



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ALTAMIRA  
FACULDADE DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**UTILIZAÇÃO DE SEMENTES DE *Moringa oleifera* Lam. NO  
TRATAMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO**

**Ariele da Silva Sales**

**Altamira, PA**

**2018**

**Ariele da Silva Sales**

**UTILIZAÇÃO DE SEMENTES DE *Moringa oleifera* Lam. NO  
TRATAMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Florestal, Campus Universitário de Altamira, Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Florestal.

**Orientador: Prof. Dr. Jaime Barros dos Santos Junior.**

**Altamira, PA**


**2018**

**Ariele da Silva Sales**

**UTILIZAÇÃO DE SEMENTES DE *Moringa oleifera* Lam. NO  
TRATAMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO**

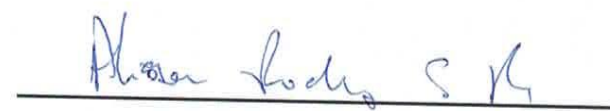
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de engenharia Florestal, Campus Universitário de Altamira, Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Florestal.

**Banca Examinadora**




---

**Prof. Dr. Jaime Barros dos Santos Junior**  
Presidente – Orientador (FEF/UFPA)



---

**Prof. Dr. Alisson Rodrigo Souza Reis**  
Primeiro Examinador (FEF/UFPA)



---

**Téc. Drª. Maria Luiza Maciel Petri**  
Segunda Examinadora (FEF/UFPA)

**Altamira, PA, 20 de dezembro de 2018.**

Dedico este trabalho a minha família,  
que muito me apoiou e me incentivou  
a realizá-lo.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente quero agradecer a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

A Faculdade de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Pará, pela oportunidade de fazer o curso.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jaime, pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho, por dividir comigo as suas ideias, conhecimentos e experiências. Quero expressar o meu reconhecimento e admiração pela sua competência profissional.

A minha família, em especial aos meus pais Eliene e Raimundo, e a minha irmã Hemily, por me incentivarem a ser uma pessoa melhor e a nunca desistir dos meus sonhos, amo muito vocês.

Agradeço a Brunna, que compartilhou comigo a labuta diária de elaboração deste trabalho. Foi a pessoa com quem dividi alegrias, tristezas e dores. Mulher que me inspirou a todo momento.

Aos meus amigos, Fábio, João, Orlaécio e Marllison, que me apoiaram sempre com uma palavra de incentivo. Quero agradecer a minha amiga Delziane por ter me ajudado na elaboração do meu slide de apresentação e por não ter medido esforços para que este sonho se tornasse realidade.

Rylla e Yuri, obrigada por me darem força e ânimo na correria que foi essa fase. Nos momentos em que a tarefa parecia pesada demais, pude compartilhar minhas angústias e ansiedades com vocês.

Agradeço também ao professor Jamerson por ter sido duro comigo quando precisou, e por me motivar quando eu me subestimei.

A todos os professores e funcionários da UFPA, e quem direta ou indiretamente fizeram parte dessa caminhada, o meu muito obrigado.

“A persistência é o caminho do êxito”  
Charles Chaplin

## RESUMO

A utilização de sementes da *Moringa oleifera* Lam. surge como uma alternativa de baixo custo e sustentável para o tratamento da água, considerando que já existem pesquisas que comprovam seu potencial. O objetivo desse trabalho foi verificar o efeito de diferentes concentrações do pó da semente de *Moringa oleifera* Lam. aplicadas em amostras de água do rio Xingu. O ensaio experimental contou com 6 tratamentos com diferentes concentrações do pó adicionado às amostras de água, além da testemunha: T0 (água, sem adição do pó); T1 (água com 80 mg.L<sup>-1</sup> do pó); T2 (água com 120 mg.L<sup>-1</sup> do pó); T3 (água com 250 mg.L<sup>-1</sup> do pó); T4 (água com 500 mg.L<sup>-1</sup> do pó); T5 (água com 1000 mg.L<sup>-1</sup> do pó) e T6 (água com 2000 mg.L<sup>-1</sup> do pó). As soluções, com as devidas concentrações, foram mantidas em ambiente com temperatura controlada de 25° C por 24 horas. Os parâmetros analisados foram: Cloro Livre; Cor Aparente; Ferro Total; pH; Turbidez; *Escherichia coli* e Coliforme Totais. O uso do pó da semente de *Moringa oleifera* Lam. se mostrou eficiente em relação aos parâmetros Cloro Residual Livre, Ferro Total e Turbidez, mostrando um grande potencial no seu uso para tratamento de água. O uso do pó da semente de *Moringa oleifera* Lam. alterou, significativamente, os parâmetros acima descritos, além de não interferir no valor de pH, no entanto, para se obter uma água própria para o consumo humano faz-se necessário combinar o tratamento com outras técnicas, a fim de se obter os valores adequados exigidos pela legislação. Desse modo, recomenda-se a realização de mais pesquisas utilizando as sementes de *Moringa oleifera* Lam. no tratamento da água, devido as inúmeras vantagens de utilização desse método, tanto em questões sociais como ambientais.

Palavras-chave: rio Xingu; Amazônia; água potável.

## ABSTRACT

The use of *Moringa oleifera* Lam. seeds appears as a low cost and sustainable alternative for the treatment of water, considering that there are already researches that prove its potential. The objective of this work was to verify the effect of different concentrations of the *Moringa oleifera* Lam. seed powder applied in water samples from the Xingu River. The experimental trial had 6 treatments with different concentrations of the powder added to the water samples, besides the control: T0 (water, without addition of powder); T1 (water with 80 mg.L<sup>-1</sup> of powder); T2 (water with 120 mg.L<sup>-1</sup> of powder); T3 (water with 250 mg.L<sup>-1</sup> of the powder); T4 (water with 500 mg.L<sup>-1</sup> of the powder); T5 (water with 1000 mg.L<sup>-1</sup> of powder) and T6 (water with 2000 mg.L<sup>-1</sup> of powder). The solutions, with the appropriate concentrations, were maintained in an environment with controlled temperature of 25 ° C for 24 hours. The analyzed parameters were: Free Chlorine; Apparent Color; Total Iron; pH; Turbidity; Total *Escherichia coli* and Coliform. The use of *Moringa oleifera* Lam. seed powder was efficient in relation to the parameters Residual Chlorine Free, Total Iron and Turbidity, showing great potential in its use for water treatment. The use of the *Moringa oleifera* Lam. seed powder significantly altered the parameters described above, as well as not interfering with the pH value. However, in order to obtain a water suitable for human consumption, it is necessary to combine the treatment with other techniques, in order to obtain the appropriate values required by community. Therefore, it is recommended to carry out more research using the seeds of *Moringa oleifera* Lam. in the treatment of water, due to the numerous advantages of using this method in both social and environmental issues.

