

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO NORTE

ANDERSON SANTOS DE LIMA SILVA
ANGELINA MARIA LIMA DE ARAÚJO
LEANDRO CONSTANTINO DA SILVA
LORENA ANTUNES DA SILVA

**ANÁLISES DOS RECURSOS HÍDRICOS ARMAZENADOS NAS CISTERNAS DOS
MUNICÍPIOS DA REGIÃO DO MATO GRANDE/RN E DESENVOLVIMENTO DE
TECNOLOGIAS SOCIAIS DE INTERVENÇÃO**

CEARÁ-MIRIM/RN
2018

ANDERSON SANTOS DE LIMA SILVA
ANGELINA MARIA LIMA DE ARAÚJO
LEANDRO CONSTANTINO DA SILVA
LORENA ANTUNES DA SILVA

**ANÁLISES DOS RECURSOS HÍDRICOS ARMAZENADOS NAS CISTERNAS DOS
MUNICÍPIOS DA REGIÃO DO MATO GRANDE/RN E DESENVOLVIMENTO DE
TECNOLOGIAS SOCIAIS DE INTERVENÇÃO**

Relatório de Prática Profissional apresentado
ao Curso Técnico Integrado em Informática
do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Rio Grande do Norte, em
cumprimento às exigências legais como
requisito parcial para a obtenção do título de
Técnico em Informática

Orientador: Prof. Leandro Silva Costa

Co-orientador: Prof. Saulo G. C. Fonseca

ANDERSON SANTOS DE LIMA SILVA
ANGELINA MARIA LIMA DE ARAÚJO
LEANDRO CONSTANTINO DA SILVA
LORENA ANTUNES DA SILVA

**ANÁLISES DOS RECURSOS HÍDRICOS ARMAZENADOS NAS CISTERNAS DOS
MUNICÍPIOS DA REGIÃO DO MATO GRANDE/RN E DESENVOLVIMENTO DE
TECNOLOGIAS SOCIAIS DE INTERVENÇÃO**

Relatório de Prática Profissional apresentado
ao Curso Técnico Integrado em Informática
do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Rio Grande do Norte, em
cumprimento às exigências legais como
requisito parcial para a obtenção do título de
Técnico em Informática.

Aprovado em ___/___/___
Nota Final: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Leandro Silva Costa (Orientador) - Matrícula: 2553913

Prof. Saulo Gregory Fonseca Carneiro (Co-orientador) - Matrícula: 1919320

Prof. Evantuy de Oliveira - Matrícula: 2641752

RESUMO

O presente projeto visa obter o controle da qualidade da água armazenada nas cisternas, em especial, moradias da Região do Mato Grande, área localizada no estado do Rio Grande do Norte, que foram beneficiadas por programas governamentais. Para tanto, foi feito um levantamento in loco abordando pontos referentes a qualidade da água armazenada (origem, as utilizações e os métodos de tratamento realizados) e posteriormente foram feitas as coletas de amostras de água para realização das análises físico-químicas e microbiológicas. Mediante os resultados do levantamento qualitativo, realizado com a população beneficiada pelas cisternas, e juntamente com as análises de Dureza, pH, Condutividade e Alcalinidade e presença/ausência da bactéria do gênero *Escherichia coli*, constatou-se que é impreterivelmente necessário um investimento em políticas de educação ambiental atuante com o intuito de prevenir a proliferação de agentes patogênicos nos reservatórios, que venham a pôr em risco a população beneficiária. Para os pontos de coleta que apresentaram água com maior incidência de contaminação, será aplicado o ozônio, por meio do gerador de ozônio, com a finalidade de purificá-los. Enfim, espera-se que o método de intervenção proposto realmente alcance seu objetivo em contribuir de maneira efetiva com a qualidade da água consumida e que, futuramente, a proposta se expanda e torne-se possível efetuar análises e contribuir com uma melhor qualidade de vida em outras cidades da região.

Palavras-Chave: cisternas. Qualidade da água. Análises.

ABSTRACT

This project aims to obtain control of the quality of the water stored in cisterns, especially housing in the Mato Grande Region, an area located in the state of Rio Grande do Norte, which has benefited from government programs. To do so, an on-site survey was carried out addressing points related to the quality of stored water (origin, uses and treatment methods), and subsequently the samples were collected for physical-chemical and microbiological analyzes. The results of the qualitative survey carried out with the population benefited by the cisterns and together with the analyzes of Hardness, pH, Conductivity and Alkalinity and presence / absence of *Escherichia coli* bacteria, it was verified that an investment in policies is absolutely necessary of environmental education in order to prevent the proliferation of pathogens in reservoirs, which endanger the beneficiary population. For the collection points that presented water with the highest incidence of contamination, the ozone will be applied, through the ozone generator, with the purpose of purifying them. Finally, it is expected that the proposed intervention method will actually achieve its objective of contributing effectively to the quality of the water consumed and that, in the future, the proposal will expand and it will be possible to carry out analyzes and contribute to a better quality of life in other cities in the region.

Keywords: Cisterns. Water quality. Analyzes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Georreferenciamento das cidades do Mato Grande/RN analisadas. Pureza, Poço Branco e Taipu.	21
Figura 2 - Esquema elétrico do gerador de ozônio.	27
Figura 3 - Visão interna do gerador de ozônio	28
Figura 4 – Formas de abastecimento	36
Figura 5 – Métodos de tratamento	37
Figura 6 - Utilização da água	39
Figura 7 - Infográfico com os resultados obtidos nas análises físico-químicas e biológicas a partir das formas de abastecimento	433
Figura 8 - Resultado do teste de ozonização.	455

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação da dureza na água.	41
Tabela 2 - Resultados das análises físico-químicas no município de Pureza/RN.	466
Tabela 3 - Resultados das análises físico-químicas no município de Poço Branco/RN.	46
Tabela 4 - Resultados das análises físico-químicas e biológicas no município de Taipu/RN.	47

SUMÁRIO

11

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	JUSTIFICATIVA	15
1.2	OBJETIVOS	16
2	DADOS GERAIS DA PESQUISA/EXTENSÃO	17
2.1	SÍNTESE DE CARGA HORÁRIA E ATIVIDADES	17
3	METODOLOGIA	19
3.1	ÁREA DE ESTUDO	19
3.1.1	Pureza	19
3.1.2	Taipu	19
3.1.3	Poço Branco	19
3.2	LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	20
3.3	MAPEAMENTO DOS MUNICÍPIOS	20
3.4	LEVANTAMENTO QUALITATIVO REFERENTES A ÁGUA DA CISTERNA NOS MUNICÍPIOS	21
3.5	COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA	21
3.6	ANÁLISE DAS AMOSTRAS DE ÁGUA	22
3.6.1	Parâmetros físico-químicos	22
3.6.1.1	Alcalinidade	22
3.6.1.2	pH	23
3.6.1.3	Dureza	24
3.6.1.4	Condutividade	24
3.6.2	Parâmetros microbiológicos	24
3.6.2.1	Coliformes termotolerantes (<i>Escherichia Coli</i>)	25
3.7	DESENVOLVIMENTO DOS MÉTODOS DE TRATAMENTO DA ÁGUA	26

3.7.1 Gerador de Ozônio	12
3.7.2 Teste do Gerador de Ozônio	26
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	28
4.1 A ÁGUA	30
4.2 A RELEVÂNCIA EM ASSEGURAR A QUALIDADE DA ÁGUA PARA SAÚDE PÚBLICA	31
4.3 ARMAZENAMENTO DA ÁGUA EM CISTERNAS	31
4.4 LEGISLAÇÃO VIGENTE PARA A ÁGUA NO BRASIL	32
4.5 TECNOLOGIA COMO UMA FORMA DE INTERVENÇÃO AO TRATAMENTO DA ÁGUA	33
4.5.1 Tecnologias Sociais	34
4.6 MÉTODOS PARA INTERVENÇÃO NO TRATAMENTO DA ÁGUA DAS CISTERNAS	35
4.6.1 Ozônio	35
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
5.1 LEVANTAMENTO QUALITATIVO	36
5.2 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA	40
5.2.1 Alcalinidade	40
5.2.2 pH	40
5.2.3 Condutividade	41
5.2.4 Dureza	41
5.3 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	42
5.4 TESTE DO GERADOR DE OZÔNIO	44
6 TRABALHOS RELACIONADOS	47
6.1 TRABALHO 1 : " DESINFECÇÃO DE ÁGUA UTILIZANDO ENERGIA SOLAR (SODIS): INATIVAÇÃO E RECRESCEMENTO BACTERIANO"	47
6.2 TRABALHO 2: " O USO DE CLORO NA DESINFECÇÃO DE ÁGUAS, A	

FORMAÇÃO DE TRIHALOMETANOS E OS RISCOS POTENCIAIS À SAÚDE PÚBLICA”	13 48
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS	50
APÊNDICE A – Cisterna no município de Pureza/RN	56
APÊNDICE B - Coleta das amostras no município de Taipu/RN	56
APÊNDICE C – Cisterna em Pureza/RN	57
APÊNDICE D – Cisterna em Poço Branco/RN	57
APÊNDICE E – Cisterna em Taipu/RN	58
APÊNDICE F – Coleta das amostras em Taipu/RN	58
APÊNDICE G – Frasco utilizado na coleta das amostras	59
APÊNDICE H – Adição do reagente na análise de dureza	59
APÊNDICE I – Mudança de cor na análise de dureza	60
APÊNDICE J – Análise de dureza	60
APÊNDICE K – Teste presuntivo (presença/ausência dos Coliformes totais e a bactéria do gênero <i>Escherichia coli</i>.)	61
APÊNDICE L -Teste confirmativo (presença/ausência dos Coliformes totais e a bactéria do gênero <i>Escherichia coli</i>.)	61
APÊNDICE M – Folder para a população dos distritos em estudo	62
APÊNDICE N – Resultado das análises microbiológicas em alguns municípios da Região do Mato Grande/RN	63

1 INTRODUÇÃO

A água é uma substância vital. Certamente, um bem natural singular e imprescindível a todas as vertentes da sociedade humana, a começar pela garantia da subsistência dos ciclos biológicos, geológicos e químicos que promovem estabilidade aos ecossistemas, bem como um recurso de valor significativo para diversas culturas e um fator primordial na produção de bens no setor industrial e agrícola (GOMES, 2011).

Segundo Nunes et al. (2009), embora o vasto volume de água encontrado no planeta terrestre, cerca de 97% apresenta-se nos oceanos, de maneira salgada, isto é, inadequada ao consumo humano. Dos 3% que restam, mais da metade estão concentradas nas geleiras e icebergs, sobrando apenas uma parcela inferior a 1% distribuídas em lagos, na atmosfera e solos, e menos de 0,4% corresponde à água propícia para o consumo humano (água doce).

O território brasileiro ocupa uma posição vantajosa, no que se refere à quantidade de reservas de água doce do planeta, é uma das maiores do mundo, com mais de um milhão e cem mil quilômetros quadrados. Porém, sua disseminação não é regular em todas as regiões (BRASIL, 2007).

Na Região Semiárida Brasileira o problema da escassez da água ainda é recorrente na região Nordeste, pois a maior parte dos rios são intermitentes, ou seja, permanecem secos durante a maior parte do ano (ARAÚJO, 2011). Mediante as irregularidades de chuva, que reflete a realidade vivida nessa região, as cisternas foram a forma mais acessível e de baixo custo que as entidades governamentais e não governamentais observaram para realizar o armazenamento da água nos períodos de estiagem.

A Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA) começou a efetivar várias parcerias visando a construção de cisternas para captação das águas pluviais. No ano de 2003, o Governo Federal integrou o P1MC (Programa Um Milhão de Cisternas) na esfera do MDS (Ministério do Desenvolvimento Sustentável), por meio da Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SESAN, onde atualmente engloba o Programa Água para Todos.

Partindo desta explanação, este trabalho levanta a seguinte problemática:

como obter o controle da qualidade da água armazenadas nas cisternas, em especial, em moradias da Região do Mato Grande, área localizada no estado do Rio Grande do Norte e com grande parte da população em situação de vulnerabilidade social.

De acordo com Amorim e Porto (2001), diversas causas afetam a qualidade da água da chuva, como a poluição atmosférica, o sistema de coleta da água pluvial, a manutenção inadequada da cisterna, utilização e manuseio da água, e por razões ligadas a sua origem, onde podem ser transportadas por carros-pipa e expostas a vulnerabilidade, o que gera um grande propósito para a sociedade e o poder público a fim de estabelecer políticas de qualidade da água, com o objetivo de assegurar sua qualidade para consumo humano.

Tendo em vista este cenário de escassez hídrica, é de extrema valia a construção de cisternas, mas é indispensável o controle da qualidade da água para o consumo humano. Dado que, a preocupação com a saúde pública é pertinente, o não tratamento dessa água auxiliaria na decorrência da manifestação de doenças de veiculação hídrica, pois a realização de um tratamento adequado, propõe diminuir a proporção de agentes poluentes, a ponto de não existir ameaças para a saúde pública (AMORIN e PORTO, 2001).

