral induzem a população a adquirir sempre os novos modelos de carros, geladeiras, relógios, calculadoras, alimentos conservados e outras utilidades, lançando fora o que já possui e abandonando hábitos tradicionais mais saudáveis. Esse processo garante aos fabricantes uma venda muito maior de seus produtos e permite a ampliação contínua das instalações industriais. O consumismo não gera apenas os impactos ambientais decorrentes da necessidade crescente de energia e do próprio processo industrial. Ele causa outro grave problema: o esgotamento dos recursos naturais não renováveis, isto é, aqueles que, uma vez consumidos, não podem ser repostos.

5. METAIS PESADOS

Os metais pesados estão presentes na constituição dos aparelhos eletrônicos, no entanto seu uso demasiado tem contribuído para a contaminação do meio ambiente, ainda mais pelo aumento de consumo destes equipamentos que em consequência requerem uma maior demanda de matérias-primas em seu processo produtivo. Ao longo do avanço tecnológico tem-se preocupado com os materiais utilizados na fabricação dos aparelhos eletrônicos, pois se baseando em uma visão ecologicamente correta faz-se necessário analisar o processo produtivo para poder realizar um parâmetro entre quais os materiais utilizados e quais os possíveis riscos e danos que poderão causar ao meio ambiente, quando expostos sem o devido cuidado em sua disposição final. Por este fato uma alternativa viável de se reaproveitar os metais pesados presentes nos eletrônicos, é viabilizar o processo de reciclagem que implicara na recuperação de alguns materiais como cobalto, alumínio e cobre que, por exemplo, é encontrado nas baterias esgotadas.

Antigamente eram utilizados comumente nas baterias os metais níquel-cádmio, que caíram em desuso devido os danos que causavam tanto ao meio ambiente quanto à saúde humana. Em seguida começaram a serem utilizadas as baterias que em sua constituição apresentavam níquel-metal-hidretos que tinham a maior capacidade de carga. Porém hoje se utiliza as de íons de lítio que compreendem todos os requisitos como: vida útil longa com considerável ciclo de recarga, alta capacidade de recarga com baixo tempo de recarga, mínimo custo ambiental, também é levado em consideração que baterias deste tipo contem grande quantidade de cobalto e cobre , no qual tem alto valor comercial.

METAL TÓXICO/PESADO	ONDE É ENCONTRADO	EFEITO NO ORGANISMO
Cádmio	Pilhas e baterias	Câncer de pulmão e próstata e lesão nos rins
Chumbo	Fabricação e reciclagem de baterias de autos	Cólicas abdominais e tremores
Níquel	Baterias	Câncer de pulmão e seios paranasais

Bário	Mineral barita; não é encontrado livre na natureza.	Constricção dos vasos sanguíneos
Cobre	Bolsões na superfície do solo e parte inferior de lençóis freáticos	Lesões hepáticas.
Mercúrio	Moldes industriais	Atravessando facilmente as membranas celulares, sendo prontamente absorvido pelos pulmões; é altamente tóxico; tem efeito acumulativo e provoca lesões cerebrais.
Arsênico	Metalurgia	Acumula-se nos rins, fígado, trato gastrointestinal, baço, pulmões, ossos e unhas. Seus efeitos crônicos são: câncer de pele e de pulmões, anormalidades cromossômicas e efeitos teratogênicos.
Alumínio	Produção de artefatos de alumínio	Afeta as funções vitais das plantas, ocorrência de Mal de Alzheimer.

Tabela 1: Principais metais pesados, onde encontrá-los e seus efeitos.

Segundo MARC (1988),

O arsênico tem sido detectado em certas águas de consumo na América Latina, mas a sua presença em águas superficiais é, geralmente, muito fraca. O mercúrio pode estar presente, em alguns casos, nas águas doces em fracas concentrações. O selênio, em determinadas seleníferas, pode chegar a atingir concentrações até 300 mg/l e os seus efeitos são nocivos para os animais e para o homem. O chumbo costuma estar presente nas águas bebíveis em proporções de 0,01 a 0,03 mg/l e a sua presença pode ser devida à utilização de canos desse metal. Em relação ao cádmio, tem-se verificado concentrações entre menos de 1mg/l e mais de 10 mg/l em águas destinadas ao consumo. A sua presença pode ser devida a resíduos industriais ou à utilização de tubos plásticos.

6. LOGÍSTICA REVERSA

Corresponde ao ciclo que se inicia com o processo de planejamento, seguido da etapa de implantação e conseqüentemente a realização do controle de eficiência, do custo efetivo do fluxo de matérias-primas, estoques em processo, produtos acabados e informações relacionadas do ponto de consumo ao ponto de início com objetivo de reintroduzir valor ou realizar o descarte adequadamente. À logística reversa torna possível tanto a mitigação dos impactos ambientais causados por produtos elétricos e eletrônicos, quanto o ganho de eficiência e sustentabilidade das operações nas empresas relacionadas no ramo em questão. Considera-se a logística como uma ramificação da logística empresarial que tem como objetivo viabilizar os fluxos e informações referentes ao processo de volta dos bens de pós-venda e pós-consumo, segundo o ciclo produtivo ou de negócios.

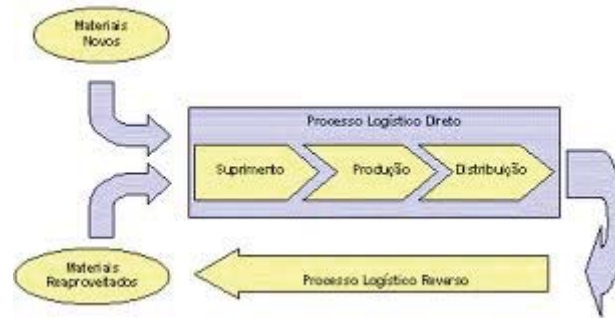


FIGURA 1. Exemplifica o ciclo de logística que se inicia com uso de novos materiais associados aos reaproveitados, em seguida tendo posse das matérias da largada ao processo produtivo que ao final obterão os manufaturados que serão destinados ao comércio.



reversa
primas
produtos



Crédito: Arquivo pessoal

Figura 2. Identificam postos de coleta para resíduos eletrônicos em Belém.

METODOLOGIA

Foram realizadas algumas entrevistas com profissionais responsáveis pelas empresas que coletam resíduos eletrônicos e de acordo com os entrevistados, klebson: “A fabricante de aparelhos celular Nokia recicla aparelhos recolhidos em contêiner que são enviados para São Paulo após esvaziamento dos postos de coleta ao atingir 25 kg de material localizados nas lojas de departamentos da Rede Yamada, pertencentes às unidades do Pátio Belém, Matriz (Centro Comercial) e Castanheira em Belém. Não há postos na rede do interior, só na capital. As baterias de lítio são enviadas do Brasil para a Europa e América Central. São feitas associações e convênios com magazines. Sou empregado terceirizado da empresa Ability Trade Marketing, via Nokia”, e Patrícia

Souza: “O carro de coleta de uma empresa de São Paulo busca o material recolhido dentro do recipiente coletor de lixo localizado dentro da loja de departamento C&A, que fica no segundo piso da unidade. Não há divulgação no rádio interno da empresa, só distribuição de panfletos para nosso cliente interno. A C&A ainda tem uma ecojoia em Minas Gerais”.

Coleta de dados através de entrevistas e elaboração de formulários dirigidos aos usuários da Biblioteca Pública Arthur Vianna, integrante da Fundação do Pará Tancredo Neves, que serviram de base para a pesquisa.

Foi realizado um levantamento de dados através de formulários dirigidos aos usuários da biblioteca Pública Arthur Vianna, integrante da Fundação do Pará Tancredo Neves, que serviram de base para a pesquisa. Onde o mesmo continha 7 perguntas, sendo 6 objetivas e 1 subjetiva.

1. Você sabe o que é lixo eletrônico?
2. Você conhece algum posto de coleta deste material?
3. Você costuma entregar seus equipamentos usados em posto de coleta ou lixo comum?
4. Você conhece alguma ação de divulgação para o público, a respeito do despejo do lixo eletrônico?
5. Qual a sua frequência de compra ou troca de seus aparelhos eletrônicos?
6. Você acha que as indústrias produzem equipamentos com duração de longa ou curta vida útil?
7. Dê sua opinião ou sugestão a respeito de qual destino será dado aos seus equipamentos?

ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Destino do Lixo Eletrônico

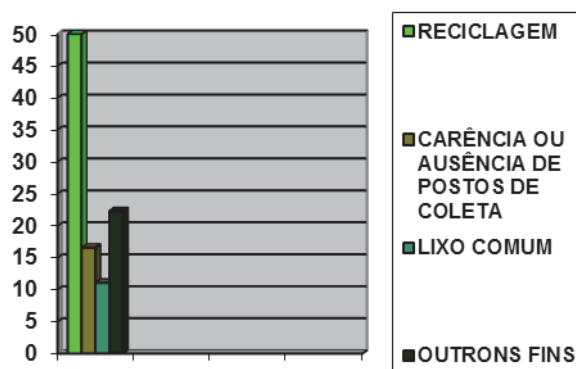


Figura 3. Análise de dados coletados através de coleta de campo

Segundo a análise dos questionários pode-se concluir que os usuários de equipamentos eletrônicos, dentro eles 50% sugeriram que tais aparelhos usados deveriam ser destinados ao processo de reciclagem, em contrapartida 16,6% dos entrevistados alegaram a carência e/ou ausência de postos de coleta apropriados. Enquanto 11,1% declaram que seus resíduos são dispostos diretamente em lixo comum e o restante de 22,3% destinam a outros fins seus materiais usados.

A pesquisa efetuada sinaliza a necessidade de promover programas de divulgação na mídia, focando diretamente aos consumidores a importância de se organizar a coleta seletiva adequada, em contrapartida evidenciou-se que em decorrência da carência e ou falta de conhecimento de causa, faz com que os usuários não saibam dirigir seus materiais aos devidos lugares, geralmente isto ocorre por falta de postos de coleta. Isto identifica a logística ineficaz do comércio, responsável por tais materiais, que depois de serem vendidos perdem todo o vínculo de responsabilidade com seus fabricantes, isso faz com que os produtos fiquem sem descarte final e por isso são despejados em qualquer receptor de lixo comum.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como solução para crescente demanda desses produtos e a necessidade de destinação após descarte, pessoas que responderam ao questionário apontam a reciclagem com principal alternativa ecologicamente sustentável. A maioria do público joga no lixo comum devido não haver postos de coleta em Belém. Nossa pesquisa de campo encontrou apenas três postos de coleta na região metropolitana, sendo que os clientes que frequentam o estabelecimento onde eles se encontram desconhecem sua existência.

A melhor forma de realizar a divulgação dos planos de ação é relacionar ao uso da mídia ambiental que irá dispor em melhores condições, para fiscalizar e encaminhar propostas no campo de análise. Sendo assim utilizam-se parcerias públicas e privadas, para assim conscientizar e informar as pessoas de que se faz necessário o descarte adequado para equipamentos utilizados, entretanto o grau de informação das pessoas está diretamente vinculado ao interesse por parte das empresas responsáveis pela fabricação de produtos eletrônicos, os quais devem democratizar suas informações, tendo que assumir o compromisso de divulgar em meios de comunicação onde estão localizados os postos de coleta, viabilizando a entrega dos aparelhos eletrônicos e possivelmente destinando os resíduos ao ciclo de reciclagem.

No entanto, há um crescente aumento do consumismo que na pesquisa revela-se através da frequência de compra de tais aparelhos, que em geral é anual, também demonstra a opinião dos consumidores, os quais relatam que os fabricantes produzem aparelhos com curta vida útil, fazendo com que a rotatividade de consumo aumente a cada dia, tal fato é decorrente do acelerado processo de desenvolvimento tecnológico que de certa forma induz aos usuários a compra rotineira de novas tecnologias que ontem eram consideradas de última geração, mas amanhã serão tratadas como aparelhos ultrapassados.

Pois os produtos eletroeletrônicos devem vir para facilitar a realização de tarefas domésticas e cotidianas, o consumismo deve ser repensado na medida em que avança as preocupações em torno da questão ambiental, é necessária a adoção de políticas públicas que envolvam a sociedade civil e o poder público, através da adoção de postos de coleta nos principais estabelecimentos privados e na divulgação de ações de conscientização em torno da logística reversa.

Consumir é decorrente da influência que o sistema capitalista nos impõe, porém causar danos ao meio ambiente é consequência da nossa inconsciência enquanto cidadãos do planeta, por

este fato repense, reduzam, recicle e reintegre o que hoje é aparelho eletrônico, mas que amanhã virara apenas “sucata”, sendo assim, pare e pense, o planeta agradecerá seu gesto de consciência.

REFERÊNCIAS

BERNA, Vilmar Sidnei Demamam. **“Pensamento ecológico: reflexões crítica sobre meio ambiente, desenvolvimento sustentável e responsabilidade sustentável e responsabilidade social”**. São Paulo: Paulinas, 2005.

BRANCO, Samuel Murgel. **O meio ambiente em debate**. 3ª Ed. rev. e ampl, 2004.

FREIRE, Paulo. **Conscientização: Teoria ou prática da Libertação**. 3ª edição. São Paulo: Editora Centauro, 2005.

MARC, Philippe Saint. Entrevistado por KISTER, Pierre. Texto de SENENT, Juan. **A Poluição**. 2ª edição: Editora Salvat, 1988, pp. 58.

MINC, Carlos. **Ecologia e Cidadania**. 2ª edição. São Paulo: Moderna 2005, pp 74.

PENTEADO, Heloísa Dupas. **Meio ambiente e formação de professores**. 5ª edição. São Paulo: Cortez, 2003.

MÍDIA PANFLETADA POLUI? ESTUDO DE CASO SOBRE A VISÃO DOS PANFLETISTAS E TRANSEUNTES EM FORTALEZA-CE

R. H. R. Moreira¹; T. R. Holanda²; P. A. Medeiros³ e G. O. Santos⁴

¹Instituto Federal do Ceará - Campus Fortaleza e ^{2,3,4}Instituto Federal do Ceará – Campus Fortaleza
rennarinha@hotmail.com – taianny_tata@hotmail.com – priscila_a.medeiros@hotmail.com –
gemmelle@ifce.edu.br

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivos i) conhecer o trabalho e as pessoas que realizam a panfletagem em Fortaleza-CE e ii) conhecer a visão desses prestadores de serviços e dos transeuntes em relação à (in)existência de poluição visual na atividade. Foram entrevistados 40 panfletistas e 30 transeuntes através de questões discursivas e objetivas em vias comerciais e nas proximidades de um shopping entre julho e setembro de 2011. Entre os resultados, 68% dos panfletistas se consideram preocupados com o destino inadequado, do ponto de vista ambiental, dos panfletos e 75% percebem que essa atividade influencia na redução da qualidade ambiental. Quanto aos transeuntes, 56,7% acredita que ocorre poluição visual em função da panfletagem e a sujeira dos logradouros públicos bem como o entupimento de bueiros em épocas de chuva são também consequência desse tipo de atividade.

Palavras-chave: mídia panfletada, poluição visual, resíduos sólidos.

1. INTRODUÇÃO

Com o advento da industrialização, no século XIX, os meios de comunicação ficaram cada vez mais necessários para divulgação dos produtos e atração dos clientes em potencial. Estava dado o primeiro passo para a evolução deste ramo que nunca mais parou de crescer: a propaganda e, conseqüentemente, a mídia exterior (REDE DIFUSORA DE COMUNICAÇÃO, 2007 apud MAIA & ARAÚJO, 2007)

No século XX, essa necessidade fica ainda mais evidente, pois a globalização das informações e a variedade de bens de consumo e serviços ofertados tornaram árdua a tarefa de convencer o cliente a decidir pela compra de um produto específico. Logo, os mais variados canais de propaganda transformaram-se em instrumento importantíssimo, capaz de vender ideologias, atitudes e aspirações.

Em algumas capitais do Brasil, como em Fortaleza, é comum a prática da publicidade através de panfletos, onde a informação chega diretamente ao público. Além disso, a panfletagem é um meio de comunicação barato e fácil. Contudo, ela traz conseqüências ambientais e que não podem mais ser negligenciadas.

O presente trabalho teve por objetivos i) conhecer o trabalho e as pessoas que realizam a panfletagem em Fortaleza-CE e ii) conhecer a visão desses prestadores de serviços e dos transeuntes em relação à (in)existência de poluição visual na atividade.

Vale ressaltar que, em alguns bairros da cidade, um trabalho pautado na identificação e correção da prática indevida de panfletagem vem acontecendo. Além disso, a Lei Municipal nº. 8221/98, no seu art. 9º inciso XXI, é bem clara ao afirmar que: “é proibida a colocação de engenhos de propaganda/publicidade, sejam quais forem sua forma, composição ou finalidade: através de volantes ou folhetos de qualquer natureza distribuídos manualmente ou lançado em logradouros públicos”.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Durante uma semana foi realizada observação direta da ação dos panfletistas e dos transeuntes em locais de bastante circulação e diversidade de pessoas (centro da cidade, vias comerciais e próximo a um shopping). Este processo permitiu formar adequadamente o questionário tomado como instrumento de pesquisa.

A pesquisa de campo foi realizada em Fortaleza-CE, no período compreendido entre julho e setembro. O procedimento de coleta dos dados envolveu, inicialmente, a abordagem do sujeito, explicação dos objetivos da pesquisa e busca de suas experiências e conhecimentos sobre o tema.

Foram entrevistados 40 panfletistas e 30 transeuntes através de questões discursivas e objetivas, as quais permitiram uma análise geral da atividade, o conhecimento das condições de trabalho e geração ou não de poluição.

Os dados obtidos nesta pesquisa qualitativa de caráter exploratório foram transcritos para o programa Excel (Windows XP) e trabalhados na forma de percentuais e tabelas. Já as falas foram transcritas e resumidas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 SOBRE OS PANFLETISTAS

Entre os panfletistas 17,5% se apresentaram como menores de idade (< 18 anos), 55% tinham entre 18 a 26 anos, 25% entre 27 e 38 anos e 2,5% acima de 50 anos.

Quanto ao número de horas trabalhadas por dia, percebeu-se que 55% dos entrevistados trabalham de 8 a 10 horas, 25% trabalham de 5 a 7 horas por dia, 15% trabalham de 2 a 4 horas e 5% trabalham de 11 a 12 horas, como mostra a Figura 1.

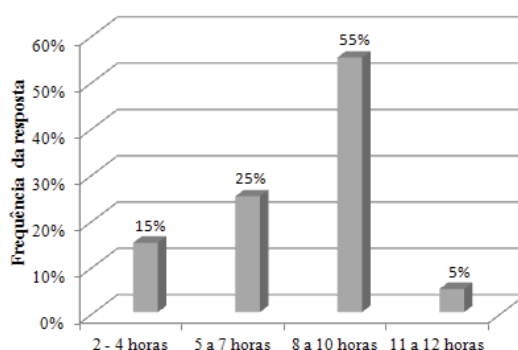


Figura 1 - Carga horária diária dos panfletistas

Em relação à renda adquirida nesse tipo de atividade, percebeu-se que 55% dos entrevistados ganham de 20 a 25 reais, 40% ganham de 40 a 80 reais por dia, 7,5% ganham de 30 a 35 reais, 5% recebem de 10 a 15 reais e 2,5% recebem mais de 80 reais, como mostra a Figura 2. Tais rendimentos estão associados ao número de horas trabalhadas.

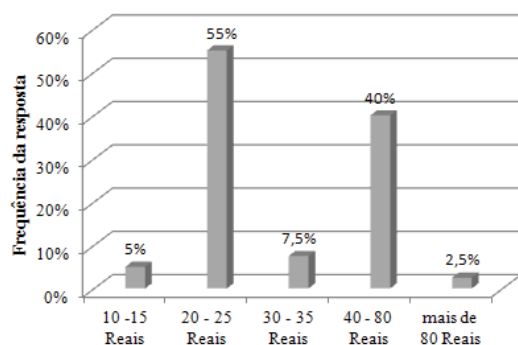


Figura 2 - Remuneração dos panfletistas

Diante desses dados, foi perguntado o motivo de trabalharem entregando panfletos. Dos entrevistados, 57% afirmaram que trabalham nessa atividade devido à falta de outra oportunidade, 23% responderam que o motivo é a falta de dinheiro e 20% afirmaram estar nessa atividade devido à indicação de amigos ou a necessidade de ter uma renda extra, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Motivo de trabalharem entregando panfletos

<i>Motivação</i>	<i>Incidência</i>
FALTA DE OPORTUNIDADE	57%
FALTA DE DINHEIRO	23%
OUTROS	20%

Sobre o trabalho em si, 45% dos entrevistados afirmaram que frequentemente escutam desaforos, palavrões e respostas ignorantes, sendo orientados pela firma a agir da seguinte forma: ser educado, entregar apenas um panfleto por pessoa, conversar apenas o essencial com o pedestre e não jogar panfleto no lixo.

Foi perguntado também se os locais de distribuição dos panfletos são próximos dos locais onde residem. Apenas 30% dos panfletistas trabalham próximo ao bairro onde moram. Dos 70% que moram longe, 46,4% não recebem nenhum tipo de auxílio (vale transporte ou refeição).

Foi questionado também quantos panfletos cada um consegue entregar por dia. Obteve-se que 50% dos panfletistas entregam até 200 panfletos, 17% dos panfletistas entregam até 1000 panfletos, 12% dos panfletistas entregam até 1500 panfletos, 10% dos panfletistas entregam entre 80 e 150 panfletos, 8% dos panfletistas entregam até 2500 panfletos e 3% dos panfletistas entregam até 5000 panfletos, como mostra a Tabela 2. Certamente, essa variação depende do número de horas trabalhadas e do local de entrega.

Tabela 2 - Quantidade de panfletos entregues por dia

<i>Número de Panfletos</i>	<i>Incidência</i>
De 80 a 150	10%
Até 200	50%
Até 1000	17%
Até 1500	12%
Até 2.500	8%
Até 5.000	3%

Perguntou-se aos panfletistas o quê eles observam em relação ao destino dado aos panfletos pelos transeuntes. Para 47% dos entrevistados, os transeuntes *leem* e depois *guardam ou jogam no lixo*. Para 15% dos entrevistados, os transeuntes *leem* e depois *jogam no chão*. Para 18% dos entrevistados, os transeuntes *não leem* e depois *guardam e jogam no lixo*. Para 20% dos entrevistados, os transeuntes *não leem* e depois *jogam no lixo*, como se observa na Tabela 3.

Tabela 3 - Destino dado ao panfleto na visão dos panfletistas

<i>Destinação dada ao panfleto</i>		<i>Incidência</i>
LÊEM	Guardam e jogam no lixo	47%
	Jogam no chão	15%
NÃO LÊEM	Guardam e jogam no lixo	18%
	Jogam no chão	20%

Considerando esses dados, 68% dos panfletistas se consideram preocupados com o destino inadequado, do ponto de vista ambiental, dos panfletos e 75% percebem que essa atividade influencia na redução da qualidade ambiental.

3.2 SOBRE OS TRANSEUNTES

Entre os 30 entrevistados, 57% não são contra a panfletagem, mas 30% desse percentual recebe o panfleto de forma mecânica. Na visão desses transeuntes, trata-se de um trabalho justo e honesto e que não ofende quem passa pelos locais de sua prática.

Em pesquisa realizada no centro de Florianópolis, em Santa Catarina, Medeiros et al. (2009) observaram que por muitas vezes os transeuntes se identificam com o panfletista, sentindo-se impelidos a pegar o panfleto como um sinal de respeito à pessoa muito mais do que interesse na informação.

Os entrevistados de Fortaleza que se mostraram desfavoráveis à panfletagem alegaram se sentir incomodados com a sujeira decorrente da atividade. Além disso, os panfletistas realizam assédio constante aos pedestres, sendo classificados como *incansáveis* e *estressantes*.

Um dos objetivos da propaganda é a divulgação massiva do produto ou serviço. Sendo assim, a abordagem realizada pelos panfletistas é fator determinante para a aceitação do impresso.

Conforme exposto por Batan e Augusto (2011), a multiplicidade de anúncios comerciais é considerada a maior responsável por tornar a aparência dos centros urbanos feia, confusa e desagradável, mantendo de forma inquietante a sensação de desconforto no ambiente em que milhares de pessoas circulam diariamente.

Verificou-se que 90% dos entrevistados aceitam quaisquer panfletos, desde aqueles referentes a produtos de consumo até os que tratam de temas religiosos. De um modo geral, prevaleceu o comportamento de *pegar e ler* (80%) em relação a *pegar e jogar imediatamente no chão* ou no *lixo* (20%).

Em média, 66,7% das pessoas entrevistadas após receberem o folheto permanecem com o mesmo, pois ele servirá como fonte de consulta futura, assim como citado por Oravec (2007). A autora define panfleto como sendo um canal que fornece suporte à tomada de decisões, no qual os clientes buscam respostas para cinco questionamentos básicos: para que, onde, quando, quanto e como.

Entre os entrevistados, 10% mostraram preocupação em realizar o descarte do panfleto nas lixeiras distribuídas pelas ruas da cidade *tendo* ou *não* realizado sua leitura. De acordo com a Secretaria Executiva Regional do Centro (SERCEFOP), a maior parte do lixo retirado das ruas do centro de Fortaleza são panfletos publicitários. A SERCEFOP acrescenta ainda que, a prática da panfletagem em vias públicas interfere diretamente na qualidade da limpeza, tendo em vista que boa parte dos materiais distribuídos é lançada no chão, contribuindo com a obstrução de canaletas e bueiros do sistema de drenagem de águas pluviais, que traz como resultado nos alagamentos.

Maia e Araújo (2007) realizaram um estudo amplo sobre a mídia exterior em Fortaleza e constataram a reduzida eficiência da publicidade por intermédio de volantes ou folhetos de qualquer natureza distribuídos manualmente.

Com isso, julgou-se necessário conhecer a percepção ambiental dos transeuntes no que diz respeito à distribuição de panfletos.

A percepção ambiental é, em essência, a visão que cada indivíduo possui ou a percepção de cada indivíduo sobre o ambiente, que o leva, a partir dessa percepção, a interagir (positiva ou negativamente) com o meio a sua volta, influenciando (positiva ou negativamente) as pessoas e o ambiente com o qual reage e interage (direta ou indiretamente), sendo o primeiro passo na direção do processo de conhecimento e do exercício da cidadania ambiental (OKAMOTO, 2003).

Observou-se que 46,7% afirmaram que a panfletagem pode causar algum tipo de dano ambiental, seja a curto ou longo prazo, enquanto 43,3% afirmaram que esse tipo de propaganda não traz nenhum problema. Outros 6,7% disseram que pode causar problemas, mas não a prática isolada e 3,3% não souberam responder.

A consciência sobre os danos que causamos ao meio é uma percepção positiva. Conforme Rempel et al. (2007), as investigações relacionadas à percepção ambiental permitem a reflexão do próprio indivíduo sobre a paisagem em que está inserido, tornando possível a avaliação de suas ações no ambiente.

O mais novo dos entrevistados, de apenas 14 anos de idade, é um dos transeuntes que se importa com a qualidade ambiental da cidade. Ele afirmou jogar seu panfleto no lixo, quando não, guardava-o em sua mochila pra efetuar o descarte depois. Segundo ele *"as pessoas não têm consciência e jogam mesmo no chão... se todos tivessem consciência, ninguém sujava"*.

Para a obtenção de um estudo mais aprofundado, questionou-se de que maneira específica a panfletagem contribui para a degradação ambiental. Obteve-se que 56,7% dos entrevistados creditam a poluição dos logradouros públicos e entupimento de bueiros em épocas de chuva como consequência da panfletagem.

Um dos entrevistados foi além, afirmando que essa atividade aumenta a necessidade por papel e, então, por madeira para sua fabricação, demandando mais impressão e necessidade de tintas, ou seja, mais uso de recursos.

A opinião apresentada pelo entrevistado se adequou a idéia difundida por Freire (2010) apud Rodrigues et al. (2010). Para o autor, é necessário um processo intenso de conscientização ambiental que desperte a atenção do homem para a questão do esgotamento dos recursos naturais.

Para Gomes (2007), estamos acostumados a nos anular da culpa sobre os efeitos negativos que todos nós causamos sobre o meio ambiente e como cidadãos, somos responsáveis por eles.

4. CONCLUSÃO

A pouca quantidade de material científico que trata da atividade de panfletagem e, mais especificamente, correlacionando-a com aspectos ambientais enaltece a importância de um estudo desse tipo.

Pelos resultados obtidos, ficou evidenciado o elevado grau de receptividade dos panfletos por parte dos transeuntes. Em análise mais aprofundada, percebeu-se que tal comportamento muitas vezes se dá de forma mecânica.

Embora tenha ocorrido de um elevado percentual dos entrevistados afirmarem realizar corretamente o descarte do panfleto, grande parte da sujeira acumulada em ruas, canteiros, jardins e

logradouros públicos provêm dos materiais publicitários distribuídos às pessoas irregularmente. Sendo assim, há divergência entre o que foi dito e o que é feito.

Analisando a percepção ambiental dos panfletistas e transeuntes entrevistados, as opiniões dos receptores mostraram-se divididas quanto aos danos ambientais decorrentes da panfletagem, enquanto que os panfletistas demonstraram uma divergência de opinião no que se diz respeito à responsabilidade ambiental. Contudo, ficou claro que a maioria dos entrevistados, sejam panfletistas ou receptores, ainda que de forma simplista, têm consciência que a distribuição exaustiva de panfletos propicia desconforto visual, prejuízo estético à cidade e entupimento de bueiros.

REFERÊNCIAS

BATAN, M. A.; AUGUSTO, C. Poluição e Publicidade: a irresponsabilidade social em prática. Disponível em: <<http://www.clapublic.com.br/artigos/artigo23.pdf>> Acesso em: 10 jun 2011.

GOMES, A. P. W. **Percepção Ambiental dos alunos da Faculdade de Viçosa – FDV**. In: Semana Acadêmica de Meio Ambiente: Gestão, Educação e Inovação Tecnológica, v.1, p. 1-6. Viçosa, 2007.

MAIA, L. O.; ARAÚJO, J. L. **Aspectos da mídia exterior na cidade de Fortaleza**. Rev. Humanidades, Fortaleza, v. 22, n. 2, p. 148-156, jul - dez. 2007.

MEDEIROS, J. G.; SILVEIRA, J. D.; SILVEIRA, L. C. **Identificação de fatores que interferem na distribuição de panfletos em locais públicos**. Revista Psicologia: Teoria e Prática, v.11, n.3, p.82-96, 2009.

OKAMOTO, J. **Percepção Ambiental e Comportamento**. São Paulo: Mackenzie, 2003.

ORAVEC, V. M. **Análise sobre as condições de recebimento e aceitabilidade de propaganda por intermédio de panfletos**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Administração), Departamento de Ciências Administrativas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

PREFEITURA DE FORTALEZA. **Lei nº 8.221 de 28 de dezembro de 1998**. Dispõe sobre a propaganda e publicidade no município de Fortaleza e dá outras providências.

REMPEL, C., MÜLER, C. C.; CLEBSCH, C.C.; DALLAROSA, J.; RODRIGUES, M. S.; CORONAS, M. V.; **Percepção Ambiental da Comunidade Escolar Municipal sobre a Floresta Nacional de Canela, RS**. Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 141-147, abr./ jun, 2008.

RODRIGUES, A. S. L.; NETO, O. A. R.; MALAFIA, G. **Análise da percepção sobre a problemática relativa aos Resíduos Sólidos Urbanos revelada por moradores de Urutaí, Goiás, Brasil**. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, vol.6, n.11, p. 1-15, 2010.

MONITORAMENTO COMUNITÁRIO PARTICIPATIVO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO MUNICÍPIO DE URUBURETAMA-CE: VIGILANTES DA ÁGUA NO CEARÁ.

F. N. S.SILVA

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Fortaleza
nataniel_santos@yahoo.com.br

RESUMO

A situação atual de poluição dos recursos hídricos, provocada pela disposição inadequada de lixo, pelo lançamento de esgotos domiciliares e industriais e efluentes agrícolas, exige um rápido posicionamento dos órgãos públicos competentes. Os problemas decorrentes destes fatores podem ser minimizados pelo conhecimento científico do ecossistema, por meio da participação efetiva dos moradores no monitoramento das fontes hídricas que os abastecem. O presente trabalho apresenta o projeto desenvolvido nas comunidades do município de Uruburetama, no estado do Ceará, com a metodologia do "Global Water Watch" (GWW), programa da Universidade de Auburn, Alabama, EUA. Empregou-se técnica didática de análise da qualidade da água, com informações sobre poluição das fontes hídricas de consumo humano. Para avaliação qualitativa da água, os monitores voluntários das comunidades recebem "kits" *Coliscan Easygel* de análise de *Escherichia coli*. No município de Uruburetama, em torno do açude Mundaú houve redução, na Bica dos Ribeiros, de 3400 colônias de *E. coli*.100 ml⁻¹ (dez./2009) para 1800 *E. coli*.100 ml⁻¹ (nov./2010). Assim como houve diminuição (dez./09 a nov./10) na comunidade de Itacolomy (de 666 para 100 NMP. 100 ml⁻¹) e na comunidade da Ponte do Itamarati, próximo ao açude Mundaú (de 766 para 100 NMP. 100 ml⁻¹). Além do monitoramento participativo comunitário o programa tem proporcionado mudanças no modo de pensar e agir das comunidades, com a elaboração de estudos de caracterização ambiental nas microbacias, diagnóstico sócio ambiental participativo, construção de cisternas escolares, elaboração de plano de resíduos sólidos e coleta seletiva.

Palavras-chave: monitoramento comunitário, qualidade de água, educação ambiental.

1 INTRODUÇÃO

A situação atual de poluição dos recursos hídricos, provocada pela disposição inadequada de Lixo, pelo lançamento de esgotos domiciliares e industriais e efluentes agrícolas, exige um rápido posicionamento dos órgãos públicos competentes, no sentido de reverter o processo crescente de degradação ambiental.

Em regra, os modelos de desenvolvimento para as comunidades rurais do semiárido não consideram a capacidade de suporte hídrico e o interesse das comunidades, que sofrem com a seca, dependendo de carros-pipas ou fontes hídricas das quais não se têm dados oficiais disponíveis da qualidade da água, na maioria das vezes incompatíveis ao consumo humano.

Assim, é necessário erradicar as fontes de poluição, pois a maior parte das doenças de veiculação hídrica é causada pela ausência ou tratamento inadequado dos contaminantes lançados nos corpos hídricos.

Os problemas decorrentes destes fatores podem ser minimizados pelo conhecimento científico do ecossistema por meio da participação efetiva dos moradores no monitoramento das fontes hídricas que os abastecem.

O Fundo Cristão para Crianças (CCF-Brasil), em parceria com o Centro Internacional de Aquicultura e Ambientes Aquáticos (ICAAE), da Universidade de Auburn, Alabama, Estados Unidos, introduziram no ano de 2000, no vale do Jequitinhonha, região semiárida de Minas Gerais, uma metodologia de educação ambiental baseada na formação e capacitação de grupos comunitários de voluntários para o monitoramento participativo da qualidade da água em bacias hidrográficas – o Global Water Watch (GWW). Para a análise da água, eles recebem kits de monitoramento, certificados pelo programa GWW, que avalia a presença de coliformes totais e fecais na água de consumo humano.

O GWW ou Programa Vigilantes da Água surgiu na Universidade de Auburn e se espalhou por diversos países, como Filipinas, Equador, México, Indonésia e Brasil, iniciando pelo Vale do Jequitinhonha, com a formação de grupos de monitores em diversas comunidades rurais, onde muitas famílias se beneficiam diretamente dos conhecimentos básicos, instrumentos e metodologias de trabalho até então desconhecidos, mas essenciais à manutenção da saúde das pessoas e conservação e proteção dos recursos hídricos.

O presente trabalho objetivou avaliar o trabalho dos vigilantes da água no município de Uruburetama e os efeitos destas ações para a referida comunidade, envolvendo os aspectos sócio-ambientais, de educação ambiental e de qualidade das águas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os recursos naturais se relacionam entre si e, como consequência, as alterações ocorridas em um meio podem repercutir em outros. Quanto estas alterações têm efeito negativo sobre a qualidade ambiental, têm-se um caso de poluição.

A Lei nº. 6938 (BRASIL, 1981), que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, considera como poluição qualquer alteração na qualidade ambiental que crie condições adversas às atividades sociais e econômicas, ou seja, que prejudique o uso de determinado ambiente.

No caso dos recursos hídricos, estes não podem ser considerados como ambientes isolados, mas associados aos outros componentes do meio como um todo, pois que uma alteração em um dos meios pode causar modificações nos ambientes aquáticos, tanto sob os aspectos quantitativos como qualitativos (MOTA, 2008).

Para satisfazer suas necessidades, o ser humano necessita utilizar-se dos recursos naturais. Muitas vezes, isso ocorre de maneira inadequada, provocando alterações que repercutem de modo nocivo ao próprio homem. Tal ocorre, de maneira especial, com o uso da água. Para se avaliar os impactos das atividades humanas sobre os corpos hídricos, faz-se necessário que se conheçam as consequências das modificações

nos demais recursos naturais. Para Mota (2006), as conseqüências da poluição da água podem ser de caráter sanitário, ecológico, social ou econômico.

De modo geral, as águas poluídas têm os seus usos prejudicados por não atenderem aos requisitos especificados para determinados usos, desde os mais restritivos aos mais permissivos.

Como conseqüência da degradação da qualidade da água de recursos hídricos, ocorre à desvalorização das áreas adjacentes aos mesmos, as quais passam a não contar com esse recurso em condições de satisfazer às diversas atividades.

O gerenciamento de recursos hídricos deve integrar as ações de gestão ambiental, entendida por LANNA (1995) “como uma atividade voltada para a formulação de princípios e diretrizes, estruturação de sistemas gerenciais e tomada de decisões, tendo por objetivo final promover, de forma coordenada, o uso, proteção, conservação e monitoramento dos recursos naturais e sócio-econômicos em um determinado espaço geográfico, com vistas ao desenvolvimento sustentável”.

Os programas de gestão de recursos hídricos não devem considerar os corpos de água isoladamente, mas como integrantes de um ambiente maior, que forma a bacia hidrográfica. Na bacia, há um inter-relacionamento dos recursos hídricos entre si e com outros recursos naturais, tais como o solo, o ar, a vegetação e a fauna, e com o meio antrópico. Assim, a gestão de recursos hídricos deve ser considerada como parte de um planejamento mais amplo de um determinado espaço (a bacia hidrográfica), onde outros recursos naturais estão presentes.

Segundo ROCHA, CARDOSO e ROSA (2004), as fontes de poluição das águas superficiais, em função de como os poluentes podem alcançar os mananciais, podem ser classificadas da seguinte maneira:

- Fontes pontuais
- Fontes não pontuais (difusas)

As fontes pontuais são aquelas que têm um local determinado de lançamento na água, como as tubulações de esgotos domésticos e industriais ou de galerias de água pluvial. Tais fontes são mais facilmente identificadas, pois se restringem a lançamentos pontuais de carga poluidora. As fontes não pontuais caracterizam-se por uma aplicação difusa dos poluentes na água, podendo-se citar como exemplos: águas do escoamento superficial; águas de drenagem de sistemas de irrigação; águas de infiltração, a partir do lançamento de resíduos sólidos e líquidos no solo; lançamentos aleatórios de detritos na água. Os poluentes originados em fontes não pontuais alcançam os mananciais de forma espalhada, dificultando sua identificação.

3 METODOLOGIA

Diante da experiência desenvolvida desde 2006, a Embrapa Agroindústria Tropical colocou-se nesse projeto como proponente para implantar a metodologia Vigilantes da Água em comunidades rurais. Para a avaliação qualitativa da água, os monitores recebem “kit`s” para a análise de *Escherichia Coli* e outros coliformes, certificados pelo programa GWW.

3.1 Oficinas de Capacitação

A iniciativa do programa se dá com uma oficina de Formação de Multiplicadores do Programa Vigilantes da Água cujo público-alvo é de 20 a 30 pessoas de cada comunidade, contanto com a equipe já capacitada na metodologia (Embrapa e IFCE). Os temas abordados foram: ciclo hidrológico, bacia hidrografia e suas características, coliformes fecais, a metodologia de monitoramento de *Escherichia coli* e outros coliformes usando kits Coliscan Easygel, os locais selecionados para monitoramento e os meios de divulgação a serem empregados, como o Mural

dos Vigilantes. As capacitações sensibilizam as comunidades para as questões ambientais locais, com a identificação, a avaliação e o manejo integrado das fontes hídricas.

3.2 Material de Amostragem

O *kit* (Figura 1) é composto de: uma micropipeta, três frascos de meio-de-cultura Coliscan Easygel e três placas de Petri. O prazo de validade é de 1 ano, quando armazenado em freezer. As placas de Petri e as micropipetas podem ser armazenadas à temperatura ambiente. O kit de análise inclui material para coleta de 3 (três) repetições ou amostras de cada local monitorado. A média das três amostras fornece um dado mais real da estimativa do número de colônias bacterianas.

O *Coliscan Easygel* não é uma ágar, mas um meio-de-cultura substituto, e vem esterilizado, incluindo um frasco contendo o meio-de-cultura e uma placa de Petri tratada com uma formulação especial. O material vem pronto para o uso: os usuários apenas acrescentam uma amostra de água ao frasco e derramam a solução na placa de Petri, levando-a depois a uma “incubadora”. A presença de colônias de *E. coli* é diagnosticada pela coloração roxa ou azul. Outros coliformes são de coloração rosa ou vermelha.



Figura 1 - Kit Coliscan Easygel de análise bacteriológica.

3.3 Método de Monitoramento

O uso de indicadores é uma forma mais fácil e barata de se monitorar a qualidade da água, comparada àquela em que se estimam todos os agentes patogênicos. Indicadores não são necessariamente micróbios causadores de doenças, mas originários das mesmas fontes desses.

Conhecer sua abundância é útil para estimar os níveis de contaminação da água e os riscos à saúde humana. A presença de *Escherichia coli* (*E. coli*) e outros coliformes na água é uma evidência de contaminação por fezes humanas ou animais e está relacionada à probabilidade desta água conter outros micróbios perigosos à saúde humana.

Os testes tradicionais de laboratório que permitem identificar coliformes fecais exigem meio-de-cultura específico, muitas diluições, inoculação e incubação em condições de temperatura rigidamente controladas, sendo um procedimento caro e demorado, pois requerem laboratórios bem equipados e pessoas treinadas, normalmente encontrados nas empresas que tratam e distribuem água potável.

As técnicas de monitoramento utilizadas pelos Vigilantes da Água do Alabama (AWW) foram aprovadas pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) e estão em

conformidade com a legislação brasileira (Portaria MS 518/2004 e Resolução CONAMA 274/2000). Os resultados obtidos com a metodologia descrita no manual do programa podem ser comparados aos testes de laboratório certificado, no caso, Laboratório Integrado de Águas de Mananciais e Residuárias (LIAMAR), do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnológica do Ceará (IFCE), concluindo-se por sua adequação ao Semiárido cearense.

O monitoramento é baseado na realização de análises periódicas em amostras de água de diferentes locais, empregando-se kits Coliscan Easygel e uma “incubadora” (caixa de isopor contendo termômetro e lâmpada de 9 W) (figura 2), adaptada com a finalidade de identificar e quantificar a presença de coliformes fecais e totais, empregando a *Escherichia coli* (E. coli) como bioindicador de contaminação ou potabilidade.



Figura 2 – Incubadora

4 RESULTADOS, ANÁLISES E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

No Estado do Ceará, com 11 bacias hidrográficas, apenas uma não pertence totalmente ao Estado (Bacia do Rio Parnaíba). O projeto atualmente atinge sete das onze bacias hidrográficas do Estado, abrangendo 14 municípios, além da capital, onde monitora mensalmente o açude Santo Anastácio, com coletas laboratoriais simultâneas para validação científica dos dados de qualidade da água – protocolo.

4.1 Monitoramento Participativo Comunitário da Qualidade Bacteriológica da Água

As coletas foram realizadas em períodos distintos, de acordo com cronograma estabelecido pela própria comunidade. Foram realizadas em 5 pontos da própria comunidade, iniciando em dez./09 até nov./10 (tabela 1).

Tabela 1 – Pontos de Monitoramento.

Município de Uruburetama	Locais
P1	Bica dos Ribeiros
P2	Itacolomy
P3	Ponte do Itamarati
P4	Açude Mundaú
P5	Engenhos Mundaú

Os resultados de *E. coli* nos locais monitorados foram comparados a potabilidade da água (Portaria MS nº 518/04).

Observa-se a presença de *E. coli* na água da comunidade da Bica dos Ribeiros, devido ao uso irracional da água, sem nenhum comprometimento de limpeza. O fato mobilizou a comunidade para solucionar o problema e a junto com funcionários da prefeitura do município, passaram a monitorar o local, reduzindo

os níveis de *E. coli* na Bica dos Ribeiros, de 3400 para 1800 NMP. 100 ml⁻¹ no período de dez./09 a nov./10, como mostrado no gráfico 1.

Nota-se que a ação dos Vigilantes na retirada de pocilgas ao longo da comunidade Itacolomy fez com que reduzissem os níveis de *E. Coli* de modo significativo, de 666 para 100 NMP. 100 ml⁻¹ de dez./09 a nov./10 (gráfico 2).

O aumento do valor de 300 para 833 NMP. 100 m⁻¹ no filtro da escola em set./10 a out./10 pode ser atribuído ao monitoramento em dias alternados, dificultando assim, uma melhor representação dos dados em análises. (gráfico 3).

O monitoramento deve ser intensificado em toda a comunidade, principalmente nos primeiros meses do ano, onde há saltos no número de *E. coli*. Isto pode ser atribuído à lixiviação do solo, no qual há maior incidência de coliformes no período chuvoso.

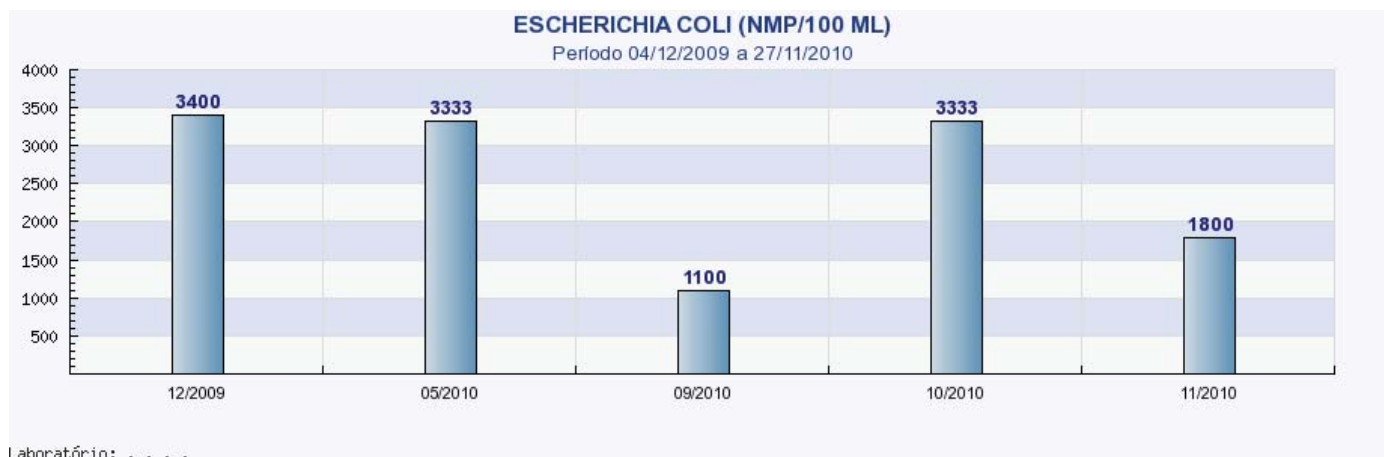


Gráfico 1 – Monitoramento da comunidade da Bica dos Ribeiros

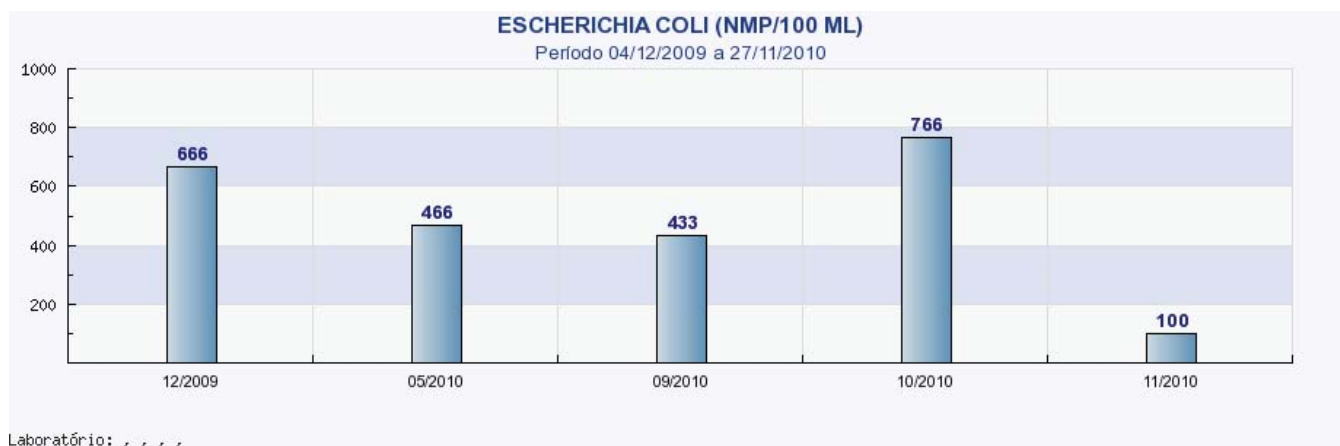


Gráfico 2 – Monitoramento da Comunidade Itacolomy

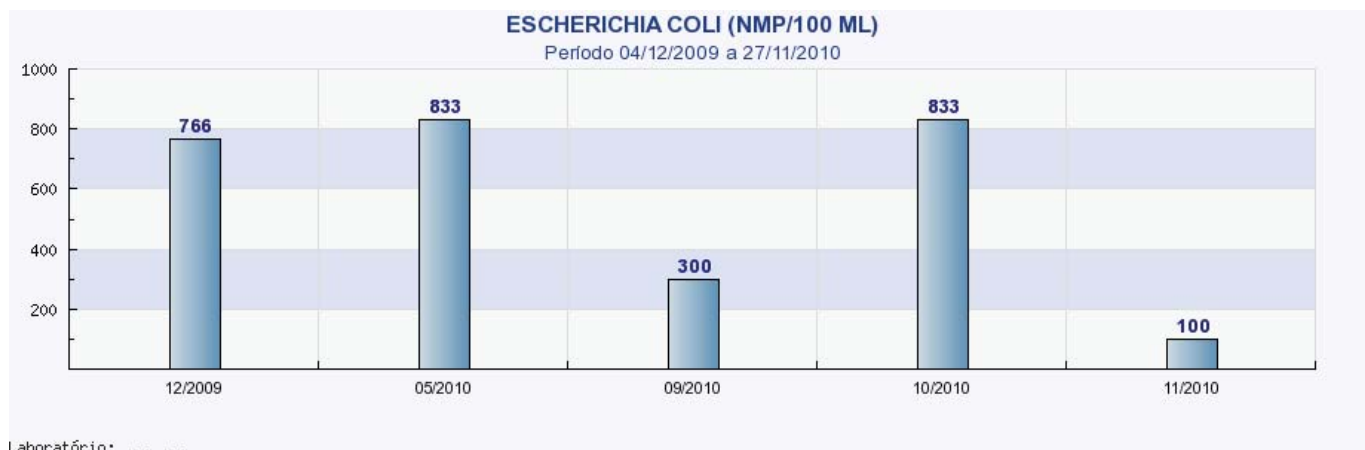


Gráfico 3 – Monitoramento da Comunidade Ponte do Itamarati

4.2 Diagnóstico Geoambiental do Município

Na área de estudo, o clima é o tropical quente semiárido e a temperatura média varia de 26°C a 29°C. A pluviosidade média anual varia de 882 mm a 942 mm, com período chuvoso de janeiro a junho. O relevo é formado por maciços residuais e depressões sertanejas. Predominam solos litólicos e a vegetação Caatinga.

Construídos os mapas das microbacia, o diagnóstico ambiental das áreas e a identificação do potencial das comunidades por meio de entrevistas com os moradores das comunidades e nas instituições municipais que atuam nas áreas de saúde, educação, agricultura e recursos hídricos. Os Vigilantes da Água das comunidades foram capacitados e orientados para o levantamento dos focos de poluição pontual e difusa, sob a orientação da coordenação do projeto e parceiros, contribuindo para a realização do diagnóstico ambiental participativo.

Os resultados parciais dos diagnósticos são apresentados e discutidos em reuniões sistemáticas com os vigilantes, moradores e parceiros.

Sobre o município de Uruburetama, detectou-se que esta é uma das regiões mais quentes do Ceará e do país por estar inserida nos Sertões típicos. A comunidade em análise possui o maior volume de água superficial acumulada, devido ao grande eixo de drenagem (Açude Mundaú), que ainda fornece água para outros municípios vizinhos.

A comunidade denota aspectos urbanos nas formas de uso e ocupação da terra, visualizados nas habitações e nos tipos de transportes. No entanto, vivem baseados nas relações rurais representadas pela agropecuária e culturas de vazantes.

5 DISCUSSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento comunitário da qualidade da água possibilita uma atuação mais participativa da comunidade na solução de seus problemas hídricos e ambientais.

A implantação do modelo GWW requer o estabelecimento de uma forte parceria entre instituições de ensino e pesquisa, organizações civis, o poder público e o setor privado. Ressalta-se aqui, o importante papel dos órgãos de ensino e pesquisa na integração dos demais parceiros e na adaptação do modelo à realidade do semiárido. Facilitando o acesso da comunidade ao conhecimento, desenvolvendo tecnologias de monitoramento nacionais, elaborando protocolos de monitoramento que garantam a qualidade dos dados obtidos, analisando os dados obtidos.

Os resultados obtidos com a implantação do modelo nas comunidades do município de Uruburetama, no estado do Ceará, reforçam a importância do “aprender fazendo” na mudança de atitude e na criação de

uma consciência política. Esses atributos são essenciais à integração das questões ambientais na gestão das águas e à participação ativa da sociedade nessa gestão.

A participação massiva de quase toda a comunidade, com o apoio integral da escola local, mostra que o projeto é autossustentável, já que a comunidade se organiza de forma espontânea e promove eventos ambientais, como o “dia do meio ambiente” e o “dia de limpeza dos recursos hídricos”, sem a participação presencial da Embrapa.

Dados obtidos com os funcionários da Secretaria Municipal de Saúde e da Vigilância Sanitária do município apontam, em geral, para uma queda nos índices de doenças de veiculação hídrica mais comuns: verminoses, micoses e diarreia.

A ampliação do Projeto Vigilantes da Água a demais localidades ainda depende muito da participação de outros órgãos, como a própria secretaria de meio ambiente do município, pois a ação da Embrapa em comunidades mais isoladas é limitada. A participação mais ativa dos representantes públicos tornaria muito mais viável a implantação e ampliação do projeto.

A adaptação do modelo de formação e manutenção de uma rede para o monitoramento da qualidade da água por comunidades, desenvolvido pelo GWW pode contribuir para a consolidação da gestão participativa das águas no Brasil, em especial, na região semiárida.

6 AGRADECIMENTOS

À Embrapa Agroindústria Tropical pelo apoio financeiro concedido e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), em especial, ao LIAMAR (Laboratório Integrado de Águas de Mananciais e Residuárias) pela parceria.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIRES, R. **Análise ambiental integrada de microbacias hidrográficas no Vale do Jaguaribe como subsídio ao Programa Vigilantes Globais da Água**. Tese (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia. Fortaleza, 2009.

MOTA, S. **Gestão ambiental de recursos hídricos**. 3. ed. Revista e ampliada. Rio de Janeiro: ABES, 2008.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H. & CARDOSO, A. A. **Introdução à química ambiental**. Bookman, 2004.

ROSA, M.F. **Gestão Sustentável no Baixo Jaguaribe, Ceará**. EMBRAPA, 1. ed. Fortaleza, 2006.

DEUTSCH, W., DUNCAN, B. **“Community-based water monitoring: global experiences for practical programs in watershed management”**. Auburn University, Auburn, USA.

MONITORAMENTO DA BALNEABILIDADE DE PRAIAS EM MACEIÓ-AL

P. H. G. Cardoso¹, L. M. B. Vilela², A. D. S. Almeida³, E. L. Wanderley⁴

^{1, 2, 3 e 4} Universidade Federal de Alagoas – Campus Maceió
pedroherlleyson@yahoo.com.br – liviambiologia@hotmail.com

RESUMO

A qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário é denominada balneabilidade, sendo entendida como um contato direto e prolongado com a água, onde há possibilidade de ingerir quantidades significativas. Alguns fatores se identificam como os principais responsáveis pela perda de qualidade da balneabilidade das praias situadas em regiões metropolitanas como a concentração urbana, baixa cobertura da rede de esgotos, bem como ligações clandestinas nas galerias de águas pluviais e baixa eficiência no controle de fontes poluidoras. Corpos d'água contaminados por esgoto doméstico ao atingirem as águas das praias podem expor os banhistas a bactérias, vírus e protozoários. Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo analisar a qualidade da água de duas praias de Maceió com relação à balneabilidade, a partir dos dados obtidos das análises laboratoriais realizadas no ano de 2010 pelo Instituto de Meio Ambiente do Estado de Alagoas (IMA). Para tanto, alguns indicadores foram monitorados, dando ênfase aos coliformes termotolerantes, sendo as praias consideradas impróprias quando não obedeceram ao limite superior da legislação vigente. As amostras coletadas para análises foram realizadas em dois pontos distintos em cada praia. Os resultados obtidos na execução do estudo para os pontos 051, 052, 061, 071 de coleta nas duas praias estudadas obtiveram as seguintes porcentagens consideradas impróprias nos pontos: 23,07%, 30,76%, 28,2% e 46,16%, respectivamente. Com isso, percebeu-se que em alguns dos pontos estudados os padrões de balneabilidade estavam além dos padrões permitidos na legislação, sendo influenciado por vários fatores como a falta de saneamento básico na região e a influência de esgotos e galerias de águas pluviais.

Palavras-chave: Balneabilidade, qualidade de água, coliformes termotolerantes.

1. INTRODUÇÃO

Balneabilidade é a qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário, sendo este entendido como um contato direto e prolongado com a água (natação, mergulho, esqui-aquático, etc), onde a possibilidade de ingerir quantidades apreciáveis de água é elevada (CETESB, 2003; CONAMA, 2000).

Para sua avaliação é necessário o estabelecimento de critérios objetivos. Estes critérios devem se basear em indicadores a serem monitorados e seus valores confrontados com padrões preestabelecidos, para que se possa identificar se as condições de balneabilidade em um determinado local são favoráveis ou não; podem-se definir, inclusive, classes de balneabilidade para melhor orientação dos usuários (CETESB, 2003; LOPES & MAGALHÃES JR, 2010).

Corpos d'água contaminados por esgoto doméstico ao atingirem as águas das praias podem expor os banhistas a bactérias, vírus e protozoários. Crianças e idosos, ou pessoas com baixa resistência, são as mais suscetíveis a desenvolver doenças ou infecções após terem nadado em águas contaminadas (DALFIOR, 2005).

As doenças relacionadas ao banho, em geral, não são graves. A doença mais comum associada à água poluída por esgoto é a gastroenterite. Ela ocorre numa grande variedade de formas e pode apresentar um ou mais dos seguintes sintomas: enjôo, vômitos, dores de estômago, diarreia, dor de cabeça e febre. Outras doenças menos graves incluem infecções de olhos, ouvidos, nariz e garganta. Em locais muito contaminados os banhistas podem estar expostos a doenças mais graves, como disenteria, hepatite A, cólera e febre tifóide (CETESB, 2003; DALFIOR, 2005; LOPES & MAGALHÃES JR, 2010).

Nesse sentido, este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da água de duas praias de Maceió em quatro pontos específicos, com relação à balneabilidade, a partir dos dados das análises laboratoriais realizadas no ano de 2010 pelo Instituto de Meio Ambiente do Estado de Alagoas (IMA). A escolha das áreas deu-se pelas mesmas serem praias totalmente urbanizadas e, desta forma, apresentarem uma elevada frequência de banhistas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A utilização dos recursos hídricos para fins de recreação tem apresentado crescente importância social e econômica ao longo dos últimos anos, devido, especialmente à busca pelo desenvolvimento de atividades de lazer em contato com o meio natural, de forma a contrapor o modo de vida em ambiente urbanizado (LOPES, 2010). Neste sentido, o uso da água para fins de recreação pode ser classificado de acordo com o tipo de contato entre o usuário e as águas.

O contato primário refere-se a atividades como a natação, surfe, esqui-aquático e mergulho, nos quais há possibilidade de ingestão de quantidades significativas de água. Já o contato secundário associa-se a atividades de pesca e navegação, em que a possibilidade de ingestão de volume apreciável de água é baixa (CETESB, 2003).

Apesar da crescente utilização das águas para fins recreacionais, nota-se uma carência de estudos e programas de monitoramento que avaliem as condições de balneabilidade, especialmente em balneários de águas doces, o que proporciona o contato de banhistas com águas contaminadas por efluentes domésticos e industriais (LOPES, 2010). Neste contexto, a alteração de tais características acaba prejudicando a fauna, a flora, os processos biogeoquímicos intrínsecos, os bens e serviços que são proporcionados, bem como, os diversos usos que são feitos desses ecossistemas. Diante de tal fato, torna-se necessário a implementação de um programa de monitoramento microbiológica eficaz para

garantir que, ao utilizar-se de praias, rios ou lagoas em suas atividades recreacionais, a população não estará sujeita a algum tipo de contaminação bacteriana e/ou viral (DALFIOR, 2005).

A preocupação com o uso e ocupação do espaço costeiro é recente no Brasil e os constantes problemas resultantes da interferência direta e indireta no equilíbrio dos sedimentos costeiros, do avanço da urbanização sobre ambientes que deveriam ser preservados, mostram que o país tem um longo caminho a percorrer na área de gerenciamento desses recursos.

Em parte o lapso de reação entre percepção dos problemas litorâneos e a busca de soluções decorre da enorme extensão do litoral brasileiro (8.500 km), cuja ocupação mais intensa se iniciou quando houve a valorização do ambiente litorâneo (AURELIANO, 2000). Esse processo de ocupação da costa brasileira repercutiu negativamente sobre o meio ambiente e expõe hoje as marcas da exploração secular dos recursos naturais.

3. METODOLOGIA

A avaliação foi realizada com base nos dados de monitoramento do IMA, contidos nos Laudos de Balneabilidade das Praias de Alagoas referentes ao ano de 2010, estes foram coletados mensalmente e com variação no número de amostras, de acordo com a Tabela 01. Apesar de constarem nos laudos também os valores referentes ao pH e à salinidade, foram considerados apenas, como critério de balneabilidade, de acordo com a Resolução CONAMA Nº 274/00 os valores relacionados aos coliformes termotolerantes (fecais).

O IMA divide o litoral alagoano em Litoral Norte, Litoral Metropolitano e Litoral Sul. Os pontos escolhidos para o referido estudo encontram-se situados nas praias de Pajuçara e Ponta Verde, ambas localizadas no litoral metropolitano, de acordo com os códigos e coordenadas geográficas abaixo:

- Pajuçara, códigos 051 Mar (S 09°40'23,1"; W 035°42'57,3") e 052 Mar (S 09°36'54,0"; W 035°42'31,4").
- Ponta Verde, códigos 061 Mar (S 09°39'52,7"; W 035°41'53,6") e 071 Mar (S 09°39'42,3"; W 035°41'45,7").

Tabela 01 – Nº de coletas realizadas para o monitoramento das praias nos meses de 2010

Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Nº de Coletas	04	03	05	03	04	01	05	03	04	03	03	02	40

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Com a retirada de índices obtidos pelos relatórios do IMA, para a avaliação de classificação das praias de Maceió, foram elaborados gráficos e uma tabela para uma melhor análise dos resultados.

A Tabela 02 retrata os pontos próprios ou impróprios e a quantidade de coletas realizadas em cada ponto no que diz respeito à balneabilidade, de acordo com os meses do ano estudado.

Tabela 02 – Resultados das Coletas em cada Ponto Analisado

Praia	Código	Balneabilidade	Meses												Total de Coletas
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Pajuçara	051	P	4	3	5	3	4	0	0	0	3	3	3	2	30
	Mar	I	0	0	0	0	0	1	5	3	0	0	0	0	9
Ponta Verde	052	P	4	3	5	1	0	0	0	3	3	3	3	2	27
	Mar	I	0	0	0	2	4	1	5	0	0	0	0	0	12
Ponta Verde	061	P	2	3	1	0	4	1	5	3	3	3	2	1	28
	Mar	I	2	0	4	3	0	0	0	0	0	0	1	1	11
Ponta Verde	071	P	4	3	1	1	4	0	0	0	0	3	1	1	18
	Mar	I	0	0	4	2	0	1	5	3	3	0	2	1	21

P – Próprio; I – Impróprio

No que diz respeito à praia de Pajuçara 051 Mar, verificou-se que das 39 coletas, 23 apresentaram-se como própria, corroborando com o ponto de coleta 052 Mar situado na mesma praia, que apresentou 26 próprias. Nota-se que houve uma semelhança na balneabilidade em toda a praia durante o ano estudado. Observou-se também que apenas nos meses de julho e agosto a qualidade da água apresentou-se imprópria.

Nota-se que no ponto 061 Mar, das 39 coletas, 28 classificaram-se como própria. Já no ponto 071 Mar, situado na mesma praia, das 39 coletas, 18 classificaram-se como próprias, ou seja a qualidade da água difere, sendo que a balneabilidade não é a mesma em toda a praia.

Com relação ao ponto 071 Mar situado na praia de Ponta Verde a quantidade de resultados como próprios foram de 18, ficando bem abaixo do ponto 061 Mar, também localizado na mesma praia. Sendo março um mês atípico com relação às chuvas, o resultado da classificação das coletas como imprópria (quatro) provavelmente se deu pela ocorrência de chuvas nas últimas 24 horas antes da coleta, como também por alguma interferência antrópica, como despejos de esgotos de forma irregular ou proximidade de alguma galeria de água pluvial.

Reis et al. (2004), ao estudarem a balneabilidade nas praias de Maceió, avaliaram apenas um ponto de coleta por praia e concluíram que toda a praia seria considerada como própria ou imprópria, de acordo com uma única amostra avaliada. Porém, para efeito deste trabalho, de acordo com as análises realizadas no ano de 2010, será respeitado que apenas os pontos estudados é que serão considerados, o que não é garantia de conclusão para designar se a praia como um todo é própria ou imprópria para banho.

A Figura 01 mostra o percentual de balneabilidade por ponto analisado, referentes aos dados demonstrados na Tabela 02.

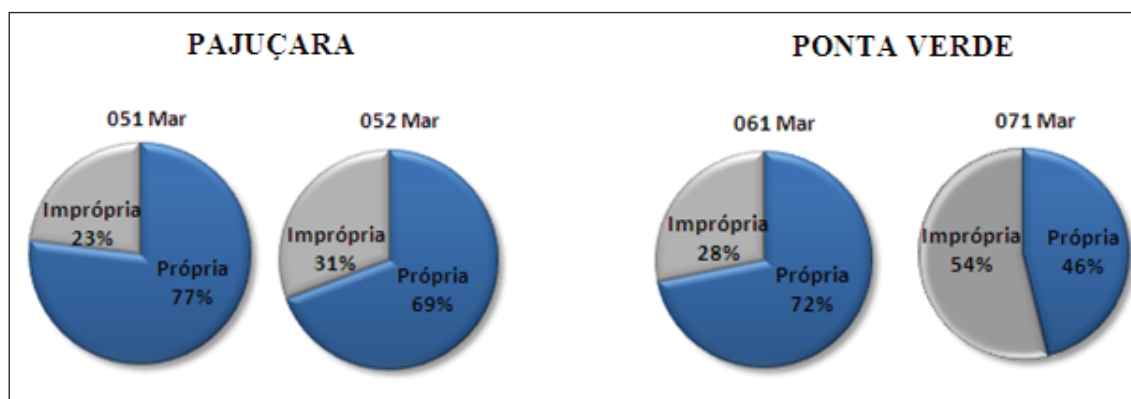


Figura 01 – Resultado percentual da análise dos dados de balneabilidade das praias estudadas.

Observou-se que nos pontos 051 Mar e 052 Mar da praia de Pajuçara, 77% e 69% das amostras, respectivamente, de acordo com os resultados das análises laboratoriais foram consideradas próprias. Já em relação às amostras analisadas, referentes aos pontos da praia de Ponta Verde, o ponto 061 Mar apresentou 72% das amostras como próprias e o ponto 072 Mar, 54% impróprias.