Keywords: Xingu river; Amazônia; potable water.

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>6</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>8</b>
2.1.	OBJETIVO GERAL .....	8
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	8
<b>3.</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>9</b>
3.1.	ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO .....	9
3.2.	CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS .....	9
3.3.	USOS .....	10
3.3.1.	Alimentação .....	10
3.3.2.	Medicinal .....	11
3.3.3.	Tratamento de água .....	12
3.3.4.	Outros usos .....	14
<b>4.</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>16</b>
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>18</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>23</b>
<b>7.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>24</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um elemento fundamental para a vida humana e embora exista em abundância, a má gestão desse recurso faz esse componente cada vez mais escasso. As atividades antrópicas, saneamento inadequado, despejo de esgoto em rios e mananciais, fazem com que esses locais percam sua utilidade de forma rápida.

A poluição dos cursos d'água causa diversos problemas ambientais, além dos riscos de disseminação de doenças. A preocupação com a contaminação de ambientes aquáticos, de acordo com Dores; De-Lamonica-Freire (2001), tem aumentado nos últimos tempos, principalmente, quando a água é destinada para o consumo humano.

Sólidos dissolvidos em forma ionizada, gases dissolvidos, compostos orgânicos dissolvidos e matérias de suspensão como micro-organismos e colóides, são algumas das impurezas que são encontradas nas águas superficiais e podem causar alterações significativas nas suas características (PAVANELLI, 2001).

Muitas outras impurezas que podem ser prejudiciais à saúde humana, podem estar presentes na água e, dependendo da finalidade da utilização desse recurso, podem trazer inúmeros problemas, causando doenças em animais, plantas e seres humanos.

Para Pinto; Hermes (2006), é indispensável que se remova a maior quantidade possível dos materiais em suspensão na água antes de usá-la para consumo, sendo comumente utilizados coagulantes químicos, como o sulfato de alumínio, que segundo Lo Monaco et al. (2010), é o mais utilizado no Brasil no tratamento de água, em razão da alta eficiência na remoção de sólidos em suspensão.

O uso de agentes coagulantes para a remoção de cor, turbidez, matéria orgânica e outras impurezas que estão presentes na água tem sido essencial para o tratamento de água potável, sendo assim, a busca por novos coagulantes se torna uma tarefa importante da pesquisa em relação à proteção ambiental (VALVERDE et al., 2014).

De acordo com Lenhari; Hussar (2010), os polímeros industriais, utilizados no tratamento primário de efluentes líquidos, possuem um custo elevado, além disso,

requerem pesquisas no campo que estimule a substituição destes produtos por outros alternativos, o que tem se tornado um grande desafio, uma vez que poucos trabalhos de pesquisa têm sido desenvolvidos nessa área.

Uma alternativa que surge neste contexto é a utilização de sementes da *Moringa oleifera* Lam. para o tratamento da água, visto que, existem pesquisas que indicam ser uma alternativa promissora quando utilizada como coagulante, além disso pode ser uma oportunidade economicamente viável, para o tratamento de água, podendo ser utilizada por comunidades menos favorecidas.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito de diferentes concentrações do pó de semente de *Moringa oleifera* Lam. aplicadas em amostras de água do rio Xingu.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Determinar a concentração do pó de semente de *Moringa oleifera* Lam. que propicie resultados satisfatórios para potabilidade de água.
- b) Testar a eficiência de um método sustentável, fácil, prático, de baixo custo e alternativo para tratamento de água.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO

A *Moringa oleifera* Lam. é uma espécie nativa do sudeste da Ásia (LITTLE JUNIOR; WADSWORTH, 1964). Há indícios que a população de moringa cresce nativa no trecho Sub-Himalaio do rio Chenab ao leste até o rio Sarda e na região de Tarai em Uttar-Pradesh, na Índia. Encontra-se bem distribuída na Índia, Egito, Filipinas, Tailândia, Malásia, Paquistão, Singapura, Cuba, Nigéria, Ceilão, Birmânia e nas Índias Ocidentais (RAMACHANDRAN et al., 1980).

Pode ser encontrada plantada em vários países, como sul da Flórida e Califórnia, na região oeste das Bahamas e Cuba e também no México, Brasil, Peru, Paraguai e Peru (LITTLE JUNIOR; WADSWORTH, 1964). Essa planta pode ser facilmente propagada por adaptar-se a uma ampla faixa de solo e ser tolerante à seca (SANTOS et al., 2011).

No ano de 1950, a *Moringa* foi introduzida no Brasil e desde então tem sido difundida. É conhecida como Lírio-branco, Quiabo-De-Quina ou apenas *Moringa*, é encontrada na região Nordeste, sobretudo nos estados do Maranhão, Ceará e Piauí. (SIGUEMOTO, 2013). O plantio da espécie vem sendo difundida em toda região do semiárido nordestino, devido seu potencial de tratamento de água para uso doméstico (GALLÃO et al., 2006).

#### 3.2. CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS

A família Moringaceae contém apenas um gênero, *Moringa*, no passado era registrado apenas 3 espécies, atualmente a família abrange cerca de 12 espécies, sendo a *Moringa oleifera* Lam. a mais popular e mais vastamente distribuída (MORTON, 1991). É uma árvore de tamanho médio, com raízes tuberosas (RAMACHANDRAN et al., 1980). Possui crescimento rápido, com casca de cor clara, atingindo até 10 metros de altura. (SILVA; MATOS, 2008).

As folhas possuem formato de pena, onde cada folha é dividida em muitos folíolos dispostos em ráquis (OLSON; FAHEY, 2011). São dispostas em espiral, com 25 a 45 cm de comprimento, dispostas no final dos galhos, possui um pecíolo longo,

com cor verde opaco nos dois lados, com verde mais claro na parte inferior (RAMACHANDRAN et al., 1980).

As flores como oblíquas, bissexuais, axilares, pedunculadas e perfumadas. A corola mede cerca de 2,5 cm de diâmetro, zigomorfa do tipo goela, é formada por cinco pétalas de cor branca ou creme. As anteras são bitecas, de cor laranja, com deiscência longitudinal. O androceu é composto por cinco estames heterodínamos, localizados na parte superior da corola. O gineceu é constituído por um ovário supero, com estilete simples e estigma posicionado entre os filetes (KIILL et al., 2012). Observações visuais indicaram que o tempo chuvoso ou até o céu nublado pode atrasar a antese da flor (BHATTACHARYA; MANDAL, 2004).

