



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO PRÓ-REITORIA DE
GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS BACHARELADO
INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

GABRIELA FREITAS CARVALHO

**A UTILIZAÇÃO DA SEMENTE DE MORINGA OLEIFERA NO
TRATAMENTO DE ÁGUA**

PAU DOS FERROS – RN

2021

GABRIELA FREITAS CARVALHO

**A UTILIZAÇÃO DA SEMENTE DE MORINGA OLEIFERA NO
TRATAMENTO DE ÁGUA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado, a Universidade Federal Rural
do Semi-Árido - UFERSA, Campus Pau
dos Ferros, como requisito para a obtenção
do título de Bacharel Interdisciplinar em
Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Cláudia Alves de
Sousa Muniz.

PAU DOS FERROS – RN

2021

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do(a) autor(a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu(a) respectivo(a) autor(a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Carvalho, Gabriela Freitas.
A UTILIZAÇÃO DA SEMENTE DE MORINGA
OLEIFERA NO TRATAMENTO DA ÁGUA/
Gabriela Freitas Carvalho. - 2021.
35 f.: il.
Orientador: Cláudia Alves de Sousa Muniz.
Monografia (graduação) - Universidade
Federal Rural do Semi-árido, Curso de
Ciência e Tecnologia, 2021.
1. Semente. 2. Turbidez. 3. Concentração.
I. Muniz, Cláudia, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

GABRIELA FREITAS CARVALHO

**A UTILIZAÇÃO DA SEMENTE DE MORINGA OLEIFERA NO TRATAMENTO
DE ÁGUA**

Relatório final, apresentado a Universidade
Federal Rural do Semi Árido, como parte das
exigências para a obtenção do título de Bacharel
Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia.

Pau dos Ferros, 31 de maio de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 Claudia Alves de Sousa Muniz
Data: 03/06/2021 16:31:37-0300
CPF: 806.936.284-72

Profª. Drª. Cláudia Alves de Sousa Muniz
Presidente

SANDERLIR SILVA Assinado de forma digital por
SANDERLIR SILVA
DIAS:83276688387 DIAS:83276688387
Dados: 2021.06.02 10:33:47 -03'00'

Profª. Drª. Sanderlir Silva Dias
1º Examinador

ALEX PINHEIRO Assinado de forma digital por ALEX
FEITOSA:01139802488 PINHEIRO FEITOSA:01139802488
Dados: 2021.06.02 14:36:33 -03'00'

Prof. Dr. Alex Feitosa Pinheiro
2º Examinador

DEDICATÓRIA

“Dedico este trabalho a Deus. Sem ele
nada seria possível.”

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus pela minha vida, e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho.

Agradeço a minha família, em especial, minha irmã Rafaela, por todo amor depositado. Sou grata principalmente pelo incentivo, presença, carinho, companhia e força em todos os momentos de dificuldades dado pelos meus parentes. Gratidão a você por sempre acreditar em mim e no quanto sou capaz.

A Prof.^a Dr.^a Claudia Alves de Sousa Muniz, pela valiosa orientação, incentivo e dedicação durante o desenvolvimento deste trabalho. Sou grata pelo acolhimento e companheirismo durante a graduação, por sempre se fazer presente em minha vida.

A Tobias, meu namorado, pelo amor, compreensão e que acima de tudo é um amigo, sempre presente nos momentos difíceis com uma palavra de incentivo.

Aos docentes da Universidade Federal Rural do Semiárido, campus Pau dos Ferros, que me auxiliaram na minha formação acadêmica, proporcionando o conhecimento necessário. Em especial a Dr.^a Sanderlir Silva Dias e o Dr. Alex Pinheiro Feitosa por participarem da minha banca.

Aos meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e por sempre me apoiarem e torcerem pelas minhas conquistas. A todos que estiveram do meu lado, o meu muito obrigada!

RESUMO

A *Moringa Oleífera* é aplicada no processo de tratamento da água, fazendo com que tenha melhorias na qualidade da água. Sendo um método sustentável, econômico, viável e facilmente disponível, especialmente para as regiões semiáridas. O objetivo deste trabalho é o uso de sementes da *Moringa oleífera* no tratamento de água. O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Química Aplicada na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) Campus Pau dos Ferros, RN. Para as análises foi utilizado o medidor multiparâmetros de qualidade da água (Modelo: Sonda U-50/ Fabricante: HORIBA). Com o propósito de medir aturbidez da água em estudo. As sementes possuem um coagulante, que além de não alterar o pH da água, ajuda a remover a turbidez, a cor e os coliformes presentes na água. No entanto, percebeu-se que usando uma concentração baixa de Moringa é capaz de obter bons resultados.

PALAVRAS-CHAVE: Semente; Turbidez; Concentração.

ABSTRACT

Moringa Oleifera is applied in the water treatment process, causing it to have improvements in water quality. Being a sustainable, economical, viable and easily available method, especially for semi-arid regions. The objective of this study is the use of *Moringa Oleifera* seeds in water treatment. The study was developed at the Applied Chemistry Laboratory by the Federal Rural University of the Semi-Arid (UFERSA), Pau dos Ferros-RN campus. For the analyzes, the water quality multiparameter meter was used (Model: Probe U- 50/Manufacturer: HORIBA). In order to measure the turbidity of the water under study. The seeds have a coagulant, which in addition to not changing the water pH, helps to remove the turbidity, the color and the coliforms present in the water. However, it was realized that using a *Moringa*'s low concentration is capable of obtaining good results.

KEYWORDS: Seed; Turbidity; Concentration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Planta <i>Moringa oleifera</i>	16
Figura 2: Semente da <i>Moringa oleifera</i>	18
Figura 3: Mesorregião Oeste Potiguar Microrregião Pau dos Ferros (b) Mapa da Universidade Federal Rural do Semi-Árido e (c) Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)	23
Figura 4: Sonda U-50 HORIBA	24
Figura 5: Fluxograma	24

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Estudo da concentração no tempo inicial	26
Gráfico 2: Estudo da concentração no tempo 1	26
Gráfico 3: Estudo da concentração no tempo 2	27
Gráfico 4: Estudo da concentração no tempo 3	28
Gráfico 5: Estudo da concentração no tempo 4	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ETA – Estação de Tratamento de Água

g – grama

L – litro

mg – miligrama

ml – mililitro

MS – Ministerio da Saude

NTU – Unidades Nefelométrica de Turbidez

OMS – Organização Mundial da Saúde
SUS – Sistema Único de Saúde

pH – Potencial Hidrogeniônico

rpm – rotações por minuto

UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS.....	15
2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
2.2 OBJETIVO ESPECIFICO.....	15
3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA	16
3.1 MORINGA OLEIFERA LAMARCK.....	16
3.2 O POTENCIAL DE USAR MORINGA	17
3.3 MORINGA COMO COAGULANTE E FLOCULANTE	18
3.4 TRATAMENTO DE ÁGUA CONVENCIONAL	20
4. MATERIAIS E METODOS	23
5. RESULTADO E DISCULSÃO.....	26
6. CONCLUSÃO	29
7. REFERÊNCIAS.....	29

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural valioso e sua qualidade para ser potável está relacionada com características químicas, físicas e biológicas. Para estar apta para consumo deve seguir padrões de potabilidade estabelecidos por órgãos competentes (OLIVEIRA, 1978 apud CAMPOS; FILHO; FARIA, 2003). No Brasil, esses padrões são definidos pelo Ministério da Saúde (MS), através da portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017 (M.S, 2017). Esse regulamento estabelece os procedimentos de controle e fiscalização da qualidade da água para consumo humano e seus padrões de consumo, e consolida as normas existentes sobre as ações do sistema único de saúde (SUS) e dos serviços de saneamento.