No Brasil, os padrões de qualidade e potabilidade da água, foram determinados pelo CONAMA 20 (Conselho Nacional de Meio Ambiente) na Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, atualizada pela Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, tendo em vista as preocupações relativas ao controle e vigilância em preservar a aptidão dessa água para o consumo humano.

1.1 JUSTIFICATIVA

Mediante a grande quantidade de municípios localizados na região do Mato Grande/ RN, que foram beneficiados por programas criados pelo governo e, visando a preocupação com a saúde pública, esse trabalho tem por objetivo realizar a análise físico-química e microbiológica, a fim de examinar a qualidade da água consumida pela população dos municípios em específico: Pureza, Taipu e Poço Branco e posteriormente equiparar com os padrões de qualidade e potabilidade estabelecidos, com o intuito de tomar medidas cabíveis e ecologicamente corretas. Por meio da

construção de ferramentas tecnológicas acessíveis, com o intuito de diminuir a propagação de agentes patogênicos nesses reservatórios e, dessa forma oferecer uma água de qualidade para a população.

1.2 OBJETIVOS

Objetivo Geral

Efetuar a análise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos dos recursos hídricos armazenados nas cisternas dos municípios da Região do Mato Grande/RN, em específico: Pureza, Poço Branco e Taipu, a fim de estabelecer uma forma viável através de recursos provenientes das tecnologias atuais da Eletrônica, buscando diminuir a propagação de agentes patogênicos nesses reservatórios, que venham a pôr em risco a saúde humana, e melhorar a qualidade da água.

Objetivos Específicos

- Executar um levantamento de dados bibliográficos relativos a temática em que se insere a pesquisa;
- Mapear os municípios pertencentes a Região do Mato Grande/RN;
- Realizar a coleta das amostras de água nos respectivos municípios selecionados;
- Analisar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos das amostras de água coletadas nos municípios;
- Aplicar métodos de intervenção visando o tratamento da água, a partir dos resultados constatados nas análises físico-químicas e microbiológicas;
- Desenvolver ferramentas tecnológicas, como por exemplo, um gerador de ozônio por meio de sucata eletrônica, para o tratamento da água de cisterna.

2 DADOS GERAIS DA PESQUISA

TÍTULO DO PROJETO: Análises dos recursos hídricos armazenados nas cisternas da Região do Mato Grande/RN e desenvolvimento de tecnologias sociais de intervenção

PERÍODO DE REALIZAÇÃO: De 29/05/2017 a 29/11/2018

TOTAL DE HORAS: 1080 horas.

CO-ORIENTAÇÃO:

Nome do co-orientador: Saulo Gregory Fonseca Carneiro

Função: orientação acerca das análises físico-químicas das amostras coletadas nas cisternas

Formação profissional: Professor de Química do campus do IFRN Ceará Mirim.

2.1 SÍNTESE DE CARGA HORÁRIA E ATIVIDADES

Quadro 1 – Síntese de Carga horária e Atividades.

CARGA HORÁRIA	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS
80hrs	Execução do levantamento de dados bibliográficos relativos a temática em que se insere a pesquisa.
120hrs	Levantamento de informações básicas acerca dos municípios que compõem a Região do Mato Grande/RN e identificação daqueles atendidos por programas para construção de cisternas.
80hrs	Realização das coletas de amostras de água das cisternas dos municípios selecionados.
120hrs	Análise dos parâmetros físico-químicos (pH, Alcalinidade, Dureza e Condutividade).

120hrs	Análise dos parâmetros microbiológicos (presença/ ausência da bactéria <i>Escherichia Coli</i>).
80hrs	Produção de panfletos e folders educativos para serem distribuídos às comunidades pesquisadas.
480 horas	Desenvolvimento da tecnologia social de intervenção, o gerador de ozônio, mediante sucata eletrônica.

3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

Os municípios que compreendem a Região do Mato Grande/RN, são: Bento Fernandes, Caiçara do Norte, Ceará-Mirim, Jandaíra, João Câmara, Maxaranguape, Pedra Grande, Poço Branco, Pureza, Rio do Fogo, São Bento do Norte, São Miguel do Gostoso, Taipu, Touros e Parazinho.

3.1.1 Pureza

De acordo com o IDEMA (2008), o município de Pureza/RN, situa-se na região do Mato Grande, mesorregião Leste Potiguar e na microrregião Litoral Nordeste do estado do Rio Grande do Norte, nas coordenadas geográficas Lat. 5° 28' 01" Sul e Long. 35° 33' 22" Oeste, limitando-se ao Norte com o município de Touros, a Leste com Maxaranguape e Rio do Fogo, ao Sul com Taipu, Poço Branco e João Câmara e Oeste com Touros e João Câmara. Com uma área de 504,3 km², equivalente a 0,96% da superfície estadual, e uma população de 9 451 habitantes.

3.1.2 Taipu

De acordo com o IDEMA (2008), o município de Taipu/ RN, localiza-se na região do Mato Grande, mesorregião Leste Potiguar e na microrregião Litoral Nordeste do estado do Rio Grande do Norte, nas coordenadas geográficas Lat. 5° 37' 18" Sul e Long. 35° 35' 48" Oeste, limitando-se ao Norte com o município de Pureza, a Leste com São Gonçalo do Amarante, ao Sul com Ielmo Marinho e Oeste com Poço Branco. Possui uma área de 352,82 km², equivalente a 0,66% da superfície estadual, e uma população de 12.398 habitantes.

3.1.3 Poço Branco

De acordo com o IDEMA (2008), o município de Poço Branco/RN, está localizado na região do Mato Grande, mesorregião do Agreste Potiguar e na microrregião Baixa Verde do estado do Rio Grande do Norte, nas coordenadas

geográficas Lat. 5° 37' 22" Sul e Long. 35° 39' 46" Oeste, limitando-se ao Norte com o município de Pureza, a Leste com Taipu, ao Sul com Bento Fernandes e Oeste com João Câmara e Bento Fernandes. Abrange uma área de 230,37 km², equivalente a 0,44% da superfície estadual, e uma população de 15.280 habitantes.

3.2 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

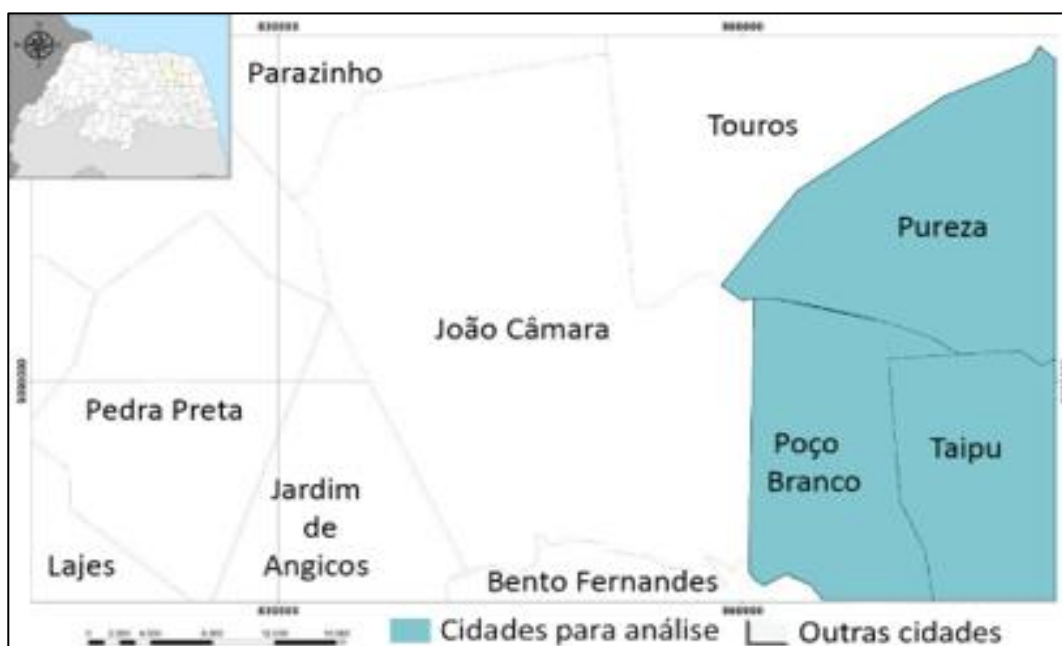
Com a finalidade de fomentar a inserção ao tema de pesquisa, foram levantadas obras bibliográficas relacionadas, utilizou-se para isso os recursos online existentes: periódicos e livros, reportagens, revistas etc.

3.3 MAPEAMENTO DOS MUNICÍPIOS

Primeiramente foi realizado a pesquisa da relação dos municípios já beneficiados pelo programa Água para todos, através do site do Ministério da Integração Nacional onde essa informação foi disponibilizada por meio de um arquivo digital, e de acordo com o mesmo, dos quinze municípios que integram a Região do Mato Grande, três não foram beneficiados pelo programa (Ceará-Mirim, Maxaranguape e Rio do Fogo), portanto, dos doze restantes foram escolhidos três para o estudo, Pureza, Taipu e Poço Branco, visando aqueles que apresentassem os maiores índices de vulnerabilidade econômica.

Por último, utilizou-se o programa *ArcGIS*, que é um *software* com grande potencialidade quando se trata de organização, representação e manipulação de dados e o *AutoCAD* para realizar o processo de vetorização, a fim de fazer o georreferenciamento das cidades selecionada para análise, como mostra a Figura 1.

Figura 1- Georreferenciamento das cidades do Mato Grande/RN analisadas. Pureza, Poço Branco e Taipu.



Fonte: Autores, (2017).

3.4 LEVANTAMENTO QUALITATIVO REFERENTES A ÁGUA DA CISTERNA NOS MUNICÍPIOS

Por meio de visitas “in loco” foi realizado um levantamento em vinte e sete cisternas de municípios localizados na Região do Mato Grande, RN, com o objetivo de efetuar um estudo descritivo, de abordagem qualitativa a respeito da água armazenada nos reservatórios dos distritos pertencentes a Pureza (Jardim), Poço Branco (Comunidade quilombola Acauã) e Taipu (Arisco de Gameleira, Gameleira e Matão). O questionário levou em consideração os seguintes pontos: a origem da água, quais as suas utilizações e se essa água passa por algum tipo de tratamento.

Especificamente no município de Taipu, houve a junção dos distritos Arisco de Gameleira, Gameleira e Matão num mesmo bloco devido a quantidade de cisternas em todos os distritos serem inferiores ao proposto para aplicação do questionário (nove cisternas), tendo em vista que esses distritos se encontram geograficamente paralelos decidiu-se então, por realizar a pesquisa qualitativa de forma conjunta.

3.5 COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

Foram coletadas amostras em 24 cisternas, sendo 8 em Pureza (Jardim-RN), 7 em Poço Branco (Comunidade Quilombola Acauã-RN) e 9 em Taipu (Arisco de

Gameleira, Gameleira e Matão-RN). A primeira coleta para análise físico-química foi realizada no período de 11 a 18/10/2017. A segunda, agora para análise microbiológica foi efetuada no dia 06/03/2018.

A coleta das amostras é uma das etapas de maior relevância referindo-se a análise da qualidade da água. Em vista disso, é fundamental que a amostragem seja feita com prudência e técnica com o intuito de impedir quaisquer razões que ocasionem contaminações.

As amostras de água foram coletadas de acordo como orienta o “Manual prático de análise de água” fornecido pela FUNASA (Fundação Nacional de Saúde), nas quais destaca os materiais a serem utilizados, assim como a maneira correta para realizar o procedimento de coleta.

Foram utilizados frascos coletores estéreis com capacidade de 60ml. E o procedimento se deu em a) lavar as mãos com água e sabão; d) coletar a amostra de água; e) encher com pelo menos 3/4 de seu volume; f) tampar o frasco, identificá-lo, anotando endereço, hora e nome do proprietário g) marcar o frasco com o número da amostra, correspondente ao ponto de coleta; h) preencher a ficha de identificação da amostra de água; i) colocar o frasco da amostra na caixa de isopor com gelo; j) lacrar, identificar e enviar a caixa para o laboratório. O tempo de coleta e a realização do exame não excederam 24 horas.

3.6 ANÁLISE DAS AMOSTRAS

3.6.1 Parâmetros físico-químicos

A análise de dureza, foi feita através do kit de análise de água da empresa SALIFERT, que produz kits para controle da qualidade da água para o consumo humano, prático para agentes sanitários. Para os dados referentes ao pH, foi utilizado o pHmetro portátil LABMETER modelo pH-100; já a condutividade elétrica foi analisada por meio de um condutivímetro de bancada.

3.6.1.1 Alcalinidade

A alcalinidade da água refere-se à sua capacidade quantitativa de neutralizar um ácido forte até um determinado pH, sendo expressa em miligramas de CaCO_3 por

litro de água (REIS, 2011).