As sementes são dispersas pelo vento e de acordo com Ramos et al. (2010) é globosa, de cor castanho-médio e de alas castanho claro, com peso entre médio e leve, com germinação é hipógea-criptocotiledonar, que ocorre em média de 15 dias após o plantio. (RAMACHANDRAN et al., 1980), descreve que as sementes possuem em média de 1 centímetros de comprimento, são globosas, aladas, com asas de 2-2-5 centímetros de comprimento produzidas da base ao ápice da semente e possui textura grossa na parede externa da epiderme.

Normalmente a Moringa possui frutos com 12 sementes, com massa variando de acordo com o grau de maturação, com peso em média de 9,91 miligramas, comprimento médio é de 28,50 centímetros e a largura média é de 2,21 centímetros. A deiscência do fruto da Moringa faz com que os lados do fruto rachem longitudinalmente, expondo as sementes (RAMOS et al., 2010).

### 3.3. USOS

#### 3.3.1. Alimentação

A *Moringa oleifera* Lam. tem sido usada para combater a desnutrição, principalmente de crianças em estado de risco e lactantes. Organizações não-governamentais têm defendido a Moringa como "nutrição natural para os trópicos", por ser uma fonte de alimentos para as regiões tropicais, pois a árvore mantém as folhas, mesmo na estação seca, quando outras plantas, fonte de alimentos estão escassas (FARREY, 2005).

Entre os compostos mais encontrados na moringa estão os carboidratos (11,63 a 71,84%), seguido de proteínas (1,44 a 23,29%) e lipídeos (0,49 a 17,37%). Se comparada com outras partes da moringa, a semente se sobressai, por apresentar maior teor de nutrientes, 9,45% de fibra total para semente seca e em estado natural, 177,13mg de Ácido. Ascórbico/100g de vitamina C (PASSOS et al., 2012).

As folhas da Moringa possuem um valor nutricional elevado e podem ser aplicada na alimentação humana (GUALBERTO et al., 2014). A farinha da folha da Moringa é utilizada no Brasil pela Pastoral da Criança, no Norte e Nordeste para alimentar populações que possuem carências nutricionais (SIGUEMOTO, 2013).

As folhas secas ou o pó, podem ser armazenadas por vários meses sem perder seu valor nutricional, sendo uma fonte promissora de alimento para veganos, que não consomem as quantidades suficientes das principais fontes de nutrientes, quando comparado aos valores nutricionais presente na alimentação de origem animal (FERREIRA et al., 2008).

Quando consumidas *in natura*, as folhas de moringas têm sabor muito agradável. A vagem pode ser consumida verde e fresca, tem sabor parecido com ervilhas quando cozidas, as sementes podem ser cozidas com sal ou torradas, as folhas podem ser consumidas cozidas em: sopas, guisados, bolos, pães (SIGUEMOTO, 2013).

As raízes não são comestíveis, devido à presença de alcaloides a tornando tóxica. Com apenas um ano de maturação da árvore é capaz de produzir vagens, utilizadas na alimentação. As flores por serem ricas em Ca e K, é altamente nutritiva, também consumidas como alimento, as flores são geralmente fritadas junto com massas (HALDAR; KOSANKAR, 2017).

### 3.3.2. Medicinal

O óleo da *Moringa oleifera* Lam. contém propriedades antissépticas e anti-inflamatórias que ajudam a curar rapidamente cortes, queimaduras, mordidas de inseto e outros. No Egito as propriedades do óleo foram documentadas por culturas antigas, onde uma de suas utilidades era na preparação de pomadas para pele (SANTOS et al., 2011).

A Moringa vem sendo usada como medicamento para tratar infecções da pele, escorbuto, tumores, bronquite, diarreia e anemia (HALDAR; KOSANKAR, 2017). Possui um agente de inibidor de proliferação antitumoral, além disso, o mecanismo de ação de Moringa como anti-profilático pode ser usado como medicamento terapêutico para tratar infecção pelo HSV-1 (ANWAR et al., 2006).

Para Gopalakrishnan et al., (2016) a Moringa tem sido usada por povos indígenas e africanos na medicina natural, devido as propriedades medicinais do vegetal, que ocorre graças a presença de compostos de natureza química, podendo ser utilizada para curar mais de 300 doenças, além disso, os seus atributos estão sendo utilizados em estudos que visam a cura de diabetes e câncer.

A moringa pode ser utilizada de várias formas, pode ser consumida todos dias mesmo na ausência de doença ou de algum mal-estar, mastigar as sementes para eliminar certas dores, ou pode ser usada para impedir o surgimento de enfermidades, com a infusão das folhas (MATANDALASSE, 2014).

### 3.3.3. Tratamento de água

O tratamento de água é de suma importância, diante da possibilidade de existência de substâncias químicas e patógenos que naturalmente são encontrado em águas ou resultado de atividades antrópicas, a exemplo das atividades industriais e agrícolas. Essas substâncias podem estar em concentrações inadequadas ao consumo humano. (CAMPLESI, 2010).

Para tornar a água adequada ao consumo humano deve ser removido a maior quantidade possível de impurezas e contaminantes. Devem ser eliminados excesso de impurezas, microorganismos, substâncias nocivas, teores elevados de compostos orgânicos, corrosividade, dureza, turbidez, ferro e manganês, além de correção de cor, odor e sabor (FRANCO, 2010).

A água deve estar dentro dos parâmetros estabelecido pela legislação, para que seja considerada potável e própria para o consumo humano, desse modo, é exigido que tenha características físicas, químicas e biológicas que não interfira na saúde da população e que atenda aos requisitos exigidos pelo Ministério da Saúde (SOARES et al., 2016).

Entre os coagulantes químicos mais empregados no tratamento de águas turvas está o sulfato de alumínio, o uso deste composto pode aumentar a concentração de alumínio dissolvido no produto final e também aumentar a acidez do meio. O emprego dos sais de alumínio é questionável, devido os seus efeitos tóxicos em potencial (GUEDES et al., 2004).

Segundo Paterniane et al., (2009) o sulfato de alumínio, nem sempre está disponível a um preço acessível para as populações, além disso Lo Monaco et al., (2010) acrescenta que o uso desse coagulante químico pode ser inviável devido ao alto custo do transporte e o iodo gerado no tratamento de água para fins potáveis.