Desde o surgimento da humanidade, as pessoas se preocupam com o abastecimento de água da população, condição para o posicionamento social e a constituição de uma sociedade. Com o passar dos anos, a demanda pela quantidade e qualidade da água utilizada tornou-se cada vez mais diversa e a demanda também cresceu. O comportamento humano no meio ambiente tem causado cada vez mais impactos ambientais, afetando diretamente a qualidade da água consumida e sendo uma ameaça à saúde.

O lançamento de esgotos brutos e lixos na água eleva a poluição dos corpos d'água devido ao aumento da quantidade de nutrientes provenientes de materiais orgânicos. Na eutrofização a água fica turva e a quantidade de oxigênio dissolvido na água diminui bastante, o que leva à morte de espécies animais e vegetais (OLIVEIRA E MOLICA, 2017). Esses fatos estão intrinsecamente ligados, pois um tipo de acúmulo pode causar outro tipo de problema, que muitas vezes polui a água e a torna imprópria para o consumo.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), todas as pessoas, em quaisquer estágios de desenvolvimentos e condições socioeconômicas tem o direito a água potável e segura em quantidade suficiente para atender a todas as necessidades básicas (ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE, 2014).

Como a qualidade e a quantidade da água potável que pode ser utilizada para abastecer a população mundial estão comprometidas, tratamentos alternativos são necessários para garantir a qualidade da água tratada. O uso de coagulantes naturais é uma alternativa ecológica, pois além da baixa toxicidade e baixa capacidade de geração de lodo residual, principalmente em termos de biodegradabilidade e sustentabilidade, os coagulantes químicos podem ser substituídos. Inúmeras plantas são utilizadas como coagulantes e/ou floculantes naturais. Um

exemplo desses coagulantes naturais é a *Moringa oleífera*, encontrado no Nordeste, principalmente no semiárido, onde a escassez de água tem trazido grandes dificuldades para a população e prejudicado o abastecimento de água.

O tratamento da água das sementes trituradas pode ser feito em diversos locais, o custo é baixo e não há necessidade de energia elétrica. Portanto, a utilização da *Moringa oleífera* pode ser viável no tratamento simplificado de águas superficiais para uso humano.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é o uso de sementes da *Moringa oleífera* no tratamento de água.

2.2 Especifico

- Analisar valores menores de turbidez na água.
- Verificar o efeito da turbidez em função da concentração de Moringa.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 *Moringa oleífera*

A *Moringa oleífera* originaria da Ásia, pertencente à família Moringaceae, composta por 14 espécies e um único gênero *Moringa*, sendo a *Moringa oleífera* a mais conhecida. É também chamado de lírio branco e Acácia branca. Muitas vezes é chamada de árvore milagrosa porque é uma árvore com diferentes usos, podendo ter um alto teor de nutrientes e todos os aminoácidos necessários aos organismos, e também tem uma grande capacidade de se adaptar às condições climáticas e solo seco. É uma planta exótica que pode ser encontrada em diferentes regiões do Nordeste do Brasil, além de tolerar o estresse hídrico, também é halofílica, ou seja, podem desenvolver-se em ambientes com altas concentrações de sal. A figura 1, nos mostra a planta *Moringa oleífera*.

Figura 1 – Planta *Moringa oleífera*



Fonte: Furtado (2014).

O crescimento desta planta varia desde as subtropicais secas e úmidas, até florestas úmidas e tropicais secas. É uma árvore resistente à seca, mesmo que o solo falte nutrientes, possui caule grosso e alto podendo chegar até 10 metros, suas folhas são longas-pecioladas, bipinadas, folíolos obovais, cujo comprimento é de até 3 cm (SILVA; MATOS, 2008). Oito

meses após o plantio, a planta começa a florescer, e suas flores são perfumadas, brancas ou bege, com uma base amarela pálida. Seu fruto é uma vagem com sementes.

O uso de sementes trituradas de Moringa pode ser utilizado como coagulante natural e fungicida para purificar a água, outra vantagem para os agricultores familiares do Nordeste, por não conseguirem obter água tratada (PIO CORRÊA, 1984 e SANTANA, 2009).

3.2 O potencial de usar a Moringa

Oliveira, Nascimento, Gonçalves, Lima e Costa (2018) afirma que a Moringa é usada para vários fins devido às suas várias características, especialmente nos setores industriais. De acordo com Agustini et al. (2015) os produtos da Moringa (folhas, sementes, vagens, bases de bases e raízes) são empregadas em vários ramos, incluindo industrial, humanos e animais, e alguns deles usam alimentos e valor farmacológico. Estudos retratam que a *Moringa Oleífera* tem em suas propriedades, de acordo com a região, onde é cultivada, sua concentração pode variar entre 33% das proteínas, lipídios de 37% e 44% de ácido oleico.

O óleo de semente de Moringa foi usado como um ligante de asfáltico para uso em misturas quentes. Seu uso é devido ao fato de que é uma fonte biodegradável e renovável. Além de fornecer uma boa compressão ao seu processo de administração, é menos dispendioso. No entanto, de acordo com Lucerna et al. (2016) O óleo tem características antioxidantes e surfactantes que prometem reduzir a alta viscosidade dos ligantes. Estas características são produzidas devido à presença de ácido oleico. Outro utilitário importante é com o aditivo verde. Outro ramo da agregação de *Moringa Oleífera* consiste no tratamento de águas residuais da agricultura de peixes, tornando-se a oportunidade mais sustentável e econômica.

A farinha produzida pela raiz de Moringa se torna uma opção muito promissora na indústria alimentícia, devido à sua grande quantidade de carboidratos e conteúdo de energia, semelhantes aos valores de farinha de batata e da mandioca.

Moringa Oleífera possui folhas que são ricas em vitaminas A e C, além de representar um grande conteúdo de nutrientes que pode acabar com a desnutrição de milhões de pessoas.

As sementes também podem ser usadas para tratar a água através da floculação e sedimentação. De acordo com Pereira et al. As sementes de *Moringa oleífera* produzem excelente óleo que pode ser usado para alimentação, produção de sabão, cosméticos e produção de biodiesel de grande qualidade.

As sementes de Moringa podem ser usadas para combater as larvas do *Aedes aegypti*, a dengue e o transmissor da febre amarela. De acordo com o estudo realizado na Universidade

Federal de Pernambuco, uma das proteínas contidas nas sementes, a lectina impede o processo digestivo da larva, que desencadeia sua morte por desnutrição (Rangel, 2004). As várias aplicações e o potencial de *Moringa* atraíram a atenção para pesquisadores, empresas de extensão, agências de desenvolvimento e produtores nas maiores regiões do mundo.