No intervalo dos meses de janeiro a maio, e setembro a dezembro, os pontos 051 Mar e 052 Mar apresentaram-se próprios, provavelmente, pelo baixo índice pluviométrico. Já nos pontos de 061 Mar e 071 Mar, apenas nos meses de fevereiro, maio e outubro foram considerados como próprio.

Podem-se identificar como os principais fatores que afetam as condições de balneabilidade na maioria das praias de Maceió, os aspectos antrópicos os mais importantes, já que os físicos como marés, ondas e correntes, dispersam os poluentes e a composição química das águas salinas não é favorável à reprodução e a vida de microrganismos que prejudiquem a saúde humana. Segundo Aureliano (2000), os fatores que se identificam como os principais responsáveis pela perda de qualidade da balneabilidade das praias situadas em regiões metropolitanas são a concentração urbana na área costeira, a baixa cobertura da rede de esgotos estatal, bem como as dificuldades operacionais das empresas de esgotamento sanitário, ligações clandestinas nas galerias de águas pluviais, baixa eficiência no controle de fontes poluidoras, entre outros.

5. CONCLUSÃO

De acordo com o que fora exposto, observa-se que:

- Na praia da Pajuçara a maioria das coletas foi considerada própria para a balneabilidade;
- Na praia de Ponta Verde, em um ponto o percentual maior foi considerado impróprio; enquanto no outro, próprio para balneabilidade;
- No intervalo dos meses de janeiro a maio e setembro a dezembro na praia de Pajuçara o percentual de próprio provavelmente se deu pelo baixo índice pluviométrico, justificado pela ausência de água nas galerias pluviais;
- Nos meses de julho a setembro na praia de Ponta Verde, observou-se um grande percentual de classificação imprópria, podendo ser devido às frequentes chuvas ocorridas no período mencionado, durante as quais o mar sofre influência do carreamento de matéria orgânica trazida pelos riachos influentes e galerias pluviais.
- Supõe-se que a falta de saneamento ambiental pode ser considerada como a maior causa de poluição das praias, principalmente naquelas onde se localizam os aglomerados humanos.

De acordo com o IMA, algumas precauções devem ser adotadas pelos banhistas que venham a ter contato com a água dessas praias como, consultar as análises de água atuais do órgão ambiental competente e evitar o banho de mar nas semanas que forem classificadas como impróprias; quando existir presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas, ou outras substâncias, capazes de oferecer risco à saúde; floração de algas ou outros organismos, até que comprove que não oferecem risco à saúde; sua utilização nas 24 horas subsequentes à ocorrência de chuvas, devido ao maior risco de doenças; a ingestão de água do mar, com redobrada atenção para com as crianças, que são mais sensíveis e menos imunes que os adultos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AURELIANO, T. J. **Balneabilidade das praias de Pernambuco O Núcleo Metropolitano**. Dissertação (Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2000.

CETESB [COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANAMENTO AMBIENTAL]. **Relatório de balneabilidade das praias paulistas 2002**. São Paulo: CETESB, 2003. 206p.

CONAMA [CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE]. **Resolução nº 274/2000**. Brasília, 2000. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: 20 mai, 2011.

DALFIOR, J. S. **Avaliação da Eficiência do Grupo Coliforme Fecal como Indicador de Balneabilidade de Praias Quando Comparado com Enterococos**: Estudo de Caso da Praia da Curva da Jurema (Vitória, ES). 54f. Monografia (Graduação em Oceanografia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005. Disponível em: <http://www.dern.ufes.br/oceano/link/monografias/2004/monog17_2004.pdf>. Acesso em: 19 maio. 2011.

IMA [Instituto de Meio Ambiente de Alagoas]. **Laudo de Balneabilidade das praias de Alagoas.**
Disponível em: <<http://www.ima.al.gov.br/servicos/balneabilidade/balneabilidade-2010>>. Acesso em:
30 jul, 2011.

LOPES, F. W de. A.; MAGALHÃES JR, A. P. Avaliação da Qualidade das Águas para Recreação de Contato Primário na Bacia do Alto Rio das Velhas – MG. **HYGEIA - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde.** 6(11):133 - 149, Dez/2010.

MONITORAMENTO DA EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO DA ETE DO CAMPO NOVO NA REMOÇÃO DE AMÔNIA, QUIXADÁ, CE

A. A. França¹; F. E. M. Barros²; R. F. Cavalcante³

^{1, 2 e 3} Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Quixadá
anielifranca@hotmail.com; lidqxa@hotmail.com; reinaldo@ifce.edu.br

RESUMO

Devido á grande preocupação com a limitação de água em determinadas regiões, há uma grande busca por tecnologias de reuso. O tratamento de esgoto feito pelo o sistema de lagoa de estabilização é um dos mais eficientes e barato, pois remove grande parte dos nutrientes como nitrogênio e fósforo presentes no esgoto. Nesse tipo de tratamento é de fundamental importância e remoção do nitrogênio que consiste em seis mecanismos: volatilização da amônia uma das principais formas de nitrogênio, assimilação da amônia e de nitratos pelas algas, nitrificação, desnitrificação e sedimentação do nitrogênio orgânico. O objetivo do trabalho foi observar a eficiência do sistema de lagoa de estabilização na remoção de amônia na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), no bairro do Campo Novo localizado no município de Quixadá-Ce. Foram coletadas semanalmente, amostras do afluente e do efluente do sistema, nos meses de Agosto e Setembro de 2011. Durante o estudo foram realizadas análises de pH e amônia conforme PHA (1999). Na pesquisa pode-se verificar que a concentração de amônia na saída da ETE atende aos parâmetros estabelecidos pela a portaria 154/02 da SEMACE que é de 5mgN/l, mesmo o sistema apresentando uma eficiência de apenas 34,4% para a remoção de amônia.

Palavras chaves: Lagoa de Estabilização, Remoção de Amônia, Reuso, ETE do Campo Novo.

1. INTRODUÇÃO

A água é um dos bem mais preciosos que a terra pode oferecer a humanidade, sendo de importância vital. É, portanto, imprescindível para a execução das atividades antrópicas importantes para o desenvolvimento do planeta e por consequência fator vital para toda população terrestre. (TELLES e PACCA, 2007). Atualmente, considera-se que a quantidade total de água na terra equivale a 1.386 milhões de Km³, onde 97,5% do volume total formam os oceanos e mares e somente 2,5% constituem-se de água doce. Tal volume é mantido praticamente constante e distribuído de forma irregular na superfície do globo. (HELLER, 1997).

Devido à grande preocupação com a limitação de água em determinadas regiões como no caso do sertão cearense, há uma busca por tecnologias que auxiliem na redução do poder poluente dos esgotos domésticos, principalmente aqueles que têm como destino final um corpo aquático utilizado pela população. Por conta dos nutrientes presentes nos efluentes domésticos ocorre um crescimento excessivo de plantas que causam um problema chamado eutrofização das águas.

Baseado na problemática com a escassez de água nas regiões semi áridas, surge como alternativa potencial de racionalização, a reutilização da água para diversos fins. Segundo Pacca o esgoto tratado tem papel fundamental no planejamento e na gestão sustentável dos recursos hídricos como substituto da água destinada a fins agrícolas e de irrigação por exemplo. Quando se faz uso da água residuária para fins agrícolas e conserva a água de boa qualidade o uso do esgoto contribui para a conservação dos recursos hídricos e econômicos.

As técnicas de tratamento de fluentes são muitas e podem ser aplicadas de acordo com as necessidades. Como nas regiões áridas e semi-áridas como é o caso do sertão central cearense onde a tecnologia mais usada é o sistema de lagoas de estabilização que não utiliza equipamentos, apenas a vazão da água como alimentação e os processos microbiológicos aeróbios e anaeróbios, mesmo sendo um sistema simples é eficiente, pois consegue remover grandes cargas de nutrientes além de ser barato.

O uso de efluentes para a irrigação é favorável, pois nestes entãos contidos uma série de nutrientes que são necessários para o crescimento das plantas. Dentre estes nutrientes o nitrogênio é o responsável pelo o crescimento inicial da planta que esta sendo irrigada, porém, em excesso pode prejudicar esse processo de desenvolvimento causando retardamento ou evitando o amadurecimento ou prejudicando a qualidade de produção. (Pacca, 2007)

O estudo feito tem por objetivo avaliar remoção de nitrogênio na forma de amônia do sistema de lagoa de estabilização do bairro Campo Novo Quixadá. Observando as concentrações de amônia que estão sendo lançado no corpo receptor e verificando o seu potencial para o reuso agrícola em especial no cultivo da mamona.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

A principal modalidade utilizada no tratamento de esgotos no Sertão Central Cearense é o sistema de lagoas de estabilização, devido a temperatura favorável atingindo 28°C e máximas em torno de 33° a 34°C, aliado a uma considerável quantidade de insolação e de ventos. O sistema consiste basicamente em tanques artificiais onde ocorre a maximização dos processos naturais de degradação, tendo como principal objetivo a remoção de matéria orgânica. As remoções de nitrogênio ocorrem em sua maioria por meio da assimilação microbiológica, da biomassa de algas e da precipitação, (VON SPERLING, 1996). O sistema demanda grandes áreas, é caracterizado por ser de fácil operação e manutenção, apresenta um baixo custo financeiro, podendo alcançar altos índices de purificação (ARAÚJO, 2000 e JORDÃO & PESSOA, 2005). Podem ser classificadas em lagoas aeróbias, anaeróbias e facultativas.

O nitrogênio apresenta-se como um dos nutrientes limitantes nos corpos hídricos, pois em altas concentrações atuando como um dos principal responsável pelo crescimento excessivo das plantas, a eutrofização, a níveis que causam interferências aos usos pretendidos ao corpo d'água, resultando na liberação de toxinas, por parte das macrófitas, além de interferir nas concentrações de oxigênio dissolvido levando a morte de parte da biota aquática, favorecendo assim, condições de anaerobiose em regiões mais profundas do corpo aquático, (ABES, 1992). No tratamento de esgotos é de fundamental importância a remoção de nitrogênio. Essa remoção consiste basicamente por seis mecanismos: volatilização da amônia, assimilação da amônia e de nitratos pela de algas, nitrificação, desnitrificação e sedimentação do nitrogênio orgânico particulado, (VON SPERLING, 1996).

Para evitar o processo de eutrofização e a manutenção da vida aquática que pode ser ameaçada por determinadas concentrações de amônia livre na água devido seu poder toxico, os órgãos de controle ambiental estabelece padrões de lançamento nos corpos aquáticos receptores. A portaria 154/02 da SEMACE regulamenta o padrão de lançamento que estabelece 5 mg N/L, (Cavalcante ET AL, 2008).

A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) do Bairro Campo Novo, localiza-se no município de Quixadá, recebe a priora efluente doméstico, atendendo a uma população de aproximadamente 7.000 pessoas. A ETE é composta por um sistema de quatro lagoas assim dispostas: uma lagoa anaeróbia, uma lagoa facultativa e duas lagoas de maturação utilizam um tempo de detenção hidráulica total de vinte e três dias, seus efluentes já tratados desemborcam no rio Sitiá.

3. MATERIAIS E METODOS

A pesquisa foi desenvolvida no IFCE, no Laboratório de Biodiesel, realizada no período de 29 de agosto até 15 de setembro de 2011. As coletas foram realizadas semanalmente em dois pontos específicos da ETE, onde um estava localizado na entrada do sistema e outro localizado na saída, onde está pronto para desembocar no corpo receptor. As análises de amônia seguiram os parâmetros estabelecidos pelo Standard Method (APHA, 1999).

4. ANALISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

De acordo com o grafico1 pode-se observar que a concentração média de amônia na entrada da ETE foi de 6,52 mg NH₃/l. O valor prova que o nitrogênio ali existente encontrava-se na forma de amônia e nitrogênio orgânico formas predominantes de esgoto recente. A ETE do bairro Campo Novo município de Quixadá apresentou uma concentração média de nitrogênio na saída de 4,74 mg NH₃/l apresentando também uma média de remoção de 34,4% na concentração de amônia. O pH na saída da ETE girou em torno de 7,2 o pH é uma variável de grande importância para o processo de volatilização de amônia.

O corpo receptor da estação de tratamento e do tipo classe III, segundo a resolução do CONAMA 357/05, que determina que a concentração de amônia permitida para um corpo receptor é de 13,3 mg NH₃/L. O efluente lançado pela a ETE consegue atender a quantidade em concentração de amônia permitida pela a resolução do CONAMA, sem afetar aparentemente em termos de toxicidade a biota aquática do corpo hídrico receptor. A determinação da forma em que o nitrogênio encontra-se

predominantemente é de suma importância para a determinação do estágio de poluição que se encontra e a idade da poluição, por esse motivo se faz necessário o monitoramento de amônia em lagoa de estabilização.

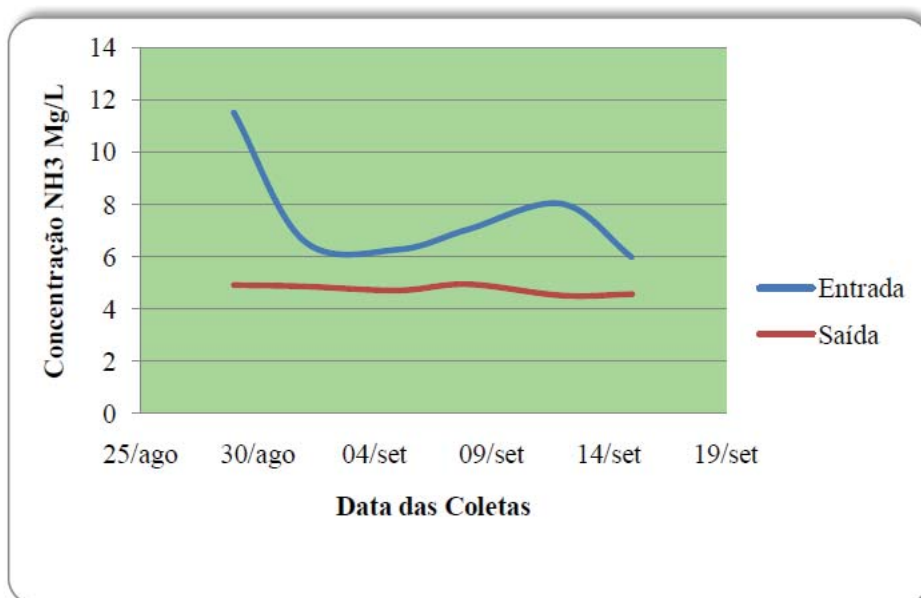


Figura 1 - Variação da concentração de Amônia da ETE do Campo Novo- Quixadá, em 2011.

Segundo Pacca (2007), O nitrogênio é o responsável pela a parte inicial e intermediaria de processo germinativo da planta, porém, seu excesso pode provocar um grande e indesejável desenvolvimento do vegetal, retardando ou evitando o amadurecimento ou ainda prejudicando a qualidade de produção. Pode ser observado que o sistema de tratamento de efluente do Campo novo obteve uma boa eficiência em remoção de nitrogênio na forma de amônia o que prova que o corpo receptor está apto em termos de amônia para o reuso agrícola.

Segundo Da Silva (2004), a remoção de nitrogênio total em lagoas pode alcançar 80%, enquanto a remoção da amônia pode ser de até 95%. Pode-se observar que a eficiência em remoção de nitrogênio na forma de amônia no sistema lagoa de estabilização do campo novo foi apenas de 33,87%, porém atendeu os parâmetros estabelecidos pela a portaria 154/02 da SEMACE que determina 5 mg NH3/L.

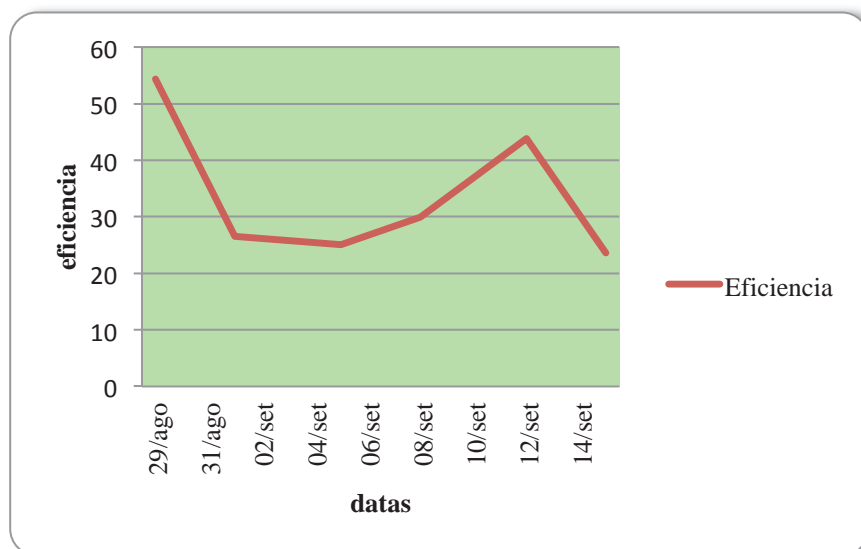


Figura 2: Variação da eficiência em remoção de amônia da ETE do Campo Novo- Quixadá, em 2011.

O efluente da ETE de Campo novo apresenta boas perspectivas para o reúso agrícola tendo em vista concentrações consideráveis de amônia presente sem no entanto exceder os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes, necessitando de estudos posteriores mais aprofundados para a viabilização da prática na região do Sertão Central Cearense.

5. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nesta pesquisa permitiram concluir que:

- O sistema de tratamento de esgoto em lagoa de estabilização do Campo novo apresentou uma remoção media de 34,4% de amônia. A pesar do baixo valor de remoção todas as amostras de saída obedeceram ao padrão estabelecido pela a portaria 154/02 da SEMACE.
- O corpo receptor da estação de tratamento e do tipo classe III, segundo a portaria 154/02 da SEMACE, que determina a concentração de amônia permitida no corpo hídrico receptor de 5,0 mg N/l.
- O pH do efluente da ETE do Campo Novo apresentou em media um pH de 7,2 sendo que a faixa ideal de pH para a volatilização da amônia e assimilação desta pelas as algas é de 9,5.
- A ETE apresenta uma grande concentração de amônia devida á exclusividade de contribuição domestica, ou seja, efluentes ricos em nitrogênio e fósforo.

6. REFERENCIA

APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19ªEd. Washington: American Public Health Association, 1999.

ARAÚJO, L. F. P. **Reúso com lagoas de estabilização - Potencialidade no Ceará**. Fortaleza: SEMACE, 2000.

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 357/2005: disposições sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras**. Diário Oficial da União, n 148, p 63–65, Brasília, 2005.

DA SILVA, F. J. A. **Amônia em efluente de lagoas facultativa primária em Fortaleza, Ceará**. Revista Tecnológica, Fortaleza, v. 25, n. 2, p. 41-51, dez. 2004.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 4ª. Ed. Rio de Janeiro: ABES, 2005. **qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. DESA – UFMG 2ª edição, 1996.

Superintendência de Meio Ambiente do Ceará (SEMACE). **Portaria nº. 154/2002: disposições sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras**. Diário Oficial do Estado, série 2, ano V, n. 148, p. 63–65, Fortaleza, 07 de agosto de 2002.

TAVARES, L. H. S. **Liminologia aplicada à aqüicultura**: FUNEP, JABOTICABAL, 1994, 70 p.

TELLES, DISCEU D'ALKIMIN. II. COSTA, REGINA HELENA PACCA GUIMARÃES. **Reuso da água conceitos, teorias e praticas**. 1ª Ed São Paulo: Editora Blucher, 2007.

VAN HAANDEL, A. C.; LETTINGA, G. **Tratamento anaeróbio de esgotos. Um manual para regiões de clima quente**. Campina Grande, 1994.

VON SPERLING, M. PRINCÍPIOS DO TRATAMENTO BIOLÓGICO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS, 3ªED. **LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO**. DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL; UNIVERSIDADE DE MINAS GERAIS. BELO HORIZONTE, 1996

VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Vol. 1. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. DESA – UFMG 2ª edição, 1996. Pág. 186-191.

O ATUAL CENÁRIO DO REÚSO DE EFLUENTES DOMÉSTICO TRATADO PARA A AGRICULTURA IRRIGADA NO ESTADO DO CEARÁ

R. K. O. Nascimento¹; I. V. A. Andrade² e R. F. Cavalcante³

^{1, 2 e 3} Instituto Federal do Ceará - Campus Quixadá

orodrigokleber@yahoo.com.br; irlavanessa@ifce.edu.br e reinaldo@ifce.com.br

RESUMO

O aumento da demanda por água para consumo humano e irrigação acompanhada do crescente processo de urbanização em grandes centros, faz do reúso de água residuária uma atividade importante e considerável sob a ótica ambiental, econômica e social. Este estudo apresenta um levantamento bibliográfico do atual cenário de reúso de efluentes tratados de origem doméstica para a agricultura irrigada no estado do Ceará. O objetivo do estudo é mostrar as recentes pesquisas, estudos, avanços e retrocessos das experiências sobre reúso de água para fins agrícolas. Os resultados obtidos na pesquisa mostraram que os sistemas de lagoas de estabilização em operação na capital e interior do Estado, que possuem os maiores valores de vazões e áreas a irrigar, podem disponibilizar uma saída de efluente de cerca de 1.664,60 L/s, beneficiando cerca de 2.772,07 hectares, possibilitando a execução da prática do reúso em maiores escalas em todas as macrorregiões do estado. No âmbito estadual já foram realizadas a irrigação de culturas com esgotos tratados, porém ocorrendo de forma não planejada, pois ainda não existem legislações específicas. Sugere-se que o efluente tratado seja utilizado no cultivo de forrageiras para alimentação de animais, da mamona para a produção do biodiesel e de outras culturas similares, não alimentícias. As perspectivas de avanço desta prática são muitas, e em meio a elas se destacam a inserção de novos grupos de pesquisa e estudo dessa modalidade de reúso, como também o aumento de obras de saneamento básico, disponibilizando uma maior quantidade de efluente tratado para a irrigação.

Palavras-chave: água residuária, lagoa de estabilização, reúso agrícola.

1. INTRODUÇÃO

O aumento da demanda por água para consumo humano e irrigação acompanhada do crescente processo de urbanização em grandes centros, faz do reúso de água residuária uma atividade importante e considerável devido aos benefícios gerados nas esferas ambiental, econômico e social. Os recursos hídricos vêm sofrendo ao longo do tempo diversas formas de poluição prejudicando sua qualidade, distribuição e disponibilidade. A água é essencial para manutenção da vida dos seres vivos e para a realização dos ciclos vitais. Atualmente vêm se tornando escassa em muitas regiões, afetando boa parte das populações. A falta de disciplina no uso dos recursos hídricos e a urbanização desordenada obrigam grandes cidades a buscarem água para o abastecimento público, em distâncias cada vez maiores. Todos os problemas relacionados à escassez da água no mundo confirmam a necessidade de um maior controle sua utilização (TELLES, COSTA; 2007).

É amplamente publicada a distribuição de água no mundo, onde do total 97,5% se encontra em oceanos de água salgada (PHI/UNESCO, 2003 apud REBOUÇAS, 2004). E o restante que formam as águas doces da ordem de 2,5% se caracteriza por uma má distribuição no tempo e no espaço. Esse recurso ainda se distribui em 68,9% que formam as calotas polares e geleiras, as quais estão distantes dos centros urbanos, inacessíveis; 29,9% constituem as reservas de água subterrânea; 0,9% outros reservatórios e 0,3% rios e lagos; e chega-se a dizer que apenas 1% é o recurso aproveitável pela humanidade (REBOUÇAS, 2004).

Segundo Sousa et al (1998 *apud* J. de L. Rego et al., 2005) no semi-árido nordestino brasileiro, ocorre uma precipitação pluviométrica anual que varia de 300 a 800 mm de chuvas que se distribuem geralmente durante o período de três meses, ocorrendo assim evapotranspiração em excesso e déficit hídricos em plantas; diante disso, a irrigação torna-se a atividade mais recomendada para assegurar a produção agrícola, porém para atender a demanda de água nessa região, não é necessário somente administrar as bacias hidrográficas locais, mas, também se faz necessário uma política eficiente de reutilização de águas, em que uma das maneiras que deve ser considerada é o reúso de esgotos sanitários provenientes de grandes centros urbanos como uma preciosa fonte de água, principalmente para fins agrícolas; favorecendo assim um aumento da oferta hídrica e de ações de desenvolvimento sustentável da região.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Uma nova forma de redução da poluição hídrica e de reaproveitamento de água é o seu reúso na agricultura, por meio da utilização de efluentes devidamente tratados. A classificação adotada pela (ABES), seção São Paulo, foi a de Westerhoff (1984), que classifica reúso de água em duas categorias: potável direto ou indireto e não potável e ainda o reúso destinado à agricultura em reúso não potável para fins agrícolas. A utilização de esgotos em irrigação é um pratica indicada, principalmente, para regiões áridas e semiáridas, onde há carência de água, muitas vezes, até para consumo humano (Mota, 2006). Segundo Hespanhol (2003 apud Mancuso; Santos 2002), as águas de qualidade inferior, tais como esgotos, particularmente os de origem doméstica, águas de chuva, águas de drenagem agrícola e águas salobras, devem, sempre que possível, ser consideradas fontes alternativas para usos menos restritivos. Porém, o uso de efluente para esses fins deve sempre considerar fatores como disposição política, aceitação pública e disponibilidade de recursos para a prática, obedecendo às normas já existentes.

Localizado no nordeste brasileiro o estado do Ceará possui um área geográfica de 174 mil km² e aproximadamente 93% de seu território está inserido no semiárido (MATIAS E SILVA, 2001, apud CAIXETA, 2010, p.201). O clima que predomina é o semiárido quente e apresenta índices pluviométricos baixos e secas periódicas, onde sua temperatura varia entre 22°C e 29°C. Conhecido como “Polígono das Secas” o território cearense sofre com seus solos degradados em estágios de desertificação e com uma alta vulnerabilidade em relação a disponibilidade de recursos hídricos. Devido às características climáticas e territoriais dessa região diversas populações sofrem com a falta de água como também de alimentos. Diante disso, se faz necessário uma política de gestão de recursos hídrica voltada às diversas formas de reuso e que atenda pessoas que vivem nesses lugares, que assegure no mínimo acesso à água de qualidade para consumo humano.

Em 1958, o Conselho Econômico e Social das Nações Unidas estabeleceu uma política sobre o tema que suporta este conceito: “a não ser que exista grande disponibilidade, nenhuma água de boa qualidade deve ser utilizada para usos que toleram água de qualidade inferior” (UNITED NATIONS, 1958 apud MANCUSO; SANTOS, 2002). O reúso de esgoto tratado para fins agrícolas apresenta-se como uma forma de política de gestão dos recursos hídricos e uma prática de convivência. Segundo Caixeta (2010), o reúso planejado da água faz parte de um programa global encabeçado pela Organização das Nações Unidas e pela Organização Mundial da Saúde como três importantes elementos: proteção da saúde pública, manutenção da integridade dos ecossistemas e uso sustentado da água.

Conforme Mota (2006, p.359), a utilização de esgotos tratados em irrigação deve considerar os seguintes aspectos: tipos de culturas a serem irrigadas; qualidade necessária para o efluente a ser utilizado, em função dos tipos de cultura a irrigar; tratamento a ser aplicado ao esgoto, dependendo da qualidade desejada para o efluente; técnicas de irrigação a serem utilizadas e medidas de controle ambiental a serem adotadas.

3. METODOLOGIA

O método utilizado na realização desta pesquisa foi um levantamento bibliográfico de caráter quantitativo realizado por meio de sites, artigos científicos, dissertações, teses e livros que abordassem as variáveis importantes para o tema reúso de águas residuárias para fins agrícolas, principalmente no estado do Ceará.

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS

O efluente de origem doméstica após tratamento adequado é o mais recomendado para a prática de reuso agrícola, pois suas características beneficiam a agricultura, atendendo aos requisitos de água para irrigação. Para Von Sperling (2005), três tópicos devem ser considerados e são de grande importância em termos de poluição das águas causada por esgotos predominantemente domésticos: poluição por matéria orgânica; contaminação por microrganismos patogênicos e poluição de lagoas e represas; aplicar esgotos em irrigação é uma alternativa que ultimamente está sendo considerada ecologicamente promissora, pois em um processo planejado e eficiente deve ocorrer a remoção de microrganismos patogênicos e a matéria orgânica é mantida em quantidades adequadas devido ao valor nutricional para o solo; diminuindo assim a poluição hídrica. Nesse sentido, o reúso de águas residuárias

apresenta-se como uma opção para minimizar os impactos ambientais causados pelo o lançamento de efluentes, principalmente em regiões semiáridas como o nordeste brasileiro.

O espaço geográfico e as formas de tratamento são decisivos na escolha de qual pratica de reúso deve ser adotada. O estado ceará possui um cenário favorável para a atividade de reúso de água para fins agrícolas, pois detém de condições climáticas e sistemas de tratamento de esgotos adequados. Segundos dados fornecidos pela CAGECE (Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará) o estado conta com oitenta e três estações de tratamento de esgotos ETE's do tipo lagoa de estabilização (SOUZA, 2006). Tsutiya (2001) relata que as lagoas de estabilização são a tecnologia mais adequada para o tratamento de esgotos para uso agrícola. Os sistemas de lagoas de estabilização em operação na Região Metropolitana Fortaleza (RMF) e interior do Estado podem disponibilizar uma vazão de cerca de 1.872,0 L/s, e tais volumes poderão beneficiar cerca de 3.279,66 hectares, considerando uma demanda para irrigação igual a 18.000 m³/ha.ano valor usualmente usado na região nordeste do país (CAIXETA, 2010). A tabela 1 mostra as estações de tratamento de efluente, de maior relevância em termos de vazão e área a irrigar, as mesmas adotam a modalidade de tratamento de lagoas de estabilização, com potencial para a reutilização de seus efluentes na agricultura irrigada no estado do Ceará; são apresentadas as que possuem os maiores valores de vazões e de área a irrigar. Pode-se observar que os municípios de Fortaleza e de Caucaia possuem as maiores vazões de 361,2 l/s, 329,5 respectivamente, possibilitando a execução da pratica do reúso em maiores escalas. Vale ressaltar que os municípios citados, possuem áreas a irrigar consideráveis em todas as macrorregiões do estado, permitindo o aprofundamento dos diversos tipos de reúso.

Tabela 1 - Potencialidades de algumas estações de tratamento de efluentes que adotam sistemas de lagoas de estabilização para a agricultura irrigada no estado do Ceará, 2010.

Estação de Tratamento de Efluente (ETE)	Vazão do efluente (Qmed) (L/s)	Área a irrigar (ha)
Acaraú	38,8	67,98
Aquiraz	68,6	120,19
Aurora	30,7	53,79
Barro*	95,0	166,44
Beberibe	19,0	33,27
Campo Sales	61,3	107,40
Caucaia**	329,5	577,42
Crateús	12,6	22,08
Fortaleza**	361,2	487,9
Guaiuba	19,5	34,10
Indepedência*	36,3	63,60
Itapipoca**	166,0	290,84

Juazeiro do Norte	260,8	456,92
Pacatuba	31,4	55,01
Paracuru	34,4	60,27
Quixadá	10,9	19,10
Russas	19,0	33,29
São Gonçalo**	33,3	58,87
Tabuleiro do Norte	36,3	63,60
TOTAL	1.664,60	2.772,07

* Sistemas que ainda não atingiram a carga plena, e, portanto ainda não têm efluente vertendo na última lagoa.

** Municípios que possuem mais de um sistema de estação de tratamento de efluente (ETE).

Fonte: Adaptado de Caixeta (2010).

O estado do Ceará já realiza a irrigação de culturas com esgotos tratados, porém a prática ocorre de forma não planejada. Segundo Mota *et al* (2000, *apud* Caixeta 2010, p.48), foram identificados através de uma pesquisa 17,3 hectares irrigados informalmente com efluente de ETE's, onde se cultivava culturas como maracujá, coco, alface, coentro e cebolinha; também identificou-se a existência de 3 hectares de forrageiras destinados à alimentação animal, irrigados por meio do mesmo processo. Em 2004 a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece) e a Universidade Federal do Ceará (UFC), por intermédio do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental (DEHA), criaram o Centro de Pesquisa Sobre Tratamento e Reúso de Águas Residuárias que se instalou no município de Aquiraz no estado do Ceará. Neste centro já foram realizadas experiências bem sucedidas nos cultivos de culturas como melancia, mamão, feijão, helicônia, girassol e capim Tanzânia (CAIXETA, 2010).

Em relações aos aspectos sanitários e epidemiológicos adotados para determinar a qualidade do efluente final usado no processo de reúso de água para a agricultura, são considerados em muitos projetos os critérios epidemiológicos estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde (TELLES, COSTA; 2007). No Brasil ainda não existe uma legislação específica com padrões estabelecidos para a prática de reúso de água, principalmente para ações não planejadas, como ocorre no setor agrícola; porém, a Política Nacional de Recursos Hídricos e as diretrizes da Resolução do CONAMA nº 357/2005 criam fundamentos jurídicos e condicionantes legais para o reúso de água (CAIXETA, 2010). Segundo Hespanhol (2003), os elementos básicos para a promoção e regulamentação da prática de reúso de água no território nacional podem ser efetuados por ações como: estabelecer uma política de reúso, definindo objetivos e metas, modalidades, áreas prioritárias e condições para a implementação da prática.

No Ceará, a Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Estado do Ceará (SEMACE) publicou a Portaria N.º 154 de 22 de julho de 2002, que dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras. No artigo 6º da referida resolução, que versa sobre a utilização de efluentes de origem doméstica em atividades agrônomicas (irrigação e drenagem,

dessententação de animais e aquicultura), estabeleceu-se limites de acordo com a atividade destinada (SEMACE, 2002).

Os últimos estudos realizados sobre reúso de água no estado do Ceará, sugerem que o efluente tratado seja utilizado no cultivo de forrageiras para alimentação de animais, da mamona para a produção do biodiesel e de outras culturas similares, não alimentícias. Os agricultores sejam de baixa renda; o efluente seja vendido como forma de combater o desperdício; sejam realizados projetos pilotos e a prática seja estendida gradativamente para as demais estações de tratamento da CAGECE (CAIXETA, 2010). É importante também que estudos relacionados ao reúso incluam esclarecimentos da população, para que se possam difundir tais idéias, tornando mais fácil a aceitabilidade de produtos irrigados com esgoto tratado (COSTA, 2006).

5. CONCLUSÕES

O estado do Ceará possui um cenário favorável para a atividade de reúso de água para fins agrícolas, pois detém de condições climáticas e sistemas de tratamento de esgotos adequados. Os sistemas de lagoas de estabilização em operação na capital e interior do Estado, que possuem os maiores valores de vazões e áreas a irrigar, podem disponibilizar uma saída de efluente de cerca de 1.664,60 L/s, beneficiando cerca de 2.772,07 hectares, possibilitando a execução da prática do reúso em maiores escalas. No âmbito estadual já foram realizadas a irrigação de culturas com esgotos tratados, porém ocorrendo de forma não planejada, pois ainda não existem legislações específicas; as experiências mostraram resultados positivos em projetos nos cultivos de culturas como melancia, mamão, feijão, helicônia, girassol e capim Tanzânia. As perspectivas de avanço desta prática são muitas, e em meio a elas se destacam o aumento de obras de saneamento básico com construções de novas estações de tratamento aumentando a disponibilidade dos efluentes tratados, com a previsão inclusão dessa modalidade de reúso no Plano Estadual de Recursos Hídricos. A inserção de novos grupos de pesquisa e estudo no Sertão Central, Vale do Jaguaribe e Cariri, além dos já existentes em Fortaleza e Aquiraz, objetivando assim uma maior divulgação e abrangência do tema, são contribuições primordiais para o alcance do desenvolvimento sustentável da prática no estado.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos que colaboraram no desenvolvimento da pesquisa, e em especial ao grupo de pesquisa sobre reúso de águas residuárias do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Quixadá e a FUNCAP, pelo recente apoio dado a pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAIXETA, C. E .T. **Avaliação do atual potencial de reuso de água no estado do Ceará e proposta para um sistema de gestão**. Tese de Doutorado. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2010.

COSTA, M. C. **Avaliação dos aspectos sanitários, agronômicos e de qualidade em melancias irrigadas com esgotos tratados**. Dissertação de Mestrado. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2006.

HESPANHOL, I. **Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquífero.** In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. dos (eds). Reúso de água. Barueri, São Paulo: Manole, 2002. Cap. 3. P 37-95.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, S. H. **Reuso de Água.** Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública, Núcleo de Informação em Saúde Ambiental. São Paulo. Manole, 2002.

MOTA, S. (Organizador) **Reúso de Água: Experiências da Universidade do Ceará.** Edições UFC, Fortaleza, CE, 2000.

MOTA, Suetônio. **Introdução à engenharia ambiental.** 4. Ed. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

REBOUÇAS, Aldo. **Uso inteligente da água.** São Paulo. Escrituras Editora, 2004.

REGO, J. L.; OLIVEIRA de, E. L. L.; CHAVES, A. F.; ARAÚJO, A. N. B.; BEZARRA, F. M. L.; SANTOS dos, A. B.; MOTA, S.; **Uso de esgoto doméstico tratado na irrigação da cultura da melancia.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, p 155-159, Campina Grande, 2005.

SEMACE, Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Estado do Ceará. **Portaria Nº 154, de 22 de Julho de 2002. Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluente líquidos gerados por fontes poluidoras.** Diário Oficial do Estado, Fortaleza, 01 de outubro de 2002.

SOUZA, N. C. **Produtividade da mamona, irrigada com esgoto doméstico tratado em lagoas de estabilização.** Dissertação de mestrado. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, UFC, 2006.

TELLES, D. D; COSTA, R. H. P. G.; **Reúso de água: conceitos, teorias e práticas,** 1ª edição, São Paulo: Editora Blucher, 2007.

TSUTIYA, M. I. **Uso agrícola dos efluentes das lagoas de estabilização do Estado de São Paulo.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21, 2001, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABES, 2001, Ref. II – 077.

von Sperling, M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos,** 3ª edição, Belo Horizonte, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

WESTERHOFF, G.P. **“Un update of research needs for water reuse”.** In: Water Reuse Symposium, 3, 1984. San Diego, Califórnia, Proceedings, p. 1731-42.

O SERVIÇO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO ESTADO DO PARÁ SOB A PERSPECTIVA DE POLÍTICAS PÚBLICAS: UM ENFOQUE SOBRE O PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO (PAC).

Eduarda de O. Cunha¹, Mary L. M. Guimarães², Nelson P. M. de Queiroz Junior³ e Tamires C. S. Nascimento⁴.

¹Instituto Federal do Pará - Campus Belém, ²Instituto Federal do Pará - Campus Belém, ³Instituto Federal do Pará - Campus Belém, ⁴ Instituto Federal do Pará - Campus Belém.

cunha.eduarda@hotmail.com – mary.lucy@ifpa.edu.br – juniordequeiroz10@yahoo.com.br – tamirescsn@hotmail.com

RESUMO

O saneamento ambiental é um direito da sociedade garantido pela Constituição Federal do Brasil e também pela Política Nacional de Saneamento Básico, Lei nº 11.445, de 05.01.2007, que prevê a universalização de serviços de saneamento básico. Dentre os quais se destaca, neste trabalho, a provisão do serviço de abastecimento de água e a implementação das obras físicas oriundas de políticas públicas, com ênfase no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC 2007-2010) no Estado do Pará. O artigo apresenta, de forma resumida, a trajetória histórica de políticas públicas voltadas ao abastecimento de água no País, mais especificamente no Estado do Pará. Por fim, analisa a eficácia do PAC e aponta os problemas encontrados dentro do contexto de implementação dos projetos e das obras planejadas para atender o cronograma de execução entre os anos de 2008 e 2010.

Palavras-chave: Saneamento básico; Abastecimento de água; Programa de Aceleração do Crescimento

1. INTRODUÇÃO

A questão do saneamento básico está diretamente ligada à qualidade de vida das pessoas, pois tem relação intrínseca com a questão da saúde, principalmente no tocante a provisão do serviço de abastecimento de água e ao uso inadequado da mesma.

Tendo em vista que, a trajetória das políticas públicas relacionadas ao saneamento no Brasil está vinculada ao surgimento e crescimento das cidades, via-de-regra, elas se desenvolveram para atender o aumento demográfico, sem planejamento no âmbito da provisão dos serviços infraestruturais urbanos.

Maricato (2000) fala sobre a existência de duas realidades presentes em território urbano que se caracterizam por cidade legal ou formal, aquela legitimada pelo Estado, e a quem este atende com adequada provisão os serviços infraestruturais; e a cidade informal ou ilegal, espacializados a margem da cidade legal, na periferia, locais preteridos pela especulação imobiliária, que são atendidos de forma parcial e inadequada pelo Estado quando da provisão dos serviços urbanos

É principalmente para a população residente nessa cidade que se percebe um grande déficit em relação à provisão dos serviços com qualidade.

A Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB), Lei nº 11.445 de 05.01.2007, estabelece diretrizes no âmbito nacional para nortear as ações voltadas ao saneamento. Sendo utilizada como instrumento pelo Governo Federal e demais profissionais da área na elaboração de metas e estratégias para realizar a provisão dos serviços de saneamento a população.

O artigo faz referência à problemática da universalização do abastecimento de água no Brasil e apresenta uma análise sobre a eficácia das políticas públicas, enfatizando a mais recente o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), na provisão de saneamento básico, especificamente as intervenções direcionadas a provisão do serviço de abastecimento de água nos municípios do estado do Pará.

2. METODOLOGIA

O artigo está dividido em três principais partes: a primeira contextualiza, historicamente, as políticas públicas de abastecimento de água no Brasil e no Pará, mostrando que ainda perduram grandes dificuldades para a universalização do abastecimento de água; a segunda parte ressalta as especificidades e diferenças entre o serviço prestado para a RMB e os demais municípios paraenses; e a terceira parte revela quais foram os resultados obtidos, até o momento, no que diz respeito, a ampliar ou mesmo melhorar a provisão de água para o estado do Pará em decorrência das intervenções feitas pelo Governo do Estado em parceria com o Governo Federal com recursos do Programa de Aceleração do Crescimento.

Para consecução dos objetivos propostos na realização da pesquisa, foi feita pesquisa bibliográfica sobre os seguintes assuntos: o financiamento do setor do saneamento no Brasil; as desigualdades regionais na provisão dos serviços de saneamento no Brasil; e avaliação de políticas de saneamento.

Complementando essa consulta, seguiu-se a pesquisa documental em fontes primárias e secundárias, tais como: documentos oficiais, licitações, projetos, relatórios, normas e a legislação pertinente. O levantamento de informações foi concluído após entrevistas semi-estruturadas realizadas com técnicos, entre engenheiros e assistente social, da COSANPA.

3. A PROVISÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Assim como em outros lugares no mundo, a evolução do saneamento no Brasil está atrelada ao surgimento e crescimento das cidades e ao modelo de reprodução socioeconômica que dá origem as mesmas. Rezende e Heller (2008) analisam que "a trajetória histórica do saneamento no País é inseparável dos outros aspectos do desenvolvimento, sobretudo os econômicos, sociais, políticos e culturais" (HELLER E REZENDE, 2008, PÁG. 41).

No II Congresso Nacional dos Municípios Brasileiros (1952), o então Presidente Getúlio Vargas admite em seu discurso que: "dos 1.900 municípios brasileiros, mais de 1.500 não dispõem de serviço de abastecimento d'água" (DNERu, 1962, pág. 231) e a partir desse fato, lançou-se em 1953 o primeiro Plano Nacional de Financiamento para o Abastecimento de Água, que descentralizou as ações pela União e estimulou as esferas municipais, priorizando a implantação de sistemas de abastecimento de água em municípios até então esquecidos; e a segunda medida previa a ampliação de sistemas já existentes.

Durante o governo militar era notória a necessidade de uma intervenção revolucionária na questão do saneamento. Isso se concretizou através do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), que dentre varias ações, gerou a criação de 27 companhias estaduais de saneamento básico. Com a crise dos anos 80, o PLANASA perdeu suas condições de sobrevivência, principalmente, após a extinção do BNH.

O fim do PLANASA acarretou ao Brasil uma grande perda, principalmente, no que diz respeito a políticas públicas de abrangência nacional para o setor. Nesse contexto de instabilidade para o setor, durante o governo de Fernando Henrique Cardoso, houve a implementação do Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS), que tinha como objetivo favorecer a concessão dos serviços de saneamento ao setor privado, embasado na justificativa de que seria uma opção viável para solucionar os problemas no setor.

Este quadro detonou uma crise no setor saneamento, que se consolida, no início do século XXI, com um grande e crescente déficit de saneamento básico, e expressa a necessidade de ações públicas no que tange principalmente a provisão do abastecimento de água com qualidade.

3.1 No Pará

No Estado do Pará, mais especificamente na Região Metropolitana de Belém (RMB), as ações mais significativas voltadas ao saneamento e particularmente ao abastecimento de água ocorreram durante o Ciclo da Borracha (1879-1912), o qual foi marcado pela construção do Reservatório do Largo de São Braz, que integra o serviço de abastecimento até os dias atuais.

A Companhia de Saneamento do Pará - COSANPA foi criada na gestão do PLANASA, sendo a principal prestadora do serviço de abastecimento de água no Pará. Tendo como objetivo a ampliação do abastecimento de água em Belém, a COSANPA desenvolveu vários projetos, dentre eles, em 1980, o Projeto Belém 2000, que tinha como objetivo estabelecer a sustentabilidade ambiental e implementar a Gestão Integrada do Abastecimento de Água na RMB, através de um sistema misto, aproveitando tanto água superficial quanto água subterrânea. Entretanto, nem todas as metas estabelecidas no Projeto foram alcançadas.

Em 1987, o Programa de Recuperação das Baixadas de Belém (Projeto UNA), financiado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), cujo objetivo foi solucionar a problemática das inundações das zonas baixas na Bacia do UNA, também englobava ações direcionadas ao abastecimento de água, como ampliação da rede de distribuição, ramais prediais, instalações de hidrômetros, entre outras (GUIMARÃES, 2009).

Em 1993, o Programa de Saneamento para Populações de Baixa Renda (PROSANEAR), que tinha como principal objetivo fazer a provisão dos serviços de saneamento básico às populações que tradicionalmente não desfrutavam de nenhum serviço oriundo do sistema formal, aliando participação

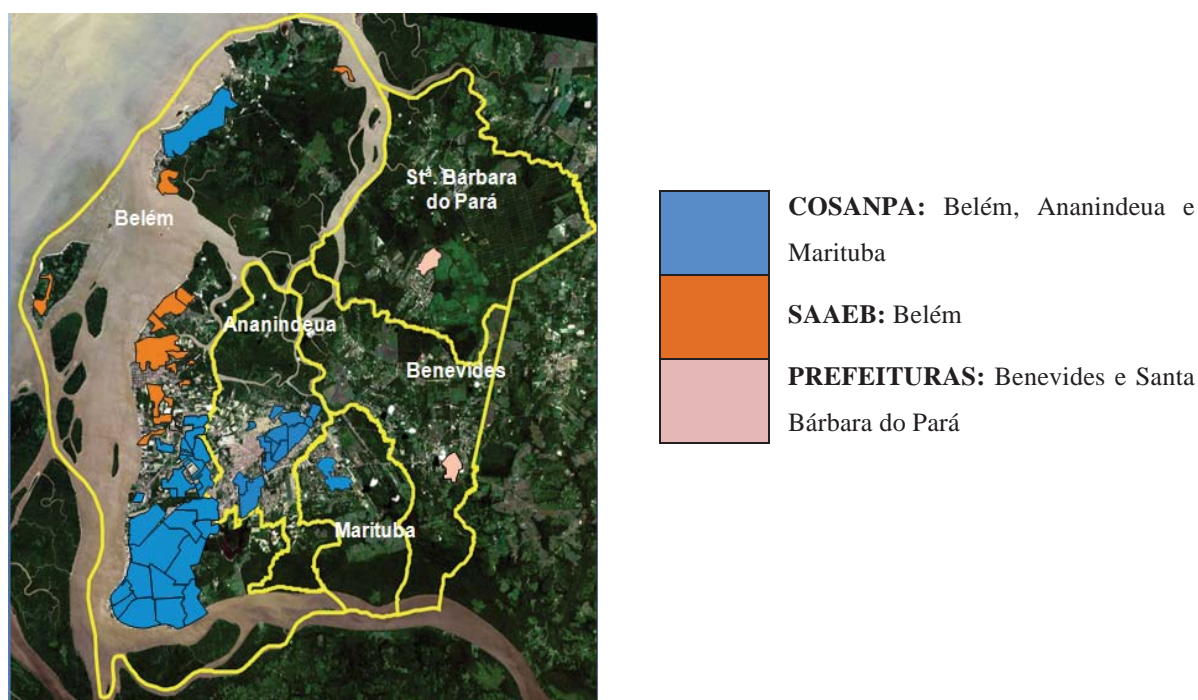
comunitária a tecnologias alternativas de baixo custo na implantação dos sistemas de saneamento (GUIMARÃES, 2009).

No Pará apenas 23% dos municípios possuem rede de distribuição de água totalmente tratada (IBGE, 2008). Atualmente na RMB, o abastecimento de água já alcançou grande da parte da população. Entretanto, com o significativo crescimento populacional nas três últimas décadas, o serviço na RMB tem se demonstrado insuficiente.

4. O SERVIÇO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO ESTADO DO PARÁ

4.1 Sistema na capital e Região Metropolitana de Belém.

Na produção de água da RMB são utilizados mananciais subterrâneos e superficiais pela COSANPA que abastece Belém, Ananindeua e Marituba. O SAAEB e as Prefeituras dos Municípios de Santa Bárbara do Pará e Benevides utilizam mananciais subterrâneos, resultando em grande número de sistemas isolados, formados por poço, tratamento, reservação e distribuição, que atendem comunidades menores e, geralmente, localizadas em áreas mais afastadas (Ver Mapa 1).

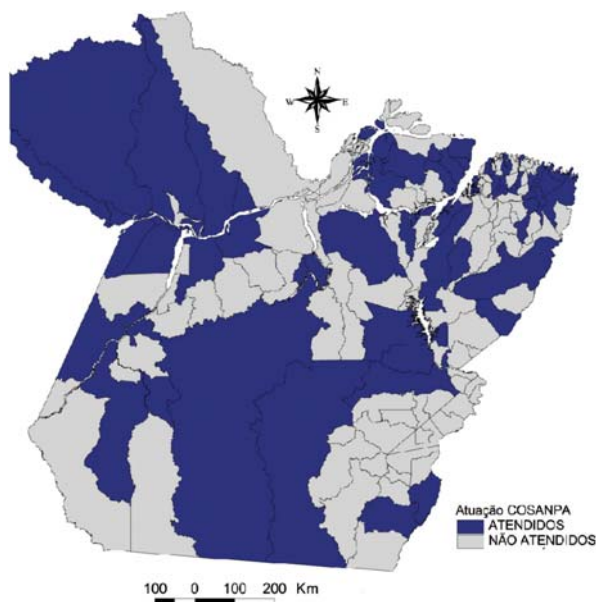


Mapa1: Área de abrangência das prestadoras de serviços de Abastecimento de Água da RMB

Fonte: COSANPA (2008)

4.2 A provisão de água nos demais municípios

A COSANPA é responsável pelo abastecimento de água em sessenta (60) municípios e sete (07) vilas paraenses (ver Mapa 2). A quase totalidade desses municípios são atendidos por Sistemas Isolados, onde a COSANPA mantém poços de grande profundidade. Para essas águas subterrâneas na maioria das vezes só precisa de desinfecção com cloro e desferrização (retirada de ferro). Nas áreas onde há necessidade, a COSANPA possui pequenas estações de tratamento.



Mapa 2 - Municípios do Estado do Pará

Fonte: COSANPA (2005); SECTAM (2005).

5. O PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO PAC (2007/2010).

5.1 Concepção geral.

O Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) foi lançado em 28 de janeiro de 2007, pelo então Presidente Luis Inácio Lula da Silva. O PAC, tem por intenção fazer o País se desenvolver mais rapidamente através de incentivos do Governo Federal em infraestrutura, sendo a ordem de investimentos estabelecida em R\$ 503,9 bilhões, para as áreas de transporte, energia, saneamento, habitação e recursos hídricos.

Os eixos de investimento dividem-se em três: Infraestrutura Logística, envolvendo a construção e ampliação de rodovias, ferrovias, portos, aeroportos e hidrovias; Infraestrutura Energética, correspondendo a geração e transmissão de energia elétrica, produção, exploração e transporte de petróleo, gás natural e combustíveis renováveis; e Infraestrutura Social e Urbana, englobando saneamento, habitação, metrô, trens urbanos, universalização do programa Luz para Todos e recursos hídricos. Para a Infraestrutura Logística, a previsão de investimentos de 2007 a 2010 é de R\$ 58,3 bilhões; para a Energética, R\$ 274,8 bilhões; e para a Social e Urbana, R\$ 170,8 bilhões.

Esse programa se fez possível através da parceria do setor público, como o capital proveniente da União (orçamento fiscal), das articulações entre os entes federativos (estados e municípios) e dos investimentos do de empresas estatais e do setor privado.

A prestação de contas é feita de modo quadrimestral, a fim de ter o máximo de transparência. Esses balanços trazem avaliações do andamento do programa e acompanhamento da execução das obras. O investimento proveniente do PAC foi destinado a todas as regiões do Brasil. Sendo dividido por estado e posteriormente por municípios.

Para o setor saneamento a ordem de recursos prevista para investimento é de R\$ 40 bilhões. Entretanto, o valor se torna insuficiente, levando em consideração que cerca de 270 bilhões são necessários para a universalização dos serviços de água e esgoto para os brasileiros.

5.2 Ações e investimentos para o saneamento básico no Pará.

No Estado do Pará o investimento total foi de R\$ 12,1 bilhões, sendo destes R\$1,1 bilhão destinado para obras de saneamento básico, incluindo serviços como Estações de Tratamento de Água (ETA), Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), ampliação ou implantação de Sistemas de Abastecimento de Água (SAA), Sistemas de Esgotamento Sanitário (SES), dentre outros serviços. . Obras que beneficiarão cerca de 1,8 milhão de pessoas.

No Pará, vinte e quatro (24) municípios foram contemplados com obras voltadas para sistemas de abastecimento de água. A Tabela 1 demonstra os municípios que receberam recursos para fazer ampliação de seus sistemas de abastecimento de água. Na sequência, a Tabela 2 mostra os municípios que receberam recursos do PAC para implantar novos sistemas de abastecimento de água.

Tabela 1: Obras de Ampliação do Sistema de Abastecimento de Água.

MUNICÍPIO BENEFICIADO	INVESTIMENTO PREVISTO ATÉ E PÓS 2010 (R\$ MILHARES)	ESTAGIO	INFORMAÇÕES ADICIONAIS
Abaetetuba	8.980,20	Em Obra	-
Altamira	14.277,70	Em obra	11 bairros beneficiados e mais de 100 mil pessoas
Ananindeua	7.143,20	Em Obra	Construção de ETAS nos conjuntos PAAR, Sabiá, Uirapuru e Centro, que beneficiarão mais de 23 mil famílias.
Belém	3.837,10	Em Obra	11 bairros beneficiados e mais de 300 mil pessoas.
Bragança	3.597,80	Em Obra	-
Breves	2.358,80	Em Obra	As obras de duplicação aumentarão a produção de 260 metros cúbicos para 600 metros cúbicos

			de água.
Capanema	13.942,80	Em Licitação da Obra	Pelo menos 11 mil moradores, em quatro bairros, devem ser beneficiados com as melhorias e as novas ligações do serviço de água potável no município.
Capanema	5.996,40	Em Obra	
Castanhal	23.978,40	Em Obra	A ETA garantirá água tratada a 2.426 unidades habitacionais, entre casas e apartamentos, beneficiando cerca de 9.600 moradores.
Dom Eliseu	12.398,10	Em Obra	Beneficiará 4 mil pessoas viabilizando a inserção de 800 novos domicílios na rede.
Igarapé-miri	7.813,90	Em Obra	-
Itaituba	15.000,00	Em Contratação	O percentual de população atendida na sede do município com água tratada aumentará de 12% para 25%
Itaituba	9.994,00	Em Licitação da Obra	
Marabá	64.000,00	Em Obra	Beneficiará mais de 289 mil pessoas de 58 mil famílias
Monte alegre	9.012,40	Em Obra	-
Oriximiná	8.000,00	Em Contratação	-
Oriximiná	7.495,50	Em Licitação da Obra	-
Santa Isabel do Pará	1.089,10	Em Licitação da Obra	-
Santa Isabel do Pará	3.181,10	Em Obra	-
Santarém	25.000,00	Em Obra	As obras beneficiarão 46 mil famílias.
Tailândia	3.897,60	Em Obra	A meta é atender 100% da

			população dessas localidades, estimada em 13.125 habitantes.
Tucuruí	2.519,80	Em Licitação da Obra	-

Fonte: Elaborado pelos autores com dados obtidos em Brasil (2010).

Tabela 2: Obras de Implantação de Sistemas de Abastecimento de Água

MUNICÍPIO BENEFICIADO	INVESTIMENTO PREVISTO ATÉ E PÓS 2010 (R\$ MILHARES)	ESTAGIO	INFORMAÇÕES ADICIONAIS
Marabá	16.270,0	Em Contratação	Visa ampliar o abastecimento para 100% na área da Nova Marabá e 85% para a Cidade Nova
Marituba	5.526,5	Em Obra	Beneficiará mais de 15 mil pessoas.
Nova Esperança do Píria	1.838,5	Em Obra	-

Fonte: Elaborado pelos autores com dados obtidos em Brasil (2010).

As Tabelas 1 e 2 apresentam um resumo dos recursos que foram investidos nos municípios que somam um total de 35 (trinta e cinco) obras voltadas para o abastecimento de água, divididas entre 31 (trinta e uma) obras de ampliação e 4 (quatro) obras de implantação de sistemas de abastecimento.

Vale ressaltar que 6 (seis) municípios receberam recursos, de aproximadamente 280 mil (duzentos e oitenta mil) para implementar projetos de saneamento integrado e urbanização, além de 8 (oito) municípios que receberam, cerca de 12 mil para elaborar projetos de estudos de sistemas de abastecimento de água. Ressaltando que em ambos os casos, nenhuma das ações estão concluídas.

Nas obras com recursos de Financiamento e do Orçamento Geral da União (OGU), o Pará encontra-se como um dos estados com menor porcentagem de obras avançadas.

5.2.1 Em Belém

Vale frisar que o dinheiro disponibilizado para as obras do PAC são única e exclusivamente para o uso em obras, entretanto existem evidências que a COSANPA, o tem utilizado para fins como o PAC Solidário, que incluiu, entre outras coisas, a distribuição de cestas básicas, serviço que não é previsto na

concepção da primeira versão do PAC 2¹, e que, por esse motivo não consta na prestação de contas obrigatória do Programa.

Entretanto, está sim previsto pelo Governo Federal o PAC Social, que prevê ações como a garantia de cidadania, por meio da emissão de documentos como: certidão de nascimento, RG, CPF, dentre outros. As ações do PAC Social tiveram início no Estado com oferecimento de registro de nascimento no município de Breves.

Portanto, eis as questões: as verbas disponibilizadas pelo PAC, para aplicação em saneamento básico, estão sendo usadas adequadamente? E se estão, qual o estágio de execução dessas obras de provisão do serviço de abastecimento de água nos municípios paraenses? Por outro lado, a COSANPA tem competência para fazer aplicação dos recursos do PAC Social? E ainda, porque o Governo do Estado não faz uma avaliação do PAC para a sociedade revelando maior transparência nesse processo?

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os serviços de saneamento são medidas básicas para o desenvolvimento de uma sociedade moderna, entretanto, nem todos os países conseguiram alcançar a evolução do setor a tal ponto de oferecer uma qualidade de vida a sociedade. No Brasil, o caso não é diferente, pois ele carrega consigo um histórico deficitário, consequência do crescimento desordenado e sem planejamento das cidades.

Pode ser destacado como um marco no setor o lançamento do Plano Nacional de Saneamento, PLANASA, na década de 70, durante a ditadura militar. Plano que concretamente priorizou o abastecimento de água em detrimento das demais ações que compõe o saneamento básico. Para o Estado do Pará o PLANASA trouxe a criação da Companhia de Saneamento do Pará, COSANPA, principal prestadora de serviço do abastecimento de água do Estado. Sendo também, a responsável pela execução das obras de abastecimento de água oriundas do Programa de Aceleração do Crescimento, PAC.

O PAC foi um programa lançado em 2007 e pode ser citado como a medida mais importante para o setor depois do PLANASA, por trazer uma proposta bastante interessante para a evolução do quadro sanitário no País. Entretanto dentro dos quatro anos previsto para o andamento do programa, os resultados não foram satisfatórios, sendo levado em consideração, que na questão abastecimento de água, nenhuma obra do estado do Pará consta como concluída. Tal fato demonstra que para o maior sucesso do programa deve-se ter uma gestão e uma fiscalização mais ativa, de tal forma que se cumpram os prazos determinados. Em outras palavras, até o momento, as intervenções de provisão de abastecimento de água originadas pelo PAC para atender as demandas dos municípios do Estado do Para podem ser caracterizadas pelo critério da ineficácia da expansão de políticas públicas de saneamento básico.

7. REFERÊNCIAS

BRASIL. **Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF, Senado,1998.

BRASIL. **Lei Federal 11.445 – Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico.** Presidência da República: 05 de janeiro de 2007.

BRASIL, REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. **10º Balanço Quadrimestral do Programa de Aceleração do Crescimento: Janeiro a Abril de 2010.** Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/pac/relatorios/estaduais/para-1/para-10º-balanco-janeiro-a-abril-de-2010>.

¹ O PAC 2 foi lançado em 29 de março de 2010 e prevê recursos da ordem de R\$ 1,59 trilhão em uma série de seguimentos, tais como transportes, energia, cultura, meio ambiente, saúde, área social e habitação. São 6 as áreas de investimentos do PAC 2: Cidade Melhor, Comunidade Cidadã, Minha Casa Minha Vida, Água e Luz para todos, Transportes e Energia.

BRASIL, ARPEN BRASIL. **Arpen-Brasil prestigia lançamento do PAC Social pelo registro de nascimento, no Pará, 2007.** Disponível em:

http://www.arpenbrasil.org.br/index.php?option=com_content&task=view&id=185&Itemid=96

DNERu. DEPARTAMENTO NACIONAL DE ENDEMIAS RURAIS. **Problemas de Engenharia Sanitária: *Combate a endemias rurais no Brasil* – Relatório dos grupos de trabalho reunidos em 1960 na cidade do Rio de Janeiro.** Ministério da Saúde. Rio de Janeiro, 1962.

GUIMARÃES, Mary Lucy M. **Políticas de provisão de saneamento básico: uma análise da insustentabilidade de intervenções de esgotamento sanitário no espaço urbano da Região Metropolitana de Belém.** Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido. Núcleo de Altos Estudos Amazônicos. Universidade Federal do Pará. Belém, 2009, págs. 300.

MARICATO, Ermínia. As idéias fora do lugar e o lugar fora das idéias. In: **A cidade do pensamento único: desmanchando consensos.** ARANTES, O.; VAINER, C.; MARICATO, E. (orgs). Rio de Janeiro. Editora Vozes, 2000.

REZENDE, Sonaly Cristina; HELLER, Léo. **O Saneamento no Brasil. Políticas e Interfaces.** Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008..

BRASIL, TRATA BRASIL. **Um ano de acompanhamento do PAC Saneamento, 2010.** Disponível em: http://www.tratabrasil.org.br/novo_site/cms/templates/trata_brasil/util/pdf/olho_no_pac.pdf.

BRASIL, GOVERNO FEDERAL. **Balanco de 4 anos 2007 – 2010 - Pará, 2011.** Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/pac/relatorios/estaduais/para-1/para-balanco-de-4-anos>.

OCUPAÇÃO IRREGULAR DE APP URBANA: UM ESTUDO DA PERCEPÇÃO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E PARÂMETROS MORFOLÓGICOS DO SOLO NO ENTORNO DA LAGOA DA PAJUÇARA, EM MARACANAÚ, CEARÁ

W. J. X. Pereira¹ ; R. A. P. Filho² ; T. C. Marques³; F. R. F. Braga⁴ e M. F. G. Silva⁵

^{1, 2, 3, 4 e 5}Instituto Federal do Ceará-Campus Maracanaú

walterjamesoon@gmail.com – roberto.consultorambiental@gmail.com – thaissa_188@hotmail.com –
kelzinha-29@hotmail.com – mazzinha_cutie@hotmail.com

RESUMO

A ocupação irregular e a degradação da Área de Proteção Permanente (APP) da Lagoa da Pajuçara, Maracanaú-CE, foi o alvo desta composição. O interesse por estudar essa lagoa está no fato de que ela se localiza ao redor de várias empresas, recebe efluentes industriais e ainda possui construções irregulares dentro da sua APP.

Este trabalho tem como objetivo: avaliar os impactos ambientais presentes tanto na APP da lagoa da Pajuçara quanto fora desta, verificar o grau de poluição do recurso hídrico e do solo para fornecer dados, sobre a degradação que sirvam para programas de uma reeducação ambiental de populares e das indústrias.

Para tanto, buscou-se analisar os perfis de solos para uma posterior criação de um Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

Sob o ponto de vista metodológico, os principais referenciais teóricos utilizados foram à abordagem sistêmica e a visão holística que possibilitaram uma análise integradora das relações existentes entre a população e a APP.

Por fim, sugerimos algumas medidas que podem ser tomadas para mitigar o processo de degradação ao entorno do recurso hídrico, como também demos as diretrizes para um reflorestamento da mata ciliar.

Palavras-chave: Degradação Ambiental, Lagoa da Pajuçara, Atividades industriais, Morfologia dos solos, Ocupação irregular.

1. INTRODUÇÃO

O município de Maracanaú, localizado na região metropolitana de Fortaleza, sofreu nos últimos 25 anos diversas transformações ocorridas a partir da instalação do polo industrial e de conjuntos habitacionais.

A criação do Distrito Industrial de Fortaleza (DIF) e os incentivos fiscais oferecidos às empresas foi o estopim para o desenvolvimento industrial de Maracanaú.

Entretanto, esse desenvolvimento se deu concomitantemente a um processo de exaustão dos recursos naturais e a uma consequente poluição do meio-ambiente.

Hoje, o município reúne cerca de 100 empresas de diversas áreas de atuação como: têxteis, metalúrgicas, mecânicas, materiais elétricos, materiais químicos, vestuário, calçados e serviços de construção. Ele possui a segunda maior arrecadação de ICMS (Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação) do Ceará ficando atrás apenas da Cidade de Fortaleza.

A ocupação irregular das Áreas de Proteção Ambiental (APA) e os processos de poluição dos recursos hídricos foi o alvo da nossa composição. O interesse por estudar a lagoa da Pajuçara está no fato de que essa se localiza ao redor de várias empresas, recebe efluentes industriais e ainda possui construções irregulares dentro da sua APP.

O nome Pajuçara surgiu em virtude da doação das terras feita pelo então Pajé da Aldeia Nova ao Cacique Paju de uma tribo indígena da época. Os limites da Lagoa da Pajuçara são: ao norte Fortaleza e Caucaia, ao oeste Pacatuba e ao sul Maranguape.

A Lagoa possui uma área de aproximadamente 593153,3m² e sua profundidade gira em torno de 2,85m. A lagoa atende os moradores dos bairros Piratininga e Colônia Antônio. O perfil do usuário é: de todas as faixas etárias e há uma predominância de pessoas de menor poder econômico. Ela encontra-se situada nas seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 3°51'27.73"S: Longitude: 38°35'45.71'O, ao norte do Distrito Industrial.

Tornou-se importante estudar os solos da região devido ao interesse de um posterior PRAD. A caracterização dos perfis e o estudo da fertilidade são extremamente importantes para um projeto de manejo e reflorestamento.

2. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

2.1 Tipologia do Solo (Propriedades Morfológicas)

A tipologia do solo analisada em campo demonstrou que o solo próximo às indústrias possui modificações de razões antrópicas, por exemplo, a presença de um horizonte orgânico antrópico. Com um alto teor de carga orgânica perceptível a olho nu, o solo demonstra que no decorrer da expansão industrial da região ele sofreu diversas transformações devido aos intensos processos erosivos que foram agravados em decorrência de atividades industriais. Contudo o solo analisado no entorno do ambiente lacustre, ou seja, dentro da APP, apresentou um teor menor de carga orgânica perceptível ao tato e a olho nu, expondo assim um solo mais lavado e menos modificado.

