

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE
DO NORTE - *CAMPUS* APODI

CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL COAGULANTE/FLOCULANTE DA SEMENTE DE
MORINGA OLEÍFERA LAM (*Moringaceae*) NA PURIFICAÇÃO DE ÁGUA DA
LAGOA DO APODI - RN**

APODI/RN

2017

ALICE CAROLINE MAIA SOUSA

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL COAGULANTE/FLOCULANTE DA SEMENTE DE
MORINGA OLEÍFERA LAM (*Moringaceae*) NA PURIFICAÇÃO DE ÁGUA DA
LAGOA DO APODI - RN**

Trabalho de Monografia apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Graduado em Química.

Orientador: **Márcio Cleivo de Moraes Souza**

APODI-RN

2017

ALICE CAROLINE MAIA SOUSA

**AValiação DO POTENCIAL COAGULANTE/FLOCULANTE DA SEMENTE DE
MORINGA OLEÍFERA LAM (*Moringaceae*) NA PURIFICAÇÃO DE ÁGUA DA
LAGOA DO APODI - RN**

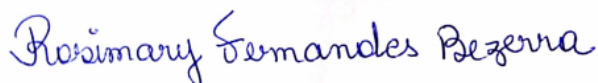
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Licenciatura Plena em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento as exigência legais como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Química.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado e aprovado em: 30/01/2018, pela seguinte banca examinadora:

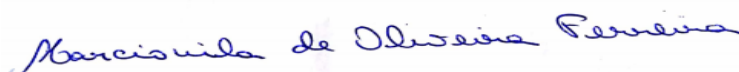
BANCA EXAMINADORA



Prof. Me. Marcio Cleivo de morais Souza, Presidente
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte



1° AVALIADOR - Profa. Dra. Rosimary Fernandes Bezerra
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte



2° AVALIADOR - Profa. Dra. Marcionila de Oliveira Ferreira
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Dedico este trabalho a minha família, minha mãe Irene Maia e ao meu irmão Artur Maia que sempre me apoiaram e me deram todo suporte para que eu chegasse até essa etapa da minha vida, incentivando o meu crescimento profissional e a realização desse sonho que será um impulso inicial para a realização de vários outros.

AGRADECIMENTOS

Em primeira mão, a Deus toda a minha gratidão por me permitir chegar a essa etapa do curso, encerrando a minha batalha de quase quatro anos que me trouxe tanta aprendizagem e apreço pela minha futura profissão.

Agradeço também a minha mãe, Irene de Oliveira Maia, quem me apoiou, me incentivou e esteve sempre comigo em todas as fases, dificuldades e conquistas que obtive durante o curso. Mãe, obrigada por tudo, por ter acreditado sempre que eu iria conseguir, por não ter desistido e por ter investido com toda a dificuldade que só a gente sabe, na minha educação e do meu irmão. Tudo isso foi por vocês, mãe, irmão Artur Maia e meu sobrinho José Enrico Maia. Eles são tudo na minha vida!

Muito tenho a agradecer também ao meu companheiro, amigo, ouvinte e namorado Pedro Henrique Paiva por sempre estar ao meu lado, acompanhou quase toda a minha graduação e me ajudou sempre no que eu precisava. Ouvinte por estar sempre a escutar os meus choros em meio aos momentos ruins da faculdade e amigo por ficar feliz pelas minhas conquistas.

Gratidão também a Jadson Fernandes da Silva, a quem sempre disse “sua amizade é meu segundo diploma”, pois é um presente que a faculdade me trouxe. E sua família, por terem me acolhido em sua cidade Itaú, e mais que isso, em sua casa. Minha segunda família. Obrigada Dona Ana e Seu Jorge!

Mais que agradeço a todos os meus professores da graduação, por todos os ensinamentos a nós repassados, tudo isso só foi possível por conta de vocês. Com ressaltado ao professor Felipe Maia, meu orientador de iniciação científica durante esses quase quatro anos, devo muito do meu conhecimento a ele. Um agradecimento bem especial a Keliane e Leila, Kefson, Ismael e Daniel me ajudaram bastante e além de tudo amigos. E a todos os servidores que direta e indiretamente contribuíram com a nossa formação, em especial a Eliane, Jeisiane e todos os servidores da limpeza que sempre estavam aptos a nos ajudar, guardo-os em meu coração.

Eternamente grata ao meu otímíssimo (risos) professor e orientador Márcio Cleivo de Moraes Souza por me acompanhar nesse momento, me orientar e repassar seus conhecimentos. Obrigada por toda a sua paciência comigo, por não desistir do meu trabalho que se tornou nosso e que surgiram tantas dificuldades para a sua execução, porém, se aqui cheguei foi porque deu tudo certo e porque você esteve sempre a me orientar e incentivar com as palavras certas. Obrigada professor!

RESUMO

A água é um dos bens mais importantes para o homem, cerca de 97,5% da água existente no planeta é salgada, presentes nos mares e oceanos, os outros 2,5% são de água doce disponível para o consumo humano, presente principalmente em rios, lagos e geleiras. Mesmo diante de uma quantidade muito pequena de água doce para o consumo das pessoas, parte dela ainda sofre com as contaminações provocadas pelas atividades realizadas pelo homem. Diante desta problemática este trabalho tem por objetivo avaliar o potencial de coagulação presente na semente de Moringa Oleífera Lam no tratamento das águas poluídas da Lagoa do Apodi, situada no estado do Rio Grande do Norte. Inicialmente, foi realizada uma coleta de água na Lagoa do Apodi e encaminhada para o laboratório do IFRN campus Apodi, onde foram realizadas algumas análises físico-químicas. Para o procedimento de tratamento da água foram realizados dois tipos de experimentos, uma amostra de água foi submetida a um procedimento com as sementes de moringa após ter sido extraído o óleo, enquanto outra amostra de água foi tratada com as sementes contendo o óleo. Após o processo de purificação da água com as sementes de moringa, realizou-se novamente as análises físico-químicas para se fazer um comparativo da eficiência das sementes. Os resultados obtidos com esta metodologia, foram considerados bastante satisfatórios, pois em todas as análises físico-químicas, houve uma redução das concentrações analisadas, indicando assim que a moringa apresenta uma capacidade coagulante muito boa. Os resultados de Condutividade Elétrica (CE), Potencial Hidrogeniônico (pH), Alcalinidade, Cloreto e Salinidade apresentaram os melhores resultados quando o tratamento era realizado com as sementes de moringa sem o óleo, enquanto que as análises de Sólidos Totais, Turbidez, Dureza Total, Dureza de Cálcio e Magnésio e Nitrato, apresentaram os melhores resultados com o tratamento utilizando as sementes de moringa com o óleo.

Palavras Chaves: Moringa, Coagulantes, Água, Análises Físico-Químicas, Lagoa do Apodi

ABSTRACT

Water is one of the most important goods for man, about 97.5% of the water on the planet is salty, present in the seas and oceans, the other 2.5% are fresh water available for human consumption, present mainly rivers, lakes and glaciers. Even with very little fresh water for people's consumption, some of it still suffers from the contamination caused by man-made activities. In view of this problem, this work aims to evaluate the potential of coagulation present in the Moringa Oleífera Lam seed in the treatment of polluted waters of the Apodi Lagoon, located in the state of Rio Grande do Norte. Initially, a water collection was carried out in Apodi Lagoon and sent to the laboratory of the IFRN Apodi campus, where some physical-chemical analyzes were performed. For the water treatment procedure two types of experiments were carried out, one water sample was submitted to a procedure with the moringa seeds after the oil was extracted, while another water sample was treated with the seeds containing the oil. After the water purification process with the moringa seeds, the physical-chemical analyzes were carried out again to make a comparison of the efficiency of the seeds. The results obtained with this methodology were considered very satisfactory, because in all the physical-chemical analyzes, there was a reduction of the analyzed concentrations, thus indicating that the moringa presents a very good coagulating capacity. The results of Electric Conductivity (EC), Hydrogenion Potential (pH), Alkalinity, Chloride and Salinity presented the best results when the treatment was performed with the moringa seeds without the oil, while the Total Solids, Turbidity, Total Hardness , Hardness of Calcium and Magnesium and Nitrate, presented the best results with the treatment using the moringa seeds with the oil.

Key Words: Moringa, Coagulants, Water, Physical-Chemical Analyzes, Apodi Lagoon

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Planta de Moringa Oleífera Lam	26
Figura 2: A estrutura da possível substância coagulante da semente da Moringa (glucosinolato)	29
Figura 3: Lagoa do Apodi	29
Figura 4: receptação de esgoto sem tratamento	30
Figura 5: receptação de esgoto sem tratamento	31
Figura 6: Acúmulo de resíduos no entorno da lagoa	31
Figura 7: Identificação do ponto de coleta de água	32
Figura 8: Semente retirada da casca mais externa	33
Figura 9: Semente retirada da casca mais espessa e dura	33
Figura 10: Semente triturada	34
Figura 11: Água bruta a ser colocada para tratamento	34
Figura 12: Água bruta colocada para tratamento com a semente	35
Figura 13: Água tratada sendo filtrada	35
Figura 14: Condutivímetro utilizado	36
Figura 15: pHmetro utilizado	36
Figura 16: Representação do método de evaporação para análise de sólidos	37
Figura 17: Amostra antes da adição do indicador, após a adição do indicador e após titulação respectivamente	39
Figura 18: amostra antes da adição do indicador, após a adição do indicador e após a titulação	40
Figura 19: procedimento de titulação da alcalinidade	41
Figura 20: amostra antes da adição do indicador, após a adição do indicador e após a titulação respectivamente	42
Figura 21: Soluções para a determinação da curva de calibração	44
Figura 22: Aparelho Espectrofotômetro utilizado na análise de nitrato	45
Figura 23: Procedimento de evaporação da amostra para a análise de nitrato	45
Figura 24: Aparelho de Turbidímetro utilizado nas análises	47
Figura 25: Curva Padrão de Nitrato	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Plantas com propriedades coagulantes	20
Tabela 2: Variáveis físicas e químicas de qualidade das águas	21
Tabela 3: Recomendações quanto ao tipo de frasco, volume de amostra, forma de preservação e prazo de execução de análise para cada parâmetro físico-químico e biológico de amostra de água	21
Tabela 4: Composição Química das Sementes da Moringa	27
Tabela 5: Volumes de amostras máximos por condutividade elétrica	42
Tabela 6: Valores da condutividade elétrica obtidos	49
Tabela 7: Valores de temperatura medidos em análise	50
Tabela 8: Valores de sólidos totais medidos em análise	50
Tabela 9: Valores de turbidez medidos em análise	51
Tabela 10: Valores de pH medidos em análise	52
Tabela 11: Valores de dureza total medidos em análise	53
Tabela 12: Valores de dureza de cálcio medidos em análise	54
Tabela 13: Valores de dureza de magnésio medidos em análise	54
Tabela 14: Valores de alcalinidade medidos em análise	55
Tabela 15: Valores de cloreto medidos em análise	56
Tabela 16: Valores de salinidade medidos em análise	57
Tabela 17: Leitura de absorvância da curva padrão de nitrato	57
Tabela 18: Valores de nitrato medidos em análise	58

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Determinação de sólidos totais	38
Equação 2: Determinação da dureza total	39
Equação 3: Determinação do teor de Ca^{2+}	40
Equação 4: Determinação do teor de Mg^{2+}	40
Equação 5: Determinação da alcalinidade total	41
Equação 6: Determinação de cloretos	43
Equação 7: Determinação da salinidade	43
Equação 8: Cálculo da equação da reta	46

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1. DISPONIBILIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS	16
2.2. MÉTODOS DE TRATAMENTO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA ..	18
2.2.1. Métodos de tratamento de água.....	18
2.2.2. Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas.....	20
2.3. MORINGA OLEÍFERA LAM	26
2.3.1. Características da planta.....	26
2.3.2. Aplicações	27
2.4. FONTE POLUÍDA SELECIONADA PARA TRATAMENTO (LAGOA DO APODI)	29
3. METODOLOGIA	32
3.1. COLETA, TRATAMENTO E ANÁLISES DA ÁGUA DA LAGOA DO APODI	32
3.1.1 Coleta e conservação das amostras de água	32
3.1.2 Tratamento da água com a torta da semente	33
3.1.3 Análises físico-químicas da água	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	48
4.1. TRATAMENTO DA ÁGUA.....	48
4.2.. PARÂMETROS FÍSICOS.....	48
4.2.1. Resultados quanto à Condutividade Elétrica – CE.....	48
4.2.2. Resultados quanto à Temperatura	49
4.2.3. Resultados quanto a Sólidos Totais - ST.....	50
4.2.4. Resultados quanto à Turbidez	51
4.3. PARÂMETROS QUÍMICOS.....	52
4.3.1. Resultados quanto ao Potencial Hidrogeniônico - pH	52
4.3.2. Resultados quanto à Dureza Total, Dureza de Cálcio e Dureza de Magnésio	53

4.3.3. Resultados quanto à Alcalinidade	55
4.3.4. Resultados quanto a Cloreto e Salinidade	55
4.3.5. Determinação de Nitrato	57
5. CONCLUSÃO	60
REFERÊNCIAS	61

1. INTRODUÇÃO

A humanidade vem se deparando nos últimos anos com uma série de problemáticas globais, sejam elas ambientais, financeiras, econômicas, sociais e/ou de mercado. Neste cenário, as preocupações com o ambiente, em geral, e com a água, em particular, adquirem especial importância, pois as demandas estão se tornando cada vez maiores, sob o impacto do crescimento célere da população e conseqüentemente, do maior uso de água.

Dos principais e maiores problemas ambientais mais reportados nos últimos anos, a contaminação da água pela emissão de poluentes, como lixos, produtos tóxicos, redes de esgotos, tem tido destaque por comprometer de forma agravante a saúde ambiental, incluindo a humana, além de limitar cada vez mais um bem essencial à vida.

Saúde ambiental são todos aqueles aspectos da saúde humana, incluindo a qualidade de vida, que estão determinados por fatores físicos, químicos, biológicos, sociais e psicológicos no ambiente. Ribeiro (2012) afirma que também se refere à teoria e prática de valorar, corrigir, controlar e evitar os fatores citados do meio-ambiente que, potencialmente, possam prejudicar a saúde de gerações atuais e futuras.

Ao longo da história da humanidade, os principais problemas de saúde enfrentados pelos homens têm tido relação com a vida em comunidade, por exemplo, o controle de doenças transmissíveis, o controle e a melhoria do ambiente físico (saneamento), a disposição de água e alimentos de boa qualidade e em quantidade, a provisão de cuidados médicos e o atendimento dos incapacitados e destituídos. A ênfase relativa colocada em cada um desses problemas tem variado de tempo a outro, mas eles estão todos inter-relacionados. (RIBEIRO, 2004).

As características geoambientais de uma região influenciam na disponibilidade hídrica da mesma e, a partir de então, pode-se presumir e comparar o volume de água disponível no mundo. Estima-se que 97% da água existente no planeta seja salgada e 3% seja água doce. Da água doce disponível, 68,7 % encontra-se em áreas congeladas e regiões polares, 29,9 % em reservatórios subterrâneos e 0,9 % estão presentes na umidade do solo, na biomassa e no vapor da atmosfera. Apenas 0,3 % aproximadamente do volume total de água doce da terra são de águas superficiais, presentes em rios e lagos, mais acessíveis ao uso humano (RODRIGUES; BATISTELA, 2013). O Brasil é detentor de 12 % da água doce do Planeta; desses, 72 % encontra-se na região amazônica e só 3 % na região nordeste.

O comprometimento da qualidade e da quantidade da água vem chamando a atenção da população e autoridades. Diversos sistemas aquáticos estão comumente contaminados por efluentes contendo uma elevada quantidade de substâncias, ocasionando alto índice de cor e

turbidez e esta faz com que as partículas reflitam a luz impedindo o processo fotossintético no curso da água (VAZ, 2017).

De acordo com Cordeiro (2008) a potabilização das águas naturais para fins de abastecimento público tem como função principal tornar adequada a água bruta que chega a estação de abastecimento, conforme o padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria do Ministério da Saúde n. 518/2004. O não tratamento do esgoto doméstico e o seu lançamento em cursos d'água proporcionam diversos problemas ambientais, tais como a poluição de águas superficiais e subterrâneas, além dos riscos de disseminação de doenças. Assim, muitas comunidades do meio rural, por consumirem água de baixa qualidade, ficam, permanentemente, sob risco de infecções e doenças de grande gravidade.