O processo de coagulação consiste na desestabilização química das partículas coloidais, por meio da adição de coagulantes, normalmente químicos. Esse processo elimina uma grande quantidade de substâncias de várias naturezas (CÁRDENAS, 2000).

O uso de coagulantes naturais de origem vegetal, é uma opção para o tratamento de água. Podem ser preparados artesanalmente, sendo uma alternativa viável para pequenas comunidades, diminuindo os riscos de contaminantes (FRANCO, 2010). As comunidades mais pobres são as mais afetadas em relação ao consumo de água contaminada, o uso de sementes de Moringa oleifera para tratamento da água, custa apenas uma fração do custo de um tratamento químico convencional (RODRIGUES; BARROS, 2013).

A ausência de elementos tóxicos e a capacidade de clarificar e purificar a água suja tornam as sementes da Moringa uma alternativa para obtenção de água potável em regiões onde ela não é encontrada (FERREIRA et al., 2008).

O composto encontrado em maior quantidade, nas sementes de Moringa é a proteína (40%), se caracteriza como o composto de maior importância no processo de clarificação da água (GALLÃO et al., 2006). A utilização da semente da moringa como agente coagulante apresenta-se como ótima alternativa para a tecnologia do sistema de tratamento de água, no processo de clarificação da água, sendo um produto biodegradável e que, portanto, colabora para a preservação do meio ambiente. (OLIVEIRA, 2018).

O coagulante extraído das sementes de Moringa é um procedimento simples, de baixo custo e não envolve o uso de aditivos químicos, que normalmente são presentes nos tratamentos convencionais (NASCIMENTO et al., 2016). É um

coagulante promissor no tratamento de águas potáveis, pois mostrou-se eficiente na remoção de cor e turbidez da água (CARDOSO et al., 2008).

Para Marques; Abreu (2017), a utilização da semente como coagulante apresenta bons resultados, não somente por tratar água com turbidez, mas é vantajosa pois quase não altera o pH da água. Cardoso et al. (2008) acresce que o uso da semente é eficiente na coagulação/floculação de águas, pois também remove a cor, no entanto, para consumo deve-se adicionar as etapas de filtração e desinfecção da água, para que atenda as exigências de potabilidade.

Atua como um coagulante natural, atuando em forma de flocos com densidade superior à da água, separando os sólidos em suspensão na água em tratamento e combatendo a turbidez, que é o parâmetro no controle da qualidade da água, a qual mede a quantidade de partículas em suspensão no líquido (BORGGO et al., 2015).

De acordo com Arnoldsson et al. (2008), a Moringa apresenta boas propriedades de coagulação e tem muitas vantagens em comparação ao sulfato de alumínio, comumente usado no tratamento de água, pois não afeta o pH ou a condutividade elétrica da água e pode ser produzida a baixo custo, podendo ser considerado um método bom, uma solução sustentável para pequenos sistemas de tratamento de água, se o fornecimento de sementes puder ser garantido

Segundo Moruzzi et al. (2016), enquanto na coagulação são desestabilizadas as partículas presentes no meio, após introdução de coagulante e agitação rápida, na floculação são promovidos encontros entre as partículas desestabilizadas por meio de agitação lenta. As interações entre partículas ocorrem em função de seu movimento aleatório, devido à energia térmica, do gradiente de velocidade no meio e de suas diferentes velocidades de sedimentação.

#### 3.3.4. Outros usos

As sementes da *Moringa oleífera* Lam. contém, entre 27 e 40% de óleo não volátil, esta propriedade permitiu o uso da semente para fabricação de relógios, utilizado como mecanismo de precisão. No século XIX, foi usado no Haiti como ingrediente na fabricação de sabão durante a Primeira Guerra Mundial e na fabricação de óleo de cozinha (SANTOS et al., 2011).

A árvore é utilizada como cerca viva, quebra vento e suporte para plantas trepadeiras, devido ao seu porte arbóreo, além disso, as suas flores têm propriedades melíferas, sendo apreciável na apicultura, pois são uma boa fonte de néctar para a produção de mel de abelhas. (GOLDFARB, 2005).

A semente de Moringa produz óleo em boa quantidade (35% a 40%), e com ótimas características físico-químicas, pode ser usada como matéria prima na transesterificação básica para obtenção de biocombustível. A transesterificação do óleo de Moringa em biodiesel (B100) metílico tem rendimento de 83,7% e 99,9% de conversão como constatado pela análise termogravimétrica (OLIVEIRA et al., 2012).

Atualmente o óleo da semente, é usado para fixar substâncias na indústria de cosméticos. Possui uma vida útil longa, de até cinco anos, usado no cuidado do corpo e do cabelo, a Moringa é um usada como componente na fabricação de creme hidratante e condicionador, também é considerada como o melhor óleo de massagem da aromoterapia (SANTOS et al., 2011).

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas frutos de *Moringa oleifera* Lam. de árvores existentes no município de Altamira, PA, dispostas na arborização de ruas.

No Laboratório de Ecologia Florestal e Sistemas Edáficos (LEFSE) da Faculdade de Engenharia Florestal, *Campus* Universitário de Altamira, Universidade Federal do Pará (UFPA), as sementes foram retiradas manualmente dos frutos e selecionadas, considerando a uniformidade da cor, tamanho e ausência de pragas e patógenos. Posteriormente, as sementes de *Moringa* foram descascadas, moídas em almofariz de porcelana, até se obter a consistência de pó e tamisadas em peneira com abertura de 1 mm, obtendo-se assim, um pó uniforme.

A água utilizada para o ensaio foi coletada as margens do rio Xingu, no *Campus* Universitário de Altamira, UFPA, apresentando visualmente turbidez elevada.

Esse ensaio experimental foi montado com um total de 6 tratamentos, sendo, T0 (água do rio Xingu, como testemunha controle, sem adição do pó das sementes de *Moringa oleifera* Lam.) e os demais com diferentes concentrações do pó das sementes, adicionadas à amostra de água do referido rio: T1 com 80 mg.L<sup>-1</sup>; T2 com 120 mg.L<sup>-1</sup>; T3 com 250 mg.L<sup>-1</sup>; T4 com 500 mg.L<sup>-1</sup>; T5 com 1000 mg.L<sup>-1</sup> e T6 com 2000 mg.L<sup>-1</sup>. As soluções, com as devidas concentrações, foram preparadas e acondicionadas em recipientes de vidros tipo conserva, com volume de 0,5 L, em duas subamostra de cada tratamento, mantidas em ambiente com temperatura controlada de 25° C por 24 horas. Após esse período, as subamostras foram homogeneizadas, passadas por filtro de papel comercial para café (material de fácil aquisição e baixo custo).