3.3 *Moringa* como coagulante e floculante

O Brasil é o dono de uma das maiores reservas de água do mundo. No entanto, muitas fontes usadas são cada vez mais poluídas e sujas devido à falta de controle ou falta de investimento, processamento e disposição final de águas residuais e esgotos de efluentes industriais (CARVALHO, 2008). Existem mais contraindicações ambientais e saúde humana, que são apresentadas pelo uso de compostos químicos no tratamento de águas residuais ou na produção de água potável. Existem mais contraindicações ambientais e saúde humana, que são apresentadas pelo uso de compostos químicos no tratamento de águas residuais ou na produção de água potável. A figura 2, apresenta a semente de *Moringa*.

Figura 2 – Semente da *Moringa oleifera*



Fonte: Terragaia (2016).

Atualmente, o uso de coagulantes naturais, como a semente da *Moringa oleifera* é uma opção para o tratamento da água. De acordo com Lo Mônaco et al. (2010) O uso desses coagulantes pode ser fornecido nos problemas relacionados ao consumo de água residuais e não tratadas.

Os coagulantes naturais de origem vegetal foram utilizados para o tratamento da água antes do advento dos sais químicos e seu uso foi gradualmente reduzido (NDABGENGESERE;

NARASIAH, 1998). O interesse dos coagulantes reapareceu devido à saúde biodegradável e segura. Estudos foram verificados por Ozacar e Sengil (2002) que o tanino representa compostos aromáticos policíclicos do alto peso molecular que é comumente encontrado em plantas, tornando-se assim um coagulante principal eficaz.

Os coagulantes naturais de origem orgânica chamados polieletrólitos são representados por compostos que consistem em grandes cadeias moleculares equipadas com locais de cargas positivas ou negativas (BORBA, 2001). Zhang et al. (2002) investiram a coagulação das propriedades do cacto no tratamento da água e vários estudos foram realizados para avaliar a atividade das conexões de coagulação presentes nas sementes de Moringa (GEBREMICHAEL et al., 2005).

A importância das técnicas alternativas de esclarecimento é destacada como o uso de coagulantes naturais que melhoram a qualidade da água. Essa alternativa é um importador inegável porque também pode desenhar ações e sugestões que podem ser melhoradas para uso eficiente de recursos hídricos e melhorias nas formas de uso de água, aspectos e qualidade quantitativos.

Quando o pó de sementes é dissolvido em água, eles adquirem uma carga positiva, atraem partículas carregadas negativamente, como tons e dormentes, formando flocos de sedimentos densos. O coagulante baseado em sementes de Moringa é uma vantagem importante porque é de origem natural. Em comparação com o coagulante químico, sulfato de alumínio. Especialmente para pequenas comunidades, como pode ser criado em si (AMAGLOH; BENAG, 2009).

Interessado no estudo dos coagulantes naturais para esclarecer a água não é uma ideia nova. O estudo e a exploração do tratamento da água com Moringa receberam um grande impulso no final do século XX (JAHN, 1988). O principal interesse dos pesquisadores está estudando coagulação e Moringa gira sobre variações de pH, o uso de diferentes partes do sistema, diferentes métodos e solventes para obter a solução de coagulação.

De acordo com Ndabigengesere (1996) sementes de Moringa estão viáveis agentes alternativos de coagulação, em vez de sais de alumínio usados no mundo de tratamento de água. Em comparação com as sementes de alumínio, Moringa, eles não mudaram significativamente o pH e a alcalinidade da água após o tratamento e não causaram problemas de corrosão.

Os coagulantes naturais podem ser usados para o tratamento da água para consumo humano, pois não muda a alcalinidade das águas residuais e elimina microrganismos que podem ser prejudiciais à saúde humana (BINA et al., 2009).

Os coagulantes naturais têm vantagens em termos de produtos químicos, particularmente em relação à degradabilidade biológica, baixa toxicidade e baixo índice de produção residual de lodo (MORAES, 2004). Para Santana (2009), o uso de coagulantes naturais, a origem herbal, para esclarecer a água turva e colorida é de grande importância ecológica e ecológica.

Para este propósito, os taninos agem em sistemas de partículas coloidais, neutralizando cargas e formação de ponte entre essas partículas, portanto, este processo é responsável pela formação de escalas e sedimentação construída (GRAHAM et al., 2008). O tanino não altera o pH da água tratada pelo consumo de não alcalinidade do meio simultaneamente em uma faixa de pH de 4,5 -8,0 (BARRADAS, 2004).

Para minimizar os problemas nas estações de tratamento de esgotos e esgotos de pequenas e grandes cidades, e nos grandes projetos de lagoas do rio e em áreas urbanas, eles usam, substituem polímeros inorgânicos ou sintéticos ou sais de sal de alumínio ou alumínio, o uso de Polímeros, produtos naturais feitos, como Tanino, extraídos de *Acaciamearnsii* de Wieman, ou Acácia Negra, instalações australianas, em apoio sustentável para tratamento de água no Brasil. A acácia negra é cultivada no Brasil, apenas no estado do Rio Grande do Sul (MANGRICH, et al., 2013).

O uso de coagulantes naturais combinados com outros processos de tratamento de resíduos terciários, como adsorção que eliminam compostos orgânicos e metálicos, e processos de ultrafiltração usados para eliminar material orgânico e microrganismos também foram técnicas alternativas, que também reutilizam as águas residuais (FUGLIE, 2001).

O tratamento de água e as tecnologias de águas residuais não podem ser ameaçados de que a qualidade de vida das gerações futuras da cultura local deve ser apropriada para não afetar as tradições sociais e não depender dos mecanismos de transmissão de dispositivos externos e de outros suprimentos.

O uso de coagulantes orgânicos biodegradáveis é, portanto, uma alternativa técnica aos coaguladores convencionais, que além da preservação ambiental da saúde pública (BONGIOVANI et al., 2010).

3.4 Tratamento de água convencional

O processo de purificação da água inclui a manutenção das condições físicas e químicas para fazer os sólidos em suspensão na água que serão removidos por precipitação, portanto é necessário que carregue as partículas para obter resultados de sedimentação satisfatórios. Para

clarificar a água é necessário que neutralize a carga negativa das partículas em suspensão e promova a agregação de partículas para aumentar tamanho (MACEDO, 2007).

Neste processo, pode ser entendido através das operações unitárias de coagulação, floculação, decantação e filtração, os parâmetros de turbidez e cor da água, pois são determinados pela remoção de partículas coloidais suspensas e dissolvido para atender aos critérios de aplicabilidade exigidos pelo Regulamento nº 518 de março de 2004 (HELLER & PÁDUA, 2006; MACEDO, 2007).

Geralmente, a turbidez é causada em corpos d'água referindo-se a uma diminuição no grau de passagem da luz. As partículas de areia e argila são carregadas na nascente pelo fluxo de água através da superfície do solo. Devido ao seu tamanho, ao contrário da argila, a areia é fácil de depositar (MACEDO, 2007).