O tratamento de água consiste na remoção de partículas suspensas e coloidais, matéria orgânica, micro-organismos e outras substâncias possivelmente prejudiciais à saúde humana, aos menores custos de implementação, operação e manutenção, gerando o menor impacto ambiental ao entorno (LIMA, 2015).

Neste enfoque, a planta *Moringa Oleífera*, embora não muito conhecida, vem sendo estudada em diversas áreas, verificando a sua alta aplicabilidade tanto na indústria alimentícia, quanto farmacêutica, cosmética e na produção de combustíveis de origem natural. Pertencente à família das *Moringaceae* é nativa da Índia e amplamente cultivada nos trópicos de todo o mundo (KARADI et al., 2006).

Sendo esta uma semente com várias finalidades, estudos vêm sendo direcionados na produção de biodiesel a partir do óleo extraído da moringa, sendo este, um recurso derivado de fontes de energia renovável, ecologicamente menos prejudicial ao meio ambiente, além de que levando-se em consideração que após extração do óleo da semente de moringa oleífera, a torta restante não é tóxica e não perde suas propriedades de coagulação, podendo ser usada como agente decantador no tratamento de água para o consumo humano (RANGEL, 2010), apresenta-se como uma alternativa em tratamento de águas contaminadas, como coagulante e de fonte natural, sendo menos agressiva ao meio ambiente quando comparada aos coagulantes químicos.

Lemos; Ferreira & Dias (2010) afirmam que o reservatório da Lagoa do Apodi, situa-se no semiárido nordestino, que está inserido na bacia potiguar, ocupando parte do Rio Grande do Norte. Este reservatório tem uma grande importância econômica para toda a cidade, principalmente para o bairro Malvinas, uma vez que 29,3% da população dessa área desenvolvem a pesca nesse ambiente aquático (PINTO FILHO e OLIVEIRA, 2008).

Contudo, apesar de sua enorme importância ambiental Pinto Filho, Santos & Souza (2012) afirmam que a referida lagoa, a exemplo de tantos outros ambientes aquáticos se encontra inserida na problemática ambiental, já que é submetida a agressões constantes, principalmente, de ordem urbana e agrícola.

Com base no pressuposto acima, o presente trabalho busca avaliar o potencial de coagulação presente na semente de *Moringa Oleífera* Lam em tratamento das águas poluídas da Lagoa do Apodi, situada no estado do Rio Grande do Norte.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. DISPONIBILIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS

A água é um recurso natural e tem uma importância fundamental para a manutenção da vida no planeta, portanto, falar da relevância dos conhecimentos sobre este bem, em suas dimensões, é o mesmo que falar da sobrevivência da espécie humana, da preservação e do equilíbrio da biodiversidade e das relações de dependência entre os seres vivos e ambientes naturais (BACCI; PATACA, 2008).

Este recurso sofre com os efeitos relacionados ao rápido crescimento da população e o seu mau consumo. De acordo com dados do Fundo das Nações Unidas para a Infância – UNICEF (2008) e a Organização Mundial da Saúde – OMS (2007), quase metade da população mundial não conta com serviço de saneamento básico e que uma em cada seis pessoas ainda não possui sistema de abastecimento de água adequado. A Organização das Nações Unidas – ONU (2006) afirma que se essa realidade continuar, em 2050 mais de 45% da população mundial não terá a cota mínima diária de 50 litros de água por pessoa.

Os principais fatores que levam a diminuição da água potável estão no aumento do consumo, no desperdício e na poluição de águas superficiais e subterrâneas por esgotos de origem doméstica e por resíduos tóxicos provenientes das indústrias e da agricultura. No Brasil, a oferta de água tratada reflete os contrastes no desenvolvimento dos seus Estados, pois o Sudeste atende 87,5% dos domicílios, já o Nordeste é de apenas 58,7% (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

Segundo alguns especialistas, a crise da água no século XXI é muito mais de gerenciamento do que uma crise real de escassez e estresse (ROGERS et al., 2006). Entretanto, para outros especialistas, é resultado de um conjunto de problemas ambientais agravados com outros problemas relacionados à economia e ao desenvolvimento social (GLEICK, 2000). Para Somlyódy & Varis (2006), o agravamento e a complexidade da crise da água decorrem de problemas reais de disponibilidade e aumento da demanda, e de um processo de gestão ainda setorial e de resposta a crises e problemas sem atitude preditiva e abordagem sistêmica.

Tundisi et al. (2008) destacam que, no amplo contexto social, econômico e ambiental do século XXI, os seguintes problemas e processos são as causas principais da “crise da água”:

- Intensa urbanização, aumentando a demanda pela água, ampliando a descarga de recursos hídricos contaminados e com grandes demandas de água para abastecimento e desenvolvimento econômico e social (Tucci, 2008).

- Estresse e escassez de água em muitas regiões do planeta em razão das alterações na disponibilidade e aumento de demanda.
- Infraestrutura pobre e em estado crítico, em muitas áreas urbanas com até 30% de perdas na rede após o tratamento das águas.
- Problemas de estresse e escassez em razão de mudanças globais com eventos hidrológicos extremos aumentando a vulnerabilidade da população humana e comprometendo a segurança alimentar (chuvas intensas e períodos intensos de seca).
- Problemas na falta de articulação e falta de ações consistentes na governabilidade de recursos hídricos e na sustentabilidade ambiental.

Os desafios para a gestão sustentável dos recursos hídricos estão aportados em função de demandas crescentes para o provimento humano e para a conservação da qualidade ambiental, fatores que são fundamentais para a saúde e para a qualidade de vida de populações urbanas e rurais. Neste quadro, algumas intervenções como o uso impróprio dos solos, o desmatamento absurdo e o uso indiscriminado de fertilizantes, corretivos agrícolas e agrotóxicos, vêm confirmando a previsão da ONU (2006), que salienta que os distúrbios ambientais acelerados em áreas de nascentes e ao longo de cursos d'água, fatores que agravam a preocupação com relação à conservação desse recurso, tornam essencial o planejamento e a ordenação do uso dos recursos hídricos, no contexto da bacia hidrográfica.

A qualidade da água para fins de consumo, irrigação ou mesmo a qualidade do pescado contido em um rio ou reservatório, são os aspectos mais questionados quando neles são depositados resíduos urbanos, causando a mortandade de peixes e plantas por falta de oxigênio; além dos resíduos das atividades agroindustriais (LEMOS; FERREIRA NETO; DIAS, 2010).

Grande parte das populações que moram próximas de rios e não encontram outra forma de obtenção de água, ainda que contaminada, utilizam desta para beber, cozinhar, banhar entre outras aplicações. Portanto, é de extrema importância o conhecimento da qualidade de suas águas superficiais, de forma a planejar o gerenciamento adequado deste recurso, avaliando impactos e prevenindo sua degradação (OLIVEIRA, SOUZA & CASTRO, 2009; MELO, MORAIS & CARVALHO, 2013). Em razão de dificuldades operacionais e econômicas, apenas 10% do esgoto doméstico de locais com populações de até 5000 habitantes são tratados no Brasil (IBGE, 2000). Essas mesmas comunidades também dispõem de inadequado ou insuficiente sistema de tratamento de água para fins de consumo.

No Brasil, o abastecimento público de água faz o uso do coagulante químico sulfato de alumínio ($Al_2(SO_4)_3$) para o tratamento da mesma, por este ser um coagulante eficiente e de baixo custo, contudo, a presença de impurezas na água bruta e subprodutos provenientes das

substâncias químicas, que são utilizados para torná-la potável, ocorre a geração de resíduos. Esses resíduos apresentam características e propriedades diversas e geralmente desconhecidas, dificultando a solução do problema.

2.2. MÉTODOS DE TRATAMENTO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

2.2.1. Métodos de tratamento de água

A Portaria 518/04, afirma que: água potável é a água destinada para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde. Os objetivos de tratamento são de ordem sanitária quando se trata da remoção de organismos patogênicos e das substâncias químicas que representam riscos à saúde; de ordem estética quando se trata da remoção da turbidez, cor, odor e sabor; e, de ordem econômica quando busca eliminar a corrosividade, dureza e ferro. Os padrões estéticos citados estão ligados ao padrão de aceitação para o consumo humano, no intuito de evitar a rejeição ao uso (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

Na maioria dos países que estão em desenvolvimento, a água que é utilizada para o consumo humano e para uso doméstico é captada de rios, estes, geralmente apresentam uma alta turbidez devido a presença de uma grande quantidade de materiais sólidos suspensos na água, fazendo necessária a máxima remoção possível destes materiais para que a água seja consumida com segurança.

As principais impurezas encontradas nas águas superficiais são: sólidos dissolvidos em forma ionizada, gases dissolvidos, compostos orgânicos dissolvidos e matéria em suspensão, tais como, microorganismos e colóides (FRANCISCO; POHLMANN; FERREIRA, 2011). A tecnologia de tratamento de água mais empregada no Brasil é a do tratamento em ciclo completo, sendo a coagulação química umas das primeiras etapas pelas quais a água passa durante o tratamento (DI BERNARDO; DANTAS, 2005). No tratamento em ciclo completo, a água bruta deverá ser submetida à coagulação, floculação, decantação e filtração antes das operações de desinfecção, fluoração e correção do pH (VIUTIK; MALKOWSKI; WIECHETECK, 2010), e só então após esses processos, é realizado o acondicionamento final e distribuição.

Neste contexto, Paterniani (2009) assegura que o processo de remoção de contaminantes contidos na água é feito pela adição de coagulantes químicos, dentro de uma sequência de tratamentos controlados. Lo Monaco; Matos & Andrade (2010) afirma que: o abastecimento

público de água no Brasil utiliza para tratamento da mesma, o coagulante químico sulfato de alumínio ($\text{Al}(\text{SO}_4)_3$), por ser um coagulante eficiente e de baixo custo. Contudo, um dos problemas apresentados por este é a geração do iodo no tratamento de água para uso potável, pois o alumínio se agrega aos flocos e sedimenta junto com eles gerando resíduos com presença de metais, o que não é muito favorável ao meio-ambiente. Caso a presença de alumínio presente na água seja muito elevada, pode acarretar problemas na saúde pública. Além disso, o consumo da alcalinidade da água no tratamento leva a custos adicionais com produtos químicos: como a cal hidratada ($\text{CaO.H}_2\text{O}$) ou o carbonato de sódio (CaCO_3) utilizados na correção do seu pH (LO MONACO, MATOS & ANDRADE, 2010).

A aplicação de coagulantes é considerada uma etapa importante no tratamento da água, pois além de ser responsável por remover o aspecto turvo da água, está relacionado também com os parâmetros físico-químicos básicos: turbidez, alcalinidade da água bruta e pH (FRANCO, 2009). Contudo, na grande maioria das vezes, não é possível obter água totalmente clarificada apenas pelo uso da coagulação/floculação/sedimentação, é necessário complementar o tratamento com uma etapa de filtração (MORETI et al., 2013).

As Estações de Tratamento de Água (ETAs) empregam como coagulantes químicos os sais de alumínio e ferro trivalentes. Porém, o alumínio apresenta um risco à saúde pública, pois sua presença na água para o consumo humano pode ocasionar o mal de Alzheimer (ROSALINO, 2011). Além disso, pode causar problemas ambientais pela formação de lodos, no processo de sedimentação das partículas floculadas.

Tecnologias de tratamento de água para comunidades rurais devem apresentar determinadas características como simplicidade operacional e baixo custo uma vez que, normalmente, o próprio usuário é o responsável pela implantação e monitoramento do sistema. Sistemas de filtração em múltiplas etapas, filtração lenta e uso de coagulantes naturais são alguns dos tipos de tecnologias indicadas para esta população.

Com isso, estudos vêm sendo direcionados no desenvolvimento de metodologias de tratamento de corpos aquáticos através de produtos naturais, comprovando a eficácia de vários vegetais que tem atividades biológicas podendo substituir componentes químicos comumente utilizados para tratamento de águas brutas. Em vários países do mundo são conhecidas plantas utilizadas como coagulantes naturais.

A tabela 1 apresenta algumas famílias e quantidade de espécies por família de plantas cujas sementes têm propriedades coagulantes:

Tabela 1: Plantas que apresentam propriedades coagulantes

Família	Número de espécies usadas para clarificar água bruta
Papilionideae	13
Cactaceae	11
Capparidaceae	8
Família	Número de espécies usadas para clarificar água bruta
Moringaceae	7
Tiliaceae	7
Anacardiaceae	5
Malvaceae	5

Fonte: Mendes e Coelho (2007)

A utilização de coagulantes de fontes naturais, produzidos em regiões locais para uso e com baixo custo financeiro, pode oportunizar a redução de problemas ligados ao consumo de água não potável, e despejos de águas residuárias, sem tratamentos, em corpos hídricos receptores. Conforme Lo Monaco et al., (2010) os coagulantes/floculantes naturais têm demonstrado vantagens em relação aos químicos, especificamente em relação à biodegradabilidade, baixa toxicidade e baixo índice de produção de lodos residuais.

Entre pesquisas realizadas com a utilização de coagulantes naturais no tratamento de águas contaminadas, a semente da Moringa Oleífera tem apresentado vantagens quanto a isso, pois, de acordo com Paterniani (2009); Santos (2011) promove a coagulação da matéria orgânica com fração menos do que a dos coagulantes químicos, diminuindo a formação do logo, não alterando o pH da água, diminuindo assim a cor e a turbidez, desta forma, contribui com a remoção de até 90% das bactérias, pois maior parte delas encontra-se agregada as partículas disseminadas na água. Isto propicia a diminuição da quantidade de cloro que é necessário para o processo de desinfecção, tornando este biodegradável.

2.2.2. Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas

A descrição dos parâmetros para análise de água e sua respectiva importância, citadas neste tópico, estão de acordo com dados descritos pela Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB) tanto para as variáveis físicas quanto as químicas, distinguidas de acordo com a tabela 2, assim como a tabela 3 identifica as condições ideais para a coleta e preservação da água de acordo com cada parâmetro e o tempo máximo para a realização de cada análise.

Tabela 2: Variáveis físicas e químicas de qualidade das águas

Variáveis Físicas	Variáveis Químicas
Condutividade elétrica	Potencial Hidrogeniônico
Série de sólidos	Durezas
Temperatura	Alcalinidade
Turbidez	Cloreto
	Salinidade
	Nitrato

Fonte: Elaborada pelo autor

Tabela 3: Recomendações quanto ao tipo de frasco, volume de amostra, forma de preservação e prazo de execução de análise para cada parâmetro físico-químico e biológico de amostra de água

Parâmetro	Frasco indicado para a coleta	Volume máximo a ser coletado	Tipo de preservação	Tempo máximo para a análise
FOSFÓRO TOTAL	Borisilicato Âmbar	100 mL	Ref. $\leq 4^{\circ}\text{C}$ + H_2SO_4 pH < 2	28 dias
NITROGÊNIO TOTAL	Borisilicato Âmbar	50 mL	Ref. $\leq 4^{\circ}\text{C}$ + H_2SO_4 pH < 2	28 dias
NITRATO	Borisilicato Âmbar	50 mL	Ref. $\leq 4^{\circ}\text{C}$ + H_2SO_4 pH < 2	28 dias
CLORETO	Borisilicato Âmbar	100 mL	Não requer	7 dias
SOLIDOS TOTAIS	Borisilicato Âmbar	200 mL	Ref. $\leq 4^{\circ}\text{C}$	2-7 dias
SALINIDADE	Borisilicato Âmbar	100 mL	Não requer	7 dias
DUREZA TOTAL	Borisilicato Âmbar	100 mL	Ref. $\leq 4^{\circ}\text{C}$ + HNO_3 pH < 2	7 dias
DUREZA DE CÁLCIO	Borisilicato Âmbar	100 mL	Ref. $\leq 4^{\circ}\text{C}$ + HNO_3 pH < 2	7 dias
DUREZA DE MAGNÉSIO	Borisilicato Âmbar	50 mL	Ref. $\leq 4^{\circ}\text{C}$ + HNO_3 pH < 2	7 dias
CONDUTIVIDADE	Não requer	Não requer	Não requer	<i>in situ</i>
TEMPERATURA	Não requer	Não requer	Não requer	<i>in situ</i>
PH	Não requer	Não requer	Não requer	<i>in situ</i>
ALCALINIDADE	Não requer	Não requer	Não requer	<i>in situ</i>

Fonte: Funasa (2006)

Os objetivos do controle de qualidade das águas estão relacionados com a manutenção da qualidade dos mananciais ou fontes, correção ou tratamento de parâmetros e se estende para coleta, tratamento, transporte e disposição adequados das águas residuárias no ambiente, após o uso da água. (PIVELI; KATO, 2006)

2.2.2.1. Condutividade

A condutividade é a expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica. Depende das concentrações iônicas e da temperatura e indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes. Em geral, níveis superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados. A condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. A condutividade da água aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados. Altos valores podem indicar características corrosivas da água.