Os principais componentes da alcalinidade são o bicarbonatos e carbonatos, e os hidróxidos (BLUMBERG; AZEVEDO NETO, 1987). Não é possível a existência das três formas de alcalinidade numa mesma amostra, logo, pH entre 4,4 e 8,3 indica que a Alcalinidade é devido a bicarbonatos e pH superior a 8,3 caracteriza a Alcalinidade oriunda de carbonatos e hidróxidos.

Nas águas a alcalinidade não caracteriza grandes riscos à saúde, pois ela não se apresenta como um parâmetro de qualidade da água, tornando este resultado restringido pelo valor do pH. Porém, em altas concentrações ocasiona modificações no paladar (gosto amargo), por serem associados a processos de decomposição da matéria orgânica e à alta taxa respiratória de micro-organismos, a partir da liberação e dissolução do gás carbônico (CO₂) na água (LIRA, 2014).

3.6.1.2 pH

O termo pH diz respeito a concentração de íons hidrogênio em uma solução. Na água, este parâmetro é imprescindível, de preferência nos processos de tratamento. Na prática habitual dos laboratórios das estações de tratamento ele é medido e ajustado sempre que preciso para impulsionar o processo de coagulação/floculação da água e também o controle da desinfecção. O valor do pH varia de 0 a 14. Abaixo de 7 a água é considerada ácida e acima de 7, alcalina. Água com pH 7 é neutra. A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde recomenda que o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 no sistema de distribuição. (BRASIL, 2009).

O pH ácido, exige que o organismo faça uso da reserva de minerais alcalinos, que por sua vez, assegura no corpo um pH equilíbrio em torno de 7. Portanto, proporciona a aderência de gordura na parede das artérias ocasionando doenças no coração e também se tem como exemplo as doenças provocadas pela Tireoide (Bócio) sendo decorrente da carência do mineral iodo e esse elemento só é absorvido pelo organismo quando o pH está ideal, por volta de 7 (PAULINO, 2012).

3.6.1.3 Dureza

É a característica dada à água por apresentar sais de metais alcalinos terrosos como o cálcio e magnésio, assinalando a concentração de cátions multivalentes na água. A dureza é caracterizada pela ausência da espuma formada pelo sabão, índice de uma reação que prejudica o banho e a lavagem de utensílios domésticos e roupas, ocasionando em problemas de higiene (BORTOLI, 2014).

3.6.1.4 Condutividade

A condutividade elétrica relaciona-se ao teor de salinidade e indica a capacidade da água natural de conduzir corrente elétrica (LIBÂNIO, 2005). Depende das concentrações iônicas e assinala a quantidade de sais existentes na coluna d'água, porém, caracteriza uma medida indireta da aglomeração de poluentes (PAIVA, 2008).

A água é condutora elétrica por consequência dos íons dissolvidos, os quais têm carga elétrica. Exemplo dos íons presentes na água são o Cálcio (relevante para estrutura óssea e dentaria), o bicarbonato (contribui no processo digestório) dentre outros. Contudo, em teoria nem toda água é condutora de eletricidade, como é o caso da água destilada, devido à ausência de íons dissolvidos.

3.6.2 Parâmetros microbiológicos

As amostras foram coletadas em frascos de vidro estéreis de 250ml, contendo 0,2 ml da solução tiosulfato de sódio, sendo transportados em recipiente isotérmico, com gelo, até o Laboratório do Instituto Federal do Rio Grande do Norte – Campus Macau, onde foram submetidos às análises de presença/ausência de *Escherichia coli*.

Para dar procedimento a análise, primeiramente foi feita a assepsia com álcool 70% na bancada em que foram realizadas as análises. E, durante todo o procedimento a chama do bico de Bunsen esteve acesa para manipulação asséptica das amostras.

O método utilizado para análise foi o substrato cromogênico. O uso desse método permite determinar simultaneamente os coliformes totais e a

presença/ausência da bactéria do gênero *Escherichia coli*. O procedimento deu-se a partir de duas etapas:

Teste presuntivo: ocorreu ao inserir, por meio de uma proveta, 100 ml da amostra em um respectivo tubo composto por caldo lactosado. Os tubos ficaram incubados na estufa a 35°C, no período de 24-48 horas, havendo uma triagem dos meios que fermentaram e com isso, mudaram de cor. Logo, essa alteração na coloração, no tubo, demonstrou a possibilidade de existir, na água, a presença de alguma bactéria do grupo coliforme.

Teste confirmativo: transportou-se dos tubos que deram resultado positivos de caldo lactosado para os tubos compostos por caldo lactosado verde brilhante bile (C.L.V.B.B.) 2%, logo em seguida foram levados para incubadora, onde ficaram por 48 horas. Por meio desse teste, foi possível confirmar a presença da bactéria *Escherichia coli* em todas as amostras de água, pois houve a formação de gás.

É importante ressaltar que a sensibilidade dos testes leva em consideração os parâmetros dispostos pelo Ministério da Saúde, em que a água é classificada como sendo potável, a partir do viés microbiológico, ao passo que há a ausência de coliformes totais e termotolerantes (*Escherichia Coli*) em 100 ml de amostra de água para consumo.

3.6.2.1 Coliformes termotolerantes (*Escherichia Coli*)

Coliformes fecais ou coliformes termo tolerantes são bactérias capazes de desenvolver e/ou fermentar a lactose com produção de gás a 44°C em 24 horas. A principal espécie dentro desse grupo é a *Escherichia coli*. A *E. Coli* diferencia-se dos demais coliformes por possuírem as enzimas β -galactosidase e β -glucoronidase. Essa avaliação microbiológica da água tem um papel destacado, em vista da grande variedade de microrganismos patogênicos, em sua maioria de origem fecal, que pode estar presente na água (BETTEGA, 2006).

De acordo com o Manual Prático da FUNASA (Fundação Nacional de Saúde), a razão da escolha desse grupo de bactérias como indicador de contaminação da água estão presentes nas fezes de animais de sangue quente, inclusive os seres humanos; sua presença na água possui uma relação direta com o grau de contaminação fecal; são facilmente detectáveis e quantificáveis por técnicas simples

e economicamente viáveis, em qualquer tipo de água; possuem maior tempo de vida na água que as bactérias patogênicas intestinais, por serem menos exigentes em termos nutricionais, além de ser incapazes de se multiplicarem no ambiente aquático; são mais resistentes à ação dos agentes desinfetantes do que os germes patogênicos.

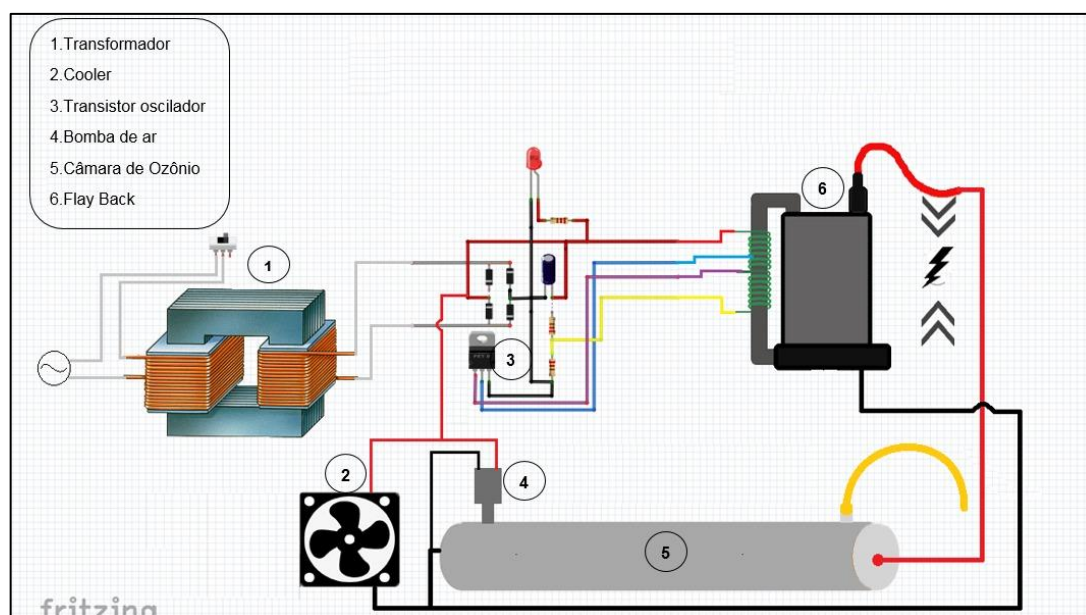
3.7 DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO DE TRATAMENTO DA ÁGUA

Baseado nos resultados supracitados, mediante as análises físico-químicas e biológicas nos municípios de Pureza, Poço Branco e Taipu, que em todas as amostras houve a contaminação por *E. Coli*, se fez necessário o desenvolvimento de uma proposta de intervenção barata e ecologicamente sustentável a partir do uso de materiais recicláveis. Dessa forma, foi desenvolvido um gerador de ozônio para atuar no combate a contaminação de coliformes fecais.

3.7.1 Gerador de ozônio

Para gerar o gás ozônio é necessário uma agitação muito intensa nas moléculas de oxigênio para ligar uma a outra. O gás ozônio é gerado através do encontro do oxigênio e a eletricidade em uma alta escala de voltagem que acelera elétrons o bastante para que os átomos livres se liguem as outras moléculas de oxigênio, realizando o efeito que resulta em uma molécula de três oxigênio, ou seja, o ozônio (O_3). Para isso, pode-se construir um gerador com peças eletrônicas como transistor, transformador e cooler, como mostra a (Figura 2).

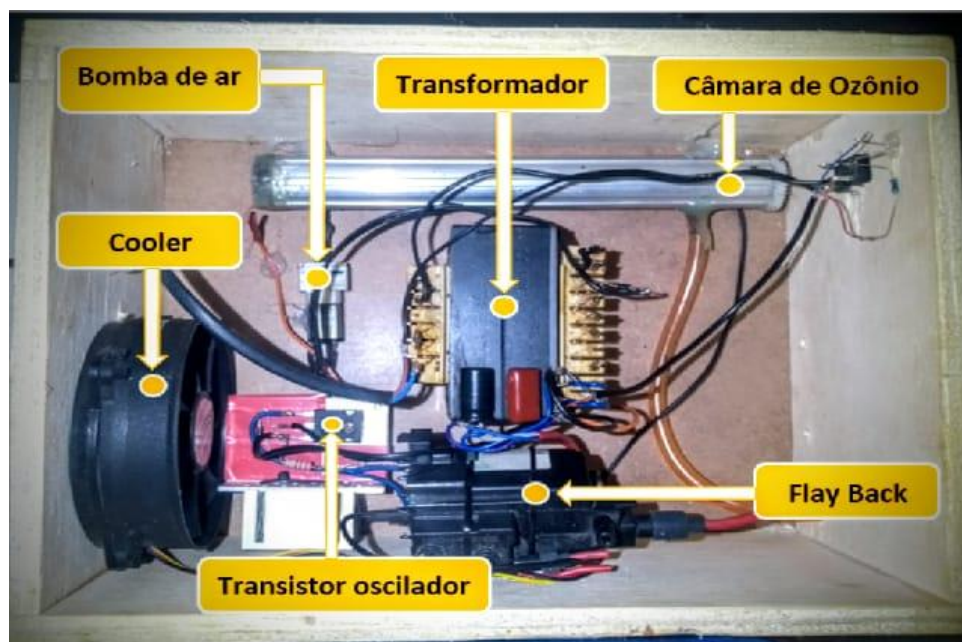
Figura 2 - Esquema elétrico do gerador de ozônio.



Fonte: Autores, (2018).

O flay back é alimentado com a oscilação do sinal de tensão e para que esse seja aplicado, se faz necessário uma fonte de alimentação. Essa fonte é um transformador que converte uma tensão de 220 volts AC (corrente alternada) para 12 volts AC, sendo imprescindível um sistema de filtragem composto por componentes eletrônicos para que a energia seja contínua, esses componentes são basicamente capacitores e diodos, típicos de uma construção de fonte linear. O flay back pode ser visualizado na Figura 3.

Figura 3 - Visão interna do gerador de ozônio



Fonte: Autores, (2018).

A tensão contínua é aplicada ao transistor NPN TIP35C para que o sinal seja oscilante e que, por sua vez, será aplicado ao flay back em uma determinada frequência ao ponto de elevar a tensão de 12 volts DC (corrente contínua) para os 22000 volts DC. Essa diferença de potencial é aplicada em uma câmara de ozônio na qual foi desenvolvida com um tubo de alumínio vedado com duas peças de plástico nas suas extremidades. Um fio de cobre bem fino foi introduzido dentro do tubo de alumínio para que os dois fios do flay back, que são a diferença de potencial, seja aplicada no tubo e, dentro dele, gere a descarga elétrica produzindo, assim, o gás ozônio.

A bomba de ar é alimentada pelo mesmo transformador. Ela tem a função de depositar o oxigênio dentro da câmara de ar para que aconteça a produção do gás. Ao introduzir o oxigênio por um pequeno furo, através de uma mangueira, é formado uma pressão permitindo que o gás, que há dentro da câmara de ozônio, seja expelido por outro furo. Dessa forma, o gás poderá ser usado diretamente na água a ser tratada.