Das amostras filtradas, foram retiradas duas alíquotas de 0,1 L em recipientes plásticos estéreis e enviadas para análise no Laboratório Central de Altamira (LCA).

Os parâmetros analisados foram: Cloro Livre; Cor Aparente; Ferro Total; pH; Turbidez; *Escherichia coli* e Coliforme Totais.

As metodologias analíticas para determinação dos parâmetros atenderam às normas de *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* da instituição *American Public Health Association* (APHA), conforme exigência da Portaria 2914/2001 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), que dispõe sobre os

procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 1 que na testemunha (T0), o valor do cloro residual livre foi de 0,15 mg.L<sup>-1</sup>, abaixo do limite mínimo estabelecido pela legislação, assim como os tratamentos T1 e T2 com 0,08 mg.L<sup>-1</sup> de cloro livre residual; T3 com 0,10 mg.L<sup>-1</sup> de cloro livre residual; T4 com 0,13 mg.L<sup>-1</sup> de cloro livre residual. Já os tratamentos T5 e T6 apresentaram valores dentro do estabelecido pela portaria nº 2914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

Tabela 1- Parâmetros Físicos, Químicos e Biológicos de amostra de água do Rio Xingu tratado com pó de *Moringa oleifera* Lam.

PARÂMETROS	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	VMP*
Cloro R. Livre	0,15	0,08	0,08	0,10	0,13	0,24	0,20	5 mg.L <sup>-1</sup>
Cor Aparente	10	10	10	10	10	10	10	15 uH
Ferro Total	0,9	0,0	0,0	0,0	0,8	1,6	1,4	0,3 mg.L <sup>-1</sup>
pH	8,2	8,3	8,0	8,0	8,2	7,5	8,1	-
Turbidez	19,22	0,00	3,29	3,29	5,69	14,10	9,31	5 uT
Escherichia coli	P	P	P	P	P	P	P	A
Coliformes Totais	P	P	P	P	P	P	P	A

\*VMP - valor máximo permitido (Portaria nº 2914 – Ministério da Saúde). P - presença. A - ausência.

T0-Testemunha (água sem tratamento); T1 água tratada com 80 mg.L<sup>-1</sup> de pó da semente de Moringa ; T2 com 120 mg.L<sup>-1</sup>; T3 com 250 mg.L<sup>-1</sup>; T4 com 500 mg.L<sup>-1</sup>; T5 com 1000 mg.L<sup>-1</sup> e T6 com 2000 mg.L<sup>-1</sup>.

A portaria nº 2914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) estabelece os valores máximos dos parâmetros analisados, para água para o consumo humano são: 5 mg.L<sup>-1</sup> de Cloro Livre; 15 uH de Cor Aparente; 0,3 mg.L<sup>-1</sup> de Ferro Total; 5 uT de Turbidez e ausência de *Escherichia coli* e Coliformes Totais.

De acordo com Costa et al. (2015), para que a água seja considerada própria para consumo é necessário se manter um teor residual de cloro livre para garantir a ausência de organismos patogênicos que podem causar riscos à saúde humana. A portaria nº 2914 do Ministério da Saúde, define uma concentração residual máxima de 5 mg.L<sup>-1</sup> e mínima de 0,20 mg.L<sup>-1</sup>. O valor mínimo de 0,20 mg.L<sup>-1</sup> é instituído afim de garantir a qualidade microbiológica da água (BRASIL, 2011).

Santos (2013), utilizando o coagulante natural *Moringa oleifera* Lam. no tratamento de água proveniente da bacia do rio Pirapó, em Maringá-PR, conseguiu redução do teor do cloro residual livre e outros parâmetros, usando dosagens de 50 mg.L<sup>-1</sup> de sementes, fazendo da Moringa um coagulante alternativo eficiente para o tratamento de água de abastecimento.

A cor aparente se refere à cor da água com a presença de substâncias em suspensão na solução. Ao contrário da cor, a cor aparente é obtida sem filtrar a amostra original, e a sua nuance se deve à presença de íons metálicos, a exemplo do ferro (RIBEIRO, 2010). Normalmente a cor da água é resultado da presença de compostos originado de decomposição de vegetais (ácidos húmicos e tanino), assim como a ação das ações antrópicas, resíduos e outros (BRASIL, 2014).

Com relação a cor aparente o coagulante de *Moringa oleifera* Lam. não ocasionou nenhum efeito nesse parâmetro, no entanto, outros autores encontraram resultados diferentes. Franco (2010), testou diferentes dosagens do coagulante extraído das sementes de Moringa e com a aplicação da dosagem de 106,0 mg.L<sup>-1</sup> de solução coagulante, conseguiu remoção de cor aparente em torno de 98%.

Paterniani et al. (2009) avaliou a influência do uso do coagulante na remoção de partículas sólidas em suspensão da água, no qual constatou que a melhor concentração da solução para a redução da cor aparente é de 500 mg.L<sup>-1</sup> de solução coagulante de sementes de Moringa, no tempo de sedimentação de 30 minutos.

O tempo também é um fator importante para a coagulação e floculação da água, Cardoso et al. (2008) verificaram que para o tempo de decantação de 90 minutos, a cor aparente foi removida em 84,9%, porém, com um tempo de decantação de 120 minutos, a cor aparente foi removida em de 87,4% Quanto maior o tempo, maior a remoção de parâmetros de qualidade, isso se deve ao fato de que quanto maior o tempo de repouso, maior a quantidade de partículas floculadas.

Parron et al. (2011), definem que apesar de o organismo humano necessitar de até 9 mg Fe dia<sup>-1</sup>, os padrões de qualidade exigem que a água não ultrapasse 0,3 mg.L<sup>-1</sup>. Este limite é estabelecido em função dos problemas estéticos e do sabor adstringente da presença do ferro na água.

Na amostra (T0) o valor do ferro foi de 0,9 mg.L<sup>-1</sup>, acima do limite estabelecido pela legislação, porém houve remoção total desse elemento nos tratamentos T1, T2 e T3, mostrando a eficiência do método para esse parâmetro. Já

o tratamento T4 não apresentou redução significativa ( $0,8 \text{ mg.L}^{-1}$ ). E os tratamentos T5 e T6 apresentaram valores fora do estabelecido pela legislação.