2.2.2.2. Temperatura

Este parâmetro influencia em várias características físico-químicas da água, tais como a tensão superficial e a viscosidade. Os organismos aquáticos são afetados por temperaturas fora de seus limites de tolerância térmica, causando impactos sobre seu crescimento e reprodução.

As variações de temperatura ao longo do dia e das estações do ano são normais, porém devem ocorrer sempre na faixa de 3° na zona de mistura com efluentes lançados na água, de acordo com a Resolução CONAMA 430.

2.2.2.3. Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH afeta o metabolismo de várias espécies aquáticas. A Resolução CONAMA 357 estabelece que para a proteção da vida aquática o pH deve estar entre 6 e 9. Alterações que possam ocorrer nos valores de pH podem aumentar o efeito de substâncias químicas que são tóxicas para os organismos aquáticos.

2.2.2.3. Sólidos Totais

Os sólidos correspondem a toda matéria que permanece na água como resíduo após a evaporação, secagem ou calcinação da amostra a temperatura Pré-estabelecida durante um período fixado. Sólidos totais são o resíduo que resta na cápsula após a evaporação em banho-maria de uma porção de amostra e sua posterior secagem em estufa a 103-105° C até peso constante.

A medição dos sólidos totais é importante para definir as condições ambientais baseadas nas premissas de que estes sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática em geral. Podendo danificar os leitos de desova de peixes, reterem bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, resultando em decomposição anaeróbia. Altos teores de sais minerais, particularmente sulfato e cloreto, também estão associados à tendência de corrosão em sistemas de distribuição, além de conferir sabor às águas, prejudicando o abastecimento público de água.

2.2.2.4. Dureza Total, Dureza de Cálcio e Dureza de Magnésio

O índice da dureza da água é um dado importantíssimo, usado para avaliar a sua qualidade. Designa-se dureza total a soma das durezas individuais atribuídas à presença de íons cálcio e magnésio. Outros cátions que se encontram associados a estes dois, por exemplo: ferro, alumínio, cobre e zinco, são geralmente mascarados ou precipitados antes da determinação, no entanto, a composição química da água e, portanto, a sua dureza, depende em maior parte do solo de onde a mesma procede.

2.2.2.5. Alcalinidade

A alcalinidade é causada pela presença dos íons hidróxido, carbonato e bicarbonato, sendo um excelente indicativo do potencial corrosivo ou incrustante da água (MACÊDO, 2003). A medida da alcalinidade é de essencial importância durante o processo de tratamento de água, pois, é em função do seu teor que se estabelece a quantidade dos produtos químicos utilizados (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 2006).

Geralmente quando se trata em águas da superfície, essas águas possuem alcalinidade natural em concentração suficiente para reagir com o sulfato de alumínio nos processos de tratamento, porém, quando é muito baixa ou inexistente há a necessidade de se provocar uma alcalinidade artificial com aplicação de substâncias alcalinas tal como cal hidratada ou Barrilha (carbonato de sódio) para que o objetivo seja alcançado. Quando a alcalinidade é muito elevada, procede-se ao contrário, acidificando-se a água até que se obtenha um teor de alcalinidade

suficiente para reagir com o sulfato de alumínio ou outro produto utilizado no tratamento da água (BRASIL, 2004).

2.2.2.6. Cloreto

O cloro, na forma de íon cloreto (Cl^-), é um dos principais ânions inorgânicos em águas naturais e residuárias. Em água potável, o sabor produzido pelo íon Cl^- varia em função da sua concentração, como também da composição química da água. Assim, águas contendo 250 mg Cl^-/L podem ter um sabor salino detectável, se o cátion que propicia o equilíbrio iônico da solução for o sódio (Na^+). Enquanto que, no caso do cátion predominante for cálcio ou magnésio, o gosto salino pode ser perceptível somente a concentração de cloreto acima de 1000 ppm. Dejetos humanos e de animais possuem teor elevado de cloreto, devido ao cloreto de sódio ser um ingrediente comum nas dietas, que este passa inalterado pelo sistema digestivo. Nas estações de abastecimento de águas, a presença de concentrações anormais de cloreto e material nitrogenado é um indício possível desse tipo de poluição.

A concentração de cloreto em esgoto doméstico varia entre 30 e 100 mg/L. Água com concentração muito elevada de cloreto causa danos em superfícies metálicas, em estruturas de construção e muitas espécies de plantas. A tolerância dos seres humanos para o cloreto nas zonas áridas, pode chegar a 900 mg/L sem nenhum efeito fisiológico adverso. Para indivíduos acostumados às baixas concentrações, um alto teor de cloreto na água ingerida pode ter efeito laxativo.

2.2.2.7. Salinidade

É a medida dos teores de sais na água. Estes sais favorecem o crescimento das plantas, mas, em excesso, tornam-se prejudiciais, onde os mesmos afetam o sabor da água. Sua medida pode ser feita pela condutividade elétrica, bem como, através da quantidade de cloreto existente na amostra.

2.2.2.8. Nitrato

É um dos íons mais encontrados em águas minerais, geralmente ocorrendo em baixos teores nas águas superficiais, mas podendo atingir altas concentrações em águas profundas, sendo que o seu consumo por meio das águas de abastecimento está associado a dois efeitos adversos à saúde: a indução à metemoglobinemia, especialmente em crianças, e à formação

potencial de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicas (BOUCHARD; WILLIANS; SURAMPALLI, 1992).

2.2.2.9. Turbidez

A Turbidez se origina de partículas que geram uma aparência turva na água, ocasionada pela passagem da luz. De acordo com Santos (2010), o valor da turbidez da água é diretamente proporcional à quantidade de luz que passa por ela e que o conhecimento desse potencial auxilia para o monitoramento do poder de corrosão. “A suspensão de partículas sólidas na coluna d’água lhe dá essa característica, que diminui a claridade e reduzem a transmissão da luz por ela. Devido à proteção física que as partículas oferecem à água a eficiência da cloração é reduzida, pela proteção dos microrganismos do contato direto com os desinfetantes.” (BATALHA & PARLATORE, 1977, apud CORNATIONI, 2010).

A turbidez da água é devida à presença de materiais sólidos sem 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.

A turbidez tem sua importância no processo de tratamento da água. Água com turbidez elevada e dependendo de sua natureza, forma flocos pesados que decantam mais rapidamente do que água com baixa turbidez. Também tem suas desvantagens como no caso da desinfecção que pode ser dificultada pela proteção que pode dar aos microrganismos no contato direto com os desinfetantes. É um indicador sanitário e padrão de aceitação da água de consumo humano.

A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece que o Valor Máximo Permitido é 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.

2.3. MORINGA OLEÍFERA LAM

2.3.1. Características da planta

Figura 1: Planta de Moringa Oleífera Lam



Fonte: Própria do autor

Pertencente à família *Moringaceae*, a *Moringa Oleífera Lam* (figura 1) teve origem em Agra e Oudh, na região noroeste da Índia, sul do Himalaia. (FOIDL; MAKKAR & BECKER, 2001) e foi introduzida no Brasil por volta de 1950 (CYSNE, 2006) quando a Secretaria de Agricultura do estado do Maranhão importou das Filipinas (ALMEIDA, 2010).

É um arbusto ou árvore de pequeno porte com crescimento rápido que chega a alcançar 12 metros de altura. Possui uma copa aberta, em forma de sombrinha e usualmente um único tronco (SOUZA, 2009; JAHN, 1988). Apresentando as seguintes principais características botânicas, de acordo com Santos (2010):

- Folhas bipenadas com sete folíolos pequenos em cada pina, de cor verde pálida, decíduas alternadas, perfoliada e compostas;
- Flores relativamente grandes, diclamídeas, monoclinas, perfumadas de cores creme ou branca;
- Frutos em forma de vages pendulares de cor verde a marrom esverdeada, de forma triangular, sendo deiscente, de 30 a 120 cm, contendo de 10 a 20 sementes globóides, escuras por fora contendo massa branca e oleosa no seu interior;

- A madeira apresenta casca espessa, mole e reticulada, de cor pardo clara externamente e, internamente, cor branca com lenho mole, poroso, amarelado e com presença de látex. Com grande quantidade de mucilagem, rica em arabinose, galactose e ácido glucurônico;
- A raiz assemelha-se, tanto pela aparência como pelo sabor, ao rabanete.

Atualmente é largamente cultivada e se tornou típica de muitas regiões tropicais sendo uma importante cultura em países como Etiópia, Filipinas, Sudão, África Oriental, Ocidental e do Sul, Ásia tropical, América Latina, Caribe, Flórida e Ilhas do Pacífico (FAHEY, 2005). E segundo Cysne (2006) no Brasil, é encontrada em maior número na região Nordeste, principalmente nos estados do Maranhão, Piauí e Ceará.

A moringa possui em sua composição um alto teor de proteínas, como apresentado na tabela 4.

Tabela 4: Composição Química das Sementes da Moringa

Composição	Semente
Umidade (%)	6,3
Açúcares solúveis (g/100g)	3,14
Oligossacarídeos (g/100)	3,31
Amido (g/100)	6,02
Proteínas (g/100)	39,3
Lipídeos (g/100)	18,8

Fonte: Gallão; Damasceno; Brito (2006).

2.3.2. Aplicações

A moringa caracteriza-se por ser bastante tolerante à seca, sendo cultivada em regiões áridas e semiáridas, as quais possuem precipitações anuais abaixo de 300 milímetros (PEREIRA, 2011), sendo dessa forma uma cultura bastante viável economicamente, além disso, apresenta diversas utilidades na indústria e na medicina (MAKKAR; BECKER, 1997), na qual é utilizada para muitos propósitos, onde a maioria de suas partes é útil para várias aplicações, sendo referida como “árvore milagrosa” (FUGLIE, 1999).

Há um esforço no sentido de difundir-la como hortaliça, por suas folhas serem ricas em vitamina A (AMAYA et al, 1992; KERR et. al, 1998; SILVA; KERR, 1999), assim como brócolis, cenoura, couve, espinafre e alface (LÉDO, 2008). Os extratos das folhas possuem atividade hipocolesterolêmica (CHAWLA; SAXENA; SESHADRI 1988), hipotensiva e anti-

ulcerativa (GERDES, 1994), bem como as sementes possuem atividade antifúngica e antibacteriana (RODRIGUES, 2007; RASHID, et. al, 2007; VASCONCELOS et. al, 2009).

Outra aplicabilidade das sementes da moringa é a extração do óleo, já que estas possuem teor lipídico entre 31-47% (ANP, 2008), sendo 13% de ácidos graxos saturados (principalmente palmítico e behênico) e 82% de insaturados (essencialmente oleico) (FOIDL et al., 2001; LALAS e TSAKINS, 2002). Segundo SERRA et al. (2007), o óleo extraído da semente seca possui teor de acidez de 7,95 mg KOH/g, 7% de ácido palmítico, 2 % de palmitoléico, 4% de esteárico, 78% de oléico, 1% de linoléico, 4% de araquídico e 4% de behênico (CHRISTOFF, 2007). Esse alto teor de ácido oléico significa que esse óleo é adequado para obtenção de biodiesel, com um baixo teor de insaturação. Isso indica sua boa qualidade para sua estabilidade oxidativa facilitando o transporte e armazenamento (ANP, 2008). Rashid et al. (2007) afirmam que a produção de biodiesel derivado do óleo de *Moringa oleífera* é uma alternativa aceitável e sugerem que o uso deste biocombustível deve ser em mistura com óleo diesel de origem fóssil (LÔBO et al, 2009).

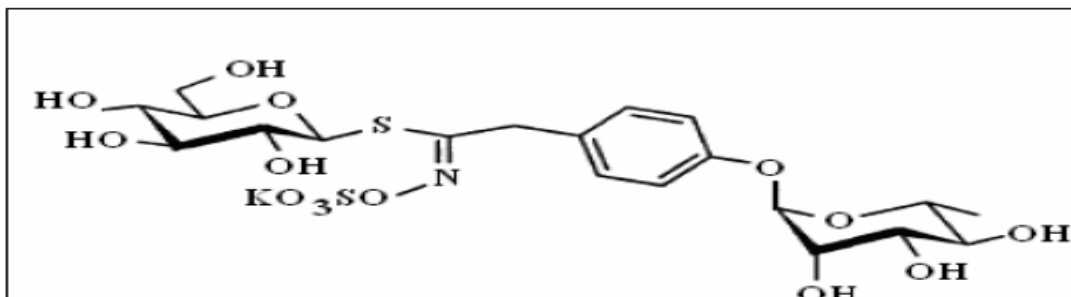
Além disso, o óleo extraído das sementes possui excelente qualidade podendo ser usado pelas indústrias alimentícias, farmacêutica e de cosméticos, bem como para cozinhar e confeccionar sabão. As sementes também podem ser utilizadas para o tratamento de água por floculação e sedimentação. As frutas, sementes, folhas e flores têm excelente valor nutricional e são consumidas tanto na alimentação humana quanto animal (KAFUKU; MBARAWA, 2010; RASHID et. al, 2011), em países como Índia, Paquistão, Filipinas e boa parte da África (D'SOUZA; KULKARNI, 1993; ANWAR AND BHANGER, 2003; ANWAR; ASHRAF; BHANGER, 2005).

Seguindo neste enfoque, outra aplicabilidade da semente é a torta obtida após a extração mecânica do óleo das sementes, que possui alto teor de proteína e algumas dessas proteínas são polieletrólitos catiônicos ativos de alto peso molecular, que tem a função de neutralizar os colóides em água suja ou lamacenta, já que a maioria dos colóides possui carga elétrica negativa, ou seja, essas proteínas desestabilizam as partículas contidas na água e através de um processo de neutralização e adsorção, floculam os colóides seguindo-se de sedimentação (NDABIGENGESERE *et al.*, 1995).

Nos cotilédones das sementes são encontradas substâncias ativas possuindo três componentes principais: os “ben-oils” – flocculantes – que são polipeptídios (proteínas), substâncias ainda não claramente identificadas; e a substância antimicrobiana (4) LRhamnosyloxybenzylisothiocyanate (RI)), de purificação da água pode reduzir a carga bacteriana em até 97 % em pouco tempo (ALMEIDA NETO et al., 2008).

A figura 2 apresenta a estrutura da possível substância coagulante presente na semente de moringa.

Figura 2: A estrutura da possível substância coagulante da semente da Moringa (glucosinolato)



Fonte: Gueyrard (2000)

Essa proteína pode, portanto ser utilizada como um polipeptídeo natural não tóxico para a sedimentação de partículas minerais e orgânicas na clarificação de água ou para a sedimentação de fibras na indústria de sucos e cerveja (FOIDL et al., 2001). PEREIRA et al. (2010) também citaram em seu trabalho essa vantagem, o que faz das sementes de moringa um espécie vegetal com diferencial importante quando comparado a outras fontes oleaginosas (PARENTE, 2003). São tradicionalmente usadas para tratamento de água de uso doméstico no Sudão e na Indonésia, bem como nas áreas rurais do nordeste brasileiro (RASHID, 2011; PARENTE, 2003).

Até o momento, através de estudos realizados, a moringa não apresenta riscos à saúde, ocasionando efeitos secundários ao homem quando utilizada em baixas doses no processo de clarificação e diminuição da turbidez da água, não apresentando sintomas tóxicos quando dos inúmeros usos (VALVERDE et al., 2013).