3.7.2 Teste do gerador de ozônio

Tendo em vista que o ozônio é um forte agente oxidante de composto

orgânicos e inorgânicos, utilizamos a tinta de impressora como mecanismo para verificar a eficiência do gerador na produção do gás. Dessa forma foi acondicionado 150ml de água em um becker de vidro, para evitar que fatores externos prejudicassem o resultado, e, por conseguinte foi inserida 5 gotas da tinta, na coloração azul. Em seguida, a mangueira do gerador, canal por onde sai o gás ozônio, foi submersa no copo que continha a água e essa, por sua vez, foi submetida ao processo de ozonização.

O procedimento de ozonização foi realizado em um período de 1 hora. Ao longo desse tempo a coloração deveria sair de um ponto do azul intenso, para o ponto incolor. Por consequência, havendo a comprovação da eficiência do gerador.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 A ÁGUA

Segundo LOPES e ROSSO (2010) A terra é poeticamente chamada de “Planeta Água”, tal expressão fundamenta-se pelo fato de a água ocupar aproximadamente 70% de sua extensão territorial. A água disponível para consumo humano, que é doce e líquida, corresponde a menos de 1% do total existente no planeta. Embora aparente ser uma porcentagem muito baixa, refere-se a mais de 8.475.200 km³ distribuídas em rios, lagos e reservatórios subterrâneos (com 1km³ de água, daria para encher 1 milhão de piscinas semiolímpicas).

No que concerne a relevância da água, o autor Branco (2010) afirma que:

Os mais antigos filósofos gregos já afirmavam que tudo provém da água. A ciência tem demonstrado que a vida se originou na água e que ela constitui a matéria predominante em todos os corpos vivos. Não somos capazes de imaginar uma vida em sociedade que dispense o uso da água (BRANCO, 2010, p. 05).

A água é indispensável aos seres vivos, a começar pela grande demanda que o organismo humano necessita, cerca de 70%. Além disso, a água é encarregada pelo transporte de anticorpos, moléculas de glicoproteínas com a finalidade de combater, neutralizar antígenos (agentes estranhos causadores de doenças ao organismo), bem como, o controle da temperatura do corpo ao produzir suor, por exemplo. Sem essa substância, outra substância como as enzimas (catalisadoras biológicas, moléculas que aceleram a velocidade de reações químicas) não desempenhariam corretamente sua função. A reprodução também seria afetada diretamente, pois o bebê se forma no útero da mãe por meio da multiplicação de células e esse processo só ocorre com a utilização da água.

A lei 9.433 de 1997, conhecida como Lei das Águas, instituiu a Política Nacional de Recursos hídricos, o art. 1º informa os seguintes fundamentos:

- I - a água é um bem de domínio público;
- II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo

das águas;

V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

4.2 A RELEVÂNCIA EM ASSEGURAR A QUALIDADE DA ÁGUA PARA SAÚDE PÚBLICA

SILVA (2004, apud BORTOLI 2016, p. 30) diz que manter a água potável e constantemente disponível ao homem é um dos deveres dos órgãos governamentais fiscalizadores, não sendo apenas responsabilidade pública, mas da sociedade, por se tratar de bem essencial e comum. ALVES (2010, apud BORTOLI 2016, p.30) diz que a água fornecida para uso público ou privada deve ser potável, livre de microrganismos patogênicos, substâncias químicas em concentrações tóxicas, apresentando características que não provoquem a deterioração do sistema de abastecimento.

No que se refere a contaminação e proliferação de doenças de veiculação hídrica AMORIN e PORTO (2001) diz que:

A contaminação da água por microrganismos patogênicos possui como principal veículo de propagação, excretas de origem humana e animal e suas enfermidades transmissíveis mais comuns são a febre tifoide, a febre para tifoide, cólera, disenteria bacilar, diarreias, hepatites etc. (AMORIM, 2001, p.2).

4.3 ARMAZENAMENTO DA ÁGUA NAS CISTERNAS

A técnica de armazenamento de água em cisternas é uma forma viável que se faz necessária a fim de prevenir a carência hídrica nas regiões mais afetadas pela seca (SILVA; DOMINGOS, 2006 apud VIEIRA et al., 2012). As ferramentas que realizam a coleta e aproveitamento da água de chuva não são tecnologias contemporâneas. Existem relatos da utilização desses sistemas antes mesmo do nascimento de Cristo como, por exemplo, as cisternas construídas no deserto do Negev em Israel que datam de 2000 a.C.

A água armazenada nas cisternas consiste em métodos utilizados para o fornecimento humano, onde, muitas das cidades brasileiras não possuem o controle

de qualidade da mesma. A escassez desse recurso hídrico verificada em partes do país faz com que muitas pessoas utilizem desses reservatórios, pois é visto como uma alternativa viável e barata, se comparada à utilização da rede de abastecimento público (AMORIM; PORTO, 2001; FECHINE; GALVINCIO, 2014).

Segundo TAVARES et al. (2007) a propagação de agentes poluentes nos reservatórios de água pode ter influência de acordo com o tipo de reservatório, tipos de materiais utilizados na sua construção, existência ou não da prática de desviar as primeiras águas de chuva, permanência de volumes de água entre as estiagens (volume morto), limpeza da superfície de captação e dutos e a presença de animais próximos a estas estruturas.

Sperling (2005) afirma que corpos d'água, possuem elementos que modificam o seu grau de limpeza, na qual é possível apresentá-los mediante seus aspectos físicos, químicos e biológicos. Estes aspectos são denominados parâmetros de qualidade da água. Que podem ser descritos como:

Características físicas: as impurezas enfocadas sob a perspectiva física estão relacionadas, majoritariamente, aos sólidos presentes na água, sendo que estes sólidos podem ser em suspensão, coloidais ou dissolvidos, dependendo do tamanho. Características químicas: as características químicas de uma água podem ser explanadas por meio de uma das duas classificações: matéria orgânica ou inorgânica. Características biológicas: os seres presentes na água podem ser vivos ou mortos. Dentre os seres vivos, há os pertencentes aos reinos animal e vegetal, além dos protistas (SPERLING, 2005, p. 21).

4.4 LEGISLAÇÃO VIGENTE PARA A ÁGUA NO BRASIL

Segundo ALVES (2004, apud BORTOLI 2016, p. 28) Diante de tantas transformações, dos problemas sociais, econômicos e políticos no mundo, busca-se por soluções que viabilizem a sobrevivência das espécies, já que, não existe água "pura" (H₂O) na natureza devido à capacidade de ela dissolver diversas substâncias e transportar matéria em suspensão.

No Brasil, os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade são determinados pelo CONAMA 20 (Conselho Nacional de Meio Ambiente) na Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 define a água para consumo humano como aquela que é água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem Enquanto que água potável, fundamentada pela mesma portaria, é definida como aquela que atenda ao padrão de potabilidade

estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde (BRASIL, 2011). A mesma informa as seguintes disposições gerais:

Art. 2º Esta Portaria se aplica à água destinada ao consumo humano proveniente de sistema e solução alternativa de abastecimento de água.

Art. 3º Toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água.

Art. 4º Toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água, independentemente da forma de acesso da população, está sujeita à vigilância da qualidade da água.

4.5 TECNOLOGIA COMO UMA FORMA DE INTERVENÇÃO AO TRATAMENTO DA ÁGUA

Segundo Gnadlinger et al. (2005), em seu trabalho cita a fala do Dr. Appan na abertura na 9ª Conferência Internacional sobre Sistemas de captação de Água de Chuva, realizado no Brasil em julho de 1999, que disse:

"As tecnologias de sistemas de captação de água de chuva são tão antigas quanto as montanhas. O senso comum diz - como em todos os projetos de abastecimento de água - armazene a água (em tanques / reservatórios) durante a estação chuvosa para que ela possa ser usada quando mais se precisa dela, que é durante o verão. Em outras palavras: "Guarde-a para o dia da seca!" As tecnologias, os métodos de construção, uso e manutenção estão todos disponíveis. Além disso, o mais importante é que ainda existem muitos modelos financeiros que vêm ao encontro das necessidades de países desenvolvidos e em desenvolvimento. O que mais precisamos é de uma aceitação geral dessas tecnologias e vontade política de pôr em prática estes sistemas."

Devido à escassez dos recursos hídricos, as criações de novas tecnologias com o objetivo de assegurar a qualidade da água em reservatórios têm sido a décadas o centro de diversas pesquisas e desenvolvimentos. É uma tecnologia moderna ao passo que integra novos conceitos de técnicas construtivas e de segurança sanitária. Essas pesquisas procuram cada vez mais eficiência, bem como a capacidade de reduzir os custos.

Nos dias atuais pode-se citar várias das evoluções na tecnologia de

tratamento de água, dentre elas existem a filtração; Cloração; Classificadores; Flotação; Ultravioleta; Membranas e filtração; Oxidação avançada; Resinas de troca iônica; ozônio.

4.5.1 Tecnologias Sociais

As TS (Tecnologias Sociais) atualmente são discutidas no Brasil, por distintos atores sociais, tais como organizações da sociedade civil, universidades, trabalhadores e etc. Por meio dessas ações, está se demonstrando como uma das possíveis respostas para o atendimento das necessidades sociais. Existe de comum entre esses atores a preocupação com a crescente exclusão social, a precarização e a informalização do trabalho, assim como, a percepção acerca das fronteiras da atual política de ciência e tecnologia no país, que por sua vez possui uma propensão em oportunizar a privatização do conhecimento (FONSECA, 2009).

Segundo Dagnino (2014) a tecnologia social deve ser:

Adaptada a pequeno tamanho; Liberadora do potencial físico e financeiro; e da criatividade do produtor direto; Não discriminatória (patrão x empregado); Capaz de viabilizar economicamente os empreendimentos autogestionários e as pequenas empresas; Orientada para o mercado interno de massa; Ela deve ser adaptada ao reduzido tamanho físico e financeiro; não discriminatória; liberada da diferenciação – disfuncional, anacrônica e prejudicial nos ambientes autogestionários – entre patrão e empregado; orientada para um mercado interno de massa; libertadora do potencial e da criatividade do produtor direto.(DAGNINO, 2014, p.08)

Resumidamente, essas tecnologias têm por objetivo alcançar a capacidade de proporcionar economicamente os empreendimentos autogestionários.

As características mostradas, determina o quão as Tecnologias Sociais estão direcionadas para a produção de cunho coletivo ao invés de mercadológica, assim como, da mesma maneira está “mais imbricada às realidades locais, de modo que possa gerar respostas mais adequadas aos problemas colocados em um determinado contexto” (NOVAES e DIAS, 2009, p.19). Portanto, é perceptível que essas tecnologias representam um considerável avanço no país, tanto por meio das organizações que as implementam, visando a propagação dos conceitos e práticas, bem como a capacidade da construção destas, por via das iniciativas populares e da sua reaplicação em todo o território nacional.

4.6 MÉTODOS DE PARA INTERVENÇÃO NO TRATAMENTO DA ÁGUA

4.6.1 O ozônio

O ozônio foi descoberto em 1837, porém considerado como produto químico após trinta anos, quando sua forma tri atômica do gás oxigênio foi explanada. O ozônio apresenta apenas um elemento químico na sua composição. “Possui um poder de oxidação e inativação de bactérias, protozoários e vírus, e são apropriadas para tratamentos com essa finalidade” (MORAES, 2006) conseqüentemente a esse fator, o ozônio torna-se extremamente útil no processo de oxidação de compostos orgânicos e inorgânicos existentes na água. Embora o ozônio apresente substâncias que o assegurem como sendo um agente desinfetante de êxito, o mesmo só teve suas qualidades iminentes, como desinfetante, analisadas no final do século XIX.

Ao passo que o ozônio é descoberto com sua alta ação desinfetante, o cloro, antes o mais utilizado para tratamento de água, é posto em discussão sobre sua real eficácia, pois em 1975 se constata que o mesmo gera compostos cancerígenos organoclorados chamados Trihalometanos (THM), oriundos da reação com substâncias orgânicas, que por sua vez são nocivos à saúde humana.

Dentre as vantagens da utilização do ozônio pode-se citar a redução de traços de metais pesados (ferro e manganês), aumento da capacidade dos processos de coagulação e floculação (FARIA, D; URRUCHI, W) ao ser contrastado ao cloro, o ozônio apresenta-se como 20 vezes mais eficiente que o cloro, com ação de 3.000 vezes mais rápida para bactérias e micro-organismos.

Além disso, o ozônio não produz subprodutos e é produzido no local de utilização, quando não consumido, decompõe-se naturalmente em oxigênio. Antes do ozônio, qualquer tratamento de água existente era com base no uso de produtos químicos, porém os produtos químicos resolvem um problema e geram outro, no caso, realizam o tratamento da água, mas ao passo que ela vai para os rios, lagos, represas o cloro contido nessa água realiza um processo de contaminação.