O perfil analisado fora da área de APP exprime as características de horizontes antrópicos e certamente são, pois o perfil se localiza ao lado da Rua Central Dois. A possível explicação para o alto teor de matéria orgânica encontrado no solo está na construção da via, pois foi realizada a terraplanagem e o material retirado foi depositado ao lado. Ao longo dos anos este material deve ter sofrido ações dos processos de intemperismo e, o solo foi se agregando dando origem a novos perfis atípicos da região. Estimamos que nesse material existisse restolho de vegetação herbácea e arbustiva,

explicando assim, que a gênese do horizonte O deu-se em decorrência da decomposição da dessa matéria orgânica. No horizonte A do Perfil 1, foram encontrados pedaços de “telhas”, deixando ainda mais claro que houve modificação nesse solo. Identificamos uma grande quantidade de minhocas no horizonte O deste perfil caracterizando assim um solo bem aerado.

Segundo o mapa de solos da Embrapa, os solos ao entorno da lagoa da Pajuçara são Argissolos Vermelho-Amarelos. A principal característica do Argissolo é o grande aumento de argila em profundidade. Na superfície do solo o teor de argila é muito baixo, mas em subsuperfície fica entre médio e alto. De acordo com a nova classificação de solos da Embrapa, os Argissolos atualmente englobam solos com horizonte B textural, normalmente com argila de atividade baixa e ocorrência de argila de atividade alta, conjugada com saturação por bases baixa ou com caráter alítico. Comprovamos essa característica em campo, no Perfil 2 quando chegamos a 1,20 m de profundidade se tornou inviável continuar cavando devido ao alto teor de argila.

2.2 Análise Perfil 1 (Fora da APP)

- Data da Análise: 10/05/2011.
- Coordenadas Geográficas: 24 M 544464.95 m E 9573827.03 m S.
- Localização: Aproximadamente 260 m da lagoa.

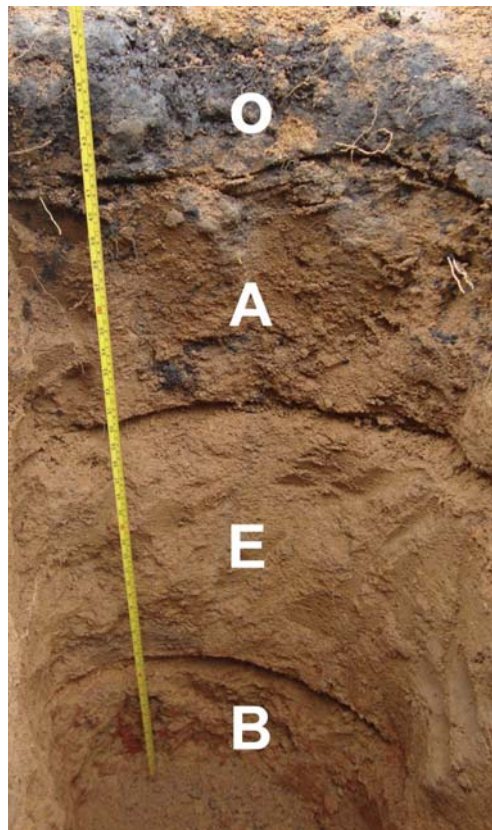


Figura 1- Perfil fora da APP

Foram identificados quatro horizontes, O – A – E – B, os quais não apresentaram rochiosidade, nem lençol freático. Todos possuem boa drenagem e pouca granuliosidade. Analisando os horizontes segundo as diretrizes de Lemos e Santos (1996), o **horizonte O**, com 15 cm de comprimento, apresenta-se difuso, quanto ao grau de distinção, e plano, quanto à topografia do horizonte. A sua cor, devido ao acentuado conteúdo de matéria orgânica, apresenta-se escura conferindo uma maior estabilidade aos agregados do solo. O horizonte não apresenta mosqueado. Possui boa drenagem e concreções ausentes, de acordo com o Manual Técnico de Pedologia do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), como também, tem consistência muito dura, em solo seco, e muito firme, em solo úmido. Quanto a sua

plasticidade e pegajosidade, é plástico e pegajoso, pois possui seus materiais bem aderidos. Expõe também, raízes. Quanto a sua textura, é classificado como argilo-arenoso apresentando pouca granulidade.

O **horizonte A**, com 28 cm de comprimento, apresenta-se como um horizonte de transição clara, admite cor amarela com mosqueados e inexistência de raízes. Sua consistência em solo seco é extremamente dura e em solo úmido, é muito firme. Quanto à plasticidade e pegajosidade, é plástico e muito pegajoso; sua textura é classificada como argilosa exibindo alto grau de cerosidade.

Nos **horizonte E e B**, ostentam consistência ligeiramente dura, em solo seco. O horizonte E possui 43 cm e o B 34 cm. Eles são pegajosos e quanto a plasticidade, o horizonte E torna-se muito plástico, ao contrário, do horizonte B respectivamente, muito firme e firme. A textura do horizonte E classifica-se como argilo-arenoso com a presença de cerosidade e exibindo um solo lavado. O horizonte B possui textura argilo-arenosa com presença de plintita.

Tipo de Amostra:	Solo		
Endereço:	Quadrante 1		
Marca do Remetente:	Lagoa da Pajuçara		
Data da Coleta	10/05/2011		
Aspecto da amostra:	Muito escura		
RESULTADOS DA ANÁLISE			
Parâmetros	Resultados	Unidades	Conclusão
Fósforo	312	mg/dm ³	Muito alto
Potássio	1820	mg/dm ³	Muito alto
Cálcio+Magnésio	13,70	cmol _c /dm ³	Alto
Cálcio	9,30	cmol _c /dm ³	Alto
Magnésio	4,40	cmol _c /dm ³	Alto
Alumínio	0,00	cmol _c /dm ³	Muito baixo
Sódio	185	mg/dm ³	---
pH	7,4	-	Alcalinidade Fraca
SB (Soma de Bases)	19,17	cmol _c /dm ³	Alto
CTC_(t) (Capacidade de Troca de Cátions efetiva)	19,17	cmol _c /dm ³	Alto
Cátions Trocáveis	18,36	cmol _c /dm ³	---

Tabela 1- Análise de Fertilidade do Solo. Fonte: Laboratório de Solos da UFC.

O alto teor de Cálcio, Magnésio e Potássio explica o pH levemente alcalino, além de que o teor de Alumínio trocável é zero, contribuindo mais ainda para a alcalinização do solo.

O solo analisado é Argissolo e, mesmo sem sabermos a quantidade precisa de argila, podemos classificar o teor de fósforo como muito alto. A SB e a CTC(t) são iguais porque a concentração de alumínio trocável é zero, mesmo assim elas são consideradas muito boas. Os macronutrientes; potássio e fósforo, em alta quantidade favorecem o plantio de diversas espécies, no entanto, o nível de nitrogênio não foi determinado e, sabemos que a produção é limitada pelo fator em menor quantidade.

2.3 Análise Perfil 2 (Dentro da APP)

- Data da Análise: 21/05/2011.
- Coordenadas Geográficas: 24 M 544694.05 m E 9573672.66 m S.
- Localização: Aproximadamente 30 m da lagoa.

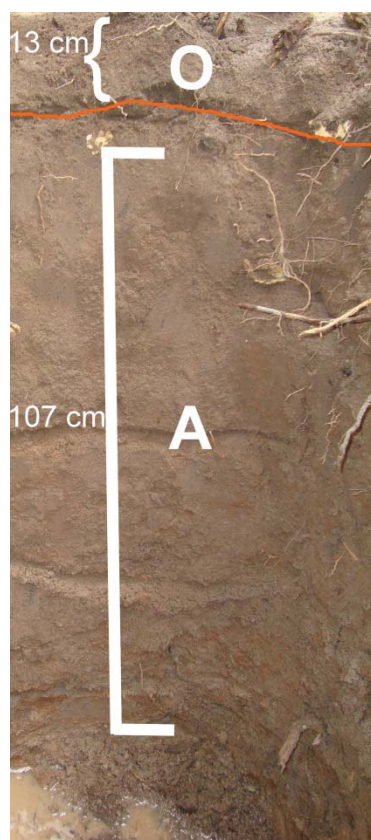


Figura 2- Perfil dentro da APP

Foram identificados dois horizontes, O – A, no qual ambos não são mosqueados, não apresentam concreções e rochividade; também exibem má drenagem, consistência macia em solo seco e muito friáveis em solo úmido, bem como grande intensidade de raízes. O horizonte O, 13 cm, possui cor escura, lençol freático ausente, apresenta aparentemente boa granulidade e quanto a sua plasticidade e pegajosidade, classifica-se em não plástico e não pegajoso. Sua textura é arenosa sem cerosidade.

O horizonte A, 1,07 cm, possui cor acinzentada, com lençol freático presente à 1,20 m de profundidade. Apresenta pouca granulidade e quanto a sua consistência, é ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, respectivamente em solo seco e úmido. Sua textura admite muita areia e pouca argila, sendo assim, areno-argiloso.

2.4 Análise da água da Lagoa

Tipo de Amostra:	Água
Local da Coleta:	Lagoa da Pajuçara
Hora da Coleta:	10h30min
Data da coleta:	02/05/2011

Aspecto da amostra:	Levemente amarelada		
RESULTADOS DA ANÁLISE			
Parâmetros	Unidades	Resultados	Valores de Referência
CTT (Coliformes Termotolerantes)	NPM/100 ml	2	500
Sólidos totais	mg/L	301	----
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	214	500
Nitrato	mg/L N	3,17	10,0
Condutividade	Ms/cm	303,2	----
pH (Potencial Hidrogeniônico)	-	7,25	6,0-9,0
Turbidez	NTU	15,4	100
Cloreto Total	mg/L Cl	61,00	250
Cálcio	mg/L	63,4	----
Magnésio	mg/L	31,8	----
Dureza total	mg/L	95,232	500

Tabela 2-Análise Simplificada da Água da Lagoa. Fonte: Laboratório de Águas do IFCE.

A água da lagoa aparentemente não possui nenhum processo de eutrofização e também não encontramos presença de bioindicadores (macrófitas, líquens, entre outros). Segundo as análises feitas nos anos de 2009 e 2010 obtidas na SEMAM de Maracanaú, a qualidade da água está classificada como satisfatória em 2009 e muito boa em 2010, conforme a Resolução nº 274 do CONAMA de 29 de Novembro de 2000.

A análise de água realizada pelo laboratório do IFCE Campus Maracanaú, não apresentou nenhum dos parâmetros analisados fora do máximo permitido, além de tudo, existem alguns parâmetros que estão muito bons. Entretanto, não podemos ignorar o fato de que a análise foi realizada em período chuvoso, momento em que a água está mais diluída.

Por fim, tendo em vista os bons resultados das amostras, água da lagoa é adequada para ser utilizada em um futuro projeto de irrigação.

2.5 Proposta de Manejo e Recuperação da Área

O município possui grande parte da sua área ocupada, seja por indústrias ou pela população. Essa vasta ocupação torna indispensável um monitoramento intensivo dos seus recursos naturais como forma de controle, prevenção e preservação. De acordo com o Programa de Revitalização dos Recursos Hídricos de Maracanaú, SEMAM (2008), as seguintes medidas de recuperação devem ser implementadas:

- Elaborar estudos específicos de manejo e conservação para a lagoa.
- Diagnosticar a qualidade da água através de análises bacteriológicas e físico-químicas periódicas.
- Remanejar o transplante de mudas para garantir a uniformidade da vegetação ciliar, a fim de reduzir a carga difusa.
 - Desenvolver um Plano de Monitoramento Ambiental.
 - Corrigir os lançamentos irregulares de efluentes na sub-bacia na qual a lagoa está inserida.
 - Estabelecer programas de educação ambiental relacionados ao sistema de lagoas e sub-bacia hidrográfica.
- Diagnosticar a qualidade, profundidade, características e textura do solo.

- Implementar estudos sobre o processo de assoreamento.

As medidas acima devem ser tomadas antes da instalação do projeto de recuperação da mata ciliar, para evitarmos que a degradação possa continuar.

A finalidade de reflorestar a mata de galeria é uma medida mitigatória para aumentar a zona de amortecimento, fazendo com que o processo de assoreamento do recurso hídrico diminua.

Segundo analisado em campo o grau de matéria orgânica fora da APP é muito alto, dando ao solo uma condição de maior fertilidade, facilitando assim o reflorestamento. De acordo com a análise de fertilidade, os níveis de cálcio, potássio, magnésio e fósforo estão entre altos e muito altos, além de que o nível de sódio no solo favorece o plantio da Carnaúba (*Copernicia prunifera*), pois ela se desenvolve melhor em áreas de acumulação de água, com ocorrências de solos salinos e sódicos.

O Juazeiro (*Ziziphus joazeiro*) e a Oiticica (*Licania rigida*), duas espécies nativas e adaptadas ao clima local, seria uma boa opção para fazer o reflorestamento fora da área de APP até 50 m. As duas espécies tem porte arbóreo e daria uma condição de maior preservação do recurso hídrico e da mata ciliar.

Levando em conta as características do ecossistema, não podemos introduzir uma nova espécie para um processo de recuperação da mata de galeria. No entanto, a introdução de espécies nativas não afetará o equilíbrio do ecossistema, como a Carnaúba, que é uma espécie adaptada ao bioma caatinga e possui diversas peculiaridades, por exemplo, ela suporta o período de seca sem água e como reação a esse processo produz a cera.

As sementes podem ser obtidas a partir das, aproximadamente, 100 árvores existentes na região, por instalação de coletoras e, deve ser feita entre os meses de outubro e março, quando os frutos adquirem coloração preta arroxeada. Segundo os métodos contidos no manual: "A carnaúba: preservação e sustentabilidade":

É aconselhado tratar as sementes, para tanto, a polpa que as cobrem devem ser retiradas mergulhando dentro da água e secando na sombra. O armazenamento deve ser feito em depósitos (sacos plásticos, garrafas pets, tambores plásticos) e em locais secos e frescos. As sementes pré-germinadas, antes de serem plantadas, devem ser colocadas dentro d'água, em temperatura ambiente, por um período de 10 dias, trocando diariamente a água, até a germinação. Aconselha-se o plantio direto no solo em covas com 20 cm de profundidade, no espaçamento de 3m x 3m, 3,5m x 3,5m. (Câmara Setorial da Carnaúba, 2009).

A cera produzida pelas possíveis árvores plantadas seria um insumo valioso, este entra na composição de diversos produtos industriais como cosméticos, cápsulas de remédios, componentes eletrônicos, produtos alimentícios, ceras polidoras e revestimentos que serviria como incentivo econômico para a região. Seria interessante que a SEMAM de Maracanaú criasse um projeto para manejar os plantios das carnaúbas juntamente com a população, pois dessa forma, além de preservar a mata ciliar, os populares ganhariam uma fonte de renda e seria injetado mais capital na economia do município.

Baseando-se nas análises de água realizadas na lagoa, o próprio recurso hídrico seria um meio viável de realizar o reflorestamento possibilitando a elaboração de um projeto de irrigação.

3. METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho foi utilizada a análise do perfil do solo em dois aspectos: um perfil na área de APP e outro fora. Durante o trabalho ocorreram verificações de correlações entre os perfis analisados com as condições ambientais representadas pelo: relevo, declividade, cobertura vegetal, clima, drenagem interna e superficial, e atividades antrópicas realizadas no local de estudo.

A análise e classificação dos perfis foram realizadas tendo como base os conceitos e métodos do Manual de Pedologia do IBGE. Os dois perfis foram abertos com 0,85 m de largura, 1,00 m de comprimento e 1,20 m de profundidade.

Além disso, foi realizada a coleta de solo de cada perfil identificado, e uma amostra foi enviada para o Laboratório de Solos da Universidade Federal do Ceará (UFC) com o objetivo de ser feita a análise fertilidade.

Foi coletada uma amostra de água em um ponto próximo ao sangradouro da lagoa e as análises foram realizadas conformes os métodos descritos no “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th”.

Foram realizadas análises visuais de vegetação e da degradação e comparamos os dados obtidos com os dados do Programa de Revitalização dos Recursos Hídricos do município de Maracanaú.

Entrevistamos pescadores e populares que estavam próximos à lagoa para obtermos informações do passado e utilizamos estas respostas para verificar com o auxílio do software “Google Earth” o ano em que a lagoa apresentava-se mais degradada.

4. RESULTADOS E DICURSSÕES

A lagoa da Pajuçara comparada a outras lagoas do Distrito Industrial, em termos de vegetação, é bastante conservada, apesar de estar localizada próxima a várias indústrias.

A mata ciliar tem papel fundamental na preservação do solo, que é um dos objetos de estudo deste trabalho, uma vez que retém a água da chuva e evita o assoreamento e, alguns processos erosivos. Além disso, contribui para amenizar o clima muito quente que é atenuado pelas emissões de gases lançados pelas chaminés das empresas. A vegetação atua como filtros para produtos químicos, fertilizantes e agrotóxicos.

A mata de galeria da lagoa pode ser considerada arbustiva, entretanto, essa conta com muitas espécies arbóreas. Ela se encontra de forma densa durante quase toda a sua extensão. Segundo entrevistas feitas com moradores ela quase não sofre desmatamento e possui espécies bastante diversificadas.

A SEMAM do município identificou várias espécies da fauna ainda preservadas, entretanto, existem espécies que estão entrando em extinção e estão migrando para outros ecossistemas. Na APP foi encontrada a Garça branca (*Egretta thula*), a Jaçanã (*Jaçana jaçana*), calangos da Caatinga, entre outros. Não há construções de residências nas margens da lagoa e também não existem processos erosivos aparentes.

O Manancial, como todas as outras lagoas do município, faz parte do corredor ecológico. A lagoa da Pajuçara tem sua formação a partir de grandes precipitações chuvosas. Segundo a SEMAM a lagoa recebia efluentes pluviais da Empresa X e, efluentes do tipo industrial não tratado da Empresa Y, hoje, não foi possível saber se as empresas ainda lançam seus efluentes.

Ocorrem também lavagens na margem da formação lacustre, desrespeitando a lei orgânica municipal e o código florestal. Ao norte da lagoa existem construções irregulares desobedecendo ao artigo 2º do Código Florestal – Lei nº 4.777/65, e a Lei Orgânica municipal artigo 177 – no que diz respeito à APP. Foram identificados alguns exemplares da vegetação nativa no qual podemos citar: o Mulungu (*Eritrina velutina* Linn.), a Cajazeira (*Genipapo americana* Linn.), a Oiticica (*Licania rígida*), o Juazeiro (*Ziziphus joazeiro*), o Jucá (*Ceaselpina ferrea*) e uma espécie já extinta o Ipê amarelo (*Tapebuia terracifolia*). (SEMAM ,2008)

A Lagoa encontra-se em sua capacidade máxima de armazenamento, devido à grande ocorrência de precipitações. Durante a sua cheia, as atividades de pesca e de lazer são intensificadas. O aumento do contingente de pessoas usufruindo da lagoa reflete na sua condição atual. Foi encontrada

uma grande quantidade de lixo orgânico e inorgânico durante a análise em campo. As indústrias, como já foi dito, também contribuem para a degradação da lagoa através do lançamento de efluentes e de gases, afetando-a diretamente.

O lixo orgânico está presente de forma intensa no cenário atual, bem como entulhos da construção civil e resíduos (como lacres, vidros e plásticos em geral) de algumas empresas que se situam nas redondezas do corpo hídrico.

A utilização da formação lacustre é feita pela população do município de forma despreocupada com o meio-ambiente. Grandes partes dos populares utilizam a referida lagoa para atividades domésticas (lavagem de roupas, banho de animais), bem como pesca e lazer.

5. CONCLUSÃO

O crescimento desordenado do meio industrial sem considerar a proteção dos recursos hídricos, tem resultado em grandes prejuízos ambientais. Dessa forma, os fatores degradantes observados como: deposição de lixo e efluentes, antropização da paisagem, perda da biodiversidade, poluição hídrica e atmosférica; tem afetado diretamente os níveis de qualidade da água, solo e ar da Lagoa de Pajuçara.

A implantação de programas de educação ambiental na região e, a fiscalização e controle de fontes poluidoras industriais e o estabelecimento de programas de monitoramento pode levar a conscientização e, culminar no desenvolvimento de técnicas que possam amenizar os impactos ambientais da região.

Se tais medidas não forem implantadas e implementadas de modo que seja exercido maior controle das atividades desenvolvidas, esta como muitas outras lagoas do município tenderão a desaparecer da bacia, cujo rio principal já se encontra bastante estágio de degradação.

REFERÊNCIAS

APHA – AWWA - WPCF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20 ed. Washington. American Public Health Association. 1368 p, 2005.

CAJAZEIRA, A. A. ; FARIAS, J. F ; FERREIRA, L. S. . **Avaliação de Impactos Ambientais na Lagoa do Acaracuzinho, Maracanaú/CE**. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada - A Geografia Aplicada E As Dinâmicas De Apropriação Da Natureza, 2009, Viçosa-MG.

Câmara Setorial da Carnaúba. **A carnaúba: preservação e sustentabilidade**. Câmara Setorial da Carnaúba. - Fortaleza: Câmara Setorial da Carnaúba, 2009, 40p.

Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resoluções do Conama: resoluções vigentes publicadas entre julho de 1984 e novembro de 2008 – 2. ed. / Conselho Nacional do Meio Ambiente. – Brasília: Conama, 2008.

KIEHL, J.E. **Manual de edafologia**. São Paulo, Ceres, 1979, 262p.

LEMOS, R.C., e SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3ª ed. Campinas: SBSC/EMBRAPA-SNLCS,1996,83p.

MARACANAÚ, Secretaria de meio ambiente de. **Programa de Revitalização dos Recursos Hídricos de Maracanaú**. Maracanaú, CE, 2008.

ODUM, E. P. **Fundamentos de Ecologia**. 4a ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 927p. 1971.

SOUZA, C.G. **Manual técnico de pedologia** – IBGE. Série: Manuais Técnicos em Geociências nº 4. 1995, 104 p.

OS DESAFIOS DO PROCESSO DE ESTRUTURAÇÃO DOS COMITÊS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS NO ESTADO DA PARAÍBA

V. O. Fernandes¹ e H. F. Pereira²

^{1 e 2} Instituto Federal da Paraíba – Campus João Pessoa
vanessa.oliveirafernandes@gmail.com – hevelyne07@yahoo.com.br

RESUMO

Historicamente, a gestão de águas no Brasil se desenvolveu de forma fragmentada e centralizada, apenas como advento da Lei nº 9.433 de 1997 que foram criados os comitês de bacia hidrográfica, com a intenção de prover a necessária gestão descentralizada entre todos os órgãos e entidades atuantes na política nacional de recursos hídricos. Os comitês atuam como órgãos colegiados, com funções consultivas e deliberativas, são considerados a instância mais importante de participação e integração na gestão hídrica, uma vez que suas decisões têm impacto direto na vida dos usuários das respectivas bacias hidrográficas. Gestão essa que permite que usuários, sociedade civil organizada e associações profissionais façam parte do processo, garantindo a participação pública e democrática. Portanto, cabe a sociedade como um todo, ocupar esse espaço reservado por lei, é nesse contexto que esse trabalho se formou, trazendo a necessidade do conhecimento do direito para que o mesmo seja exercido de fato. A população paraibana deve conhecer os termos da política de águas, para que possa ter o poder de interferir na gestão pública de águas e os comitês de bacia não virem meros comitês executivos, legitimadores de políticas públicas que em nada beneficiam a sociedade, o que faz com que perca sua real finalidade que é a exploração racional, conservacionista e democrática desse valioso recurso natural. Para tanto, foi diagnosticado o nível de participação popular nos processos de decisão em que trata a Lei 9.433/97 e examinado o real papel dos comitês de bacia na Paraíba, identificamos os comitês estaduais paraibanos como inertes e não solucionadores de conflitos hídricos, o que reflete diretamente na qualidade e quantidade das nossas águas.

Palavras-chave: Política nacional das águas, comitês de bacia, gestão de recursos hídricos.

1. INTRODUÇÃO

O meio ambiente ecologicamente equilibrado sobre o qual recai o direito fundamental assegurado a todos pelo art.225 da Constituição Federal é o bem ambiental por excelência, inexistindo controvérsias a respeito de sua natureza jurídica difusa. O meio ambiente assim considerado é um bem jurídico autônomo, unitário, indivisível, abstrato, imaterial, distinto dos elementos que o compõem, os recursos ambientais, geralmente de natureza material.

Os recursos hídricos comportam visões distintas, potencializando a litigiosidade e a conflituosidade, na medida em que, tanto na Constituição Federal como na Lei nº 9.433/97, há o reconhecimento da concepção difusa dos recursos hídricos e simultaneamente seu reconhecimento como bem de valor econômico. Em torno da concepção difusa, que torna tais recursos “patrimônio indivisível da coletividade, bem de uso comum do povo”, onde quer que estejam situados, devem ser compatibilizados os usos múltiplos desses recursos, entre os quais figuram relevantes funções econômicas.

Então, cabe aos entes públicos o gerenciamento desses bens no interesse da própria coletividade, que é titular e beneficiária desses bens, cabe-lhes, mais apropriadamente, a gestão descentralizada e participativa dos recursos hídricos, em face da disciplina da lei 9.433/97.

É importante lembrar que a Lei das Águas tem como fundamento a gestão descentralizada. Granziera (2006) lembra “que tradicionalmente, descentralização implica transferência, pelo poder público, a uma autarquia, sociedade de economia mista ou empresa pública, do exercício de determinada função pública”. No entanto, não é esse o sentido da descentralização trazido na Lei. Entende a estudiosa que a “descentralização pode ser vislumbrada de duas formas: A primeira sob o prisma da participação da sociedade, na tomada de decisões, outrora exclusiva do poder público; a segunda ocorre no gerenciamento em que se toma por base a bacia hidrográfica”.

A problemática gira em torno de até que ponto essa descentralização da gestão de águas na Paraíba é obtida. Apenas através dos Comitês de Bacia Hidrográfica, quem são verdadeiramente os representantes, os usuários mais humildes têm oportunidade de participar, usuários que habitam em torna da Bacia, usuários domésticos e agricultores de subsistência? Uma vez que esses órgãos têm várias competências relacionadas à gestão de recursos hídricos eoi?

que terão impactos significativos sobre o desenvolvimento socioeconômico da região, como aprovar o plano de recursos hídricos da bacia, acompanhar sua execução, arbitram os conflitos relacionados ao uso da água, promovendo questões relacionadas aos recursos hídricos da bacia.

Esta pesquisa tornou-se relevante do ponto de vista social porque os seus resultados contribuíram para que o cidadão adquira uma noção exata quanto à aplicação correta dos meios empregados para proteção e prevenção ambiental, destinados aos nossos recursos hídricos. É importante analisar e refletir incansavelmente na busca de soluções efetivas referentes à recuperação dos rios, devido ser a água um dos elementos mais importantes para a manutenção da vida na terra e sua maior ou menor abundância é o que determina os ecossistemas existentes no planeta. Tais soluções podem aparecer com uma maior fiscalização do cumprimento de nossa legislação, não só a federal, mas da nossa própria legislação estadual, a Lei nº 6.308/1996 que trata da Política Estadual de Recursos Hídricos. As falhas podem ser vistas por meio da poluição, da escassez e de doenças causadas por vetores hídricos, o que contribui para a continuidade do desrespeito às regras, da impunidade e para o empobrecimento do país.

Esta pesquisa também tornou-se relevante do ponto de vista jurídico, porque através dos seus resultados será possível, em meio a inúmeras reflexões, atentar para a efetiva aplicabilidade da Lei das águas, porque o bem ambiental é juridicamente tutelado e protegido pela constituição e por legislação esparsa. Pois a lei fornece os contornos necessários à implantação da Política Nacional de Recursos

Hídricos (PNRH) e seu Sistema de gerenciamento. Entretanto, há muito mais para fazer, a lei é adequada, mas sem a participação da sociedade não é suficiente.

Então fica claro que este trabalho insere-se no debate da problemática ambiental relacionada ao uso dos recursos naturais, em especial a água, que é considerada escassa, em quantidade e qualidade e objeto de conflitos que envolvem sua apropriação e seu uso para realização de atividades humanas. A partir da noção de valor, apresentam-se como os conflitos estão associados à criação de valor pelos usos da água e a perda pela degradação da água e do espaço.

A dimensão dos problemas ambientais tem se avolumado de forma crescente no contexto paraibano. Sua lenta resolução tem provocado um descontrole em alguns setores estratégicos para a garantia da qualidade de vida, com impactos cada vez maiores da poluição na água, na saúde e a contínua degradação dos recursos hídricos.

Na verdade, pode-se dizer que o gerenciamento das águas é que deve ser considerado o grande problema e não seu “desaparecimento”. Pois quando o governo tenta culpar o usuário pelo consumo excessivo de água esta, na realidade, confessando a sua incapacidade em suprir este excesso de água no presente e, possivelmente no futuro (Jacobi, 2006).

O cidadão pode e deve evitar perdas desnecessárias do bem, mas não deve ser responsabilizado pela falta de água. Branco (2006) diz que “a única maneira de inviabilizar a água para o consumo para seus múltiplos fins é através da contaminação da mesma por poluentes”. Portanto cabe mais uma vez as autoridades criar formas de verdadeiramente implementar a gestão hídrica no nosso país, uma vez que o bem é do povo mas a tutela é do Estado. Aproveitando os instrumentos trazidos pela Lei 9.433/97. O grande desafio é transformar nossas instâncias públicas, órgãos estaduais como a CAGEPA e a AESA, além dos Comitês de bacia do nosso Estado em espaços democráticos, com a efetiva participação do usuário e da sociedade civil como um todo.

2. METODOLOGIA

Este trabalho é parte do projeto de pesquisa Importância dos Comitês de Bacias Hidrográficas na Evolução da Gestão dos Recursos Hídricos no Estado da Paraíba que se encontra em fase de conclusão no IFPB, aprovado em 2010 através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação – PIBITI, financiado pelo CNPq. A metodologia aplicada no presente trabalho constou, inicialmente, por parte de seus pesquisadores e orientação, de um amplo trabalho de revisão bibliográfica e pesquisa documental. Sendo consultada a mais moderna doutrina, sendo analisados livros, toda a legislação relacionada ao tema, artigos científicos, conjuntos de comentários às normas legais, relatórios anuais, pesquisas com índices de porcentagem e outros. Ou seja, foi utilizada a técnica da documentação indireta.

Posteriormente, um prévio estudo da situação dos comitês de bacia hidrográfica da Paraíba, que constou de uma sondagem prévia, através coleta de dados e questionários nos órgãos executores da Gestão Hídrica no nosso Estado, bem como a coleta de informações com algum seguimentos selecionados que integram os comitês de bacias, para melhor conhecer o nível de entrosamento entre a população e a Política Nacional de Recursos Hídricos buscando melhor compreender a realidade das práticas e concepções que a sociedade possui dos conflitos ambientais localmente existentes quando se trata de águas. Também foi necessário acompanhar todas reuniões ordinárias dos Comitês estaduais de 2010 até junho de 2011. Onde foi possível verificar o funcionamento de cada comitê de bacia e suas realidades.

O Estado da Paraíba está dividido em onze bacias hidrográficas conforme Resolução nº 02 de 2003 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos- CERH, que podem ser vistas na Figura 1: Rio Paraíba; Rio Abiaí; Rio Gramame; Rio Miriri; Rio Mamanguape; Rio Camaratuba; Rio Guaju; Rio Piranhas; Rio Curimataú; Rio Jacu; e Rio Trairi. As cinco últimas são bacias de domínio federal.

Para efeito desse estudo, a bacia do Rio Piranhas foi ainda dividida em quatro sub-bacias (Rio do Peixe, Rio Piancó, Rio Espinharas e Rio Seridó) e duas regiões hidrográficas (Alto Piranhas e Médio Piranhas). Similarmente, a bacia do Rio Paraíba foi dividida em uma sub-bacia (Rio Taperoá) e três regiões (Alto Paraíba, Médio Paraíba e Baixo Paraíba). (Ver Figura 1)

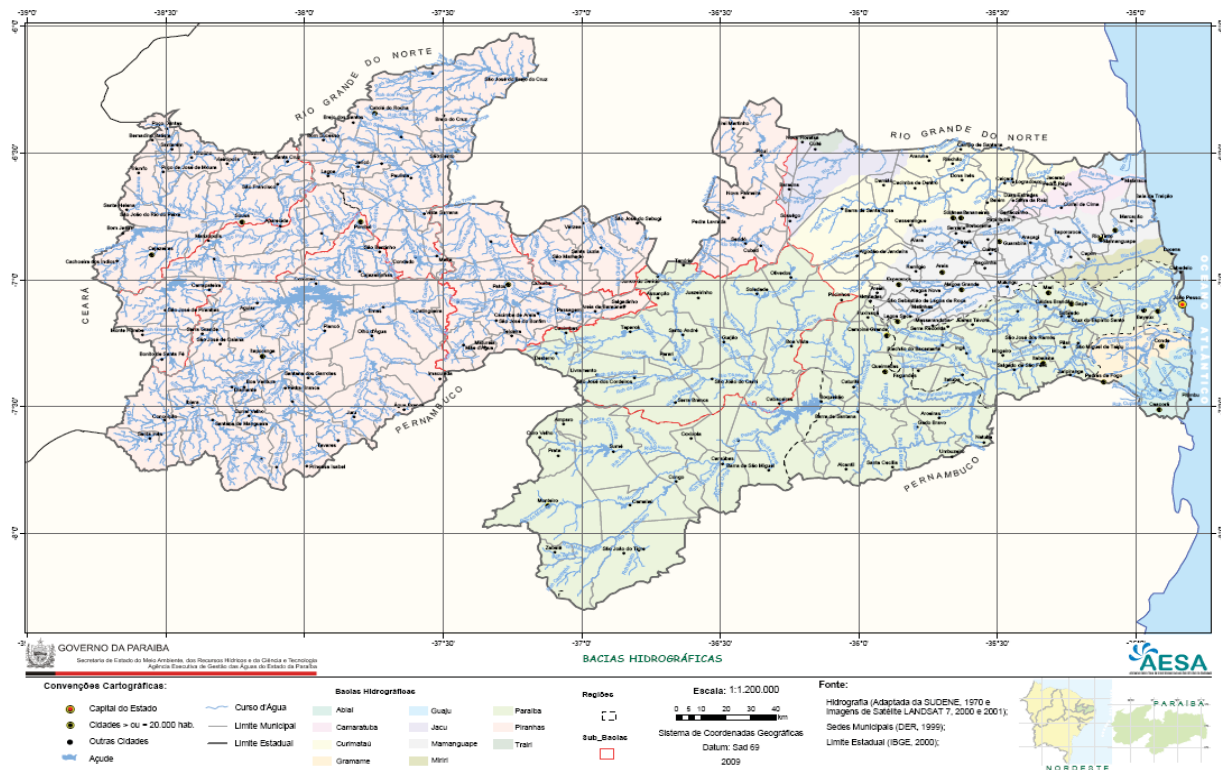


Figura 1. Bacias hidrográficas do Estado da Paraíba (AES/A, 2010)

A área de atuação dos comitês de bacia de domínio estadual são definidas pela Resolução Nº 03, de 05 de novembro de 2003 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH). Neste sentido apresentamos:

- 1) Comitê de bacia Piranhas-Açu, possui sua bacia totalmente inserida no clima semi-árido nordestino, possui uma área total de 26.183,00 Km², correspondendo a 60% da área no Estado da Paraíba, e 17.498,50 Km², correspondendo a 40% da área no Estado do Rio Grande do Norte. Contempla 147 municípios, sendo 45 municípios no Estado do Rio Grande do Norte e 102 municípios no Estado da Paraíba e conta com uma população total de 1.363.802 habitantes, sendo que 914.343 habitantes (67%) no Estado da Paraíba e 449.459 habitantes (33%) no Estado do Rio Grande do Norte. Trata-se de uma importante bacia para os Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, pois é nela que estão localizados a barragem Armando Ribeiro Gonçalves e o sistema de reservatórios Corema-Mãe D'Água, considerados estratégicos para o desenvolvimento sócio-econômico destes Estado
- 2) Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte terá como área de atuação o somatório das áreas geográficas das bacias dos Rios Mamanguape, Camaratuba e Miriri, totalizando cerca de 4.597,1 km².
- 3) O comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul terá como área de atuação o somatório das áreas geográficas das bacias dos Rios Gramame e Abiaí.
- 4) A bacia hidrográfica do rio Paraíba, com uma área de 20.071,83 km², é a segunda maior do Estado da Paraíba, pois abrange 38% do seu território, abrigando 1.828.178

habitantes que correspondem a 52% da sua população total. Considerada uma das mais importantes do semi-árido nordestino, ela é composta pela sub-bacia do Rio Taperoá e Regiões do Alto Curso do rio Paraíba, Médio Curso do rio Paraíba e Baixo Curso do rio Paraíba. Além da grande densidade demográfica, na bacia estão incluídas as cidades de João Pessoa, capital do Estado e Campina Grande, seu segundo maior centro urbano. (Ver Figura 2)

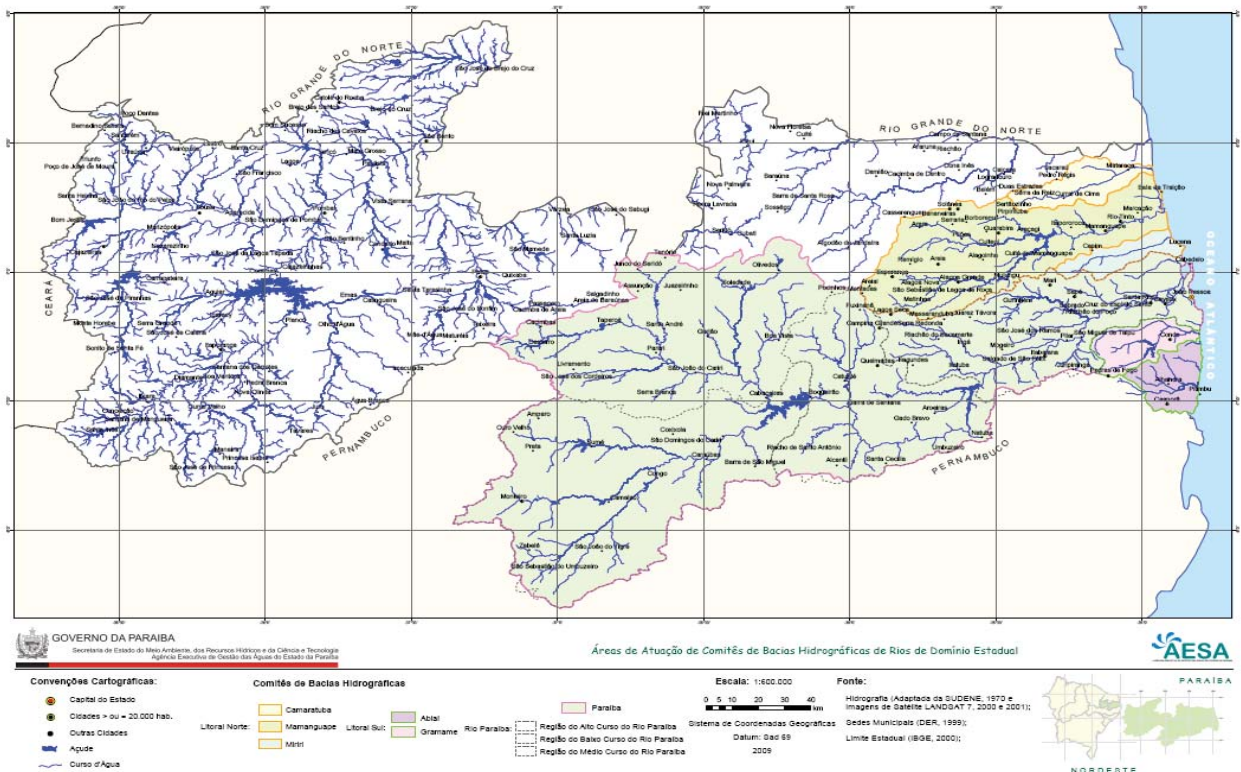


Figura 2. Áreas de atuação de comitês bacias hidrográficas do Estado da Paraíba (AESAs, 2010).

Como já citado, os comitês de bacia hidrográfica foram criados com a intenção de prover a necessária gestão descentralizada entre todos os órgãos e entidades atuantes na política nacional de recursos hídricos. Os Comitês devem “atuar como órgãos colegiados, com funções consultivas e deliberativas, sendo considerados a instância mais importante de participação e integração do planejamento e das ações na área dos recursos hídricos” (ANA, 2004), pois trata-se de um fórum de decisão sobre a utilização da água no âmbito das bacias hidrográficas. A Agência Nacional de Águas ressalta ainda que “foi justamente a implementação dessas diretrizes, através dos comitês de bacia que tornaram efetiva a idéia de bacia hidrográfica como unidade territorial básica para efetivação da política nacional de recursos hídricos”.

Graf (2007) afirma que “hoje, pode-se considerar os comitês como organismos do estado brasileiro, uma vez que suas decisões têm impacto direto na vida dos usuários das respectivas bacias hidrográficas”. Temos instrumentos trazidos pela Lei 9.433/97, como os planos de bacia, o valor da cobrança pelo uso da água que são exemplos claros da capacidade de um comitê de bacia impactar a vida do cidadão residente na bacia hidrográfica. E conforme a referida lei devem ser incondicionalmente aprovados pelos comitês. Não apenas esses exemplos aqui apresentados, mas um rol inteiro trazido pelo art. 38 da Lei 9.433/97 que mais especificamente trata das competências dos comitês de bacia.

Na Paraíba temos o comitê de bacia Piranhas-Açu a nível de rio de domínio da União, por ter como rio principal o Piranhas-Açu que nasce na Paraíba e tem sua foz no Rio Grande do Norte, o comitê

Litoral Norte, Litoral Sul e o Comitê de bacia Rio Paraíba, ambos com bacia de domínio estadual (Ver figura 2).

A reforma institucional do setor de recursos hídricos no Brasil resultou num sistema de gerenciamento dos mais sofisticados do mundo. Hoje não apenas o governo de diferentes níveis participam da gestão ao nível de bacia hidrográfica. Permite que usuários, sociedade civil organizada e associações profissionais também façam parte do processo, garantindo uma participação pública e democrática. Sucessos já obtidos na bacia Piranhas-Açu sugere que é possível implementar, de forma integral, os instrumentos de gestão trazidos pela Lei das Águas de 1997.

Mesmo considerando que a Lei 9.433/97 seja recente, todo ordenamento jurídico brasileiro de recursos ambientais e até mesmo o próprio Código de Águas de 1934, já seriam ferramentas suficientes para impedir que houvesse o grande aumento na degradação dos corpos hídricos, sendo um problema bastante presente. Em razão da escassez qualitativa e quantitativa da água, competindo à nossa República Federativa construir uma sociedade livre, justa e solidária, bem como reduzir as desigualdades sociais e regionais, conforme objetivos constitucionais (Constituição federal de 1988, art 3º). O legislador constituinte extinguiu a propriedade privada da água, concedendo a titularidade exclusiva à União e aos Estados, como bem público de uso comum do povo.

Portanto, cabe a sociedade como um todo, ocupar seu espaço reservado por lei. E para tanto, ensina Pompeu (2006) “sobre a necessidade de conhecimento do direito para que o mesmo seja exercido de fato”. Ou seja, é preciso que o cidadão tenha conhecimento e plena consciência do direito e espaço que a legislação lhe reserva para poder participar do gerenciamento desse recurso tão precioso, a água.

A população em geral deve conhecer os termos da política de águas, o que enseja a realização de programas de educação ambiental, voltados aos recursos hídricos. É preciso que a população saiba como e porque aplicar a legislação vigente. E conhecer seu poder de interferir na gestão pública de águas.

3. ANÁLISE E DADOS COLETADOS

Até o momento de elaboração deste texto, foram pesquisados três comitês de bacia hidrográfica, o Comitê de bacia Litoral sul, o Comitê de bacia Litoral Norte e o Comitê de bacia hidrográfica do Rio Paraíba. Através de freqüência assídua as reuniões ordinárias estabelecidas pelos respectivos comitês. Quanto ao Comitê de bacia hidrográfica Piranhas Açu, ainda não foi possível a nossa participação na sua reunião ordinária, por se tratar de um comitê de uma bacia hidrográfica de rio federal, ele é regido por normas diferentes dos comitês estaduais, logo possuem reuniões previamente agendas pela Deliberação nº 03/2009. Logo, a próxima seria a 5º reunião ordinária marcada na data de 20 e 21 de maio de 2011, na cidade de Açu- RN. No entanto foi adiada para a data de 7 e 8 de julho de 2011, sendo novamente adiada por questões internas, como termino do projeto não possível nossa participação em nenhuma reunião do CBH- Piranhas-Açu.

Posteriormente, tendo feito a sondagem prévia do funcionamento dos comitês de bacias, foi feito um prévio estudo da situação dos comitês de bacia hidrográfica da Paraíba, que constou de uma avaliação, através coleta de dados e entrevistas nos órgãos executores da Gestão Hídrica no nosso Estado, bem como a coleta de informações com alguns membros dos comitês, para melhor conhecer o nível de entrosamento entre a população e a Política Nacional de Recursos Hídricos buscando melhor compreender a realidade das práticas e concepções que a sociedade possui dos conflitos ambientais localmente existentes quando se trata de águas.

Com todas as informações disponibilizadas e dados coletados foi possível diagnosticar as situações que mais preocupam os comitês de bacia hidrográfica de forma genérica e comum aos três comitês pesquisados, expostos na tabela respectivamente abaixo (Ver tabela 1):

Preocupações ambientais	Preocupações sociais	Dificuldades dos comitês
Falta de saneamento	Falta de apoio do governo	Quorum das reuniões ordinárias
Poluição e contaminação dos corpos hídricos	Falta da integração setorial	Ausência dos planos de bacia
Falta de vegetação ciliar	Mobilização social	Falta de comunicação
Ausência de programas de educação ambiental	Implementação da cobrança	Falta de mobilização social
Projeto de integração da bacia do São Francisco		Falta de recursos financeiros

Tabela 1: Prejuízos encontrados nos Comitês de bacia

De acordo com a pesquisa encaminhada, foi possível identificar previamente algumas preocupações socioambientais, conforme tabela 1.

As preocupações ambientais comuns que estão frequentemente na pauta das reuniões dos comitês paraibanos são a falta de saneamento da maioria dos municípios que ocupam a área geográfica da bacia, o que reflete diretamente na poluição e contaminação dos corpos hídricos, juntamente com a ausência de vegetação ciliar, gera diretamente o comprometimento da qualidade e quantidade de água disponível para o abastecimento da população.

Quanto ao Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, sabe-se que se trata de um empreendimento do Governo Federal, sob a responsabilidade do Ministério da Integração Nacional. É destinado a assegurar oferta de água, em 2025, a cerca de 12 milhões de habitantes de 390 municípios do Agreste e do Sertão dos Estados de Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte. Essa temática deixa os membros do CBH Rio Paraíba bastante apreensivos, devido a falta de informação. Em sua última reunião ordinária, realizada no dia 15 de Outubro de 2010 na cidade de Campina Grande, ficou evidente a ausência de informação e comunicação sobre o referido projeto, haja visto que as obras avançam diariamente e em breve as águas do São Francisco chegarão através do Eixo leste às águas do rio Paraíba, trazendo conflitos de interesses.

As preocupações sociais de forma geral podem ser resumidas em quatro: Falta de mobilização social, falta de integração setorial e a falta de apoio do governo e a implementação da cobrança.

A mobilização social é o engajamento da comunidade visando a formação e o funcionamento de um comitê de bacia, buscando parceiros junto à comunidade local. Toda mobilização requer compartilhamento de todas as informações, justificando as ações a serem desenvolvidas em uma determinada área, observando sempre as condições da coletividade, que é o ponto fundamental de todo esse processo. Essa mobilização deve ser constante, convidando as comunidades a participarem dos processos de decisão da gestão das águas, logo, essa ausência de mobilização só traz prejuízos para a população e a segurança hídrica.

A integração setorial refere-se ao nível de cooperação e relacionamento entre os diversos órgãos públicos estaduais que de alguma forma tratam da gestão de águas na Paraíba. Até mesmo a integração entre o Estado e os municípios. Afinal, não há como existir uma exclusão total da esfera pública municipal na gestão hídrica, com base nisso, o Ministério do Meio Ambiente cobra até o ano de 2014 o

Plano Hídrico municipal. Ainda tratando de integração setorial, podemos citar também a integração com a gestão ambiental e a articulação da gestão de recursos hídricos com a gestão do uso e ocupação do solo aponta um caminho difícil, mas indispensável, já que a vida não pode ser exercida sem água e a gestão das águas não pode prescindir de um adequado manejo do solo.

Foi relatado de uma forma geral nos comitês de bacia a mesma queixa acerca do governo do Estado entre o período de 2009 e 2010, a ausência do apoio do poder público. Como sabemos os comitês não contam com qualquer tipo de recurso financeiro. Nessa fase os comitês deixaram de receber vários tipos de colaboração que acarretaram sérios problemas ao funcionamento desses órgãos, principalmente a falta de transporte e a disponibilidade de local para as reuniões.

A cobrança pelo uso de água no Estado da Paraíba está tomando forma, é possível que ainda no corrente ano ela seja de fato implementada, a legislação sobre cobrança já evoluiu um pouco mais, e o Estado precisará dispor de estudos técnicos mais aprofundados sobre o assunto. Principalmente quando as águas provenientes do rio São Francisco entrarem no Estado, adequações importantes terão de ser feitas no sistema de cobrança como um todo.

Com relação as dificuldades enfrentadas pelos comitês a falta dos planos de bacia conforme trata o art. 5º, I da Lei nº 9.433/97, juntamente com a falta de recursos financeiros são sem dúvida alguma, as duas maiores complicações que eles enfrentam. Os planos de recursos hídricos, na forma do art. 6º da Lei nº 9.433/97, têm por objetivo “fundamentar e orientar a implementação da política e o gerenciamento dos recursos hídricos. Os planos de bacia devem estabelecer prioridades para o direito de uso dos recursos hídricos da sua respectiva bacia hidrográfica”. O plano é um processo que se desenvolve ao longo do tempo, facilitando a solução dos conflitos de uso das águas.

Na Paraíba poucas bacias ou sub-bacias hidrográficas possuem seus planos de bacia, e os que possuem têm sua eficácia comprometida pela parcialidade do enfoque que os gera, a maior parte deles tenta solucionar os problemas desvinculando-os dos conflitos sociais, econômicos e políticos existentes, não sendo, portanto, o resultado de uma negociação política entre os agentes sociais econômicos envolvidos.

A democracia, na concepção do plano, pode ser traduzida na sua aprovação pelo comitê de bacia hidrográfica, do qual participam os representantes de vários segmentos interessados nos recursos hídricos. O cumprimento do plano é a garantia de efetividade de toda a política de recursos hídricos. Coloca-se, nesse passo, a questão acerca de como fazer o plano ser cumprido, ou dos mecanismos legais que obrigam a elaboração e cumprimento do plano.

Contudo, foi possível diagnosticar sobre o Comitê de Bacia hidrográfica Litoral Sul alguns avanços, podendo ser considerado o comitê com maior progresso comparado aos outros comitês estaduais. Pois há uma boa participação dos membros nas reuniões, não chega a ser 100%, mas o suficiente para não atrapalhar a realização das mesmas. Já existe um Plano de Trabalho do comitê para o ano de 2011. Há propostas de apresentação do comitê em alguns setores, onde se tenta construir um processo de divulgação do próprio comitê, na sociedade civil, entidades e outros. Há idéia sobre a construção de um site do próprio comitê, para divulgar seus encontros e reuniões e trabalho realizados por eles. Também há uma parceria com o grupo de pesquisa Nascentes do Gramame da Universidade Federal da Paraíba, grupo esse que estuda as possíveis formas de restauração das nascentes da bacia do Rio Gramame. As atividades do referido grupo de pesquisa ajuda na capacitação dos membros do comitê Litoral Sul.

Existe a perspectiva de uma futura instalação física da secretária administrativa do comitê, o que sem duvida dará força o comitê em questão. Portanto, podemos observar que o CBH Litoral Sul é o comitê que mais avança no processo de decisão da gestão hídrica, contudo, todos esses planos e projetos dependem de recursos, recursos advindos legalmente do instrumento da cobrança de água no Estado.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A nossa preocupação com os Comitês de bacias hidrográficas é não é recente. O que vinha nos incomodando há algum tempo era a questão das formas de organização da sociedade e da representação de interesses dentro dos comitês da Paraíba. A multiplicidade de conflitos gerados pela escassez de água vem exigindo cada vez mais uma intermediação entre a sociedade e o Estado. Desde o início deste estudo vínhamos trabalhando com a hipótese que os comitês deveriam desempenhar um papel importante como agentes de reestruturação social no que tange a gestão hídrica. Então, percebemos o não desenvolvimento desse papel e observamos que os comitês paraibanos estão apenas na posição de organizações criadas e controladas pelo Estado. Ficando claro que as representações dos grandes interesses sociais estão subordinadas à autoridade estatal. Devemos ressaltar que esse recorte do objeto foi feito a partir da problemática dos comitês e do fortalecimento da sociedade civil na construção da cidadania e de novas formas de gestão. Estávamos interessados também na questão dos recursos hídricos sob o ponto de vista ambiental, pois no início a maior parte dos comitês do Brasil tenham sido constituídos basicamente devido a mobilização em torno da poluição dos rios da Bacia.

Deixamos claro aqui a necessidade de fazer com que os comitês de bacias da Paraíba sejam espaços verdadeiramente públicos, que possibilitem a negociação democrática e participativa das regras de equidade nos usos dos recursos ambientais dos quais dependem economia e sociedade. A pesquisa com os comitês permitiu, assim, não só observar o enfraquecimento da sociedade, mas como têm atuado os atores sociais envolvidos de maneira mais específica.

Destaca-se aqui a indicação de maiores cuidados para evitar que essa participação seja manipulada para legitimar políticas que não visam necessariamente atender o interesse público.

Construir processos efetivamente participativos é um grande desafio e encontra grandes resistências. Exige conhecimento, muita organização e vontade política. Mas a ausência de participação comunitária é um dos principais fatores de insucessos que faz com que os comitês não cumpram seu papel perante a Política Nacional de Recursos Hídricos, com todos os seus planos, programas e projetos que, mesmo os tecnicamente mais sofisticados, correm o risco dormir nas prateleiras ou atender apenas exigências de governos centralizados.

É necessário urgentemente desconstruir mitos veiculados por aqueles que resistem às mudanças e a participação popular, aqueles que dizem: a sociedade não está preparada para participar, como protagonista, das políticas públicas; a participação da sociedade dificulta a tomada de decisões pelo maior tempo e posicionamento crítico diante das propostas do Estado ou da ausência delas; e o momento de participação da sociedade e dos cidadãos é o momento do voto.

Esses mitos são mantidos para justificar a tutela do Estado sobre a sociedade civil e estão baseados no preconceito do saber, que o defende como exclusivo dos técnicos e da burocracia e também afirma que é o político quem tem a delegação para decidir. Os técnicos têm um papel indispensável nesse processo de democratização do processo decisório, que não ocorre espontaneamente. É necessário atuar como múltiplo. É necessário e possível cumprir vários papéis induzir e incentivar a mobilização; assistência técnica no planejamento, proposição e orientação das várias alternativas; condução de processos de capacitação; dar consultorias relativas aos assuntos de sua especialidade; propor e realimentar os processos de avaliação e ajustes; e catalisar recursos externos.

A prática corrente dos Comitês sem representatividade e estrutura de funcionamento, reuniões e debates realizados em horários e locais de difícil acesso, sem divulgação prévia, com grandes limites às contraposições. Os projetos são apresentados em linguagem complexa ou se utilizam todas as técnicas de comunicação para “vender” o plano à comunidade e, dessa forma, cooptar amplos segmentos que tenderão a aceitar passivamente tudo que os técnicos do governo lhe propuserem. A grande tendência é ainda a participação de fachada que visa tão somente angariar legitimidade para as políticas implementadas pelos governos.

Promover novas práticas de gestão de fato democráticas implica em transmitir conhecimento, estimular o envolvimento e a formação de novas lideranças, possibilitar parcerias e finalmente delegar poder e promover o controle social com autonomia, com independência no pensar e no agir. É um grande desafio. É demagogia criar canais de participação popular cujas deliberações não estejam

associadas a políticas e ações concretas que transformem a realidade. Mesmo quando associada a políticas redistributivas é um grande desafio tornar viáveis e efetivar a participação ampla e consistente.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL de 5 de Outubro de 1988.

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba.

<http://www.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/mapas.html>. Acesso: 02/06/2010.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, **Relatório de atividades**. Exercício 2006. Brasília. ANA. 2007

BRASIL. **Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal.

BRANCO, Samuel Murgel. **Água: origem, uso e preservação**. São Paulo: Moderna, 2006.

BRUNONI, Nivaldo. **A tutela de águas pelo município**. In: FREITAS, Vladimir Passos de. (org). **Águas: aspectos jurídicos e ambientais**. 3. ed. Curitiba: Juruá, 2007.

FREITAS, Vladimir Passos de (org). **Águas: aspectos jurídicos e ambientais**. 3. ed. Curitiba: Juruá, 2007

GRAF, Ana Claudia Bento. **A tutela dos Estados sobre as águas**. In: FREITAS, Vladimir Passos de. (org). **Águas: aspectos jurídicos e ambientais**. 3. ed. Curitiba: Juruá, 2007.

GRANZIERA, Maria Luiza Machado. **Direito de águas: disciplina jurídica das águas doces**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

JACOBI, Pedro Roberto. **Inovação no Campo da Gestão Pública Local - Novos Desafios , Novos Patamares**. São Paulo, FGV.2006.

POMPEU, Cid Tomanik. **Direito de águas no Brasil**. São Paulo. Revista dos Tribunais. 2006

VIEGAS, Eduardo Coral. **Visão jurídica da água**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2005.

PREVISÃO DA GERAÇÃO DE METANO PELO MODELO NUMÉRICO DA USEPA (*Environmental Protection Agency - United States of America*)

P. A. Medeiros¹ e G. O. Santos²

¹Instituto Federal do Ceará - Campus Fortaleza e ²Instituto Federal do Ceará – Campus Fortaleza
priscila_a.medeiros@hotmail.com – gemmelle@ifce.edu.br

RESUMO

O presente trabalho apresenta o comportamento da geração de metano no Aterro Sanitário Metropolitano Oeste de Caucaia (ASMOC), utilizando a metodologia da USEPA para sistema de disposição sem controle. Para tanto, dividiu-se o estudo em quatro etapas: levantamento de dados, supressão da porcentagem que não contribuirá para produção de metano (resíduos de poda e construção), aplicação do modelo numérico (cinético de primeira ordem) e simulação do decaimento se o aterro for encerrado em 2015. Observou-se uma geração entre: (i) 1.807.671 a 3.578.823 m³ de metano para os resíduos depositados em 2006 ($k = 0,02$ / $k = 0,04$), respectivamente; (ii) 3.838.817 a 7.530.741 m³ de metano em 2007; (iii) 6.016.275 a 11.691.420 m³ de metano em 2008. Os dados permitem observar também que uma contribuição bem mais significativa nos volumes de metano ocorre para o ' $k=0,04$ '. Os dados pluviométricos disponibilizados pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) demonstram que a aplicação do ' $k=0,04$ ' é mais ideal para este aterro. No intervalo de tempo compreendido entre 39-42 anos (aproximadamente), todas as previsões de decaimento da quantidade de metano se aproximam. Os resultados se mostram condizentes com outros trabalhos publicados e que utilizaram a mesma metodologia.

Palavras-chave: Aterro Sanitário, Resíduos Sólidos, Metano, USEPA.

1. INTRODUÇÃO

Estudos feitos apontam que o metano (CH_4) é 20-23 vezes mais forte na alimentação do efeito estufa quando comparado com o dióxido de carbono, tomando como referência um horizonte de tempo de 100 anos (DESIDERI et al. 2003; POPOV, 2005; THEMELIS E ULLOA, 2007). Assim, a grande quantidade de resíduos sólidos urbanos gerada diariamente no Brasil deve se traduzir numa grande preocupação.

Apesar desse reconhecimento, mais de 84% das emissões de metano no Brasil são provenientes de aterros de resíduos (CETESB, 2002). Ainda segundo o órgão, as emissões de metano por resíduos sólidos no Brasil, para o ano de 1990, foram estimadas em 618 Gg, aumentando para 667 Gg no ano de 1994.

É importante notar que o metano, até pouco tempo, era simplesmente encarado como um subproduto indesejado, mas seu aproveitamento trouxe a possibilidade de redução de custos ou até mesmo de instrumento de viabilização econômica para projetos de despoluição. Porém, ao contrário do que se pensa, o mecanismo de formação de gases em aterros de resíduos urbanos é muito complexo devido à diversidade de materiais e compostos presentes e por suas possíveis interações físico-químicas e biológicas ao longo do tempo (MACIEL, 2003).

Estima-se que a produção de biogás em aterros sanitários tem início a partir dos três primeiros meses de compactação dos resíduos sólidos e se estende até, aproximadamente, 15-20 anos após a desativação da área (McLENNAN, 2003; KORHONEN & DAHLBO, 2007), mas há inúmeras dificuldades em se estimar corretamente esses prazos.

Segundo Santos e Mota (2010), as estimativas da geração de CH_4 e CO_2 mais conhecidas se baseiam em (i) modelos numéricos, como o do IPCC (1996), USEPA (1998) e Banco Mundial (2003); (ii) estudos da composição dos resíduos, conforme proposto por Tchobanoglous et al. (1993); (iii) análises cromatográficas em laboratório e/ou medição direta em campo e (iv) ensaios do tipo BMP - Potencial Bioquímico de Metano.

Segundo Borba (2006), as equações apresentadas pela USEPA, Banco Mundial e IPCC têm em comum o fato de serem equações cinéticas de primeira ordem e considerarem os mesmos parâmetros iniciais, como massa de resíduos que ingressa anualmente no aterro, tempo de atividade do aterro e/ou após o fechamento, taxa de geração de metano e potencial de geração de metano (L_0).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi estimar a geração de metano no Aterro Sanitário Metropolitano Oeste de Caucaia (ASMOC), localizado na região metropolitana de Fortaleza – Ceará, utilizando a metodologia da USEPA. Além disso, analisou-se o comportamento de decaimento da produção de metano simulando o encerramento do aterro para o ano de 2015.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A primeira etapa do trabalho envolveu o levantamento dos dados referentes à quantidade de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) destinados ao ASMOC em 2006, 2007 e 2008. Para tanto, foram solicitados os relatórios anuais das pesagens realizadas na balança rodoviária existente na entrada do aterro.

A segunda etapa consistiu em suprimir, da quantidade de RSU destinada ao ASMOC, os quantitativos referentes aos resíduos da atividade de *podação* (3% em 2006, 2007 e 2008) e os da *construção/demolição* (11%), já que ambos são destinados a áreas específicas, não contribuindo para a geração de gás.

A terceira etapa consistiu em aplicar o modelo numérico da USEPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, do inglês *Environmental Protection Agency - United States of America*) comum a estudos internacionais (MONREAL, 1999; SCHARFF et al. 2000; KUMAR et al. 2004).

O modelo da USEPA (1998) se baseia na equação abaixo (que é cinética de primeira ordem) e considera como parâmetros de entrada (i) a massa de resíduos que ingressa ao aterro anualmente, (ii) o tempo de atividade do aterro e/ou após o fechamento, (iii) a taxa de geração de metano (k) e (iv) o potencial de geração de metano (L_0).

$$Q_{CH_4} = L_0 \times R \times (e^{-k \cdot c} - e^{-kt}) \quad [\text{Eq.01}]$$

Sendo,

Q_{CH_4} = metano gerado no ano t, (m^3/ano)

L_0 = potencial de geração de metano por tonelada de resíduo depositado ($m^3 \text{CH}_4 / \text{t resíduo}$)

R = média anual de entrada de lixo no vazadouro, (t/ano)

k = taxa de geração de metano, (ano^{-1})

c = anos desde o fechamento, c = 0 para os ativos, (ano).

t = anos desde o início da atividade, (ano).

Os valores de 'k' e ' L_0 ' previstos pela metodologia estão no Quadro 1, do qual se observa que somente a taxa de geração de metano (k) sofre variação em função da pluviosidade, mas esse estudo fez as duas simulações (com 'k' = 0,02 e 'k' = 0,04).

Quadro 1 - Valores de k e L_0 propostos pela USEPA (1998)

PLUVIOMETRIA ANUAL	> 635 mm	< 635 mm
k	0,04	0,02
L_0	$100m^3/t$	$100m^3/t$

A quarta etapa consistiu em simular até quando haveria produção de metano se o ASMOC for encerrado em 2015, considerando os mesmos valores do 'k', desta vez como coeficientes de decaimento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A quantidade de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) destinada ao ASMOC em 2006, 2007 e 2008 foi conseguida junto à Empresa Municipal de Limpeza e Urbanização (EMLURB) e é mostrada no Quadro 2.

Quadro 2 - Quantidade de RSU no ASMOC em 2006, 2007 e 2008

Mês	Toneladas (2006)	Ton. (2007)	Ton. (2008)
Janeiro	83.442,67	99.596,19	106.260,43
Fevereiro	73.759,11	88.618,38	87.996,67
Março	88.297,40	101.275,15	97.386,23
Abril	82.659,51	89.719,60	102.875,37
Mai	94.471,14	95.346,18	105.118,87
Junho	90.346,03	91.240,50	98.539,71
Julho	83.857,88	92.364,09	104.227,99
Agosto	87.343,91	97.309,92	95.964,80
Setembro	89.713,27	90.656,71	97.747,01
Outubro	91.688,63	99.571,11	102.798,87
Novembro	96.351,72	93.950,75	97.912,56
Dezembro	99.656,13	99.060,83	105.176,31
Total	1.061.587,40	1.138.709,41	1.202.004,82

Fonte: EMLURB (2007, 2008, 2009).

A participação dos resíduos sólidos domésticos entre os RSU foi de 46% em 2006, 47% em 2007 e 46% em 2008. Reduzindo da quantidade apresentada no Quadro 2 os quantitativos referentes

aos resíduos da atividade de podaço (~3%) e construção/demolição (~11%) ficam os quantitativos mostrados no Quadro 3.

Quadro 3 - Quantidade de RSU Estimada em 2006, 2007 e 2008 para Aplicação do Modelo

Mês	Toneladas (2006)	Ton. (2007)	Ton. (2008)
Janeiro	71.760,70	85.652,72	91.383,97
Fevereiro	63.432,83	76.211,81	75.677,14
Março	75.935,76	87.096,63	83.752,16
Abril	71.087,18	77.158,86	88.472,82
Mai	81.245,18	81.997,71	90.402,23
Junho	77.697,59	78.466,83	84.744,15
Julho	72.117,78	79.433,12	89.636,07
Agosto	75.115,76	83.686,53	82.529,73
Setembro	77.153,41	77.964,77	84.062,43
Outubro	78.852,22	85.631,15	88.407,03
Novembro	82.862,48	80.797,65	84.204,80
Dezembro	85.704,27	85.192,31	90.451,63
Total	912.965,16	979.290,09	1.033.724,15

Aplicando os dados acima no modelo da USEPA, foram encontradas as previsões de geração de metano (em m³) apresentadas na Figura 1.

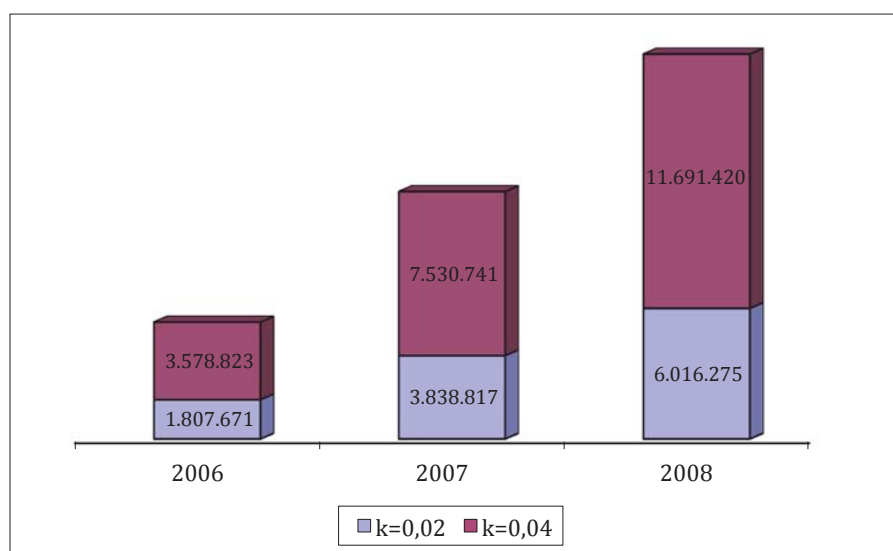


Figura 1 - Previsão da Geração de Metano no ASMOC em 2006, 2007 e 2008

Como se observa, estima-se uma geração entre:

- (i) 1.807.671 a 3.578.823 m³ de metano em 2006 (k = 0,02 / k = 0,04), respectivamente;
- (ii) 3.838.817 a 7.530.741 m³ de metano em 2007 (k = 0,02 / k = 0,04), respectivamente;
- (iii) 6.016.275 a 11.691.420 m³ de metano em 2008 (k = 0,02 / k = 0,04), respectivamente.