Carvalho et al. (2006), usando  $800 \text{ mg.L}^{-1}$  de um extrato aquoso de semente de *Moringa oleifera* Lam., com concentrações 0,5%, 1,0%, e 10,0% m/v, agitadas por 5 minutos e deixadas 150 minutos em repouso, para clarificação de águas turvas ricas em partículas de óxidos de ferro, obteve uma diminuição das concentrações de ferro na água.

Não houve variação significativa dos valores de pH na maioria dos tratamentos realizados, em relação à testemunha. Somente o tratamento T5 apresentou uma discrepância, como pode ser observado na Tabela 1.

Para Marques; Abreu (2017), a utilização da semente como coagulante, apresenta resultados positivos, pois quase não altera o pH da água. Paula (2014) constatou que em dosagens de (0:100) de extrato de Moringa, não houve alteração do pH inicial, indicando que o extrato não é capaz de alterar esse parâmetro.

Arnoldsson et al. (2008), acrescenta que a *Moringa oleifera* Lam. apresenta boas propriedades de coagulação, pois não afeta o pH, diferente do sulfato de alumínio, frequentemente usado no tratamento de água.

Para avaliar o uso da *Moringa oleifera* Lam. como coagulante em água de piscina, Silva (2015) comparou o coagulante natural com o sulfato de alumínio. As amostras tratadas com Moringa apresentaram pouca variação de pH, aproximadamente 1,55% com uma média de 7,00. Já para o sulfato de alumínio obteve-se uma variação na ordem de 21,6%, com média de pH 5,53. Para o sulfato de alumínio é necessário o ajuste de pH final, normalmente utiliza-se carbonato de sódio, aumentando o custo do tratamento devido a adição de mais um produto químico.

*Escherichia coli* e Coliformes Totais são indicadores de contaminação da água. As bactérias patogênicas não só representam riscos à saúde humana, como também diminui a qualidade da água, causando sabores e odores desagradáveis (BRASIL, 2013).

Conforme observado na Tabela 1, nenhum tratamento foi efetivo na remoção total de Coliformes Totais e *Escherichia coli*. Devido ao método utilizado, o resultado é expresso apenas como presença ou ausência desses parâmetros, não sendo possível observar se houve redução quantitativa dos contaminantes biológicos.

Assim sendo, para que ocorra a eliminação desses patógenos, recomenda-se complementar o tratamento com outros métodos, de maneira combinada.

Amaral (2006), utilizando extrato de sementes de Moringa, e exposição por 12 horas ao sol, simultaneamente, obteve redução máxima nos números de *Escherichia coli*, porém o número de colônias de *Escherichia coli* aumentou com o aumento de dosagens de sementes de Moringa, fator que pode ser explicado, pelo aumento de nutrientes na água, que fez com que as bactérias se multiplicassem.

Uma alternativa para a remoção de Coliformes Totais e *Escherichia coli* é a utilização de filtração em múltiplas etapas, pré-filtração dinâmica e pré-filtração em pedregulho. Os resultados indicaram que, de maneira geral, os filtros lentos apresentaram eficiências significativas e superiores a 95,0% para remoção de Coliformes totais e *Escherichia coli* em todas as filtrações estudadas. (CAMPLESI, 2010).

Como pode ser observado na Tabela 2, o pó da semente de Moringa foi efetivo para a remoção de turbidez em todos os tratamentos. Com o tratamento T1, no qual foi utilizado a concentração de 80 mg.L<sup>-1</sup>, alcançou-se uma remoção de 100% de turbidez, mostrando-se efetiva a quantidade de semente utilizada para tratar a água nessas condições.

Tabela 2 – Remoção da turbidez em relação à concentração de pós de semente de *Moringa oleifera* Lam.

Amostra	Concentração	Turbidez	Remoção de turbidez
T0	-	19,22 uT	-
T1	80 mg.L <sup>-1</sup>	0,00 uT	100%
T2	120 mg.L <sup>-1</sup>	3,14 uT	83,6%
T3	250 mg.L <sup>-1</sup>	3,29 uT	82,8%
T4	500 mg.L <sup>-1</sup>	5,69 uT	70,3%
T5	1000 mg.L <sup>-1</sup>	14,10 uT	26,6%
T6	2000 mg.L <sup>-1</sup>	9,31 uT	51,5%

Delelegn et al. (2018), utilizando o pó da semente de *Moringa oleifera* Lam., na concentração de 16 mg.L<sup>-1</sup>, conseguiram a diminuição da turbidez da água proveniente do rio Angereb de 129 uT para 16,8 uT, representando uma redução de 86,98% e de 208,30 uT para 33,66 uT, redução de 83,84 %, em água do rio Shinta, ambos na Etiópia. Contudo, maiores concentrações de pó da semente de *Moringa*

*oleifera* Lam. ocasionaram maior turbidez às águas analisadas. Nesse mesmo estudo, os autores verificaram pouca influência do pó da semente de *Moringa oleifera* Lam. no pH das amostras e um potencial do uso de extrato, com diferentes solventes, incluindo meio aquoso, na redução de atividade microbiana.

Utilizando extrato aquoso de semente de *Moringa oleifera* Lam., em Moçambique, Arnoldsson et al. (2008), encontraram a dosagem ótima entre 17 mg.L<sup>-1</sup> e 67 mg.L<sup>-1</sup> para os níveis de turbidez inicial de 15 e 50 uT.

No estudo de Magalhães; Thebaldi (2016), utilizando extrato aquoso de semente de *Moringa oleifera* Lam., houve uma redução da turbidez da amostra de água de 98,3 uT para 10,80 uT (eficiência de remoção da turbidez de 89,01%) com a concentração de 500 mg.L<sup>-1</sup>.

TUNGGOLOU; PAYUS (2017), na cidade de Kota Kinabalu, na Malásia, compararam o efeito da semente de *Moringa oleifera* Lam., em pó, com o efeito do sulfato de alumínio na coagulação e redução da turbidez em amostra de água e obtiveram resultados satisfatórios para a concentração de 15 mg.L<sup>-1</sup> de *Moringa oleifera* Lam. com redução de 91,17% da turbidez contra 85,46% utilizando 55 mg.L<sup>-1</sup> de sulfato de alumínio. Também nesse estudo não houve influência da *Moringa oleifera* Lam. no pH das amostras.

Lo Monaco et al. (2012), utilizando extrato de *Moringa oleifera* Lam. preparado com solução de Ca(OH)<sub>2</sub> de 1 mol.L<sup>-1</sup>, equivalente à 640 mg.L<sup>-1</sup> de sementes, conseguiram a remoção da turbidez de 97,5% de água residuária da suinocultura, de turbidez inicial de 56,4 uT.