2.4. FONTE POLUÍDA SELECIONADA PARA TRATAMENTO (LAGOA DO APODI)

Apodi, localizada na microrregião da Chapada do Apodi, na mesorregião do Oeste Potiguar e no Polo Costa Branca, de acordo com a estimativa realizada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) em 2014, a sua população era de 36.120 habitantes com estimativa de 36.257 para o ano de 2016. Área territorial de 1.602,477 km².

Conforme Cunha (2008) a cidade possui todo o seu território inserido nas bacias hidrográficas do rio Apodi-Mossoró, que banha o município. O Rio Umarí, afluente do Rio Apodi, também corta o município. Os principais riachos são: da Barra, João Dias e Melancias. O principal reservatório é a Barragem Governador Aluizio Alves, também conhecida como Barragem de Santa Cruz, com capacidade para 599 712 000 de metros cúbicos de água

(m³) e o segundo maior do Rio Grande do Norte, atrás apenas da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, em Assú.

Apodi é um município brasileiro localizado no estado do Rio Grande do Norte. O reservatório da lagoa do Apodi (figura 3) conforme Lemos *et al* (2010). se situa no semiárido nordestino, inserido na bacia potiguar, que ocupa parte do estado e, tem uma grande importância econômica para o bairro Malvinas, uma vez que 29,3% da população dessa área desenvolvem a pesca nesse ambiente aquático (PINTO FILHO e OLIVEIRA, 2008).

Figura 3: Lagoa do Apodi



Fonte: Elaborado pelo autor

Contudo, apesar da grande importância ambiental e econômica, a referida lagoa, a exemplos de muitos outros ambientes aquáticos, encontra-se inserida na enorme e atual problemática ambiental, visto que a mesma é submetida a constantes agressões, receptando esgotos domésticos sem tratamento, assim como de ordem agrícola e urbana como mostra a sequencia de figuras 4, 5 e 6. Atualmente, nas imediações da lagoa, há bares, restaurantes e eventos festivos como o carnaval, réveillon, refletindo negativamente na manutenção da lagoa que deu origem a cidade.

Figura 4: receptação de esgoto sem tratamento



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 5: receptação de esgoto sem tratamento



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 6: Acúmulo de resíduos no entorno da lagoa



Fonte: Elaborado pelo autor

Nas últimas décadas, observa-se que o acúmulo de resíduos resultado do aumento da produção tecnológica e industrial, transformaram-se em graves problemas urbanos, com um gerenciamento oneroso e complexo, principalmente devido à escassez de áreas para deposição, altos custos sociais no tocante ao seu tratamento, bem como problemas de saneamento público e contaminação ambiental (FILHO; GURGEL; REINALDO, 2011). A problematização gerada pelos resíduos é de difícil solução e a maior parte das cidades brasileiras que apresenta um serviço de coleta, não prevê a segregação dos resíduos na fonte (IBGE, 2006). É comum observar nas cidades de médio e grande porte, hábitos de disposição final inadequados de lixo, materiais sem utilidade se amontoam indiscriminadamente e desordenadamente em fundos de vale e margens de lagos e rios (MUCELIN; BELLINI, 2008).

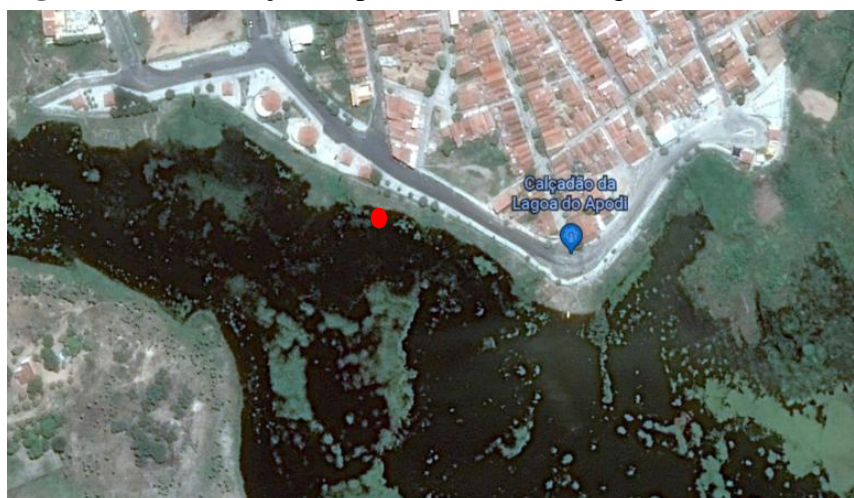
3. METODOLOGIA

3.1. COLETA, TRATAMENTO E ANÁLISES DA ÁGUA DA LAGOA DO APODI

Para iniciar todo o processo de tratamento da água, foram realizadas coletas da água para posterior tratamento, este, realizado de duas formas, com a semente contendo óleo e em sua ausência. Todas as análises físico-químicas foram realizadas antes e após o tratamento para que fosse possível fazer um comparativo e só então avaliar a eficiência da semente quanto ao tratamento de águas poluídas.

3.1.1 Coleta e conservação das amostras de água

Figura 7: Identificação do ponto de coleta de água



Fonte: Elaborado pelo autor

Foram realizadas duas coletas de amostras de água em triplicata entre os meses de novembro e dezembro de 2017 na área urbana do Apodi-RN, mais precisamente na região do calçadão da lagoa, como identificado na figura 7. Atentando-se aos meios de conservação, foi adicionado ácido sulfúrico em uma das amostras coletadas (2 mL/L), ácido nítrico em outra das amostras coletadas (2 mL/L) e a terceira amostra foi mantida assim como coletada. As amostras foram levadas para o Laboratório de Microbiologia do IFRN, onde foram mantidas em refrigeração de acordo com as condições especificadas na tabela 3 para garantir o acondicionamento e o armazenamento adequados, além do tempo máximo permitido entre a coleta e a análise, de maneira a não comprometer a integridade da amostra e, conseqüentemente, os resultados das análises. Relativo aos procedimentos analíticos, todas as análises serão realizadas seguindo os padrões preconizados em roteiro da FUNASA (2006).

3.1.2 Tratamento da água com a torta da semente

A metodologia para o tratamento de água utilizando a semente de moringa oleífera baseou-se em estudos e metodologia aplicada por Lima (2015), no tratamento de turbidez de água.

A aplicação da semente de moringa como coagulante-floculante neste trabalho foi realizado de duas formas, porém ambas utilizou-se a semente bruta. Foram realizados dois tratamentos, um com a semente após a extração do óleo, e um segundo teste com a semente ainda contendo o óleo.

Inicialmente foi preparado o coagulante, onde a semente foi retirada da sua casca mais externa obtendo-a como mostra a figura 8. Em seguida, com o auxílio de um pistilo a casca mais espessa e dura foi quebrada obtendo a semente como mostra a figura 9. Após a retirada da semente, esta foi triturada em um processador de alimentos até a obtenção de um pó bem fino, como está identificada na figura 10.

Figura 8: Semente retirada da casca mais externa



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 9: Semente retirada da casca mais espessa e dura



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 10: Semente triturada

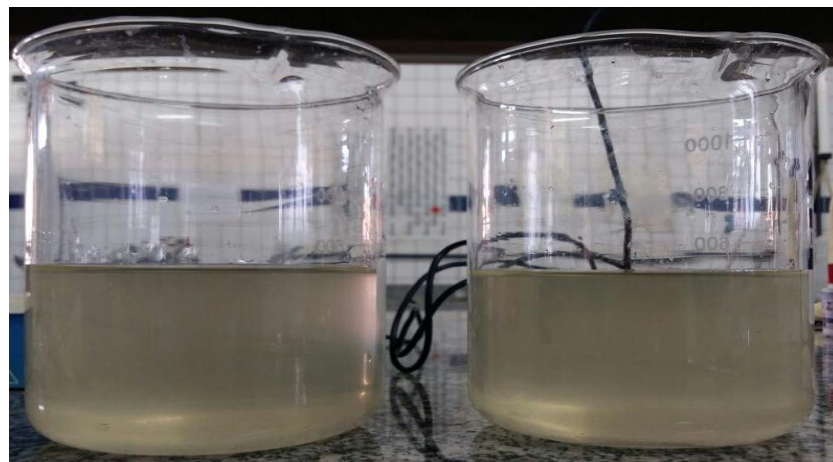


Fonte: Elaborada pelo autor

Após triturada a semente, de parte desta foi retirado o seu óleo por meio de extração por solvatação obtendo somente o pó da semente. A relação da quantidade de semente para a água a ser tratada foi baseada na literatura, onde foram utilizados 2 mg/mL.

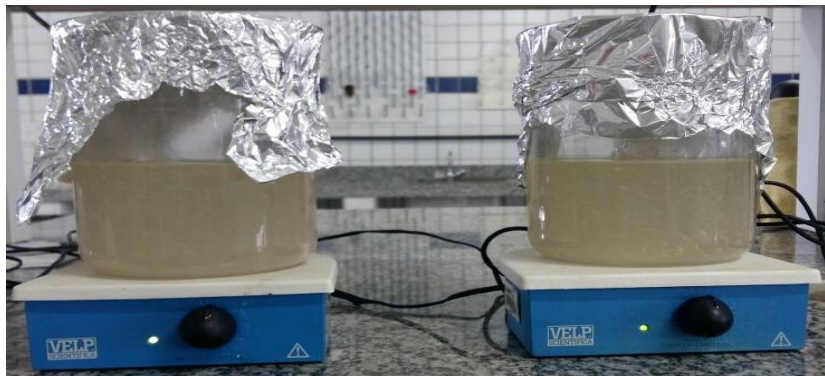
A amostra da água bruta foi dividida em 2 béckeres de 1 L cada como mostra a figura 11, onde foram utilizadas 500 mL da mesma, por tanto, 1 g de semente contendo o óleo para um bécker e 1 g de semente sem óleo para outro bécker. A solução foi posta sob agitação por um período de 4 horas como mostra a figura 12 e decorrido este tempo foi deixada em repouso até a sedimentação de sólidos suspensos. Em seguida, o material foi filtrado a vácuo como apresentado na figura 13 e depois novamente filtrado por meio de filtração simples e por fim transferido para frascos âmbar para a realização das análises físico-químicas da água.

Figura 11: Água bruta a ser colocada para tratamento



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 12: Água bruta colocada para tratamento com a semente



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 13: Água tratada sendo filtrada



Fonte: Elaborada pelo autor

Após o tratamento da água com a semente de moringa oleífera, esta foi submetida às análises físico-químicas para verificar a eficácia, prós e contras da utilização da semente como coagulante-floculante em tratamentos de águas poluídas.

3.1.3 Análises físico-químicas da água

A metodologia utilizada para a realização das análises físico-químicas da água da Lagoa do Apodi foi baseada de acordo com os métodos descritos na Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2006) que são indicadas no Manual Prático de Análises de Água do Instituto Adolfo Lutz (2005).

As análises da água da lagoa corresponderam aos seguintes parâmetros: condutividade elétrica, temperatura, potencial Hidrogeniônico (pH), sólidos totais, dureza total, dureza de cálcio e magnésio, alcalinidade total, cloreto, salinidade, nitrato, turbidez e cor. As análises

foram realizadas nos laboratórios de biologia do Instituto Federal de Educação e Ciências do Rio Grande do Norte IFRN – Campus Apodi.

Para a obtenção de um controle de qualidade, todas as análises citadas foram realizadas com as duas águas coletadas antes e após o tratamento com a semente de moringa oleífera lam.

3.1.3.1. Determinação de Condutividade Elétrica, pH , e Temperatura

As análises para determinar os teores dos parâmetros físico-químicos temperatura e condutividade elétrica foram realizadas com o condutivímetro de leitura automática da marca MARCONI, apresentado figura 14. O turbidímetro é o aparelho utilizado para a leitura, este aparelho é constituído de um nefelômetro, sendo a turbidez expressa em unidades nefelométricas de turbidez (UNT).

Quanto à análise de pH, esta foi realizada por meio de um pHmêtro de leitura automática da marca EVEN PHS- 3E, apresentado na figura 15. O pH é um parâmetro muito importante, pois, indica a acidez ou basicidade das soluções. Através dele podemos ter noção da qualidade de dejetos industriais lançados na água (MACÊDO, 2001).

Figura 14: Condutivímetro utilizado



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 15: pHmetro utilizado



Fonte: Elaborada pelo autor

A Calibração dos aparelhos foi realizada de acordo com as instruções do fabricante foram medidos os padrões no turbidímetro, cobrindo todas as faixas de interesse e foram preparadas curvas de calibração dentro do interesse das amostras. (MACÊDO;2001).

3.1.3.2. Determinação de Sólidos Totais

Os sólidos correspondem a toda matéria que permanece na água como resíduo após a evaporação ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida por um período fixo. Sólidos totais são os resíduos que restam na cápsula após a evaporação em banho-maria de uma porção de amostra e sua posterior secagem em estufa a 103-105° C até peso constante.

A medição dos sólidos totais é importante para definir as condições ambientais baseadas nas premissas de que estes sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática em geral. Podendo danificar os leitos de desova de peixes, reterem bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, resultando em decomposição anaeróbia. Altos teores de sais minerais, particularmente sulfato e cloreto, também estão associados à tendência de corrosão em sistemas de distribuição, além de conferir sabor às águas, prejudicando o abastecimento público de água.

Para a realização da análise foram utilizados 3 cadinhos os quais foram lavados e posteriormente colocados em uma mufla à uma temperatura de 600 °C por 2 horas. Após esse período, foi resfriado ainda na própria mufla até 100 °C e em seguida retirado com pinça metálica e transferidos para um dessecador contendo sílica em gel para que os mesmos atingissem a temperatura ambiente. Após serem resfriados, os cadinhos foram pesados em balança analítica e anotados seus valores de massas para posterior cálculo de diferença de massas, esta massa para efeito de cálculo pode ser chamada de **Mc** (massa do cadinho).

As amostras foram transferidas em volumes iguais para os cadinhos, sem nenhum contato manual com o mesmo para que fosse evitada a alteração de massa. Em seguida, com o auxílio da pinça, os cadinhos contendo as amostras foram postos em banho maria à 100 °C até a completa evaporação das mesmas (aproximadamente 3 horas), como mostra a figura 16.

Após esse período, os cadinhos foram novamente transferidos com ajuda de uma pinça para o dessecador e ao atingir a temperatura ambiente foram novamente pesados e anotados os seus valores de massas.

*Observação: esta massa para efeito de cálculo pode ser chamada de **Mi** (massa do cadinho após a evaporação da água à 100 °C)*

Figura 16: Representação do método de evaporação para análise de sólidos



Fonte: Elaborada pelo autor

O cálculo para a determinação dos **SÓLIDOS TOTAIS** em *ppm* pôde ser feito usando as massas em miligramas obtidas e a equação 1 descrita abaixo:

Equação 1 – Determinação de sólidos totais

$$ST = (Mf - Mc) \times 20 \quad \text{ou} \quad \frac{\text{mg sólidos totais}}{L} = \frac{(Mi - Mc) \text{ mg} \times 1000}{\text{volume amostra (L)}}$$

Onde:

Mf = Massa final do cadinho após a evaporação;

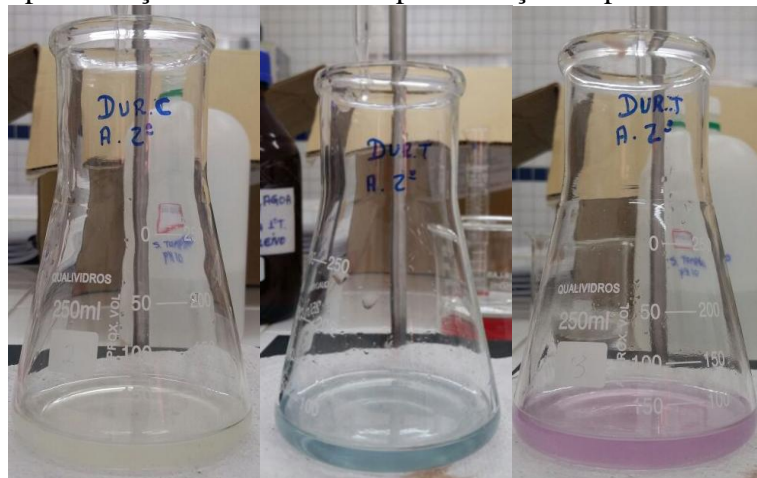
Mc = Massa inicial apenas do cadinho.