Para gerar o ozônio o investimento é recuperado em poucos anos, e a sua utilização é extremamente econômica. A matéria-prima é a energia elétrica, enquanto o cloro tem que ser transportado e armazenado (ROCHA, 2012).

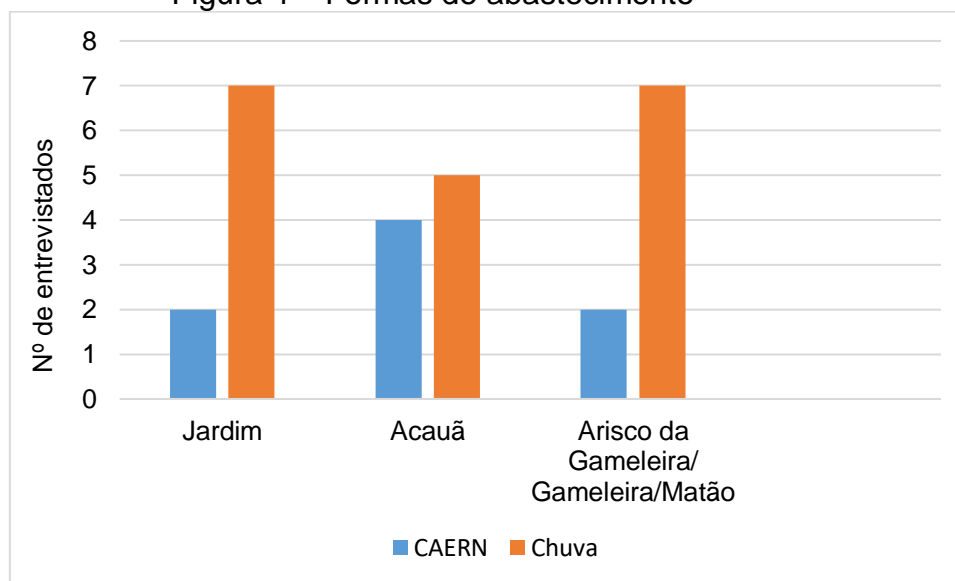
Embora o ozônio seja um gás tóxico para a saúde humana, a sua utilização na água traz inúmeros benefícios para a saúde, justamente pelo fato de ser um gás

extremamente oxidante e conseqüentemente ter a capacidade de romper a parede celular de bactérias e fungos, inativando os seus efeitos à saúde humana.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 LEVANTAMENTO QUALITATIVO

Figura 4 – Formas de abastecimento



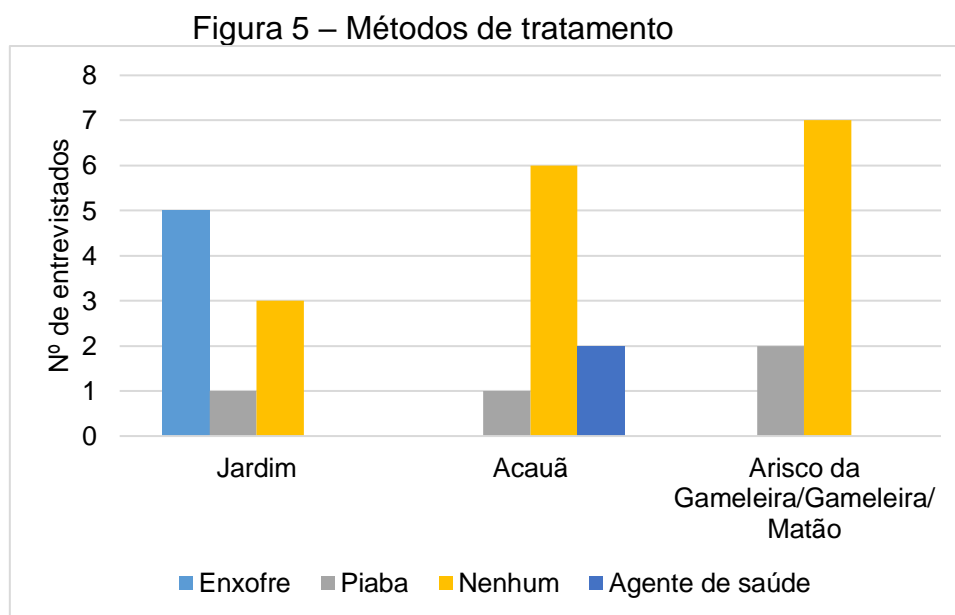
Fonte: Autores, (2017).

De acordo com as informações expostas na Figura 4. As formas empregadas para abastecer as cisternas nos distritos de Jardim (Pureza-RN), Acauã (Poço Branco-RN) e Arisco da Gameleira/Gameleira/Matão (Taipu-RN) consistem na exploração do Manancial Olheiro de Pureza/RN, pertencente à Bacia hidrográfica do rio Ceará-Mirim, pela empresa CAERN (Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte) assim como a água proveniente da chuva.

Ao analisar os dados dos moradores entrevistados que afirmaram abastecer suas cisternas por meio da chuva, verifica-se que na coluna dos distritos pertencentes a Poço Branco (Arisco da Gameleira/Gameleira/Matão) e Pureza (Jardim) há uma quantidade mais elevada quando comparada ao distrito de Acauã, uma situação contrária ocorre no abastecimento feito pela CAERN, onde Acauã apresenta o dobro do número de cisternas em relação a Jardim e aos distritos de Poço Branco.

A maioria das famílias na área de estudo são beneficiadas pela água da chuva, esta constatação pode ser explicada em virtude dos distritos estarem

localizados em zonas próximas ao litoral do estado do Rio Grande do Norte, onde as precipitações chuvosas ocorrem preferencialmente no verão e parte do outono (Dezembro à Junho), apesar de que no corrente ano de 2017 os residentes dos distritos de Pureza, Poço Branco Taipu relataram a ocorrência da concentração de chuvas nos períodos entre Julho e Agosto. Logo, isto explicita a razão pela qual houve a predominância de cisternas com volumes significativos de água resultante da chuva.



Fonte: Autores, (2017).

No que concerne aos métodos utilizados para tratamento da água armazenadas nas cisternas de Jardim (Pureza-RN), Acauã (Poço Branco-RN) e Arisco da Gameleira/Gameleira/Matão (Taipu-RN). Na Figura 5, visualiza-se que o enxofre foi empregado como principal agente para purificação da água. O manuseio do enxofre nas cisternas concentra-se no distrito de Pureza (Jardim), onde a população residente afirma ser uma prática hereditária em que não há orientações prévias por parte de um profissional da saúde.

Apesar de muitas pessoas associarem odor desagradável na água como resultado ao uso do enxofre, na realidade esta característica olfativa ocorre à medida que este componente químico é misturado ao hidrogênio do ácido sulfídrico (H_2S) que por sua vez é gerado quando há falta de oxigênio (anaeróbias), isto é, em reservatórios extremamente poluídos, sendo decorrente do processo natural de putrefação de compostos orgânicos (GLÓRIA, 2008). Nas cisternas que utilizavam

enxofre, não houve indícios do odor característico do enxofre combinado ao ácido sulfídrico, um gás mau cheiroso (ovos estragados).

O enxofre em si não traz malefícios à saúde, pelo contrário, o mesmo é fundamental para a vida, quando dentro dos limites seguros, auxiliando na composição das moléculas de proteína, imprescindíveis para o corpo. Porém, associando o enxofre ao ácido sulfídrico (H_2S) é gerado uma série de efeitos nocivos ao organismo humano, os óxidos afetam as mucosas respiratórias e oculares provocando fortes irritações e comprometendo a saúde do indivíduo (VALADARES et al., 2013).

O uso do enxofre compreende a maioria das cisternas de Jardim, nas quais armazenam água de chuva. Esse elemento químico é utilizado com a finalidade de reduzir a concentração de nitrato na água, pois o enxofre é um forte oxidante que permite a decomposição de agentes bioquímicos e orgânicos presentes na água. O ser humano ao consumir o nitrato em teores mais elevados que o permitido, pode ocasionar em doenças do sistema digestivo (câncer de estômago) bem como a doença conhecida por Metahemoglobinemia ou descoloramento da pele, causada pela alteração do sangue, com determinada deficiência enzimática. (SUZUKI et al., 2013)

Em todos os distritos é frequente o uso da piaba, principalmente nos que se localizam em Poço Branco, por ser um tipo de peixe larvófago nomeado cientificamente de *Astyanax Bimaculatus*. Essa prática de tratamento tem a intenção de restringir a proliferação das larvas existentes nas cisternas, visto que na maior parte destes reservatórios foi possível reparar que não há uma grande preocupação em vedar corretamente todas as passagens existentes, viabilizando assim a inserção de insetos, tendo como exemplo o mosquito *Aedes aegypti*, transmissor da dengue.

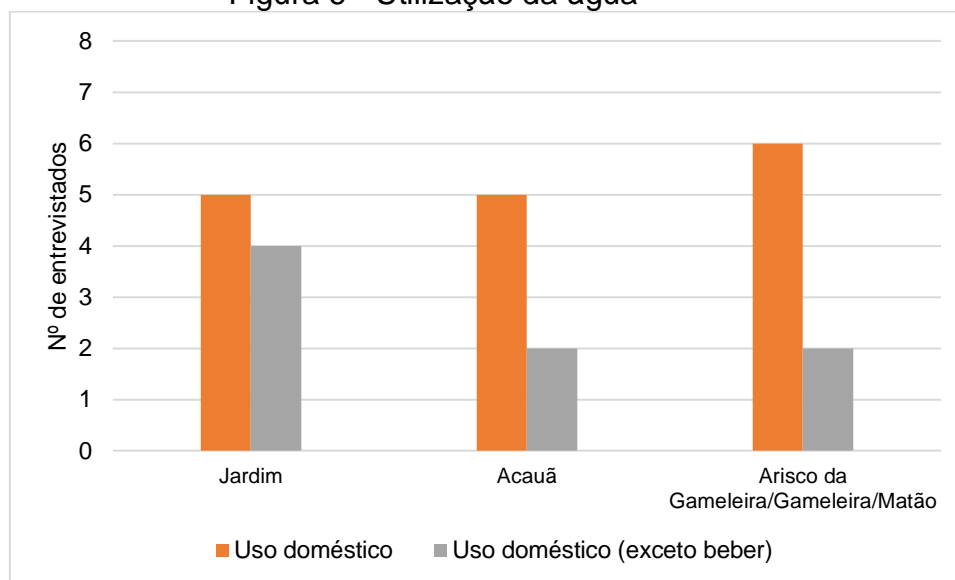
Por meio de um convênio do Instituto de Medicina Tropical Pedro Kouri com o Centro Nacional de Parasitologia e Enfermidades Tropicais da Argentina, no ano de 1998 foi confirmado cientificamente que a espécie de peixe *Astyanax Bimaculatus* (piaba) demonstra excessiva eficiência predatória em condições de laboratório, uma vez que a mesma foi capaz de demolir em média 655 larvas. (GENE et al., 1999).

De acordo com a Figura 5, é notório que em todos os distritos há uma elevada porção de cisternas que não é desempenhado qualquer tipo de tratamento em prol da qualidade da água. Conforme dito pelos moradores entrevistados, apenas uma vez ao ano e quando está próximo ao período chuvoso é efetuada uma higienização

nesses reservatórios com o auxílio da água sanitária.

Embora Acauã seja o único distrito com visitação de Agentes Comunitários de saúde, os mesmos não as fazem mensalmente, segundo moradores a última vez que esses profissionais tinham feito uma visita em domicílio fora a cerca de 4 meses.

Figura 6 - Utilização da água



Fonte: Autores, (2017).

A respeito das utilidades atribuídas a água nos distritos, como mostra a Figura 6, há a predominância de famílias que fazem uso desse recurso para o uso doméstico, que inclui as tarefas básicas de subsistência humana (beber, cozinhar, tomar banho, lavar louça e roupas). No entanto, as cisternas que são abastecidas pela água oriunda da CAERN, de acordo com a população, dispõem de um gosto fétido por ser extremamente clorada, acarretando assim uma mudança na rotina dos moradores, que apesar da vulnerabilidade econômica, ainda são obrigados a desembolsar dinheiro com o intuito de adquirir água mineral para ingestão.

Mediante esse levantamento é evidente a carência de um trabalho de orientação à conservação e administração correta da água. É impreterivelmente necessária uma política de educação ambiental atuante com objetivo de prevenir a proliferação de agentes patogênicos nos reservatórios. Porém, mais do que métodos que auxiliem na prevenção, é essencial uma monitoração frequente de Agentes Comunitários de Saúde, bem como análises físico-químicas e biológicas para obter a confirmação da qualidade de água consumida pela população.