Utilizando concentrações de 150, 300 e 500 mg.L<sup>-1</sup> de *Moringa*, Paterniani (2009), constatou que, para uma água bruta, a concentração de 150 mg.L<sup>-1</sup> é mais eficiente, reduzindo a turbidez em até 80%. No entanto observou que para a concentração de 300 mg.L<sup>-1</sup> sem tempo de espera, ocorreu um aumento bastante significativo da turbidez, devido ao aumento na quantidade de partículas dissolvidas e em suspensão decorrente do próprio coagulante.

## 6. CONCLUSÃO

O uso do pó da semente de *Moringa oleifera* Lam. mostrou-se eficiente em relação aos parâmetros Cloro Residual Livre, Ferro Total e Turbidez, mostrando um grande potencial no seu uso para tratamento de água.

O tratamento T5 (1000 mg.L<sup>-1</sup>) e T6 (2000 mg.L<sup>-1</sup>) foram os que apresentaram os resultados mais adequados para o parâmetro Cloro Residual Livre. O tratamento T1 (80 mg.L<sup>-1</sup>), T2 (120mg.L<sup>-1</sup>) e T3 (250 mg.L<sup>-1</sup>) foram os que apresentaram os resultados mais adequados para o parâmetro Ferro Total. O tratamento T1 (80 mg.L<sup>-1</sup>) apresentou o resultado mais adequado para o parâmetro Turbidez.

O uso do pó da semente de *Moringa oleifera* Lam. alterou, significativamente, os parâmetros acima descritos, além de não interferir no valor de pH, no entanto, para se obter uma água própria para o consumo humano faz-se necessário combinar o tratamento com outras técnicas, a fim de obter os valores adequados exigidos pela legislação.

Desse modo, recomenda-se a realização de mais pesquisas utilizando as sementes de *Moringa oleifera* Lam. no tratamento da água, devido as inúmeras vantagens de utilização desse método, tanto em questões sociais como ambientais.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, L.A. et al. Tratamento alternativo da água utilizando extrato de semente de *Moringa oleifera* e radiação solar. **Arquivos do Instituto Biológico**. São Paulo, v. 73, n. 3, p. 287-293, 2006.
- ANWAR, F. et al. *Moringa oleifera*: A Food Plant with Multiple Medicinal Uses. **Phytotherapy Research**, Pakistan, v. 21, p. 17-25, 2006.
- ARNOLDSSON, E. et al. Assessment of drinking water treatment using *Moringa Oleifera* natural coagulant. **Vatten**, v. 64, p. 137-150, 2008.
- BHATTACHARYA, A.; MANDAL, S. Pollination, pólen germination and stigma receptivity in *Moringa oleifera* Lamk. **Taylor e Francis Group**. Visva-Bharati, Santiniketan, p. 48-56, 2004.
- BORGO, C. et al. Tratamento de água com semente de *Moringa oleifera*. In: **V SEMANA DE ENGENHARIA QUÍMICA UFES**, 2015, Porto Alegre, RS, 2015.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação nacional de Saúde. **Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS**. 1. Ed. Brasília, DF, 2014. 112 p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Fundação Nacional de Saúde. Manual Prático de Análise de Água**. 4. ed. Brasília, DF, 2013. 150 p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria MS nº 2914**, de 12 de dezembro de 2011. Norma de qualidade da água para consumo humano. Brasília, DF, 2011.
- CAMPLESI, D.C.F. Remoção de coliformes totais e *Escherichia coli* utilizando a filtração em múltiplas etapas (fime) em períodos de alta turbidez da água bruta. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 1, n. 1, p. 14-18, 2010.
- CÁRDENAS, Y.A. **Tratamiento de agua coagulación y floculación**. SEDAPAL: Evaluación de Platas y Desarrollo Tecnológico. Lima, 2000.
- CARDOSO, K.C. Otimização dos tempos de mistura e decantação no processo de coagulação/floculação da água bruta por meio da *Moringa oleifera* Lam. **Acta Scientiarum. Technology**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 193-198, 2008.
- CARVALHO, R.M. et al. Clarificação de Águas Pluviais Ricas em Óxidos de Ferro Acumuladas em Cava de Mineração - Utilização do Coagulante Natural *Moringa oleifera*. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Ouro Preto, MG, v.11 n. 4, p. 59-67, 2006.
- COSTA, A.M. et al. **Análise da concentração de cloro livre, cloro total, ph e temperatura em alguns pontos de consumo abastecidos pela rede pública de distribuição na cidade de Curitiba/PR**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015. 91p.

DELELEGN, A. et al. Water purification and antibacterial efficacy of *Moringa oleifera* Lam. **Agriculture & Food Security**, v. 25, n. 7, p. 1-10, 2018.

DORES, E.F.G.C; DE-LAMONICA-FREIRE, E.M. Contaminação do ambiente aquático por pesticidas. Estudo de caso: águas usadas para consumo humano em primavera do leste, Mato Grosso. **Química Nova**, v. 24, n. 1, p. 27-36, 2001.

FAHEY, J.W. *Moringa oleifera* Lam.: A Review of the Medical Evidence for Its Nutritional, Therapeutic, and Prophylactic Properties. Part 1. **Trees for Life Journal**, Maryland, 2005.

FERREIRA, P.M.P. et al. *Moringa oleifera* Lam.: compostos bioativos e potencialidade nutricional. **Revista de Nutrição**, Campinas, SP, v. 21, n. 4, p. 431-437, 2008.

FRANCO, M. **Uso de coagulante extraído de sementes de *Moringa oleifera* como auxiliar no tratamento de água por filtração em múltiplas etapas.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola, na Área de Concentração em Água e Solo) Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010. 90p.

GALLÃO, M.I. et al. Avaliação química e estrutural da semente de moringa. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 37, n. 1, p. 106-109, 2006.

GOLDFARB, M. **Utilização das sementes da espécie moringa (*Moringa oleifera*) no tratamento das águas turvas do Nordeste.** Universidade Estadual da Paraíba, UEPB, 2005.

GOPALAKRISHNAN, L. *Moringa oleifera*: A review on nutritive importance and its medicinal application. **Food Science and Human Wellness Journal**, v. 5, p. 49–56, 2016.

GUALBERTO, A.F. Características, propriedades e potencialidades da moringa (*Moringa oleifera* Lam.): Aspectos agroecológicos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, PB, v. 9, n. 5, p. 19-25, 2014.