De fato, MACEDO (2007) avaliou que a condensação é uma das etapas mais importantes da ETA. Tendo em vista a necessidade de estabilizar quimicamente as partículas contidas na água bruta, Floculação e precipitação em dispositivos de floculação e coagulação, respectivamente. De acordo com o estudo de HELLER & PÁDUA (2006), são inúmeros os fatores que afetam a eficiência do processo de coagulação. Entre eles, os seguintes pontos são atraentes: a) a dosagem do coagulante; b) o gradiente e o tempo de velocidade de mistura rápida; c) auxiliares de coagulação; d) o pH do meio e e) a dispersão dos reagentes na mistura rápida.

O valor do pH e a dosagem do coagulante estão intimamente relacionados, porque todo produto químico está relacionado com O objetivo de promover a coagulação é fornecer a melhor faixa de pH, não podendo ser garantido um simples aumento da dose maior eficiência. Portanto, controlando adequadamente o processo de tratamento nesta fase, pode-se obter menos produtos químicos para aumentar a eficiência (HELLER & PADUA, 2006).

Os parâmetros de projeto de dispositivos de coagulação e mistura rápida são tempo de retenção e gradiente Velocidade (relacionada à intensidade de agitação do líquido necessária para garantir a dispersão total do material) Coagulante) deve ser ajustado de acordo com as necessidades de tratamento e os padrões da água coletada. O gradiente de velocidade média pode variar de 500 / s a 7000 / s, e o tempo de mistura rápida pode variar de 1 segundo a 3 minutos (HELLER; PADUA, 2006).

O processo de coagulação é realizado em um dispositivo de mistura rápida, que pode ser hidráulico (vertedouro, Trilho, ejetor e difusor), mecânico (câmara de mistura ou Backmix) e especial (misturador estático e Agitador online) (SABOGAL, 2007).

A floculação é um processo fundamentalmente físico e consiste no transporte de espécies hidrolisadas, de modo que há contato com as impurezas presentes na água, formando

partículas maiores chamadas escalas. É um aumento rápido e depende essencialmente de pH, temperatura, quantidade de impurezas. Nesta fase, há um recozimento de agitação relativamente lento, que é produzido entre as partículas (DI BERNARDO & COSTA, 1993 Apud Macedo, 2007).

As reações químicas que começam na unidade de mistura rápida permitem as impurezas presentes na água a aglomerar, formando a insistência na unidade de floculação. Nesta unidade não há remoção de impurezas, mas apenas a embalagem de água que será encaminhada para decantadores, floculadores ou filtros ETA, através do aumento de partículas (HELLER & PÁDUA, 2006).

Os parâmetros operacionais e de projeto dessas unidades são o tempo de retenção no tanque de floculação e Rapidez. Eles devem ser determinados de acordo com os métodos de tratamento e as necessidades de cada estação de tratamento. (HELLER & PÁDUA, 2006). No ETA, a floculação pode ocorrer hidraulicamente ou mecanicamente. Embora a floculação hidráulica tenha menores custos de construção e manutenção e maior facilidade de operação, ela não tem flexibilidade para alterar o valor do gradiente de velocidade média, o que pode torná-la aplicável a ETA com água bruta insuficiente e grande sazonalidade. Diferença de qualidade (HELLER & PÁDUA, 2006).

A decantação é um fenômeno físico natural, que corresponde à deposição de impurezas, durante as primeiras etapas do tratamento da água (coagulação e floculação), ocorreu aglomeração nos flocos devido a Gravitação (DI BERNARDO & COSTA, 1993; MACEDO, 2007).

HELLER & PÁDUA (2006) afirmam ser razoável a implantação desses dispositivos na ETA, já que na ETA, como primeira etapa do processo de tratamento, a água tratada apresenta alta concentração de sólidos (dissolvidos, coloidais e / ou suspensos). O projeto dessas unidades deve considerar a taxa de aplicação superficial, que está diretamente relacionada à taxa de sedimentação das partículas em suspensão. A filtração inclui a remoção de partículas suspensas e coloidais presentes na água corrente Meios porosos. No ETA, a filtração é o processo final de remoção de impurezas, portanto, A qualidade da água produzida atende aos padrões de água potável (Organização Mundial da Saúde, 2004).

Segundo MACEDO & RICHTER (2007), as partículas da suspensão serão removidas durante o processo de filtração, mesmo parte do Carga bacteriana. Esta etapa pode envolver fenômenos físicos, químicos ou mesmo biológicos.

Para a remoção dessas impurezas da água, é necessário analisar o tipo de material a ser separado e o tipo de filtro mais adequado para o processo. Desta forma, você pode verificara

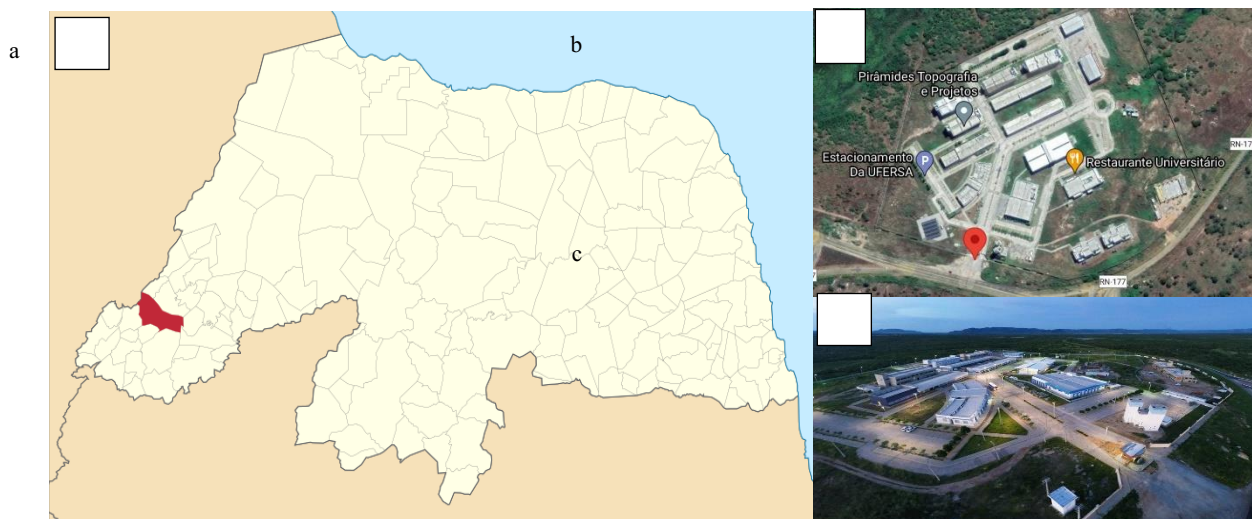
velocidade com que a água flui e indicar qual filtro é mais adequado: um filtro lento ou um filtro rápido (RICHTER, NETTO, 1991).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho, foi realizado por meio da investigação de trabalhos científicos em periódicos eletrônicos e também, é considerada como uma pesquisa científica, tendo como finalidade descobrir respostas para questões diversas das propriedades físico-químicas da água.