Como esse gás não está sendo captado para fins de beneficiamento e vem fugindo pela camada de cobertura e pelos drenos verticais existentes no ASMOC, não se pode afirmar que o volume

total de metano existente é a soma dos quantitativos encontrados, ou seja, $11.662.763 \text{ m}^3$ ($k = 0,02$) ou $22.800.984 \text{ m}^3$ ($k = 0,04$). Porém, esses dados servem de orientação.

Os dados permitem observar também que uma contribuição bem mais significativa nos volumes de metano ocorre para o ' $k=0,04$ '. De acordo com informações disponibilizadas pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), a pluviometria anual média no município onde se localiza o aterro (Caucaia) é em torno de 1350 mm. Isso demonstra que a aplicação do ' $k=0,04$ ', utilizado quando a pluviometria anual é superior a 635 mm, é mais ideal para este aterro.

Se for simulado que o ASMOC será encerrado em 2015, o decaimento da quantidade de metano, que já vem acontecendo desde a disposição dos resíduos, num horizonte de 100 anos resultaria no comportamento mostrado na Figura 2.

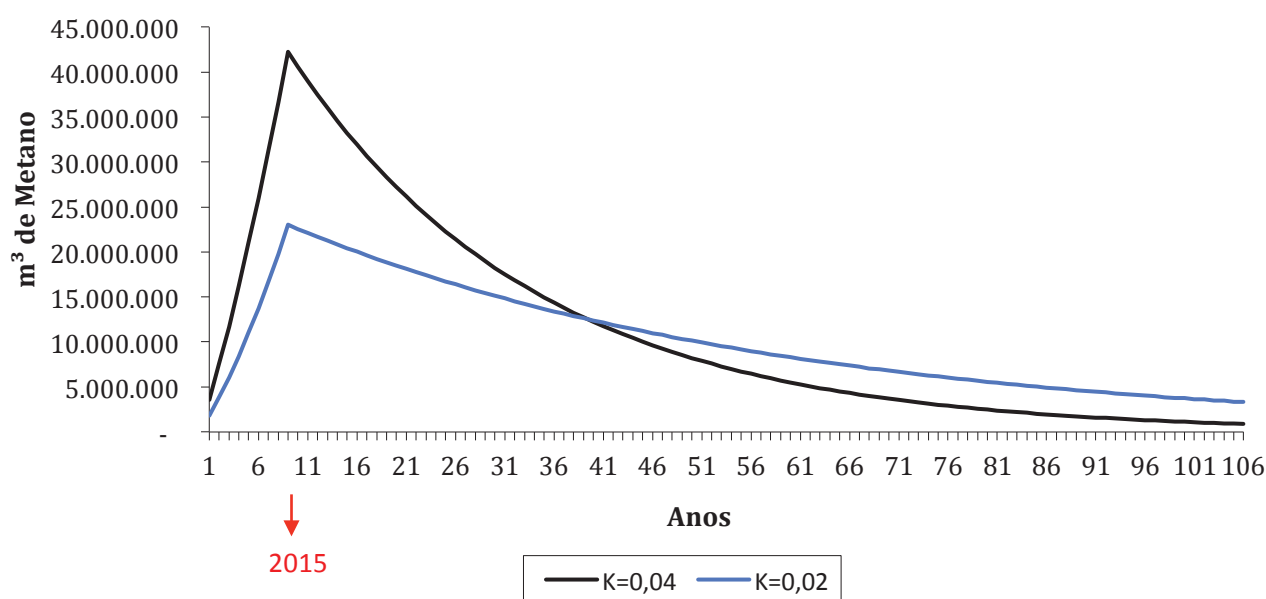


Figura 2 - Previsão do Decaimento da Quantidade de Metano no ASMOC a partir de 2015

As curvas de decaimento de metano no ASMOC exibiram comportamento bastante semelhante ao relatado por Meraz et al. (2004). Conforme os autores, a produção de metano em aterros deve subir durante anos até alcançar um pico clássico e depois entrar em fase de desaceleração (por décadas), seguida por uma conversão final ruim.

O gráfico mostra que a geração de metano atinge o ápice no último ano de deposição dos resíduos (2015) e se estende pelos anos seguintes em fluxo decrescente, sendo observada uma aproximação de todas as previsões no intervalo compreendido entre 39-42 anos.

Assim como exposto por Ensinas (2003), observa-se que a produção é mais prolongada para constantes de decaimento menores ($k=0,02$); pois, apesar de apresentarem baixa produção inicial quando comparadas a constantes maiores, asseguram fluxos elevados de metano por mais tempo.

Para Mendes e Magalhães Sobrinho (2007), métodos de decaimento de primeira ordem como o aplicado neste estudo são os mais adequados para quantificar a geração de metano em aterros sanitários, pois consideram a cinética de geração do gás e permitem que se trabalhe com quantidades diferentes de resíduos dispostas no aterro, favorecendo a obtenção de dados próximos da situação real.

4. CONCLUSÃO

Os resultados se mostram condizentes com outros trabalhos publicados e que utilizaram a mesma metodologia. Eles indicam que o pico de produção de metano será no ano de encerramento do aterro sanitário, seguido de um decaimento nos anos subsequentes.

A adoção do 'k=0,04' é mais assertiva para a situação do aterro estudado, porém o aterro é carente de um sistema eficiente de captura e aproveitamento desse gás.

O modelo apresenta algumas fragilidades: (i) considera uma alta conversão da matéria em biogás, (ii) considera uma reatividade química homogênea e (iii) não exclui a fração de RSU não degradável para a aplicação da metodologia.

Neste caso foram utilizados os valores sugeridos pelo modelo da USEPA, o qual requer investigações mais aprofundadas dos parâmetros de entrada k e L₀ com relação às características específicas do aterro.

Para a obtenção de um estudo mais detalhado sobre a geração de metano pelo ASMOC, tem sido realizadas simulações com outros modelos de produção de gás e feitas medições diretas em campo. Tais dados podem servir de base para futuros estudos sobre a viabilidade de recuperação energética do biogás.

REFERÊNCIAS

BANCO MUNDIAL. **Manual para a Preparação de Gás de Aterro Sanitário para Projetos de Energia na América Latina e Caribe.** 2003. Disponível em: <http://www.bancomundial.org.ar/lfg/gas_access_008_po.htm> Acesso em: 20 jun 2008.

BORBA, S. M. P. **Análise de Modelos de Geração de Gases em Aterros Sanitários: Estudo de Caso.** Dissertação, Programas de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa – Relatórios de Referência. Emissões de Metano no Tratamento e na Disposição de Resíduos.** São Paulo, SP, 2002.

DESIDERI, U.; DI MARIA, F.; LEONARDI, D.; PROIETTI, S. **Sanitary Landfill Energetic Potential Analysis: a real Case Study.** Energy Conversion and Management 44(12), 1969-1981, 2003.

ENSINAS, A. V. **Estudo da geração de biogás no aterro sanitário Delta em Campinas- SP.** Dissertação (Mestrado). Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2003.

EMPRESA MUNICIPAL DE LIMPEZA E URBANIZAÇÃO - EMLURB. **Relatório das Atividades Desenvolvidas pela Diretoria de Limpeza Urbana - DLU no Ano de 2006.** Fortaleza, 2007.

_____. **Relatório das Atividades Desenvolvidas pela Diretoria de Limpeza Urbana - DLU no Ano de 2007.** Fortaleza, 2008.

_____. **Relatório das Atividades Desenvolvidas pela Diretoria de Limpeza Urbana - DLU no Ano de 2008.** Fortaleza, 2009.

INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero**. Versión revisada, v.2, 1996.

KORHONEN, M-R.; DAHLBO H. **Reducing Greenhouse Gas Emissions by Recycling Plastics and Textiles into Products**. The Finnish Environment 30/2007. Environmental protection. Disponível em: <<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=74073&lan=en>> Acesso: 11 jun. 2008.

KUMAR, S.; GAIKWAD, S. A.; SHEKDAR, A. V.; KSHIRSAGAR, P. S.; SINGH, R. N. **Estimation method for national methane emission from solid waste landfills**. Atmospheric Environ., 38: 3481-3487, 2004.

MACIEL, F. J. **Estudo da Geração, Percolação e Emissão de Gases no Aterro de Resíduos Sólidos da Muribeca/PE**. Dissertação. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil, 2003.

McLENNAN, D. **Aterros sanitários**. Revista JB Ecológico. Rio de Janeiro: Jornal do Brasil. Ano 2, n.17, 2003.

MENDES, L. G. G; MGALHÃES SOBRINHO, P. **Comparação entre métodos de estimativa de geração de biogás em aterro sanitário**. Rev. biociên., Taubaté, v.13, n.3-4, p.134-142, 2007.

MERAZ, R. L; VIDALES, A. M; DOMÍNGUEZ, A. **A fractal-like kinetics equation to calculate landfill methane production**. Fuel 83(2004), 73-80, 2004.

MONREAL, J. C. **Recuperación del Biogás en los Rellenos Sanitarios en Santiago de Chile**. In: Seminario Internacional Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos, Siglo XXI, Medellín, Colômbia, 1999.

POPOV, V. **A New Landfill System For Cheaper Landfill Gas Purification**. Renewable Energy, 30(7), 1021-1029, 2005.

SANTOS, G. O.; MOTA, F. B. S. **Potencial Teórico de Geração de Biogás (CH₄ e CO₂) dos Resíduos Sólidos Domésticos de Fortaleza-Ceará**. In: 3º Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos/2º Seminário da Região Nordeste sobre Resíduos Sólidos, REDISA/ABES, João Pessoa - PB, 2010.

SCHARFF, H.; OONK, J.; HENSEN, A. **Quantifying landfill gas emissions in the Netherlands**. Afvalzorg Deponie BV, Haarlem, Netherlands, 2000.

THEMELIS, N. J.; ULLOA, P. A. **Methane Generation in Landfills**. Renewable Energy 32 (2007), 1243-1257, 2007.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). **Municipal Solid Waste Landfills**. 1998. Disponível em: <<http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch02/final/c02s04.pdf>> Acesso em: 20 jun 2008.

REATOR OPERADO EM BATELADA SEQUENCIAL COM BIOMASSA IMOBILIZADA DE *Aspergillus niger* AN400 PARA O TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUÁRIA RICA EM PENICILINA

R. Martins¹, E. Damasceno², I. Moreira³, K. Rodrigues⁴ e G. Marinho⁵

¹Instituto Federal do Ceará - Campus Maracanaú, ²Instituto Federal do Ceará – Campus Fortaleza, ³Instituto Federal do Ceará – Campus Fortaleza, ⁴Instituto Federal do Ceará – Campus Fortaleza e ⁵Instituto Federal do Ceará – Campus Fortaleza

raquel.cefet@yahoo.com.br – eloizapd@hotmail.com – isabel_belcris@hotmail.com
Kelly@ifce.edu.br – gloriamarinho@ifce.edu.br

RESUMO

A presente pesquisa teve como proposta avaliar um reator em batelada sequencial com biomassa imobilizada de *Aspergillus niger* AN400 no tratamento biológico de água residuária sintética rica em penicilina. Para a pesquisa foi utilizado um reator operado em regime de batelada sequencial compreendendo 10 ciclos: 5 ciclos de 48 horas (Etapa I) e 5 ciclos de 24 horas (Etapa II). A água residuária farmacêutica que alimentou o reator foi preparada com água de torneira, nutrientes, 0,5 g/L de glicose e solução padrão de penicilina. Os tempos reacionais foram: 0 horas e 24 horas, na Etapa I e; 0 horas, 24 horas e 48 horas, na Etapa II. As variáveis analisadas foram: pH, Demanda Química de Oxigênio, nitrato e amônia. Os resultados obtidos na operação do reator foram: na Etapa I, os ciclos 3 e 5 obtiveram a máxima remoção de matéria orgânica no tempo reacional de 24 horas, com percentual de 72% e 91%, respectivamente. No tempo reacional de 48 horas, os percentuais foram de 58% (ciclo 3) e 55% (ciclo 5). Os ciclos 1, 2 e 4, a máxima remoção foi alcançada no tempo reacional de 48 horas, com 73% (ciclo 1), 84% (ciclo 2) e 78% (ciclo 4). Na Etapa II, os ciclos 8 e 10 obtiveram as melhores remoções alcançando percentuais de 61% e 63%, respectivamente. A remoção média de nitrato e amônia, durante a pesquisa, foi de apenas 27% e 18%, respectivamente. A pesquisa mostrou-se uma boa alternativa a ser considerada para a melhora de tratamentos biológicos de água residuária farmacêutica em escala laboratorial.

Palavras-chave: água residuária sintética, penicilina, degradação, reatores em batelada sequencial, *Aspergillus niger* AN400

1. INTRODUÇÃO

Recentemente, a presença de resíduos farmacêuticos e seus metabólitos em esgotos sanitários e em efluentes de estações de tratamento de esgotos, foram reportados e documentados alertando sobre os riscos que podem causar ao meio ambiente (TERNES et al., 2003).

Dentre os fármacos, cabe ressaltar que os antibióticos são os mais preocupantes, pois devido ao aumento do seu consumo humano e veterinário, há um aumento proporcional do seu descarte no meio ambiente, aumentando assim a ocorrência de bactérias resistentes. Além disso, uma vasta quantidade de antibióticos vem sendo utilizada indiscriminadamente pela pecuária como promotores de crescimento. Eles normalmente são detectados em afluentes e efluentes de plantas de tratamento de esgotos municipais na ordem de ng/L e µg/L (HALLING - SORENSEN et al., 1998).

Muitos dos antibióticos administrados não são plenamente metabolizados no organismo animal, sendo excretados na urina e nas fezes, tanto na forma do composto original ou já parcialmente metabolizados (HALLING - SORENSEN et al., 1998; SARMAH et al., 2006; KEMPER, 2008). A utilização de excretos animais e do lodo de esgoto para fins de adubação consiste numa das principais vias de disseminação desses compostos no ambiente (CHRISTIAN et al., 2003). Uma vez no ambiente, os resíduos de antibióticos podem acumular-se no solo, sofrer lixiviação ou, ainda, ser transportados, via escoamento superficial, para os corpos hídricos (DÍAZ - CRUZ et al., 2003). Além disso, alguns desses resíduos no solo podem ser absorvidos e se acumular nos tecidos vegetais, resultando em risco à saúde humana quando da colheita e consumo de alimentos de origem vegetal (MIGLIORE et al., 2003; BOXALL et al., 2006).

O destino e o comportamento ambiental desses compostos, assim como de outros xenobióticos, são influenciados por uma variedade de fatores, como as propriedades físico-químicas da molécula e do solo e as condições ambientais e de manejo prevalentes (SARMAH et al., 2006; KEMPER, 2008).

Em adição às questões já mencionadas, sabe-se muito pouco sobre os efeitos, em diferentes organismos animais, da exposição crônica, em longo prazo, a baixas concentrações desses compostos (BOXALL, 2004). No ambiente, organismos aquáticos e terrestres estão expostos a uma ampla gama de moléculas residuais (JORGENSEN & HALLING - SORENSEN, 2000), que podem interagir entre si, manifestando efeitos aditivos, antagonicos, sinérgicos, etc. (SARMAH et al., 2006).

Assim, em função dos efeitos que compostos representam para o ambiente, novas tecnologias de tratamento de efluentes farmacêuticos tem sido buscadas, como o uso de reatores biológicos com fungos que vem alcançando resultados promissores, o que é à ação de enzimas extracelulares específicas, como proteases, celulasas, ligninasas, lactases, entre outras, as quais são por eles secretadas e facilitam a biodegradação de poluentes recalcitrantes, permitindo assim um melhor tratamento final de efluentes, como o de indústria farmacêutica (WANDERLEY, 2007).

O objetivo desta pesquisa foi estudar a remoção de matéria orgânica e nitrogênio em água residuária sintética rica em penicilina utilizando a espécie fúngica *Aspergillus niger* AN400 como inóculo de reatores em batelada sequencial (RBS) com biomassa imobilizada.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em escala laboratorial empregando um reator em batelada sequencial (RBS) com biomassa imobilizada de *Aspergillus niger* AN400. O reator foi operado em duas etapas: (I) ciclos de 48 horas e (II) ciclos de 24 horas para tratar água residuária sintética rica em penicilina.

2.1 Cultivo, produção e contagem dos esporos de *Aspergillus niger* AN400

Os esporos de *Aspergillus niger* AN400 foram produzidos em placas de Petri estéreis contendo 15 mL de meio de cultura Sabouraud Dextrose, previamente esterilizado a 121° C, durante 15 minutos, e 1 mL de solução de Vishniac, como fonte de nutrientes para os fungos. As placas permaneceram a 28° C, durante cinco dias, para o crescimento dos esporos por toda sua superfície, período após o qual os mesmos foram removidos para tubos de ensaio para posterior contagem. A remoção dos esporos das placas de Petri foi realizada com uso de alça de Drigalsky e solução de Tween 80.

Para a contagem dos esporos foi preparada uma solução de esporos utilizando 50 µL de suspensão, previamente agitada em agitador tipo Vórtex, acrescido de 950 µL de solução Tween 80, resultando em diluição de 1:20. Em seguida, 20 µL da solução preparada foram transferidos para câmara de Newbauer, onde se procedeu a contagem dos esporos em microscópio óptico Bioval com aumento de 400 vezes.

2.2 Imobilização da biomassa

A espécie foi imobilizada em esponja de poliuretano cortada em cubos de 1 cm de aresta, acondicionadas em redes de polietileno dentro do próprio reator. Ao todo, foram utilizados 15 g de meio suporte divididos igualmente em três redes.

O reator foi preenchido com 4 L da solução de nutrientes (0,5 mg/L de sulfato de amônio; 0,25 mg/L de nitrato de sódio; 0,2 mg/L de fosfato de potássio; 0,25 mg/L sulfato de magnésio; 0,01 mg/L de cloreto de cálcio; 0,08 mg/L sulfato de cobre; 0,05 mg/L de ácido molibídico; 0,05 mg/L de sulfato de manganês; 0,05 mg/L sulfato férrico; 0,04 mg/L de sulfato de zinco), e glicose na concentração de 1 g/L. Logo depois do preparo do meio de crescimento, o meio foi transferido para o reator e inoculou-se a suspensão de esporos, na concentração de 2×10^6 esporos/mL.

A imobilização teve duração de 7 dias, e a cada três dias o meio nutritivo era trocado para melhor crescimento do fungo. O reator foi mantido em uma câmara de fluxo laminar, para evitar contaminação do meio.

2.3 Água residuária

A água residuária farmacêutica que alimentou o reator foi preparada com 2,4 L água de torneira acrescida de nutrientes. Foi adicionada à água 0,5 g/L de glicose e 60 mL da solução padrão de penicilina que corresponde a uma concentração de 2%.

A solução padrão de penicilina (concentração de 100%) foi preparada com água de torneira (1 L) acrescida do fármaco Megacilin Super Plus, o qual foi previamente esterilizada a 121°C, durante 15 minutos. O fármaco continha em sua composição: 3×10^6 U.I. de Benzilpenicilina benzatina; $1,5 \times 10^6$ U.I. de Benzilpenicilina procaína; $1,5 \times 10^6$ U.I. Benzilpenicilina potássica; 2.500 mg de Estreptomicina base (sulfato) e 180 mg de Piroxicam.

2.4 Montagem do reator

O reator utilizado foi confeccionado de vidro e possuía volume total de 5 L, tendo-se usado no experimento o volume útil de 3 L. O ar era fornecido por 2 mini-compressores e a alimentação do reator foi a partir da água sintética preparada. O volume amostral retirado para a realização das análises foi de apenas 10% do volume do reator por ciclo estudado.

O RBS foi operado em regime de batelada sequencial compreendendo 5 ciclos de 48 horas (Etapa I) e 5 ciclos de 24 horas (Etapa II). Para a determinação das variáveis Demanda Química de Oxigênio (DQO), pH, nitrato e amônia, executadas de acordo com APHA (2005), ocorreu a retirada de alíquotas nos tempos reacionais de 0 horas e 24 horas, na Etapa I e; 0 horas, 24 horas e 48 horas, na Etapa II.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Etapa I, os ciclos 3 e 5 obtiveram a máxima remoção de matéria orgânica no tempo reacional de 24 horas, com percentual de 72% e 91%, respectivamente. No tempo reacional de 48 horas, os percentuais foram de 58% (ciclo 3) e 55% (ciclo 5). A Figura 1 é apresentado os percentuais de matéria orgânica, medida em termos de DQO.

Essa rápida remoção de matéria orgânica no tempo reacional de 24 horas pode estar associada ao processo de adsorção do fármaco as paredes do micélio, que geralmente é um processo reversível. O processo de bioadsorção se dá de forma lenta, envolvendo mecanismos de transporte passivo e ativo, começando com a difusão do componente à superfície da célula microbiana, sendo este um processo irreversível (WANG et al., 2008). Em contrapartida, houve uma queda nos percentuais de remoção, no tempo reacional de 48 horas, que podem ser explicados pela contribuição de biomassa fúngica desprendida o meio suporte para o meio sintético. O desprendimento de biomassa pode ser em função da homogeneização manualmente que era feito no reator antes do início das análises, pois anterior a isto não se verificava desprendimento de biomassa no meio.

Essa diminuição dos percentuais de remoção nos ciclos 3 e 5, também pode estar relacionado a subprodutos decorrentes do fármaco somados aos subprodutos oriundos da quebra da glicose (ZNAD et al, 2008).

Os ciclos 1, 2 e 4, a máxima remoção foi alcançada no tempo reacional de 48 horas, com 73% (ciclo 1), 84% (ciclo 2) e 78% (ciclo 4). Na Etapa II, os ciclos 8 e 10 obtiveram as melhores remoções alcançando percentuais de 61% e 63%, respectivamente.

O uso de glicose acarretou, possivelmente, na obtenção de melhores percentuais de remoção da concentração de matéria orgânica. Rodrigues (2006) diz que a glicose por ser um composto mais facilmente degradado, resulta em um aumento mais rápido da biomassa, e, conseqüentemente, da eficiência de remoção de matéria orgânica, devido seu maior consumo pela população microbiana.

Segundo Vinciguerra et al. (1995), o emprego de substrato primário no tratamento de efluentes é de grande importância, pois inibe o crescimento exagerado de biomassa, quando utilizado em determinada faixa de concentração (0,5% de glicose), e propicia melhor degradação do poluente. Além disso, a presença de cossustrato minimiza os efeitos tóxicos do poluente, pois ao serem expostos a um determinado composto tóxico, os fungos tendem a aumentar seu metabolismo primário, resultando em maior acúmulo de biomassa como forma de proteção à situação “agressiva” (COSTA et al. 2004).

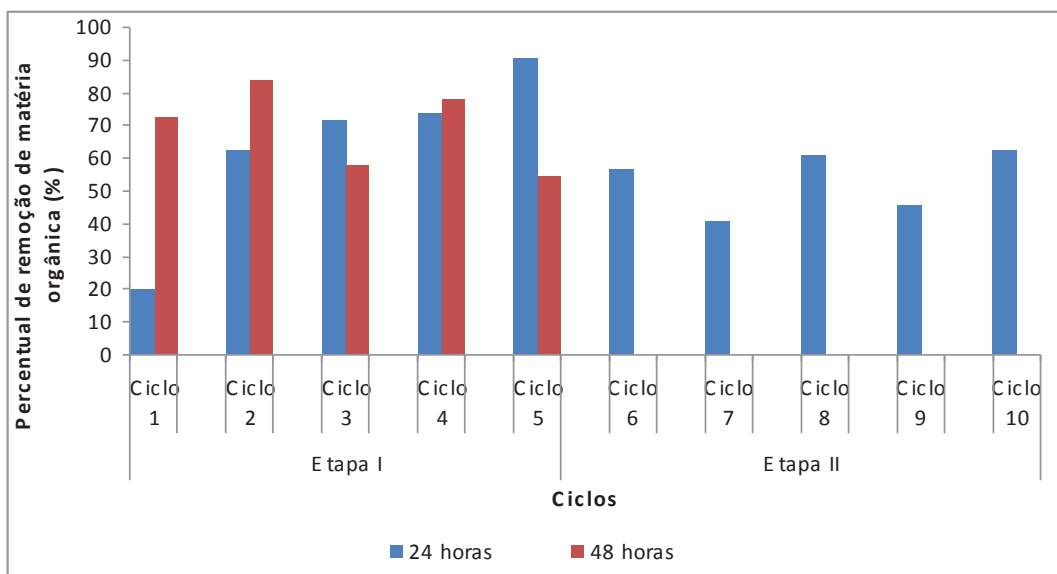


Figura 1 – Percentual de remoção (%) de matéria orgânica no reator em batelada sequencial (RBS)

A variação de pH é apresentada na Figura 2. Houve diminuição do pH em todos os ciclos no tempo reacional de 24 horas, de acordo com Kyriacou et al (2005), menores valores de pH são alcançados como resultado da atividade metabólica de *Aspergillus niger*. Contudo, verificou-se aumento em todos os ciclos, no tempo reacional de 48 horas devido, possivelmente, ao consumo dos ácidos orgânicos pelos fungos.

Durante a pesquisa, quando as remoções de matéria orgânica alcançadas no final de cada ciclo, foram de 78% (ciclo 4), 84% (ciclo 2), 61% (ciclo 8) e 63% (ciclo 10), o pH estava entre 3,35 e 4,71. A remoção máxima de remoção de matéria orgânica (91%, no ciclo 5) ocorreu em pH igual a 3,94. A redução mais acentuada do valor do pH do meio, possivelmente, foi resultado da conversão da glicose em ácidos orgânicos (ZNAD et al, 2004; SUMATHI et al, 2000).

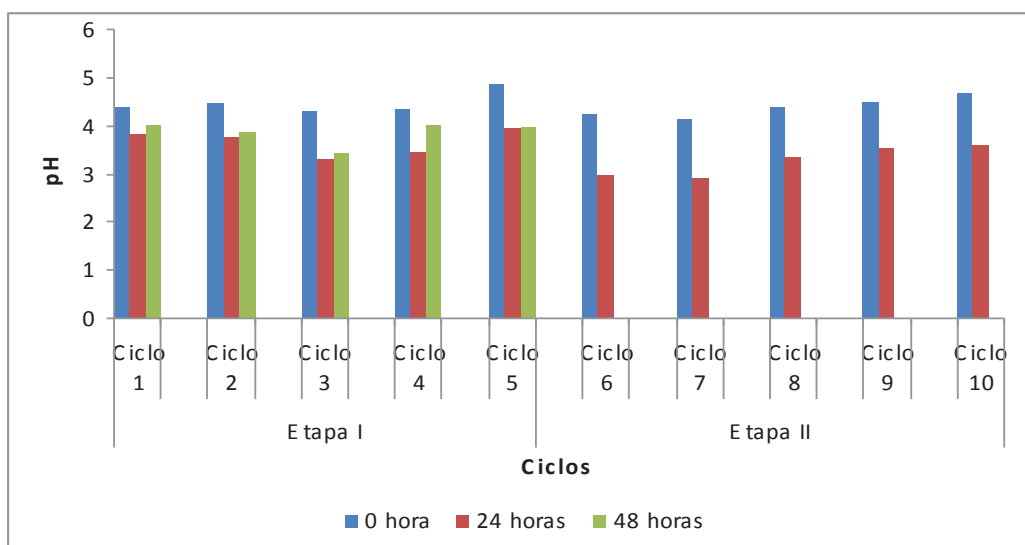


Figura 2 – Variação do pH no reator em batelada sequencial (RBS)

A concentração média de nitrato inicialmente presente foi de 67 mg/L (Etapa I) e 83 mg/L (Etapa II) e a concentração média registrada final foi de 45,6 mg/L (Etapa I) e 59 mg/L (Etapa II). Na Figura 3 é mostrada a variação na concentração de nitrato no meio. A concentração média de amônia, inicialmente, foi de 234 mg/L (Etapa I) e 465 mg/L (Etapa II) e a concentração detectada no final foi de 196 mg/L (Etapa I) e 376 mg/L (Etapa II).

A variação da concentração de nitrato e amônia é apresentada nas Figuras 3 e 4, respectivamente.

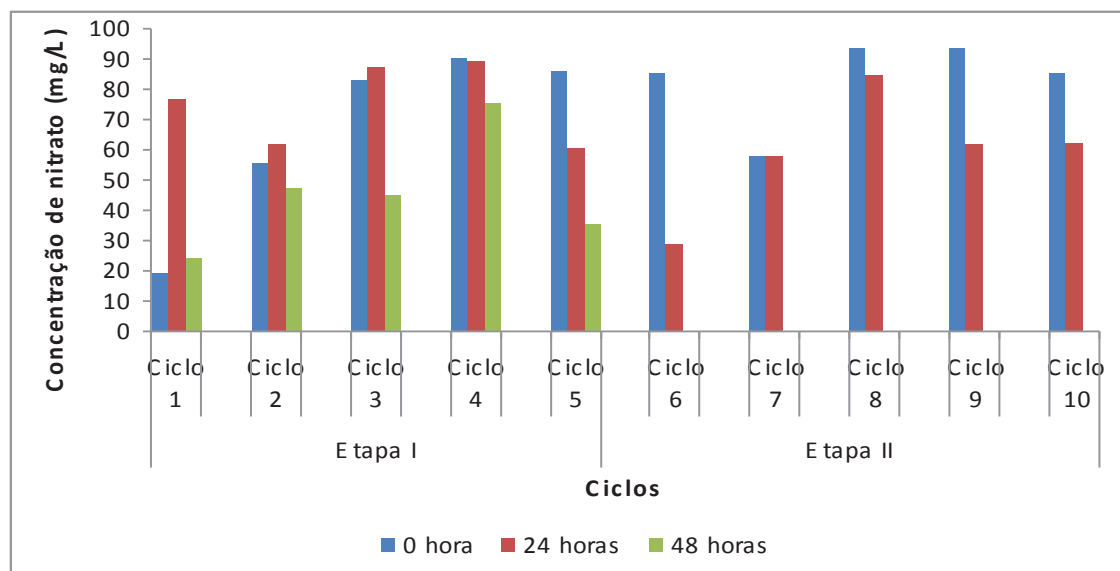


Figura 3 – Variação da concentração de nitrato (mg/L) no reator em batelada seqüencial (RBS)

Pode-se observar que houve um maior consumo de nitrato do que de amônia. Segundo Pereira et al. (2003), a amônia se constitui forma preferencial de consumo do nitrogênio necessário ao metabolismo de fungos filamentosos – o que não significa que na presença de amônia, o nitrato não seja consumido.

O aumento da amônia, no ciclo 3 (Etapa I), pode estar associado, possivelmente, à liberação de compostos nitrogenados que ficam armazenados na forma de aminoácidos (LI et al., 2008), sendo estes transformados diretamente a NH_4^+ . Em alguns fungos, certas enzimas também liberam íons amônio para excreção de nitrogênio a partir do glutamato, principalmente nas reações de transaminação, e como esta reação é reversível, o excesso de amônia promove a síntese de glutamato.

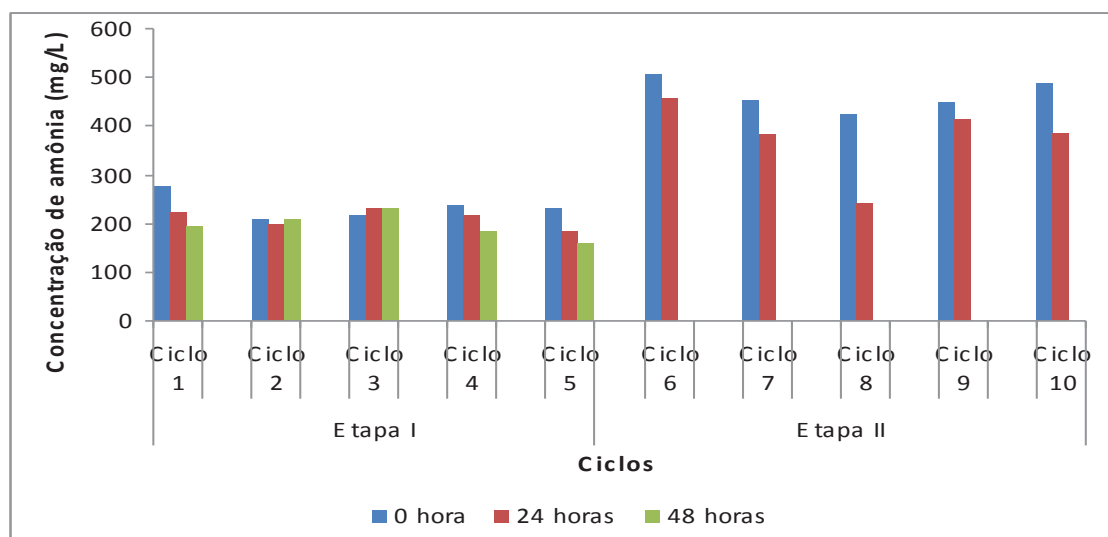


Figura 4 – Variação da concentração de amônia (mg/L) no reator em batelada seqüencial (RBS)

4. CONCLUSÃO

A tecnologia empregada com reator em batelada sequencial com biomassa imobilizada de *Aspergillus niger* AN400 mostrou-se viável à degradação de água residuária sintética farmacêutica, obtendo-se percentual de remoção de matéria orgânica de 84% (Etapa I) e 63% (Etapa II). Em contrapartida, revelou-se ineficiente na remoção de amônia e nitrato.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

APHA/AWWA/WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21st edition. Washington, D.C. American Health Association, 2005.

BOXALL, A.B.A. **The environmental side effects of medication**. EMBO Rep., 5:1110-1116, 2004.

BOXALL, A.B.A.; JOHNSON, P.; SMITH, E.J.; SINCLAIR, C.J.; STUTT, E. & LEVY, L.S. **Uptake of veterinary medicines from soils into plants**. J. Agric. Food Chem., 54:2288-2297, 2006.

CHRISTIAN, T.; SCHNEIDER, R.J.; FÄRBER, H.A.; SKUTLAREK, D.; MEYER, M.T. & GOLDBACH, H.E. **Determination of antibiotic residues in manure, soil, and surface waters**. Acta Hydrochim. Hydrobiol., 31:36-44, 2003.

COSTA, J. M., CORBELLINI, V. A., SCROFERNEKER, M. L. **Study of different nitrogens sources on glucose uptake and production of melanin precursors and fungal mass of Fonsecaea pedrosoi cultered in tricyclazole**. Process Biochemistry, 633 – 636 p, 2004.

DÍAZ-CRUZ, M.S.; DE ALDA, M.J.L. & BARCELÓ, D. **Environmental behavior and analysis of veterinary and human drugs in soils, sediments and sludge**. Trac-Trends Anal. Chem., 22:340-351, 2003.

HALLING-SORENSEN, B. NIELSEN, S. N., LANZKY, P. F., et al. **Occurrence, Fate and Effects of Pharmaceutical Substances in the Environment - A Review**. Chemosphere, v. 36, n. 2 (Jan), pp. 357-393, 1998.

JORGENSEN, S.E.; HALLING-SORENSEN, B. **Drugs in the environment**. Chemosphere, 40:691-699, 2000.

KEMPER, N. **Veterinary antibiotics in the aquatic and terrestrial environment**. Ecol. Indic, 8:1-13, 2008.

KYRIACOU, A. et al. **Combined bioremediation and advanced oxidation of green table olive processing wastewater**. Process Biochemistry, n. 40, p. 1404 – 1408, 2005.

LI, X.; JIA, R. **Decolorization and biosorption for Congo red by system rice hul- Schizophyllum sp. F17 under solid-state condition in a continuous flow packed-bed bioreactor**. Bioresource Technology, v. 99, n. 15, p. 6885-6892, 2008.

MIGLIORE, L.; COZZOLINO, S. & FIORI, M. **Phytotoxicity to and uptake of enrofloxacin in crop plants**. Chemosphere, 52:1233-1244, 2003.

PEREIRA, J. F. et al. **Nitrato Redutase em Fungos Filamentosos**. Revista Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento – Ed. nº 31, julho/dezembro 2003.

RODRIGUES, K. de A. **Uso de reatores biológicos com fungos para remoção de fenol de água residuária sintética**. São Carlos. Tese de doutorado-Escola de engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo, 2006.

SARMAH, A.K.; MEYER, M.T. & BOXALL, A.B.A. **A global perspective on the use, sales, exposure pathways, occurrence, fate and effects of veterinary antibiotics (Vas) in the environment**. Chemosphere, 65:725-759, 2006.

SUMATHI, S., MANJU, B.S. **Uptake of reactive textile dyes by Aspergillus foetidus**. Enzyme Microbiology Technology, v.27, p.347- 355, 2000.

TERNES, T. A., STÜBER, J., HERRMANN, N., et al. **Ozonation: a Tool for Removal of Pharmaceuticals, Contrast Media and Musk Fragrances from Wastewater?** Water Research, v. 37, n. 8 (Abr), pp. 1976–1982, 2003.

VINCIGUERRA, V., D’ANNIBALE, A., MONACHE, G. D., SERMANNI, G. G. **Correlated effects during the bioconversion of waste olive waters by Lentinus edodes**. Bioresource Technology, 2211 – 276 p, 1995.

WANDERLEY, C. R. P. **Aspergillus niger AN 400 como inóculo em reatores em batelada para remoção de corante vermelho do congo em meio aquoso sintético**. Tese de Mestrado em Engenharia Civil, área de Saneamento Ambiental- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

WANG, B. E., HU, Y. Y. **Bioaccumulation versus adsorption of reactive dye by immobilized growing Aspergillus fumigatus beads**. Journal of Hazardous Materials, v. 157, n. 1, p. 1-7, 2008.

ZNAD, H., MARKOS, J., BALES, V. **Production of gluconic acid from glucose by Aspergillus niger: growth and non-growth conditions**. Process Biochemistry, v.39, n. 11, p. 1341-1345, 2004.

REMOÇÃO DE CORANTE (RODAMINA B) EM SOLUÇÃO AQUOSA VIA ADSORÇÃO POR SEMENTE DE TOMY (*Mangifera indica* L.)

SANTOS. J. E. P.¹

¹Instituto Federal do Ceará - Campus Maracanaú
Jepssa-015@hotmail.com

RESUMO

Atualmente o emprego de corante tipo azo, como a Rodamina B, na industrial têxtil, é bastante comum devido a sua elevada taxa de fixação nos tecidos e seu baixo custo. Como resultado dessa ação antrópica, tem-se como resultado um elevado nível de efluentes contaminados, podem acarretar danos à saúde. Assim, esse trabalho buscou estudar a adsorção da Rodamina B a partir de sementes de manga, uma vez que esse resíduo industrial não tem viabilização comercial. Foram estudados diversos parâmetros, como variação na concentração do corante e do adsorvente, determinação da isoterma adequada, utilizando como modelos as isotermas de Langmuir e Freundlich. O equilíbrio de adsorção do corante foi atingido com 24 horas de contato. Os dados de adsorção foram descritos pelo modelo de Langmuir, atingindo um valor de R_L entre 0 e 1, favorável para a adsorção. Para as concentrações de 1ppm a 10ppm do corante, obteve-se adsorção de 100% a 98,9%.

Palavras-chave: Rodamina B, Adsorção, Manga TOMY

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, os resíduos gerados na produção industrial de alimentos representa um grande problema ambiental, pois estes não são utilizados em processo de reciclagem ou de outras maneiras. No Brasil, existe uma alta produção de manga (*Mangifera indica* L), onde grande parte é exportada e outra parte consumida no mercado interno. Porém, o mercado para a exportação apresenta grandes exigências quanto à qualidade do fruto, visto a qualidade dos hábitos alimentares mais saudáveis. Com isso, geram-se resíduos dessa fruta, aumentando o interesse de se obter esforço no sentido de mitigar os impactos ambientais decorrentes da disposição destes resíduos no meio ambiente.

As indústrias têxteis constituem uma das principais atividades econômicas do Brasil. Porém, o processamento têxtil se caracteriza pelo consumo intenso de água e de corantes, e, conseqüentemente, é o responsável pela geração de efluentes com elevado nível de coloração, sendo a cor o primeiro parâmetro visualmente identificável (ABRAHAM et al., 2010), além de estudo comprovarem a toxicidade desses corantes, principalmente os do tipo Azo. Quando não tratados adequadamente, estes efluentes contaminam corpos hídricos receptores, havendo uma necessidade de busca por novas tecnologias para a remoção desses contaminantes (VASSILEV et al., 2009).

Estes corantes sintéticos possuem, em sua maioria, um caráter carcinogênico e tóxico, causando sérios problemas para o homem e o meio ambiente. Diversos métodos de tratamento foram investigados para tratar águas residuária que contêm estas substâncias, tais como coagulação, floculação, processos oxidativos avançados (POAs) e adsorção.

O objetivo deste trabalho é avaliar a eficiência da adsorção do corante Rodamina B por meio de semente de manga (TOMY), bem como estudar sua cinética reacional.

2. Metodologia

O corante Rodamina B (fig. 1) é do tipo azo que apresenta cor rosa/ avermelhada, índice de cor 45170, massa molar 479,0 e $\lambda_{\text{máx}}$ de 560 nm; além de ser largamente utilizado por empresas do ramo de tingimento de ágata (ZOLLINGER, 2001).

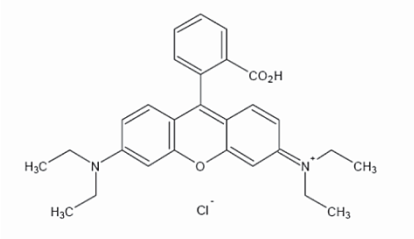


Figura 1. Fórmula da Rodamina B

2.1 Estudo Sobre a Remoção do Corante

As isoterms de adsorção foram realizado sob agitação. Amostras de 100 ml das solução do corante com concentração inicial de 1ppm a 10 ppm, cada uma com 0,15 g de semente de manga triturada, foram agitadas a 70 rpm até a obtenção do ponto de equilíbrio. Uma alíquota de 10 ml foi analisada a cada intervalo de tempo de 30 mim por espectrofotometria, a 560 nm.

A concentração do corante adsorvido na fase adsorvente foi quantificada conforme a equação:

$$q = \frac{V(C_0 - C_f)}{M} \quad (1)$$

onde C_0 é a concentração inicial de corante (mg.L^{-1}), C_f é a concentração final de corante (mg.L^{-1}), V é o volume da solução de corante (L), M é a massa da semente (g).

A eficiência de remoção, em porcentagem, (R) foi calculada pela seguinte equação:

$$R = \frac{100(C_0 - C_f)}{C_0} \quad (2)$$

onde C_0 é a concentração inicial de corante (mg.L^{-1}) e C_f é a concentração final de corante (mg.L^{-1}).

3. Resultados.

3.1 Isotermas de Adsorção

As isotermas de adsorção foram determinadas para o sistema composto corante-semente usando-se as equações de Langmuir e Freundlich (FAUST *et al.*, 1968; SHIH *et al.*, 1996)

A expressão linear de Langmuir é:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{Q_0 b} + \frac{C_e}{Q_0} \quad (3)$$

onde C_e é a concentração do corante no equilíbrio (mg.L^{-1}), q_e é a quantidade adsorvida no equilíbrio (mg.g^{-1}), Q_0 (mg.g^{-1}) e b (L.mg^{-1}) são constantes relacionadas com a capacidade de adsorção máxima e a energia de adsorção, respectivamente.

O gráfico linear de C_e/q_e versus C_e confirma a validade do modelo de Langmuir para o processo. A equação de reta obtida apresentará coeficiente angular correspondente a $1/Q_0$ e coeficiente linear correspondente a $1/Q_0 b$. A característica essencial da isoterma pode ser expressa pela constante adimensional chamada parâmetro de equilíbrio, a qual é definida como (HALL *et al.*, 1996):

$$R_L = \frac{1}{1 + bC_0} \quad (4)$$

onde C_0 é a concentração inicial do corante mais alta (mg.L^{-1}) e b é a constante de Langmuir. O valor de R_L entre 0 e 1 indica adsorção favorável.

A forma linear da equação de Freundlich é dada pela equação:

$$\text{Log } q_e = \text{Log } K_f + \frac{1}{n} \log C_e \quad (5)$$

onde K_f [$(\text{mg.g}^{-1})(\text{L.mg}^{-1})^{1/n}$] e n são constantes relacionadas com a capacidade de adsorção e a intensidade de adsorção, respectivamente. Os valores de K_f e n podem ser obtidos pela intersecção e inclinação do gráfico linear de $\log q_e$ versus $\log C_e$. O valor de n entre 2 e 10 indica processo de adsorção favorável (KUNZ *et al.*, 2001).

A fig.1 mostra as isotermas de adsorção de RODAMINA B sobre a semente de manga TOMY, obtida após 1440 min de agitação. Nesse trabalho, os valores de C_e (mg.L^{-1}) corresponde à concentração de equilíbrio do corante na fase líquida e q_e (mg.g^{-1}) é a capacidade de adsorção do adsorvente.

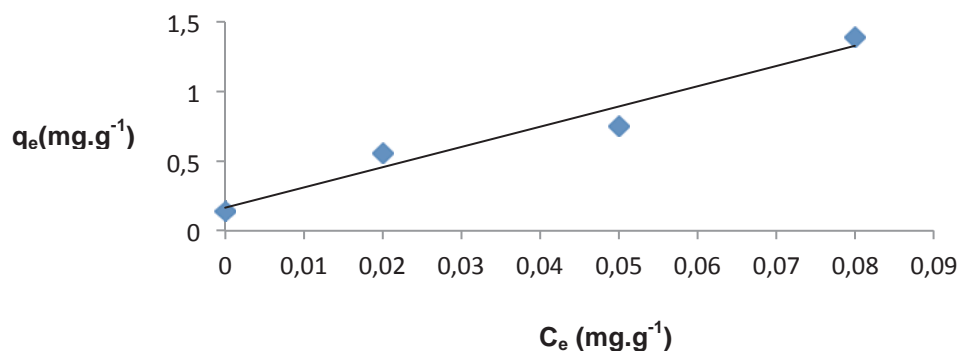


Figura 1: Isoterma de Adsorção de Rodamina B em Semente de Manga TOMY

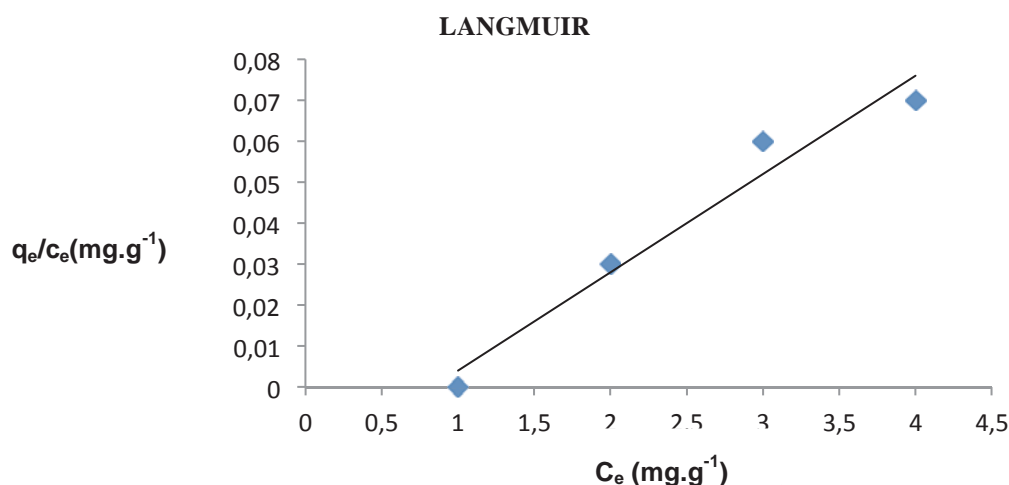


Figura 2: Relação linear da Isoterma de Adsorção, por Langmuir, da Rodamina B em Semente de TOMY

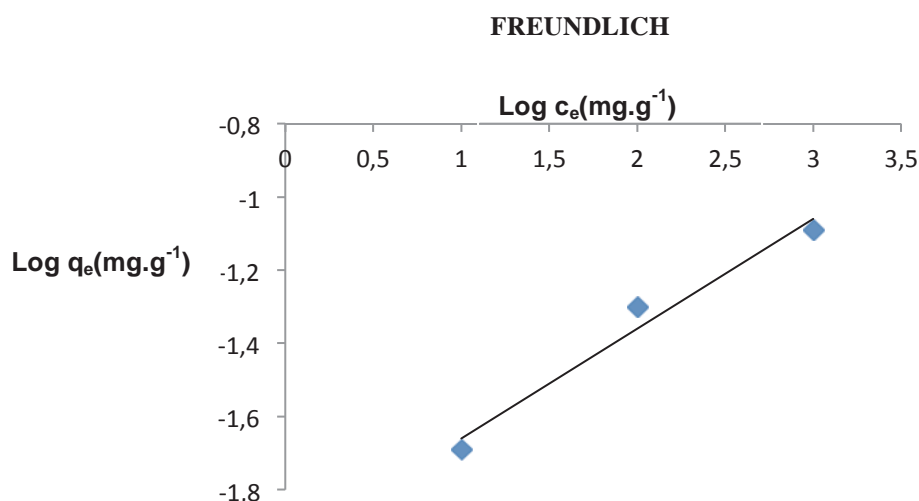


Figura 3: Relação linear da Isoterma de adsorção, por Freundlich, da Rodamina B em semente de Tomy

As Figuras 2 e 3 apresentam a reação linear das isotermas de Langmuir e Freundlich, onde os valores das constantes dos modelos estão expostos na tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros do modelo da isoterma de Langmuir e Freundlich para Rodamina B sobre semente de Tomy

	Langmuir		Freundlich
Q_0 (mg.g ⁻¹)	41,6	$K_f(\text{mg g}^{-1})(1 \text{ mg}^{-1})^{1/n}$	0,01
b (L.mg ⁻¹)	1,20	N	3,33
R_L	0,28	R	0,9709
R	0,96		

Os valores dos coeficientes de correlação das retas mostraram que os dados de adsorção se ajustaram adequadamente tanto no modelo de Langmuir quanto no de Freundlich. Pois tanto o valor da constante R_L ($0 < R_L < 1$) indicou que o processo de adsorção foi favorável para o modelo de Langmuir (HALL *et al.*, 1996) e como o valor da constante n ($2 < n < 10$) mostra o processo de adsorção favorável para o modelo de Freundlich (KUNZ *et al.*, 2001) dentro da faixa de concentração do corante estudado.

Tabela 2 - Porcentagem de absorção total da Rodamina B pela semente em diferentes concentrações

Concentração inicial do corante	Absorbância inicial	Absorbância final	%
1ppm	0,214	0,0	100
2ppm	0,524	0,002	99,7
3ppm	0,854	0,006	99,3
4ppm	1,129	0,007	99,1
5ppm	1,148	0,012	99
10ppm	2,107	0,018	98,9

4. Conclusão

Os estudos experimentais indicaram que a semente de manga TOMY tem um potencial elevado para a adsorção de Rodamina B, em solução aquosa. A equação da isoterma de Langmuir foi a que melhor se ajustou aos dados de adsorção. Após o processo de adsorção, a semente de manga será transformada em carvão ativo para em seguida ser utilizado para outros tipos de tratamento, como remoção de metal e matéria orgânica de efluentes.

5. Referências Bibliográficas

ABRAHAM, T.E; SENAN, R. C; SHAFFIQU, T. S; ROY, J.J; POULOSE, T. P; THOMAS, P. P. Bioremediation of textile azo dyes by na aerobic bacterial consortium using a rotating biological contactor. *Biotechnology progress*. V.19, n.4, p. 1372-1376, 2010.

FAUST, S.D., ALY, O.M. Adsorption Process for Water Treatment. **Butterworth Heinemanns**, 2° ed, 520 p., 2009.

HALL, K. R. EAGLEYON, L. C., ACRIVOS, A., VERMEULEN, T. Pore and Solid-Diffusion Kinetics in Fixed-Bed Adsorption under Constant-Pattern conditions. **Industrial & Engineering Chemistry Fundamental**, v. 5, p. 212, 1996.

HALL, M. L., LIVINGSTON, W. R. Fly ash quality, past, present and future, and the effect as ash on the development of novel products. p. 324-239, 2007.

KUNZ, A., PERALTA-ZAMORA, P. Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis. **Quimica Nova**, v.25, p. 78, 2001.

SHIH, W.H., CHANG, H.L. Conversion of fly ash into zeolites for ion-exchange applications. **Material Letters**, v. 28, p. 263, 1996.

VASSILEV, S. V, Multicomponent utilization pf fly ash: dream or reality. **International Ash Utilization Symposium**, p. 216-234, 2001.

REMOÇÃO DE CORANTE ÍNDIGO E DE NUTRIENTES DE EFLUENTE TÊXTIL POR *Aspergillus niger* AN400 EM REATOR EM BATELADA SEQUENCIAL

J. C. Oliveira¹, K. M. L. Silva², A. N. Cardoso³, K. Rodrigues⁴, C. R. P. Wanderley⁵

¹Instituto Federal do Ceará - Campus Fortaleza – ²Instituto Federal do Ceará - Campus Fortaleza – ³Instituto Federal do Ceará - Campus Fortaleza – ⁴Instituto Federal do Ceará - Campus Fortaleza – ⁵Instituto Federal do Ceará - Campus Maracanaú; jeehsy@hotmail.com – karlamayara.ifce@gmail.com – adriano131286@yahoo.com.br – kelly@ifce.edu.br – ronald@ifce.edu.br

RESUMO

Os resíduos industriais quando não tratados de forma adequada podem acarretar inúmeros malefícios ao meio ambiente, principalmente no meio aquático. Grandes concentrações de compostos nitrogenados em corpos hídricos podem ser tóxicos aos organismos aeróbicos, além de intensificarem o fenômeno conhecido como eutrofização. Os tratamentos físico-químicos conhecidos não tem se mostrado viáveis por ser bastante onerosos, então, o tratamento biológico com a utilização de fungos surgiu como uma alternativa eficiente para o tratamento desses efluentes. Nesse contexto, o presente trabalho propunha-se avaliar a remoção de corante índigo e de nutrientes de um efluente têxtil, em reator em bateladas sequenciais inoculado como o fungo filamentosso *Aspergillus niger* AN400. A glicose foi utilizada como cossustrato, na concentração de 3g/L. O experimento foi monitorado através das análises de corante, pH, amônia, nitrito e nitrato. No decorrer do estudo notou-se o aumento do pH, que influenciou na taxa de remoção das variáveis analisadas. Foi atingida remoção máxima de corante de 89% no primeiro ciclo e percentuais médios de remoção de 99,8% de nitrato e 78,2% de amônia.

Palavras-chave: *Aspergillus niger*, nutrientes, pH, corante, bateladas sequenciais, índigo.

1. INTRODUÇÃO

A indústria têxtil exerce um papel de extrema importância na economia mundial e gera milhares de empregos todos os anos (SILVA FILHO *et al.*, 2007). Porém, essas indústrias são responsáveis pela intensificação dos problemas ambientais, visto que grandes volumes de efluentes são gerados devido à elevada demanda de água utilizada nas etapas de processamento dos tecidos. Entre as várias substâncias nocivas ao homem e à natureza presentes nesses resíduos encontram-se os corantes (SILVA, 2006).

Os efluentes têxteis podem infiltrar-se em aquíferos, poluindo os corpos d'água onde forem despejados sem tratamento prévio (ASAMUDO, DABA e EZERONYE, 2005). A descarga desses efluentes coloridos em rios e lagos criam condições anóxicas devido à redução da concentração do oxigênio dissolvido, propiciando a morte dos organismos aeróbios (CHANDER e ARORA, 2007). Além disso, águas residuais contendo corantes podem ter propriedades tóxicas, cancerígenas ou até mesmo mutagênicas (KHELIFI *et al.*, 2008).

A eutrofização é um processo que ocorre naturalmente devido ao excesso de nutrientes em corpos hídricos, porém essa carga de compostos vem aumentando significativamente em virtude das ações humanas (FERREIRA, BRICKER e SIMAS, 2007). Efluentes de indústrias têxteis são complexas misturas de produtos químicos e apresentam grande quantidade de compostos orgânicos e inorgânicos, como altas concentrações de nitrogênio. O nitrato é uma das principais formas de nitrogênio associada a influências humanas e a amônia não ionizada e o nitrito são tóxicos para os animais aquáticos (HWANG *et al.* 2007, DOMINGUES *et al.*, 2011)

Numerosos processos físicos e químicos têm sido utilizados para o tratamento de cor nas águas residuárias. Todos esses métodos têm diferentes custos, capacidades de remoção de cor e velocidades de operação. Os métodos de coagulação e adsorção são os mais comumente utilizados, porém, geram grandes quantidades de lodo. Em busca de novas alternativas de tratamento, o interesse em processos biotecnológicos tem crescido cada vez mais (KHELIFI *et al.*, 2008).

Portanto, o tratamento biológico surge como uma alternativa bastante viável para a remoção de inúmeros poluentes. Fungos filamentosos como o *Aspergillus niger* pertencem a uma classe de microorganismos de extrema importância, pois podem metabolizar uma série de compostos nitrogenados para obterem o requerimento nutricional necessário para seu desenvolvimento (PEREIRA *et al.*, 2003). Estudos realizados anteriormente comprovam a eficácia deste tratamento, como pode ser observados nos trabalhos de Lopes *et al.* (2011), Hwang *et al.* (2007) e Melo *et al.* (2009).

Dentro deste contexto, o presente trabalho objetivou avaliar o potencial de remoção do corante índigo e de compostos de nitrogênio em um reator biológico contendo efluente têxtil na diluição de 1:10, utilizando inóculo fúngico com o *Aspergillus niger* AN400.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização do efluente

A água residuária *in natura* foi fornecida por uma indústria têxtil localizada no município de Maracanaú – CE, sendo esta coletada semanalmente. O ponto de coleta escolhido foi à montante do tratamento biológico realizado pela indústria, sendo o efluente caracterizado pela intensa coloração azul, devido à presença de grande concentração do corante Índigo Carmim.

As coletas foram realizadas utilizando-se frasco de polietileno de 5L previamente descontaminado com ácido clorídrico 10%. As análises foram realizadas no Laboratório de Tecnologia Ambiental

(LATAM) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) de acordo com APHA (2005).

2.2 Inóculo

A espécie usada no trabalho foi o *Aspergillus niger* AN 400 na forma de uma solução de esporos, na concentração de 2×10^6 esporos/mL. Na preparação do inóculo foi realizada a produção de esporos, semeando a espécie em placas de Petri esterilizadas, contendo meio de cultura Agar - Saboraud. O meio foi previamente esterilizado em autoclave a 121°C, durante 15 minutos.

As placas inoculadas com fungos permaneceram por cinco dias em incubadora microbiológica à temperatura de 28°C, tendo-se ao final deste período observado o crescimento dos esporos por toda a placa.

2.3 Procedimento de contagem dos esporos

Após o período de cinco dias, os esporos foram removidos das placas com solução de Tween 80 e transferidos para tubos de ensaio. Para contagem dos esporos foi preparada uma solução utilizando 50 µL da suspensão, previamente agitada em agitador tipo Vórtex, acrescido de 950 µL de solução Tween 80, resultando em diluição de 1:20. Em seguida, foram transferidos, para uma câmara de Neubauer, 20 µL da solução preparada, onde se procedeu a contagem dos esporos em microscópio óptico, com aumento de 400 vezes, no qual foi obtida a concentração de $4,9 \times 10^9$ esporos/mL.

2.4 Imobilização da biomassa

A imobilização do fungo foi feita em espuma de poliuretano envolta por redes de polietileno. Primeiramente, pesou-se 3 lotes da espuma contendo 5 g cada um. Em seguida, a espuma foi posta nas redes e colocada suspensa dentro do reator confeccionado em vidro. O sistema foi preenchido com meio mineral de crescimento específico para fungos, com a seguinte composição (em mg/L): $C_6H_{12}O_6$ (5,0), $Al_2(SO_4)_3$ (0,8), $NaNO_3$ (4,0), $MgSO_4$ (1,0), K_2HPO_4 (0,8), $CaCl_2$ (0,04), $CuSO_4$ (0,32), H_2MoO_4 (0,2), $MnSO_4$ (0,2), $Fe_2(SO_4)_3$ (0,2), $ZnSO_4 \cdot 7(H_2O)$ (0,16) e 4mL/L de solução de *Vishniac*.

Posteriormente, o sistema foi esterilizado em autoclave à 121°C durante 20 minutos. A cada 48 horas um novo meio de crescimento, previamente esterilizado, era repostado até o crescimento fúngico atingir o tamanho ideal para iniciar os ciclos operacionais.

2.5 Montagem e operação do reator em bateladas sequenciais

Para a realização do tratamento, objetivou-se o uso do efluente diluído a 10% visto que em concentrações maiores havia falência do reator, provavelmente devido à intensa perda de biomassa (PIRES, 2011). Portanto, o efluente sintético utilizado no tratamento teve como base o efluente *in natura*, acrescido de nutrientes, antibiótico e fonte de carbono.

O reator, confeccionado em vidro, possui volume total de 5 litros e foi operado em ciclos de 48 h, recebendo a cada ciclo 4L de efluente sintético com a seguinte composição: 450 mL do efluente bruto coletado na indústria, 4,050 mL de água da torneira, meio basal com a seguinte composição (em g/L): $(NH_4)_2SO_4$ (0,2), $NaNO_3$ (1,0), $MgSO_4$ (0,25), K_2HPO_4 (0,2), $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ (0,01), $CuSO_4 \cdot 7H_2O$ (0,08), H_2MoO_4 (0,05), $MnSO_4 \cdot 5H_2O$ (0,05), $Fe_2(SO_4)_3$ (0,05), $ZnSO_4 \cdot 7(H_2O)$ (0,04). Também foi utilizada 1 mL/L de uma solução de micronutrientes (solução de *Vishniac*) de composição (em mg/L): H_3BO_3 (50), $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ (2000), $ZnCl_2$ (50), $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ (500), $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ (38), $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ (90) e $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ (2000), além de 0,03 g/L de antibiótico.

No reator, o efluente foi diluído a 10%; além da alimentação com meio basal acrescentava-se glicose (3g/L) e o pH do meio era acidificado entre 5 e 6 no intuito de beneficiar o desenvolvimento do fungo

(GRIFFIN, 1994). O acompanhamento do reator foi feito verificando-se o pH, amônia, nitrito e nitrato de acordo com APHA (2005).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização do efluente

A caracterização do efluente foi realizada semanalmente. A Tabela 1 mostra a comparação das concentrações dos parâmetros amônia, nitrito e nitrato nos ciclos em estudo, antes e depois da diluição.

Efluente in natura			Efluente diluído a 10% (Entrada)		
Ciclos	Parâmetros	Concentração (mg/L)	Ciclos	Parâmetros	Concentração (mg/L)
1º	Amônia	47,58	1º	Amônia	60,84
	Nitrito	9,53		Nitrito	0,19
	Nitrato	3,48		Nitrato	105,04
2º	Amônia	70,87	2º	Amônia	73,19
	Nitrito	15,32		Nitrito	0,013
	Nitrato	4,00		Nitrato	98,77
3º	Amônia	36,42	3º	Amônia	71,61
	Nitrito	6,76		Nitrito	0,013
	Nitrato	2,96		Nitrato	105,35
4º	Amônia	46,22	4º	Amônia	63,50
	Nitrito	9,98		Nitrito	0,104
	Nitrato	3,49		Nitrato	72,33
5º	Amônia	43,33	5º	Amônia	71,78
	Nitrito	7,55		Nitrito	0,038
	Nitrato	1,45		Nitrato	63,49
6º	Amônia	38,52	6º	Amônia	76,19
	Nitrito	8,46		Nitrito	0,136
	Nitrato	1,61		Nitrato	57,72
7º	Amônia	33,63	7º	Amônia	74,69
	Nitrito	7,48		Nitrito	0,134
	Nitrato	1,58		Nitrato	72,34
8º	Amônia	92,19	8º	Amônia	78,16
	Nitrito	15,06		Nitrito	0,124
	Nitrato	2,88		Nitrato	64,45
9º	Amônia	47,43	9º	Amônia	65,04
	Nitrito	9,87		Nitrito	0,015
	Nitrato	2,54		Nitrato	82,27

Tabela 1 – Variação das análises de nitrogênio ao longo dos ciclos de estudo.

As características do efluente têxtil *in natura* utilizado no experimento sofreram variações durante os ciclos estudados, decorrente da alta concentração de corantes e do processo de lavagem que algumas vezes foi realizado poucas horas antes da coleta (PIRES, 2011).

Os valores de pH do efluente *in natura* são bastante elevados, e variaram de 11 a 13,4. Isto pode ter ocorrido devido ao processo que é utilizado na realização do tingimento. O corante índigo é insolúvel em água, de modo que o composto ditonito de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) em uma solução alcalina de hidróxido de sódio é utilizado para reduzir o corante índigo à sua forma solúvel (MEKSI *et al.*, 2007 *apud* PIRES, 2011).

O efluente têxtil na sua forma bruta apresenta altas quantidades de amônia e nitrito, e baixas quantidades de nitrato. Ao se preparar o efluente para ser colocado no reator, as taxas de amônia sobem, possivelmente devido ao fato de ser adicionadas fontes de nitrogênio na composição da água

residuária a ser transferida para o reator; o nitrato tem um aumento bastante significativo devido às altas concentrações desta variável presente na água utilizada na diluição do efluente.

3.2 Corante

O percentual de remoção de corante oscilou bastante no decorrer dos ciclos, obtendo-se remoção máxima de 89%, 85%, 84% e 82%, respectivamente nos ciclos 1, 3, 5 e 12.

Nos ciclos 7 e 15 houveram os menores percentuais de remoção, 6% e 4% respectivamente. A diminuição da eficiência de remoção do corante pode ter ocorrido devido ao processo de adsorção e dessorção do corante nas paredes das células fúngicas, fato que acontece com intensidade em células mortas, quando não há o processo de assimilação do corante, ou seja, sua degradação. Outra explicação para estes menores valores na eficiência pode ter sido a preferência do fungo pela glicose, já que é a fonte de carbono de mais fácil assimilação (KHELIFI *et al*, 2008; RODRIGUES, 2006 *apud* SILVA, 2009), ou ainda pode-se ser atribuída essa remoção à comunidade de micro-organismos presentes naturalmente no efluente, mostrando assim, pouca afinidade desses organismos com o poluente.

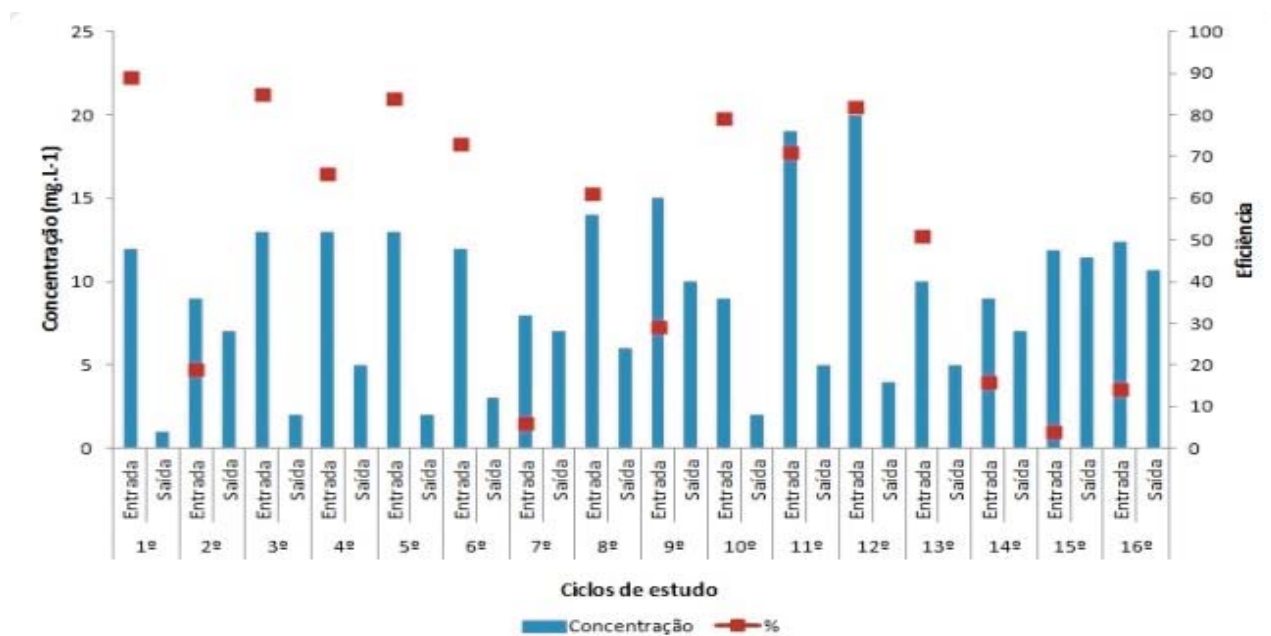


Figura 1 – Variação da remoção de corante no decorrer dos ciclos de estudo.