5.2 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA

De acordo com as informações dispostas na Tabela 2, Tabela 3 e Tabela 4, referentes aos resultados das análises dos parâmetros físico-químicos (Alcalinidade, pH, Condutividade e Dureza) nos municípios de Pureza, Poço Branco e Taipu, têm-se os seguintes resultados:

5.2.1 Alcalinidade

Nas amostras analisadas, o pH está entre 4,4 e 8,3 indicando que a alcalinidade é devido a bicarbonatos, provavelmente por causa do solo com aspecto calcário. Águas que percorrem rochas calcárias (calcita) geralmente possuem alcalinidade elevada. (PEDROSA; CAETANO, 2002)

As amostras analisadas possuem uma concentração abaixo de 200 mg/L, conseqüentemente não há decorrência de incrustações na superfície, tornando esta água adequada para uso da população, pois segundo a Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde a Alcalinidade de bicarbonatos é aceita até os níveis de 250 mg/L.

5.2.2 pH

Nas amostras analisadas, o pH encontra-se em conformidade aos padrões estabelecidos pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde a qual recomenda que as águas para abastecimento público apresentem valores entre 6,0 e 9,5.

Tendo em vista que os municípios em que foram coletadas, haviam tido ocorrências de chuva nos últimos períodos, esse fator pode explicar o nível do pH que na maioria das amostras se encontram mais próximas de 7 (neutro), de acordo com CARVALHO et al. (2000) devido às chuvas, pode ocorrer a aproximação da neutralidade do pH. Isso ocorre por consequência da elevação na dissolução dos compostos dissolvidos. Portanto, a chuva ocasiona uma espécie de lavagem no solo, e com o volume e a velocidade da água, estes processos juntos amenizam a acidez constatada pela área alagadiça, resultando em aumento de pH.

5.2.3 Condutividade

Ao comparar os resultados das análises, constata-se que as amostras 6, 13, 14, 19, 21 e 23 não se encontram em conformidade, pois para águas provenientes de reservatórios, o valor da condutividade elétrica deve estar entre 50 – 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Correlacionando-se esse resultado com o gráfico sobre o abastecimento (Figura 4) todas as amostras são oriundas da CAERN, exceto a número 19 que por sua vez provém da chuva.

Ao analisar os dados na no município de Poço Branco (Tabela 2) e Taipu (Tabela 3) tanto a condutividade como a dureza apresentam-se com valores elevados nos reservatórios, logo pode ser feita uma correlação entre estes dois parâmetros, pelo fato de quanto mais pura for a água (menor o índice de dureza) mais baixa será a sua condutividade, caso contrário podem indicar características corrosivas na água. (PAIVA, 2008).

5.2.4 Dureza

Tabela 1 - Classificação da dureza na água.

Grau de dureza	Concentração de Carbonato de Cálcio (mg/L)
Macia	< 60
Média	60 – 120
Dura	120 – 180
Muito dura	>180

Fonte: BRASIL, (2011).

Comparando as amostras analisadas à classificação dos níveis de dureza, como mostra a Tabela 1, constata-se que as águas armazenadas nessas cisternas apresentam classificações entre macia, média e dura.

Os dados analisados nas amostras 13, 14, 21 e 23 as classificam como “dura”.

Ao analisar os gráficos referentes ao tipo de abastecimento (Figura 4) todos esses pontos de coletas são provenientes da CAERN.

E ao analisar-se o pH dessas amostras, pode-se fazer uma correlação entre

o nível de dureza e o pH, dado que quanto mais elevado for o nível de dureza na água, por conseguinte o pH torna-se propenso a aumentar, uma vez que a dureza auxilia impedindo que ele venha a ter uma mutação descontrolada.

Um fator que influencia na determinação da dureza consiste no tipo de solo local, o mapa geológico do território brasileiro possibilita visualizar elevados níveis de dureza na água na Região Nordeste, pois à medida que há a passagem da água pelo solo ocorre a dissolução da rocha calcária pelo gás carbônico da água, isto significa que as águas subterrâneas possuem maiores índices de dureza comparada as águas superficiais (PEDROSA; CAETANO, 2002).

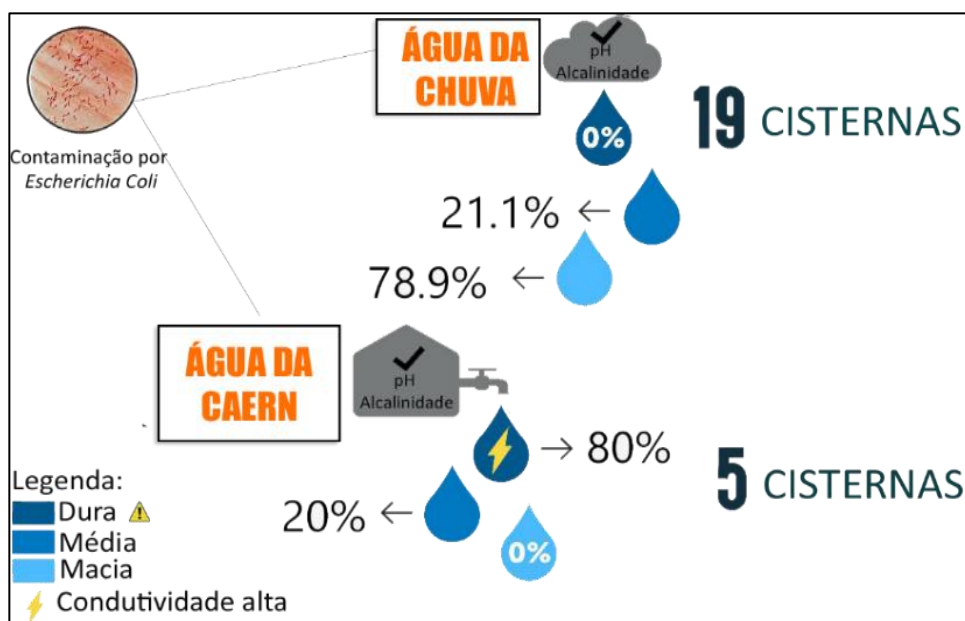
A Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, estabelece o nível de 500 mg/L CaCO_3 como padrão de potabilidade para dureza.

A dureza elevada afeta principalmente a eficiência de limpeza dos detergentes e sabões, exigindo seu consumo excessivo nas lavagens domésticas. No quesito saúde pública, não há comprovação cientificamente que determinada doença tenha sido ocasionada pelo consumo da água com níveis elevados de dureza. (SPERLING, 2005).

5.3 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

No Brasil, de acordo com a Portaria nº 2914, de 2011, do Ministério da Saúde, a água é classificada como sendo potável, a partir do viés microbiológico, ao passo que há a ausência de coliformes totais e termotolerantes (*Escherichia Coli*) em 100 ml de amostra de água para consumo, isto é, não representando prejuízo à saúde humana. No entanto, em todas as amostras dos municípios (Pureza/RN, Poço Branco/RN e Taipu/RN), que foram realizadas as análises biológicas, contiveram a presença de coliformes totais e a bactéria do gênero *Escherichia Coli*.

Figura 7 - Infográfico com os resultados obtidos nas análises físico-químicas e biológicas a partir das formas de abastecimento



Fonte: Autores, (2018).

A maioria das cisternas são abastecidas pela água da chuva, de acordo com o levantamento qualitativo e como mostra o infográfico da Figura 7. Dessa forma, a presença de patógenos na água ocorre, também, devido ao aumento do número de resíduos e excrementos de animais de sangue quente (aves e mamíferos) que são conduzidos para dentro da cisterna, por meio das “bicas”. (Amaral et al., 2003) Segundo os moradores, não é realizado qualquer tipo de limpeza periódica no telhado da casa, o mesmo ocorre para o canal que leva a água até o interior do reservatório e tampouco na própria cisterna.

Além disso, sobre as formas de tratamento, em todos os distritos há uma ampla parcela de cisternas onde não é realizado qualquer tipo de tratamento visando a qualidade da água. Logo, esse fator contribui para a existência de contaminação da água. Porém, é imprescindível que haja um processo de desinfecção juntamente as práticas de vedação das cisternas e a limpeza periódica para, assim, assegurar que a água esteja livre de micro-organismos patogênicos.

As cisternas que possuem abastecimento decorrente da CAERN também apresentaram parâmetros microbiológicos irregular, de acordo com a Figura 7. Isso pode ser justificado pelo fato dessa água ser explorada do Manancial Olheiro de Pureza/RN, pertencente à Bacia hidrográfica do rio Ceará-Mirim/RN. À vista disso, quando não são tratadas conforme os padrões estabelecidos, águas advindas de

fontes, poços, nem sempre são seguras, levando em consideração a visão sanitária. Assim, elevando a probabilidade de as pessoas contraírem doenças de veiculação hídrica. (SANTANA, 2012)

Por meio desses resultados torna-se indubitável a necessidade de realizar a devida orientação acerca da relevância em efetuar análises microbiológicas, bem como implantar metodologias de intervenção, por exemplo, o gerador de ozônio, a fim de evitar a proliferação de agentes patogênicos na água e que venham a colocar em perigo a saúde das famílias que habitam as comunidades em estudo. Considerando-se que os moradores utilizam dessa água para beber, cozinhar, é importante destacar que a presença de bactérias do gênero *Escherichia Coli* causa doenças, como: a diarreia, hepatite A, febres tifoide e paratifoide, cólera e parasitoses. (SANTANA, 2012) Ou seja, acarretando um grave problema de saúde pública que afeta diretamente essas populações que vivem à mercê da vulnerabilidade econômica.

5.4 TESTE DO GERADOR DE OZÔNIO

Mediante o teste realizado para verificar a eficiência do gerador na produção do gás ozônio, a metodologia aplicada comprovou-a de maneira satisfatória. A partir da inserção do gás, houve a oxidação das 5 gotas de tinta de impressora, que foram inseridas nas 150 ml de água e, por conseguinte ocorreu a mudança na tonalidade da água, de azul para o mais próximo de incolor, que pode ser visualizado na Figura 8.

Figura 8 - Resultado do teste de ozonização.



Fonte: Autores, (2018).

Por meio desse resultado, torna-se indubitável a eficiência do gerador, levando em consideração o seu baixo custo de produção (R\$ 20,00). É notório que algumas variáveis devem ser aperfeiçoadas como, por exemplo, o tempo no processo de ozonização, a quantidade de ozônio gerado. Porém, pelo baixo valor agregado no desenvolvimento do dispositivo, percebe-se o impacto social ocasionado por ele e a grande possibilidade de aplicação no tratamento de água das cisternas encontradas nas moradias.

Tendo em vista que as comunidades da Região do Mato Grande/RN vivem à mercê da vulnerabilidade econômica e que elas, por sua vez, são acometidas pela presença da bactéria do grupo coliformes (*Escherichia Coli*), de acordo com as análises microbiológicas realizadas, essa tecnologia social apresenta-se como um mecanismo acessível para intervenção no tratamento dos patógenos existentes na água e que viriam a pôr em risco a saúde dessa população.

Tabela 2 - Resultados das análises físico-químicas no município de Pureza/RN.

Amostra	Origem	Alcalinidade (mg/L HCO ₃)	pH	Condutividade (μS/cma)	Dureza Total (mg/L CaCO ₃)
01	Chuva	62,2	7,42	136,8	Macia
02	Chuva	40,9	7,14	97,69	Macia
03	Chuva	40,9	7,2	155,7	Macia
04	Chuva	62,2	7,35	121,4	Macia
05	Chuva	54,9	7,39	134,9	Macia
06	CAERN	97,0	7,98	102,3	Média
07	Chuva	40,9	7,33	63,19	Macia
08	Chuva	54,9	7,28	110,5	Macia
09*	CAERN	-	-	-	-

Fonte: Autores, (2018).

* Não houve análise devido a impossibilidade de coleta ocasionado pelo baixo nível da água na cisterna.

Tabela 3 - Resultados das análises físico-químicas no município de Poço Branco/RN.

Amostra	Origem	Alcalinidade (mg/L HCO ₃)	pH	Condutividade (μS/cma)	Dureza Total (mg/L CaCO ₃)
10	Chuva	131,8	7,39	117,2	Média
11	Chuva	48,2	7,25	86,6	Macia
12	Chuva	62,2	7,24	124,9	Macia
13	CAERN	173,9	7,74	921,9	Dura
14	CAERN	166,5	7,79	917,5	Dura
15	Chuva	76,3	7,36	-	Média
16	Chuva	76,3	7,64	157,8	Média
17*	CAERN	-	-	-	-
18*	CAERN	-	-	-	-

Fonte: Autores, (2018).

* Não houve análise devido a impossibilidade de coleta ocasionado pelo baixo nível da água na cisterna.

Tabela 4 - Resultados das análises físico-químicas e biológicas no município de Taipu/RN.

Amostra	Origem	Alcalinidade (mg/L HC03)	pH	Condutividade (μ S/cma)	Dureza Total (mg/LCaCO3)
19	Chuva	111	7,87	933,1	Média
20	Chuva	48,2	7,15	90,73	Macia
21	CAERN	173,9	7,89	913,6	Dura
22	Chuva	48,2	7,36	136,2	Macia
23	CAERN	173,9	8,11	916,9	Dura
24	Chuva	54,9	7,37	118,2	Macia
25	Chuva	54,9	7,33	88,16	Macia
26	Chuva	34,2	7,09	64,02	Macia
27	Chuva	68,9	7,19	99,93	Macia

Fonte: Autores, (2018).