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Química Aplicada na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) Campus Pau dos Ferros, RN. Foi selecionado um único ponto de coleta – no Açude de propriedade privada, situada no sítio Alagoinha. A figura 3, nos mostra a localização de onde o trabalho foi realizado.

Figura 3: Mesorregião Oeste Potiguar Microrregião Pau dos Ferros (b) Mapa da Universidade Federal Rural do Semi-Árido e (c) Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).



Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Subdivis%C3%B5es_de_Pau_dos_Ferros#/media/Ficheiro:Brazil_Rio_Grande_do_Norte_Pau_dos_Ferros_location_map.svg>. Acesso em: 10, maio 2021.

Para as análises foi utilizado o medidor multiparâmetros de qualidade da água (Modelo: Sonda U-50/ Fabricante: HORIBA). Esse equipamento nos oferece vários parâmetros físico-químicos, mas para este trabalho levou em consideração a turbidez. A figura 4, nos mostra o equipamento utilizado para fazer as medições de turbidez.

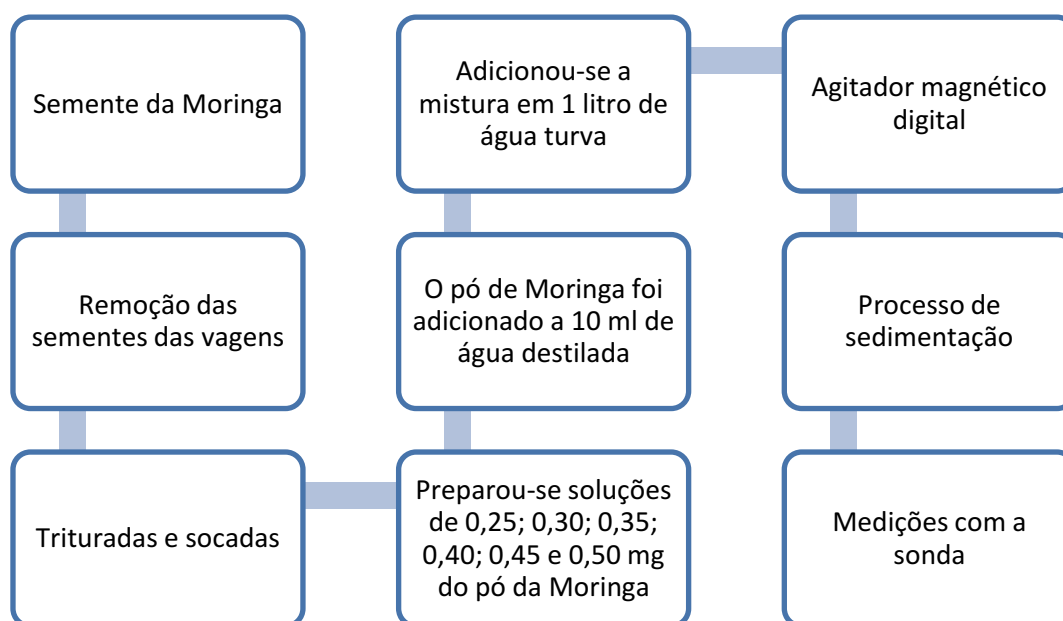
Figura 4: Sonda U-50 HORIBA



Disponível em: < <https://www.analyser.com.br/produtos/multiparametros/sondas-multiparametros-serie-u-50-horiba>>. Acesso em: 10, maio 2021.

A figura 5, apresenta um fluxograma mostrando todo passo a passo de como foi feito o processo inicial e final da utilização da semente de Moringa.

Figura 5 – Fluxograma



Fonte: Autor (2021).

As sementes de *Moringa Oleífera* foram colhidas na UFERSA Campus Mossoró/RN em árvore situada no setor fitotecnia. Em seguida, foi realizado o beneficiamento das mesmas. Depois de coletadas as sementes, foram levadas para o laboratório enquanto ainda se beneficiam nas vagens. O tratamento inicial envolve a remoção das sementes da vagem. Posteriormente, a casca das sementes foi removida manualmente. Após o processo de trituração em um liquidificador doméstico, preparou-se soluções coagulantes em várias concentrações. Essa solução é adicionada às amostras de águas turvas, com diferentes níveis de turbidez, com o intuito de remover a taxa de turbidez da água em função do tempo.

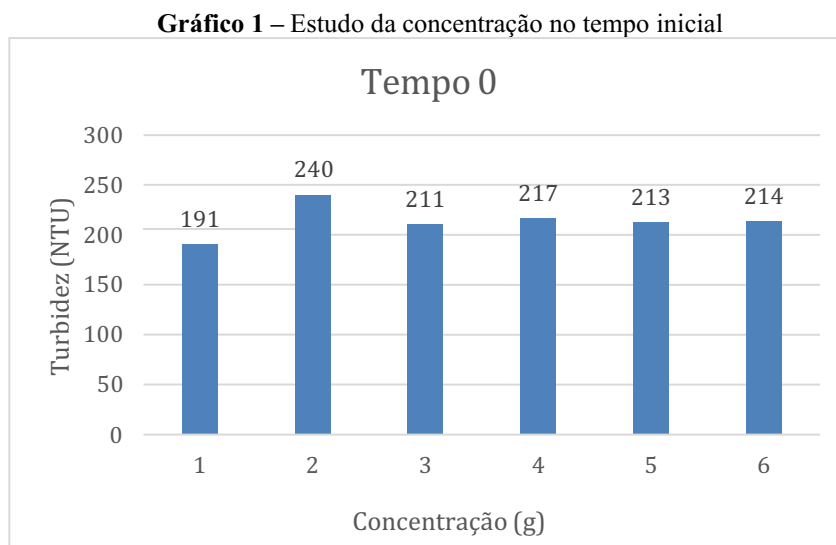
Antes de fazer as soluções, foi feita a medição da água turva, para poder medir a turbidez. A solução foi preparada e utilizada no mesmo dia. As quantidades de *Moringa* foram pesadas na balança analítica e adicionadas a 10 ml de água destilada, formando assim uma mistura embranquecida e pastosa. Em seguida, adicionou-se a esta mistura 1 litro de água turva. Depois foram levados para um agitador magnético digital com uma velocidade de 20 rpm (Unidade de Velocidade Angular) por 30 minutos.

As quantidades de sementes trituradas de *Moringa Oleífera* utilizadas para o preparo das amostras, adicionadas às águas turvas e os tempos de medição foram escolhidos da seguinte forma, para cada 1 litro (L) de água turva, foram preparados 0,25; 0,30; 0,35; 0,40; 0,45 e 0,50 mg do pó da *Moringa*, com os seguintes tempos de medição: 30, 60, 90 e 120 minutos.