3.3 pH

Segundo Spier (2003), o monitoramento do valor do potencial hidrogeniônico do meio faz-se necessário, pois este é um parâmetro que exerce importante influência na indução de mudanças morfológicas no microorganismo e em sua secreção enzimática. O pH ótimo para o desenvolvimento de vários fungos está na faixa entre 4,0 e 6,0, porém a maioria dos fungos filamentosos suporta variações de pH entre 2,0 e 9,0. (GRIFFIN, 1994).

Durante o experimento o pH do meio tendeu a alcalinizar-se, sendo obtidas médias de pH de 5,5 e 7,8 para afluente e efluente, respectivamente.

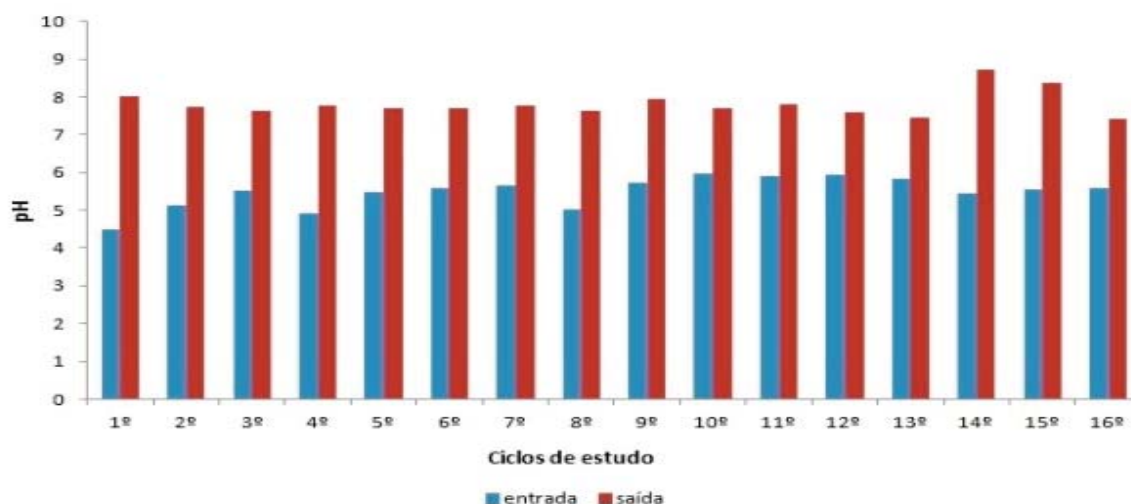


Figura 2 – Variação do pH ao longo do estudo.

3.4 Amônia

É sabido que a amônia é bastante utilizada como fonte de nutriente pelos fungos, porém, quando o meio é alcalino, ela torna-se tóxica para estes microorganismos (SANTAELLA *et al.*, 2009). O pH efluente da água residuária em estudo tornou-se básica no decorrer dos ciclos de 48 horas, tendo uma variação de 7,42 a 8,72.

Os valores das concentrações de nitrogênio amoniacal oscilaram bastante no estudo, sendo a remoção média dos ciclos de 78,2%, eficiência máxima de remoção de 91,8% no terceiro ciclo, e a mínima de 53,3% no 15º ciclo como pode ser observado na Figura 3.

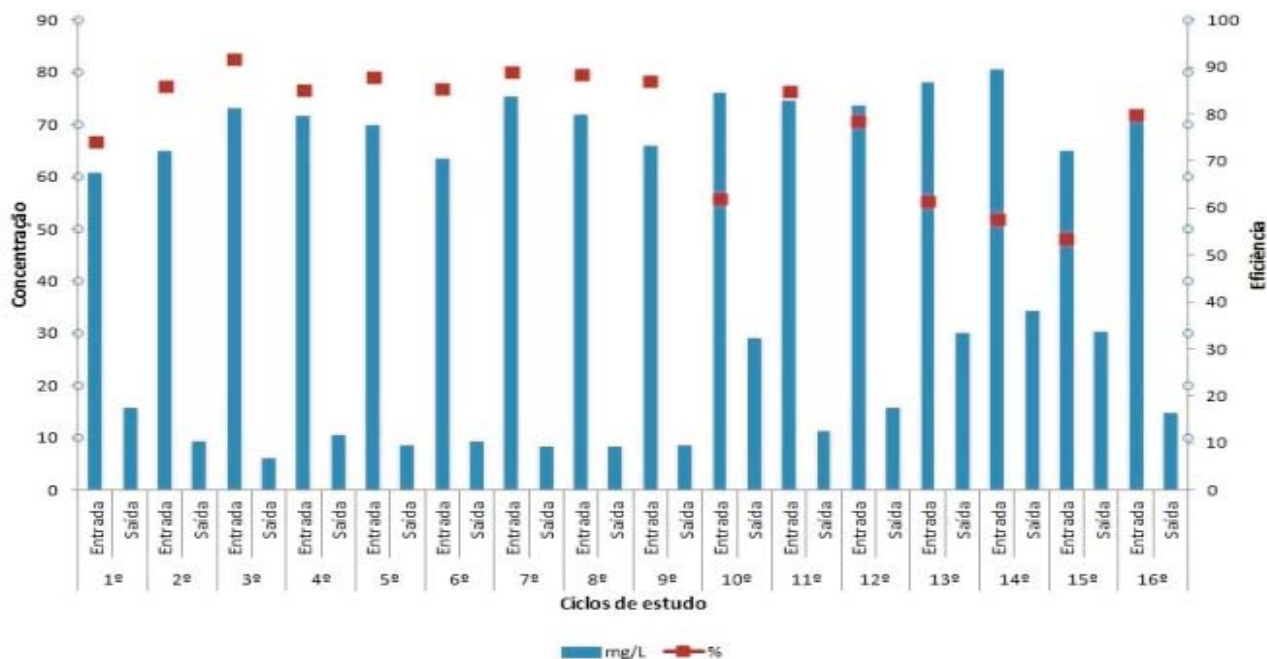


Figura 3 – Variação da remoção de nitrogênio amoniacal no decorrer dos ciclos de estudo.

Em condições ácidas, há a formação da enzima H⁺-ATPase e, com a sua ativação, fungos como o *Aspergillus niger*, são capazes de assimilar amônia por difusão simples através da membrana celular

(ESPOSITO e AZEVEDO, 2004 *apud* SANTAELLA *et al.*, 2009), (JERNEJC e LEGISA, 2004). Porém, o aumento do pH evidenciado nos ciclos não inibiu a assimilação do íon amônia (NH_4^+), registrando elevadas eficiências de remoções.

A menor assimilação de NH_3 atrelada aos altos valores de pH podem explicar os percentuais inferiores de remoção dessa variável, como ocorreu mais acentuadamente nos ciclos 10, 13, 14 e 15, que foram de 61,9%, 61,5%, 57,4% e 53,3%, nessa ordem. A concentração de amônia efluente ficou dentro dos padrões da Resolução nº 397 do CONAMA, que estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes em corpos de água superficiais, exceto nos quatro ciclos citados anteriormente.

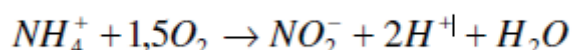
3.5 Nitrito

Não houve remoção de nitrito em nenhum dos ciclos do presente estudo, tendo este aumentado consideravelmente nos pontos da saída. A amônia, que é o produto final do metabolismo de proteínas, pode ser sido transformada em nitrito por bactérias (HWANG *et al.*, 2007), o que provavelmente tenha ocorrido no experimento.

O *Aspergillus niger* é um fungo que tem capacidade de metabolizar diferentes formas de nitrogênio, retirando amônia, nitrato e nitrito do meio. Como o nitrito é um composto intermediário e bastante instável, geralmente as concentrações encontradas nos efluentes tratados são muito pequenas ou abaixo do limite de detecção do método. Contudo, no presente estudo houve aumento das concentrações de nitrito do meio em todos os ciclos. Provavelmente ocorreu o processo que chamamos de nitrificação parcial (nitritação), realizado por bactérias dos gêneros *Nitrossomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrospira*, *Nitrosolobus* e *Nitrosorobrio*; onde a amônia é convertida a nitrito sem posterior oxidação a nitrato (ARAÚJO JR, 2006).

Como o efluente utilizado no estudo é *in natura* e não podemos afirmar com certeza as etapas de tratamento que foram submetidos esses despejos, provavelmente essas bactérias já estivessem presentes na água residuária no ponto de coleta e a dosagem de antibiótico aplicada à água residuária não foi suficiente para inibir a ação bacteriana.

A equação 1 mostra a reação simplificada da nitritação:



Equação 1 – Reação simplificada do processo de nitritação.

3.6 Nitrato

Os elevados valores de nitrato na entrada de todos os ciclos podem ser explicados pela alta concentração desse parâmetro presente na água utilizada para fazer a diluição do efluente. Foram realizadas análises da concentração de nitrato dessa água, que apresentou valores médios de 4,35 mg/L, sendo esta concentração superior aos valores encontrados nas análises de nitrato da caracterização do próprio efluente *in natura*. Isso pode ter ocorrido devido à ação de bactérias nitrificantes que oxidam nitrogênio amoniacal a nitrato, via nitrito (HWANG *et al.*, 2007).

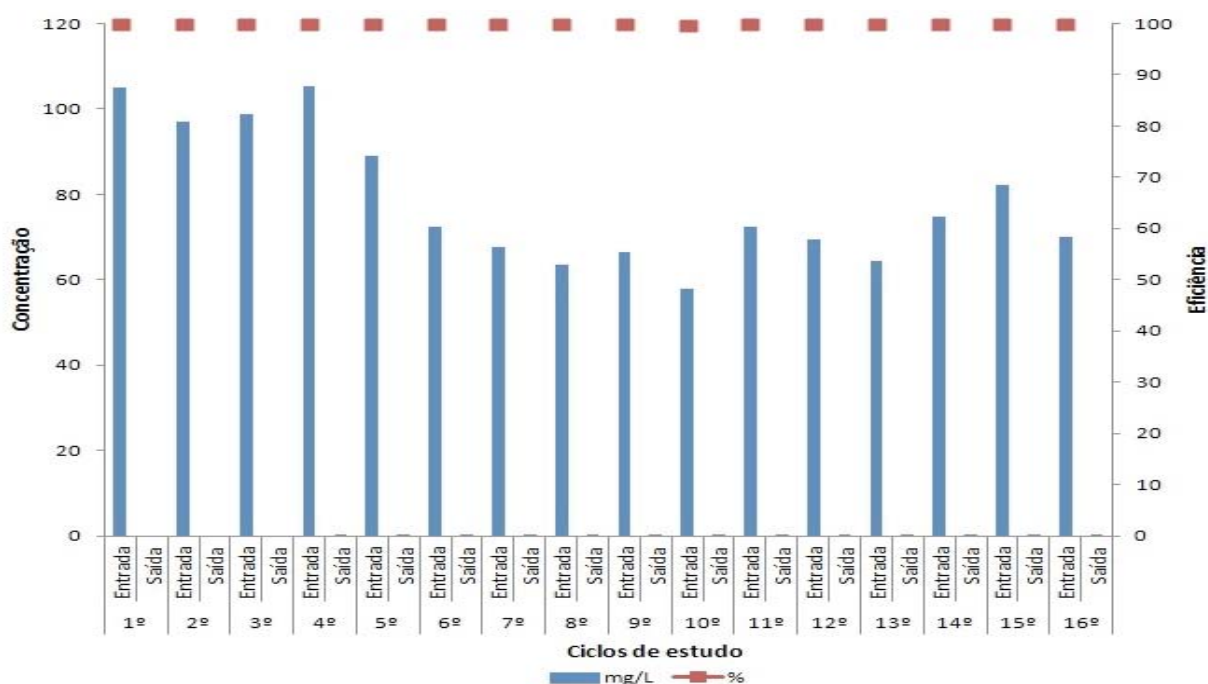


Figura 4 - Variação da remoção de nitrato no decorrer dos ciclos de estudo.

Segundo Griffin (1994), os fungos podem alterar o pH do meio onde estão. Isso ocorre devido à retirada de cátions e ânions durante o transporte do substrato utilizado e do uso das frações nitrogenadas pelo seu metabolismo; o mesmo acontece na desassimilação do nitrato, quando se tem a produção de amônia a partir de nitrato e nitrito. Durante esses processos ocorre o consumo de íons H^+ do meio, o que explica a alcalinidade do pH e a preferência por nitrato à amônia pelo fungo.

Como é mostrado na figura 4, foi obtida remoção de 100% de nitrato nos três primeiros ciclos e acima de 99% nos demais ciclos.

As equações 2 e 3 demonstram a conversão de nitrato e nitrito em amônia e o consumo de H^+ do meio (LOPES *et al.*, 2011):



Equação 2 – Conversão de nitrato em nitrito



Equação 3 – conversão de nitrito em amônia

4. CONCLUSÕES

A utilização de *Aspergillus niger* AN400 como inóculo em reator em batelada sequencial não se mostrou satisfatório em relação à remoção do corante em alguns ciclos, sendo a eficiência média de 51,8%, contudo, houve percentuais de remoção superiores a 80%. No tocante a remoção das frações nitrogenadas, o sistema foi bastante eficaz à remoção de nitrato, obtendo-se 100% de remoção durante os primeiros ciclos e média de 99,8% no decorrer do experimento. Também houve boa remoção de nitrogênio amoniacal, porém o aumento do pH prejudicou a assimilação de amônia pelo fungo, mesmo

com a utilização de 3g/L de glicose como cossustrato. O sistema mostrou-se ineficiente à remoção de nitrito, tendo este aumentado em todos os ciclos. Esse fato pode ter ocorrido devido ao processo de nitrificação, porém mais estudos devem ser realizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. 20ª edição. American Water Work Association, Water Environment Federation. Washington: 953p, 2005.

ARAÚJO JR, M. M., **Reator combinado anaeróbio-aeróbio de leito fixo para remoção de matéria orgânica e nitrogênio de água residuária de indústria produtora de lisina**. Tese de doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2006.

ASAMUDO, N. U., DABA, A. S., EZERONYE. O. U. **Bioremediation of textile effluent using *Phanerochaete chrysosporium***. African Journal of Biotechnology Vol. 4 (13), pp. 1548-1553, December 2005.

CHANDER, M., ARORA, D. S. **Evaluation of some white-rot fungi for their potential to decolourise industrial dyes**. Dyes and Pigments 72, p. 192-198, 2007.

CONAMA. **Resolução Nº397, de 03 de abril de 2008**. Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2008.

DOMINGUES, R. B., BARBOSA, A. B., SOMMER, U., GALVÃO, H. M. **Ammonium, nitrate and phytoplankton interactions in a freshwater tidal estuarine zone: potential effects of cultural eutrophication**. Aquatic Sciences, 331-343. 2011.

ESPOSITO, E.; AZEVEDO, J.L. **Fungos: uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia**. Caxias do Sul: Educ, 2004.

FERREIRA J. G. , BRICKER S. B. , SIMAS T. C. **Application and sensitivity testing of a eutrophication assessment method on coastal systems in the United States and European Union**. Journal of Environmental Management 82, 433–445, 2007.

GRIFFIN, D. H. **Fungal Physiology**. New York: Wiley-Liss, 458 p., 1994

HWANG, S. C., LIN, C. S., CHEN, I. M., WU, J. S. **Removal of nitrogenous substances by *Aspergillus niger* in a continuous stirred tank reactor (CSTR) system**. Aquacultural Engineering 36, 177–183. 2007.

JERNEJC, K., LEGISA, M. **A drop of intracellular pH stimulates citric acid accumulation by some strains of *Aspergillus niger***. Journal of Biotechnology 112 (2004) 289–297, 2004.

KHELIFI, E., AYED, L., BOUALLAGUI, H., TOUHAMI, Y., HAMD, M. **Effect of nitrogen and carbon sources on Indigo and Congo red decolourization by *Aspergillus alliaceus* strain 121C**. Journal of Hazardous Materials, 2008.

LEITE, C. L., GROPOSO, C. D., SANTOS, E. C. **A particularidade de ser um fungo – I. Constituintes celulares**. Biotemas, v. 19, n. 2, p. 17-27, 2006.

LOPES, M. S. S., OLIVEIRA, P. C. C., ANDRADE, M. V. F., ARAÚJO, R. S., MARINHO, G., RODRIGUES, K. **Remoção de macronutrientes de efluente da indústria de castanha de caju por uso de reator aeróbio embatelada com inóculo fúngico.** Eng Sanit Ambient | v.16 n.1 | jan/mar | 17-26, 2011.

MEKSI, N., KECHIDA, M., MHENNI, F. **Cotton dyeing by indigo with the borohydride process: Effect of some experimental conditions on indigo reduction and dyeing quality.** Chemical Engineering Journal 13, 187–193, 2007.

MELO, I., GOMES, K., JÚNIOR, A. M., MARINHO, G., RODRIGUES, K. **Remoção de Nutrientes e de Matéria Orgânica Carbonácea de Água Residuária Sintética Contendo Corante Vermelho do Congo pelo Uso de Reator em Batelada Sequencial com Inóculo de *Aspergillus niger* AN400.** Anais do IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica. Belém – PA – 2009.

PEREIRA, J. F., LIMA, J. O., ROCHA, R. B., MEDINA, P. X. L., ARAÚJO, E. F., QUEIROZ, M. V., **Nitrato Redutase em Fungos Filamentosos.** Revista Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento – Ed. nº 31, julho/dezembro, 2003.

PIRES, J. B. **Avaliação do tratamento de água residuária de indústria têxtil utilizando reatores em batelada inoculados com *Aspergillus niger* AN400.** Monografia (Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental), Departamento de Química e Meio Ambiente, IFCE, Fortaleza, 66p, 2011.

RODRIGUES, K. A. **Uso de reatores biológicos com fungos para remoção de fenol de água residuária sintética.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil, área de concentração em hidráulica e Saneamento)- Escola de engenharia de são Carlos, Universidade de São Paulo, 2006.

SANTAELLA, S. T., JÚNIOR, F. C. G. S., GADELHA, D. A. C., COSTA, K. O., AGUIAR, R., ARTHAUD, I. D. B., LEITÃO, R. C. **Tratamento de efluentes de refinaria de petróleo em reatores com *Aspergillus niger*.** Eng Sanit Ambient | v.14 n.1 | jan/mar | 139-148, 2009.

SILVA, A.C. **Degradação de corante em meio salino por ozonização.** Rio de Janeiro. Tese de doutorado - Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.

SILVA FILHO, H. A. SANTOS, M. V. E. SAMPAIO, G. M. M. S. ARTHAUD, I. (2006). **Ensaio de Toxicidade e Remoção de corantes têxteis por processo biológico.** Anais do II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, João Pessoa – PB – 2007.

SILVA, K. M. L. **Biodegradação de corante azo em meio sintético por *Aspergillus niger* AN 400 em reatores em batelada.** Monografia (Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental), Departamento de Química e Meio Ambiente, IFCE, Fortaleza, 81p, 2009.

REMOÇÃO DE ZINCO COM POLISSACARÍDEO DE *Hymeneae courbaril* COMO BIOSSORVENTE

M. J. Barros¹, M. J. L. Chaves², E. A. Rodrigues³ e R. C. Braga⁴

^{1, 2, 3 e 4}Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Limoeiro do Norte
mayara_joice@hotmail.com; rchastinet@ifce.edu.br

RESUMO

A poluição das águas pode ser de origem orgânica ou inorgânica, ocasionada pelo despejo de esgoto por residências, propriedades comerciais, agrícolas e industriais. As águas residuais contêm vários grupos de contaminantes, entre os poluentes inorgânicos merecem destaque os metais tóxicos. A poluição do lençol freático por metais pesados é uma das maiores preocupações ambientais da atualidade. A ingestão de sais de zinco solúveis em altas concentrações pode afetar o tubo digestivo. O excesso deste metal bioacumulado pode causar mudanças adversas na morfologia e fisiologia dos peixes. Quando em concentrações demasiadamente altas pode resultar no enfraquecimento geral e alterações histológicas amplas em muitos órgãos. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo a remoção do íon metálico zinco (Zn) para haver uma minimização na contaminação das águas e assim diminuir grandes danos que os metais pesados trazem a saúde humana. Para a realização do trabalho, utilizou-se o polissacarídeo de *Hymeneae courbaril* (Jatobá) modificado, uma espécie leguminosa arbórea, onde suas sementes são ricas em xiloglucano (XG), que é a principal reserva de carbono nos cotilédones. Foi feito o isolamento deste polissacarídeo através da extração aquosa e precipitação de etanol obtendo um rendimento de 25% do mesmo. O polissacarídeo foi modificado por uma reação cruzada por epícloridrina e suas propriedades de absorção de zinco foram testadas. O resultado obtido para a redução dos níveis de Zn a concentração de 10 ppm e 50 ppm foi satisfatório, tendo uma remoção de 68,0% e 40,0%, respectivamente, indicando boa adsorção para este metal.

Palavras-chave: metais tóxicos, água, polissacarídeo, *Hymeneae courbaril*, adsorção.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural escasso e de uma crescente preocupação da população mundial, pois é fator essencial na manutenção da vida e no desenvolvimento do planeta. Os metais tóxicos são agentes que apresentam efeitos adversos à saúde humana. A água contaminada pode ser entendida como uma grande fonte onde se encontra esses íons metálicos, pois eles surgem devido aos lançamentos de efluentes industriais. Existem vários metais que são prejudiciais à vida aquática, dentre eles, se encontra o zinco (Zn) que em altas concentrações, geram rejeitos ricos em arsênio, como foi observado por Wai e Mok (1985) no Distrito de Couer D'Alene, um dos maiores produtores desses metais dos Estados Unidos. A atividade de mineração desses metais fez com que as águas dos rios onde eram dispostos os resíduos se tornassem mais ácidas que o normal, mesmo resultado obtido por Ashton et al. (2001) em Zambezi, África do Sul. Como recurso hídrico indispensável, torna-se cada vez mais importante à conscientização sobre a melhor forma de tratamento da água como melhoria de vida no planeta.

Com o intuito de encontrar formas de melhorias para toda a sociedade e a essa degradação, neste trabalho será demonstrado um método eficaz para a remoção de metais tóxicos presentes na água, onde será utilizado o polissacarídeo de *Hymenaea courbaril* do grupo das xiloglucanas para a bioissorção do zinco (Zn) em concentrações diferentes.

METODOLOGIA, RESULTADOS E DISCUSSÕES.

Purificação do polissacarídeo

Sementes inteiras de *H. courbaril* foram colocadas em água fervente por 20 minutos para a inativação enzimática. Depois de retirada a casca manualmente, estas sementes foram submetidas à extração com água (1:25) em liquidificador, seguida de agitação por 15 horas. Esta solução foi centrifugada e em seguida precipitada com etanol (1:3 v/v), em seguida o precipitado foi ressolubilizado e reprecipitado, dialisado contra água e liofilizado.

Modificação do polissacarídeo

Foi adicionado NaOH 40°C ao polissacarídeo purificado, a mistura foi homogeneizada e então adicionada a epicloridrina. Depois essa mistura permaneceu em estufa a 40 ° C durante 24h, em seguida a temperatura foi elevada a 70 ° C. Após este período, o material foi exaustivamente lavado com água destilada e passado por uma peneira, dando formação ao gel que foi utilizado nos testes de bioissorção.

Teste de Biossorção

Para verificar melhor o comportamento do material adsorvente, foi feito um estudo de adsorção de zinco (Zn), utilizando concentrações de 10 ppm do metal a ser analisado, aplicando 1g do polissacarídeo de *Hymeneae courbaril* em contato com a solução de zinco em período de 24 horas.

De acordo com os dados apresentados a seguir, pode-se dizer que o polissacarídeo modificado se apresenta com resultados satisfatórios atendendo assim, o objetivo do trabalho apresentado.

Na avaliação foi obtido os seguintes resultados de absorção de zinco a 10 ppm, como mostra no gráfico 1. O uso do polissacarídeo de *Hymeneae courbaril* para absorção de zinco a 10 ppm, se apresentou com eficiência na adsorção, obtendo uma retenção de 68,0% do metal, ou seja, resultado significativo já que absorveu mais de 50% do material tóxico.

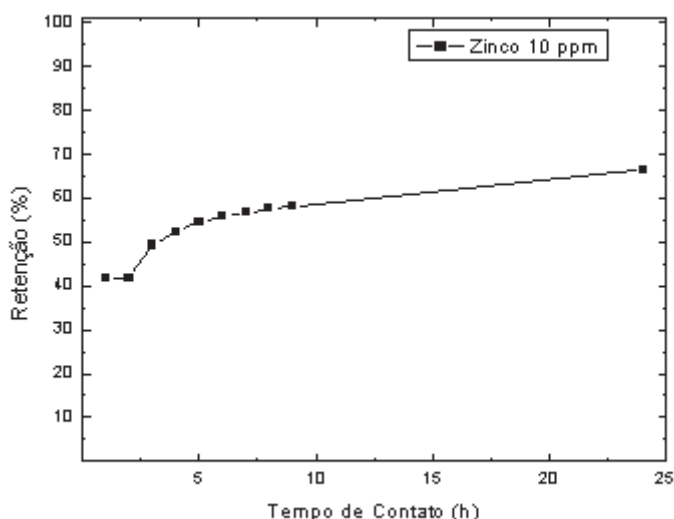


Gráfico 1 - Aplicação de polissacarídeos em testes de biossorção Zinco 10 ppm.

Os testes realizados na biossorção de zinco a uma concentração de 50 ppm, teve resultados já esperados por ser uma concentração maior, tendo aproximadamente 40 % de retenção, como nos mostra o gráfico 2. Com essa retenção adquirida, pode-se afirmar que o polissacarídeo de *Hymeneae courbaril* atingiu seu grau de saturação, por isso não houve mais absorção.

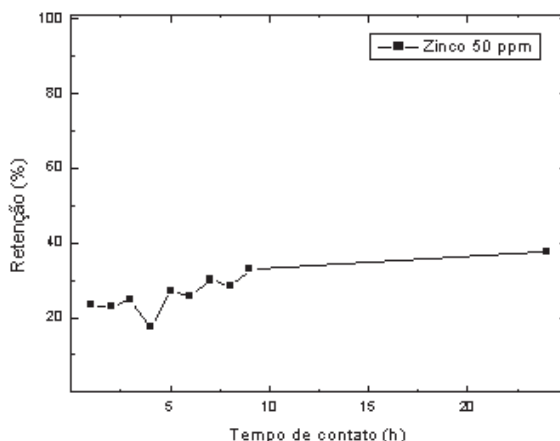


Gráfico 2 - Aplicação de polissacarídeos em testes de biossorção Zinco 50 ppm.

Fazendo uma comparação entre os dois testes realizados (gráfico 3), pode-se entender que a concentração a 50 ppm teve uma retenção percentual menor que a concentração a 10 ppm, sabendo que ambas mantiveram em contato por 24 horas. As duas concentrações demonstraram resultados favoráveis ao desempenho do agente adsorvente, o polissacarídeo *Hymenaea courbaril* pertencente ao grupo das xiloglucanas. Para a concentração a 10 ppm se tem como resultado 68,0% de retenção do zinco, sendo que em menos de 5 horas de contato já teve uma adsorbância maior que 50%. Na concentração de 50 ppm se tem 40,0% de retenção durante 25 horas, podendo observar que houve algumas oscilações ao passar do tempo.

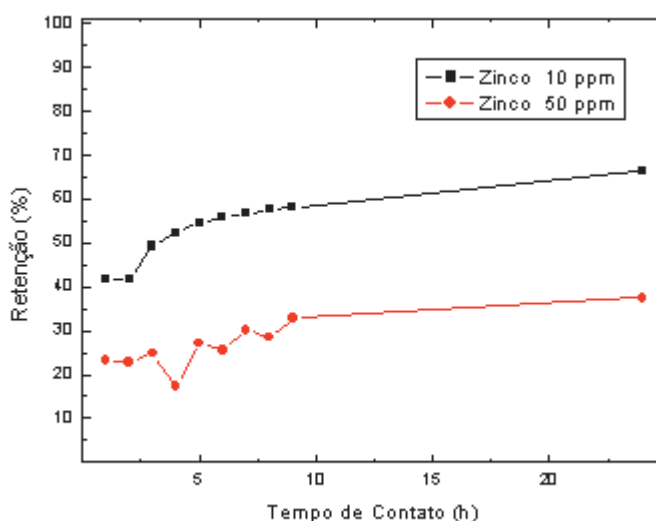


Gráfico 3 - Aplicação de polissacarídeos em testes de biossorção Zinco a 10 ppm e 50 ppm.

Nas duas citações o metal foi retido de forma satisfatória.

CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo por base os resultados apresentados, é possível entender que os objetivos do trabalho foram alcançados com êxito. Para a remoção do zinco em concentrações diferentes, se teve a utilização da semente de *Hymeneae courbaril*, demonstrando que a adsorção do metal foi satisfatória, atingindo assim os objetivos do trabalho. Pode - se concluir que o polissacarídeo de jatobá apresenta grandes qualidades para estudos científicos. O método de adsorção é considerado como um dos mais eficientes métodos na remoção de íons tóxicos em baixas concentrações. Seus resultados foram de alto índice de eficácia para a remoção do zinco, tanto no seu isolamento, como na modificação e na sua interação com o metal analisado.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

HAYASHI, A. M.; **Remoção de cromo hexavalente através de processos de biossorção em algas marinhas.** Campinas, Universidade Estadual de Campinas, 2001. 232p (tese de doutorado).

BARROS, Aldre Jorge Morais et al . Estudo termogravimétrico do processo de sorção de metais pesados por resíduos sólidos orgânicos. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, jun. 2006 .

BARROS JÚNIOR, Laerte de Medeiros (Demirbas; 2008) / Biossorção de metais pesados presentes em águas de produção de campos de petróleo. Dissertação de Mestrado, UFRN.

BUENO, B. Y. M; Remoção de Pb, Cr e Cu por processo combinado de Biossorção/Bioflotação utilizando a cepa *Rhodococcus opacus*; Rio de Janeiro: PUC - Rio, Departamento de Ciência dos Materiais e Metalurgia, 2007.

CASTRO, L. B. R. de / **Imobilização de proteínas sobre superfícies de polissacarídeos.** Instituto de Química – SP ,2008.

<http://www.vetorial.net/~regissp/pol.pdf>, Disponível em 14/07/2011, Acessado às 14h e 45min.

MARTIM, S. **Galactoxiloglucana de sementes de *Hymeneae Corubaril*: estrutura e propriedades.** Curitiba, 2003.

MARTIN, J. M.; MEYBECK, M.; SALVADOR, F.; THOMAS, A. Pollution chimique des estuaries: ét al des connaissances. Centre National pour l'Exploitation des Oceans, 1976. 283p. Série Report Scientifiques et n.79-97, 1988.

OLIVEIRA JUNIOR, C. J. F. de, BRAGA, M, R,, Buckeridge, M. S. **Efeitos de oligossacarídeos de xiloglucano sobre o metabolismo extracelular de *Rudgea jasminoides* durante o crescimento**, 2006.

Revista DESAFIOS DO DESENVOLVIMENTO Copyright © 2007 -
<http://desafios2.ipea.gov.br/desafios/edicoes/34/artigo50173-2.php> Disponível em 12/07/2011,
Acessado às 10h e 11min.

ROSSI, T. *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (Jatobá), Identificação de Espécies Florestais, 2008 disponível em <http://www.ipef.br/identificacao/hymenaea.courbaril.asp> acessado em: 26/06/2010.

SANTOS, H. P. dos. Importância **ecofisiológica da reserva de xiloglucano e o controle de *Hymenaea Courbaril* L.** Biblioteca do instituto de biologia – UNICAMP., 2002.

Water quality criteria for water Washington D.C.: Environmental Protection Agency (EPA), 1976. 501p. Disponível em 14/07/2011, Acessado às 14h e 23min.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos a FUNCAP, IFCE e CNPq por bolsas e financiamentos recebidos no projeto.

SANEAMENTO E SAÚDE: ANALISANDO UMA INTERVENÇÃO EM ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA ILHA DE MOSQUEIRO, BELÉM, PARÁ

L. F. Amaral¹; J. Pereira² e C. M. N. Souza³

^{1, 2 e 3} Instituto Federal do Pará - Campus Belém
lej15@hotmail.com; jess.per@hotmail.com; cazarina.souza@oi.com.br

RESUMO

O referido trabalho objetivou, sob a ótica da promoção da saúde, avaliar o sistema de esgotamento sanitário implantado na ilha do Mosqueiro, Belém, Pará, do ponto de vista da Promoção da Saúde, no período de 1997 a 2010. Foram realizadas entrevistas com moradores da ilha, profissionais e políticos, dentre outros atores sociais ligados à intervenção em estudo, assim como foram levantados dados epidemiológicos da população local. Os resultados obtidos indicaram que a referida intervenção, do ponto de vista da Promoção da Saúde, não teve os efeitos esperados, principalmente sobre a qualidade de vida da população, e que necessita de ajustes para alcançar seus objetivos.

Palavras-Chave: Saneamento, Promoção da Saúde, Discurso Coletivo, Política de Saneamento.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta uma avaliação do sistema de esgotamento sanitário implantado na Ilha do Mosqueiro, em Belém, Pará, do ponto de vista da Promoção da Saúde, ao longo do período de 1997 a 2010.

Tal avaliação consistiu em estudar a forma de planejamento, implantação e gestão da intervenção, sua sustentabilidade, receptividade e interferência na qualidade de vida da população alvo. Para tanto, contou com duas bolsas de iniciação científica (uma de graduação e outra de nível técnico), concedidas pelo Campus Belém do IFPA, por meio de seu Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica.

São apresentados, nas seções seguintes, o projeto de esgotamento sanitário em estudo; uma resenha sobre Promoção da Saúde e saneamento; a metodologia adotada; os resultados obtidos e sua discussão; e, finalmente, a conclusão do trabalho.

2. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA ILHA DO MOSQUEIRO

Localizada a aproximadamente 85 km de Belém, a Ilha de Mosqueiro é a maior das 39 ilhas fluviais que compõem o município de Belém. Possui superfície aproximada de 220 Km² e 15 praias, que atendem às necessidades de lazer dos moradores locais, de Belém e até mesmo de outros Estados.

Estudos realizados pelo Sistema Autônomo de Água e Esgoto de Belém (SAAEB) identificaram que, com a inexistência de um sistema de esgotamento sanitário adequado na ilha, muitos domicílios lançavam seus esgotos, constituídos por resíduos de solo, águas de lavagem e dejetos (Guimarães, 2009), no sistema de drenagem e este, por sua vez, desaguava nas praias locais (SAAEB, 1997).

O SAAEB também acompanhou, por meio de estudos realizados em parceria com a Universidade Federal do Pará (UFPA) e com a Secretaria Municipal de Saúde (SESMA), as condições de balneabilidade das praias da ilha, no período de 1997 a 2000 e, principalmente no período das férias escolares, constatando que as mesmas estavam impróprias para banho pela ocorrência de contaminação cinco vezes maior em comparação a outros períodos (SAAEB, 1997).

Tais estudos embasaram a proposta da Prefeitura Municipal de Belém (PMB) de implantar o projeto em estudo. Por outro lado, segundo Guimarães (2009), uma característica marcante do referido projeto foi o fato de ter sido proposto em um fórum democrático de participação popular, conhecido como *orçamento participativo*, característico do governo municipal da época.

A implantação do sistema de esgotamento sanitário de Mosqueiro ocorreu nos bairros da Vila (contemplando as praias do Areião, Bispo, Praia Grande e Prainha) e do Aeroporto (atendendo as praias do Farol e Chapéu Virado), sendo estes dois bairros considerados como as áreas mais urbanizadas e populosas. Segundo Guimarães (2009), nesses locais: a população residente e a população flutuante são as maiores; estão situadas as praias mais procuradas da região; há a melhor pavimentação asfáltica da ilha; há sistemas de abastecimento de água e drenagem pluvial, coleta regular de lixo, rede elétrica e instalações hidro-sanitárias adequadas.

Os objetivos traçados para a intervenção foram (SAAEB, 1997):

1. Aumentar a cobertura na perspectiva da universalização dos serviços e obras de saneamento básico, garantindo o atendimento em nível essencial a cada família;
2. Implantar coletores prediais, redes coletoras, estação elevatória, emissários e lagoas de estabilização para tratamento e destino final das águas residuárias domésticas, oriundas da população atendida;

3. Realizar obras absolutamente necessárias, que se enquadram nos critérios estabelecidos, relativos à implantação de sistemas com tecnologia adequada para tratamento e disposição de esgotos sanitários;
4. Atender áreas que possuem baixos índices de disponibilidade, que serão beneficiadas com a prestação de serviços de saneamento básico de esgotamento sanitário;
5. Atender prioritariamente áreas com predominância de segmentos populacionais de baixa renda;
6. Adotar soluções técnicas que objetivam ganhos de eficiência e redução de custos;
7. Utilizar preferencialmente, sempre que possível, mão-de-obra local;
8. Utilizar tecnologias alternativas redutoras dos custos de investimento, manutenção e operação;
9. Compatibilizar órgãos do programa de saneamento básico, no setor municipal, com as políticas voltadas para o atendimento da população carente;
10. Desenvolver atividades de educação sanitária e trabalhos de participação comunitária, maximizando o processo de interação entre a população beneficiada e os agentes envolvidos na liberação dos recursos financeiros e na execução do projeto, definindo claramente os direitos e as respectivas responsabilidades;
11. Prestar serviços às comunidades das áreas urbanas e periféricas, a serem atendidas com a implantação do sistema de esgotamento sanitário, garantindo a essa população, melhores condições de qualidade de vida, saúde e, principalmente, no aspecto econômico e de bem-estar social.

O projeto constou de sistemas de coleta do tipo separador absoluto, com elevatórias e estações de tratamento, compreendendo o sistema da Vila (com quatro bacias coletoras) e o sistema do Aeroporto (com três bacias coletoras), totalizando assim:

- 50.475 m de rede coletora;
- 587 poços de visita;
- 2.930 m de emissário fluvial;
- 7 estações elevatórias;
- 2 sistemas de tratamento com lagoas aeradas mecanicamente, facultativas e desinfecção com cloro.

3. SANEAMENTO E PROMOÇÃO DA SAÚDE

Souza, Freitas e Moraes (2007), a partir do referencial da Promoção da Saúde – movimento nascido no Canadá, em 1974 – apresentaram um conceito e um conjunto de práticas de saneamento. Segundo esses autores:

O saneamento para a promoção da saúde é uma intervenção multidimensional que ocorre no meio ambiente, considerado em suas dimensões física, social, econômica, política e cultural. Seu objetivo é a implantação de sistemas de engenharia associados a um conjunto de ações integradas capazes de contribuir para a saúde, por sua vez definida como qualidade de vida e erradicação da doença pelo combate integral às suas causas e determinantes (SOUZA, FREITAS e MORAES, 2007, p.371).

Para configurar as práticas de saneamento, conforme a Promoção da Saúde, esses autores elegeram sete categorias temáticas, segundo as quais as mesmas foram delineadas. São elas: *objetivos*

dos projetos; preocupação quanto à sustentabilidade das ações; articulação entre políticas, instituições e ações; modelo de intervenção; estratégias; executores dos projetos; modelo de gestão.

De acordo com a categoria *objetivos dos projetos*, para Souza, Freitas e Moraes (2007), o saneamento para a promoção da saúde é uma ação voltada para contribuir para mudanças na situação dos indivíduos e de seu ambiente e, com isso, erradicar a doença. Há o afastamento da idéia de um saneamento que atua apenas para obstaculizar a interação agente-suscetível e assim impedir a manifestação da doença.

Do ponto de vista da categoria *preocupação quanto à sustentabilidade das ações*, para Souza, Freitas e Moraes (2007) um saneamento voltado para a promoção da saúde busca manter sustentáveis ao longo do tempo todas as ações e estratégias desenvolvidas para o alcance de seus altos objetivos, já expressos no parágrafo anterior.

Segundo a categoria *articulação entre políticas, instituições e ações*, para Souza, Freitas e Moraes (2007) o saneamento para a promoção da saúde busca articular-se com todas as áreas técnicas que atuam sobre os determinantes, assim como, também, e com igual importância, com a população residente nas localidades alvo das intervenções, a fim de assegurar o empoderamento.

Quanto à categoria *modelo de intervenção*, para Souza, Freitas e Moraes (2007) o saneamento para a promoção da saúde é participativo, adaptativo e intersetorial (entre técnicos e população), pautando sua prática por esses princípios desde o planejamento da intervenção até sua conclusão.

Nesse sentido, o saneamento sob essa ótica estaria indo ao encontro do que estabelece a Lei 11.445/2007, em seu Artigo 2º, inciso IV, ao apontar o controle social como um de seus princípios fundamentais, definindo-o como:

Conjunto de mecanismos e procedimentos que garantem à sociedade informações, representações técnicas e participações nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico (BRASIL, 2007, Art. 2º, inciso IV).

De acordo com a categoria *estratégias*, para Souza, Freitas e Moraes (2007) o saneamento para a promoção da saúde, deve empregar a educação sanitária e ambiental como forma de conscientização/empoderamento da população que irá receber os sistemas de engenharia.

Portanto, o objetivo principal das ações educativas é a promoção do ser humano (e não seu adestramento) para que, a partir de uma nova visão de mundo, possa refletir sobre suas práticas, costumes, hábitos e estilo de vida, modificando-os, caso necessário, para assegurar o alcance dos objetivos do saneamento.

Segundo a categoria *executores dos projetos*, para Souza, Freitas e Moraes (2007) os responsáveis pelas ações de saneamento não são apenas os engenheiros e sua equipe de educação ambiental. Somam-se aos mesmos diversos órgãos, instituições e setores ligados aos determinantes da saúde, além das representações da sociedade.

Nesse sentido, apontam Souza e Freitas (2009) como objetivos a serem alcançados nesse processo:

A busca do consenso, base para a tomada de decisões, sem que haja, nos casos em que não seja possível alcançá-lo, a derrota e a desqualificação de uma minoria; a mobilização da comunidade alvo para a real apropriação das obras e serviços que passarão a estar disponíveis, com vistas a sua sustentabilidade ao longo do tempo e à promoção da saúde, mais do que ao afastamento da doença (SOUZA e FREITAS, 2009).

Do ponto de vista da categoria *modelo de gestão*, para Souza, Freitas e Moraes (2007) um saneamento voltado para a promoção da saúde é participativo, intersetorial, contextualizado, adaptativo e inclusivo.

Para mais bem caracterizar o saneamento como Promoção da Saúde e diferenciá-lo de uma concepção voltada para a prevenção de doenças, conforme os estudos de Souza e Freitas (2006), são apresentadas as Tabelas 1 e 2. Na primeira, está proposta a diferença conceitual entre as duas concepções. Na segunda, estão apresentadas as sete categorias temáticas de análise, já citadas.

Tabela 1- Diferenças conceituais entre o saneamento como promoção da saúde e como prevenção de doenças

SANEAMENTO COMO PROMOÇÃO DA SAÚDE	SANEAMENTO COMO PREVENÇÃO DE DOENÇAS
Intervenção de natureza multidimensional no ambiente voltada para a saúde. Ação que parte do entendimento de ambiente como espaço dinâmico e multidimensional (composto por uma dimensão física ou natural, mas também abrangendo as dimensões social, econômica, política e cultural), cujos desequilíbrios geram as doenças e da percepção de saúde como uma multidimensionalidade; mais do que ausência de doenças; qualidade de vida; erradicação da doença pelo combate integral às suas causas e determinantes.	Intervenção de engenharia que ocorre no ambiente considerado como espaço físico, voltada para obstaculizar a transmissão de doenças e assegurar a salubridade ambiental. Ação que compreende a saúde como ausência de doenças, trabalhando para o impedimento às suas manifestações.

Fonte: Souza e Freitas (2006)

Tabela 2 - Diferenças práticas entre o saneamento como promoção da saúde e como prevenção de doenças

CATEGORIAS	SANEAMENTO COMO PROMOÇÃO DA SAÚDE	SANEAMENTO COMO PREVENÇÃO DE DOENÇAS
Objetivos dos projetos	Implantação de sistemas com vistas a contribuir para mudanças na situação dos indivíduos e de seu ambiente e com isso erradicar a doença, melhorando a performance de indicadores sociais, de saúde e ambientais, ou seja, a qualidade de vida.	Implantação de sistemas com vistas a obstaculizar a interação agente-suscetível e com isso impedir a manifestação da doença, melhorando a performance de indicadores epidemiológicos e ambientais
Preocupação quanto à sustentabilidade das ações	Sustentabilidade dos sistemas para alcançar os objetivos dos projetos	Sustentabilidade dos sistemas para alcançar os objetivos dos projetos
Articulação entre políticas, instituições e ações	Articulação institucional e inter-institucional para empoderamento.	Articulação institucional e inter-institucional para implantação de sistemas
Modelo de intervenção	Participativo, adaptativo; intersetorial (entre técnicos e população)	Adaptativo; tecnicista; intersetorial (entre setores técnicos)

Estratégias	Educação sanitária e ambiental voltada para o empoderamento. Negociação entre todos os atores envolvidos	Educação sanitária e ambiental voltada para ensinar novos hábitos e costumes. Convencimento da população alvo
Executores dos projetos	Órgão responsável compartilhando com outros órgãos oficiais e organizações da sociedade	Órgão responsável (engenheiros e sua equipe de educação ambiental)
Modelo de gestão	Participativo; contextualizado; inclusivo	Impositivo; tecnicista; adaptativo (em termos técnicos)

Fonte: Souza e Freitas (2006)

4. METODOLOGIA

Foi empregada a técnica da entrevista, aplicada em uma amostra de 15 sujeitos que tiveram atuação nas áreas alvo da intervenção em estudo, no presente ou na época em que a mesma foi realizada. Essa amostra foi dimensionada a partir de um enfoque qualitativo e não quantitativo/estatístico, contemplando moradores locais, profissionais de saneamento e de saúde, políticos, gestores públicos e outros sujeitos de interesse, totalizando:

- oito moradores;
- dois engenheiros: um que atua no órgão responsável pela intervenção e outro que atuou nesse órgão na época da implantação da intervenção;
- um enfermeiro que presta atendimento nos postos do Programa Saúde da Família (PSF) locais;
- um agente comunitário de saúde (ACS) que atua nos postos do PSF;
- um vereador;
- um gestor público;
- um professor-pesquisador

As entrevistas, gravadas em áudio, foram realizadas em meio a um diálogo informal com cada entrevistado, tendo como base um roteiro constituído por perguntas relacionadas às categorias de análise do saneamento, já citadas. Tais perguntas são:

- 1) Houve um projeto de esgotamento sanitário aqui em Mosqueiro. Em sua opinião, quais os objetivos desse projeto?;
- 2) Em sua opinião, quais os benefícios ou dificuldades que esse projeto lhe trouxe na época da sua implantação e agora?;
- 3) Além das obras, que outras ações foram executadas nesse projeto?;
- 4) Como funciona o sistema de esgotamento sanitário?;
- 5) Como foi decidido que o projeto deveria ser implantado?;
- 6) Quem realizou o projeto? O(a) Sr(a) considera que também colaborou?;
- 7) Atualmente, como o projeto está funcionando?

Todos os entrevistados concordaram em participar de livre e espontânea vontade, tendo assinado um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme determina a legislação brasileira sobre ética em pesquisa.

O *corpus* resultante das entrevistas foi submetido à técnica do Discurso do Sujeito Coletivo – DSC (Lefèvre e Lefèvre, 2005). Essa técnica constitui o caminho metodológico-científico que torna possível partir-se do pensamento individual como discurso, para o pensamento coletivo como discurso. Opera sobre os discursos individuais dos sujeitos identificando sua essência ou idéia central. Por meio de procedimentos rigorosos de sistematização, para cada grupo de discursos individuais de mesma idéia central, gera um discurso chamado coletivo, escrito na primeira pessoa do singular e construído a partir das expressões-chaves literais extraídas dos discursos individuais de cada sujeito desse grupo.

Com o auxílio do programa de informática Qualiquantisoft®, foram construídos os discursos coletivos reveladores das percepções dos entrevistados sobre a intervenção em estudo. Finalmente, esses discursos foram examinados sob a ótica da Promoção da Saúde, a partir da literatura já citada.

5. RESULTADOS OBTIDOS

A Tabela 3, a seguir, apresenta as idéias centrais dos discursos do sujeito coletivo obtidos.

Tabela 3 - Resumo das respostas obtidas entre usuários

PERGUNTA	CATEGORIA EM AVALIAÇÃO	IDÉIAS CENTRAIS DOS DISCURSOS OBTIDOS
1) Houve um projeto de esgotamento sanitário aqui em Mosqueiro. Em sua opinião, quais os objetivos desse projeto?	Objetivos dos projetos	A- Não houve objetivo; só prejuízos. B- Corrigir a falta de políticas de saneamento. C- Garantir a balneabilidade das praias. D- Proteger o lençol de água subterrânea. E- Melhorar a qualidade de vida e da saúde.
2) Em sua opinião, quais os benefícios ou dificuldades que esse projeto lhe trouxe na época da sua implantação e agora?	Preocupação quanto à sustentabilidade das ações	A- Proteção do lençol de água subterrânea, das praias e da saúde da população. B- Ruas quebradas e alagadas; refluxo em áreas baixas.
3) Além das obras, que outras ações foram executadas dentro desse projeto?	Articulação entre políticas, instituições e ações	A- Não houve outras ações. B- Melhoria do abastecimento de água, da coleta de lixo, dos postos de saúde, da urbanização e da segurança pública. C- Houve algumas ações na área da saúde. D- Houve algumas ações de educação sanitária e promoção do ecoturismo.
4) Como funciona o sistema de esgotamento sanitário?	Modelo de intervenção	A- Não sabe como funciona e nada lhe foi explicado. B- Houve reuniões públicas para conscientizar. C- Não sabe como funciona,

			mas houve avisos informativos a respeito.
5) Como foi decidido que o projeto deveria ser implantado? Que estratégias foram usadas?	Estratégias	A-	Por meio de reuniões e ações educativas.
		B-	Apenas comunicaram a decisão.
6) Quem realizou o projeto? O(a) Sr(a) considera que também colaborou?	Executores dos projetos	A-	Foi realizado pela prefeitura com a aceitação de alguns moradores em fazer as ligações prediais.
		B-	Foi realizado pela prefeitura sem nenhuma participação da população.
		C-	Não sabe quem realizou e a população não participou.
7) Atualmente, como o sistema está funcionando?	Modelo de gestão	A-	Mal, mas com perspectiva de melhorias.
		B-	Mal.
		C-	Nada sabe sobre o funcionamento do sistema

6. DISCUSSÃO

A pergunta 1, ligada à categoria *objetivos dos projetos*, gerou cinco DSCs. O DSC A revela que, para o sujeito coletivo, o projeto não teve nenhum objetivo, pois não houve benefícios decorrentes; somente prejuízos. Fica claro que, para ele, *objetivos* são o mesmo que *benefícios*.

Quanto aos DSCs B, C e D, estes revelam uma multiplicidade de objetivos. Analisando-se os quatro últimos à luz dos objetivos da intervenção, traçados pelo SAAEB e informados na seção 2, pode-se dizer que alguns dos mesmos figuram nos discursos. Por exemplo, aumentar a cobertura na perspectiva da universalização dos serviços de saneamento básico (objetivo 1) tem a ver com o suprimento da lacuna deixada pela falta de políticas públicas no passado; implantar o sistema de coleta e tratamento de esgotos implica a melhoria do esgotamento sanitário, da saúde e da qualidade de vida da população da ilha (objetivos 2, 3, 4 e 11).

Em consequência dessa referência nos discursos, pode-se supor que o objetivo 10, que trata do desenvolvimento de atividades de educação sanitária e trabalhos de participação comunitária, maximizando o processo de interação entre a população beneficiada e os agentes envolvidos na liberação dos recursos financeiros e na execução do projeto, tenha sido pelo menos em parte alcançado.

Do ponto de vista da Promoção da Saúde, em decorrência do exposto, pode-se identificar alguma aproximação dos objetivos propostos com os objetivos de um saneamento promocional, segundo Souza e Freitas (2006).

A pergunta 2 está vinculada à categoria *preocupação quanto à sustentabilidade das ações* e resultou em dois DSCs opostos entre si. No DSC A o sujeito coletivo revela que a intervenção produziu benefícios. Contudo, sabe-se que isto se deu apenas no período de sua instalação, uma vez que, segundo ele, considerando que a rede coletora de esgotos havia sido dimensionada para atender a uma população maior (de final de projeto), o sistema operava com “folga” e, por isso, produzia benefícios que não mais ocorrem. Entretanto, o DSC B, ao contrário, revela que a intervenção só trouxe dificuldades desde sua implantação, pois as ruas foram quebradas e passaram a sofrer alagamentos com as chuvas.

Ao analisar esses discursos à luz da Promoção da Saúde, pode-se perceber que a intervenção não teve sustentabilidade ao longo do tempo nem mesmo como ação voltada para prevenir doenças (Souza, Freitas e Moraes, 2007). Os operadores dos sistemas não tiveram a preocupação necessária, segundo essa teoria, para que os benefícios iniciais, apontados no DSC A, pudessem perdurar.

A pergunta 3, ligada à categoria *articulação entre políticas, instituições e ações*, resultou em quatro DSCs. O DSC A mostra que a intervenção foi somente de engenharia. Já os demais discursos revelam que, em paralelo às obras de implantação dos sistemas de esgotamento sanitário, houve outras ações.

A julgar pela total desarticulação existente entre os órgãos que atuam na área, atualmente, pode-se considerar que não há pontos de contato com a Promoção da Saúde, analisando-se essa categoria.

A pergunta 4, associada à categoria *modelo de intervenção*, refere-se à participação técnica e não técnica na intervenção. Resultou em três DSCs que revelam, novamente, situações opostas entre si: no DSC A, o sujeito coletivo afirma nada saber sobre a intervenção; no DSC B, o sujeito único (um engenheiro) revela conhecer profundamente a intervenção e, além disso, afirma terem sido realizadas diversas reuniões em escolas e outros locais para conscientização da população a respeito; no DSC C informa ter havido o anúncio da intervenção, mas sem explicações e, em seguida, o início das obras.

É importante refletir que, com esse “anúncio”, a população foi apenas comunicada acerca da intervenção, permanecendo sem poder opinar sobre as ações que interfeririam em sua vida e no seu bem-estar. Essa mesma constatação foi feita por Souza e Freitas (2009), no município de Sumidouro (Rio de Janeiro). Para esses autores, em tal situação, a população alvo da intervenção é tratada como se fora uma “tábula rasa”, segundo as palavras de De Marchi e Ravetz (1999), na qual se inscreve o que se deseja, ao sabor das conveniências de quem escreve, sem observar valores, crenças e processos de vida que a caracterizam e diferenciam. Sendo assim, na ótica da Promoção da Saúde, a intervenção não foi participativa. Seu caráter parece ter sido tecnicista, no qual o conhecimento técnico sobressai-se em detrimento do “saber leigo”.

A pergunta 5 está ligada à categoria *estratégias*, avaliando as ações de educação ambiental empreendidas e tendo produzido dois DSCs. O DSC A, construído a partir do discurso de dois profissionais, revela que as ações educativas existiram. Entretanto, segundo o DSC B, constituído por um número maior de participantes, todos moradores, essas ações nunca foram colocadas em prática. A partir da teoria da Promoção da Saúde, que ressalta que a estratégia de uma intervenção em saneamento deve ser a educação sanitária e ambiental voltada para o *empoderamento individual e coletivo*, pode-se compreender que a intervenção em estudo não tendeu a essa questão.

A pergunta 6, ligada à categoria *executores dos projetos*, resultou em três DSCs. Os discursos revelam, mais uma vez, uma percepção contraditória quanto à participação da população. O DSC A confirma essa participação que, no entanto, é negada nos DSCs B e C.

Com relação à atuação do governo como responsável pela intervenção, esta foi confirmada pelos DSCs A e B. Já o DSC C, compartilhado por um morador e um pesquisador, revela desconhecimento a respeito.

Essa disparidade entre as percepções identificadas, analisada a partir da teoria da Promoção da Saúde, permite mais uma vez observar o distanciamento entre os executores (pessoal técnico) e os executores (população alvo). Parece evidente que *executores* foram apenas os primeiros, com ou sem algum grau de compartilhamento das responsabilidades com a população, responsabilidades essas que não podem ser reduzidas ao acatamento, por parte desta, a uma decisão tomada por terceiros, ainda que seja para lhe trazer possíveis benefícios.

A pergunta 7, ligada à categoria *modelo de gestão*, resultou em quatro DSCs. O DSC A reporta-se à conjugação de esforços entre o SAAEB e a COSANPA, talvez se referindo às negociações que prefeitura e Estado estavam realizando à época da pesquisa, para estabelecer a gestão associada dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no município de Belém. Para o sujeito coletivo, essa associação traria benefícios e melhorias para a intervenção e para Mosqueiro como um todo.

Já os DSCs B e C revelam as dificuldades que a intervenção enfrenta, pois a operação do sistema é precária. Além disso, a falta de conscientização acabou levando os moradores, com o tempo, a não utilizar corretamente o sistema, depositando lixo nas redes abertas, entupindo-as, e a lançar seus

esgotos nas sarjetas. No DSC D, o entrevistado que o produziu como discurso de sujeito único, embora seja um político que atua na ilha, não sabe como está funcionando o sistema, porque acha que somente os técnicos ligados à área de saneamento podem responder a essa questão.

Analisando os DSCs de acordo com a teoria da Promoção da Saúde, estes não apresentam dados que indiquem que a intervenção vem sendo gerida de modo participativo, pois, se assim fosse, o conhecimento sobre o *status quo* da intervenção estaria apropriado por todos.

7. CONCLUSÃO

Observa-se que, considerando a categoria analítica *objetivos da intervenção*, a intervenção apresentou pontos de contato com uma concepção promocional de saneamento, pois referiu como seus objetivos à qualidade de vida.

Por outro lado, manteve-se dentro de uma concepção preventivista de saneamento no que tange às categorias *articulação entre políticas, instituições e ações, modelo de intervenção, estratégias, executores dos projetos e modelo de gestão*, pois: o envolvimento dos demais setores e instituições ocorreu apenas no início da ação; a participação da população foi ínfima e o saber técnico hegemônico; as estratégias de educação ambiental adotadas não levaram a população ao empoderamento; a responsabilidade pelo projeto ficou a cargo da equipe técnica envolvida que, em nenhum momento a compartilhou-a com a população.

Além disso, relativamente à categoria *sustentabilidade ao longo do tempo*, a intervenção não se situou nem mesmo como ação voltada para prevenir doenças, pois, suas instalações deveriam permanecer em operação no decorrer dos anos, o que não se verificou.

Toda essa problemática veio à tona no decorrer de uma audiência, ocorrida em 29 de Novembro de 2010, no Fórum de Mosqueiro, à qual compareceram como observadoras a primeira e a terceira autoras deste trabalho a convite do representante do Ministério Público Estadual. Outras audiências deverão se suceder, conforme ficou determinado pelo Promotor de Justiça, e assim espera-se que sejam encontrados meios viáveis para a solução das questões.

Se este trabalho, fundamentado na Promoção da Saúde, tiver a capacidade de colaborar nesse sentido, terá alcançado o seu objetivo mais profundo, pois apresenta idéias que, sem dúvida, podem contribuir, na teoria e na prática, para um saneamento básico que, efetivamente, redunde em saúde pública e ambiental e em desenvolvimento para o nosso país.

Considera-se que, para esse fim, conforme afirmam Souza e Freitas (2009), a Teoria da Promoção da Saúde pode contribuir sobremaneira. Não se trata de ação miraculosa, mágica ou fácil. Trata-se, apenas, de empregar um recurso que se mostra robusto para enfrentar o desafio que é o saneamento básico nos dias atuais, com toda a complexidade do mundo que nos cerca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LEFÈVRE, F; LEFÈVRE, A.M.C. *O discurso do sujeito coletivo: um novo enfoque em pesquisa qualitativa (desdobramentos)*. 2 ed. Caxias do Sul: Educs, 2005b. 256p.

SOUZA, C.M.N.; *Relação Saneamento-Saúde-Ambiente: os discursos preventivista e da promoção da saúde*. Saúde Soc. São Paulo, v.16, n.3, p.125-137, 2007.

SOUZA, C.M.N.; FREITAS, C.M. O saneamento na ótica dos profissionais de saneamento-saúde-ambiente: promoção da saúde ou prevenção de doenças? *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 46-53, 2008.

SOUZA, C.M.N.; FREITAS, C.M. A produção científica sobre saneamento: uma análise na perspectiva da promoção da saúde e da prevenção de doenças. *Eng Sanit Ambient* | v.15 n.1 | jan/mar 2010 | 65-74,2010.

AGRADECIMENTOS:

Ao IFPA-Campus Belém, pela concessão de bolsa de iniciação científica às duas primeiras autoras.

SISTEMA DE CAPTAÇÃO E TRATAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PARA ATENDIMENTO A POPULAÇÕES TRADICIONAIS EM ILHAS DE BELÉM: AVALIAÇÃO DE IMPACTOS DECORRENTES

I. C. S. CRUZ¹ e G. G. ASSUNÇÃO²

¹Instituto Federal do Pará - Campus Belém e ²Instituto Federal do Pará – Campus Belém
carlynhacruz@hotmail.com – bigassuncao@hotmail.com

RESUMO

O município de Belém, capital da Região Metropolitana, desfruta de seu desenvolvimento, com significativa infraestrutura e economia. No entanto, a região insular, composta por 39 ilhas, não usufrui dos serviços disponibilizados a tal área, localizando-se desta forma, a margem dos benefícios proporcionados ao referente município. Em relação à prestação de serviços de ordem coletiva, em especial o abastecimento público de água, os residentes insulares convivem com a ausência de um elemento fundamental quanto à qualidade de vida: o uso de água potável para fins nobres, e consequentemente, a promoção da saúde com a erradicação de doenças de veiculação hídrica. Nesse sentido, por meio de uma iniciativa da Cáritas Metropolitana de Belém, houve a implantação do projeto “Água em casa, limpa e saudável” nas ilhas Nova. Jutuba e Urubuoca, apresentando como essência, um sistema alternativo de abastecimento de água utilizando água pluvial e tratamento com desinfecção via SODIS, e assim, eliminando o deslocamento desses moradores a outras áreas para obtenção de água em condições adequadas ao consumo. Entretanto, para o sucesso de tal intervenção, foi necessário um estudo para avaliar seus impactos a partir da verificação da eficiência do sistema, atendendo aos padrões da Portaria nº 518 do Ministério da Saúde, quanto à potabilidade da água destinada ao consumo humano. Para isso, houve a análise de parâmetros físicos, químicos e biológicos das águas armazenadas no reservatório. Os parâmetros realizados foram: cor aparente, turbidez, pH, alcalinidade, sólidos dissolvidos totais, condutividade elétrica, dureza total, coliformes totais e Escherichia Coli. Com base na comparação dos resultados referentes aos anos de 2009 e 2010 obtidos em 4 pontos determinados, evidenciou-se que houve melhorias alcançadas sobre a qualidade do efluente, porém necessitando ainda de atenção maior em relação à manutenção do sistema por ainda conter a presença de microrganismos patogênicos, estes, prejudiciais à saúde humana.

Palavras-chave: Portaria nº 518, ilhas, SODIS.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil, embora possua em torno de 12% de toda a reserva de água doce superficial do mundo, muitas pessoas ainda não tem acesso a este bem. Segundo o IBGE, aproximadamente 40 milhões de brasileiros ainda não dispõem em suas casas de água canalizada (MAGOSSÍ, 2003).

Frente a isso, obter água com qualidade visando o consumo das populações é também uma grande dificuldade encontrada por alguns ribeirinhos da Região Metropolitana de Belém. Embora rodeadas por água, as ilhas não empregam o rio como fonte de abastecimento devido à poluição sofrida por ele. Assim, os sistemas alternativos são vistos como solução para vencer o obstáculo abordado.

Com isso, no intuito de solucionar este problema, a Cáritas Metropolitana de Belém, atualmente em parceria com o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), implantou o projeto titulado como “Água em casa, limpa e saudável” a partir do aproveitamento de águas pluviais, em 3 ilhas do município de Belém.

A água proveniente da chuva é locada em um reservatório e em seguida, inserida no sistema SODIS para a destruição de possíveis patógenos contidos na água. A iniciativa implantada pela Cáritas tem grande valor para o abastecimento da população ribeirinha, contudo, a avaliação realizada pelo IFPA é destacada como componente fundamental para o sucesso do projeto.

Desta forma, o trabalho pretende avaliar o efluente pluvial após a captação e desinfecção via SODIS, considerando que a qualidade da água da chuva é inferior ao efluente de um tratamento secundário (TUCCI, 2006), faz-se relevante o monitoramento para a eficiência do sistema.

2. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

A implantação do sistema alternativo de abastecimento de água pluvial foi realizada nas ilhas Nova, Jutuba e Urubuoca, com o objetivo de disponibilizar água potável aos moradores dessa localidade. Tais localizam-se a aproximadamente 5 km do distrito de Icoaraci. Quanto à eficiência do sistema, foram desenvolvidos os seguintes procedimentos:

- Dados de índice pluviométrico, por meio de instalação de pluviômetro;
- Coleta de dados no INMET;
- Georreferenciamento dos pontos de coleta;
- Espacialização em Arc View;
- Elaboração de mapas temáticos;
- Coletas de amostras de água diretamente da chuva (anteriormente ao contato com telhados), água do reservatório, água tratada com o sistema SODIS, água bruta (rio);
- Análise dos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos;
- Avaliação das condições operacionais e de manutenção do sistema;
- Análise e interpretação dos resultados por meio de gráficos e tabelas utilizando para isso métodos estatísticos para melhor entendimento dos dados.
- A água escoar por meio dos telhados, área de captação nas ilhas, fabricados com material de fibrocimento ou cerâmico. Após, dirige-se as calhas, fabricadas com material de cloreto de polivinila (PVC), com completa direção para o reservatório, este de fibra de vidro, apoiado em

suporte de madeira com extravasador e uma torneira para a realização das coletas. De acordo com o esquema a seguir:

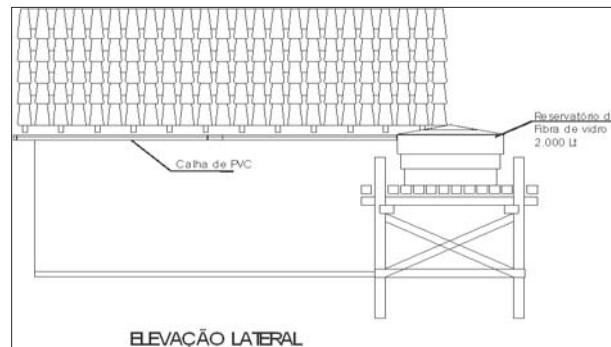


Figura 1: Esquema do sistema de captação.
 FONTE: Cáritas Metropolitana de Belém, 2009.



Figura 2: Reservatório e calha.
 FONTE: CRUZ, 2010

Após captação e armazenamento, a água da chuva passa pelo tratamento via SODIS (desinfecção por radiação solar e ultravioleta) conforme a figura abaixo. Sendo esta uma alternativa destinada ao tratamento de pequenas quantidades de água, apresentando simplicidade e baixo custo em termos de implantação e, por isso, sua aplicação é viável em pequenas comunidades. Ao mesmo tempo, tem significativa adequação quanto ao tratamento de água pluvial, devido à baixa turbidez.



Figura 3: Exposição do SODIS ao sol.
 FONTE: CRUZ, 2011.

Para a efetivação das análises, foram selecionados 4 pontos que empregavam o sistema alternativo de abastecimento. Por não haver o descarte das primeiras águas obtidas, a verificação dos aspectos físicos, químicos e bacteriológicos foi realizada nas águas armazenadas nos reservatórios.

Dos 13 pontos de coleta de água de chuva, 9 são na ilha de Jutuba, sendo um ponto no rio; 2 pontos na ilha de Urubuoca; e 1 ponto na ilha Nova. As coletas eram realizadas sempre após o sistema sodis e reservatório.

Para a obtenção dos resultados, ocorreu a comparação dos obtidos em 4 coletas referentes aos anos de 2009 e 2010. Em 2009, as coletas aconteceram em 30/04, 15/05, 09/11 e 21/12. Já em 2010, estas se realizaram em 07/06, 07/07, 14/07 e 04/08.