6 TRABALHOS RELACIONADOS

As pesquisas não iniciam de forma isolada. Existem outros trabalhos que atuam na mesma linhagem de investigação e que, por sua vez, problematizam e buscam soluções viáveis. Dessa forma, faz-se impreterível a realização de uma consulta a essa bibliografia, a fim de discutir os resultados adquiridos, na perspectiva de salientar as atribuições da pesquisa realizada, destacando as evidências e desconformidades, com o intuito de construir um entendimento mais amplo acerca da temática.

6.1 TRABALHO 1: “DESINFECÇÃO DE ÁGUA UTILIZANDO ENERGIA SOLAR (SODIS): INATIVAÇÃO E RECRESCIMENTO BACTERIANO”

Esse trabalho faz uso da energia solar como meio de desinfecção de águas. Ele é utiliza de um mecanismo natural disponível e, além disso é perfeitamente aplicável em regiões vulneráveis em infraestrutura e recursos financeiros, pois não se faz necessário a dosagem de produtos químicos e não há custo já que se podem reutilizar materiais comerciais descartados.

Essa pesquisa reutilizou garrafas PET, transparentes, com a metade pintada de preto, sendo consideradas como variáveis: tempos de exposição de 1, 2, 4, e 6

horas e o uso de um concentrador dos raios solares. Os parâmetros de controle do afluente foram turbidez, cor aparente, temperatura, coliformes totais e *E.Coli* e no efluente foram monitorados os parâmetros: temperatura, coliformes totais e *E.Coli*.

É notória a relevância social provocada por essa metodologia para o tratamento de água. Por utilizar de um recurso natural, energia solar, regiões afetadas pela vulnerabilidade econômica, os municípios da Região do Mato Grande/RN, por exemplo, poderiam utilizar desse mecanismo para obter água de acordo com os parâmetros dispostos pelo Ministério da Saúde e com isso evitar a ocorrência de doenças ocasionadas por patógenos presentes na água.

No entanto, no que diz respeito a eficiência, mediante os resultados da pesquisa, uma das limitações dessa tecnologia é a necessidade do consumo da água tratada no mesmo dia em que foi submetida ao processo de desinfecção devido ao risco do recrescimento das bactérias, uma vez que este não apresenta efeito residual. Além das variações de vazão do sistema de tratamento biológico, a montante do ponto de coleta e das condições climáticas são outros fatores que suprimem a capacidade de inativação dos micro-organismos presentes na água.

Embora algumas variáveis do gerador de ozônio necessitem de aprimoramento como, por exemplo, o tempo no processo de ozonização, a quantidade de ozônio gerado. Ainda assim é perceptível o impacto ocasionado pela aplicação desse dispositivo, visto o baixo custo para a sua produção (cerca de R\$20,00), por utilizar de sucatas eletrônicas.

Além disso, a água, após ser purificada por ozônio, não é afetada pelo processo de recrescimento bacteriano, pois esse gás age de forma oxidativa e a sua formação não depende exclusivamente de fatores naturais, ao contrário do método SODIS, que faz uso da energia solar. Dessa forma, o ozônio apresenta-se como o método mais eficiente no tratamento da água.

6.2 TRABALHO 2: “O USO DE CLORO NA DESINFECÇÃO DE ÁGUAS, A FORMAÇÃO DE TRIHALOMETANOS E OS RISCOS POTENCIAIS À SAÚDE PÚBLICA”

Antes do desenvolvimento da teoria dos microorganismos – relacionando microorganismos com transmissão de doenças (1880) - as pessoas acreditavam que as doenças eram transmitidas por odores. Água e Esgoto desinfecção surgiu como

um método para eliminação de odores. Existem muitos agentes desinfetantes, mas o cloro é o principal produto usado para desinfetar a água. Compostos orgânicos presentes na água que é clorado pode resultar na formação de trihalometanos. Estes últimos são basicamente um átomo de carbono, um de hidrogênio e três de um halogênio (cloro, bromo ou iodo). Estes são considerados compostos carcinogênicos e sua presença na água potável deve, portanto, ser evitado.

Logo, essa pesquisa epidemiológica demonstra a associação entre a concentração de trihalometano, morbidade e mortalidade por câncer para alguns tipos de carcinoma. Mesmo assim, pode haver mais risco do que o benefício envolvido na substituição do cloro por outros métodos de desinfecção. Uma vez que a incidência de doenças transmitidas pela água caiu somente após a tornou-se um procedimento de rotina.

É perceptível a discussão trazida nesse trabalho acerca do uso do cloro como agente prejudicial à saúde humana, devido a formação de Trihalometanos (THM) ao entrar em contato com a água que contenha matéria orgânica. Logo, mediante a visita realizada nas comunidades da Região do Mato Grande/RN e o levantamento qualitativo efetuado, em todas as cisternas havia a presença de material orgânico. Dessa forma, a aplicação desse mecanismo seria inviável e ineficiente, pois representa um risco para a população.

Ainda que algumas variáveis do gerador de ozônio necessitem de aprimoramento como, por exemplo, o tempo no processo de ozonização, a quantidade de ozônio gerado, é notório o impacto ocasionado pela aplicação desse dispositivo, uma vez que o custo para sua produção é baixo (cerca de R\$20,00), por utilizar de sucatas eletrônicas. Da mesma forma que a água, após ser purificada por ozônio, não é afetada pelo processo de desenvolvimento das células cancerígenas (THM), pois esse gás age de forma oxidativa e não havendo a formação de subprodutos. Portanto, o ozônio revela-se como a metodologia mais eficiente no tratamento da água.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude dos resultados alcançados através das análises físico-químicas e microbiológicas, podemos verificar a relevância em desenvolver e aplicar estratégias que assegurem a qualidade da água consumida pela população residente nos municípios pertencentes a Região do Mato Grande/RN (Pureza, Poço Branco e Taipu).

Para os distritos que apresentaram elevados níveis de contaminação, foi proposto a aplicação do ozônio, por meio do gerador de ozônio, com o intuito de realizar a purificação da água contida na cisterna.

Levando em consideração os aspectos analisados, vislumbra-se algumas medidas futuras a serem exercidas, dentre elas faz-se necessário realizar a comunicação com órgãos públicos responsáveis, sobre a necessidade de investimento na implementação e fortalecimento de novos projetos que digam respeito às políticas de controle da qualidade da água. Além disso, aplicar o dispositivo desenvolvido na água das cisternas dos municípios estudados, para obter o controle da qualidade da água. E aperfeiçoar o desenvolvimento do gerador de ozônio como, por exemplo, o tempo no processo de ozonização, a quantidade de ozônio gerado, a fim de torná-lo ainda mais eficaz para o tratamento da água. É imprescindível salientar que se objetiva levar sempre em consideração materiais de baixo custo.

Enfim, espera-se que os métodos de intervenção propostos realmente alcancem seus objetivos em contribuir de maneira efetiva com a qualidade da água consumida. Ademais que proposta se expanda e torne-se possível efetuar análises e contribuir com uma melhor qualidade de vida em outras cidades da região.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, L. A.; NADER F. A.; ROSSI JUNIOR, O. D.; FERREIRA, F. L. A.; BARROS L. S. S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, v. 37, p. 510-514, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rsp/v37n4/16787.pdf>>. Acesso em 16 dez. 2018.
- AMORIM, M. C. C.; PORTO, E. R. Avaliação da Qualidade Bacteriológica das Águas de Cisternas: Estudo de Caso no Município de Petrolina -PE. **Anais do 3º Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semi-Árido. Campina Grande – PB**, ABCM AC, 2001. Disponível em: <http://www.abcmac.org.br/files/simpósio/3simp_miriamcleide_avaliacaodaqualidade_bacteriologica.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2017.
- ARAÚJO, S.M.S. A REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos. **Rios Eletrônica - Revista Científica da FASETE**, v. 5, n. 5, p. 89 – 98, 2011. Disponível em: <https://www.fasete.edu.br/revistarios/media/revistas/2011/5/a_regiao_semiarida_do_nordeste_do_brasil.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2017.
- BAIRD, C. **Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- BASTOS, R. P. Anfíbios do cerrado. **Herpetologia no Brasil II. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Herpetologia**, p. 87-100, 2007. Disponível em:<<http://sbherpetologia.org.br/wp-content/uploads/2016/10/3-Anf%C3%ADbios-do-Cerrado.pdf>>. Acesso em 16 dez. 2018.
- BLUMBERG, E.; AZEVEDO NETTO, J. Alcalinidade e dureza das águas naturais: Processos de redução da dureza. **Revista do Departamento de Águas e Esgotos**, São Paulo, n. 28, p. 63 - 79, 1956. Disponível em: <http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_28_n_1033.pdf>. Acesso em: 20 out.
- BORTOLI, J. **Qualidade físico - química e microbiológica da água utilizada para consumo humano e dessedentação animal em propriedades rurais produtoras de leite na região do vale do taquari/rs**. 2014. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ambiente e Desenvolvimento, Ciências Ambientais, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2016. Disponível em: <<https://univates.br/bdu/bitstream/10737/1068/1/2016JaquelineDeBortoli.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2017.
- BRANCO, S. M. **Água: origem, uso e preservação**. 2. ed.. São Paulo: Moderna, 2010.
- BRASIL, Geo. **Recursos Hídricos**. 2007. Disponível em: <GEO Brasil : recursos hídricos : resumo executivo. / Ministério do Meio Ambiente ; Agência Nacional de Águas ; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Brasília : MMA; ANA, 2007.>. Acesso em: 16 dez. 2018.

BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria 518 de 25 de março de 2004. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_518_2004.pdf>. Acesso em 16 dez. 2018.

BRASIL. **Lei n. 9433, de 08 de janeiro de 1997**. Lei da política nacional de recursos hídricos. Brasília, 09 de janeiro de 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em 16 dez. 2018.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água. 3ª ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2009. 144 p

BRASIL. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 02 ago. 2017.

CARVALHO, A. R.; MINGANTE SCHLITTLER, F. H.; TORNISIELO, V. L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. **Quimica Nova**, v. 23, n. 5, p. 618–622, 2000. Disponível em: <<http://www.sbgq.org.br/publicacoes/quimicanova/qnol/2000/vol23n5/08.pdf>>. Acesso em: 10 Ago. 2017.

DAGNINO, R. **Tecnologia social: contribuições conceituais e metodológicas**. Campina Grande, PB: Insular, 2014. 319 p. Disponível em: <<https://static.scielo.org/scielobooks/7hbd/pdf/dagnino-9788578793272.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2017.

FARIA, D; URRUCHI, W.; OTANI, C.; MASSI, M. Efeitos na Turbidez, cor, pH, Fe e Mn da aplicação de ozônio em água de abastecimento. In: **Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 23, 2005, São Paulo, SP. Anais (on-line) São Paulo: 2005. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/l-006.pdf>>. Acesso em 16 dez. 2018.

FECHINE, J. A. L.; GALVÍNIO, J. D. Uma Forma de Convivência Com a Seca: Bacia Hidrográfica do Rio Brígida - Pernambuco - Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, n. 4, p.724-730, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233333/27107>>. Acesso em 16 dez. 2018.

FONSECA, R. R. **Política Científica e Tecnológica para o Desenvolvimento Social: uma análise do caso brasileiro**. 2009. 343 f. Instituto de Geociências, Pós Graduação em Política Científica e Tecnológica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/286689/1/Fonseca_RodrigoRodriguesda_D.pdf>. Acesso em 16 dez. 2018.

FREITAS, M.B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importância da análise de águas para a saúde pública em duas regiões do estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Caderno de Saúde Pública**, v. 17, nº3, p. 651 – 660, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v17n3/4647.pdf>>.

Acesso em 16 dez. 2018.

GENE, C. M.; ROSA, J. R.; REA, M. J. F.; BORDA, C. E. Control biológico de mosquitos - I Ensayos Preliminares con peces autóctones. **Comunicaciones científicas y tecnológicas del Centro Nacional de Parasitología y Enfermedades Tropicales**, 1999. Disponível em:

<<http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/medicina/m-037.pdf>>. Acesso em 16 dez. 2018.

GLÓRIA, R. M. **Estudo dos processos de formação, acumulação, emissão e oxidação de sulfeto de hidrogênio em reatores UASB tratando esgotos domésticos**. 2008. 65 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Saneamento, Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 2009. Cap. 37. Disponível em:

<<http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/479M.PDF>>. Acesso em: 27 out. 2017.

GOMES, M. A.F. Água: sem ela seremos o planeta Marte de amanhã. **Embrapa Meio Ambiente** - Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E), 2012. Disponível em: <

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/921047/1/2011AM02.pdf>>. Acesso em 16 dez. 2018.

GNADLINGER, Johann et al. **TECNOLOGIAS DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA PARA O SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO**. 2005. Disponível em:

<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/37097/1/OPB1652.pdf>>.

Acesso em: 16 dez. 2018.