Após todo esse processo, a solução foi colocada para sedimentação utilizando os tempos já abordados anteriormente. A cada tempo, estipulado realizadas as medições com a sonda. No decorrer dos resultados e discussões, será apresentado gráficos do qual é representado por colunas, e as mesmas, inicia com valor de concentração de 0,25 mg, 0,3 mg, 0,35 mg, 0,4 mg e 0,5 mg, cada coluna é representada pelos números 1, 2, 3, 4, 5 e 6, onde a coluna 1 representa a concentração de 0,25 mg de *Moringa*, a coluna 2, 3, 4, 5 e 6 representa as concentrações de 0,30, 0,35, 0,40, 0,45 e 0,5 mg de *Moringa*, respectivamente para todos os gráficos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

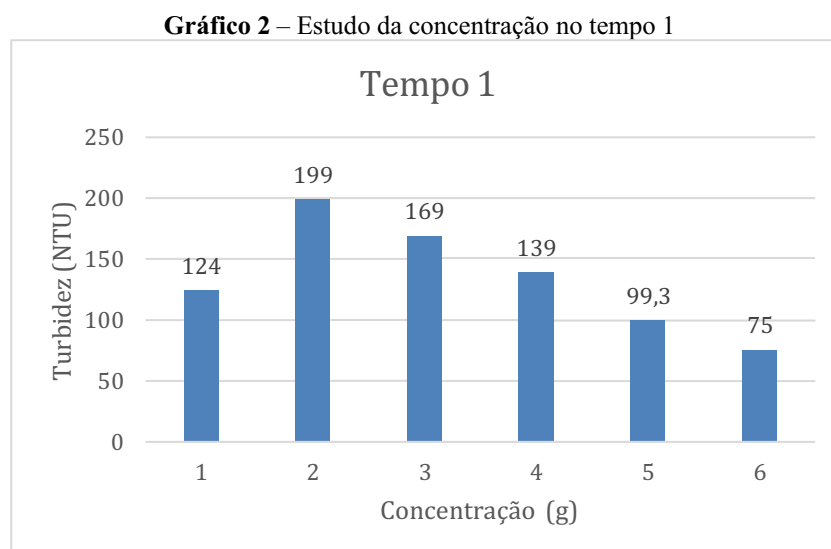
O Gráfico 1 apresenta a concentração da Moringa em função do tempo inicial.



Fonte: Autor.

De acordo com os resultados apresentados no Gráfico 1, observou-se que nas concentrações da Moringa, os valores apresentados de turbidez foram semelhantes.

O Gráfico 2 apresenta o valor da turbidez no tempo de 30 min.

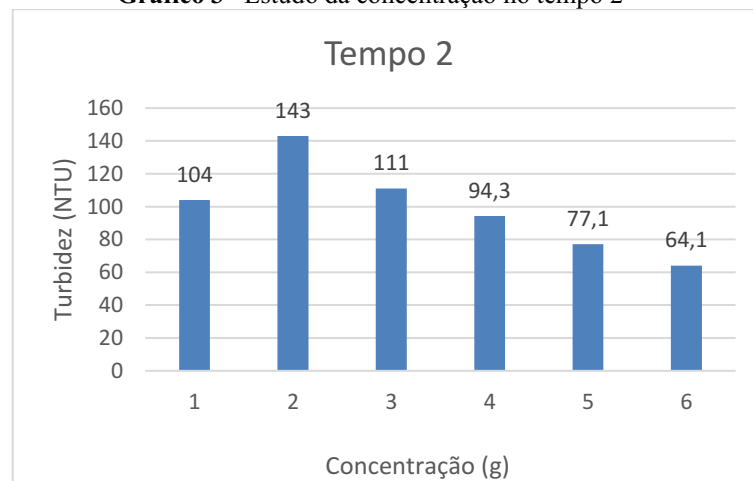


Fonte: Autor (2021).

De acordo com o Gráfico 2, percebe-se claramente que dentre todas as concentrações de Moringa citada anteriormente, a que teve mais eficiência foi a concentração de 0,45 mg e 0,50 mg. Onde inicialmente a turbidez estava com 213 NTU e 214 NTU, baixando para 99,3 NTU e 75 NTU respectivamente no tempo de 30 min. A concentração que apresentou menor eficiência no tempo 1 (30 min) foi a de 0,30mg.

Lo Monaco et al. (2010), também fizeram observações semelhantes. O autor observou que os valores finais de turbidez de 0,4; 0,8 e 1,2 mg das sementes de Moringa são muito próximos, sendo conveniente utilizar a menor concentração, ou seja, a concentração de 0,4 mg. Lo Monaco et al. (2010) encontrou a dosagem ideal de semente de *Moringa oleífera* de 0,4 mg que é também a dosagem ideal encontrada neste trabalho. Pode-se observar o gráfico abaixo, com tempo de 60 min.

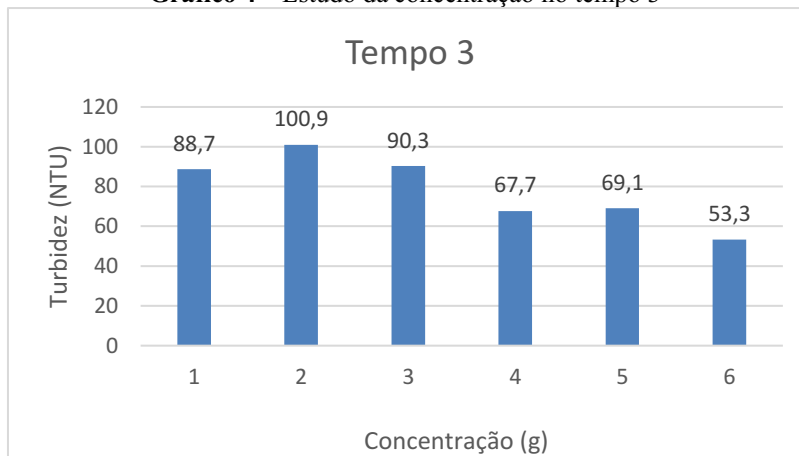
Gráfico 3 –Estudo da concentração no tempo 2



Fonte: Autor (2021).

De acordo com o gráfico 3, pode-se observar que o tempo influencia na redução da turbidez. O tempo 2 na concentração de 0,5 mg não mostrou tanta eficiência em comparação ao tempo 1. A concentração de 0,35 mg de Moringa foi a que mostrou mais eficiência em comparação com os valores de turbidez apresentados gráfico 2.

O gráfico 4, mostra os valores de turbidez no tempo 3.

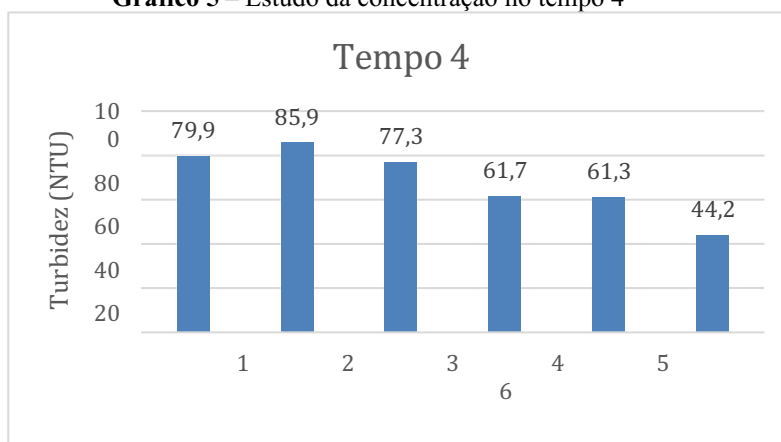
Gráfico 4 – Estudo da concentração no tempo 3

Fonte: Autor (2021).