As análises foram executadas no Laboratório de Análises de Água do IFPA/Campus Belém, obedecendo ao Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater, (APHA 1995) e as normalizações técnicas da companhia de tecnologia e saneamento ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), atentando-se às normas de segurança.

Os parâmetros analisados foram: cor aparente, turbidez, pH, alcalinidade, sólidos dissolvidos totais, condutividade elétrica, dureza total, coliformes totais e Escherichia Coli.

RESULTADOS

A partir da comparação dos resultados obtidos referentes aos anos de 2009 e 2010, tem-se:

Cor aparente:

Segundo a Portaria nº518/2004 do Ministério da Saúde, o valor máximo estabelecido para cor é igual a 15 (UH) para águas destinadas ao consumo humano. Avaliando os resultados dos anos citados anteriormente, observa-se que todos os pontos encontram-se acima dos valores padrões permitidos. Com isso, verifica-se que as amostras possuem alta concentração de sólidos dissolvidos.

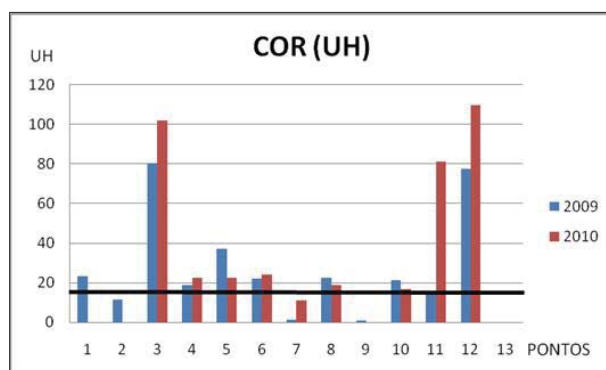


Gráfico 1: Média da cor.

Turbidez:

O valor máximo permitido pelo Ministério da Saúde para turbidez é igual a 5 UNT (Unidade Nefelométrica de Turbidez). Em meio às análises, apenas os pontos 3 e 12 estão acima do padrão. Isso se explica pela localização dos pontos amostrados: ponto do rio (sem tratamento) e ponto da casa com telhado de palha. Com a observação desses detalhes, os resultados são considerados satisfatórios.

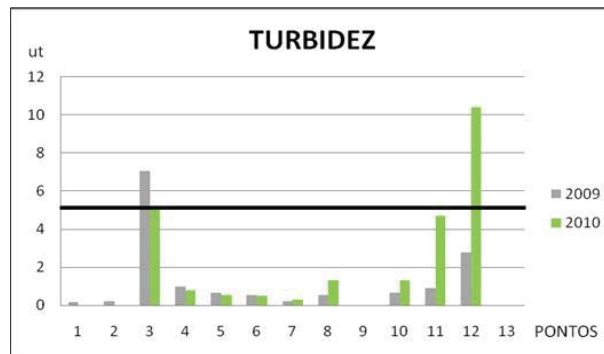


Gráfico 2: Média da Turbidez.

PH (potencial Hidrogeniônico):

Os valores recomendados pela Portaria nº 518/2004, definem que o PH deva permanecer na faixa de 6 a 9,5. Verifica-se então, a conformidade de todas as amostras.

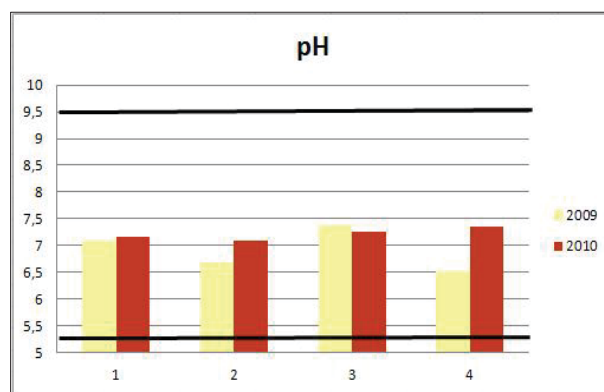


Gráfico 3: Média do PH

Dureza:

O Ministério da Saúde estabelece o valor máximo igual a 500 ppm/ CaCO₃. Não houve alteração nos pontos no decorrer das análises, e assim, todos se apresentam dentro dos padrões.

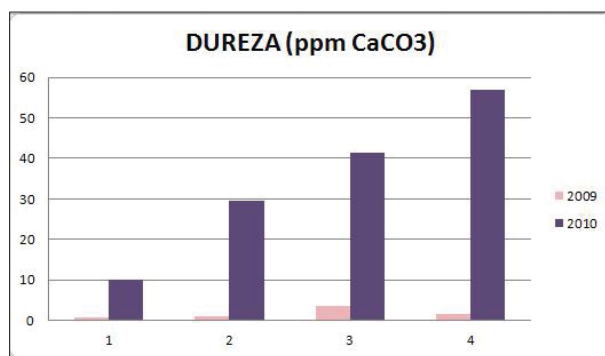


Gráfico 4: Média da Dureza.

Sólidos Totais Dissolvidos:

É um parâmetro ligado a condutividade elétrica. À medida que a concentração de sólidos totais dissolvidos aumenta, a capacidade da água em conduzir corrente elétrica será maior. O Ministério da Saúde não estabelece um valor padrão para este parâmetro.

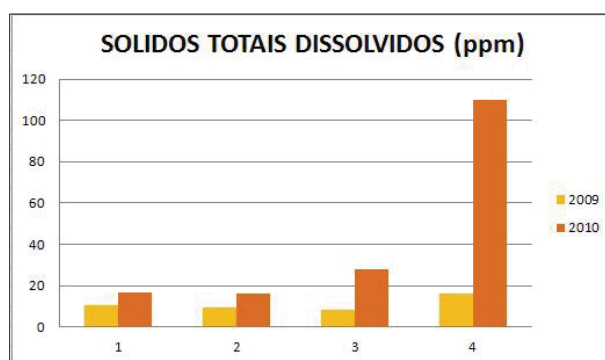


Gráfico 5: Média de Sólidos Totais Dissolvidos.

Condutividade Elétrica:

Como já dito anteriormente, a condutividade está ligada diretamente a presença de materiais dissolvidos. Assim, quando a água possui facilidade em transportar corrente, adere-se o fato a significativa presença de sólidos totais dissolvidos existentes na água. A Portaria nº 518/2004 não indica um valor padrão para este parâmetro.

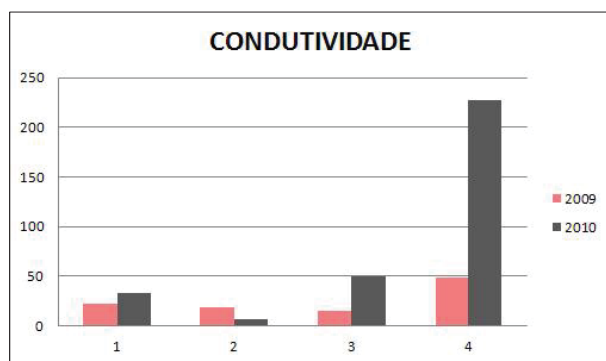


Gráfico 6: Média da Condutividade elétrica.

Coliformes Totais e *Escherichia Coli*

Para tal parâmetro, faz-se necessário a observação dos resultados obtidos em duas tabelas relativas aos anos de 2009 e 2010, respectivamente.

RESULTADOS DE COLIFORMES TOTAIS E E.COLI DO ANO DE 2009								
Pontos	1°Coleta coliformes totais	1°Coleta E.Coli	2° Coleta coliformes totais	2° Coleta E.Coli	3° Coleta coliformes totais	3° Coleta E.Coli	4° Coleta coliformes totais	4° Coleta E.Coli
1	78	0	1	0	78	0	-	-
2	>200	9	>200	27	>200	9	-	-
3	130	16	-	-	130	16	325,5	28,8
4	>200	1	145	1	>200	1	1	<1
5	>200	>200	>200	>200	>200	>200	579,4	3,1
6	>200	1	>200	5	>200	1	14,5	-
7	-	-	1	0	-	-	-	-
8	>200	1	>200	1	>200	1	-	-
9	-	-	>200	0	-	-	-	-
10	0	0	1	0	0	0	65,7	0
11	>200	200	>200	>200	>200	200	1	<1
12	>200	6	>200	>200	>200	6	>200	6
13	-	-	-	-	-	-	-	-

TABELA 01: Resultados de Coliformes Totais e *E. Coli* (2009)

Pontos	1º Coleta coliformes totais	1º Coleta <i>E. Coli</i>	2º Coleta coliformes totais	2º Coleta <i>E. Coli</i>	3º Coleta coliformes totais	3º Coleta <i>E. Coli</i>	4º Coleta coliformes totais	4º Coleta <i>E. Coli</i>
1	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-
3	14,6	<1	613,1	1	46,5	-	25,9	<1
4	-	-	2419,6	1	159,7	-	>2419,6	29,6
5	-	-	>2419	2	2419,6	-	146,4	5,2
6	-	-	2419,6	<1	>2419,6	-	>2419,6	5,2
7	-	-	28,8	<1	< 1	-	<1	<1
8	-	-	166,4	1	< 1	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-
10	1046,2	2	<1	<1	344,8	-	9,7	<1
11	387,3	33,1	-	-	> 2419,6	-	1553,1	90,9
12	488,4	20,1	648,8	97,6	2419,6	-	<2416,6	30,2
13	-	-	-	-	-	-	-	-

TABELA 02: Resultados de Coliformes Totais e *E. Coli* (2010).

Em 2009, o ponto 7 (SODIS) foi o local onde se obteve os resultados mais satisfatórios em razão do morador responsável realizar os procedimentos de manutenção de forma correta (Ver tabela 01).

Os resultados de Coliformes Totais apontaram um decréscimo na concentração de patógenos no decorrer do ano de 2009 para o ano de 2010. Tal fato pode ser atribuído ao processo de sedimentação dos sólidos em suspensão, que possuem em suas estruturas, coliformes agregados. Assim, esses tendem a depositar-se no fundo dos reservatórios.

Quanto aos resultados de *E. Coli* observa-se também uma considerável evolução nos resultados obtidos de 2009 para 2010, evidenciando a diminuição da concentração de organismos, porém não sua ausência.

3. CONCLUSÃO

As comunidades ribeirinhas são exemplos de classes sociais que, muitas vezes com aparência de excluídos, sofrem com o descaso. O trabalho realizado nas ilhas, através da CAMEBE, revela uma mobilização social em prol do atendimento de uma das maiores necessidades dessas comunidades: a falta de disponibilidade de água para o consumo.

A ausência das condições de potabilidade nas águas causa um desgaste visível nestas pessoas, que, com baixo poder aquisitivo, para buscar outras alternativas, acabam, na maioria das vezes, pondo em risco a sua saúde para dispor de água com qualidade extremamente duvidosa.

A iniciativa da Cáritas em implantar um sistema alternativo de abastecimento de água com desinfecção via SODIS foi muito louvável, pois facilitou a vida dos habitantes daquelas comunidades tão carentes que vivem nas ilhas sem qualquer apoio de políticas públicas, eliminando seu deslocamento para a baía em busca de água potável.

Todavia, um contraste negativo acabou por se estabelecer, pois o objetivo da alternativa era dispor água potável, contudo, a presença de organismos patogênicos foi um inconveniente presente durante o mês de Julho de 2009 devido à falta de manutenção da tecnologia pelos seus gestores.

Para a eficiência do sistema alternativo de abastecimento proposto, é necessário que alguns cuidados sejam tomados para que se garanta, perante as normas vigentes, a potabilidade da água; para isso as medidas de manutenção precisam ser seguidas com extremo rigor.

Nesse sentido, a Educação Ambiental foi a responsável por mostrar a compreensão do por que das regras para os ribeirinhos/gestores, e conseqüentemente, fazer com que, de fato, tenham impactos positivos. O que indica a importância da orientação técnica embora a simplicidade da tecnologia implantada.

Desta forma, os resultados apresentados, com o diagnóstico da pesquisa e comparação dos valores referentes aos anos de 2009 e 2010, evidenciam as melhorias alcançadas sobre a qualidade do efluente, porém necessitando ainda de maior refinamento nas ações de operação e manutenção dos sistemas, pois na maioria dos pontos em 2010, ainda se evidenciou a presença do grupo coliformes, o qual, comparado com os demais parâmetros, constitui-se um parâmetro de grande significância em relação a potabilidade da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCMAC. **Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva**. Disponível em: <http://www.abcmac.org.br>. Acesso em: 8 mar. 2008.

AMERICAN WATER AND WASTEWATER ASSOCIATION (AWWA). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21th. Denver. CP: AWWA 2005.

BELLA CALHA. **Sistemas de Aproveitamento de Água de Chuva e Equipamentos**. Disponível em: <http://www.bellacalha.com.br>. Acesso em: 13 mar. 2009.

BOTTO, M. P. **Avaliação da viabilidade técnico e social da desinfecção solar (SODIS) em águas de cisternas de placa – estudo de caso Camurim (Itaiçaba)**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 6, 2007, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte, 2007.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 4 ed. Ver. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. 408p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº. 518**, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, 2004. 34 p.

CÁRITAS METROPOLITANA DE BELÉM. **Projeto água em casa, limpa e saudável**. Belém: 2008. Disponível em: <http://www.camebe.org/lib/pdf/projetos/PROJETO_AGUA.pdf>. Acesso em: 12 de agosto de 2008.

CIPRIANO, R. F. P. **Tratamento das águas de chuva escoadas sobre telhado e avaliação do seu uso**. 2004. 89f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)

DANIEL, L. A. (coord.). **Métodos alternativos de desinfecção da água**. São Carlos: Rede Cooperativa de Pesquisas/Programa de Pesquisas em Saneamento Básico, 2001. 139p. Disponível em <<http://www.finep.gov.br/prosab/produtos.htm>>. Acesso em: 20 de abr. 2009.

GROUP RAINDROPS. **Aproveitamento da Água da Chuva**. In: KOBAYAMA, M.; USHIWATA, C.T.; AFONSO, M.A.. Editora Organic Trading. 196 p. Curitiba/PR. 2002.

MACHADO, F. O & CORDEIRO, J. S. **Aproveitamento das águas pluviais: uma proposta sustentável**. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 7, 2004, São Luís. Anais... São Luís, 2004.

PINTO, N. L. S. et al. **Hidrologia básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2000. 278p. RIBEIRO, K. T. S. **Água e saúde humana em Belém**. Belém: CEJUP, 2004. Coleção MEGAM/2.

SOUZA, L. E. **A questão da água na grande Belém**. Belém: Casa de estudos Germânicos, 2004.

TESTES RESPIROMÉTRICOS COM LODO AERÓBIO QUIMIOAUTOTRÓFICO NITRIFICANTE PARA A SELEÇÃO DOS SUBSTRATOS PADRÕES

R. M. Silva¹; D. S. Damasceno²; J. F. Lima³; E. V. M. Santos⁴ e H. A. S. Filho⁵

^{1, 2, 3, 4 e 5} Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia– Campus Limoeiro do Norte
Rosangela_ifce@hotmail.com – danikelly.damasceno204@gmail.com – jessyca-11f@hotmail.com -
heraldo@ifce.edu.br - elivania@ifce.edu.br

RESUMO

Esta pesquisa experimental tem como principal objetivo fazer estudos do metabolismo do lodo quimioautotrófico nitrificantes, na seleção de diferentes substratos utilizando a respirometria como principal instrumento. Inúmeros testes foram realizados com o lodo do sistema batelada, para verificarmos o metabolismo das bactérias autotróficas.

Os testes respirométricos eram realizados apartir do licor misto utilizando-se, como substratos testados molibdato de amônio, sulfato de amônio, e cloreto de amônio. Nesse teste é essencial a utilização do melhor substrato em termos de afinidade com o lodo, visando à maior taxa de consumo de nitrogênio na bioconversão do material utilizado como substrato, e assim definindo e garantindo que a taxa de crescimento específico também seja máxima.

Contudo, em função das variedades ambientais e operacionais, existe uma redução do valor máximo de crescimento, o que caracteriza as diferenciações, por exemplo, de desempenho mais satisfatório de Sistemas de Lodo Ativado operado sob clima diferenciado: de clima tropical, em comparação a climas temperados, pois a temperatura é um fator muito importante no processo. Por conta desses fatos foi realizada a criação de um sistema aclimatado.

Como resultado da pesquisa obteve-se os dados que garantiram maior confiança ao teste de respirometria, onde nos mostrou que o substrato cloreto de amônio é o de maior afinidade com o esgoto, chegando a uma TCO máxima de 85,62 mgN/L no sistema aclimatado e a 19,46mgN/L no sistema batelada. A aclimação foi uma forma rápida e viável para as bactérias assimilarem o substrato testado. O teste em si nos mostrou ainda hipótese para outras aplicações como preparo de efluentes sintéticos e adição de fonte externa de nitrogênio.

Palavras-chave: Lodos ativados, bactérias quimioautotróficas nitrificantes, testes respirométricos, substrato.

1. INTRODUÇÃO

Hoje em dia são diversos os tipos de tratamento para trata água residuária, onde o tratamento pode ser feito através de mecanismos químicos, físicos e biológicos.

O tratamento biológico como o próprio nome indica ocorre por microorganismos biológicos, onde consiste na decomposição da matéria orgânica do efluente. Utilizando as bactérias como o principal instrumento sejam elas aeróbias ou anaeróbias.

Von Sperling (1996) cita que os aspectos importantes na seleção de sistemas de tratamento de esgotos são: eficiência, confiabilidade, disposição do lodo, requisitos de área, impactos ambientais, custos de operação, custos de implantação, sustentabilidade e simplicidade.

Existem muitos tipos de tratamento de água residuária, a decisão pelo processo a ser utilizado deve levar varias considerações desde a característica do afluente gerado ate a melhor alternativa técnica e econômica.

O tratamento com lodos ativados se mostra uma forma bastante utilizada, por conta de no seu tratamento remover os nutrientes nitrogênio e fósforo. A remoção desses nutrientes tem uma grande importância na eficiência do tratamento e também no corpo receptor. Onde a remoção acontece por os processos de nitrificação e desnitrificação.

A nitrificação é entendida freqüentemente com a etapa limitante da remoção de nitrogênio, e a desnitrificação contribui para mitigar o problema de eutrofização nos corpos d'água receptores. E a desnitrificação de forma geral é precedida pela nitrificação que é um processo realizado comumente por organismos autotróficos nitrificantes.

Além disso, a nitrificação é uma etapa de vital importância para os novos processos de tratamento. Pois a remoção de nitrogênio é fundamental para a preservação dos corpos receptores, pois, se lançado em alta concentração causa desequilíbrio ecológico no meio aquático.

O tratamento biológico oferece uma alternativa para eliminação desse contaminante, através de uma das etapas da nitrificação do efluente através das bactérias nitrossomonas e nitrobacter. Onde o metabolismo dessas pode ser verificado pelas constantes cinéticas do modelo de Marais (1976). Que se refere à taxa de crescimento, à taxa de utilização de material nitrogenado, à de decaimento e a constante de meia saturação.

Diante do exposto, destaca-se a relevância de se estudar o metabolismo dos microorganismos envolvidos nos processos bioquímicos em sistemas de tratamento de esgoto e principalmente, a necessidade de se ter o conhecimento seguro sobre tais processos, fato este conseguido de forma simples por meio da respirometria aliada a um bom modelo matemático que descreva o sistema de tratamento em questão.

Por isso o intuito de avaliar o metabolismo do lodo quimioautotrófico nitrificantes na bioconversão de diferentes substratos a fim de caracterizar o de melhor afinidade com o lodo utilizando. Onde se espera como resultado da pesquisa obter dados que der maior confiança ao teste de respirometria. Bem como gerar hipótese para outros fins, como o de efluentes sintéticos e fonte externa de nitrogênio.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Águas residuárias

Segundo Von Sperling (2005), os esgotos oriundos de uma cidade e que contribuem à estação de tratamento de esgotos são basicamente originados de três fontes distintas:

- esgoto domésticos (incluindo residências, instituições e comércio);
- águas de infiltração.
- despejos industriais (diversas origens e tipos de indústrias).

2.2 Lodos ativados

Segundo Von Sperling (1997), existem diversos variantes do processo de lodos ativados. Dentre alguns desses conceitos, tem-se as seguintes divisões dos sistemas de lodos ativados. DIVISÃO QUANTO A IDADE DO LODO: lodos ativados convencional, aeração prolongada

DIVISÃO QUANTO AO FLUXO: fluxo contínuo, fluxo intermitente (batelada). Os sistemas mais utilizados são os de lodos ativados convencional e os de aeração prolongada.

2.3 Substratos

Cloreto de amônio

O cloreto de amônio, ou ainda sal amoníaco é um composto químico de fórmula NH_4Cl . Quando puro, é um sal cristalino branco solúvel na água. A solução aquosa é levemente ácida. A sua massa molar é de

53,49 g/mol e a densidade de 1,5274 g/cm³. Ele se decompõe a 338°C e sua solubilidade é de 37,2 g/100 g de água a 20 °C.

Molibdato de Amônio

Um sal inorgânico de fórmula molecular $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$. É um composto sólido, inodoro, de coloração transparente amarelada. Não é inflamável, mas, se exposto ao fogo pode formar óxidos de nitrogênio peso molecular 1.236.. Densidade relativa do líquido (ou sólido) 1,4 A 20 °C que são tóxicos para o ser humano.

Sulfato de amônio

O sulfato de amônio, cuja fórmula química é $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, é um sólido branco rômbo com densidade relativa de 1,67, que se decompõe a 235 °C. É muito solúvel em água e insolúvel em etanol. Ocorre naturalmente como o mineral mascagnita.

2.4 Respirimetria

A respirometria é uma técnica baseada na medição do consumo de oxigênio, por parte dos microrganismos, durante o catabolismo oxidativo. Para se fazer usos da respirometria foram desenvolvidos aparelhos denominados respirometro, que de acordo com ROS (1993) podem ser classificados como: fechados (manométricos, volumétricos ou combinados) ou abertos (semicontínuos ou contínuos).

O método semicontínuo consiste em aerar uma batelada do lodo ativado até que a concentração de OD atinja um determinado valor de referência superior ($\text{OD}_{\text{máx}}$) quando, então, a aeração é interrompida. A diminuição da concentração de OD num intervalo de tempo é medida e registrada

podendo dessa forma ser calculada a TCO. Quando a concentração de OD atinge um determinado valor de referência inferior (ODmin), a aeração é reiniciada, repetindo-se o ciclo (CATUNDA et al., 1996).

Segundo Santos (2009), Beluga S32 é um respirômetro automatizado, acoplado a um computador com um software específico para aquisição de dados e controle de dispositivos que determinam a taxa de consumo de oxigênio semi continuamente, é constituído basicamente por um reator, aerador, agitador e um eletrodo de oxigênio dissolvido. Os parâmetros adquiridos pelo software são concentração de OD e temperatura. A taxa de consumo de oxigênio (TCO) é calculada a partir dos valores de concentração OD adquiridas pelo respirômetro.

O respirometro realiza o cálculo da TCO através do método clássico. Para tal, é necessário realizar duas etapas de operação no reator, uma de aeração e outra de não aeração, e definir duas referências (inferior e superior) para concentração de OD. Na primeira etapa, o licor misto do reator do sistema em escala de bancada é aerado até que a concentração de OD atinja a referência superior. Nesse ponto, desliga-se a aeração, iniciando-se a segunda etapa. Na segunda etapa, observa-se a diminuição do valor da concentração de OD com o tempo, até que esta atinja uma referência inferior. Ao fim da segunda etapa, a TCO é calculada utilizando os dados adquiridos da diminuição da concentração de OD, através de regressão linear.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A unidade experimental está instalada no centro experimental de Tratamento de Esgotos (CETE) localizado nas dependências do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFCE, do Ceará, Campus Limoeiro do Norte. Onde foi montado um sistema de tratamento biológico de lodo ativados do tipo bateladas seqüenciais (RBS). O sistema aclimatado está instalado nas extremidades do Laboratório de Controle Ambiental (LCA), um sistema batelada em escala de bancada.

Os reatores utilizados foram confeccionados com as mesmas características. Entretanto o sistema aclimatado foi em uma escala menor dimensão. O sistema Batelada processava cerca de 70L de água residuária e o sistema aclimatado 4,5 L. Na Figura 1 vemos o sistema batelada e na Figura 2 o sistema aclimatado.



Figura 1: Sistema Batelada



Figura 2: Sistema Aclimatado

O sistema aclimatado foi desenvolvido após percebe-se que a aclimação é uma forma de se ter uma resposta rápida e de melhor desempenho.

O monitoramento e as análises laboratoriais eram feitas diariamente. Na Tabela 1 encontram-se os dados operacionais do RBS e do sistema aclimatado e na Tabela 2 estão apresentados os métodos analíticos utilizados nas análises.

Tabela 1: Dados operacionais do sistema batelada e do sistema aclimatado.

Sistema Batelada	Sistema aclimatado	Dados	
Temperatura Media	Temperatura Media	29° C	23,8° C
Volume	Volume	70L	4,5L
pH	pH	≈ 7,0	≈ 7,0
OD	OD	1 a 3 mg/L	1 a 3 mg/L
Tempo aerando	Tempo aerando	11 h	Aeração Contínua
Tempo anóxico	Discarte	13 h	250 ml
Vazão Diária	Vazão Diária	70L/d	1L/d
-	Idade do Lodo	-	18 dias

Tabela 2: Parâmetros avaliados para caracterização dos sistemas.

Sistema Batelada	Sistema aclimatado	Dados (Média)	
Temperatura	Temperatura	30,1	23,8°
pH	pH	6,26	6,32
Oxigênio Dissolvido	Oxigênio Dissolvido	4,08	1,57
Alcalinidade Total	Cor	124	102,4
Amônia	Condutividade	1051	147,18
DQO	Turbidez	15,35	543,88
Sólidos Totais	ODA	5,43	7029
Sólidos Voláteis	Sólidos Sedimentáveis	244	4700

Os substratos testados nas pesquisas foram Cloreto de amônio, Sulfato de amônio e Molibdato de amônio. E foram preparados para se ter uma concentração ideal onde quando se tira-se 10ml obterem uma concentração padrão de 15mgN/L.

Os testes feitos no respirometro eram feitos a partir do licor misto (lodo misturado) do reator e leva-se para o laboratório onde será realizado o teste respirométrico. Onde se faz os testes colocando um eletrodo para marcar o OD, e um aerador para marcar a TCO. A Figura 3 apresenta os equipamentos do testes respirométricos.

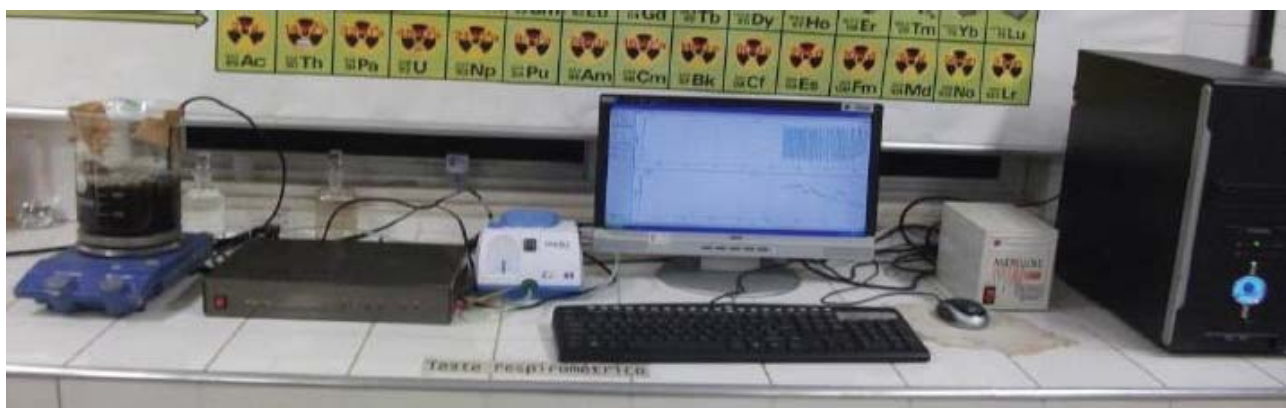


Figura 3: Teste respirométrico.

Ao colocar o teste espera-se chegar a TCO endógena onde não há mais alimento para a bactéria e ela começa a consumir 20% de se mesma, é neste momento em que se coloca o substrato. Ao colocar o substrato espera-se chegar ate a TCO exógena. Como se apresenta na Figura 4.

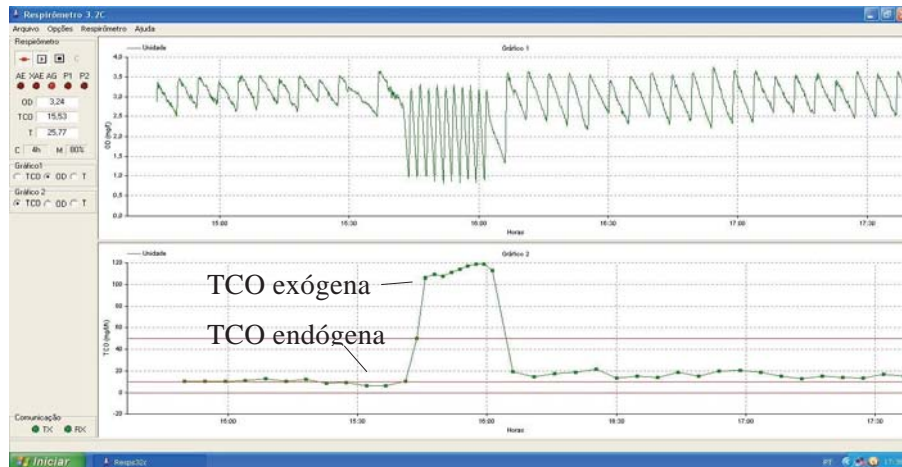


Figura 4: Gráfico que mostra a TCO endógena e a TCO exógena de um teste

4. RESULTADOS E DICURSSÕES

Neste tópico, os dados serão apresentados e analisados tendo-se em consideração os parâmetros de desempenho dos dois sistemas operados.

Na caracterização das bactérias nitrificantes (lodo ativo autotrófico) foram realizados testes respirométricos para a determinação da Taxa de Consumo de Nitrogênio (TCN). A partir dos testes respirométricos gerados foi possível determinar as constantes cinéticas relativas à taxa de consumo. Os reatores batelada e aclimatado trabalharam todo o tempo da fase experimental, porém o reator aclimatado foi por um período mais curto do que o batelada por conta de ser montado recentemente.

4.1 A caracterização do sistema

Os sistemas tiram suas análises laboratoriais conforme visto na Tabela 2, e feitos apartir das referencia de APHA et al (2005). Os dados das caracterizações foram feitos apartir dos dados de estatística básica média desses parâmetros, os valores máximo e mínimo, o desvio padrão (DV) e o coeficiente de variação (CV).

Os resultados dos sistemas se encontraram dentro dos padrões. A temperatura do sistema batelada estava entre 30,1°C e a do aclimatado 23,8°C, a temperatura do sistema aclimatado era mais baixa por conta do ambiente onde o sistema se encontrava ser frio. A vazão esta relacionado a volume do reator, o pH de ambos estavam neutros, para ambos os sistemas o que garantiu adaptação do lodo e manutenção das condições operacionais dos sistemas. O OD dos sistemas variou um pouco. Os demais parâmetros estavam estáveis dentro os dados obtidos mostrando que houve manutenção das eficiências apresentadas para cada parâmetro.

4.2 Substratos

Os substratos foram preparados para se ter um a concentração padrão de 15mgN/L. Foram feitos testes no destilador de nitrogênio, para ver se de fato as concentrações eram 15mgN/L. Apartir dos testes foram comprovados que as concentrações eram as ideais.

4.3 Testes respirométricos

O teste com o sistema batelada mostrou bom resultado porem com uma TCO máxima baixa. Como mostra a Figura 5. Porem o teste com o sistema aclimatado teve uma resposta maior, como apresenta a Figura 6.

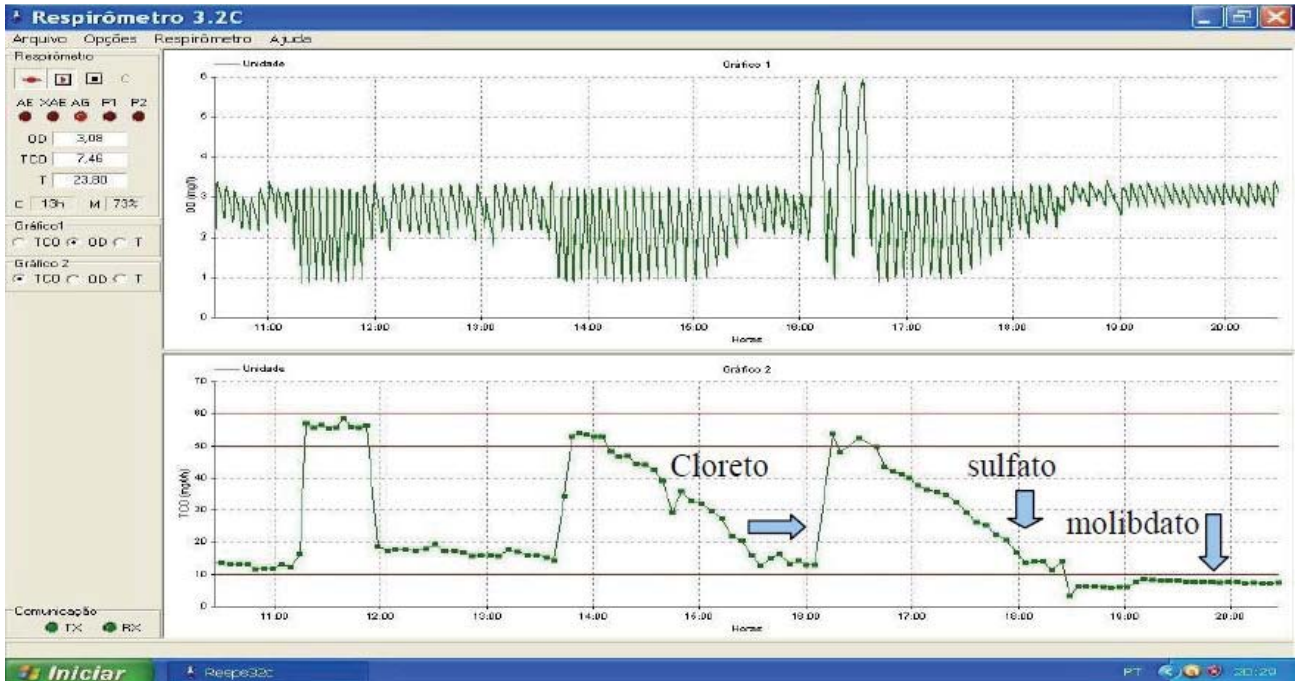


Figura 5: Testes com o sistema Batelada

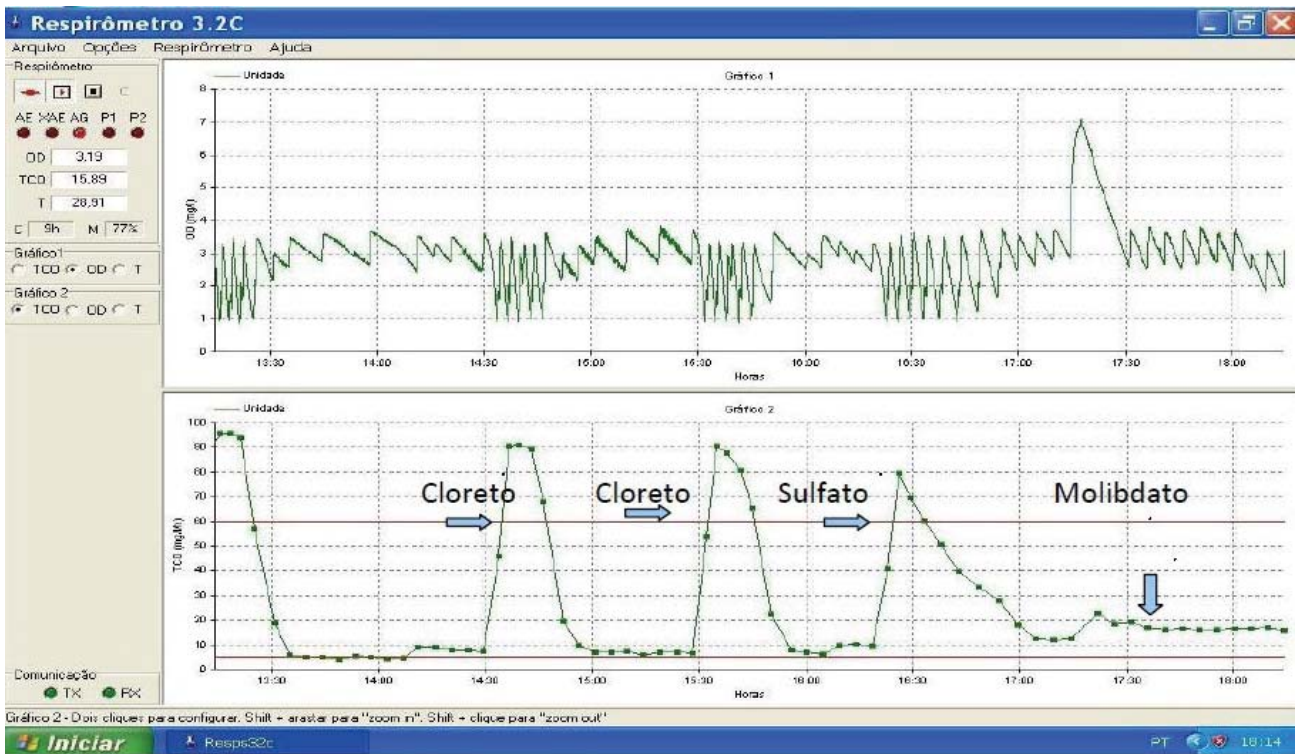


Figura 6: Testes com o sistema Aclimatado

Apartir dos testes feitos no respirometro pode-se obter os gráficos representando seu respectivo consumo do substrato, para ambos os substratos testados (cloreto, sulfato e molibdato). Com os gráficos feitos foi possível calcular sua TCO_{máxima}, TCO_{endógena} e a constante de meia saturação e a fração catabolizada. A **Tabela 3** apresenta os resultados.

Tabela 3: Testes com o substrato cloreto, sulfato e molibdato, com ambos os sistemas.

Substrato	Sistema Batelada			Sistema Aclimatado		
	Cloreto	Sulfato	Molibdato	Cloreto	Sulfato	Molibdato
Tco maxima	19,46	37,36	5,09	85,62	69,96	9,77
Tco endogena	2,6	16,08	3,41	6,59	9,27	12,41
K meia saturação	2,92	3,92	9,6	1,57	2,88	2,4
F cat	2,97	2,6	0,51	1,95	1,57	0,23

Como podemos ver o sistema aclimatado nos mostrou que tem melhor resposta com o licor misto do que o sistema batelada e também que o cloreto de amônio é o substrato que teve a melhor afinidade quando adicionado ao testes. O substrato molibdato não mostrou grande afinidade ao testes em ambos os sistemas. Já o substrato sulfato mostrou uma resposta satisfatória.

Vimos que no testes aclimatado o substrato cloreto foi adicionado 2 vezes isso ocorreu apenas pra vermos se o ph, sofre influência o que mostrou que sim por conta de cair um pouco a TCO. E no sistema batelada antes, tem adicionado o substrato acetato de sódio, que foi adicionado para vermos se as bactérias heterotróficas estavam respondendo.

(resultados esperados) demais testes estão sendo realizados para podermos de fato afirmar que o cloreto de amônio é o substrato de maior e melhor afinidade com o lodo testado.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que apartir do monitoramento adequado de um sistema pode-se ter varias vantagens; dentre elas o crescimento adequado das bactérias.

Quando o pH, OD e Temperatura trabalham ambos estáveis são essenciais, nos mostrando instabilidade nós dados.

A aclimatação é uma excelente opção para se fazer em um sistema no qual não se tenha compostos ou similares ao do substrato. Pois além de ser uma forma rápida e prática nos da bons resultados.

O cloreto de amônio é de fato um substrato no qual se poderia utilizar como fonte externa de nitrogênio.

REFERÊNCIAS

CATUNDA, S. Y.C.; DEEP, G. S.; VAN HAANDEL, A. C.; FREIRE, R. C. S. (1996). Fast on- line measurement of the respiration rate in activated sludge systems. IEEE. Instrumentation and measurement technology conference Bruxelas, Bélgica, Junho 4-6

Disponível em <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Cloreto_de_am%C3%B3nio>> acesso no dia 22/08/2011 às 09:23.

Disponível em <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Sulfato_de_am%C3%B3nio>> acesso no dia 22/08/2011 às 09:22.

Disponível em << http://pt.wikipedia.org/wiki/Molibdato_de_am%C3%B4nio>> acesso no dia 22/08/2011 às 09:25.

SANTOS, E. V. M. Desnitrificação em sistemas de lodo ativado. 2009. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, 2009.

VAN HAANDEL, A. C. & MARAIS, G. (1999). O comportamento do sistema de lodo ativado: teoria e aplicações para projetos e operações. Campina Grande – PB: Epgraf.

Von Sperling, M. Lodos ativados. Principios de tratamento biológico de água residuária. Belo Horizonte: UFMG, 1997. 415p, Vol 4.

Von Sperling, M. Principios basicos do tratamento de esgoto. Principios de tratamento biológico de água residuária. Belo Horizonte: UFMG, 1996. 211p, Vol 2.

AGRADECIMENTOS

Ao conselho Nacional desenvolvimento Científico e tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa PIBIC/IFCE e ao Laboratório de Controle ambiental (LCA) do IFCE campus Limoeiro do Norte.

TRATAMENTO BIOLÓGICO DE EFLUENTE TÊXTIL “IN NATURA” POR ASPERGILLUS NIGER AN 400 INOCULADO EM REATOR EM BATELADA SEQUENCIAL

K. M. L. Silva¹; J. C. Oliveira²; A. N. Cardoso³; K. Rodrigues⁴ e C. R. P. Wanderley⁵

^{1,2,3,4}Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Fortaleza e ⁵Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Maracanaú
Karlamayara.ifce@gmail.com - jeehsy@hotmail.com

RESUMO

O desenvolvimento de tecnologias para o tratamento de efluentes têxteis tem sido objeto de estudos e interesse nos últimos anos, devido à problemática ambiental causada pelo lançamento de efluentes sem tratamento adequado. Os problemas associados à presença de corantes têxteis em efluentes geram preocupação ambiental, pois os despejos industriais têxteis quando lançados no ambiente sem tratamento prévio, são altamente tóxicos à vida aquática e reduzem a transparência de água, afetando o processo de fotossíntese e diminuindo a concentração de oxigênio dissolvido que é essencial a biota aquática. A utilização de fungos em reatores biológicos para mineralizar compostos de difícil degradação no tratamento de águas residuárias é uma alternativa viável e promissora. Tendo em vista a eficácia no tratamento de efluentes por fungos filamentos por uso de reatores biológicos, o estudo objetivou a mineralização do corante Indigo Carmim por *Aspergillus niger* AN 400 inoculado em reator em regime de batelada sequencial, em escala de laboratório. O fungo inoculado é caracterizado por degradar compostos persistentes no meio ambiente, por isso sua escolha no estudo, sendo inoculado a concentração de 2×10^6 esporos/mL. Para a imobilização da espécie foi utilizada espumas de poliuretano, afim de promover o crescimento aderido da espécie. A glicose foi adicionada no meio aquoso têxtil na concentração de 3g.L⁻¹, para propiciar um melhor o desenvolvimento metabólico do fungo ao entrar em contato com um efluente in natura. Ainda, para aclimatar o fungo ao efluente, aplicou-se uma diluição de 10%. O reator biológico operou em ciclos de 48h, compreendendo um total de 16 ciclos. Para monitoramento do tratamento biológico aplicado do efluente in natura, parâmetros como corante, DQO e pH foram avaliados durante o período em estudo. Os resultados obtidos mostraram-se satisfatórios, com remoção média de corante de 52%, máxima de 89% e mínima de 4%, para a matéria orgânica, em termos de DQO bruta e dissolvida, as eficiências foram de respectivamente, de 78% e 86%. O tratamento biológico utilizando fungos demonstrou uma boa alternativa para o tratamento de efluentes têxteis em escala real.

Palavras-chave: *Aspergillus niger* AN 400, Indigo Carmim, matéria orgânica.

1. INTRODUÇÃO

O setor industrial têxtil é responsável por uma significativa geração de efluentes considerados altamente poluidores do meio ambiente, contendo elevada carga orgânica, cor acentuada e compostos tóxico que causam problemas ambientais e de saúde pública (KHELIFI et al, 2008).

Os corantes têxteis são facilmente detectáveis a olho nu, sendo visíveis a concentração de apenas 1 ppm (mg/L), de modo que quando lançados ao meio aquático em pequenas quantidades podem causar mudanças na coloração de mananciais, e assim facilmente detectáveis pelo poder público visando o controle de problemas ambientais. Além do efeito visual, os corantes são altamente tóxicos a vida aquática e reduzem a transparência de água, afetando o processo de fotossíntese e diminuindo a concentração de oxigênio dissolvido na água que é essencial à biota aquática, exercendo ainda efeitos mutagênicos e carcinogênicos (PODGORNIK et al., 2001; KHELIFI et al., 2009).

Os corantes indigóides são amplamente usados na indústria têxtil, com aplicações também na indústria de papel e celulose e indústria alimentícia. Os indigóides possuem uma estrutura molecular complexa, o que o torna mais estável quimicamente e mais resistente aos processos de biodegradação e de remoção mais comumente utilizados para tratamento de efluentes (JIWALAK et al., 2010).

O consumo anual de corantes é cerca de 10.000 toneladas (SHARMA, 2008). Estima-se que 80.000 toneladas de corantes são produzidas anualmente no mundo, dos quais 10% são perdidos junto com os efluentes nas unidades subseqüentes de processamento têxtil (PALMIERI et al, 2005). Aproximadamente 1 milhão de quilogramas de corantes são descarregados junto com efluentes têxteis a cada ano no mundo (OZMEN et al., 2007).

O tratamento convencional desses despejos constitui-se de métodos físico- químicos, incluindo coagulação, floculação, ozonização, oxidação, troca iônica, irradiação e adsorção. Algumas dessas técnicas de tratamento têm se mostrado eficientes, embora possuam limitações, seja por questões econômicas ou práticas (AKSU et al, 2008).

Portanto, a busca por tratamentos alternativos se faz necessário, sendo o tratamento por uso de reatores biológicos uma alternativa econômica e viável para a mineralização de efluentes in natura, comprovada em trabalhos de Santaella et al. (2009), Lopes et al.(2011), Pires (2011), entre outros.

Com isso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a capacidade de remoção do corante Indigo carmim e matéria orgânica em efluente têxtil in natura por uso de reator biológico inoculado com *Aspergillus níger* AN 400, além do monitoramento do pH do sistema.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Água residuária

O efluente têxtil in natura contendo o corante índigo carmim (Figura 1) foi proveniente de uma indústria têxtil localizada na unidade fabril do município de Maracanaú, região Metropolitana de Fortaleza (Ce).

A água residuária in natura foi coletada diretamente do tanque de equalização que fica a montante ao tratamento biológico da indústria. As coletas foram realizadas semanalmente e executadas utilizando um frasco de polietileno de 5 L previamente descontaminado com ácido clorídrico. Logo após a coleta do efluente in natura, este era caracterizado através de parâmetros físico-químicos e submetido ao tratamento por uso de um reator biológico inoculado por fungo e operado em batelada sequencial.

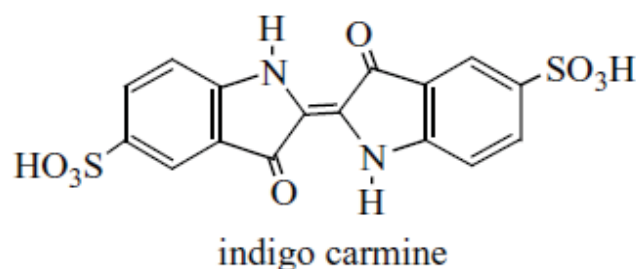


Figura 1. Estrutura química do corante Índigo Carmim (AMAMAR *et al*, 2006).

Durante o experimento parâmetros como: demanda química de oxigênio (DQO), pH e corante foram monitorados para efeito de avaliação do tratamento aplicado, todas segundo APHA (2005), exceto corante que foi de acordo com Silva Filho (2006). As análises foram realizadas no Laboratório de Tecnologia Ambiental (LATAM) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

Anteriormente, em outro experimento, o efluente têxtil em estudo foi tratado sem diluição, resultando na morte da biomassa fúngica, fato atribuído provavelmente, devido à toxicidade conferida ao efluente. Para efeito de aclimatação da biomassa ao efluente aplicou-se uma diluição de 10%, conferindo ainda ao efluente partículas visualmente presentes.

2.2 Inóculo utilizado do experimento

Neste trabalho optou-se pela a espécie *Aspergillus niger* AN 400 devido ao seu grande potencial de degradação de compostos persistente, e sendo utilizado como inóculo no reator biológico, na concentração de 2×10^6 esporos/mL.

2.3 Contagem dos esporos

Na preparação do inóculo foi realizada a produção de esporos, semeando a espécie em placas de Petri esterilizadas, contendo meio de cultura Agar - Saboraud. O meio foi previamente esterilizado em autoclave a 121°C , durante 15 minutos.

As placas inoculadas com fungos permaneceram por cinco dias em incubadora microbiológica à temperatura de 28°C , tendo-se ao final deste período observado o crescimento dos esporos por toda a placa; logo depois foi feita a remoção de esporos com solução Tween e, em seguida, o procedimento de contagem, com auxílio de microscópio óptico, com aumento de 400 vezes, no qual foi obtida a concentração de $4,9 \times 10^9$ esporos/mL.

Após o período de cinco dias, os esporos foram removidos das placas com solução de Tween 80 e transferidos para tubos de ensaio. Para contagem dos esporos foi preparada uma solução utilizando 50 μL da suspensão, previamente agitada em agitador tipo Vórtex, acrescido de 950 μL de solução Tween 80, resultando em diluição de 1:20. Em seguida, foram transferidos, para uma câmara de Neubauer, 20 μL da solução preparada, onde se procedeu a contagem dos esporos em microscópio óptico, no qual foi obtida a concentração de $4,9 \times 10^9$ esporos/mL.

2.4 Imobilização da biomassa em meio suporte

A espécie foi imobilizada em espuma de poliuretano cortada em cubos de 1 cm de aresta, fazendo uso de frascos (erlenmayer) de 250 mL, contendo 5 g/L de glicose e meio de crescimento,

constituído por Sulfato de Alumínio (0,8 mg/L); Nitrato de Sódio (4 mg/L); Sulfato de Magnésio (1mg/L); Fosfato de Potássio Dibásico Anidro (0,8 mg/L); Cloreto de Cálcio (0,04 mg/L); Sulfato de Cobre (0,32 mg/L); Ácido Molibídico (0,2 mg/L); Sulfato de Manganês (0,2 mg/L); Sulfato Férrico (0,2mg/L); Sulfato de Zinco (0,16 mg/L) e solução de Vishiniac (4 mL/L), a fim de promover o seu crescimento pelo material suporte antes de sua adição no reator.

Quinze gramas de espumas foram previamente esterilizadas em autoclave por 20 min a 121 °C e colocadas em saquinhos de polietileno. Os saquinhos de polietileno foram colocados dentro de 3 erlenmeyers com volume útil de 250 mL, cada qual contendo cinco gramas da espuma juntamente com 150 mL do meio de crescimento.

O meio de crescimento e os saquinhos de polietileno foram transferido para o 3 erlenmeyers com volume útil de 250 mL, com cada um contendo 5 gramas de espuma juntamente com 150 mL de meio de crescimento. Em seguida, inoculou-se a solução de esporos, na concentração de 2×10^6 esporos/ mL, sendo o procedimento realizado próximo ao bico de Bunsen, para evitar contaminação do meio. Os erlenmeyers foram mantidos em uma mesa agitadora horizontal, sob agitação de 150 rpm e $\pm 28^\circ\text{C}$ durante 2 semanas de modo que ao completar 48h, o meio antigo foi substituído por um novo. Após a etapa de imobilização, as espumas foram transferidas para o reator em batelada para a partida do mesmo.

2.5 Montagem e operação do reator

O reator era de vidro e possuía volume total de 5 L, tendo-se usado no experimento o volume útil de 4 L. O ar era fornecido por de mini-compressor e a alimentação do reator era feita no início de cada semana, com tempo operacional de 48h para cada ciclo em estudo, compreendendo um total de 16 ciclos (C1; C2; C3; C4; C5; C6; C7; C8; C9; C10; C11; C12; C13; C14; C15 e C16).

A água residuária têxtil in natura que preencheu o reator biológico foi diluída a 10%, acrescida de macronutrientes, com a seguinte composição (em g/L): $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (0,2), NaNO_3 (1,0), MgSO_4 (0,25), K_2HPO_4 (0,2), $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (0,01), $\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (0,08), H_2MoO_4 (0,05), $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (0,05), $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ (0,05), $\text{ZnSO}_4 \cdot 7(\text{H}_2\text{O})$ (0,04) e 1 ml/L de solução de contendo micronutrintes (solução de Vishniac), além de uma fonte primária de carbono, a glicose, na concentração de 3 g/L. O pH do meio aquoso in natura foi previamente ajustado para 5, com ácido sulfúrico P.A para fornecer ao *Aspergillus niger* pH ótimo para seu metabolismo (GRIFFIN, 1994) e adicionado ao meio antibiótico na concentração de 0,12 g/L para minimizar a contaminação por bactérias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização do efluente

O efluente em estudo é caracterizado por apresentar variações dos parâmetros analisados ao longo dos ciclos operacionais, resultado do processo de lavagem que em alguns dias era feito poucas horas antes da coleta e dos processos internos da indústria.

Os resultados obtidos, conforme apresentados na Tabela 1, configuram a caracterização do efluente in natura diluído a 10%. Observou-se que o pH do efluente têxtil era intrinsecamente alcalino. Com isso, houve a necessidade de acidificar o meio aquoso têxtil *in natura*.

Tabela 1. Caracterização do efluente *in natura* diluído a 10%.

Ciclos	Nº ciclos	Varição dos parâmetros
--------	-----------	------------------------

Corante (mg/L)	16	20 a 8 mg.L ⁻¹
DQO (mg/L)	16	5845 a 1961 mg.L ⁻¹
pH	16	13, 4 a 11

O elevado valor do pH desses efluentes pode ser explicado pelo processo empregado na realização do tingimento, pois o corante índigo é insolúvel em água, de modo que é necessário reduzi-lo à sua forma solúvel (leuco). Este processo é realizado utilizando ditionito de sódio (Na₂S₂O₄) em uma solução alcalina de hidróxido de sódio. Em seguida, o tecido tratado com a tintura reduzida é exposto ao ar para oxidar o corante de volta a sua forma insolúvel (MEKSI et al., 2007).

3.1 Potencial hidrogeniônico

O pH é um parâmetro que influencia na remoção de corante e matéria orgânica, o que torna essencial o seu monitoramento, isso se deve a ativação e excreção de inúmeras enzimas que promoverão a clivagem de vários compostos, além de interferir na morfologia dos microrganismos (SPIER, 2005). Ainda, o pH relaciona-se diretamente com a ionização da molécula de corante e a superfície das células, sendo também fator importante na interação de ambos, poluente e biomassa (Maurya et al, 2006).

Os valores de pH ao final de cada ciclo mantiveram-se na faixa alcalina e ligeiramente neutra, com variações de 8,72 e 7,14, como representado na Figura 2.

Registraram-se elevadas eficiências de remoções de corante, de 89% (C1), 85% (C3), 66% (C4), 85% C5, 79% (C10), 61% (C8), 71% (C11), 82% (C12) e 51% (C13) e com média nos demais ciclos de 13%, todos entre a faixa 8,02 e 7,7. Segundo Griffin (1994) e Kavanagh (2005), o pH ótimo para o desenvolvimento de vários fungos encontra-se na faixa entre 4,0 e 6,0, porém, a maioria dos fungos filamentosos tolera variações de pH entre 2,0 e 9,0.

A adição de 3 g.L⁻¹ de glicose teria resultado na produção de ácidos orgânicos (ZNAD et al, 2004). Contudo, com a exaustão do substrato do meio, houve provável consumo desses ácidos, o que poderia explicar a elevação do pH registrada nos ciclos estudados.

Ainda provavelmente, o pH ligeiramente alcalino se deve ao equilíbrio químico da célula fúngica, que varia de acordo com suas necessidades metabólicas, principalmente as nitrogenadas (KAVANAGH, 2005).

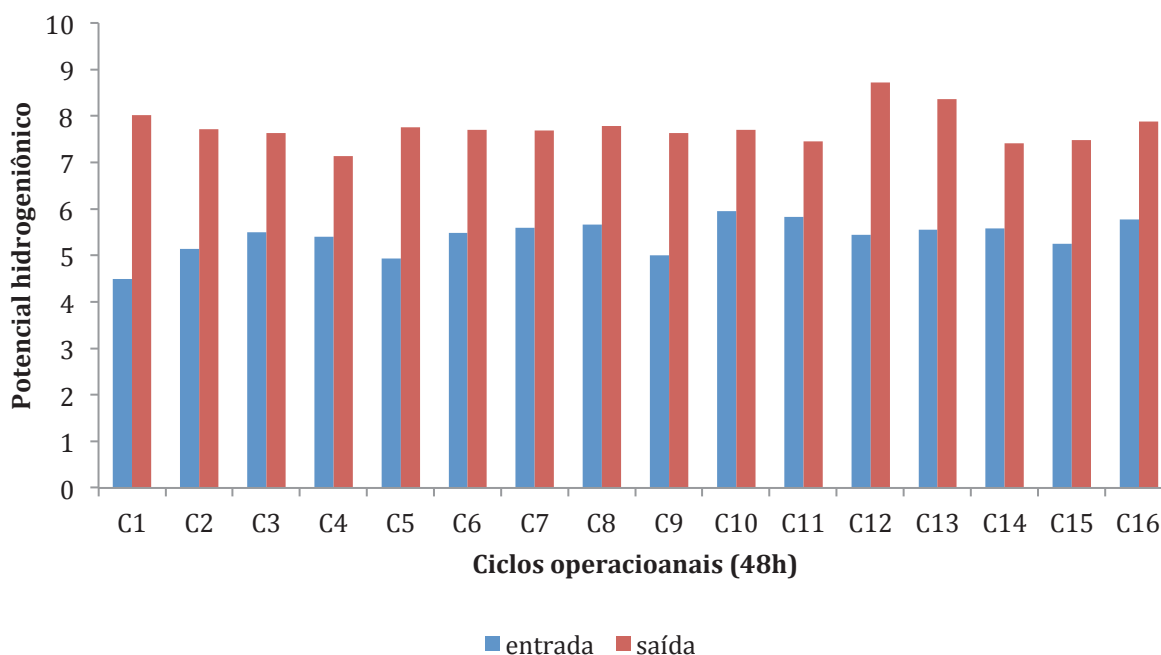


Figura 2. Variação do potencial hidrogeniônico durante os ciclos operacionais.

3.2 Corante

Como demonstra a Figura 3, as melhores remoções de corante foram obtidas no C1, C3, C4, C5, C8, C10, C11, C12, C13, com eficiências de remoções de respectivamente, 89%, 85%, 66%, 85%, 61%, 79%, 71%, 82% e 51%, diferentemente dos demais ciclos - C2, C6, C7, C9, C14, C15 e C16, que registram eficiência média de remoção 13%.

Nos C2, C6, C7, C9, C14, C15 e C16 houve ínfima remoção do corante (Figura 3), fato este possivelmente associado ao processo de adsorção do corante nas paredes do micélio do fungo ou ainda no meio suporte usado para imobilização da biomassa, ou seja, houve desprendimento do corante da biomassa e/ou do meio suporte que ficaram acumulados quando operados nos ciclos anteriores, já que o processo de adsorção é geralmente é um processo reversível. O processo de bioadsorção se dá de forma lenta, envolvendo mecanismos de transporte passivo e ativo, começando com a difusão do componente à superfície da célula microbiana, sendo este um processo irreversível (WANG et al., 2008).

Ainda, a adição de 3 g.L⁻¹ de glicose pode ter promovido no meio in natura o detrimento da remoção de corante, refletindo na baixa eficiência nos ciclos C2, C6, C7, C9, C14, C15 e C16. A glicose por se tratar de uma fonte primária de fácil assimilação possivelmente inibiu a remoção de corante nos ciclos supracitados.

Além disso, provavelmente a glicose na concentração testada na pesquisa não foi suficiente para promover a utilização significativa do grupo benzeno da estrutura química do corante, embora se tenha registrado a ruptura do grupo cromóforo (C=C) em alguns ciclos estudados.

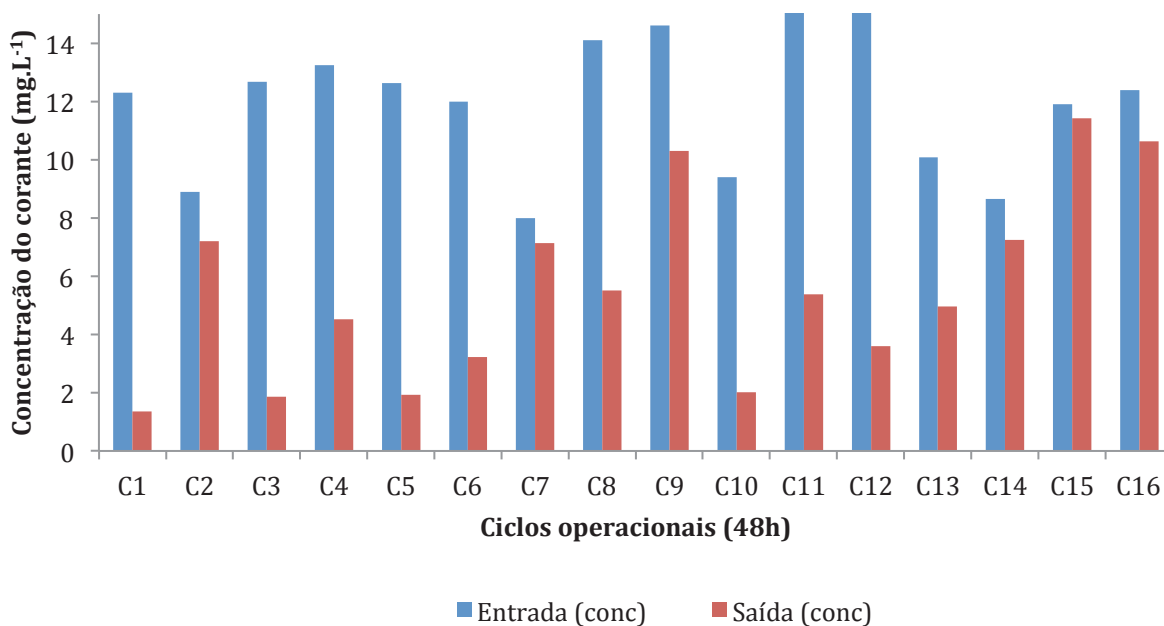


Figura 3. Variação da concentração de corante durante os ciclos operacionais.

3.3 DQO

As oscilações de carga orgânica aplicada ao reator biológico não influenciaram na remoção de DQO total, evidenciando a fácil adaptação da biomassa fúngica às variações de carga orgânica.

A eficiência média de remoção de DQO bruta foi de 78%, com máxima de 94%, no ciclo 11, e mínima de 65%, no ciclo 12. Observou-se também, que a remoção de corante nos ciclos C1, C3, C4, C5, C8, C10, C11, C12, C13 acompanhou a remoção de matéria orgânica carbonácea bruta e dissolvida.

De acordo com Singh (2006), a presença de substrato de fácil assimilação metabólica contribui para a melhor utilização do poluente pelos fungos, já que o poluente, ao se envolver em reações secundárias com os produtos formados durante a oxidação enzimática do substrato de fácil assimilação, fica mais disponível à bioassimilação.

Nos C2, C6, C7, C9, C14, C15 e C16, como demonstrado na Figura 4, a remoção do corante não foi compatível com a de DQO total, implicando em maiores remoções de matéria orgânica bruta e dissolvida nesses ciclos (Figura 4). Isso se deve possivelmente, a adição de glicose no meio, já que esta aumenta significativamente na quantificação de matéria orgânica carbonácea, e ainda o substrato primário adicionado impediu a remoção do corante, visto que a glicose é de fácil assimilação para os fungos.

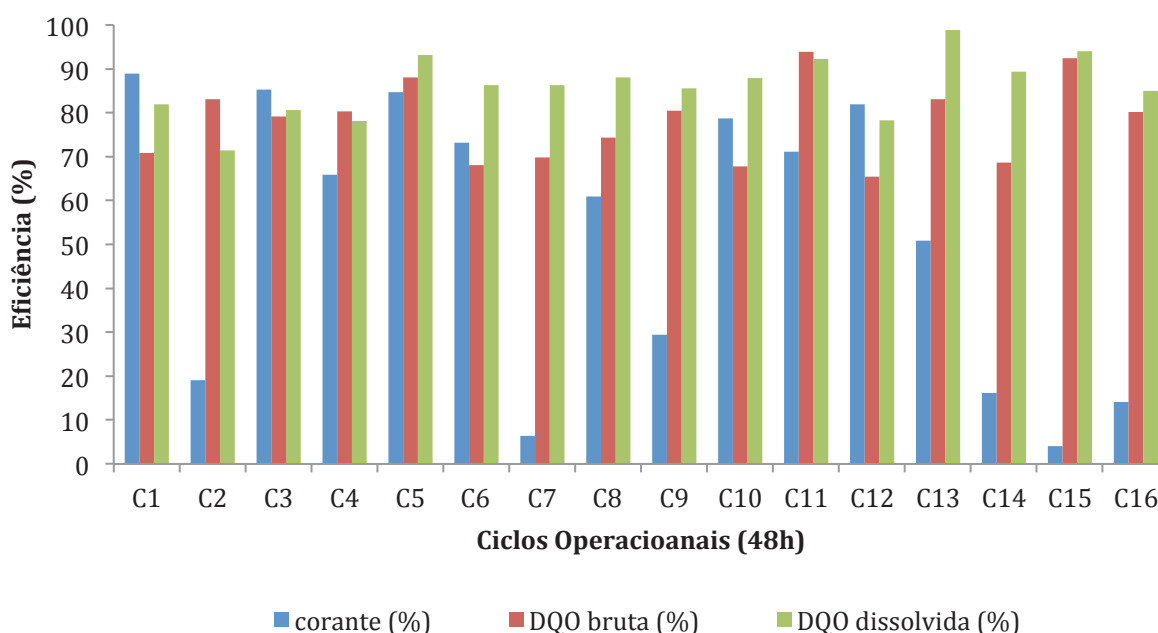


Figura 4. Variação da eficiência de remoção de corante, matéria orgânica bruta e dissolvida durante os ciclos operacionais.

4. CONCLUSÃO

Os dados obtidos mostraram que o tratamento biológico utilizando como inóculo o *Aspergillus niger* AN 400 foi viável para o biorremediação de efluentes têxteis contendo corante Indigo Carmim. A remoção média obtida nos ciclos foi de 52%, com máxima de 89% (ciclo 1) e mínima de 4% (ciclo 4). Os dados de DQO total apresentaram-se muito satisfatórios, com eficiência média para DQO bruta de 78% e dissolvida 86%. A glicose adicionada foi relevante para as maiores eficiência de remoções de corante e matéria orgânica, visto que quando adicionada favorece a remoção do mesmo, pois é importante a presença de fonte de carbono de rápida assimilação na síntese enzimática. O pH afluente e efluente variou de respectivamente, de 5,4 e 7,7.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKSU, Z.; KARABAYIR, G. Comparison of biosorption properties of different kinds of fungi for the removal of Gryfalan Black RL metal-complex dye. *Bioresource Technology*, v. 99, n.16, p. 7730-7741. 2008.
- AMMAR, S.; ABDELHEDI, R.; FLOX, C.; ARIAS, C.; BRILLAS, E. Electrochemical degradation of the dye indigo carmine at boron-doped diamond anode for wastewaters remediation. *Environmental Chemistry Letters*, v. 4, n. 4, p. 229-233, 2006.
- APHA. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. 20ª edição. American Water Work Association, Water Environment federation. Washington: 2005. 953p.
- GRIFFIN, D. H. *Fungal physiology*. 2nd ed. New York: Wiley-Liss, 458p., 1994.
- JIWALAK, N.; RATTANAPHANI, S.; BREMNER, J.; RATTANAPHANI, V. Equilibrium and Kinetic Modeling of the Adsorption of Indigo Carmine onto Silk. *Fibers and Polymers*, v.11, n.4, p. 572-579, 2010.

Kavanagh, K. *Fungi: Biology and Applications*. Ireland: Wiley, 293p., 2005.