IDEMA – Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente do RN, **Perfil do Município**, 2008. Disponível em: <

<http://www.idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=PASTAC&TARG=875&ACT=&PAGE=&PARM=&LBL=>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas, SP: Editora Átomo, 2005.

LIRA, O. O. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS: **Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde**. Brasília: Funasa, 2014. 112 p. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files/mf/manualcont_quali_agua_tecnicos_trab_emetas.pdf>.

Acesso em: 27 out. 2017.

LOPES, S; ROSSO, S. Bio: **volume 1**. 1.ed.. São Paulo: Saraiva, 2010.

MEYER, S. O Uso de Cloro na Desinfecção de Águas, a Formação de Trihalometanos e os Riscos Potenciais à Saúde Pública. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p.99-110, jan. 1994. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/csp/v10n1/v10n1a11>>. Acesso em 16 dez. 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. (n.d). **Brasil compartilha maior reservatório de água doce da América do Sul**. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/informma/item/5341-brasil-compartilha-maior-reservatorio>>

[de-agua-doce-da-america-do-sul.html](#)>. Acesso em: 10 ago. 2017.

MORAES R., **Água poderá ser tratada sem cloro**. Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010125060524>> . Acesso em: 05 de outubro de 2017.

NOVAES, H. T.; DIAS. **Contribuições ao Marco Analítico-Conceitual da Tecnologia Social**. In: DAGNINO, Renato (Org.). Tecnologia Social: Ferramenta para construir outra sociedade. Campinas/ SP: IG / UNICAMP, 2009

NUNES, L. et al. **DISPONIBILIDADE DE ÁGUA DOCE NO PLANETA Existe água doce suficiente para satisfazer as necessidades do planeta?**. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia) – Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, FEUP. Portugal, 2009.

PAIVA, L. C. **Avaliação de alguns parâmetros físico-químicos da água do rio riachão no município de Caatiba – BA**. 2008. 11 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciências Biológicas, Uesb, Goiânia, 2010. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010/avaliacao_de.pdf>. Acesso em: 20 out. 2017.

PEDROSA, C. A; CAETANO, F. A. **Águas Subterrâneas**. Brasília: Agência Nacional de Águas, Superintendência de Informações Hidrogeológicas, 2002. 85p. Disponível em <www.ana.gov.br/gestaoRecHidricos/InfoHidrologicas/aguasSubterr/EstudoAguaSubterraneasANA22-08-02.doc> Acesso em 20 out. 2017.

ROCHA, M. Campinas usa Alternativa “verde” para tratar Água. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 12, set. 2012. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidiano/64134-campinas-usa-alternativa-verde-para-tratar-agua.shtml>>. Acesso em: 05 de Outubro de 2017.

SANTANA, J. **Qualidade da Água das Escolas Municipais de Igarassu - PE**. 2012. 22 f. Monografia (Especialização) – Fundação Oswaldo Cruz, Especialização em Gestão de Sistemas e Serviços de Saúde, 2012. Disponível em : <<http://www.cpqam.fiocruz.br/bibpdf/2012santana-ias.pdf>>. Acesso em 25 out. 2017.

SILVA, M. J. M. **Desinfecção de Água utilizando Energia Solar (SODIS): Inativação e Recrescimento Bacteriano**. 2004. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/258606/1/Silva_MarceloJacominiMoreirada_M.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2018.

SPERLING, M.V. **Introdução à Qualidade das Águas e Tratamento de Esgotos**. 3. ed.. Belo Horizonte: Editora UFMG; 2005.

TAVARES, A. C.; SILVA, M. M. P.; OLIVEIRA, A. L.; SOUTO, R. Q.; NÓBREGA, R. L. B.; CEBALLOS, B. S. O. Captação e manejo de água de chuva em cisternas: uma forma de mitigar os efeitos das secas prolongadas no nordeste semiárido - estudo

de caso: assentamento Paus Brancos, Paraíba. In: **Simpósio brasileiro de captação e manejo de água de chuva**, 6, 2007, Belo Horizonte, MG. Anais (on-line) Belo Horizonte: 2007. Disponível em: <http://www.hidro.ufcg.edu.br/cisternas/Captacao_e_manejo_de_agua_de_chuva_em_cisternas_uma_forma_de_mitigar_os_efeitos_das_secas_prolongadas_no_Nordeste_semi-arido.pdf>. Acesso em 28 out. 2017.

VALADARES, M. C.; et al. As reações do elemento enxofre no organismo humano. In: **Congresso Brasileiro de Química – CBQ**, 53, 2013, Rio de Janeiro, RJ. Anais (on-line) Rio de Janeiro: ABQ, 2013. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2013/trabalhos/6/3613-15382.html>>. Acesso em: 27 out. 2017.

VIEIRA, Jacqueline Fontenele et al. Captação e manejo da água de chuvas na comunidade do Planalto Renascer, Quixadá-CE. In: CRONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 12., 2012, Palmas. **Captação e manejo da água de chuvas na comunidade do Planalto Renascer, Quixadá-CE**. Palmas: Ifto, 2012. p. 1 - 6. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/410/2226>>. Acesso em: 16 dez. 2018.

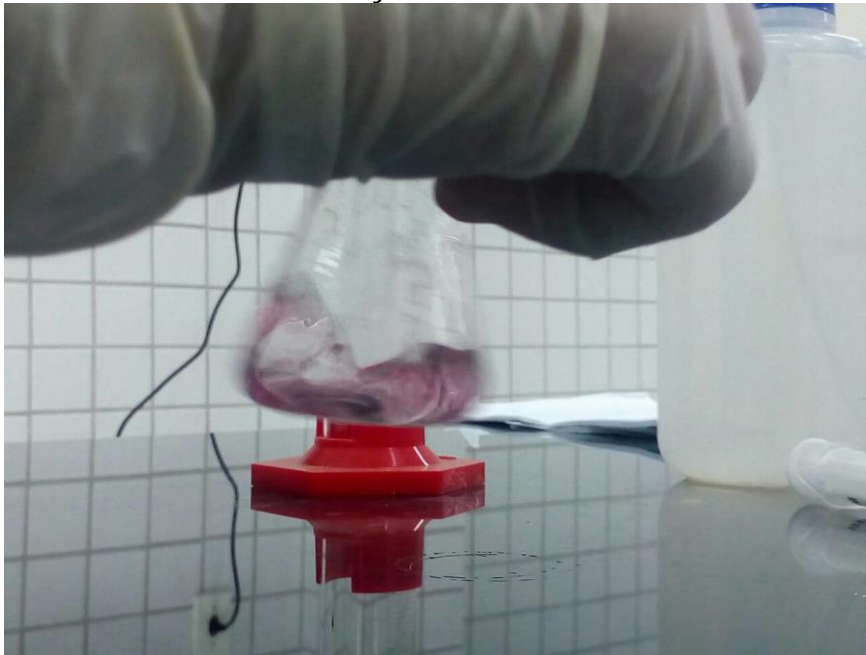
VON SPERLING, M. **Princípio do tratamento biológico de águas residuárias: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Minas Gerais: Editora UFMG, 2005. 452 p. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?id=1pxhLVxVFHoC&pg=PA34&lpg=PA34&dq=tipo+de+solo+local+e+a+dureza+da+água&source=bl&ots=CixAB62B7t&sig=4gzEJzs3GHgyll59TVucLiNKuws&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwjR0oPqIJXXAhVFipAKHXndAlsQ6AEIRTAf#v=onepage&q=tipo de solo local e a dureza da água&f=false](https://books.google.com.br/books?id=1pxhLVxVFHoC&pg=PA34&lpg=PA34&dq=tipo+de+solo+local+e+a+dureza+da+água&source=bl&ots=CixAB62B7t&sig=4gzEJzs3GHgyll59TVucLiNKuws&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwjR0oPqIJXXAhVFipAKHXndAlsQ6AEIRTAf#v=onepage&q=tipo%20de%20solo%20local%20e%20a%20dureza%20da%20água&f=false)>. Acesso em: 27 out. 2017

APÊNDICE A – Cisterna no município de Pureza/RN**APÊNDICE B - Coleta das amostras no município de Taipu/RN**

APÊNDICE C - Cisterna em Pureza/RN**APÊNDICE D – Cisterna em Poço Branco/RN**

APENDICE E – Cisterna em Taipu/RN**APÊNDICE F – Coleta das amostras em Taipu/RN**

APÊNDICE G – Frasco utilizado na coleta das amostras**APÊNDICE H – Adição do reagente na análise de dureza**

APÊNDICE I – Mudança de cor na análise de dureza**APÊNDICE J – Análise de dureza**

**APENDICE K – Teste presuntivo (presença/ausência
Coliformes totais e a bactéria do gênero *Escherichia coli*.)**

dos



**APÊNDICE L -Teste confirmativo (presença/ausência dos Coliformes totais
e a bactéria do gênero *Escherichia coli*.)**

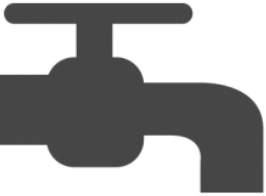
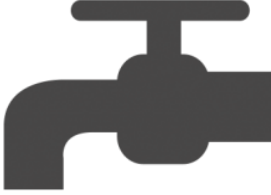



APÊNDICE M – Folder para a população dos distritos em estudo

CISTERNA LIMPA!


É VIDA SAUDÁVEL PRA SUA FAMÍLIA!

A LIMPEZA DA CISTERNA É TÃO IMPORTANTE QUE EXISTE UMA LEI QUE OBRIGA A FAZER ESTA DESINFECÇÃO DE SEIS EM SEIS MESES: LEI 1893 DE 20/11/91 – DECRETO 20356 DE 17/08/94.





- 1


LIGAR UMA LAMPADA PARA ILUMINAR O INTERIOR E FECHAR A ENTRADA DE ÁGUA DA CISTERNA, DEIXANDO NO FUNDO ÁGUA SUFICIENTE PARA DAR A PRIMEIRA LAVADA;
- ESFREGAR AS PAREDES INTERNAS E O FUNDO DO RESERVATÓRIO COM ESCOVA DE NYLON OU VASSOURA, COM ÁGUA E SABÃO EM SEGUIDA COM PANOS, RODO E BALDE, RETIRE TODA A SUJEIRA, INCLUSIVE A ÁGUA;


2
- 3


PREPARE A SOLUÇÃO DESINFETANTE, DILUINDO 1 LITRO DE ÁGUA SANITÁRIA EM 5 LITROS DE ÁGUA E A ESPALHE NAS PAREDES, TETO E FUNDO DA CISTERNA COM UMA BORRIFADOR OU PANO E GUARDE 30 MINUTOS PARA DAR EFEITO;
- APROVEITE E, COM UMA LANTERNA, VEJA SE NÃO EXISTE ALGUMA RACHADURA OU DESCASCAMENTO NAS PAREDES, TETO E PISO;

4
- 5


ENXÁGUE A CISTERNA COM ÁGUA CORRENTE, RETIRANDO TODO O RESÍDUO DO DESINFETANTE;
- ANOTE A DATA DE LIMPEZA NUMA ETIQUETA E PENDURE EM ALGUM CANO DA CISTERNA.

6



ESTE TRABALHO DEVE SER REALIZADO POR DUAS PESSOAS: UMA DENTRO E OUTRA FORA. COMO É UM AMBIENTE CONFINADO, PODE ACONTECER DA PESSOA QUE ESTÁ DENTRO PASSAR MAL OU CAIR, ETC. QUEM ESTA FORA DEVE VIGIAR O OUTRO E, EM CASO DE NECESSIDADE, SOCORRÊ-LO IMEDIATAMENTE.

APÊNDICE N – Resultado das análises microbiológicas em alguns municípios da Região do Mato Grande/RN

Cidade	Número	Origem	Presença/ausência (<i>E. Coli</i>)
Pureza	01	Chuva	Presença
Pureza	02	Chuva	Presença
Pureza	03	Chuva	Presença
Pureza	04	Chuva	Presença
Pureza	05	Chuva	Presença
Pureza	06	CAERN	Presença
Pureza	07	Chuva	Presença
Pureza	08	Chuva	Presença
Pureza	09*	CAERN	-
Poço Branco	10	Chuva	Presença
Poço Branco	11	Chuva	Presença
Poço Branco	12	Chuva	Presença
Poço Branco	13	CAERN	Presença
Poço Branco	14	CAERN	Presença
Poço Branco	15	Chuva	Presença
Poço Branco	16	Chuva	Presença
Poço Branco	17*	CAERN	-
Poço Branco	18*	CAERN	-
Taipu	19	Chuva	Presença
Taipu	20	Chuva	Presença
Taipu	21	CAERN	Presença
Taipu	22	Chuva	Presença
Taipu	23	CAERN	Presença
Taipu	24	Chuva	Presença
Taipu	25	Chuva	Presença
Taipu	26	Chuva	Presença
Taipu	27	Chuva	Presença

Fonte: Autores, (2018).

* Não houve análise devido a impossibilidade de coleta ocasionado pelo baixo nível da água na cisterna.