3.1.3.3. Determinação de Dureza Total

O índice da dureza da água é um dado muito importante, usado para avaliar a sua qualidade. Denomina-se dureza total a soma das durezas individuais atribuídas à presença de íons cálcio e magnésio. Outros cátions que se encontram associados a estes dois, por exemplo: ferro, alumínio, cobre e zinco, são geralmente mascarados ou precipitados antes da determinação. A composição química da água e, portanto, a sua dureza, depende em grande parte do solo da qual procede. Assim águas brancas são encontradas em solos basálticos, areníferos e graníticos, enquanto que águas que procedem de solos calcários apresentam frequentemente durezas elevadas. Como as concentrações de Ca^{2+} e Mg^{2+} são normalmente muito maiores do que as concentrações dos outros íons alcalino-terrosos, a dureza pode ser igualada a $[\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]$.

As análises foram realizadas em triplicatas de 50 ml da amostra em um erlenmeyer de 250 ml e adicionada de 1 a 2 ml de solução tampão pH 10 para elevar o pH a $10 \pm 0,1$, em seguida foi adicionado 0,05 gramas do indicador negro de eriocromo e titulou-se com EDTA 0,01N agitando continuamente até que a coloração do titulado mudasse de rosa para azul indicando o final da titulação, como mostra a figura 17 a amostra antes da adição do indicador, a amostra antes da titulação após a adição do indicador e após a titulação respectivamente. Anotou-se o volume de EDTA gasto e em seguida foi feita uma prova em branco com água destilada. O volume gasto na titulação do branco foi subtraído da titulação da amostra, onde a diferença é o volume que foi aplicado no cálculo para a determinação de dureza total.

Figura 17: Amostra antes da adição do indicador, após a adição do indicador e após titulação respectivamente



Fonte: Elaborada pelo autor

O cálculo para a determinação da **DUREZA TOTAL** pôde ser feito de acordo com a equação 2, abaixo:

Equação 2: Determinação da dureza total

$$\text{Dureza total em } \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{ CaCo3} = \frac{\text{mL de EDTA} \times 1000 \times Fc}{\text{mL de amostra}}$$

Fonte: Funasa, 2006

Onde:

Fc = Fator de correção.

3.1.3.4. Determinação de Dureza de Cálcio (Ca^{2+})

Foram colocadas 50 mL da amostra em triplicata em um erlenmeyer de 125 mL. Adicionou-se 3 mL de solução de KOH a 10%. Em seguida, colocou-se uma pitada do indicador murexida adquirindo à amostra uma coloração rósea. Titulou-se com solução EDTA 0,01 N, até o ponto de viragem onde se observou-se a solução mudando da coloração rósea para a lilás, indicando o fim da titulação, como apresentado na figura 18, a amostra antes da adição do indicador, após a adição do indicador e após a titulação respectivamente. Por fim, Anotou-se o volume de EDTA gasto na titulação para a realização dos cálculos.

Figura 18: amostra antes da adição do indicador (a), após a adição do indicador (b) e após a titulação (c)



Fonte: Elaborada pelo autor

(a)

(b)

(c)

O cálculo para a determinação da **DUREZA DE CÁLCIO** pôde ser feito de acordo com a equação 3 a seguir:

Equação 3: Determinação do teor de Ca^{2+}

$$\text{Ca}^{2+} = \frac{N \times L}{V} \times 1000$$

Fonte: ULBRA, 2005.

Onde:

N = normalidade da solução de titulação;

L = Volume gasto na titulação (mL);

V = Volume da amostra (mL).

3.1.3.5. Determinação de Dureza de Magnésio (Mg^{2+})

Para a determinação da dureza de magnésio é feita a diferença do valor obtido na dureza total e do valor obtido na dureza de cálcio, de acordo com a equação 4, seguinte:

Equação 4: Determinação do teor de Mg^{2+}

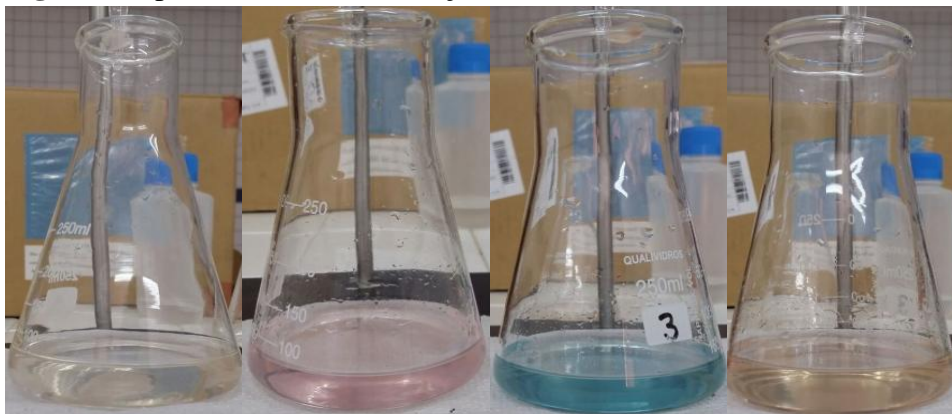
$$\text{Mg}^{2+} = D_t - \text{Ca}^{2+}$$

3.1.3.6. Determinação da Alcalinidade Total

Inicialmente a amostra foi colocada em triplicata em erlenmeyer e adicionada em cada triplicata da amostra 1 gota de tiosulfato de sódio 0,1N. Este procedimento foi realizado para verificar a presença de cloro residual livre, e como este se fez presente (notado pela mudança de coloração para levemente rosa) foram adicionadas 3 gotas de fenolftaleína e titulada com ácido sulfúrico (H_2SO_4) até o desaparecimento da coloração rósea para a neutralização da alcalinidade. Os volumes obtidos foram anotados.

Em seguida adicionou-se 3 gotas da solução indicadora de verde de bromocresol/vermelho de metila. Depois, titulou-se com a solução de ácido sulfúrico 0,01 M até a mudança da cor azul-esverdeada para rósea. Por fim, anotou-se o volume total de H_2SO_4 gasto para a posterior realização do cálculo. A figura 19 mostra a realização do procedimento de titulação.

Figura 19: procedimento de titulação da alcalinidade



Fonte: Elaborada pelo autor

O cálculo para a determinação da **ALCALINIDADE** pôde ser feito de acordo com a equação 5, seguinte:

Equação 5: Determinação da alcalinidade total

$$A_t \text{ em } \frac{mg}{L} \text{ de } CaCO_3 = V \times 20 \times Fc$$

Fonte: Funasa, 2006.

Onde;

V = Volume do ácido sulfúrico consumido

Fc = Fator de correção

3.1.3.7. Determinação de Cloreto (Cl⁻)

Geralmente os cloretos estão presentes em águas brutas e tratadas em concentrações que podem variar de pequenos traços até centenas de mg/l. Estão presentes na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio. A água do mar possui concentração elevada de cloretos que está em torno de 26.000 mg/l. Concentrações altas de cloretos podem restringir o uso da água em razão do sabor que eles conferem e pelo efeito laxativo que eles podem provocar. A portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece o teor de 250 mg/l como o valor máximo permitido para água potável. Os métodos convencionais de tratamento de água não removem cloretos. A sua remoção pode ser feita por desmineralização (deionização) ou evaporação (FUNASA, 2006).

Inicialmente verificou-se a condutividade elétrica da amostra e a partir desta foi realizada uma diluição da amostra baseada na tabela 5 até a correção da condutividade.

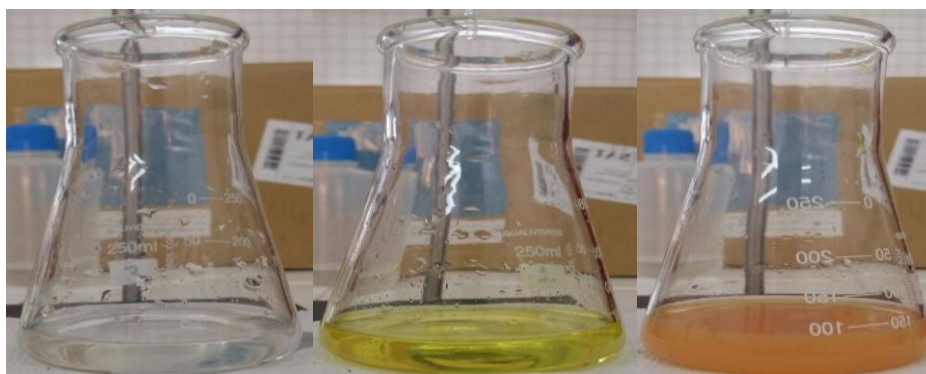
Tabela 5: Volumes de amostra máximos por condutividade elétrica

Condutividade elétrica (uS/cm)	Volume utilizado da amostra (mL)
CE < 50 uS/cm	200 – 1000 mL
CE ≤ 100 uS/cm	100 mL
CE ≤ 500 uS/cm	50 mL
CE > 500 uS/cm	Diluir de tal forma que a condutividade elétrica fique em torno de 500 uS/cm

Fonte: Funasa (2006)

Em seguida colocou-se 50 mL de amostra em triplicata em erlenmeyer. Ajustou-se o pH entre 7 e 10. Logo depois, adicionou-se 0,5 mL da solução indicadora de cromato de potássio (K₂CrO₄). Titulou-se com a Solução Padrão de Nitrato de Prata 0,0141 N até a viragem de amarelo para laranja avermelhado indicando o fim da titulação, como mostra na figura 20, a amostra antes da adição do indicador, após a adição do indicador e após a titulação respectivamente. Pra finalizar, foi feito um branco. Por fim, anotou-se os volumes gastos na titulação e no branco para a realização dos cálculos.

Figura 20: amostra antes da adição do indicador (a), após a adição do Indicador (b) e após a titulação (c) respectivamente



Fonte: Elaborada pelo autor

(a)

(b)

(c)

O cálculo para a determinação de **CLORETOS** pode ser feito de acordo com a equação 6, seguinte:

Equação 6: Determinação de cloretos

$$Cl^{-} (ppm) = \frac{(A - B) \times N \times 35450}{\text{volume da amostra}}$$

Fonte: Funasa, 2006.

Onde:

A = Volume gasto na amostra;

B = Volume gasto no branco;

N = Normalidade.

3.1.3.8. Determinação da Salinidade (NaCl)

É a medida dos teores de sais na água. Estes sais favorecem o crescimento das plantas, mas, em excesso, tornam-se prejudiciais, onde os mesmos afetam o sabor da água. Sua medida pode ser feita pela condutividade elétrica, bem como, através da quantidade de cloreto existente na amostra (MORAIS; GOMES; OLIVEIRA, 2014).

A salinidade em termos de NaCl é determinada a partir do valor de cloreto na amostra, utilizando a equação 7 a seguir:

Equação 7: Determinação da salinidade

$$NaCl \text{ (ppm)} = 1,648 \times Cl^- \text{ (ppm)}$$

Fonte: Funasa, 2006.

3.1.3.9. Determinação de Nitrato

Inicialmente foram preparadas algumas soluções para que fosse possível fazer a curva do teor de nitrato, dando origem à equação da reta. As soluções foram as seguintes:

- *1ª Solução de ácido fenoldissulfônico* – Pesou-se 25 g de fenol e transferiu-se para um béquer com 225 mL de ácido sulfúrico. Em seguida a solução foi aquecida em placa aquecedora a 100°C por duas horas, em capela. Resfriou-se, e foi transferida para um balão volumétrico de 250 mL e completado o volume com ácido sulfúrico.
- *2ª (NaOH) Solução hidróxido de sódio a 50% m/v* – Pesou-se 50 g de hidróxido de sódio, transferiu-se para um balão de 100 mL, e em seguida dissolveu-se e completado o volume com água destilada e deionizada.
- *3ª (Ag₂SO₄) Solução de sulfato de prata (para amostras com cloretos)* – Pesou-se 0,4397 g de sulfato de prata, logo após foi transferida para um balão volumétrico de 100 mL e completado o volume com água destilada e deionizada.
- *4ª Curva-padrão* – A partir da solução-estoque, preparou-se soluções-padrão de nitrato no intervalo de 0 a 7 mg NO₃ - /L. Com bureta de 25 mL, adicionou-se quantidades de 0 (branco), 1, 2, 3, 4, 5, e 7 mL, respectivamente, em cápsulas de 150 mL.

Após preparadas as soluções como expostas na figura 21, estas foram postas cápsulas em banho maria até a completa evaporação. Posteriormente, foi adicionado em cada uma das cápsulas 1 mL da solução de ácido fenoldissulfônico, misturando com um bastão de vidro e lavando com pequenas quantidades de água destilada. Em seguida, foi adicionado 5 mL de solução de hidróxido de sódio a 50% misturando bem até ser observada uma coloração amarelada estável. A solução foi transferida para um balão volumétrico de 100 mL e o volume foi completado e homogeneizado. Aguardou-se 15 minutos para a realização da leitura da

absorbância no espectrofotômetro em um comprimento de onda de 410 nanômetros. A leitura da absorbância das amostras foi realizada para a obtenção da equação da reta para posteriores cálculos da concentração de nitrato contida na amostra de água.

Figura 21: Soluções para a determinação da curva de calibração



Fonte: Elaborada pelo autor

O espectrofotômetro utilizado nas análises de nitrato é da marca TEKNA, modelo T – 2000, número de série 0129 e com registro na ANVISA de número 80270690001. Como mostra a figura 22 abaixo:

Figura 22: Aparelho Espectrofotômetro utilizado na análise de nitrato



Fonte: Elaborada pelo autor

Após encontrar a equação da reta, transferiu-se 50 mL da amostra em triplicata para uma cápsula de porcelana e foi colocada em banho maria até a completa evaporação da amostra, como mostrado na figura 23. Em seguida foi adicionado 1 mL da solução de ácido fenoldissulfônico e misturando o ácido com os resíduos presentes nas paredes da cápsula com o auxílio de um bastão de vidro. Em seguida lavou-se com uma pequena quantidade de água destilada e adicionou-se de 3 a 5 mL de solução de hidróxido de sódio a 50% sob agitação, até que pôde-se observar uma coloração amarelada estável. A solução foi transferida para um balão

volumétrico de 50 mL, completando o volume do balão com água destilada, homogeneizou-se e foi aguardado 15 minutos para medir-se a absorvância em espectrofotômetro com comprimento de onda a 410 nm, onde foi utilizado como branco, água destilada, preparado nas mesmas condições da amostra.

Figura 23: Procedimento de evaporação da amostra para a análise de nitrato



Fonte: Elaborada pelo autor

O cálculo para a determinação de **NITRATO** pôde ser feito de acordo com a equação 8, seguinte:

Equação 8: Cálculo da equação da reta

$$Y = 0,085x + 0,019$$

$$R^2 = 0,989$$

Fonte: Elaborada pelo autor

Onde:

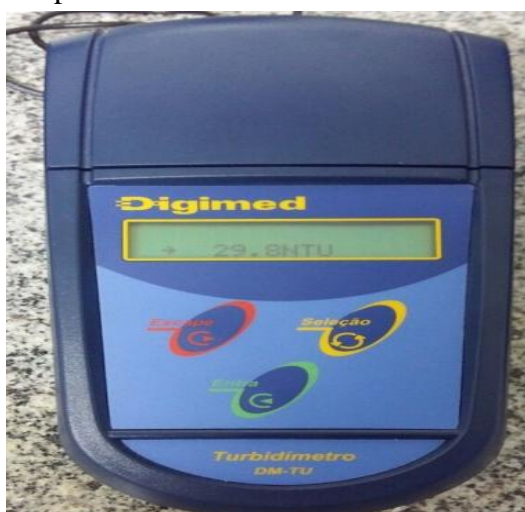
y = Valor obtido na leitura no espectrofotômetro;

x = Valor do teor de nitrato presente na amostra.

3.1.3.10. Determinação da Turbidez

A análise de turbidez foi realizada no IFRN Campus Pau dos Ferros em um laboratório de Análises de água, através de um Turbidímetro DM-TU da marca Digimed, identificado na figura 24. O aparelho foi calibrado com as soluções de 0, 10, 100 e 1.000 NTU pré-estabelecido pela fábrica de acordo com o manual disponibilizado, onde após cada leitura feita com as soluções padrões, a cubeta foi lavada com água isenta de turbidez (água destilada). Após a calibração do aparelho, foi realizado o mesmo procedimento com a amostra.