KHELIFI, E.; AYED, L.; BOUALLAGUI, H.; TOUHAMI, Y.; HAMDI, M. Effect of nitrogen and carbon sources on Indigo and Congo red decolourization by *Aspergillus alliaceus* strain 121C. *Journal of Hazardous Materials*, v. 163, n. 2-3, p. 1056-1062, 2009.

KHELIFI, E.; GANNOUN, H.; TOUHAMI, Y.; BOUALLAGUI, H.; HAMDI, M. Aerobic decolourization of the indigo dye-containing textile wastewater using continuous combined bioreactors. *Journal of Hazardous Materials*, v. 152, n. 2, p. 683-689, 2008.

LOPES, M. S.; CELESTINO, P.; ANDRADE, M.; MARINHO, G.; ARAÚJO, R.; RODRIGUES, K. Remoção de macronutrientes de efluente da indústria de castanha de caju por uso de reator aeróbio em batelada com inóculo fúngico. *Engenharia Sanitária Ambiental*, v.16, n.1, p. 17-26, 2011.

MAURYA, S, N.; MITTAL, A, K.; CORNEB, P.; ROTHER, E. Biosorption of dyes using dead macro fungi: Effect of dye structure, ionic strength and pH. *Bioresource Technology*, v. 97, n. 3, p. 512-521, 2006.

MEKSI, N., KECHIDA, M., MHENNI, F. Cotton dyeing by indigo with the borohydride process: Effect of some experimental conditions on indigo reduction and dyeing quality. *Chemical Engineering Journal* 131 (2007) 187–193.

OZMEN, E.Y.; ERDEMIR, S.; YILMAZ, M.; BAHADIR, M. Removal of carcinogenic direct azo dyes from aqueous solutions using calix[n]arene derivatives. *Environmental and Sustainability*, v. 35, n. 6, p. 612–616, 2007.

PALMIERI, G.; CENNAMO, G.; SANNIA, G. Remazol Brilliant Blue R decolourisation by the fungus *Pleurotus ostreatus* and its oxidative enzymatic system. *Enzyme and Microbial Technology*, V. 36, n. 1, p. 17-24, 2005.

PIRES, J. Avaliação do tratamento de água residuária de indústria têxtil utilizando reatores em batelada inoculados com *aspergillus niger* an 400. Monografia (Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental), Departamento de Química e Meio Ambiente, IFCE, Fortaleza, 66p, 2011.

PODGORNIK, H.; POLJANSEK, I.; PERDIH, A. Transformation of Indigo carmine by *Phanerochaete chrysosporium* ligninolytic enzymes. *Enzyme and Microbial Technology*, v. 29, n. 2-3, 7, p. 166-172, 2001.

PODGORNIK, H.; POLJANSEK, I.; PERDIH, A. Transformation of Indigo carmine by *Phanerochaete chrysosporium* ligninolytic enzymes. *Enzyme and Microbial Technology*, v. 29, n. 2-3, 7, p. 166-172, 2001.

SANTAELLA, S. T.; JÚNIOR, F.; GADELHA, D.; COSTA, K.; AGUIAR, R.; ARTHAUD, I.; Leitão, R. Tratamento de efluentes de refinaria de petróleo em reatores com *Aspergillus niger*. *Engenharia Sanitária Ambiental*, v.14, n.1, p. 139-148, 2009.

SHARMA, P.; SINGH, L.; DILBAGHI, N. Response surface methodological approach for the decolorization of simulated dye effluent using *Aspergillus fumigatus* fresenius. *Journal of Hazardous Materials*, v. 161, n. 2-3, p. 1081-1086, 2009.

SILVA FILHO, H. A. Remoção de corante têxtil em reator biológico com fungos. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Gestão em Tecnologia Ambiental) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará (CEFET CE). Fortaleza 2006.

SING, H. *Mycoremediation: Fungal Bioremediation*. Canada: Wiley, 617p., 2006.

WANG, B. E., HU, Y. Y. Bioaccumulation versus adsorption of reactive dye by immobilized growing *Aspergillus fumigatus* beads. *Journal of Hazardous Materials*, v. 157, n. 1, p. 1-7, 2008.

ZNAD, H., MARKOS, J., BALES, V. Production of gluconic acid from glucose by *Aspergillus niger*: growth and non-growth conditions. *Process Biochemistry*, v.39, n. 11, p. 1341-1345, 2004.

TRATAMENTO DE EFLUENTE SINTÉTICO TÊXTIL POR *Aspergillus niger* AN400 EM REATOR EM BATELADA SEQUENCIAL UTILIZANDO SACAROSE COMO COSSUBSTRATO.

C. S. M. Gabriele¹, M. F. Miranda², K. M. L. Silva³, G. Marinho⁴ e K. Rodrigues⁵
^{1, 2, 3, 4 e 5} Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Fortaleza
¹camilasmg@gmail.com

RESUMO

A indústria têxtil representa para o meio ambiente atividade potencialmente poluidora, tendo em vista a alta frequência volumétrica. Os rejeitos dessa atividade, sem o devido tratamento, atingindo mananciais, tornam-se uma ameaça ecológica. Neste intuito, o presente trabalho teve como objetivo a remoção do corante Vermelho do Congo e de matéria orgânica carbonácea de efluente sintético têxtil, utilizando *Aspergillus niger* AN 400 inoculado em reator em bateladas sequenciais. Foi adicionado ao meio sacarose (0,5 g/L) como cossustrato para avaliar sua influência durante o processo de tratamento. O experimento foi realizado em escala laboratorial e o reator foi operado com 25 ciclos de 48 h de duração. Foram analisadas as variáveis: corante, matéria orgânica bruta, matéria orgânica dissolvida e pH. Os resultados obtidos em termos de remoção média, no final de cada ciclo, foram 97% de corante, 92% de matéria orgânica bruta e 94% de matéria orgânica dissolvida. O pH do efluente reduziu durante o experimento e pode ser atribuída à provável produção de ácidos orgânicos formados quando os fungos metabolizam os substratos presentes no meio. O emprego da sacarose como cossustrato mostrou-se viável para remoção de corante.

Palavras-chave: *Aspergillus niger*, batelada seqüencial, corante e sacarose.

1. INTRODUÇÃO

A indústria têxtil tem crescido consideravelmente nos últimos anos, aumentando a sua produção e com ela a geração de efluentes líquidos (Corrêa *et al.*, 2009).

Além de consumirem uma quantidade considerável de água em seus processos de fabricação, a indústria têxtil é classificada como uma das mais poluentes entre os setores industriais (Asgher *et al.*, 2009). Isso se deve a sua composição que inclui compostos orgânicos recalcitrantes, tóxicos, inibitórios, surfactantes, compostos clorados e corantes (Khelifi *et al.*, 2008).

Os corantes são identificados como o maior problema dos efluentes têxteis, pois além de sua baixa degradabilidade, possuem alta solubilidade em água, ao serem lançados ao meio aquático em pequenas quantidades, podem causar mudanças na coloração de mananciais (Radha *et al.*, 2005).

O lançamento desses efluentes têxteis sem o devido tratamento nos corpos d'água dificulta a penetração da luz, impossibilitando a fotossíntese, causando impacto negativo na demanda química de oxigênio, possibilitando um ambiente anóxico, sendo tóxico à biota, consequentemente causando sérios problemas ambientais (Khelifi *et al.*, 2009).

Segundo Kunz *et al.* (2002), os corantes do grupo azo possuem em sua composição grupos cromóforos de difícil degradação que se caracterizam por apresentarem um ou mais grupamentos -N=N- ligados a sistemas aromáticos. Esses compostos são potencialmente tóxicos, altamente carcinogênicos e de difícil biodegradabilidade.

Devido à baixa biodegradabilidade dos corantes e ao alto custo relativo a tratamentos físico-químicos torna-se necessária a busca de novas tecnologias quando na remoção desses compostos (Hailei *et al.*, 2009).

Existem processos físicos, químicos e biológicos para tratamento desses efluentes, entretanto, dependem de fatores como os custos e a estrutura molecular do corante, sendo os processos biológicos os mais viáveis (Wanderley, 2007).

Os sistemas biológicos, além de terem baixo custo, são reconhecidos pela sua capacidade de reduzir a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) por biodegradação aeróbia convencional (Khelifi *et al.*, 2008).

De acordo com Yesilada (2002), os microrganismos anaeróbios são capazes de degradar alguns corantes, entretanto a desvantagem é a transformação desses compostos em aminas aromáticas potencialmente tóxicas e carcinogênicas. Sendo assim, novos métodos devem ser desenvolvidos para a degradação de compostos recalcitrantes, em particular, por uso de outros microrganismos, como por exemplo os fungos, que para degradar poluentes, como corantes, produzem enzimas extracelulares capazes de romper grande variedade de ligações moleculares heterogêneas (Chander e Arora, 2007).

A utilização de fungos na degradação de compostos persistentes no ambiente apresenta elevada capacidade, tornando o tratamento por uso de fungos uma atividade promissora (Silva, 2009), principalmente com adição de cossubstrato, o qual promove melhores eficiências no processo de tratamento, pois os fungos consomem as fontes de carbono mais fáceis de serem assimiladas, e em seguida iniciam a produção de enzimas extracelulares para a biodegradação de corantes, sendo, portanto, fundamental uma fonte inicial de carbono (Khelifi *et al.* 2009).

Esta pesquisa teve como proposta estudar o potencial de remoção do corante vermelho do congo em reator em bateladas sequenciais na presença de sacarose como cossubstrato, utilizando como inóculo a espécie *Aspergillus niger* AN400 imobilizada em espuma de poliuretano.

2. METODOLOGIA

2.1 Imobilização

Foi realizada a imobilização do *Aspergillus niger* AN400 em cubos (1 cm x 1 cm) de espumas de poliuretano, de acordo com Vassilev (1997). Os cubos foram acomodados no interior de frascos erlenmeyers com 150 mL do meio de crescimento que continham o inóculo na concentração de 2×10^6 esporos/mL, macro e micronutrientes. Os frascos permaneceram por 7 dias sob agitação de 150 rpm para crescimento fúngico. Após este procedimento, os cubos de poliuretano contendo a biomassa fúngica foram agrupados em redes de polietileno e posteriormente transferidos para o reator.

2.2 Composição da Água Residuária

A água residuária foi preparada com água de torneira, acrescida de 15 mg/L do corante Vermelho do Congo, além de micro e macronutrientes. A concentração de corante utilizada foi baseada segundo testes de toxicidade em placas. A sacarose foi adicionada na concentração de 0,5 g/L no meio, para verificar sua influência durante o processo de tratamento. A composição da água residuária, adaptada de Rodrigues (2006), pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição da água residuária sintética – Macro e micro nutrientes.

Nome do Constituinte	Fórmula	Concentração (g/L)
Sulfato Férrico	$\text{Fe}_2(\text{SO}_3)_4$	0,05
Nitrato de Sódio	NaNO_3	1,0
Fosfato de Potássio	K_2HPO_4	0,2
Sulfato de Magnésio	MgSO_4	0,25
Cloreto de Cálcio	CaCl_2	0,01
Sulfato Cúprico	CuSO_4	0,08
Sulfato de Amônio	$(\text{NH})_4\text{SO}_4$	2,0
Ácido Molibdico	$\text{H}_2\text{M}_6\text{O}_4$	0,05
Sulfato de Zinco	ZnSO_4	0,04

2.3 Montagem do Reator em Bateladas Sequenciais

Após a imobilização da biomassa fúngica, esta foi transferida para um reator de vidro cilíndrico com tampa rosqueável, com volume total de 5 L e volume útil de 4 L, o qual foi operado em regime de bateladas seqüenciais. O reator foi coberto com saco preto de polietileno a fim de prevenir a perda do corante por fotodegradação. A aeração do meio foi fornecida por mini-compressores de ar, sendo difundidos por pedras porosas. O reator foi operado em 25 ciclos de 48 horas, sendo coletadas amostras do afluente e efluente, o que abrangeu período de 99 dias. As fases de operação eram: alimentação, reação e descarte. As variáveis analisadas foram matéria orgânica (DQO bruta e dissolvida), pH – realizadas de acordo com APHA (1999), corante - realizada de acordo com Silva Filho (2006).



Figura 1- . Reator em batelada com biomassa imobilizada de *Aspergillus niger* AN400.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH do afluente variou entre 3,5 e 5. De acordo com GRIFFIN (1994), essa faixa de pH oferece ótimas condições de desenvolvimento fúngico. No efluente, o pH manteve-se entre 3,4 e 4,5, observando-se a redução do pH em todos os ciclos, como mostrado na Figura 2. A redução de pH observada durante o experimento pode ser atribuída à provável produção de ácidos orgânicos, como o ácido cítrico, por exemplo, formados quando os fungos metabolizam os substratos presentes no meio (Yaykasli, *et al.*, 2005; Wanderley, 2007).

Na Figura 2 são apresentados os valores de pH ao longo do experimento.

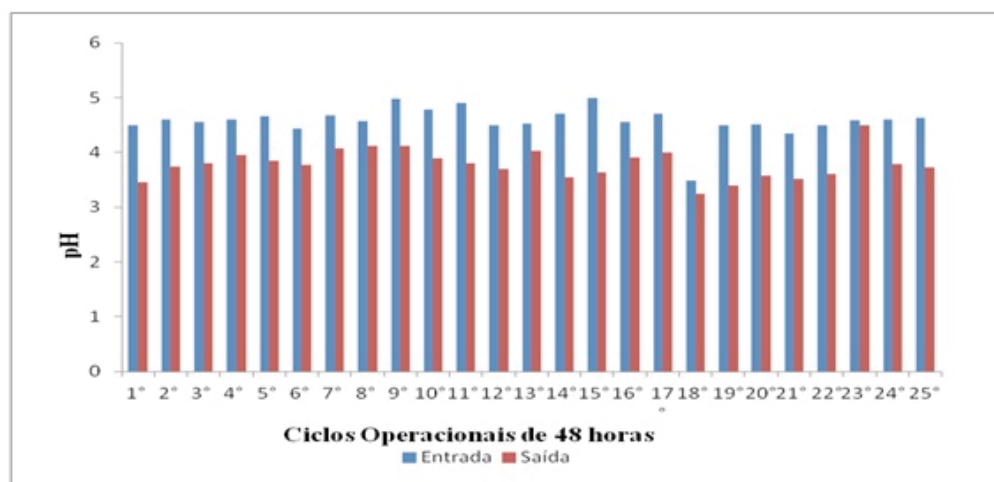


Figura 2- Variação dos valores de pH no meio ao longo dos ciclos operacionais do reator em bateladas seqüenciais.

Em relação à matéria orgânica, as concentrações médias obtidas para DQO bruta no afluente e efluente foram 609,88 mg/L e 50,92 mg/L, respectivamente. Por ser um meio sintético, a remoção de matéria orgânica foi dos constituintes do meio, como corante, sacarose e fontes de macro e micro nutrientes acrescidos. O percentual de remoção para DQO bruta foi de 92% e DQO dissolvida de 94%.

Na figura 3 são apresentados os valores de concentração de DQO bruta ao longo do experimento.

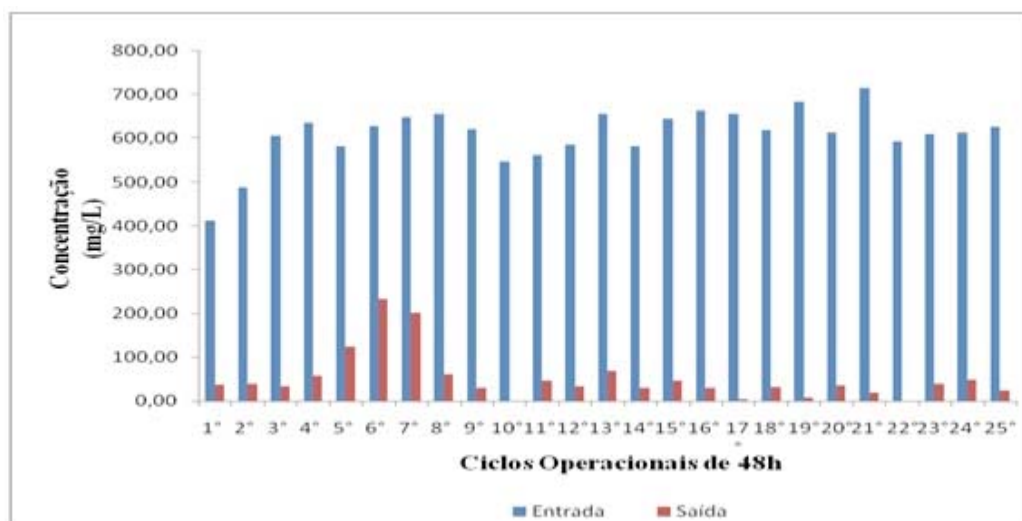


Figura 3 - Variação da concentração de DQO bruta no meio ao longo dos ciclos operacionais do reator em bateladas seqüenciais.

Ao longo dos ciclos operacionais não houve consideráveis diferenças entre os valores de DQO bruta e DQO dissolvida (Figura 4), fato este que pode estar associado ao pouquíssimo desprendimento de biomassa por se tratar de um experimento utilizando biomassa imobilizada, por isso a eficiência de DQO bruta não se apresentou bem menor como em outros trabalhos.

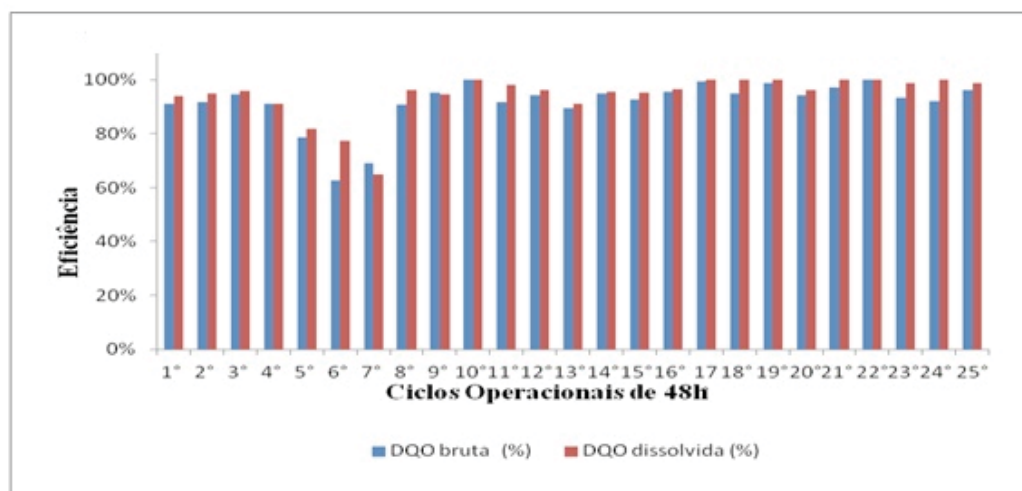


Figura 4- Comparativo entre eficiência de remoção de Matéria Orgânica Bruta e Matéria Orgânica dissolvida ao longo dos ciclos operacionais do reator em bateladas seqüenciais.

A remoção de matéria orgânica acompanhou a remoção do corante (Figura 5), exceto nos ciclos 5, 6 e 7, apresentando os menores percentuais de remoções ao longo da pesquisa (respectivamente 82%, 78%, 65%, em termos de matéria orgânica dissolvida). Indicativo de que, possivelmente, ocorreu à formação de subprodutos decorrentes da quebra das ligações química do corante pelos fungos, os quais não foram identificados no experimento.

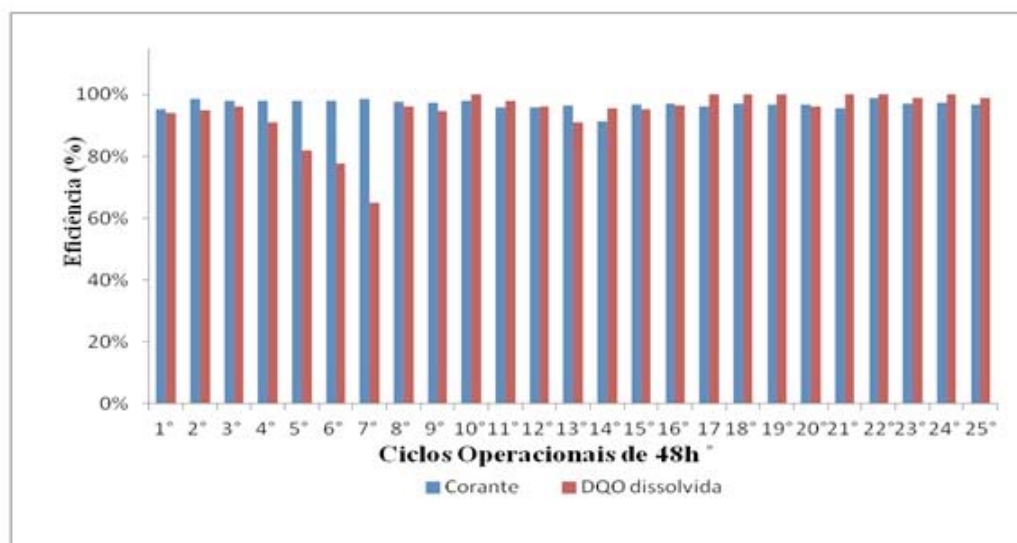


Figura 5 - Comparativo entre eficiência de remoção de Corante e Matéria Orgânica dissolvida ao longo dos ciclos operacionais do reator em bateladas sequenciais.

Em relação à concentração de corante foi pretendida no estudo a adição de 15mg/L de corante vermelho do congo, contudo, o valor médio alcançado ao longo dos ciclos foi de 12mg/L.

Na presente pesquisa, verificou-se remoção média de corante de 97% ao longo dos ciclos operacionais, com percentual máximo de 99% (2° e 7° ciclos).

Na Figura 6 são apresentados os valores de concentração de corante no meio ao longo dos ciclos operacionais.

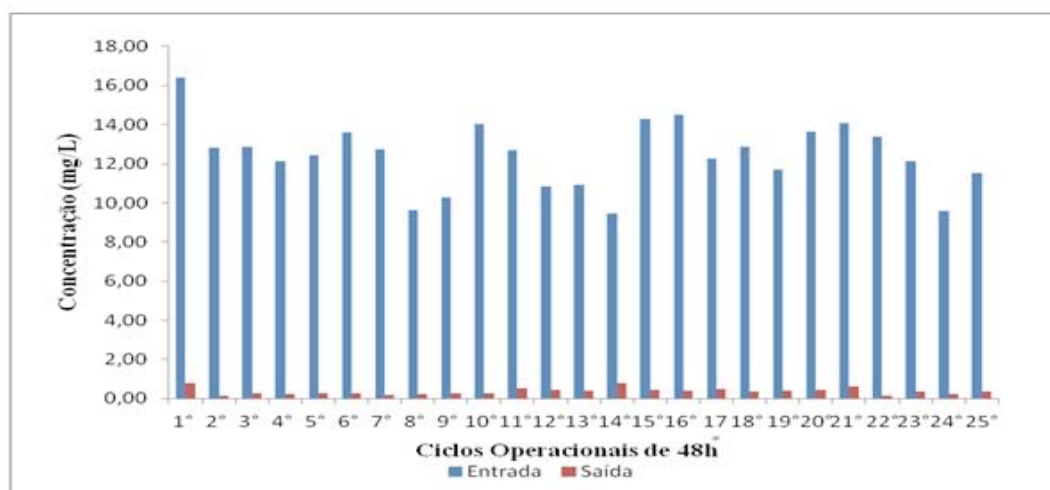


Figura 6 - Variação da concentração de corante no meio ao longo dos ciclos operacionais do reator em bateladas sequenciais.

Estes resultados mostraram que a sacarose utilizada como cossubstrato visando à remoção de vermelho do congo é viável, contribuindo para que o sistema alcançasse bons percentuais de remoção.

Segundo Khelifi *et al.* (2009), a glicose parece ser a fonte de carbono mais adequada para a descoloração do corante Vermelho do congo, entretanto outros açucares e substâncias orgânicas podem ser utilizadas como fontes de carbono e energia.

A sacarose é um dissacarídeo não redutor constituído de dois monossacarídeos, D-glicose e D-frutose (FERREIRA, *et al.*, 2009) unidas por uma ligação glicosídica (KAWAGUTI e SATO, 2008), metabolizada pela enzima invertase (GALVÃO *et al.*, 2008). No entanto, estes dois carboidratos são de

difícil separação por métodos convencionais. Em meio ácido, há mais facilmente a hidrólise da sacarose (FERREIRA *et al.*, 2001) devido a fragilidade da ligação glicosídica. Nessas condições, esta ligação é extremamente sensível (FERREIRA, *et al.*, 2009).

A alta eficiência do presente trabalho, provavelmente se deve ao fato de que o meio ácido proporciona maior facilidade da quebra da ligação glicosídica da molécula de sacarose, liberando a glicose, que segundo Rodrigues (2006) e Khelifi *et al.* (2009), é a melhor fonte de carbono assimilada por fungo. Evidenciando a ótima eficiência obtida.

Outra vantagem na utilização da sacarose como cossustrato é ser renovável, de baixo custo e de maior produção mundial. Tendo duas fontes naturais importantes: beterraba (*Beta vulgaris*) e cana-de-açúcar. Além de ser composta por dois diferentes monossacarídeos, o que supostamente deve conferir maior energia ao microrganismo e, conseqüentemente, uma melhor eficiência de remoção. Esse carboidrato deverá ser no futuro uma das fontes economicamente mais viáveis (FERREIRA *et al.*, 2009).

Melo *et al.* (2009), em seu trabalho estudou a remoção do corante Vermelho do Congo em meio aquoso com biomassa dispersa de *Aspergillus niger* AN 400 em reatores em batelada, sob a influência de três diferentes cossustratos: glicose, etanol e sacarose, sendo a última estudada sob duas concentrações diferentes – 0,5 g/L e 1,0g/L. Os resultados obtidos para a remoção de corante para os reatores com sacarose foram eficiência de 85% e 70% (0,5 g/L e 1,0g/L, respectivamente).

No presente estudo foi obtida média de remoção de corante superior, com média de 97%, em relação aos resultados registrados por Melo *et al.* (2009). A maior eficiência de remoção de corante encontrada nesta pesquisa em relação à de Melo *et al.*, (2009) pode ser justificada pela utilização de biomassa imobilizada em espumas de poliuretano, já que a formação de biofilme aderido à superfície do suporte geraria a criação de micro-ambientes capazes de garantir a estabilidade das colônias (Alves, 1999), fator que contribuiria positivamente para melhora do processo, mantendo a cultura adaptada ao meio.

Células que crescem em biofilme apresentam maior atividade metabólica que células em crescimento disperso devido à presença da matriz de substâncias poliméricas que envolvem o biofilme conferindo resistência elevada a agentes agressivos (Xavier *et al.* 2004).

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos durante o experimento mostraram que o reator operado em bateladas sequenciais com biomassa imobilizada de *Aspergillus niger* AN 400 alcançou boa eficiência quanto à remoção de corante e de matéria orgânica com o uso da sacarose como cossustrato. Registrou-se eficiência média de remoção de corante em 97% e de 92% e 94%, respectivamente, para matéria orgânica bruta e dissolvida, mostrando o sistema como um eficiente tratamento para descoloração de efluentes.

AGRADECIMENTOS

A Deus, ao CNPq – Brasil pelo apoio financeiro (Edital Jovens Pesquisadores no. 567552-2008).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M.M. A new device to select microcarries for biomas immobilization to na anaerobic consortium. Water Environment Research, v. 71, n. 2, p. 209 – 217, 1999.

APHA – AWWA – WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 19th, Washington DC, USA, 1999.

ASGHER, M., AZIM, N., BHATTI, H. N. **Decolorization of practical textile industry effluents by white rot fungus *Coriolus versicolor* IBL-04.** *Biochemical Engineering Journal* 47 (2009) 61–65. 2009.

CHANDER, M., ARORA, D. S. **Evaluation of some white-rot fungi for their potential to decolourise industrial dyes.** *Dyes and Pigments* 72 192-198, 2007.

CORREA, C. A. R.; AQUINO, S. F.; CALDAS, P. C. P.; SILVA, S. Q. **Uso de extrato de levedura como fonte de carbono e de mediadores redox, para a degradação anaeróbia de corante azo.** *Eng. Sanit. Ambient.* [online]. vol.14, n.4, pp. 559-568. ISSN 1413-4152. doi: 10.1590/S1413-41522009000400016, 2009.

FERREIRA, V. F.; SILVA, F. C., PERRONE, C. C. **Sacarose no laboratório de química orgânica de graduação.** *Quím. Nova* [online]. 2001, vol.24, n.6, pp. 905-907. ISSN 0100-4042, 2001.

FERREIRA, V. F.; ROCHA, D. R.; SILVA, F. C. **Potencialidades e oportunidades na química da sacarose e outros açúcares.** *Quím. Nova* [online]. 2009, vol.32, n.3, pp. 623-638. ISSN 0100-4042. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422009000300007>, 2009.

GRIFFIN, D. H. **Fungal physiology.** 2 nd ed. New York. Wiley-Liss, 1994. 458p.

HAILEI.W., PING L., MIN P., ZHIJUN Z., GUANGLI Y., GUOSHENG L., JIANMING Y. **Rapid decolourization of azo dyes by a new isolated higher manganese peroxidase producer: *Phanerochaete* sp. HSD.** *Biochemical Engineering Journal* 46 327–333, 2009.

KAWAGUTI, H. Y., SATO, H. **Produção de isomaltulose, um substituto da sacarose, utilizando glicosiltransferase microbiana.** *Quím. Nova* [online]. 2008, vol.31, n.1, pp. 134-143. ISSN 0100-4042. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422008000100025>, 2008.

KHELIFI, E., GANNOUN, H., TOUHAMI, Y., BOUALLAGUI, H., HAMDI, M. **Aerobic decolourization of the indigo dye-containing textile wastewater using continuous combined bioreactors.** *Journal of Hazardous Materials* 152 (2008) 683–689. 2008.

KHELIFI, E., AYED, L., BOUALLAGUI, H., TOUHAMI, Y., HAMDI, M. **Effect of nitrogen and carbon sources on Indigo and Congo red decolourization by *Aspergillus alliaceus* strain 121C.** *Journal of Hazardous Materials* 163 1056–1062, 2009.

KUNZ, A.; PERALTA-ZAMORA, P.; MORAES, S. G. ; DURAN, N. **Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis.** *Quím. Nova* [online]. vol.25, n.1, pp. 78-82. ISSN 0100-4042. doi: 10.1590/S0100-40422002000100014, 2002.

MELO, I., ARAÚJO, K., CUNHA LIMA, P. C., WANDERLEY, C. R. P., MARINHO, G., RODRIGUES, K. **Avaliação da influência do uso de diferentes cossubstratos na remoção de corante vermelho do congo por *Aspergillus niger* AN 400.** In: IX Encontro de Pesquisa e Pós-Graduação- IX ENPPG, 2009, Fortaleza. Anais do IX Encontro de Pesquisa e Pós-Graduação- IX ENPPG e IX ENICIT. Fortaleza : CEFET-CE, 2009.

RADHA K.V., REGUPATHI I., ARUNAGIRI A., MURUGESAN T. **Decolorization studies of synthetic dyes using *Phanerochaete chrysosporium* and their kinetics.** Biochemical Engineering Journal 46 327–333, 2009.

RODRIGUES, K. DE A. **Uso de reatores biológicos com fungos para remoção de fenol de água residuária sintética.** São Carlos, 2006. Tese de doutorado-Escola de engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo, 2006.

SILVA, K. M. L. **Remoção de Corante Têxtil por Uso de Reatores em Batelada Inoculados com Fungos.** (Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental). 85 páginas, 2009.

SILVA FILHO, H. A. **Remoção de corante têxtil em reator biológico com fungos.** 50 f. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Gestão em Tecnologia Ambiental) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará (CEFETCE), Fortaleza, 2006.

VASSILEV, N., FENICE, M., FEDERICII, F., AZCON, R. **Olive mill waste water treatment by immobilized cell of *Aspergillus niger* and its benrichment with soluble phosphate.** Process Biochemistry. V. 32, n 7, p. 617-620, 1997.

WANDERLEY, C.R.P. ***Aspergillus niger* AN 400 como inóculo de reatores em batelada para remoção do corante vermelho congo em meio aquoso sintético.** Fortaleza, 2007. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil- Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Ceará, 2007.

XAVIER, J. B., PICIOREANU, C., ALMEIDA, J. S., VAN LOOSDRESCHT, M. C. M. **Monitorização e modelação da estrutura de biofilmes.** Boletim de Biotecnologia, v. 73, p. 4 – 13, 2004.

YAYKASLI, K, O.; DEMIREL, G.; YASAR, A. **Influence of alcohols on citric acid production by *Aspergillus niger* A-9 entrapped in polyacrylamide gels.** Journal of Food Engineering, v. 70, n. 4, p. 518-522, 2005.

YESILADA, O.; ASMA, D.; CING, S. **Decolorization of textile dyes by fungal pellets.** Process Biochem. 38, 933–938. Process Biochemistry, v. 38, n. 6, 31, p. 933-938, 2003.

USO DA CONSTANTE DE MEIA SATURAÇÃO PARA SELEÇÃO DE SUBSTRATOS PARA TESTES RESPIROMETRICOS

D. S. Damasceno¹; R.M. Silva²; H. A. S. Filho³ e E. V. M. Santos⁴
^{1, 2, 3, 4}Instituto Federal do Ceará - Campus Limoeiro do Norte
danikelly.damasceno204@gmail.com – rosangelaifce@hotmail.com
heraldo@ifce.edu.br – elivania@ifce.edu.br

RESUMO

Os esgotos domésticos em sua grande maioria são lançados em corpos hídricos sem o seu devido tratamento, em muitas vezes in natura, levando consigo um dos maiores poluentes que é a matéria orgânica. Para remover esse poluente são montados sistemas de lodos ativados que visam a remoção da matéria orgânica e sólidos. Este trabalho tem por objetivo descobrir o substrato que tenha melhor afinidade com as bactérias heterotróficas, através de testes respirométricos, que medem a velocidade do consumo de oxigênio pelo consumo de matéria orgânica. A descoberta do melhor substrato é de extrema importância, pois pode ajudar futuramente em pesquisa com bactérias heterotróficas em escala laboratorial. Contudo para a geração do lodo foram utilizados dois tipos de reatores: um reator de bateladas sequenciais (RBS) e outro com sistema aclimatado. O RBS é alimentado com esgoto doméstico e tem um volume de 70 litros, já o sistema aclimatado é alimentado com esgoto doméstico e com adição de substratos, esse sistema tem um volume de 4,5 litros. Através dos testes realizados com o lodo gerado no RBS não pôde-se ter resultados nos cálculos da constante meia de saturação, já o lodo gerado através de esgoto aclimatado obteve resultados satisfatórios, onde através dos cálculos pôde-se descobrir que o acetato de potássio é o substrato que as bactérias heterotróficas tiveram maior afinidade.

Palavras-chave: Bactérias heterotróficas, Substratos, Testes respirométricos.

1. INTRODUÇÃO

Os corpos hídricos do Brasil e do mundo sofrem com o lançamento de despejos líquidos domésticos e industriais sem o seu devido tratamento. Com esses despejos vem consigo uma grande carga poluidora, deixando as águas poluídas. Um dos poluentes é a matéria orgânica que ao ser lançada em um corpo receptor sem nenhum tipo de tratamento, deixa o meio aquático com pouco oxigênio e consequentemente o deixando impróprio para atividades diversas.

Nos despejos domésticos existe uma grande variedade de microrganismos que decompõem os compostos existentes. Existem diversas formas para remover a matéria orgânica, uma delas é por meio de sistemas de lodos ativados, que consistem em um reator aerado precedido ou não de decantador secundário. Nesses sistemas existem vários tipos de bactérias, mas quem está em grande maioria são as bactérias heterotróficas, que decompõem a matéria orgânica.

Existem estudos para se entender o metabolismo das bactérias heterotróficas, um deles é por meio de testes respirométricos que medem a velocidade do consumo de oxigênio pelo consumo de matéria orgânica. Nesses testes adicionam substratos em 1 (litro) de licor misto, observa-se o crescimento por meio de gráficos. É importante que se descubra qual o melhor substrato, pois a descoberta do mesmo pode ajudar na remoção da matéria orgânica e futuramente em estudos com esgotos sintéticos em escala laboratorial.

Por essa razão este trabalho tem como objetivo principal subsidiar trabalhos com esgotos sintéticos, a fim de encontrar o melhor substrato que venha a representar melhor a matéria orgânica.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Principais poluentes

Segundo Von Sperling (2005), os principais poluentes dos corpos hídricos estão inseridos na

Tabela 1.

Tabela 1: Principais poluentes dos corpos hídricos.

Principais Poluentes	
Matéria orgânica	Seus possíveis efeitos poluidores estão ligados ao consumo de oxigênio, a mortalidade de peixes e as condições sépticas.
Nutrientes	Seus possíveis efeitos poluidores estão ligados ao crescimento excessivo de algas, a toxicidade aos peixes (amônia), doenças em recém-nascidos (nitrato) e a poluição da água subterrânea.
Sólidos em suspensão	Seus possíveis efeitos poluidores estão ligados a problemas estéticos, depósitos de lodo, adsorção de poluentes e na proteção de patogênicos.
Patógenos	Seus possíveis efeitos poluidores estão ligados a doenças de veiculação hídrica.
	Seus possíveis efeitos poluidores estão ligados a toxicidade,

Metais pesados	inibição do tratamento biológico na disposição do lodo na agricultura e na contaminação da água subterrânea.
-----------------------	--

2.2 Principais tratamentos para remoção de Matéria Orgânica

Segundo Von Sperling (2005), o tratamento de efluentes é classificado em: preliminar, primário, secundário e terciário. O tratamento preliminar tem por objetivo remover sólidos grosseiros, já o primário remove sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica. O tratamento secundário tem por objetivo remover a matéria orgânica e os nutrientes.

Ainda segundo Von Sperling (2005), o tratamento secundário é dividido em sistemas de tratamentos distintos como:

- Lagoas de estabilização, existem vários tipos de lagoas de estabilização como: lagoas facultativas, lagoas anaeróbia-lagoa facultativa, lagoa aerada facultativa, lagoa aerada de mistura completa- lagoa de decantação, lagoas de alta taxa e lagoas de maturação.
- Disposição no solo, existem vários tipos de disposição no solo como: infiltração lenta, infiltração rápida, infiltração subsuperficial, escoamento superficial e terras úmidas construídas.
- Sistemas anaeróbios, existem vários tipos de sistemas anaeróbios como: filtro anaeróbio, reator anaeróbio de manta de lodo e fluxo ascendente (UASB) e reator anaeróbio- pós-tratamento.
- Lodos ativados, dentre os lodos ativados existem vários tipos de sistemas como: lodos ativados convencionais, lodos ativados por aeração prolongada, lodos ativados de fluxo intermitente (Batelada), lodos ativados com remoção biológica de nitrogênio e lodos ativados com remoção biológica de nitrogênio e fósforo.
- Reatores aeróbios com Biofilme, este tipo de sistema também tem uma variedade de tipos de sistemas com: filtro de baixa carga, filtro de alta carga, biofilme aerado submerso e biodisco.

2.3 Lodos ativados

Os lodos ativados são usados em nível mundial, principalmente para quem deseja uma elevada qualidade do efluente em uma pequena área, mais esse sistema tem em nível de mecanismos um elevado consumo energético. Von Sperling (2005).

Segundo Costa, (2005), os sistemas de lodos ativados são um processo biológico no qual o esgoto afluente e as bactérias se fixam na forma de flocos que intimamente misturados, agitados e aerados, com o objetivo de propiciar à floculação biológica nos tanques de aeração, e no final a separação dos flocos do meio líquido (esgoto tratado) no decantador secundário e o retorno do lodo para o reator biológico.

2.4 Testes respirométricos

A respirometria é uma técnica baseada na medição do consumo de oxigênio, por parte dos microrganismos, durante o catabolismo oxidativo. Para se fazer usos da respirometria foram desenvolvidos aparelhos denominados respirometro, que de acordo com ROS (1993) podem ser classificados como: fechados (manométricos, volumétricos ou combinados) ou abertos (semicontínuos ou contínuos).

Para respirometro do tipo aberto e semicontínuo, se faz a determinação experimental da TCO sob condições reais de operação.

O método semicontínuo consiste em aerar uma batelada do lodo ativado até que a concentração de OD atinja um determinado valor de referência superior (OD_{max}) quando, então, a aeração é interrompida. A diminuição da concentração de OD num intervalo de tempo é medida e registrada, podendo dessa forma ser calculada a TCO.

Quando a concentração de OD atinge um determinado valor de referência inferior (OD_{min}), a aeração é reiniciada, repetindo-se o ciclo (CATUNDA et al., 1996).

O Beluga S32 é um respirometro automatizado, acoplado a um computador com software específico para aquisição de dados e controle de dispositivos que determinam a taxa de consumo de oxigênio semi continuamente, e constituído basicamente por um reator, aerador, agitador e um eletrodo de oxigênio dissolvido. Os parâmetros adquiridos pelo software são concentração de OD e temperatura. A taxa de consumo de oxigênio (TCO) é calculada a partir dos valores de concentração OD adquiridas pelo respirometro. O respirometro realiza o cálculo da TCO através do método clássico. Para tal, é necessário realizar duas etapas de operação no reator, uma de aeração e outra de não aeração, e definir duas referências (inferior e superior) para concentração de OD. Na primeira etapa, o licor misto do reator do sistema em escala de bancada é aerado até que a concentração de OD atinja a referência superior. Nesse ponto, desliga-se a aeração, iniciando-se a segunda etapa. Na segunda etapa, observa-se a diminuição do valor da concentração de OD com o tempo, até que atinja uma referência maior. Ao fim da segunda etapa, a TCO é calculada utilizando os dados adquiridos através da diminuição da concentração de OD, através da regressão linear. (DERKS, 2007)

3. METODOLOGIA

3.1 Descrição das unidades experimentais

Para a geração do lodo foram utilizados dois tipos de métodos: lodo gerado por esgoto doméstico (sistema de lodo ativado) e lodo com esgoto doméstico com adição de substratos (aclimatado).

3.2 Montagem e operação do sistema batelada

Foi montado um sistema de tratamento biológico de lodo ativados do tipo bateladas sequenciais (RBS). O sistema de em batelada consiste em um só reator onde se processam bateladas sequenciais de água residuária de aproximadamente 70 litros por dia. No fim do processo de depuração de uma batelada interrompe-se a aeração (e agitação) de modo que o reator passa a atuar com decantador. O reator RBS é um balde de 70 litros com lodo que é aerado por um aerador simples acoplado. A aeração é controlada por um temporizador que pode ser modificado o tempo de aeração e de não de aeração. Na Figura 1 mostra o reator, o aerador acoplado e o temporizador, e na Figura 2 a imagem em CAD do sistema batelada.



Figura 1: Reator batelada com aerador e temporizador acoplado.

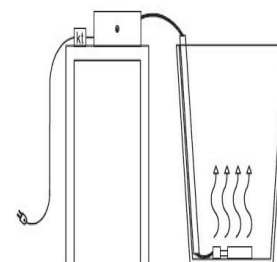


Figura 2: Imagem do sistema em CAD

3.3 Aclimação do lodo biológico

Nesse processo de aclimação consiste em um reator de bancada, com 4,5 litros de licor misto e com aeração contínua. Como no afluente não obtém certos substratos que serão testados, resolveu-se fazer um coquetel. Nesse coquetel contém 10 ml de cada substrato, representando 120mg de DQO. Na Figura 3 será mostrado o reator de bancada com o aerador acoplado, e na Figura 4 a imagem do corte lateral do sistema aclimatado no CAD.



Figura 3: Sistema aclimatado com aerador .

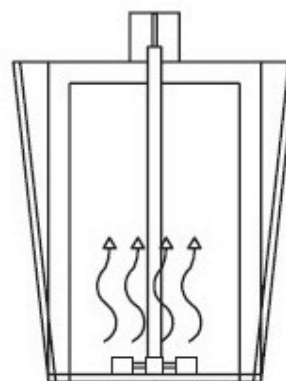


Figura 4: Imagem do corte em CAD.

Durante o monitoramento do sistema aclimatado foram feitos testes de sedimentabilidade do lodo o IVL (Índice volumétrico do lodo). Os dados foram comparados através de Von Sperling (1997), que estão na Tabela 2.

Tabela 2: Dados sobre sedimentabilidade do lodo aclimatado.

Decantabilidade	IVL (mL/g)
Ótima	0-50
Boa	50-100
Média	100-200
Ruim	200-300
Péssima	>300

3.4 Testes respirométricos

Para realizar os testes respirométricos, recolhe-se 1 litro de lodo do reator e leva-se para o laboratório onde será realizado o teste respirometrico.

A TCO será determinada conforme Catunda et al. (1996), utilizando-se o respirometro Beluga, do tipo aberto e de forma semi-continua. Um aerador será ligado ao respirometro. O respirometro ativa o aerador quando a concentração de OD chega a um limite inferior estabelecido que no caso e de 1mg/l, desativando-o quando esta ultrapasse um limite superior a 3mg/l, iniciando, assim, ciclos de períodos com e sem aeração. Durante os períodos sem aeração, o respirometro calcula a TCO a partir da variação da concentração de OD com o tempo. Na **Figura 5** mostra-se um teste respirometrico com seus devidos equipamentos.



Figura 5: Equipamentos necessários para os testes respirométricos

Durante os períodos sem aeração, o Beluga calcula a TCO utilizando os dados adquiridos da diminuição da concentração de OD, através de regressa linear, sendo esta taxa expressa como na (Equação 1):

$$TCO = (dOD/dt) = (OD_{max} - OD_{min})/\Delta t \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

- TCO: taxa de consumo de oxigênio (mgO₂. L⁻¹. h⁻¹);
- OD_{max}: valor de oxigênio dissolvido de referencia superior;
- OD_{min}: valor de oxigênio dissolvido de referencia inferior;
- Δt : variação do tempo.

Ao colocar o teste espera-se chegar a TCO endógena onde não ha mais alimento para a bactéria e ela começa a consumir 20% de se mesma, e neste momento em que coloca-se o substrato. Ao colocar o substrato espera-se chegar ate a TCO exógena. Na **Figura 6** observa-se uma imagem de teste com suas TCO endógena e TCO exógena.

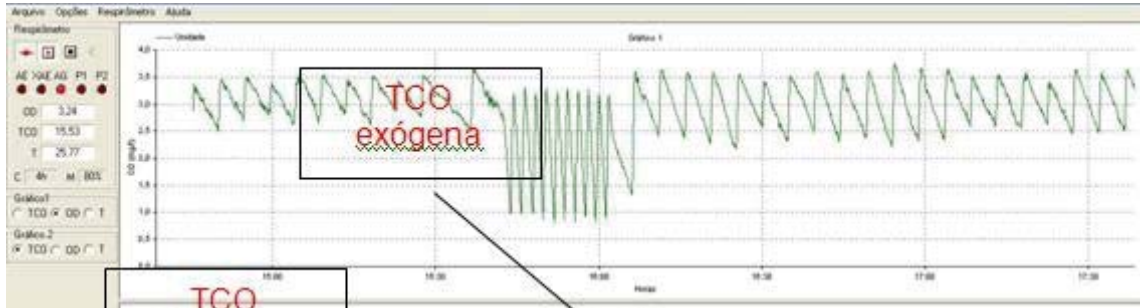


Figura 6: Teste com as TCOs endógena e TCOs exógena.

3.5 Constante de meia de saturação

Para estimar o valor da constante de meia saturação K , deve-se determinar a concentração de substrato no momento em que μ for = μ_m ou que a $TCO_n = .TCO_{max}$.

- determina-se o momento em que a TCO exógena e metade da máxima ($TCO_{exógena\ max} / 2$);
- determina-se a área hachurada que corresponde ao substrato residual, através da soma de trapézios;
- calcula-se, para as bactérias nitrificantes, a concentração do substrato amônia e nitrito com a razão da área hachurada
- pelos coeficientes estequiométricos de oxigênio por mol do substrato considerado (amônia – 4,57 e nitrito – 1,14). Para as bactérias heterotróficas essa relação é de 1:1 com o oxigênio consumido.

Na **Figura 7** e demonstrado um gráfico para se determinar a constante meia de saturação.

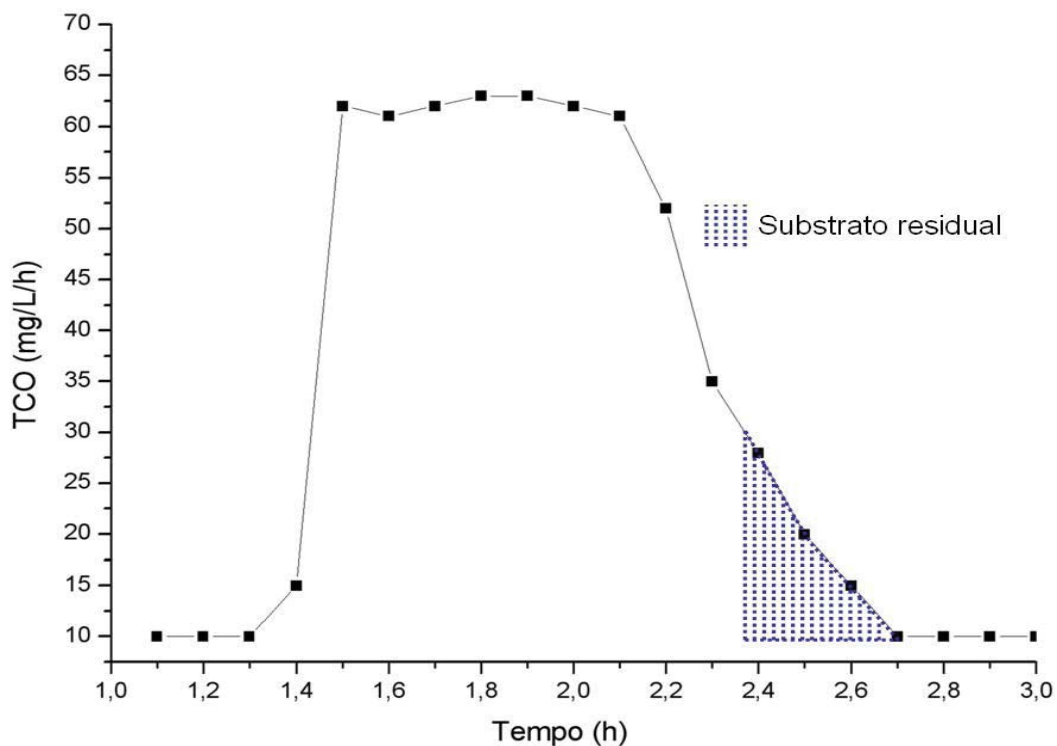


Figura 7: Determinação de K quando $TCO = TCO_{exomax} / 2$

Com base nos valores das constantes de meia saturação, é possível definir quais dos substratos apresentam maior afinidade com o grupo de bactéria testado, aumentando assim a confiabilidade do método respirométrico, como também inferindo sobre que tipo de composto deve ser usado como fonte externa de carbono e nitrogênio, bem como para a composição de efluentes sintéticos (VAN HAANDEL; VAN DER LUBBE, 2007).

4. INTERPRETAÇÃO DE DADOS

O lodo do sistema batelada não obteve resultados satisfatórios, pois no afluente não contem certos substratos. Houve também problemas no controle com o pH do sistema.

O lodo aclimatado obteve resultados muito bons em sua sedimentabilidade, pois obteve resultados na faixa de 50 a 100 ml/g, resultado esperado para um sistema com lodo aclimatado.

Os testes respirométricos realizados com o lodo aclimatado obteve resultados que puderam ser feitos os cálculos das constantes de meia de saturação. Na **Tabela 3**, estão expostos os resultados das medias das constantes medias de saturação e as medias das TCOs máximas de cada substrato.

Tabela 3: Dados das médias das constantes meia de saturação e as médias das TCOs máximas de cada

Substrato	Quantidade de testes realizados	Médias da K meia de saturação	Médias das TCO máximas
Acetato de sódio	12	15,22	54,07
Acetato de potássio	4	18,31	61,74
Etanol	5	13,09	46,34
Metanol	4	13,91	25,09

Através dos dados mostrados na tabela acima das constantes meia de saturação pode-se perceber que o etanol foi o substrato que exerceu menor constante. Em seguida seguindo uma hierarquia seguiu-se o metanol que obteve uma constante meia de saturação bem próxima a constante do etanol. Ao final vieram o acetato de sódio e acetato de potássio que mostraram suas constantes elevadas diferentes dos demais.

Em relação as TCOs, o substrato que mostrou TCO máxima foi o acetato de potássio, seguido do acetato de sódio com uma diferença de 7,67 mg/L/h-1. Os substratos etanol e o metanol exerceram TCOs baixas em relação aos demais substratos citados.

Através dos dados apresentados não pode-se afirmar qual o melhor substrato, pois na literatura afirmar-se que para uma bactéria ter afinidade com o substrato, essa deveria exercer uma menor constante e exercer uma TCO máxima, e isso não e o que mostra nos testes realizados.

5. CONCLUSÃO

Pelos resultados obtidos pode-se concluir que:

- E preciso realizar mais testes para a confirmação dos resultados obtidos, levando em consideração que os mesmo contradizem a literatura;
- A constante meia de saturação encontrada não serve para definir o melhor substrato, considerando que o substrato que obteve menor constante não obteve a maior TCO;
- Através das TCOs encontradas, o acetato de potássio mostrou ser melhor o substrato, atingindo uma TCO superior aos demais.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

Campos, A. L. **Comportamento de dois Reatores Batelada Sequenciais Aeróbios com diferentes idades do Lodo e retorno total do Lodo em excesso após desintegração com Ultra-Som.** 2002.201f. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento)- Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

CATUNDA, S. Y.C.; DEEP, G. S.; VAN HAANDEL, A. C.;FREIRE, R. C. S. Fast on-line measurement of the respiration rate in activated sludge systems. In: IEEE- INSTRUMENTATIONS AND MEASUREMENT TECHNOLOGY CONFERENCE, 1996. Bruxelas, **Anais...** Belgica, Instrumentacao e Tecnologia de Medição, Junho 4-6, 1996.

DERKS, Y.M, **Uso da Respirometria para Avaliar a Influência de Fatores Operacionais e Ambientais sobre a Cinética de Nitrificação.** 2007.103f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hidricos)- Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

VAN HAANDEL, A. C.; VAN DER LUBBE, J. **Handbook Biological Wastewater Treatment – 2007 design and optimization of activate sludge systems,** 2007.

Von Sperling, Marcos. **Princípios básicos do tratamento de esgotos.** v.2. 4. ed. Belo Horizonte, Minas Gerais: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 1996.

VON SPERLING, M. **Lodos Ativados.** Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 1997. p. 416.

USO DE POLISSACARÍDEOS DE SEMENTES DE *Adenanthera pavonina* COMO BIOSORVENTE DE ZINCO EM ÁGUA

Maria Juciene Lima CHAVES¹; Mayara Joyce da Silva BARROS¹; Esiana de Almeida RODRIGUES²; Francisca Andrea Kércia SILVA³; Renata Chastinet BRAGA⁴

¹Tecnologia em Saneamento Ambiental, Instituição Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Campus Limoeiro do Norte – CE; mayara_joice@hotmail.com

²Técnico em Fruticultura, Instituição Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Campus Limoeiro do Norte – CE

³Bacharelado em Nutrição, Instituição Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Campus Limoeiro do Norte – CE

⁴Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Campus Limoeiro do Norte – CE; rchastinet@ifce.edu.br

RESUMO

Os polissacarídeos naturais vêm sendo extensamente usados no desenvolvimento tecnológico de diversas áreas de estudo, no caso da poluição industrial das águas há presença de certos metais pesados ou tóxicos, onde tende a ameaçar o meio ambiente e conseqüentemente a vida humana e a dos animais. Neste trabalho, os polímeros de galactomananas de Carolina (*Adenanthera pavonina* L.), que são vegetais pertencentes à família *Leguminosae* originária da Ásia, foram estudados após serem reticuladas por reação cruzada de epicloridrina com hidróxido de sódio, um agente reticulante adequado para a formação de um gel espesso, insolúvel utilizado na biosorção. A biosorção utilizando biomassa natural é um exemplo de teste de remoção de metais tóxicos em matrizes aquáticas. Esse recurso possui inúmeras vantagens como seu baixo custo, por ser biodegradável, ampla disponibilidade e possui uma ótima eficiência. No Ceará mais precisamente na região do Vale do Jaguaribe existe uma grande disponibilidade desta planta que estão sendo utilizadas em vários testes com vários metais e em diferentes concentrações. O mesmo foi utilizado como biossorventes de Zinco (Zn^{2+}), onde já se obteve grande eficiência nos resultados. Ocorreu adsorção de mais de 60% para a concentração de Zinco (Zn^{2+}) 10 PPM e 42% para a concentração de Zinco (Zn^{2+}) 50ppm. Enfim, pode-se evidenciar que os polissacarídeos modificados da semente de *A. pavonina* podem ser usados como biossorventes de metais em água, pois seus resultados já demonstram a grande eficiência dessa nova tecnologia que poderá ser empregada para o tratamento de efluentes ricos em metais tóxicos prejudiciais ao meio ambiente e ao homem.

Palavras-chave: Biossorventes de metais, polissacarídeos, água

1. INTRODUÇÃO

Uma grande quantidade de polissacarídeos já foi estudada por seus potenciais como sistemas transportadores de fármacos cólon-específico, tais como a quitosana, a pectina, o sulfato de condroitina, as ciclodextrinas, as dextranas, a inulina, a amilose, a goma guar. A investigação de fontes de galactomananas constitui assunto de grande importância, tanto do ponto de vista acadêmico como industrial. Países tropicais, como o Brasil, apresentam grande potencial como produtores de recursos renováveis que ainda não foram suficientemente explorados, tendo vastas regiões apropriadas ao cultivo de leguminosas. Essas leguminosas constituem uma das principais fontes de galactomananas, como tem sido comprovado por pesquisas que as identificaram em inúmeras espécies desta família.

Segundo Azero (1999), a demanda no Brasil por hidrocolóides e por polímeros biocompatíveis é crescente e, apesar das condições favoráveis à sua produção, as empresas nacionais dependem das importações desses produtos. Dentre os produtos de maior interesse estão as galactomananas e as carragenanas. As galactomananas dão origem a soluções aquosas de viscosidade elevada, mesmo a baixas concentrações (0,5 a 1%) o que as torna comercialmente úteis principalmente como agentes espessantes na indústria de alimentos. A goma de Carolina (*Adenantha pavonina* L.), identificada por Tavares (1998), apresenta a composição clássica das galactomananas; é constituída por uma cadeia principal formada por unidades de D-manopirranose unidas por ligações $\beta(1\rightarrow4)$ apresentando ramificações de unidades D-galactopirranose unidas por ligações $\alpha(1\rightarrow6)$, com relação mananose:galactose (man:gal) 1,8:1 (MATOS, 2000).

A poluição ambiental por metais pesados é resultado geralmente de atividades antropogênicas, principalmente atividades industriais, agrícolas e do descarte de resíduos. Estes elementos são descarregados na atmosfera, nos ambientes aquáticos e terrestres. As áreas contaminadas são muitas vezes expandidas, pois a água das chuvas provoca a lixiviação destes metais para corpos d'água, tornando a água inadequada ao consumo. Crini (2005) sugeriu que polissacarídeos podem representar um procedimento de baixo custo para descontaminações de águas. Melo & D'Souza (2004) utilizaram mucilagem de sementes de *Ocimum basilicum* como biosorventes, Lombardi & Mercê (2003) demonstraram as propriedades de galactomananas para complexar Al^{3+} , Cu^{2+} e Pb^{2+} , e Zhang et al (2008) usaram goma de *Sesbania* modificada para adsorver Cr^{3+} e Co^{2+} . Desta forma a pesquisa visa a utilização de polissacarídeos modificados ou gel, biomassa natural, extraído do endosperma de galactomananas da semente de *A. pavonina*, para biosorver íons de zinco de águas residuárias.

2. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Para a obtenção do polissacarídeo em pó a semente é submetida a vários processos.

A pesquisa inicia-se com a coleta das sementes, esta por sua vez feita no Laboratório de Química do IF-Ce Campus Limoeiro do Norte, em seguida as sementes são selecionadas, lavadas e levadas para secagem por um dia. Depois de feito o processo inicial pesa-se em média 30g da semente que será aquecida por aproximadamente 40 (quarenta) minutos a uma temperatura de 100°C a 150°C, até se observar que o endosperma está se soltando da casca; logo após é extraído o mesmo, este é liquidificado com aproximadamente 500 ml de água destilada e deixado em repouso por uma noite sobre refrigeração, no dia seguinte passa pelo processo de agitação para homogeneização, para logo após ser centrifugado numa velocidade de 3000 RPM, por cerca de 10 minutos, desta forma retirando-se as impurezas, o líquido é precipitado em etanol (1:3 v/v) formando um precipitado esbranquiçado. A mistura fica em repouso por mais uma noite e no dia seguinte é filtrado numa bomba de vácuo, descartando-se o álcool e utilizando a parte sólida sendo está denominada de polissacarídeo. Após a filtração o polissacarídeo é colocado em acetona para eliminar o excesso de álcool, deixando-o mais uma vez em repouso por mais uma noite, no dia seguinte será novamente secando-o em uma bomba de vácuo, sendo que a parte sólida é macerada no almofariz com a ajuda de um secador á temperatura de 85°C não podendo ultrapassar está temperatura para não correr o risco de queimar a goma, após seco temos um produto no formato de pó branco a agora denominada de GOMA.

A goma passa por um processo de modificação através de uma reação cruzada entre 0,6ml de epicloridrina e 6,0 ml de hidróxido de sódio á 3 mol/L para cada 2,0 g da goma, esse processo chama-se insolubilização transformando a goma em um GEL, sendo este o produto final, que ficara na estufa por 24h á 40°C e mais 17h a 70°C, na seqüência o gel é lavado com água destilada até ficar com pH 7,0, ou seja, neutro, só assim estará no ponto de ser liofilizado, o liofilizador retira toda a água do gel deixando granulado e pronto para os ensaios. Este processo pode durar cerca de uma semana, para só então começar a fazer os ensaios.

Para a elaboração dos ensaios com metal.

Fez-se necessária a construção de uma curva de calibração, a mesma foi feita aparte da diluição de uma solução de 1000ppm de Zn^{2+} , desta foram retirados os volumes necessários que foram diluídos com água destilada, para formarem a curva.

A curva foi utilizada para calibra o Espectrofotometria de Absorção Atômica, o qual é o método de análise usado para determinar qualitativamente e quantitativamente a presença de metais. O método consiste em determinar a presença e quantidade de um determinado metal em uma solução qualquer, usando como princípio a absorção de radiação ultravioleta por parte dos elétrons que, ao sofrerem um salto quântico depois de devidamente excitados por uma chama de gás acetileno a 3000 °C, esses devolvem a energia recebida para o meio, voltando assim para a sua camada orbital de origem. A espectrofotometria,foi à técnica aplicada na determinação, este é o método de análises óptico mais usado nas investigações biológicas e físico-químicas. O espectrofotômetro é um instrumento que permite comparar a radiação absorvida ou transmitida por uma solução que contém uma quantidade desconhecida de soluto, e uma quantidade conhecida da mesma substância. Todas as substâncias podem absorver energia radiante, mesmo o vidro que parece completamente transparente absorve comprimentos de ondas que pertencem ao espectro visível. A água absorve fortemente na região do infravermelho.

Colocou-se uma amostra de Zinco (Zn^{2+}), 10ppm e 50ppm diluída de uma solução de 1000, essa solução ficou em contato com o gel de *A. pavonina*, usou-se 1g da goma para 100ml de cada solução, deixando em contato por 24 horas, sendo coletados alíquotas de 2 ml a cada um hora de contato, coletando-se um total de 10 alíquotas, quantidade essa significativa para o ensaio. Após a obtenção das leituras, os dados foram lançados em um programa de estatística que pode nos mostrar em porcentagem a retenção do metal na goma.

Tabela 1- Análise Elementar da Goma e do Gel de *Adenantha pavonina*.

ANÁLISE ELEMENTAR DO POLISSACARÍDEO DE *ADENANTHERA PAVONINA*

Discriminação	GOMA	GEL
Umidade	13,78%	11,34%
Cinzas	0,24%	0,07%
Cinzas com Metal	-	3,01%
Proteínas	1,32%	3,01%
Lipídeos	0,12%	-
Carboídratos	84,54%	-

RESULTADOS DOS TESTES EM CONTATO (24HORAS)

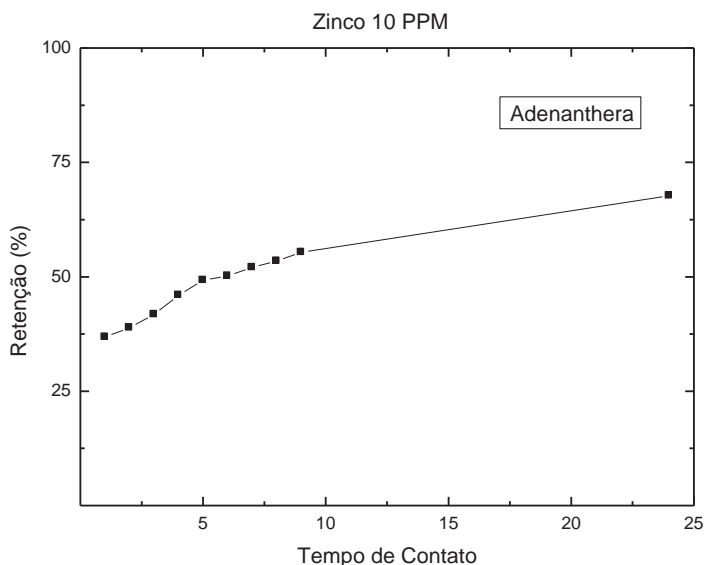


Gráfico 1 – Percentual de retenção utilizando polissacarídeo reticulado de *Adenanthera pavonina* em contato de 10 PPM de Zinco (Zn^{2+}) por 24 horas de contato.

Neste ensaio observou-se que uso da *A. pavonina* como biosorvente do metal de Zinco (Zn^{2+}), obteve resultados favoráveis, pois em 24 horas de contato houve uma retenção 67% do metal, este transformando em PPM seria um retenção de 6 PPM dos 10 PPM do ensaio. Estes dados demonstram que se aumentarmos o tempo de contato poderá haver mais retenção do metal até chegar a sua retenção total ou dissorção.

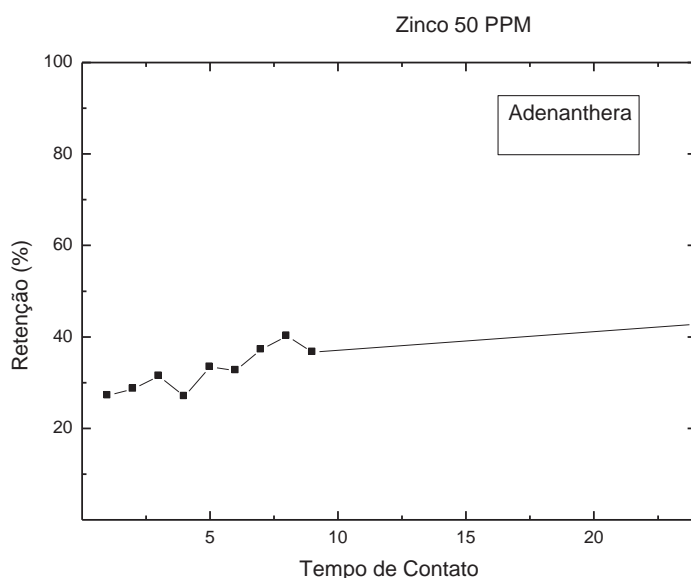


Gráfico 2 – Percentual de retenção utilizando polissacarídeo reticulado de *Adenanthera pavonina* em contato de 50 ppm de Zinco (Zn^{2+}) por 24 horas de contato.

Os gráficos acima demonstram que para a concentração de 50 PPM de Zinco (Zn^{2+}), o gel de *A. pavonina* reteve 42% em 24 horas de contato, desta forma seria retido cerca de 20 PPM dos 50 PPM, observou que quanto maior a concentração maior será a retenção para este determinado período. Portanto o gel de *A. pavonina* como biosorvente do metal de Zinco (Zn^{2+}) 50 PPM, tornou-se mais favorável que no teste anterior.