GUEDES, C.D. **Coagulação/Floculação de águas superficiais de minerações de ferro com turbidez elevada.** Tese (Doutorado em Ciências Naturais, Área de Concentração: Geologia Ambiental e Conservação de Recursos Naturais). Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2004. 159p.

HALDAR, R; KOSANKAR, S. *Moringa Oleifera*: The Miracle Tree. **International Journal of Advance Research**, Nagpur, v. 3, n. 6, p. 996-970, 2017.

KILL, L.H.P. et al. **Moringa oleifera: Registro dos Visitantes Florais e Potencial Apícola para a Região de Petrolina, PE.** EMBRAPA. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n. 101. Pernambuco: Embrapa Semiárido, 2012. 19 p.

LENHARI, J.L.B; HUSSAR, G.J. Comparação entre o uso da *Moringa oleifera* Lam. e de polímeros industriais no tratamento físico químico do efluente de indústria alimentícia. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 4, p. 33-42, 2010.

LITTER JUNIOR, E.L; WADSWORTH, F.H. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. **Agriculture Handbook**, Washington, U.S.A, n. 249, 1964, 557p.

LO MONACO, P.A.V. et al. Ação coagulante do extrato de sementes de Moringa preparado em diferentes substâncias químicas. **Engenharia na Agricultura**. Viçosa, v. 20, n. 5, p. 453-459, 2012.

LO MONACO, P.A.V. et al. Utilização de extrato de sementes de Moringa como agente coagulante no tratamento de água para abastecimento e águas residuárias. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 5, n. 3, p. 222-231, 2010.

MAGALHÃES, L.; THEBALDI, M.S. Determinação da dosagem ótima de semente *Moringa oleifera* para tratamento de água. In: **XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS**, 2016, Poços de Caldas, Anais Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas, v. 8, n.1, 2016.

MARQUES, A.R., ABREU, F.A. Eficiência do coagulante extraído de sementes de *Moringa oleifera* Lam. No tratamento de água pela tecnologia da flotação. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017. 43p.

MATANDALASSE, K.A.H. **A boa disposição, a saúde e a vida: a pluralidade de usos e significados da moringa**. Maputo, 2014.

MORTON, J.F. The horseradish tree, *Moringa pterygosperma* - a boon to arid land?. **Econorny Botany**, New York, v. 45, n. 3, p. 318-333, 1991.

MORUZZI, R.B. et al. **Floculação: considerações a partir da análise clássica e da avaliação direta da distribuição de tamanho de partículas**, São Paulo, v. 21 n. 4, p. 817-824, 2016.

NASCIMENTO, D.M. et al. *Moringa oleifera* uma alternativa viável para tratamento de água. In: **I CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIVERSIDADE DO SEMI ARIDO**, 2016, Campina Grande, PB, 2016.

OLIVEIRA, D.S. et al. Obtenção do biodiesel através da transesterificação do óleo de *Moringa oleifera* Lam. **HOLOS**, vol. 1, p. 49-61, 2012.

OLIVEIRA, N.T. et al. Tratamento de água com *Moringa oleifera* como coagulante/floculante natural. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, Ariquemes, RO, v. 9, n. 1, p. 373-382, 2018.

OLSON, M.E; FAHEY, J.W. *Moringa oleifera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. **Revista Mexicana de Biodiversidade**. México, v. 82, n. 4, p. 1071-1082, 2011.

PARRON. L.M. et al. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**. EMBRAPA. Documentos n. 219. Colombo, PR: Embrapa Floresta, 2011. 68 p.

PASSOS, R.M. et al. Qualidade pós-colheita da moringa (*Moringa Oleifera*. Lam) utilizada na forma in natura e seca. **Revista GEINTEC**, São Cristóvão, SE, v. 3, n. 1, p. 113-120, 2012.

PATERNIANI, J.E.S. Uso de sementes de *Moringa oleifera* para tratamento de águas superficiais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 6, p. 765–771, 2009.

PAVANELLI, G. **Eficiência de diferentes tipos de coagulantes na coagulação e sedimentação de água com cor ou turbidez elevada**. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001. 216p.

PINTO, N.O; HERMES, L.C. **Sistema Simplificado para Melhoria da Qualidade da Água Consumida nas Comunidades Rurais do Semi-Árido do Brasil**. EMBRAPA. Documentos n. 53. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 47 p.

RAMACHANDRAN, C. et al. Drumstick (*Moringa oleifera* Lam.): A multipurpose Indian vegetable. **Economic Botany**, New York, v. 34, n. 3, p.276-283, 1980.

RAMOS, L.M. et al. Morfologia de frutos e sementes e morfofunção de plântulas de Moringa (*Moringa oleifera* Lam.). **Comunicata Scientiae**, v. 1, n. 2, p. 156-160, 2010.

RIBEIRO, A.T.A. **Aplicação da moringa oleifera no tratamento de água para consumo humano**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Meio Ambiente) Universidade do Porto, Porto, 2010. 69p.

RODRIGUES, M.J; BARROS, L.S.S. O extrato de sementes de *Moringa oleifera* e radiação solar no tratamento de água destinada ao consumo humano. **ARS Veterinária**, Jaboticabal, SP, v. 29, n. 2, p. 098-103, 2013.

SANTOS, W.R. et al. Estudo do tratamento e clarificação de água com torna de sementes de *Moringa oleifera* Lam. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 13, n. 3, p. 295-299, 2011.

SIGUEMOTO, E.S. **Composição nutricional e propriedades funcionais do Murici (*Byrsonima crassifolia*) e da Moringa (*Moringa oleifera*)**. Dissertação (Mestrado em Ciências) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. 124p.

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

SILVA, R.V. Atuação da *Moringa oleifera* Lam. como coagulante natural no tratamento de água de piscina. Monografia (Licenciatura em Química) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2015, 39p.

SOARES, S.S. et al. Avaliação de métodos para determinação de cloro residual livre em águas de abastecimento público. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v. 37, n. 1, p. 119-130, 2016.

TUNGGOLOU, J.; PAYUS, C. Application of *Moringa oleifera* Plant as water purifier for drinking purposes. **Journal of Environmental Science and Technology**, v. 10, n. 5, p. 268-275, 2017.

VALVERDE, K.C. et al. Avaliação do tempo de degradação do coagulante natural *Moringa oleifera* Lam. em pó no tratamento de água superficial. **E-xacta**, Belo Horizonte, v. 7, n. 1, p. 75-82, 2014.