Figura 24: Aparelho de Turbidímetro utilizado nas análises



Fonte: Elaborada pelo autor

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. TRATAMENTO DA ÁGUA

O resultado quanto aos tratamentos da água utilizando a semente de moringa contendo o óleo e ausente de óleo, somente pôde ser observado a partir da realização das análises físico-químicas da água, comparando os valores obtidos de cada parâmetro antes e após o tratamento confirmando a sua eficiência ou ineficiência.

Os valores para cada parâmetro indicam uma variação de resultados que ao serem interpretados em conjunto podem determinar um diagnóstico mais claro da situação do corpo d'água. Mediante essas informações é possível identificar os fatores que podem estar influenciando a qualidade da água deste corpo.

Os resultados de cada parâmetro analisado são apresentados no tópico a seguir, discernindo os físicos dos químicos comparando com os valores estabelecidos pela resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357/05 para águas doces, visto que a mesma apresentou um índice de salinidade que de acordo com a mesma resolução e estando de acordo com seus usos preponderantes, classifica-se como doce de classe 3 e 4, considerando que a Lagoa de Apodi não tem definição por algum tipo de organização.

Todas as análises foram executadas com as duas amostragens da água da lagoa, e com as mesmas após o tratamento com a semente de moringa oleífera com presença e ausência de óleo.

4.2.. PARÂMETROS FÍSICOS

A realização dos testes físicos que fazem parte dos padrões de qualidade da água é determinada através da resolução do CONAMA 357, em vigência a partir do dia 17 de março de 2005, estabelecem limites individuais para cada substância em cada uma de suas classes de enquadramento.

4.2.1. Resultados quanto à Condutividade Elétrica – CE

A tabela 6 apresenta os valores obtidos quanto à condutividade elétrica das amostragens de água antes e após cada tipo de tratamento.

Tabela 6: Valores da condutividade elétrica obtidos

Condutividade Elétrica - CE			
Semente sem óleo		Semente com óleo	
Água bruta	Água tratada	Água bruta	Água tratada
985,3 uS/cm	831,2 uS/cm	980,5 uS/cm	829,6 uS/cm

Fonte: Elaborada pelo autor

Em análises para a determinação da CE realizadas com as amostragens da água antes do tratamento em que foram submetidas, pôde-se observar conforme a tabela 6 que as mesmas apresentaram um alto valor de condutividade, o que consequentemente nos dá a afirmativa de que a mesma possui muitos compostos orgânicos e inorgânicos dissolvidos em seu meio.

Villas e Banderali (2013) afirmam que a condutividade elétrica em uma água é representada em sua maioria por sólidos dissolvidos neste corpo, dos quais se destacam dois tipos: compostos iônicos e compostos catiônicos. Os compostos iônicos sendo estes de cargas negativas, que possuem elétrons livres na camada de valência, são sólidos que se dissolvem em água e caracterizados como sendo cloretos, sulfatos, nitratos e fosfatos. Desta forma, quando mensuramos a condutividade elétrica de uma amostra, estamos na realidade quantificando uma grande quantidade de compostos nela contidos.

Em todos os tratamentos, observou-se a diminuição da condutividade elétrica em relação à água bruta e após o tratamento com a semente tanto contendo o óleo como em sua ausência embora ainda sejam valores muito elevados, confirmam a capacidade do coagulante da *Moringa oleífera*, visto que a mesma como já foi afirmado por Ndabigengesere et al., (1995) por conter em sua composição polieletrólitos de carga eletricamente positiva, neutralizam estes colóides que possuem carga eletricamente negativas, floculando-os e seguindo de sedimentação dos mesmos, justificando a diminuição nos valores da CE das amostragens da água após serem mantidas em contato com o pó da semente de moringa.

4.2.2. Resultados quanto à Temperatura

Os valores de temperatura medidos nas amostragens das águas coletadas e das águas após o tratamento com a semente de moringa estão representados na tabela 7:

Tabela 7: Valores de temperatura medidos em análise

Temperatura - °C			
Semente sem óleo		Semente com óleo	
Água bruta	Água tratada	Água bruta	Água tratada
29,6 °C	27,1 °C	30 °C	27 °C

Fonte: Elaborada pelo autor

Conforme os dados apresentados na tabela 7, a temperatura não apresenta variação considerável quando comparadas as águas das duas coletas. Pôde-se observar uma pequena variação somente após os tratamentos e isso pode ocorrer devido a água ter sido coletada em local onde a mesma não era corrente e sem a presença da mata, sofrendo diariamente com a insolação. Como consequência, nesta região pode-se ter o aumento de substâncias (íons) dissolvidas, o aumento de reações, inclusive de metabolismos de microorganismos e a diminuição de oxigênio dissolvido (SILVA et al., 2012).

A temperatura da água exerce influência direta sobre os organismos aquáticos e nos demais parâmetros analisados. Nos peixes este parâmetro atua diretamente em seu metabolismo (respiração, circulação, digestão, reprodução, órgãos sensoriais, produção de hormônios e de anticorpos) e também na disponibilidade de oxigênio na água. Portanto, tem um papel extremamente importante no equilíbrio do sistema aquático (ESTEVES, 1998).

4.2.3. Resultados quanto a Sólidos Totais - ST

Interligada a análise de CE que está relacionada a quantidade de sólidos dissolvidos no corpo d'água, a determinação de ST na água da Lagoa de Apodi no presente estudo constatou uma alta presença de sólidos como mostra a tabela 8, contudo, vale ressaltar que a água foi coletada em uma extremidade da lagoa, e a mesma por ser um ambiente lântico, mantinha-se parada e aparentemente límpida, sem muita turvação, porém era um dos locais de maior poluição, por ser próximo do despejamento de esgotos.

Tabela 8: Valores de sólidos totais medidos em análise

Sólidos Totais - ST			
Semente sem óleo		Semente com óleo	
Água bruta	Água tratada	Água bruta	Água tratada
0,92 g/L	0,72 g/L	0,90 g/L	0,64 g/L

Fonte: Elaborada pelo autor

Como já relatado, na semente de moringa há a presença de uma proteína catiônica dimérica de alto peso molecular, que desestabiliza as partículas contidas na água que, através de um processo de neutralização e adsorção, flocculam os colóides que, em seguida, sedimentam (GALLÃO, DAMASCENO & BRITO 2006), o que pode ser observado através do resultado obtido de sólidos totais, em que houve uma redução entre 22% e 29% no tratamento sem o óleo e com o óleo respectivamente, contudo, os valores estão fora dos recomendados pela Resolução CONAMA 357/05, o qual especifica que para águas doces em ambientes lênticos, o valor máximo de sólidos totais dissolvidos é de 500 mg/L, o que mostra que a mesma por possuir uma quantidade bem acima do que é exigido por águas disponíveis ao consumo humano, esta não pode servir de destino para aquisição humana.

4.2.4. Resultados quanto à Turbidez

Podemos associar ao fator de sólidos totais dissolvidos o índice de turbidez, visto que esse está relacionado com a quantidade de sólidos em suspensão ou dissolvido no corpo analisado (LUIZ, PINTO, SCHEFFER, 2012), pois a presença destas partículas provoca a dispersão e absorção da luz deixando a água com aparência turva. Segundo Silva Junior et al. 2012, os aparelhos utilizados para medição de turbidez, medem tal parâmetro, a partir do comparativo do espalhamento de um feixe de luz ao passar pela amostra, com o espalhamento de um feixe de igual intensidade ao passar por uma suspensão padrão. Conforme apresentado na tabela 9 a turbidez da água após ambos os tratamentos apresentou uma baixa nos valores, porém foi consideravelmente reduzida com o tratamento utilizando a semente ainda com a presença do óleo em que se mostrou pela metade em relação ao valor obtido da água bruta.

Tabela 9: Valores de turbidez medidos em análise

Turbidez			
Semente sem óleo		Semente com óleo	
Água bruta	Água tratada	Água bruta	Água tratada
56,5 NTU	40,1 NTU	58,1 NTU	29,81 NTU

Fonte: Elaborada pelo autor

Vale salientar que, ainda antes de ser tratada, a água já encontra-se com valores de turbidez dentro dos padrões recomendados pela Resolução CONAMA 357/05 em que o valor máximo permitido é de 100 NTU para águas doces de classe 3 que são águas destinadas ao consumo humano somente após tratamento avançado. Após o tratamento, observou-se uma diminuição considerável no quesito turbidez, estando dentro do valor estabelecido de 40 NTU

para águas doces de classe 1, que são águas destinadas para consumo humano com desinfecção após tratamento simplificado.

4.3. PARÂMETROS QUÍMICOS

Os testes químicos da água determinam o modo mais preciso e explícito as características da água, e são mais vantajosas para se apreciar as propriedades de uma amostra. São de extrema importância, tanto no seu ponto de vista sanitário, como no seu ponto de vista econômico.

4.3.1. Resultados quanto ao Potencial Hidrogeniônico - pH

A tabela 10 apresenta os valores de pH encontrados durante as análises para as amostragens de água bruta e de água tratada.

Tabela 10: Valores de pH medidos em análise

Potencial Hidrogeniônico			
Semente sem óleo		Semente com óleo	
Água bruta	Água tratada	Água bruta	Água tratada
8,07	7,88	7,95	7,88

Fonte: Elaborada pelo autor

Como podemos observar na tabela 10 acima, em se tratando do potencial hidrogeniônico não houve tanta alteração, isso é devido a propriedade que o coagulante apresenta em não alterar o pH do fluido aquoso, deixando-o numa faixa neutra. Isso indica a vantagem em relação aos coagulantes químicos como o sulfato de alumínio, que no seu processo de uso o pH precisa ser corrigido, conforme Lo Monaco et al. (2010).

Para Barbosa (2002), no caso do semiárido nordestino, cuja precipitação é menor que a evaporação, é comum encontrar valores de pH próximos ou superiores a oito, estando condizentes com os valores encontrados no presente estudo. Contudo, o pH da água da Lagoa do Apodi encontra-se dentro dos valores estabelecidos pela Resolução do CONAMA 357/05 quando se diz respeito às classificações e condições de águas doces, classificadas como 3 ou 4, quando este índice pode estar com valores entre 6,0 a 9,0. Conforme afirmado por Clesceri; Greenger e Eaton (1998) as águas naturais possuem valores de pH na faixa entre 4 a 9, e quase todas as etapas de tratamento de águas contaminadas dependem do valor de pH que a mesma apresenta, como os processos de neutralização, precipitação, coagulação, desinfecção, etc.

Segundo Macêdo (2003), o conhecimento do valor de pH de uma água permite o monitoramento do poder de corrosão da mesma, da quantidade de reagentes necessários para coagulação durante seu tratamento em uma Estação de Tratamento de Água (ETA) e do processo de desinfecção.

4.3.2. Resultados quanto à Dureza Total, Dureza de Cálcio e Dureza de Magnésio

A dureza total da água é calculada pela concentração de íons cálcio e magnésio na água, podendo ser classificada como temporária ou permanente. A primeira origina-se pela presença de bicarbonatos de cálcio e magnésio, no qual resiste à ação de sabão gerando incrustações. Já a segunda, sendo chamada também de dureza de não carbonatos, caracteriza-se pela presença de sulfatos, cloretos e nitratos de cálcio e magnésio, resistem também à ação dos sabões, mas não produz incrustações, já que possui sais muito solúveis na água (FUNASA, 2006).

A princípio, foram realizadas as análises para o parâmetro de dureza total das quatro amostragens de água, expondo os resultados na tabela 11 abaixo:

Tabela 11: Valores de dureza total medidos em análise

Dureza de Total			
Semente sem óleo		Semente com óleo	
Água bruta	Água tratada	Água bruta	Água tratada
222 mg/L	184 mg/L	220 mg/L	92 mg/L

Fonte: Elaborada pelo autor

Para tal parâmetro, a resolução CONAMA 357/05 não estabelece valores máximos e mínimos, porém, comparando com os valores permitidos pelo Ministério da Saúde 2.914/11, sendo este valor limite de 500 mg/L para água potável (BRASIL, 2011), observa-se que os índices de dureza total estão dentro dos padrões estabelecidos.

Embora não haja um padrão de limite máximo para este parâmetro em águas doces de ambientes lênticos que não são destinados ao consumo humano, é notória, a partir dos resultados obtidos e expostos na tabela 11, a eficiência da semente na redução da dureza da água, visto que esta reduziu valores acima de 50% no tratamento com a semente na presença do óleo. A água que apresente um grau de dureza moderado, não circunstancia danos à saúde, porém, em água para abastecimento urbano com níveis elevados de dureza podem causar um estranhamento e a não aceitação dessa água pela população, devido a presença de gosto salobra

e também pela baixa formação de espuma em processos de lavagens domésticas utilizando detergente ou material ensaboante.

Realizada a análises do índice de dureza total, foi realizada a determinação da dureza de magnésio, estando, portanto, expostos os resultados na tabela 12, abaixo:

Tabela 12: Valores de dureza de cálcio medidos em análise

Dureza de Cálcio			
Semente sem óleo		Semente com óleo	
Água bruta	Água tratada	Água bruta	Água tratada
116 mg/L	84 mg/L	128 mg/L	32 mg/L

Fonte: Elaborada pelo autor

Observando os resultados em tabela, foi possível constatar uma redução na dureza de cálcio, esta destacando-se mais no tratamento com a semente contendo o óleo, quando a mesma conseguiu reduzir este índice em torno de 75%, enquanto no tratamento com a semente ausente de óleo, a redução foi de aproximadamente 27%.

Contudo, assim como para o parâmetro de dureza total, sendo a dureza de cálcio derivada deste índice, também não possui valores máximos ou mínimos determinados pela resolução CONAMA 357/05. Por tanto, comparando com os valores permitidos pelo Ministério da Saúde 2.914/11, o máximo permitido é de 500 mg/L para água potável (BRASIL, 2011), concluindo-se que os índices de dureza de cálcio também estão dentro dos padrões estabelecidos por este.

A partir das análises de dureza total e dureza de cálcio, foi possível encontrar o índice de dureza de magnésio, sendo este uma subtração dos valores de dureza de magnésio em dureza total, obtendo o exposto na tabela 13 a seguir:

Tabela 13: Valores de dureza de magnésio medidos em análise

Dureza de Magnésio			
Semente sem óleo		Semente com óleo	
Água bruta	Água tratada	Água bruta	Água tratada
106 mg/L	100 mg/L	92 mg/L	60 mg/L

Fonte: Elaborada pelo autor

Para tanto, a partir da tabela x, pôde-se observar também a eficiência da semente quanto à redução da dureza de magnésio presente nas amostras da água, estando dentro dos padrões permitidos pelo Ministério da Saúde 2.914/11, em que o valor máximo estabelecido é de 500

mg/L para água potável (BRASIL, 2011), visto que para este parâmetro a resolução CONAMA 357/05 também não estabelece valores ideais.

4.3.3. Resultados quanto à Alcalinidade

Alcalinidade é a capacidade da água em consumir ou neutralizar ácidos, devido principalmente à presença de bicarbonatos, carbonatos, bromatos, silicatos, fosfatos e hidróxidos, formados pela ação do dióxido de carbono sobre os minerais do sedimento (Esteves, 1998). A tabela 14 dispõe dos valores de alcalinidade obtidos a partir das análises.

Tabela 14: Valores de alcalinidade medidos em análise

Alcalinidade			
Semente sem óleo		Semente com óleo	
Água bruta	Água tratada	Água bruta	Água tratada
200 mg/L	106 mg/L	188 mg/L	140 mg/L

Fonte: Elaborada pelo autor

Quando o pH da água está acima de 7, os componentes que estabelecem este princípio são os íons: bicarbonato (HCO_3^-), carbonato (CO_3^{2-}); e hidróxidos (OH^-). “Se numa água quimicamente pura ($\text{pH} = 7$) for adicionada pequena quantidade de um ácido fraco seu pH mudará instantaneamente. Numa água com certa alcalinidade a adição de uma pequena quantidade de ácido fraco provocará a elevação de seu pH, porque os íons presentes irão neutralizar o ácido” (BATALHA; PARLATORE, 1977, apud CORNATIONI, 2010).