3. CONCLUSÃO

O gel insolubilizado do polissacarídeo da semente de *Adenantha Pavonina* possui uma característica muito boa de adsorção de metais estando numa faixa de 70% a 50% de retenção mesmo quando se aumenta a concentração, pois os bons resultados obtidos nos testes comprovam assim a eficiência do mesmo. Isso mostra que é possível remover metais em água utilizando esta tecnologia, uma vez que a mesma apresenta uma relação custo benefício muito satisfatória. Desta forma, pode-se utilizar esta inovação para conservação despoluição dos corpos d'água existentes em nosso planeta. Vale salientar que outros testes está sendo feitos, tanto com outros metais como com outras concentrações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZERO, E.G.R. **Galactomananas de fontes não-tradicionais e sua utilização em misturas**. 1999. Tese de doutorado apresentada no Instituto de macromoléculas da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IMA/UFRJ), Rio de Janeiro.
- BAILEY, L. H. **Manual of cultivated plants**. 2 ed. New York: Macmillan Publishing, 1954. p. 588-589.
- BARROS, A. J. M.: Estudo termogravimétrico do processo de sorção de metais tóxicos por resíduos sólidos orgânicos. **Eng. Sanit. Ambient.** 11(22), 2006.
- BARROSO, G. M. et al. Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 443p.
- CORRÊA, M. P. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1978. v.2. p.70.
- CRINI, G Recent developments in polysaccharide-based materials used as adsorbents in wastewater treatment. **Prog. Polym. Sci.**30:38–70, 2005.
- KAPPOR, A.; Viraraghavan, T.; Cullimore, D.R.: Removal of Heavy Metals Using the Fungus *Aspergillus niger*. **Bioresource Technology**, 70(95) 1999 citado por Barros Junior et al (2003).
- LOMBARDI, S. C. & Mercê, A. L. R. Properties of complexes of galactomannan of *Leucaena leucocephala* and Al³⁺, Cu²⁺ and Pb²⁺ **Bioresource Technology**, 89(1): 63-73, 2003.
- MATOS, V. C. **Gomas Endospermicas de *Delonix regia* e *Schizolobium parahybae***. 2000. 113f. Tese (Doutorado em Bioquímica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- MELO, J. S.; D’Souza S. F. Removal of chromium by mucilaginous seeds of *Ocimum basilicum*. **Bioresource Technology** 92 151–155, 2004.
- PIVELI, R. P., KATO, M. T. **Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos**. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental-ABES, 2006.
- SOUZA, J. I.; Schoenlein-Crusius, I. H.; Pires-Zottarelli, C. L. A.; Schoenlein, N. C. Biossorção de cobre, manganês e cádmio por biomassa de *Saprolegnia subterrânea* (Dissmann) R. L. Seym. e *Pythium torulosum* Coker & P. Patt (Oomycetes). **Acta bot. Bras.** 22 (1):217-233, 2008.
- TAVARES, R. O. **Galactomanana de *Adenantha pavonina* L. Aplicação para o isolamento de lectinas galactose-específicas**. 1998. 95f. Dissertação (Mestrado em bioquímica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

WHISTLER, R. L.; BeMILLER, J.N. Polysaccharides and Their Derivatives. In: **Industrial Gums**. 3.ed. New York: Academic Press, 1993. p.619.

ZHANG, Q.; Gao, Y.; Zhai, Y. A.; Liu, F. Q.; Gao, G. Synthesis of sesbania gum supported dithiocarbamate chelating resin and studies on its adsorption performance for metal ions **Carbohydrate Polymers** 73:359–363, 2008.

USO DE TECNOLOGIA SOCIAL PARA O MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA NO RIO PITIMBU EM NATAL - RN.

L. H. V. Barros¹ e R. J. M. Souza²

^{1 e 2} Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – Campus Natal - Central
lianaviana17@yahoo.com.br; Roberto.monteiro@ifrn.edu.br

RESUMO

O estudo em questão visa apresentar um procedimento experimental associado a um instrumento projetado para dinamizar o processo de análise física da água, tendo como premissa fundamental a participação de atores sociais em uma proposta de conscientização voltada para o monitoramento autônomo sobre a qualidade da água no rio Pitimbu, o qual pertence à bacia hidrográfica do rio Pirangi. O recorte geográfico aplicado ao curso do rio Pitimbu caracteriza-se pela nascente localizada no município de Macaíba, percorrendo o município de Parnamirim, e desaguando na Lagoa do Jiqui, onde está situada uma estação de tratamento de água que abastece a zona sul da cidade do Natal, RN. Pretende-se, com base no uso da tecnologia social proposta, relacionar as dimensões: técnico-científica, ambiental, social e econômica, a partir da construção de um aparelho capaz de medir, com precisão de 0,3% a 0,5%, a densidade de fluidos em geral, e mais especificamente, da água.

O procedimento laboratorial pertinente ao instrumento de medição, denominado “densímetro magnético”, visa não apenas otimizar a acuracidade no processo da análise física da água, mas também possibilitar análises posteriores sem prejuízo da amostra coletada, visto que o recipiente (tubo de ensaio) utilizado neste processo não terá seu lacre violado para a realização da leitura densimétrica. Considerando-se as características de montagem do instrumento em questão, o qual requer itens de baixo custo, porém de desempenho confiável, é planejada uma ação comunitária no sentido de difundir o conceito de tecnologia social por meio do engajamento de voluntários mirins, a saber: alunos do ensino fundamental, que acompanhados de seus pais ou responsáveis, deverão tornar-se participantes de uma atividade de coleta e análise de propriedades físico-químicas da água, dentre as quais a densidade, cuja importância será ressaltada no sentido de que variações significativas ao longo do tempo para um mesmo local de coleta, poderão ser indícios de comprometimento em sua qualidade, da mesma forma que variações do pH ou da condutividade elétrica apontariam possíveis focos de contaminantes ou poluentes. Com base no levantamento realizado através do instrumento idealizado para uso social, será possível mapear áreas de risco ambiental iminente.

Palavras – Chaves: tecnologia social, monitoramento ambiental, água.

1. INTRODUÇÃO

O monitoramento da qualidade da água para abastecimento em grandes cidades tem se tornado uma preocupação constante por parte dos comitês de bacias hidrográficas. Deve-se considerar que a água proveniente das lagoas de captação muitas vezes sofre efeitos de contaminação por patógenos extremamente nocivos à saúde, além da presença de poluentes despejados constantemente por indústrias que não operam de modo sustentável.

Monitorar a qualidade da água, portanto, é de significativa importância no que se refere ao abastecimento destinado para consumo humano. A necessidade de prevenir os danos ambientais que são ocasionados pelo descarte indevido de água residuária em mananciais torna-se cada vez mais urgente, de modo que investir na análise da qualidade da água é uma das alternativas mais eficazes no controle da contaminação de lençóis hídricos.

A realização de um monitoramento adequado da água requer a utilização de aparelhagem específica e de agentes capacitados para a concretização de tal propósito, o que torna este processo muitas vezes oneroso e inviável fora dos limites das companhias de abastecimento. Considerando o objetivo de simplificar os métodos e as análises características para o monitoramento autônomo, seria de fundamental importância que os instrumentos de coleta e avaliação de dados dispusessem de tecnologias que resumissem o tempo utilizado no procedimento, visando, por conseguinte a redução de custos.

Dentre alguns parâmetros físicos que são usados na análise da qualidade da água, pode-se citar, por exemplo, a turbidez, que revela a presença de matéria sólida em suspensão (argila, sílica, silte, etc.) e matéria orgânica, incluindo algas e microorganismos. Contudo a turbidez não indica quantitativamente o grau de contaminação no qual se encontra a água.

Um levantamento mais detalhado sobre a qualidade da água para consumo deve considerar suas propriedades físico-químicas, tais como pH, condutividade elétrica, viscosidade, teor de metais pesados, além de análise bacteriológica. Todavia, alguns desses parâmetros, principalmente as propriedades físicas, podem ser conhecidos por meio de análises simples, e servem como indicadores para uma triagem de análises mais específicas a posteriori.

É necessário também ressaltar que o monitoramento da qualidade da água é uma atividade contínua que exige a coleta de amostras em vários pontos onde percorre o leito do rio, por isso se faz necessário uma avaliação de dados em diferentes horas do dia, de modo a registrar não apenas um intervalo no escoamento de matérias tóxicas, mas tendo como referência a dinâmica nictemeral das algas fotofóbicas (Wetzel, 1993), e tendo em vista um entendimento mais vasto a respeito de eventuais prejuízos ambientais na região em estudo.

Tendo como propósito simplificar a orientação a respeito do monitoramento ambiental em rios, priorizando pontos mais críticos, torna-se imprescindível que haja uma triagem esmiuçadora após a coleta amostral do material. Um dos indicadores físicos que podem atestar o grau de poluição em águas é a densidade. Essa grandeza não é a mais significativa se comparada a outros parâmetros, entretanto é a partir da densidade que se obtêm informações a respeito da presença expressiva de algumas substâncias, tais como minerais dissolvidos, que podem comprometer a qualidade da água.

O problema em questão é que a medição da densidade da água, embora seja realizada por meio de etapas aparentemente simples, pode levar um tempo considerável se houver muitas amostras na coleção à espera da análise. A água contida no recipiente da amostra deve ter seu volume determinado com acuracidade (ressaltando a importância da picnometria), e o conteúdo deve ser pesado em uma balança de precisão. Em seguida, divide-se o peso obtido (em Newton) pelo volume já conhecido (em m^3), para que o resultado seja novamente dividido pelo peso específico da água ($9.800 N/m^3$), produzindo assim uma grandeza adimensional denominada densidade.

Se a coleta for organizada com uso de tubos de ensaio padronizados, pode-se reduzir o tempo necessário para computar a densidade, porém o processo de pesagem e cálculo ainda pode levar um tempo considerável. A própria precisão na leitura da densidade pode ser afetada pelo manuseio excessivo da amostra, pois o procedimento ideal seria manter o conteúdo lacrado imediatamente após a coleta, tendo sua densidade determinada sem violação do lacre, para que este pudesse ser aberto apenas quando fosse necessário prosseguir com as análises físico-químicas ou biológicas mais elaboradas. Ressaltando que a seleção, medição e interferência são três grandes vieses que podem interferir nos estudos experimentais, e, portanto exigem especial atenção, (FUNASA, 2002). A aplicação desta técnica de coleta permitirá abranger, para o mesmo tubo de coleta, análises adicionais das propriedades físicas da água, a saber: viscosidade e condutividade elétrica (como indicador da presença de íons), além de propriedades químicas a serem avaliadas conforme a demanda da pesquisa.

Existem medidores de densidade que operam de acordo com o princípio da emissão de ondas eletromagnéticas. Esses medidores são bastante eficientes, contudo apresentam custos muito elevados, considerando que seriam subutilizados caso fossem aplicados à medição de fluidos estáticos, o que os torna economicamente inviáveis dentro da visão orçamentária dos órgãos governamentais que dispõem de recursos bastante limitados para este fim, ou que não estejam genuinamente comprometidos com a questão ambiental.

Tem-se questionado com intensidade a qualidade da água na cidade do Natal – RN desde meados dos anos 1980, devido a detecção da presença de nitratos, cuja concentração tem ultrapassado significativamente os níveis aceitáveis para consumo humano (10 mg/l), tendo aumentado de 6 mg/l para 30 mg/l nos últimos anos, segundo o Portal do Meio Ambiente.

A CAERN, empresa responsável pelo fornecimento de água no estado do RN, alega ter iniciado um plano de ação que visa reduzir o dano causado pela presença do nitrato, diluindo a água contaminada (que provem do lençol subterrâneo) com água da Lagoa do Jiqui.

É necessário, todavia, um plano de ação que coopere para a redução eficaz do teor de nitrato no subsolo, que é desencadeado pelo uso de fossas sépticas, considerando que não há saneamento básico em muitas localidades da capital e dos municípios circunvizinhos.

A cidade do Natal é abastecida basicamente por duas reservas naturais: a lagoa de Extremoz, que supre a zona norte, e a lagoa do Jiqui, atendendo à zona sul da cidade. Alguns poços também compõem as fontes de abastecimento, porém a principal preocupação atualmente tem sido atribuída à expansão industrial e imobiliária nas proximidades com os afluentes do rio Pitimbu que seguem rumo à lagoa do Jiqui.

Ao longo de seus 37 km de extensão, com uma profundidade que varia de 0,5 m a 1,5 m, e uma vazão de 1500 m³/h (segundo o Comitê da Bacia Hidrográfica do Pitimbu), o rio Pitimbu tem recebido sistematicamente o despejo de resíduos industriais e de esgotos residenciais, os quais tem afetado drasticamente a qualidade da água a ser tratada para chegar às torneiras dos moradores da zona sul da cidade. A degradação causada pela ação antrópica não pode ser avaliada apenas sob o ponto de vista local, pois, como afirma Sioli (1975), apud Negret (1982): “os rios não podem ser considerados como um microcosmo ou como um organismo independente e autônomo, pois o sistema de fluxo hídrico carrega matéria procedente de todo o meio físico por onde o rio passa”. Portanto, faz-se necessário difundir uma maior conscientização da sociedade para que certas precauções sejam tomadas a tempo de evitar a morte prematura do rio Pitimbu, e essas medidas conscientizadoras devem iniciar já na fase do aprendizado juvenil, conforme será descrito adiante.

2. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Deve-se considerar, com base nos resultados obtidos por meio da medição realizada com uso do densímetro magnético nas águas do rio Pitimbu, que não há diferenças significativas quanto à densidade, assim como em relação às demais propriedades físicas analisadas, exceto pela condutividade elétrica no ponto 5, cujo valor mais elevado deve-se provavelmente à proximidade daquele ponto com o litoral, onde a salinidade é maior que na região interiorana do estado, tendo em vista que o rio Pitimbu, após efluir da lagoa do Jiqui passando a ser chamado de rio Pium (onde foi feita a referida coleta, a 3,2 km do litoral), e mais adiante recebendo o nome de rio Pirangi, segue seu curso até finalmente alcançar a foz na costa atlântica, entrando em contato com águas salinas.

Não se pode negligenciar o fato que a coleta realizada representa tão somente os resultados obtidos em um curto período de tempo, o que certamente não permite inferir acerca de variações significativas ao longo das demais estações climáticas do ano, e tampouco, corroborar a hipótese de que as propriedades físicas variem significativamente, ponto a ponto, em diferentes dias de coleta. Estas questões só poderão ser respondidas através de uma pesquisa exaustiva durante, pelos menos, 365 dias, o que no caso em questão não se tornou viável.

Um aspecto relevante neste estudo é a resposta positiva dos atores sociais envolvidos na coleta voluntária, salientando que, embora não seja tarefa fácil envolver a comunidade em programações que exijam acordar cedo em um final de semana para participar de um evento ecológico, no qual são dadas orientações sobre coleta autônoma e suas técnicas e instrumentos para análise da qualidade da água, principalmente quando se trata de crianças acompanhadas pelos pais ou responsáveis, mesmo assim, houve ostensiva manifestação de satisfação por parte das pessoas convidadas, cientes de que estão cooperando para elevar o nível de cidadania de seus filhos, e eles próprios realizando algo que a médio e longo prazo se reverterá em benefício para a preservação do meio ambiente.

3. CONCLUSÃO

A capacidade de envolver a comunidade, tornando-a apta a produzir atores sociais inseridos na questão ecológica é algo que mostrou ser cada vez mais necessária neste estudo.

O uso da tecnologia social, visando aproximar o cidadão comum do ambiente de pesquisa acadêmica, ainda que de maneira informal, também estimula a gestão participativa. E, deste modo, ao levar o conhecimento simples das técnicas e ferramentas de fácil uso e acesso aos habitantes das regiões próximas às margens do rio, ainda que alguns sejam moradores de condomínios residenciais construídos sob a égide da ocupação imobiliária vigente, é possível contemplar uma realidade onde o saber tecnológico social poderá fortalecer o engajamento voluntário para que mais e mais pessoas busquem conhecer a realidade dos recursos naturais da região, e conseqüentemente possam monitorar mudanças na qualidade do ambiente, a fim de que tenham respaldo técnico para exigir ações gestoras que garantam a sustentabilidade.

Neste sentido, os comitês de bacias hidrográficas necessitam de maior participação social, o que pode ser alcançado por meio de atividades comunitárias como a que foi descrita neste estudo, fazendo um paralelo, inclusive com o evento conhecido como o World Water Monitoring Day (Dia Mundial de Monitoração da Água), comemorado no dia 18 de setembro, e que a cada ano tem envolvido mais e mais pessoas ao redor do mundo, para realizar coleta de água em córregos e riachos, analisando junto com crianças em fase escolar, as características de seus mananciais, para que a consciência ecológica não se perca nos discursos acadêmicos que muitas vezes não realizam mudanças realistas no pensamento coletivo.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Publicações:

- ASSIS, J.B.L. (2007), Controle social no saneamento: perspectiva para uma cidade saudável, Natal, Agência Reguladora de Serviços de Saneamento Básico do Município do Natal, 138 p.
- FOX, R.W., MCDONALD A.T. (1998), Introdução à Mecânica dos Fluidos, Rio de Janeiro, LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 662 p.
- FUNASA (2006), Manual de Saneamento – Orientações técnicas, Brasília, Fundação Nacional da Saúde, 408 p.
- FUNASA (2002), Textos de Epidemiologia para Vigilância Ambiental em Saúde, Brasília, Fundação Nacional da Saúde, 132 p.
- LEME, F.P. (1990), Teoria e Técnicas de Tratamento de Água, Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), 608 p.
- NEGRET R. (1982), Ecossistema: unidade básica para o planejamento da ocupação territorial: ecologia e desenvolvimento, Rio de Janeiro, Ed. da Fundação Getúlio Vargas, 93 p.
- PETTA, R.A. (2005), SIG APLICADO À ANÁLISE DAS RELAÇÕES DA QUALIDADE DA ÁGUA E RISCO EM SAÚDE PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE NATAL (RN), Goiânia, Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE, p. 2313-2321.
- SISSINO, C.L.S., OLIVEIRA, R.M., FERREIRA, J.A., DIAS, A.E.X.O., KLIGERMAN, D.C., FREITAS, C.M., VALADARES, J.C. (2003), Resíduos Sólidos, Ambiente e Saúde, Rio de Janeiro, Editora Fiocruz, 142 p.
- SPEIJERS, G.J.A. et al (2007), Nitrate and Nitrite in Drinking Water, Netherlands, World Health Organization (WHO), 29 p.
- WETZEL R.G. (1993), Limnologia, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1011 p.

Seminário:

TEIXEIRA, E.A. (2008), Plano de Gestão Integrada da Bacia do Pitimbu, Natal, IGARN.

Internet:

<http://www.meioambiente.ufrn.br/conteudo/dma/dma2.php?idNoti=1427&ato=noticias>

UTILIZAÇÃO DE GALACTOMANANAS MODIFICADAS DE *Caesalpinia pulcherrima* COMO BIOSORVENTE DE ÍONS COBRE E FERRO EM ÁGUA – INFLUÊNCIA DA AGITAÇÃO

R. C. Carmo¹; L. G. Franca²; M. J. L. Chaves³; H. O. Rolim⁴ e R. C. Braga⁵

^{1, 2, 3, 4 e 5} Instituto Federal do Ceará - Campus Limoeiro do Norte
rafaelcampos@ifce.edu.br; Luana.galdinof@gmail.com; jucienelima.juju@gmail.com
hosineide@ifce.edu.br; rchastinet@ifce.edu.br

RESUMO

Atualmente a água vem sendo uma preocupação mundial, pois o índice de escassez e poluição da mesma está cada vez maior. O caso da poluição dá-se por diversas maneiras, como por exemplo: despejos de esgotos domésticos, residenciais, agrícolas e industriais. Na poluição industrial das águas produzida há presença de certos metais pesados ou tóxicos, onde tende a ameaçar o meio ambiente e conseqüentemente a vida humana e a dos animais. A biossorção utilizando biomassa natural é um exemplo de teste de remoção de metais tóxicos em matrizes aquáticas. Esse recurso possui inúmeras vantagens como seu baixo custo, por ser biodegradável, ampla disponibilidade e possui uma ótima eficiência. No Ceará existe uma grande variedade e disponibilidade de plantas que estão sendo utilizadas em vários testes com o mesmo intuito de descontaminação, visando à utilização de polissacarídeos como biossorventes de íons de metais tóxicos em águas. Neste trabalho estão sendo testadas galactomananas de semente típica da região Jaguaribana, visando à utilização dela como biossorventes de íons metálicos. Foi utilizado o polissacarídeo modificado da semente de *Caesalpinia pulcherrima*. No processo de produção, os polissacarídeos foram extraídos e insolubilizados com epícloridrina em meio básico. O mesmo foi utilizado como biossorvente de íons Cu^{2+} e Fe^{3+} , onde já se obteve grande eficiência nos resultados. Em testes iniciais ficaram comprovados a afinidade do polissacarídeo modificado para adsorver íons de cobre e ferro em uma concentração inicialmente baixa. Em seguida observou-se o comportamento de adsorção com o aumento da concentração e a influência da agitação na adsorção. O gel de *C. pulcherrima*, obteve um percentual de retenção para uma concentração de 50ppm de íons cobre e ferro cerca de 30% e 10% respectivamente. Enfim, pode-se evidenciar que os polissacarídeos modificados da semente de *C. pulcherrima* podem ser usados como biossorventes de metais em água, pois seus resultados já demonstram a eficiência dessa nova tecnologia que poderá ser empregada para o tratamento de efluentes ricos em metais tóxicos prejudiciais ao meio ambiente e a vida humana.

Palavras-chave: polissacarídeos, biossorventes, metais tóxicos

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural escasso e de uma crescente preocupação da população mundial, pois é fator essencial na manutenção da vida e no desenvolvimento do planeta. O Brasil é um país privilegiado, já que possui 13% dos recursos hídricos superficiais de água doce do planeta (Braile & Cavalcanti, 1993).

Poluição é qualquer alteração física, química ou biológica que altere o ciclo biológico normal, interferindo na composição da fauna e da flora do meio (Aguilar et al, 2002).

A poluição das águas pode ser de origem orgânica ou inorgânica, ocasionada pelo despejo de esgoto por residências, propriedades comerciais, agrícolas e indústrias. As águas residuárias contêm vários grupos de contaminantes. Entre os poluentes inorgânicos merecem destaque os metais tóxicos.

A contaminação do ambiente por metais tóxicos tem se tornado um problema mundial, afetando a produtividade das culturas, da biomassa e da fertilidade do solo, contribuindo para a bioacumulação na cadeia alimentar (Gratão et al, 2005).

Os metais tóxicos são um tipo de poluente que atrai a preocupação da população, pois, são prejudiciais a saúde em quantidades pequenas causando diversos problemas a saúde, em muitos casos problemas neurológicos.

Os metais tóxicos estão presentes em vários segmentos naturais. No entanto, a atividade humana com o desenvolvimento industrial mudou os ciclos biogeoquímicos que influenciam a transferência desses elementos (Pereira & Kuch, 2005).

A biossorção é uma tecnologia de remoção de metais em soluções aquosas que vem chamando a atenção de pesquisadores nos últimos anos. O Processo emprega biomassa viva ou morta para adsorver metais de soluções (Naja et al, 2005). O baixo custo e a alta eficiência em remover metais em soluções diluídas são algumas das vantagens do método (Suzuki et al, 2005).

Os polissacarídeos naturais são fontes de uma matéria prima de ampla utilização. Os polissacarídeos naturais são bastante usados por serem biodegradáveis, extraídos de fontes renováveis e apresentar comportamento semelhante aos polímeros sintéticos (Brito, 2000).

Os polissacarídeos naturais originados de plantas típicas do nordeste vem sendo estudados nos últimos anos (Moreira, 1998; Teixeira et al, 2007; Braga, 2001; Lima et al, 2002; Cunha et al, 2009) e são um material com grande potencial mas ainda pouco comercialmente explorados (Cunha et al, 2009).

O Estado do Ceará dispõe de uma grande diversidade de polissacarídeos vegetais que podem ser facilmente modificados para formar géis insolúveis e estáveis (Teixeira et al, 2007; Braga, 2001; Lima et al, 2002).

Levando em conta o potencial da região na disponibilidade de sementes, o interesse em novos biossorbentes e a carência de estudos de aplicação de polissacarídeos vegetais, nesta pesquisa realizou-se o estudo com polissacarídeos de galactomananas das sementes de *Caesalpinia pulcherrima*, planta típica da região, estudada como matrizes capazes de adsorver íons manganês e cobre de águas, sendo realizados diversos estudos como a influência da agitação no processo de biossorção para melhor caracterizar o biossorbente em estudo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Polissacarídeos naturais

Polissacarídeos são polímeros naturais, os quais podem ser constituídos de um único ou de diferentes tipos de monossacarídeos (Cunha et al, 2009).

Polissacarídeos constituem uma das classes mais abundante e diversificada de polímeros naturais. Muitos deles estão se tornando mais e mais importante para aplicações industriais e biológicas (Kai & Petkowicz, 2009).

Do ponto de vista estrutural, estes polissacarídeos apresentam cadeias lineares ou ramificadas compostas de unidade glicosídicas, podendo apresentar de cem a mil unidades. Podem ser homo ou heteroglicanas, constituindo respectivamente de um ou mais tipos de monossacarídeo (Teixeira, 2001). Podem ser usados como agentes espessantes, geleificantes, emulsificadores, estabilizantes e adesivos. Estas propriedades fazem com que estes polissacarídeos sejam ferramentas úteis em diversos segmentos industriais como o petrolífero, o farmacêutico, o de papel, o microbiológico, o odontológico, o de cosméticos, o de tintas e o alimentício (Azero, 1999).

2.2 Polissacarídeos de sementes

A maioria das sementes contém amido como o principal estoque alimentar para uso da planta em sua fase embrionária e seu crescimento inicial. Quase todas as plantas, fontes de alimento para homens, produzem sementes com amido como carboidrato de reserva (Whister & Be Miller, 1993).

Além do amido podem ocorrer outros polissacarídeos de reserva que são mobilizados após a germinação da plântula em desenvolvimento (Bewley & Black, 1986). São polissacarídeos de reserva e de parede celular. A extração de um polissacarídeo extraído da parede celular das plantas superiores, na maioria dos casos, é extremamente complicada devido, por outro lado, os polissacarídeos de reserva podem ser isolados a partir de sementes sob condições brandas, com uma pureza relativamente elevada e rendimento. (Kai & Petkowicz, 2009).

A importância destes polissacarídeos de sementes tem aumentado devido à tendência mundial de usar mais produtos à base de plantas por razões ecológicas. Sementes são uma antiga fonte de polissacarídeos vegetais que além do amido podem conter mananas, galactomananas, glucomananas, arabinas e xiloglucanas.

2.3 Galactomananas de *Caesalpinia pulcherrima*

Caesalpinia pulcherrima é uma árvore de pequeno porte que pode atingir 3 ou 4 metros na fase adulta, é conhecida popularmente como flamboianzinho, flamboiant-mirim, flor-de-pavão, barba de barata ou brado de estudante. É muito apreciada pelas qualidades ornamentais de suas flores, que apresentam diversas tonalidades e cores como rosa, amarelo, vermelho, laranja e vermelha com extremidades amarelas (Roach et al., 2003).

O endosperma é a principal fonte de galactomananas, apesar delas também serem encontradas em líquens, leveduras e fungos (Tavares, 1998). A quantidade de endosperma nas sementes é muito variável, podendo atingir valores superiores a 50% do seu peso.

O endosperma das sementes de *Caesalpinia pulcherrima* representa 30% da semente íntegra e é rico em galactomananas (95%) (Braga, 2001). A estrutura das galactomananas consiste de uma cadeia principal linear β -D-(1 \rightarrow 4) de manose com ramificações de galactose ligadas α (1 \rightarrow 6) (Andrade et al, 1999).

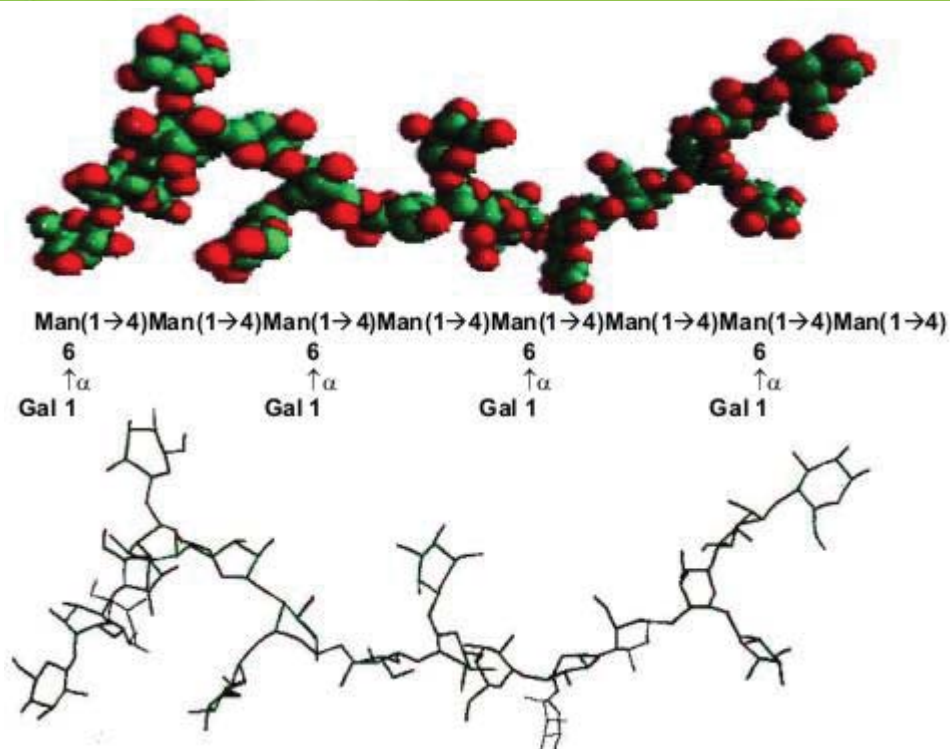


Figura 1- Estrutura clássica de galactomananas

A maior diferença entre galactomananas de sementes de espécies distintas está na relação manose/galactose e na distribuição dos resíduos galactopiranosil na cadeia principal. Para goma endospermica de *Caesalpinia pulcherrima*, a relação de manose/galactose é de 2,8 (Andrade et al, 1999), contudo sua distribuição ainda não foi esclarecida.

2.4 Metais Tóxicos

Metais tóxicos são comumente chamados de metais pesados. Os metais pesados constituem um grupo de aproximadamente 40 elementos. Um metal é considerado pesado quando, em sua forma elementar, apresentar uma densidade igual ou superior a 5 g/cm³ ou quando seu número atômico for maior que 20. A presença de metais pesados na crosta terrestre é menor que 0,1%.

Os metais pesados se encontram divididos em 2 grupos: Oligoelementos ou micronutrientes: São os requeridos em quantidades pequenas por plantas e animais, sendo necessários para que os organismos completem o ciclo vital, neste grupo se encontram: As, B, Co, Cr, Cu, Mo, Mn, Ni, Se e Zn e Metais pesados sem uma determinada função biológica: que em quantidades elevadas no organismo produzem doenças; são tóxicos e apresentam a propriedade de serem acumulados em organismos vivos, são principalmente: Cd, Hg, Pb, Sb, Bi.

O uso intenso de produtos que contém metais tóxicos em vários ecossistemas, causando efeitos adversos e alterando o padrão dos ciclos biogeoquímicos naturais. Portanto, os metais tóxicos têm recebido atenção especial, uma vez que não são biodegradáveis ou biotransformados, permanecendo como contaminantes persistentes nos ecossistemas e cadeias alimentares (Shanker et al, 2005).

A ingestão destes contaminantes pode afetar não só a produtividade e a capacidade reprodutiva de diversos organismos, mas, em última análise, afetam a saúde do homem que depende destes organismos como uma das principais fontes de proteínas (Davies et al, 2006).

A intoxicação com metais tóxicos provoca um conjunto específico de sintomas e um quadro clínico próprio. Eles agem, principalmente, formando complexos com as enzimas funcionais danificando as funções orgânicas ou aderindo às membranas celulares e interferindo no transporte de moléculas essenciais (Aguiar et al, 2002).

Pelo fato de não serem degradados, estes metais lançados no meio ambiente causam maiores impactos ambientais do que a poluição causada por pesticidas, dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio e monóxido de carbono (Barros-Júnior, 2001).

A presença de metais tóxicos em ambientes aquáticos é conhecida por causar graves danos à vida aquática, além de reduzir a capacidade autodepurativa das águas, devido à ação tóxica exercida por estes elementos sobre os microrganismos responsáveis pela depuração natural (Barros, 2006).

2.5 Uso de biosorventes no controle da poluição por metais tóxicos

Existem diversos métodos de retirada de íons de metais tóxicos de soluções aquosas tais como: troca iônica, precipitação química, cristalização, coagulação, floculação, adsorção, biossorção, extração por solvente, redução, ultrafiltração, eletrolise, eletrodialise, osmose reversa e processos de membrana (Souza et al, 2008; Chen et al, 2008; Aguilar et al, 2002; Murphy et al, 2008).

Os métodos mais utilizados são precipitação química, troca iônica e osmose reversa. Estes apresentam uma série de desvantagens, tais como grande necessidade de reagentes, remoção de íons sem seletividade, alto custo e produção de resíduos ou subprodutos indesejáveis (Suzuki et al, 2005; Souza et al, 2008; Arslan & Pehlivan, 2007). Assim, métodos biotecnológicos como biossorção surgem como uma alternativa interessante.

A pesquisa por novas tecnologias de remoção de metais tóxicos de águas residuais tem sido direcionada para a biossorção, baseada na capacidade de ligação de metais a distintos materiais biológicos. O uso de adsorventes de origem biológica vem emergindo na última década como uma das mais promissoras alternativas para recuperação de metais tóxicos (Vieira & Volesky, 2000).

Biosorventes demonstram capacidade de assimilação de metais e são de baixo custo. Já em 1999, Bailey et al listaram diversos materiais de origem biológica que foram testados como adsorventes, entre eles ligninas, quitina, quitosana, biomassa, algas, alginatos, xantanas, cascas de troncos entre outros.

Apesar de muitos materiais biológicos ligarem a metais tóxicos, somente aqueles com alta capacidade e seletividade são adequados para o uso em processos de biossorção em grande escala (Kratochvil & Volesky, 1998).

3. MATERIAS E MÉTODOS

3.1 Purificação dos polissacarídeos *Caesalpinia pulcherrima*

As galactomananas de *Caesalpinia pulcherrima* foram purificadas por precipitação com etanol. As sementes foram submetidas a aquecimento em água a 100°C em chapa aquecedora por 10 minutos. O endosperma foi obtido pela separação manual utilizando uma espátula metálica, liquidificado, liofilizado e homogeneizado. A goma foi submetida à extração aquosa por 15 horas, centrifugada e o sobrenadante foi precipitado com etanol (1:3 v/v), em seguida o precipitado foi colocado em acetona por 12 horas, filtrado em funil de placa sinterizado a vácuo e por fim macerado ao calor seco com o auxílio de um pistilo e almofariz.

3.2 Modificação dos polissacarídeos *Caesalpinia pulcherrima*

Os polissacarídeos foram modificados pelo agente epicloridrina na presença de NaOH. Foi adicionado NaOH a 40°C ao polissacarídeo purificado, a mistura foi homogeneizada e então adicionou-se a epicloridrina. Depois permaneceu em estufa a 40°C durante 24h, em seguida a temperatura foi

elevada a 70°C overnight. Após este período, o material foi exaustivamente lavado com água destilada, no qual suas partículas suspensas foram removidas e homogeneizadas em peneira de 30 mesh, por fim o gel foi congelado e em seguida liofilizado obtendo-se a massa seca do polissacarídeo modificado.

3.3 Soluções Metais

Uma concentração de 50mg/L de solução de Cu^{2+} e Fe^{3+} foi preparada pela dissolução de sais em água destilada.

3.4 Teste de Biossorção

Inicialmente foram feitos teste preliminares utilizando 1g de polissacarídeo em 100mL de solução de metal em concentrações inferiores a 5 mg/L. Estes resultados indicavam a existência da interação entre metal e polissacarídeo. Depois destes resultados eram feitos teste com 10mg/L e observados. Eram coletados amostra em 5 tempos diferentes de contato em 3 ensaios diferentes. Depois destes resultados preliminares foi feito o teste de com a 50mg/L. Inicialmente 2 ensaios com 3 tempos de contato depois foi feito o teste sob agitação.

A habilidade de adsorção dos polissacarídeos modificados foi estudada utilizando uma concentração padrão de 50mg/L para os metais em estudo, agitação e tempo de contato. Para a concentração estudada, uma determinada massa do material adsorvente foi adicionada à solução. As concentrações dos metais em solução foram determinadas utilizando um Espectro de Absorção Atômica (Modelo Varian SpectrAA55) e comparadas antes e depois do contato com os polissacarídeos. A quantidade de metal removida foi dada pela relação entre a diferença da concentração final e inicial e a massa de adsorvente utilizada.

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Tabela 1 – Análise Elementar de polissacarídeo de semente de *Caesalpinia pulcherrima*

Análise	Percentual
Umidade	15,15%
Cinzas	0,61%
Proteínas	1,35%
Lipídios	0,01%
Galactomananas	82,79%

O alto teor de galactomanana foi calculado por diferença, a partir da massa do produto seco.

Foram realizadas algumas análises com o polissacarídeo modificado ou gel no qual o mesmo apresentou umidade de 13,85% e 0,14% de cinzas.

Os resultados dos ensaios realizados de biossorção para os metais em estudo podem ser visualizados pelos gráficos 1 e 2.

Analisando as curvas de adsorção apresentado pelos gráficos em estudo é relevante a boa afinidade do adsorvente pelos íons cobre e ferro, assim obteve-se resultados satisfatórios para a adsorção dos metais em análise.

Pela análise das curvas de adsorção do gráfico 1 observa-se que com apenas 1 hora de contato empregando-se um sistema de agitação ocorre mais de 30% de adsorção do íons de cobre da solução e quando não usa-se o sistema citado a biossorção ocorre gradativamente chegando à mais de 25% de adsorção com 5 horas de contato. Apesar do emprego da agitação aumentar a adsorção nas horas iniciais de contato, com 4 horas de contato verifica-se um resultado bem semelhante tanto para o

processo com sistema de agitação como para a adsorção em repouso, obtendo-se em torno de 26% de adsorção na hora citada.

No gráfico 2 podemos analisar pela curva de adsorção apresentada, que os íons ferro da solução em estudo se comparado com os de cobre, apresenta menor grau de afinidade para ser adsorvido pelo polissacarídeo. Empregando o sistema de agitação a adsorção ocorre em torno de 10% com 5 horas de contato, já se a solução estiver em contato com o polissacarídeo mas em repouso sua retenção dificulta, o máximo de adsorção ficou em torno de 7% para o mesmo tempo empregado no sistema anterior.

Portanto, observa-se a eficiência considerável do adsorvente em estudo para adsorção dos metais testados e fica evidente que se empregado o sistema de agitação, o mesmo melhora as condições de adsorção aumentando-se seu percentual. Contudo, por suas diversas vantagens como seu baixo custo, por ser biodegradável e renovável, faz necessária a aplicação de polissacarídeos modificados em sistemas para tratamento de águas residuárias, efluentes que apresentem percentuais de metais tóxicos acima da legislação específica, sendo viável sua aplicação pelos resultados apresentados.

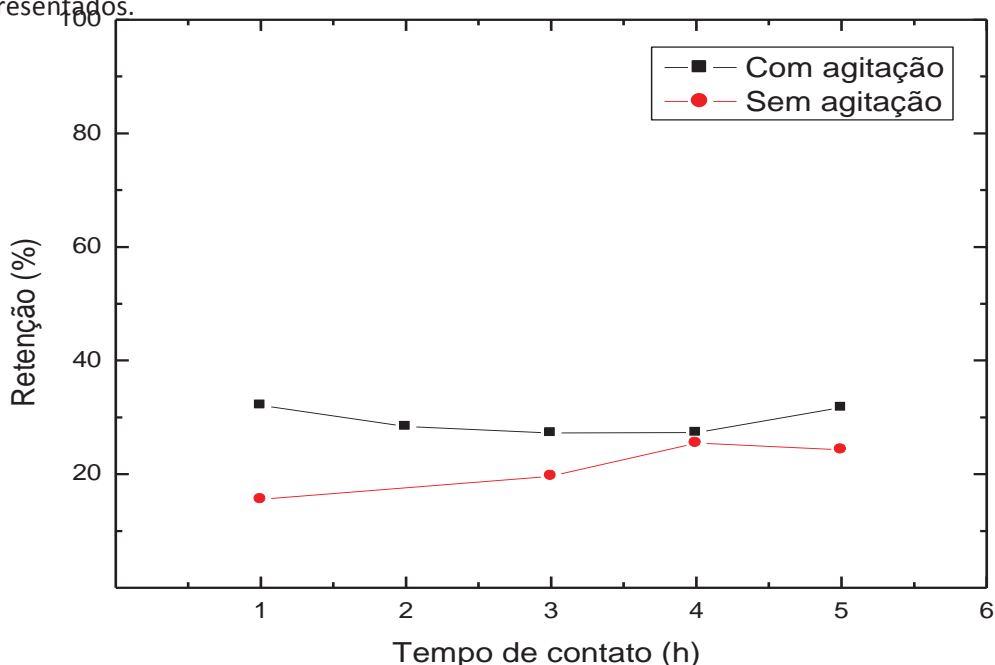


Gráfico 1 – Percentual de adsorção utilizando polissacarídeo reticulado de *C. pulcherrima*. A solução de contato de 50 ppm de cobre, em preto teste realizado com agitação de 150rpm e em vermelho teste realizado sem agitação.

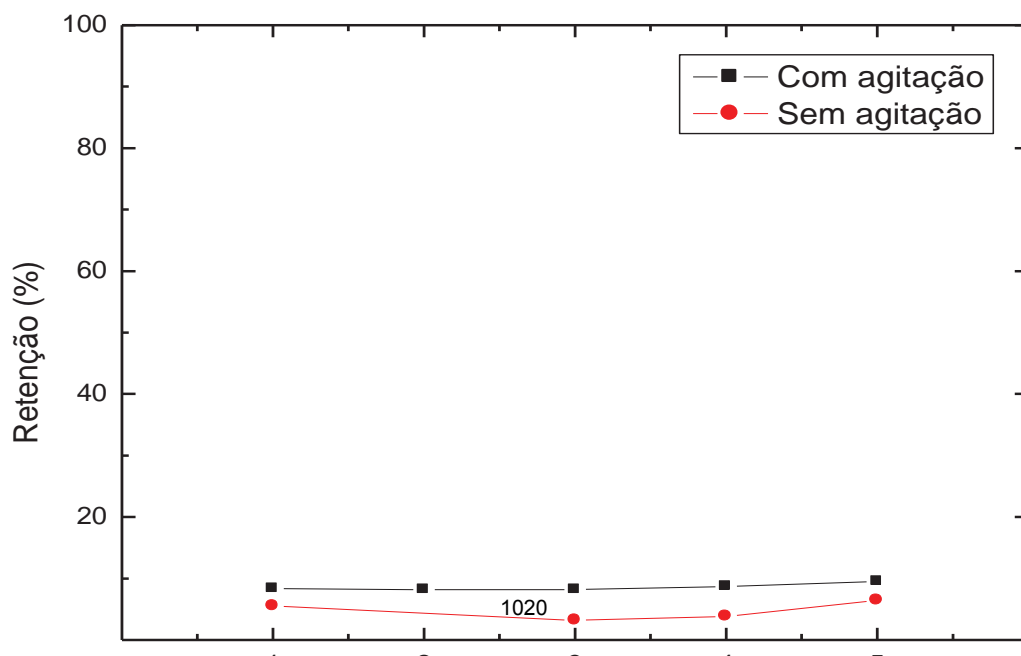


Gráfico 2 – Percentual de adsorção utilizando polissacarídeo reticulado de *C. pulcherrima*. A solução de contato de 50 ppm de ferro, em preto teste realizado com agitação de 150rpm e em vermelho teste realizado sem agitação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em vista da pesquisa realizada, podemos considerar essa nova tecnologia em estudo como sendo viável sua aplicação como adsorvente de metais tóxicos em águas residuárias ou efluentes, pois os polissacarídeos modificados da semente de *C. pulcherrima* apresentaram boa eficiência no processo de biossorção para íons dos metais de cobre e ferro.

Diante das análises de adsorção realizadas, podemos concluir que a biossorção apresenta melhores resultados de retenção quando empregado o sistema de agitação, pois com o mesmo os resultados de adsorção apresentaram-se com um maior percentual se comparado a adsorção em que a solução se encontra em repouso. Se compararmos os resultados em geral dos dois metais em estudo, podemos concluir que o polissacarídeo modificado de *C. pulcherrima* apresenta maior afinidade de adsorção para os íons cobre do que para os de ferro, pois seu percentual de retenção foi mais elevado.

Em comparação aos adsorventes industriais, o gel de *C. pulcherrima* apresenta diversas vantagens como, ser de fonte renovável, biodegradável, apresenta boa disponibilidade e seu processo é de simples execução e baixo custo, por tudo deve ser estudado com maiores detalhes, pois há a necessidade de se pesquisar qual o seu máximo de eficiência que o mesmo pode alcançar.

Enfim, a presente pesquisa está em andamento, mas já é de notável importância sua abrangência, pois ficaram comprovados com os ensaios realizados que os polissacarídeos modificados das sementes de *Caesalpinia pulcherrima* apresentam alta eficiência como biossorvente de metais, no qual em um futuro próximo devido as suas inúmeras vantagens apresentado, será utilizado como uma nova tecnologia de adsorção de metais em substituição de outras existentes que apresentam uma série de desvantagens.

6. REFERÊNCIAS

Aguiar, M. R. M. P.; Novais, A. C.; Guarino, A. W. S.: Remoção de Metais Tóxicos de Efluentes Industriais por Aluminossilicatos. Quím. Nova, 25:1145–1154, 2002.

Andrade, C T; Azero, E G ; Luciano, L ; Goncalves, M P Solution properties of the galactomannans extracted from the seeds of *Caesalpinia pulcherrima* and *Cassia javanica*: comparison with locust bean gum. Int-J-Biol-Macromol 26(2-3): 181-5, 1999.

Arslan, G., Pehlivan, E. Batch removal of chromium(VI) from aqueous solution by Turkish brown coals. Bioresource Technol. 98:2836–2845, 2007.

Azero, E. G. R. Galactomananas de Fontes Não- Tradicionais e sua Utilizaçãom Misturas. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro, 1999, 216pp.

Barros, A. J. M.: Estudo termogravimétrico do processo de sorção de metais tóxicos por resíduos sólidos orgânicos. Eng. Sanit. Ambient. 11(22), 2006.

Braile, P. M.; Cavalcanti, J. E. W. A. Manual de Tratamento de Águas Residuárias. CETESB, 1993.

BRAGA, Renata Chastinet Teixeira-Sá Daniele Maria Alves, Ribeiro Alexsandra Feitosa, Miranda Raquel Lima, Almeida Lia Magalhães de, Horta Ana Cecília Góes, Moreira, Renato Azevedo. Evaluation of Caesalpinia pulcherrima endospermic gum as affinity matrices for galactose-binding lectins interaction. Braz. arch. biol. technol., Curitiba, v. 54, n. 2, Apr. 2011 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132011000200009&lng=en&nrm=iso>. access on 29 July 2011. doi: 10.1590/S1516-89132011000200009.

Brito, A. C. F. de, Composição e Efeito de Íons nas Propriedades Físico-Químicas da Goma Exsudada da Sterculia striata (Chichá), Master Thesis. Fortaleza, 81 pp, 2000.

Chen, A.-H.; Liu, S.-C.; Chen, C.-Y.; Chen, C.-Y. Comparative adsorption of Cu(II), Zn(II), and Pb(II) ions in aqueous solution on the crosslinked chitosan with epichlorohydrin **Journal of Hazardous Materials** 154:184–191, 2008.

Davies, O. A.; Allison M. E; Uyi, H. S.: Bioaccumulation of heavy metals in water, sediment and periwinkle (*Tympanotonus fuscatus* var *radula*) from the Elechi Creek, Niger Delta. African Journal of Biotechnology 5(10): 968-973, 2006.

Gratão, P. L.; Prasad, M. N. V., Cardoso, P. F., Lea, P. J.; Azevedo, R. A. Phytoremediation: green technology for the clean up of toxic metals in the environment. Braz. J. Plant Physiol, vol.17, n.1, pp. 53-64, 2005.

Lima, R. S. N.; Lima, J. R.; Salis, C. R.; Moreira, R. A. Cashew-tree (*Anacardium occidentale* L.) exudate gum: a novel bioligand tool Biotechnol. Appl. Biochem. 35: 45–53, 2002.

Murphy, V.; Hughes, H.; McLoughlin, P. Comparative study of chromium biosorption by red, green and brown seaweed biomass. Chemosphere. 70:1128-1134, 2008.

Naja, G.; Mustin, C.; Berthelin, J.; Volesky, B. Lead biosorption study with *Rhizopus arrhizus* using a metal-based titration technique, J. Colloid Interface Sci.. 292:537–543, 2005.

Roach, J. S.; Mclean, S.; Reynolds, W. F.; Tinto, W. F. : Cassane Diterpenoids of *Caesalpinia pulcherrima*. J. Nat. Prod., 66: 1378-1381, 2003.

Souza, J. I.; Schoenlein-Crusius, I. H.; Pires-Zottarelli, C. L. A.; Schoenlein, N. C. Biossorção de cobre, manganês e cádmio por biomassa de *Saprolegnia subterrânea* (Dissmann) R. L. Seym. e *Pythium torulosum* Coker & P. Patt (Oomycetes). Acta bot. Bras. 22 (1):217-233, 2008.

Suzuki, Y.; Kametani, T.; Maruyama, T. Removal of heavy metals from aqueous solution by nonliving *Ulva* seaweed as biosorbent. Water Research 39:1803–1808, 2005.

Teixeira, D. M. A.; Braga, R. C.; Horta, A. C. G.; Moreira, R. A.; Brito, A. C. F.; Maciel, J. S.; Feitosa, J. P.; Paula, R. C. M. (2007): Spondias purpurea Exudate polysaccharide as affinity matrix for the isolation of a galactose-binding-lectin. Carbohydrate Polymers, v. Press, p. Article in Pres, 2007.

Vieira, R. H. S. F & Volesky, B.: Biosorption: a solution to pollution? , **Internatl Microbiol** 3:17–24, 2000.

UTILIZAÇÃO DE POLISSACARÍDEOS NATURAIS MODIFICADOS COMO BIOSORVENTES DE FERRO (Fe^{3+}) E MANGANÊS (Mn^{2+}) EM ÁGUA

L. G. FRANCA¹, R. C. BRAGA², M. J. L. CHAVES³ e R. C. CARMO⁴

^{1,2,3,4}Instituto Federal do Ceará

E-mail: luana.galdino@gmail.com¹

RESUMO

Poluição é sempre um tema muito amplo. Ouve-se falar sobre diversos tipos de poluição, da água, do ar, do meio ambiente, etc., mas este trabalho abordará um pouco sobre a poluição da água, porém, principalmente sobre uma tecnologia utilizada para remoção de poluente nestas. Como sabemos a água é um recurso natural que atualmente vem trazendo uma atenção especial, pois o índice de poluição nos corpos hídricos está cada vez mais aumentando, conseqüentemente, a escassez desta. A poluição no geral é causada devido ao lançamento de esgotos domésticos, industriais (por meio de acesso clandestino ao corpo receptor), uso de produtos agrícolas e o próprio lixo. E como sabemos, nessas águas há presença de alguns metais tóxicos que tendem a ameaçar a vida humana e animal também. Em meio a tantas pesquisas e trabalhos realizados para obter sucesso em tratamento da poluição nos corpos hídricos, pode-se destacar a Biosorção que é uma nova tecnologia de remoção de metais em meios aquosos, que possui tanto uma ótima eficiência como um baixo custo. Este pode ser realizado com matéria prima encontrada na natureza e em bastante abundância, no caso em sementes de plantas ornamentais. Como no Ceará há uma grande disponibilidade e variedade dessas plantas, estas vêm sendo testadas em várias pesquisas buscando a utilização como materiais biossorventes de íons tóxicos em água. Neste trabalho, foi utilizada galactomanana da semente de *Caesalpinia Pulcherrima* conhecida na região como brejo de estudante. Sua estrutura é de D-Galactose e D-Manose (açúcares) as duas formam a estrutura de um polissacarídeo, este por sua vez foi extraído das sementes, isolados em álcool, em seguida passou por um processo de modificação numa reação cruzada de epícloridrina em meio básico, a qual denominamos de insolubilização. Após a modificação, o produto final que se dá o nome de "GEL" foi testado como biossorventes em ensaios com soluções de Metais. Os ensaios foram feitos com 1g do GEL para 100ml da solução de cada metal (Ferro Fe^{3+} e Manganês Mn^{2+}) deixado em contato por 24h ou em agitação por 5 horas, sendo coletado uma alíquota a cada hora, as alíquotas foram levadas ao espectrofotômetro de absorção atômica EAA, para serem feitas as leituras, com os dados calculados. Foi possível observar certa afinidade desta semente como um método de retenção dos metais, os resultados indicam que galactomananas podem ser modificadas e utilizadas com biossorventes de metais em água.

Palavras-chave: polissacarídeos, biossorventes, metais tóxicos.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural que como sabemos é de fundamental importância para a manutenção de vida e sobrevivência do homem, animais e toda matéria viva existente, mas que vem sendo alvo de uma atenção especial devido ao seu índice de poluição que tem aumentado atualmente. Essa poluição nos corpos hídricos, seja superficiais, seja subterrâneos pode ser originado de maneira orgânica ou inorgânica, ocasionada pelo despejo de esgotos residenciais, propriedades comerciais, agrícolas e indústrias. Nesses despejos existem vários contaminantes, podendo destacar de maneira significativa os metais tóxicos. Várias pesquisas, testes estão sendo realizados com objetivo de provar a eficiência da absorção destes metais em meio aquoso através do uso de recursos naturais, onde podemos citar como uma das várias fontes de pesquisa o uso de polissacarídeos de galactomananas extraída do endosperma de vários tipos de sementes, uma delas e de grande disponibilidade em nossa região é a *Caesalpinia pulcherrima*, popularmente conhecida como “brejo de estudante”.

As galactomananas são polímeros que ocorrem principalmente nos endospermas das sementes das leguminosas. As galactomananas das diferentes espécies diferem com respeito à proporção entre os resíduos de D-manose e D-galactose na molécula, bem como os teores destes compostos nas sementes, sendo inclusive proposta a sua utilização como caráter quimiotaxonômico. A relação entre manose/galactose é uma das principais características bioquímicas das galactomananas, as variações dos monômeros proporcionam diferentes propriedades físico-químicas à estrutura formada (variação na densidade, solubilidade e viscosidade das soluções).

O presente projeto de pesquisa visa principalmente à remoção de íons metálicos em meio aquoso utilizando o polissacarídeo – galactomanana - da semente de *Caesalpinia pulcherrima*.

O polissacarídeo da *Caesalpinia pulcherrima* utilizada neste trabalho, foi coletada no município de Limoeiro do Norte, Vale do Jaguaribe e submetido a uma série de etapas até chegar o ponto ideal para ser usado como adsorvente de metais tóxicos existentes em águas.

Então, com a realização de vários ensaios foi possível comprovar que há uma grande eficiência desse polissacarídeo na adsorção de metais, onde traz como vantagem o seu baixo custo e sua facilidade de execução.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A planta utilizada neste trabalho é um arbusto chamado de *Caesalpinia pulcherrima*, possui um porte pequeno podendo chegar de 3 a 4 metros, possui um caule aule lenhoso, ramificado e cheio de espinhos, sua coloração varia de acordo com a variedade, podendo ser vermelhas, vermelho-alaranjadas, vermelho-rosadas ou amarelas. Essa planta é cultivada sob sol pleno ou sombra parcial, em solo fértil, enriquecido com matéria orgânica

O polissacarídeo de *Caesalpineia pulcherrima* coletada no Município de Limoeiro do Norte no Vale do Jaguaribe foi submetido a uma série de etapas para obter o ponto ideal para ser utilizado como adsorvente de metais tóxicos em águas.

Pesquisas realizadas comprovam outros tipos de plantas que podem realizar o processo de retenção de metais através do processo de biossorção como o uso do pó da casca de coco verde, aguapés e algas, pó da casca de arroz, dentre outras, trazendo assim novos resultados e eficiências e custo relativamente baixo devido a grande disponibilidade destes produtos naturais.

Então, com a realização de vários ensaios com metais e concentrações diferentes foi possível comprovar que há eficiência desse polissacarídeo na adsorção de metais, onde traz como vantagem o seu baixo custo e sua facilidade na disponibilidade e na execução do processo.

OBJETIVO

O presente trabalho tem por objetivo indicar que galactomananas podem ser modificadas e utilizadas com biossorventes de metais em água.

METODOLOGIA

Para a obtenção do polissacarídeo em pó a semente é submetida a uma série de etapas

Inicialmente a semente é aquecida por aproximadamente 40 (quarenta) minutos a uma temperatura de 100°C a 150°C; em seguida é extraído o endosperma, este é liquidificado, e deixado em repouso por uma noite, no dia seguinte passa pelo processo de agitação para homogeneização, para logo após ser centrifugado numa velocidade de 3000 RPM, depois de retirado as impurezas, o líquido é precipitado em etanol (1:3 v/v) ficando em repouso por mais uma noite, no dia seguinte é filtrado numa bomba de vácuo, logo depois colocado em acetona para eliminar o excesso de álcool, deixando mais uma vez em repouso, após algumas horas é macerado no almofariz com o pistilo até se formar um pó esbranquiçado chamado de GOMA, posteriormente a goma passa por uma modificação sendo adicionado a ele 0,6ml de epicloridrina e 6,0 ml de hidróxido de sódio á 3 MOL/L para cada 2,0 g da goma, esse processo chama-se insolubilização transformando a goma em um GEL, que ficara na estufa por uma noite e um dia á 40°C e mais uma noite á 70°C, na seqüência o gel é lavado com água destilada até ficar com pH 7,0, ou seja, neutro, só assim estará no ponto de ser liofilizado, o liofilizador retira toda a água do gel deixando granulado e pronto para os ensaios. Este processo pode durar cerca de uma semana.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram realizadas algumas análises elementares (cinzas, umidades, proteínas e lipídios) com a goma (polissacarídeo seco).

Tabela 1 – Análise Elementar do Endosperma

GOMA	
Análises	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> Percentual

Umidade	15,15%
Cinzas	0,61%
Proteínas	1,35%
Lipídios	0,096 %
Carboidratos	82,79%

Os resultados mostrados acima das análises elementares, pode-se observar o alto teor de polissacarídeo, galactomanas na goma. Se for considerado apenas a massa seca o teor de galactomanas representa mais de 95% da massa obtida.

Tabela 2 – Análise Elementar da Semente em forma de GEL

Análises	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>
	Percentual
Umidade	13,85%
Cinzas	0,14%

Depois de insolubilizado, o polissacarídeo foi testado em vários ensaios com a solução de Manganês (Mn^{2+}) nas concentrações de 10PPM e 50 PPM e 95PPM e Ferro (Fe^{2+}) nas concentrações de 10PPM e 50 PPM. Sendo os testes de 10 e 95 PPM testes de contato em repouso de 24horas e 50 e PPM com e sem agitação.

O gel é posto em contato na solução as 07h00min da manhã e iniciam-se a coleta as 08h00min; a cada hora é retirada uma alíquota de 2ml do sobrenadante e posto em um outro tubo de ensaio para posteriormente serem feitas as leituras de absorção no espectrofotômetro de absorção atômica EAA, com os dados calculados pode-se observar uma grande eficiência de até 80% de retenção dos metais. (para cada 100ml de solução é adicionado 1g do polissacarídeo em gel) e 50PPM testes de agitação. Nos testes de agitação, em erlenmeyes são colocados 50 mL de solução e adicionada 0,5g de polissacarídeo em gel, a uma rotação de 150 RPM durante 5 (cinco) horas.

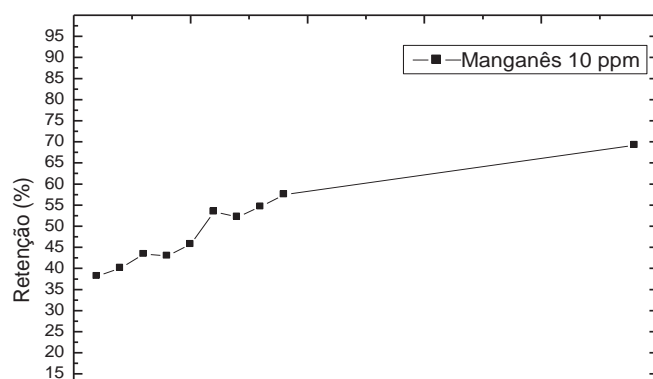


Gráfico 1 – Percentual de adsorção utilizando polissacarídeo reticulado de *C. pulcherrima*. Solução de contato de 10 ppm de manganês. Teste realizado em repouso.

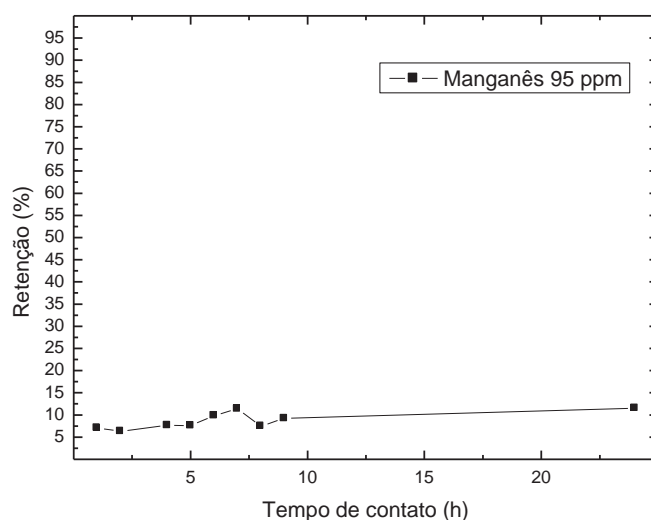


Gráfico 2 – Percentual de adsorção utilizando polissacarídeo reticulado de *C. pulcherrima*. Solução de contato de 95 ppm de manganês. Teste realizado em repouso.

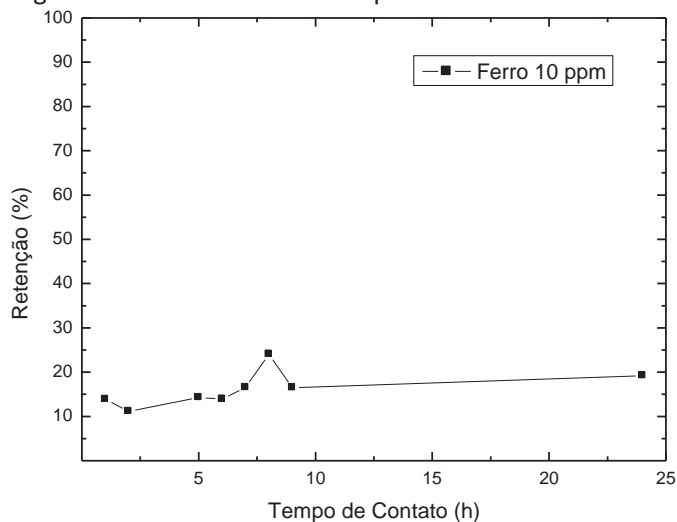


Gráfico 3 – Percentual de adsorção utilizando polissacarídeo reticulado de *C. pulcherrima*. Solução de contato de 10 ppm de ferro. Teste realizado em repouso.

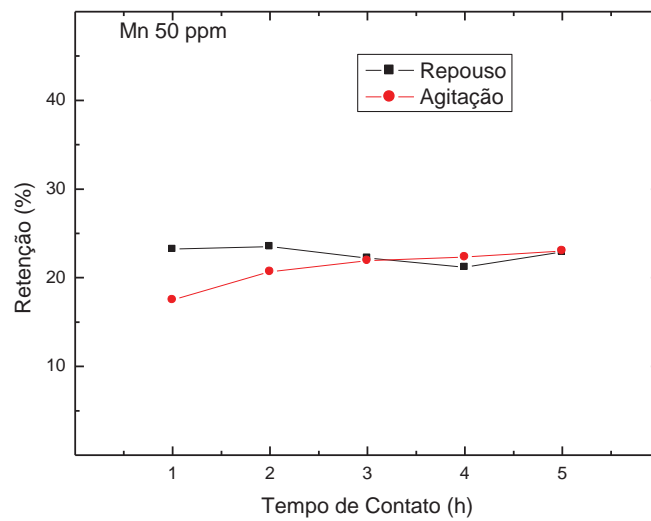


Gráfico 4 – Percentual de adsorção utilizando polissacarídeo reticulado de *C. pulcherrima*. Solução de contato de 50 ppm de manganês. Em preto a solução que permaneceu sob agitação e em vermelho a solução que permaneceu em repouso

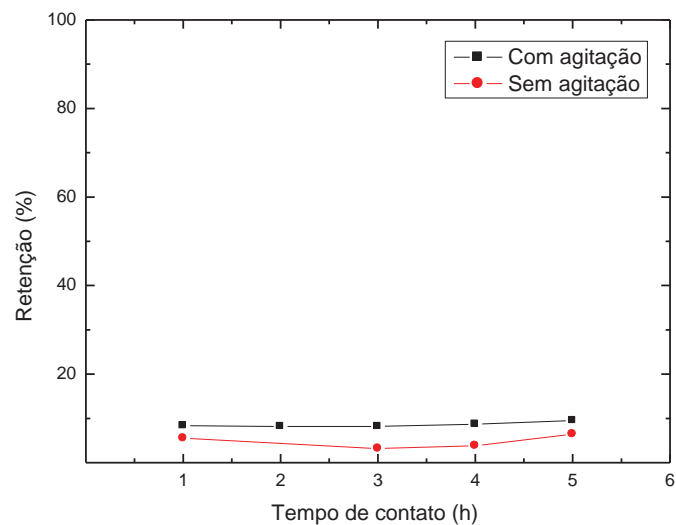


Gráfico 5 – Percentual de adsorção utilizando polissacarídeo reticulado de *C. pulcherrima*. Solução de contato de 50 ppm de ferro. Em preto a solução que permaneceu sob agitação e em vermelho a solução que permaneceu em repouso

Analisando os gráficos podemos perceber que a medida que a concentração dos teste aumentaram houve uma certa de dificuldade da goma reticulada realizar o processo de absorção, mas em contrapartida podemos apresentar bons resultados para o metal Manganês Mn^{2+} na concentração de 10PPM.

Para os resultados de adsorção com manganês mostrados nos gráficos 1 e 2, podemos observar uma boa afinidade do adsorvente com os íons de manganês, para uma solução com uma concentração de 10ppm de manganês a adsorção ocorreu próximo a 70%, aumentando a concentração do metal para 95ppm o adsorvente apresentou um pouco de dificuldade para a ocorrência do processo ficando em sua retenção em torno de 12%.

Já para o ferro, podemos perceber uma semelhança, na qual em concentração mais baixa de 10 PPM a retenção do metal é superior ao das concentrações de 50 PPM e 95 PPM que chega a aproximadamente 11% no contato de 5 horas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O polissacarídeo da semente de *Caesalpinia pulcherrima* possui uma característica muito boa de adsorção de metais e uma média boa também na sua umidade, no teste de cinzas e na porcentagem de proteínas.

Durante a realização do projeto, pode-se afirmar que as galactomananas possui uma boa afinidade para remoção de metais tóxicos, pois os resultados obtidos nos testes comprovam assim a eficiência do mesmo. Isso mostra que é possível remover metais em água utilizando esta tecnologia, uma vez que a mesma apresenta uma relação custo benefício muito satisfatória. Desta forma, pode-se utilizar desta inovação para conservação despoluição dos corpos d'água existentes em nosso planeta dependendo de algumas características.

REFERÊNCIAS

- BARROS JÚNIOR, Laerte de Medeiros (Demirbas; 2008) / Biosorção de metais pesados presentes em águas de produção de campos de petróleo. Dissertação de Mestrado, UFRN.
- BRAGA, R. C.: Goma Endospermica de *Caesalpinia pulcherrima* SW. Linn – Utilização Como Matriz
- CHAVES, T.F. - Uso da cinza da casca de arroz (CCA) obtida da geração de energia térmica como adsorventes de metais em solução aquosa. Limoeiro do Norte, Universidade Estadual do Ceará, 2008.
- de Afinidade no Isolamento de Lectinas Galactose-Ligantes, Tese de Mestrado, Fortaleza, 88pp, 2001.
- GARROS ROSA, I., SOUZA, N. S., SANTANA, A. A. LIMA, H. DE S. Extração e Caracterização Físico-Química dos Polissacarídeos de *Leucaena Leucocephala* (Lam.) de Wit. Pesquisa em Foco, v. 17, n.1, p. 22-30, 2009

AGRADECIMENTOS

FUNCAP, CNPQ E IFCE



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
RIO GRANDE DO NORTE