Observou-se no Gráfico 4, que ocorreu uma redução no valor da turbidez. Mostrou-se também que no tempo de 90 min, a concentração de 0,3 mg de *Moringa oleífera* teve turbidez de 100,9 NTU considerada a maior turbidez no tempo 3 em comparação as demais concentrações.

Cardoso et al. (2008), estudando a otimização do tempo de mistura e decantação durante o processo de coagulação/floculação da água não tratada por meio da *Moringa oleífera*, constatou-se que 90 min é o tempo ideal para a sedimentação. De acordo com Cardoso et al. (2008), quanto maior o tempo de repouso, maior será o número de partículas floculadas que serão decantadas.

O gráfico 5, apresenta o valor de turbidez no tempo de 120 min.

Gráfico 5 – Estudo da concentração no tempo 4

Fonte: Autor (2021).

O Gráfico 5, mostra o quanto a concentração de *Moringa oleífera* de 0,5g é eficiente em relação ao tempo na redução da turbidez. Muniz, Duarte e oliveira (2015) afirma que quando o tempo de sedimentação aumenta gradativamente, a turbidez diminui significativamente para atingir a taxa de remoção máxima.

Considerando o tempo de 120 min, podemos dizer que um tempo de sedimentação de 90 min possibilita quase as mesmas reduções de turbidez. Pode-se concluir que à medida que o tempo de sedimentação aumenta, a formação e sedimentação dos flocos torna-se mais efetiva. No entanto, como as duas sedimentações são quase iguais, um tempo de sedimentação mais curto de 90 min pode ser selecionado porque a sedimentação pode ocorrer mais rapidamente. Todavia, deve-se observar que existem diferenças significativas entre os tempos estudados.

De acordo com o que foi estudado, observou-se que pode-se usar uma concentração baixa de *Moringa oleífera* e obter bons resultados, desde que os valores de turbidez não sejam considerados valores muito altos.

6. CONCLUSÕES

O uso de sementes de Moringa como coagulante é uma boa escolha para tecnologia de sistema de tratamento de água, pois no processo de purificação da água é um produto biodegradável, podendo assim proteger o meio ambiente.

Com base nos resultados obtidos, observou-se que a turbidez da água extraída da *Moringa oleífera* depende da dose de sementes de Moringa e do tempo de precipitação, embora a diferença não seja significativa para a dose estudada, ou seja, usando uma concentração baixa de Moringa foi possível obter bons resultados.

A concentração de 0,25mg de Moringa oleífera nos mostrou que é a concentração ideal para clarificação da turbidez da água em função do tempo. No entanto, a eficiência de remoção de turbidez das sementes de Moringa varia de acordo com o nível de turbidez inicial da amostra da água.

7. REFERÊNCIAS

Agustini MAB et al. Maturidade fisiológica de sementes de moringa oleífera (LAM). Instituto Federal De Educação, Ciência E Tecnologia Do Triângulo Mineiro Pró-Reitoria - De Pesquisa, Pós-Graduação E Inovação. Revista Inova Ciência & Tecnologia, Uberaba, p. 11- 17, v. 1, n.

1, set./dez., 2015.

Alves MM. Uso da semente de moringa oleífera no tratamento físico químico de água residuária de piscicultura. Universidade Tecnológica Federal Do Paraná Curso De Engenharia Ambiental.

AMAGLOH, F., BENANG, A. Effectiveness of Moringaoleífera seed as coagulants for water purification. African Journal of Agricultura Research, v.4, n.1, p.119-123, 2009.

Aprelini LO. Caracterização térmica mecânica e morfológica de compósitos de polietileno de alta densidade com fibras da casca da semente da Moringa oleífera, Dissertação de Mestrado. REDEMAT REDE TEMÁTICA EM ENGENHARIA DE MATERIAIS. UFOP - CETEC - UEMG. Ouro Preto, março de 2016.

Bakke IA et al. Características de crescimento e Valor Forrageiro Da Moringa (Moringa oleífera Lam.) Submetida A Diferentes Adubos Orgânicos E Intervalos De Corte. Engenharia Ambiental, v.7, n.2, p.133-144, 2010.

BARRADAS, J. L. D. Tanino – Uma solução ecologicamente correta: agente flocculante biodegradável de origem vegetal no tratamento da água. Novo Hamburgo: Publicação Técnica, 2004.

BINA, B; MEHDINEJAD, M.H; NIKAEEN, M; MOVAHEDIAN, H. Attar. Effectiveness of chitosan as natural coagulant aid in treating turbid waters. Department of Environmental Health Engineering, school of public health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran, Vol 6, N°4, p 247-252, 2009.

BONGIOVANI, M. C; MORAES, L. C. K.; BERGAMASCO, R.; LOURENÇO, B. S. S.; TAVARES, C. R. G. Os benefícios da utilização de coagulantes 40 naturais para a obtenção de água potável. Departamento de engenharia química, Universidade Estadual de Maringá, v 32, n 2, p 167-170, 2010.

BORBA, L. R. Viabilidade do uso da moringa oleífera Lam no tratamento simplificado de água para pequenas comunidades. Universidade Federal da Paraíba, teste de mestrado, 92p, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Normas e padrão de potabilidade das águas destinadas ao consumo humano. Normas regulamentadoras aprovadas pela Portaria nº 518. Brasília, 2004.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de set. de 2017.

CAMPOS, J. A. D. B.; FILHO, A. F.; FARIA, J. B. Qualidade da água reservada em reservatórios domiciliares: parâmetros físico-químicos e microbiológicos. *Alim. Nutr.*, v.14, n.1, p. 63-67, 2003.

CARDOSO, K. C.; BERFGAMASCO, R.; COSSICH, E. S.; MORAES, L. C. K. Otimização dos tempos de mistura e decantação no processo de coagulação/floculação da água bruta 02, p. 193-198, 2008. <http://dx.org/10.4025/actascitechnol.v30i2.5493>.

CARRIJO, K. C. Estudo da utilização de floculantes naturais biodegradáveis na clarificação de águas. Monografia final de curso: Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil 2002.

CARVALHO, M. J. H. Uso de coagulantes naturais no processo de obtenção de água potável. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá, p. 23, 2008.

DI BERNARDO, L.; PADUA, L.V. Ensaio de bancada para estimar a perda de carga e a influência da floculação na filtração direta descendente. In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre – RS. Disponível em <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico26/i-034.pdf>> Acesso em 18 de abril de 2021.

Dispõe Sobre os Procedimentos de Controle e de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo e seu Padrão de Potabilidade. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html>. Acesso em 14 de abril. 2021.

FUGLIE, L. J. The TreeMiracle: Moringa Oleífera: Natural Nutrition for the Tropiscs. Church World Service, Dakar. Church World Service, Dakar. 68PP., Revista em 2001 e publicado como

A Árvore de milagre: a vários atributos de Moringa, 172 pp.

GHEBREMICHAEL, K. A., GUNARATNA, K. R., HENRIKSSON, H., BRUMER H., DALHAMMAR, G. A simple purification and activity assay of the coagulant protein from *Moringaoleifera* seed. *Wat. Res.*, v.39, p 2338-2344, 2005.