A resolução CONAMA 357/05 não estabelece valores para este parâmetro, porém, comparando com os valores permitidos pelo Ministério da Saúde 2.914/11, sendo este valor limite de 500 mg/L para água potável (BRASIL, 2011), observa-se que as apurações estão dentro dos padrões estabelecidos por este.

4.3.4. Resultados quanto a Cloreto e Salinidade

A princípio foram realizadas as análises para a determinação do teor de cloreto nas quatro amostragens da água, a importância de se determinar o teor deste componente em água traduz-se ao fato desses íons serem insinuantes do grau de mineralização, indicando que os corpos d'água estão com sinais de poluição por meio de resíduos industriais ou esgotos domésticos (MACÊDO, 2003). Os valores obtidos para o teor de cloreto foram expostos na tabela 15, abaixo:

Tabela 15: Valores de cloreto medidos em análise

Cloreto			
Semente sem óleo		Semente com óleo	
Água bruta	Água tratada	Água bruta	Água tratada
79,97 mg/L	32,95 mg/L	83,7 mg/L	77,8 mg/L

Fonte: Elaborada pelo autor

Observando a tabela referente aos valores de cloreto, pôde-se ver que o tratamento com a semente de moringa foi eficiente, reduzindo estes índices pela metade no tratamento da semente com ausência de óleo, enquanto no tratamento contendo o óleo, a redução no valor de cloreto não ultrapassou 10%. Contudo, o valor estabelecido pela resolução CONAMA 357/5 para este parâmetro, em águas doces de classe 3 é de 250 mg/L, este porém, é o mesmo valor estabelecido para águas de classes 1 e 2 que são destinadas ao consumo humano após tratamento avançado ou convencional. Elevados teores de sais minerais, especialmente o sulfato e o cloreto estão associados à tendência de corrosão em sistemas de distribuição, por adicionar sabor às águas (BRASIL, 2004).

Em águas naturais de ambientes lênticos da região Nordeste, o aumento da concentração de cloretos é comum, devido ao alto índice de evaporação e da curta temporada de precipitação chuvosa. A sua introdução em um corpo hídrico pode estar relacionada com a dissolução de sais e lançamentos de esgotos domésticos e industriais (LIBÂNIO 2005). Segundo FREITAS (2001) altos níveis de cloretos podem afetar o crescimento das plantas, além de causar doenças na população quando em quantidades maiores que 1000 mg/L.

Os cloretos, sulfatos e sólidos totais dissolvidos são o conjunto de sais dissolvidos na água, formado pelos bicarbonatos, cloretos, sulfatos e em menor concentração outros sais. O teor de cloretos é um indicador de poluição por esgotos domésticos nas águas naturais e é um eficiente no estudo hidráulico de reatores como traçador. O íon de sulfato quando presente na água dependendo da concentração além de outras propriedades associados ao cálcio e ao magnésio, promovem dureza permanente e pode ser um indicador de poluição.

As grandes quantidades dessas substâncias dissolvidas nas águas podem torna-las inadequadas ao consumo humano (CONAMA, 2005). Com isso, a partir da análise de cloreto, pôde-se determinar a salinidade do corpo hídrico, obtendo os valores expostos na tabela 16 abaixo:

Tabela 16: Valores de salinidade medidos em análise

Salinidade			
Semente sem óleo		Semente com óleo	
Água bruta	Água tratada	Água bruta	Água tratada
131,84 mg/L	54,38 mg/L	136,78 mg/L	128,5 mg/L

Fonte: Elaborada pelo autor

A partir dos resultados de salinidade obtidos, foi possível classificar a água de acordo a resolução CONAMA 357/05, em que define águas como doces estando essas com salinidade igual ou inferior a 0,5%, águas salobras estando essas com salinidade superior a 0,5% e inferior a 30% e águas salinas estando essas com grau de salinidade igual ou superior a 30%. Diante disso e das análises, foi possível concluir que a água da lagoa corpo de estudo é de água doce, podendo a partir de então classifica-la de acordo com o seu uso preponderante.

Quanto ao tratamento com a semente, foi possível observar que o mesmo foi eficiente, reduzindo o índice de salinidade em ambos os testes, porém, apresentando uma maior eficiência em análise a qual a semente estava ausente de óleo, quando este apresentou uma redução de aproximadamente 60% no grau de salinidade.

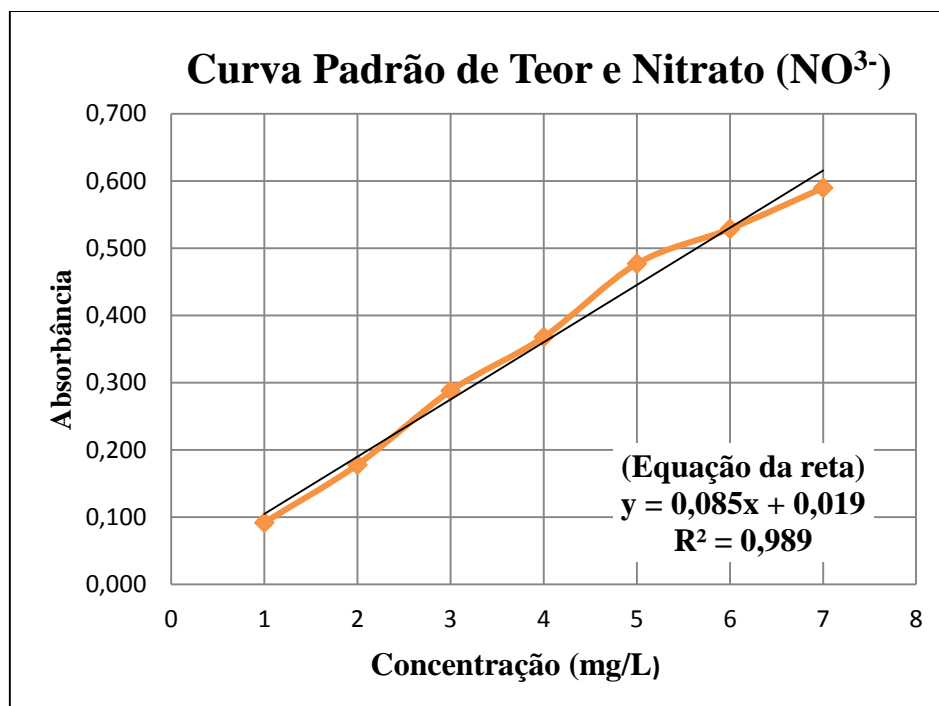
4.3.5. Determinação de Nitrato

Os valores de obtidos da absorvância apresentados na tabela 17, foram colocados na tabela do programa Microsoft Excel para se obter a curva do padrão de nitrato. O gráfico de absorvância foi construído em função da concentração da solução-padrão de nitrato (em mg NO₃⁻ /L), como mostra a figura 25 abaixo:

Tabela 17: Leitura de absorvância da curva padrão de nitrato

ABSORBÂNCIA (Y)	CONCENTRAÇÃO (X)
0,000	Branco
0,092 nm	1 mg/L
0,178 nm	2 mg/L
0,288 nm	3 mg/L
0,368 nm	4 mg/L
0,477 nm	5 mg/l
0,529 nm	6 mg/L
0,590 nm	7 mg/L

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 25: Curva Padrão de Nitrato

Fonte: Elaborada pelo autor

Após encontrada a equação da reta, como mostrado na figura 25 acima, foram realizadas as leituras de absorbância das quatro amostras de água, o valor da leitura apresentado no espectrofotômetro foi colocado na equação, substituindo a letra “y” e a partir de então, o valor da concentração de nitrato em cada uma das amostras foi encontrado e exposto na tabela 18 abaixo:

Tabela 18: Valores de nitrato medidos em análise

Nitrato			
Semente sem óleo		Semente com óleo	
Água bruta	Água tratada	Água bruta	Água tratada
1,38 mg/L	1,03 mg/L	2,17 mg/L	0,6 mg/L

Fonte: Elaborada pelo autor

O nitrogênio, na forma de nitrato, apresenta-se na sua forma oxidada indicando descarga de esgoto distante no corpo d’água. Outras fontes importantes de nitrato são os fertilizantes, e estes, se inadequadamente, aplicados, podem atingir os cursos d’água, principalmente nos meses mais chuvosos (Esteves, 1998).

De acordo com os valores apresentados na tabela 10, os índices de nitrato foram reduzidos com o tratamento utilizando a semente, mostrando uma maior eficiência no tratamento utilizando a semente ainda com a presença do óleo, tendo uma redução no seu teor

de 73% enquanto no tratamento com a ausência do óleo a porcentagem de diminuição do índice de nitrato na amostra foi de aproximadamente 26%.

A resolução CONAMA 357/05 não estima valores da concentração de nitrato para águas doces de classe 3 ou 4, porém, o valor estabelecido para águas doces de classe 2 é de 10 mg/L, por tanto, as amostras estudadas da referida lagoa encontram-se com valores de nitrato abaixo dos permitidos para águas que são destinadas ao consumo humano, ainda que tenha que passar por tratamentos.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho introduziu e mostrou a potencialidade da planta *Moringa Oleífera* Lam como agente coagulante/floculante e os experimentos realizados apresentaram resultados satisfatórios, demonstrando sua eficiência em todos os processos de redução dos parâmetros físico-químicos executados no presente trabalho. Demonstrando ser uma alternativa viável para ser utilizado no tratamento de águas, pois os resultados obtidos, em sua maioria atenderam as exigências dos valores estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, na resolução de número 357/05, onde embora a Lagoa do Apodi tenha sido classificada como água de classe 3 e/ou 4 no presente estudo, muitos parâmetros apresentaram-se de acordo com as exigências da Portaria nº 2912/11 do Ministério da Saúde para água potável ao consumo humano.

Além de reduzir os parâmetros necessários, o uso da moringa influencia também, de modo positivo, no parâmetro químico pH, quando não altera significativamente o valor do mesmo, não se fazendo necessário a utilização de substâncias químicas para corrigi-lo durante os tratamentos de água, diminuindo o custo do tratamento.

Vale ressaltar que em todos os 12 parâmetros analisados, a semente mostrou eficiência tanto no teste em que a mesma estava na ausência quanto na presença de óleo, porém, 7 dos parâmetros apresentaram melhores resultados no teste em que a água foi tratada com a semente contendo o óleo, não descartando, por tanto, que o agente coagulante possa estar também presente no óleo da semente.

Enfim, a utilização da *Moringa oleífera* é promissora, pois apresenta mais fatores positivos sendo economicamente viável, com uma amplitude de utilização grande, tornando-se, assim, sustentável e, não oferece risco ao homem e ao ambiente.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, I. L. S. **Avaliação da capacidade de adsorção da torta de Moringa oleífera para BTEX em amostras aquosas.** 2010, p.70.

ALMEIDA NETO, M. A. **Uso da semente do gênero moringa.** 2008. Disponível em: <www.cpatsa.embrapa.br/catalogo/doc/posters/12_1_Mario_Augusto.doc>. Acesso em: 16 ago. 2017.

AMAYA, D. R.; KERR, W. E.; GODOI, H. T.; OLIVEIRA, A. L.; SILVA, F. R. **Moringa hortaliça arbórea rica em beta-caroteno.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 10, n. 2, p. 126, 1992.

ANP, Resolução nº 07 de 19/08/2008. Acesso em: <http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll?f=templates&fn=default.htm&vid=anp:10.1048/enu>. Acesso em 15 ago. 2017.

ANWAR, F.; ASHRAF, M.; BHANGER, M. I. Interprovenance variation in the composition of Moringa oleifera oilseeds from Pakistan. *J Am Oil Chem Soc* n. 82 p. 45–51, 2005.

ANWAR, F.; BHANGER, M. I., **Analytical characterization of Moringa oleifera seed oil grown in temperate regions of Pakistan.** *J Agric Food Chem* n. 51 p.6558–6563, 2003.

BACCI, D. de L. C.; PATACA, E. M. **Educação para a água.** 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200014>. Acesso em: 14 ago. 2017.

BARBOSA, J. E. L. **Dinâmica do fitoplâncton e condicionantes limnológicos nas escalas de tempo (nictimeral/sazonal) e de espaço (vertical/horizontal) no açude Taperoá II. Trópico semi-árido paraibano.** Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Departamento de Ecologia e Recursos Naturais – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos – SP, p.208, 2002.

BATALHA, M.O. **Sistemas agroindustriais:** definições e correntes metodológicas. In: BATALHA, M.O. et al. *Gestão Agroindustrial*, São Carlos : Ed. Atlas, 1997. P.24-48.

BOUCHARD, D. C.; WILLIAMS, M. K.; SURAMPALLI, R. Y. Nitrate contamination of ground water: sources and potencial health effects. *J. Am. Water Works Assoc.*, v.84, p.85-90, 1992.

BRASIL. 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 República Federativa do Brasil.** Poder Executivo, Brasília, 26 mar. 2004. Seção 1. p. 266-270.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de Procedimentos de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para o Consumo Humano.** Brasília, SVS, 2006, p. 284.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Um recurso cada vez mais ameaçado.** Disponível em <http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur/_publicacao/140_publicacao090_62009025910.pdf> Acesso em Agosto de 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914 de 12 de Dezembro de 2011. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.** Diário Oficial da União, Brasília, 12 de dezembro de 2011. Seção 1, p.26.

BRASIL. 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 República Federativa do Brasil.** Poder Executivo, Brasília, 26 mar. 2004. Seção 1. p. 266-270.

CHAWLA, S.; SAXENA, A.; SESHADRI, S. In vitro availability of iron various green leafy vegetables. Journal of the Science of Food and Agriculture, England, v. 46, n. 1, p. 125-127, 1988.

CHRISTOFF, P. **Produção de biodiesel a partir do óleo residual de fritura comercial estudo de caso:** Guaratuba, litoral paranaense, Curitiba, 2007. 82 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento - LACTEC, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Tecnologia.

CLESCERI; GREENBERG; EATON (ed.). 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater, 20th ed. American Public Health Association, Washington, D.C.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. **IQA - Índice de qualidade das águas.** São Paulo. 2006. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice_iap_iqa.asp>. Acesso em: 18 ago. 2017.

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. Ministério do Meio Ambiente. 2005.

CORDEIRO, W. S. **Alternativas de Tratamento de Água para comunidades Rurais.** Dissertação apresentada (Mestrado em Engenharia Ambiental) - CEFET/ Campos, Campos dos Goytacazes, RJ, 2008.

CUNHA, E. M. S., (Natal). Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte – Idema (Org.). **PERFIL DO SEU MUNICÍPIO: APODI.** 2008. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000016659.PDF>>. Acesso em: 18 ago. 2017.

CYSNE, J. R. B. **Propagação in vitro de *Moringa oleifera* L.** Fortaleza, 2006 81 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. **Métodos e técnicas de tratamento de água.** 2005. Disponível em: www.unibh.br/revistas/exacta. Acesso em 16 ago. 2017.

D'SOUZA, J.; KULKARNI, A. R. 1993. **Comparative studies on nutritive values of tender foliage of seedlings and mature plants of *Moringa oleifera* Lam.** J Econ Taxon Bot 17: 479–485.

ESTEVES, F. de A. **Fundamentos de Limnologia.** 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FAHEY, J.W. ***Moringa oleifera: A Review of the Medical Evidence for Its Nutritional, Therapeutic, and Prophylactic Properties. Part 1.*** Trees for Life Journal 2005. Disponível em: <<http://www.TFLJournal.org/article.php/20051201124931586>>. Acesso em: 16 ago. 2017.

FILHO, J. L.; GURGEL, L. L.; REINALDO, E. D. Aspectos de saneamento ambiental da baixa do CAIC no bairro lagoa seca na cidade de Apodi-RN. **Revista Científica do IFAL**, v. 1, nº 2, 2011.

FOILD, N; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. **The potential of moringa oleifera for agricultural and industrial uses.** 2001. Disponível em: <https://miracletrees.org/moringadoc/the_potential_of_moringa_oleifera_for_agricultural_and_industrial_uses.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2017.