Gimenis JM. Avaliação da atividade antioxidante, fotoprotetora e antiglicante dos extratos das folhas e flores de moringa oleífera. Dissertação de Mestrado Faculdade de Ciências e Letras de Assis — universidade Estadual Paulista. CDD 581.634. 60 f.: il. Assis, 2015.

GRAHAM, N., GANG, F., FOWLER, G., WATTS, M. Characterisation and coagulation performance of a tanninbased cationic polymer: a preliminary assessment. *Colloids and surface A: physicochemical and Engineering Aspects*, v. 327, n. 1-3, p.9-16, 2008.

Gualberto AF et al. Características, propriedades e potencialidades da moringa (*moringa oleífera* lam.): aspectos agroecológicos. *Revista Verde (Pombal PB - Brasil)*, v 9, n. 5, p. 19 - 25, dez, 2014.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. Abastecimento de água para consumo humano. 1º Ed. Minas Gerais: UFMG, 2006.

LO MONACO, P. A. V., MATOS, A. T.; RIBEIRO, I. C. A.; NASCIMENTO, F. S.; SARMENTO, A. P. Utilização de extrato de sementes de *Moringa* como agente coagulante no tratamento de água para abastecimento e águas residuárias. *Ambi-água*, Taubaté, v. 5, n. 3, p. 222-231, 2010. Doi: 10.4136/ambi-água.164. Disponível em: Acesso em: 28 de fev. 2016.

LO MONACO, P. A. V.; MATOS, A. T.; RIBEIRO, I. C. A.; NASCIMENTO, F. S.; SARMENTO, A. P. Utilização de extrato de sementes de moringa como agente coagulante no tratamento de água para abastecimento e águas residuárias. *Revista Ambiente & Água*, Taubaté, v. 5, n. 3, p. 222-231, 2010. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.164>.

Lucena LCFL, Silveira IV, Costa DB. Avaliação de ligantes asfálticos modificados com óleo

da moringa oleífera lam para uso em misturas mornas. Revista Matéria, v,21, n.01. ISSN 1517 7076 artigo 11681, pp. 72 - 82, 2016.

MACEDO, J. A. B. Águas & Águas. 3º Ed. Minas Gerais: CRQ – MG, 2007.

MANGRICH, A. S., DOUMER, M. E., MALLMANN, A. S., WOLF, C. R. Química Verde no Tratamento de Águas: uso de coagulante derivado de Tanino de Acaciamearnsii. Revista Virtual de Química, Curitiba-PR, 2013.

MORAES, L. C. K. Estudo da Coagulação- Ultrafiltração com o Biopolímero Quitosana para a produção de Água potável. Dissertação de mestrado, Departamento de Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá, Paraná, Brasil 2004.

MUNIZ, Gustavo Lopes; DUARTE, Francilene Veloso; OLIVEIRA, Suelaine Barbosa de. Uso de sementes de Moringa oleífera na remoção da turbidez de água para abastecimento. Ambiente e Água: An Interdisciplinary Journal of Applied Science, Taubaté, v. 10, n. 2, p. 455-463, 02 mar. 2015.

NASCIMENTO, Danielle Maria Do et al. **Moringa oleífera uma alternativa viável para tratamento de água**. Anais I CONIDIS... Campina Grande: Realize Editora, 2016. Disponível em: <<https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/23974>>. Acesso em: 05 jan. 2021.

NDABIGENGESERE A., NARASIAH, S. H. Influence of operating parameters on turbidity remoção by coagulation with Moringaoleífera seeds. Environmental Technology, v.17, p.1103-1112, 1996.

OLIVEIRA, E. J. A. D; MOLICA, R. J. R. A Poluição das Águas e as Cianobactérias. A poluição das águas e as cianobactérias. Recife: IFPE, 2017. Disponível em: < <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/195/1/Cartilha%20a%20Polui%c3%a7%c3%a3o%20das%20%c3%81guas%20IFPE.pdf>>. Acesso em: 14 abril. 2021.

<https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/195/1/Cartilha%20a%20Polui%c3%a7%c3%a3o%20das%20%c3%81guas%20IFPE.pdf>>. Acesso em: 14 abril. 2021.

OLIVEIRA, Natalia Terezinha *et al.* Tratamento de água com moringa oleífera como coagulante/floculante natural. **Revista Científica Faema**, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 373, 12 abr. 2018. Revista FAEMA. <http://dx.doi.org/10.31072/rcf.v9i1.539>.

OLIVEIRA, W. E. Importância do abastecimento de água. A água na transmissão de doenças. In:_____. Técnica de abastecimento e tratamento de água. 2. ed. São Paulo: CETESB, 1978. cap. 1 - 2, p. 1 – 67.

OZACAR, M., SENGIL, I. A. Adsorption of acid dyes from aqueous solutions by calcined alunos and granular activated carbon. *Adsorptions* 8:301-308, 2002.

Pinto NO. Hermes LC. Sistema simplificado para melhoria da qualidade da água consumida nas comunidades rurais do semiárido do Brasil. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária - EMBRAPA. Documentos 53. ISSN 1516-4691. Junho, 2006.

PIO CORRÊA, M. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro: MA/IBDF, v.5, p.233-234. 1984.

POHLMANN, Paulo Henrique Mazieiro. Tratamento de água para abastecimento humano: contribuições da metodologia Seis Sigma. Scielo, Londrina - Pr, p. 485-492, jun. 2015.

Rangel, MAS. Moringa Oleífera uma planta de uso múltiplo. Empresa Brasileira de pesquisa agropecuária - EMBRAPA. Circula técnica - número 9. ISSN 1517-1370. Março, 1999.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M. Tratamento d'água: tecnologia atualizada. São Paulo: Blucher, 1991.

SABOGAL, L. P. Modelo Conceitual da Seleção de Tecnologias de Tratamento de Água para Abastecimento de Comunidades de Pequeno Porte. dissertação de doutorado USP – 2007.

SANTANA, C. R. Tratamento de água produzida através do processo de floração utilizando a Moringa oleífera Lam como coagulante natural. São Cristóvão. UFS/PEQ. 2009. 155 p. (Dissertação de Mestrado).

SANTANA, C.R., PEREIRA, D. F., ARAÚJO, N. A, CAVALCANTI, E. B., SILVA, G. F.,
Determinação de propriedades do óleo e da torta de Moringa oleífera lam. Anais do Encontro
Nacional de Moringa 2009. Aracaju, 2009.

SILVA, F. J. A., MATOS. J. E. X. Sobre dispersões de Moringa oleífera para tratamento de
água. Revista Tecnologia, v.29, n.2, p.157-163, 2008.

Trabalho De Conclusão De Curso. Londrina, 2015.

TRATAMENTO CONVENCIONAL DE ÁGUAS PARA ABASTECIMENTO HUMANO:
UMA ABORDAGEM TEÓRICA DOS PROCESSOS ENVOLVIDOS E DOS
INDICADORES DE REFERÊNCIA. Ibiporã/Pr: Amanda Alcaide Francisco, 2011.