FRANCISCO, A. A.; POHLMANN, P. H. M.; FERREIRA, M. A. **Tratamento convencional de águas para abastecimento humano: uma abordagem teórica dos processos envolvidos e dos indicadores de referência.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL IBEAS, 2 – INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTUDOS AMBIENTAIS, 1. **Anais...** 2011.

FRANCO, E. S. **Avaliação da influência dos coagulantes sulfato de alumínio e cloreto férrico na remoção de turbidez e cor da água bruta e sua relação com sólidos na geração de lodo em estações de tratamento de água.** 2009. 207 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2009.

FREITAS, S. S. **Eutrofização no Reservatório Marcela em Itabaiana – SE, e suas implicações ambientais.** Universidade Federal de Sergipe. Monografia – Especialização em Gestão de Recursos Hídricos e Meio Ambiente, p.50, 2001

FUGLIE, L. J. The miracle tree: *Moringa oleifera*. Natural nutrition for the tropics. Church World Service, Dakar, 1999.

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água.** 2ª ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

GALLÃO, I.M.; M. I., DAMASCENO, L. F.; BRITO, E. S. de. **Avaliação Química e Estrutural da Semente de *Moringa*.** **Cien. Agron.** Fortaleza, v.37, n. 1, p.106-109, 2006.

GERDES, G. O uso das sementes da árvore moringa para o tratamento da água turva. [S.l.]: Esplar, 1994.13p.

GLEICK, P. H. ***The world's water.*** 2000-2001. Report on Freshwater Resources. Island Press, 2000. 315p.

GUEYRARD, D. et al. First synthesis of na O-glycosylated glucosinolate isolated from *moringaoleifera*. **Tetrahedron Letters**, London, v.41, n.43.p. 8307 – 8309, Oct. 2000.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Cidades, Rio Grande do Norte, Apodi. 2000. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=240100>. Acesso em: 19 ago. 2017.

Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos 4a ed.** Brasília: Ministério da Saúde / Agência Nacional de Vigilância Sanitária; 2005

JAHN, S.A.A. **Using Moringa Seeds as Coagulants in Developing Countries.** Journal Awwa (Management Operations): 43-50. 1988.

KARADI, R.V.; GADGE, N. B.; ALAGAWADI, K. R.; SAVADI, R. V. Effect of Moringa oleífera Lam. root-wood on ethylene glycol induced urolithiasis in rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 105, p. 306-311, 2006.

KERR, W. E.; SILVA, F. R.; RESENDE, A.; GODOI, H. T.; KERR, L. S. *Moringa oleífera*: distribuição de sementes dessa hortaliça arbórea. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 16, n. 1, 1998. Trabalho apresentado no 38º Congresso Brasileiro de Olericultura, 1998.

KAFUKU, G.; MBARAWA, M. **Alkaline catalyzed biodiesel production from moringa oleífera oil with optimized production parameters.** Applied Energy n. 87 p. 2561–2565, 2010.

LALAS, S.; TSAKINS, J. **Characterization of Moringa oleífera seed oil variety**, “Periyakulam 1”. Journal of Food Composition and Analysis, [S.1.], v.15, p.65-77, 2002.

LÉDO, P. C. S. **Flotação por Ar Dissolvido na Clarificação de Águas com Baixa Turbidez Utilizando Sulfato de Alumínio e Sementes de Moringa olifera como Coagulantes.** Tese apresentada a Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

LEMOS, M.; FERREIRA N.; M.; DIAS, N. S. Sazonalidade e variabilidade espacial da qualidade da água na Lagoa do Apodi, RN. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.02, p.155–164, 2010.

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

LIMA, N. M. de. **Aplicação da Moringa Oleífera no tratamento de água com turbidez.** 2015. 57 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Desenvolvimento dos Processos Ambientais, Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2015.

LÔBO, I. P.; FERREIRA, S. L. C.; da CRUZ, R. S. **Biodiesel**: parâmetros de qualidade e métodos analíticos. *Quim. Nova*, Vol. 32, No. 6, 1596-1608, 2009.

LO MONACO, P. A. V.; MATOS, A. T.; ANDRADE, I. C.. Utilização de extrato de sementes de moringa como agente coagulante no tratamento de água para abastecimento e águas residuárias. **Revista Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 5, n. 3, 2010.

LUÍZ, Â. M. E; PINTO, M. L. C; SCHEFFER, E. W. de O. PARÂMETROS DE COR E TURBIDEZ COMO INDICADORES DE IMPACTOS RESULTANTES DO USO DO SOLO,

NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAQUARAL, SÃO MATEUS DO SUL-PR. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, [s.l.], v. 24, p.290-310, 28 mar. 2012. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v24i0.26264>.

Macêdo J.Á. **Águas & Águas**. São Paulo; editora Varela, 2001

MACÊDO, J. A. B de. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. 2. ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2003.

MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Nutrients and antiquality factors in different morphological parts the Moringa oleifera tree. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, v. 128, p. 321 – 322, 1997.

MEHER, L. C.; SAGAR, D. V.; NAIK, S. N., *Renew. Sustain. Energy Rev.*, n. 10, p. 248. 2004.

MELO, K. K. P.; MORAIS, J. A.; CARVALHO, M. V. C. Participação e planejamento integral do meio urbano de Mossoró/RN: contribuições a problemática ambiental do rio Apodí-Mossoró. In: **II Seminário de Direitos Humanos: construindo uma cultura de direitos no semiárido**, Mossoró/RN, 2013.

MENDES, F. & COELHO, N. (2007) **Estudo do uso da Moringa oleifera para remoção de prata e manganês em águas**. *Horizonte Científico*, Uberlândia, v. 1, n. 1, p. 1-18.

MORAIS, C. C. de O; GOMES, E. O; OLIVEIRA, F. A. G. de. **PROTOCOLO DE COLETA DE ÁGUA & SEDIMENTOS**. 2014. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ciências Naturais - Mcn, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – Uern, Mossoró, 2014.

MORETI, L. de O. R.; CAMACHO, F. P.; BONGIOVANI, M. C.; STROHER, A. P.; NISHI, L.; VIEIRA, A. M. S.; BERGAMASCO, R.. **Emprego das sementes de Moringa oleifera LAM, como coagulante alternativo ao policloreto de alumínio (PAC), no tratamento de água para fins potáveis**. *E-xacta*, Belo Horizonte, v. 6, n. 1, p. 153-165. 2013. Disponível em: www.unibh.br/revistas/exacta. Acesso em 16 ago. 2017.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. **Lixo e Impactos Ambientais Perceptíveis no Ecosistema Urbano**. *Sociedade & Natureza*, v. 20 n° 1, 2008.

NDABIGENGESERE A.; NARASIAH, S. K; TALBOT B. G. **Active agents and mechanism of coagulation of turbid waters using Moringa oleifera**. *Water Research*, v.29, n.2, p.703-710, 1995.

OLIVEIRA, T. M. B. F.; SOUZA, L. D.; CASTRO, S. S. L. **Dinâmica da série nitrogenada nas águas da bacia hidrográfica Apodi/Mossoró – RN – Brasil**. *Eclética Química*, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 17-26, 2009.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. (2006). Disponível em: <http://www.opas.org.br/opas.cfm> . Acesso em: Agosto de 2017.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE – OMS. (2007). Disponível em: <http://www.who.int/en/>>. Acesso em: Agosto de 2017.

PARENTE, E. J. S. Biodiesel: Uma aventura tecnológica num país engraçado. Fortaleza: Unigráfica, 2003.

PATERNIANI, A.C. et al. Uso de sementes de *Moringa oleifera* para tratamento de águas superficiais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.13, n.6, , p.765–771. 2009.

PEREIRA, D. F.. **POTENCIALIDADES DA MORINGA OLEIFERA LAM NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL E NO TRATAMENTO DE ÁGUA PRODUZIDA NA EXTRAÇÃO DE PETRÓLEO**. 2011. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Pós-graduação em Engenharia Química (peq-ufs), Universidade Federal de Sergipe Centro Ciências Exatas e Tecnologia, São Cristóvão (se), 2011. Disponível em: <file:///C:/Users/Cliente - AssisTec/Downloads/Alice Jubilu Dissertação - Daiane Farias Pereira.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2017.

PEREIRA, D. F.; VASCONCELOS, V. M.; VIEIRA, A. C.; ARANDA, D. A. G.; da SILVA, G. F. Estudo da estabilidade à oxidação do biodiesel a partir da moringa. II Encontro Nacional de Moringa, 03 a 05 de novembro de 2010, Aracaju – SE.

PINTO FILHO, J. L. de O.; OLIVEIRA, A. M. de. Impactos socioambientais da ocupação desordenada das margens da lagoa do Apodi-RN. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.3, n.01, p.58-76, 2008.

PINTO FILHO, J. L. O.; SANTOS, E. G.; SOUZA, M. J. J. B. [Http://www.mundolusiada.com.br/COLUNAS/ml_artigo_539.htm](http://www.mundolusiada.com.br/COLUNAS/ml_artigo_539.htm). **Holos**, Mossoró, p.1-8, abr. 2012. Acesso em: 15 ago. 2017.

PIVELI, Roque Passos; KATO, Mario Takayuki. **Qualidade das águas e poluição: Aspectos físico-químicos**. São Paulo: ABES, 2005. 285p.

RANGEL, M. S. **Moringa Oleifera**: um purificador natural de água e complemento alimentar para o nordeste do Brasil. Disponível em: <<http://www.jardimdeflores.com.br/floresefolhas/A10moringa.htm>>. Acesso Agosto de 2017.

RASHID, U.; ANWAR, F.; MOSER, B. R.; KNOTHE, G. **Moringa oleifera oil**: A possible source of biodiesel. (2007).

RASHID, U.; ANWAR, F.; ASHRAF, M.; SALEEM, M.; YUSUP, S. **Application of response surface methodology for optimizing transesterification of Moringa oleifera oil**: Biodiesel production. *Energy Conversion and Management* n. 52 p. 3034–3042, 2011.

RIBEIRO, H. Meio ambiente e saúde das populações. *O Mundo da Saúde*. São Paulo, v.28, n.1, p. 21-26, jan./mar., 2004.

RIBEIRO, M. C. M. **Nova Portaria de Água: Busca de consenso para viabilizar a melhoria da qualidade de água potável distribuída no Brasil**. *Revista do Departamento de Águas e Esgotos*. N. 189, p-17, 2012.

RODRIGUES, H. R., Obtenção de ésteres etílicos e metílicos, por reações de transesterificação, a partir do óleo da palmeira Latino Americana macaúba- *Acrocomia aculeata*. Tese de Doutorado submetida à Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 2007.

RODRIGUES, S. A.; BATISTELA, G. C.. **Uma revisão sobre Disponibilidade Hídrica Brasileira para Geração de Energia Elétrica.** Revista Científica Eletrônica Geoambiente Online. p. 48-67. n. 21[s.l.] Dez/2013.

ROGERS, P. P. et al. (Ed.) *Water crisis: myth or reality?* London: Fundación Marcellin Botín, Taylor & Francis, 2006. 331p.

ROSALINO, Melanie Roselyne Rodrigues. **Potenciais Efeitos da Presença de Alumínio na Água de Consumo Humano.**2011. Disponível em: <https://run.unl.pt/bitstream/10362/6323/1/Rosalino_2011.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2017.

SANTOS, A. R. F. **Desenvolvimento Inicial de Moringa oleífera Lam. Sob Condições de Estresse.** Mestrado em Agroecossistemas (Dissertação) – Universidade Federal de Sergipe. 2010. 87 p.

SANTOS, W. R; MATOS, D. B. de.; , OLIVEIRA, B. M. de.; SANTANA, T. M.; Santana, M. M. de.; SILVA, G. F. da.; Estudo do tratamento e clarificação de água com torta de sementes de moringa oleífera Lam. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.13, n.3, p. 295-299, 2011.

SERRA, T.M; DA SILVA, J. P; DOS SANTOS, I. C, MENEGHETTI, M; MENEGHETTI, S.M; WOLF, C; E GOSSMANN, M. 2007. **Obtenção do Biodiesel metílico a partir de óleo de Moringa oleífera em presença de catalisador básico e ácido.** Anais. 30 ° Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Química.

SILVA, A. R.; KERR, W. E. Moringa: uma nova hortaliça para o Brasil. Uberlândia: UFU/DIRIU, p. 95, 1999.

SILVA J, V. de P. E et al. **Calibração de turbidímetro para estimativa da concentração de sedimento em suspensão como parâmetro de qualidade.** In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HIDRÍCOS DO NORDESTE, 11. 2012, João Pessoa. Anais...Paraíba, XI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste.

SILVA, T. V. et al. **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE LAGOA SITUADA EM CAMPUS UNIVERSITÁRIO.** In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 3., 2012, Goiânia-go. **Artigo.** Goiânia-go: Ibeas – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2012. v. 7, p. 1 - 7. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/VIII-011.pdf>>. Acesso em: 08 jan. 2018.

SOMLYODY, L; VA RIS, O. **Freshwater under pressure.** *International Review for Environmental Strategies*, v.6, n.2, p.181-204, 2006.

SOUZA, A. A.; ALLES, A. J.; RODRIGUES, S. A.; XAVIER-FILHO, L. **Avaliação do percentual de óleo do cotilédone das sementes de Moringa oleífera Lam. para a produção de biodiesel etanólico.** Encontro Nacional de Moringa, 02 a 04 de setembro de 2009, Aracaju – SE.

SILVA, Thaís Vasconcelos et al. **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE LAGOA SITUADA EM CAMPUS UNIVERSITÁRIO.** In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 3., 2012, Goiânia-go. **Artigo.** Goiânia-go: Ibeas – Instituto Brasileiro

de Estudos Ambientais, 2012. v. 7, p. 1 - 7. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/VIII-011.pdf>>. Acesso em: 08 jan. 2018.

TUCCI, C. E. M. **Águas urbanas**. *Estudos Avançados*, v.22, n.63, p.1-16, 2008.

TUNDISI, J. G. **Água no século 21: enfrentando a escassez**. *RIMA/IIE*, 2003. 247p. . Bridging water research, innovation and management: enhancing global water management capacity. In: PROCEEDINGS OF THE VI REGIONAL WORKSHOP Water Resources and Water Use Problems in Central Asia and Caucasus. IAP, IWEP, Russian Academy of Sciences, 2008, p.86-94.

ULBRA. Centro Universitário Luterano de Palmas. **Procedimentos técnicos para análise físico-químico da água**. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/4789862/procedimentos-tecnicos-para-analise-fisico-quimica-da-agua>> Acesso em 20 de novembro 2017.

UNICEF – FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA. (2008). Disponível em: <http://www.unicef.org.br/> . Acesso em: Agosto de 2017.

VALVERDE, K. C.; COLDEBELLA, P. F.; NISHI, L.; MADRONA, G. S.; CAMACHO, F. P.; SANTOS, T. R. T.; SANTOS, O. A. A.; BERGAMASCO, R. Avaliação do tempo de degradação do coagulante natural *Moringa oleifera* Lam. em pó no tratamento de água superficial. *Exacta*, Belo Horizonte, v. 7 n. 1, p. 75-82. 2014.

VASCONCELOS, V. M.; SILVA, P. C. G.; VIEIRA, A.C.; SILVA, G. F. (2009), Produção de Biodiesel ‘*in situ*’ a partir da *Moringa oleifera* Lam. XXXIV Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados. Campinas – SP.

VAZ, L. G. de L.. **Performance do processo de coagulação/floculação no tratamento do efluente líquido gerado na galvanoplastia**. 2009. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Universidade Estadual do Oeste do Paraná Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Toledo, Pr – Brasil, 2009. Disponível em: <<http://portalpos.unioeste.br/media/File/luiz.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2017.

VILLAS, M.; BANDERALI, M. (Org.). **Como e porque medir a Condutividade Elétrica (CE) com sondas multiparâmetros?** 2013. Disponível em: <<https://www.agsolve.com.br/noticias/como-e-porque-medir-a-condutividade-eletrica-ce-com-sondas-muultiparâmetros>>. Acesso em: 09 jan. 2013.

VUITIK, G. A.; WIECHETECK, G. K.; MALKOWSKI, B. L. Eficiência dos processos de clarificação de água aplicados no sistema de tratamento de Ponta Grossa (PR). **Revista de Engenharia e Tecnologia**. v. 2, n. 3, Dez/2010.