

**Estrutura da semente de moringa e tempo de sedimentação na  
clarificação de água**

*Moringa seed structure and sedimentation time in water clarification*

*Estructura de la semilla de moringa y tiempo de sedimentación en la clarificación  
del agua*

**Mateus Leonardo Welika dos Santos**

Biomédico, mestrando em Ciências Ambientais da Universidade Brasi, Brasil  
mateusleonardo12@hotmail.com

**Mateus Henrique Doria Siqueira**

Licenciado em Química, mestrando em Ciências Ambientais da Universidade Brasi, Brasil  
matheus\_\_siq15@hotmail.com

**Gisele Herbst Vazquez**

Engenheira Agrônoma, Professora Doutora, Universidade Brasil, Brasil  
gisele.vazquez@universidadebrasil.edu.br

## RESUMO

É cada vez mais necessário o desenvolvimento de novas formas de tratamento e reutilização de água devido à crise hídrica e à falta de acesso à água de qualidade para boa parte da população. A *Moringa oleifera* é um vegetal de origem indiana e é uma fonte de coagulante natural, podendo ser utilizadas para a eliminação de partículas encontradas na água por meio de clarificação. Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar diversas estruturas da semente de moringa quanto a sua eficiência no processo de sedimentação da água e em diversos períodos de contato. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 6, com quatro repetições, ou seja, quatro estruturas das sementes (alas, tegumento, semente descascada e semente inteira) e em seis tempos de sedimentação (1, 2, 4, 6, 12 e 24 horas). Em todos os tratamentos utilizou-se 1 g da estrutura da semente a ser avaliada em 1 L de água. Os testes foram realizados na Universidade Brasil em Fernandópolis/SP empregando-se água do córrego Santa Rita. Avaliou-se a turbidez, o pH e a condutividade elétrica da água. Pelos resultados obtidos, pode-se concluir que o uso de sementes inteiras de moringa por 24 horas de sedimentação reduziu a turbidez da água até valores considerados como água potável, porém ainda não se pode afirmar que a água é própria para consumo humano, pois é necessária uma análise mais criteriosa quanto a presença de coliformes fecais e totais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tratamento de água. Coagulante biológico. *Moringa oleifera*.

## ABSTRACT

*It is increasingly necessary to develop new forms of water treatment and reuse due to the water crisis and the lack of access to quality water for a large part of the population. The Moringa oleifera is a vegetable of Indian origin and is a source of natural coagulant, which can be used for the elimination of particles found in the water by means of clarification. Thus, the objective of this research was to evaluate different structures of the moringa seed as to its efficiency in the water sedimentation process and in different contact periods. The experimental design adopted was completely randomized in a 4 x 6 factorial scheme, with four replications, that is, four seed structures (wings, integument, peeled seed and whole seed) and in six sedimentation times (1, 2, 4, 6, 12 and 24 hours). In all treatments, 1 g of the seed structure to be evaluated in 1 L of water was used. The tests were carried out at Universidade Brasil in Fernandópolis/SP using water from the Santa Rita stream. The turbidity, pH and electrical conductivity of the water were evaluated. From the results obtained, it can be concluded that the use of whole moringa seeds for 24 hours of sedimentation reduced the turbidity of the water to values considered as drinking water, however, it cannot yet be said that the water is fit for human consumption, as a more careful analysis regarding the presence of fecal and total coliforms is necessary.*

**Key words:** Water treatment. Biological coagulant. *Moringa oleifera*.

## RESUMEN

*Cada vez es más necesario desarrollar nuevas formas de tratamiento y reutilización del agua debido a la crisis y la falta de acceso a agua de calidad para parte de la población. Moringa oleifera es un vegetal de origen indio y una fuente de coagulante natural, que se puede utilizar para eliminar partículas que se encuentran en el agua por medio de aclaraciones. El objetivo de esta investigación fue evaluar diferentes estructuras de la semilla de moringa en cuanto a su eficiencia en el proceso de sedimentación de agua y en diferentes períodos de contacto. El diseño experimental adoptado fue completamente al azar en un esquema factorial 4 x 6, con cuatro repeticiones, es decir, cuatro estructuras de semillas (alas, tegumento, semillas peladas y semillas enteras) y en seis tiempos de sedimentación (1, 2, 4, 6, 12 y 24 horas). En todos los tratamientos, se usó 1 g de la estructura de la semilla a evaluar en 1 L de agua. Las pruebas se realizaron en la Universidad Brasil en Fernandópolis/SP utilizando agua de la corriente de Santa Rita. Se evaluó la turbidez, el pH y la conductividad eléctrica del agua. Se concluye que el uso de semillas de moringa enteras durante 24 horas de sedimentación redujo la turbidez del agua a valores considerados como agua potable, sin embargo, aún no se puede decir que el agua sea apta para el consumo humano, ya que es necesario un análisis más cuidadoso sobre la presencia de coliformes fecales y totales.*

**Palabras clave:** Tratamiento de agua. Coagulante biológico. *Moringa oleifera*.

## 1 INTRODUÇÃO

A moringa pertencente à família Moringaceae da ordem Papaverales, cujo único gênero *Moringa* é constituído por quatorze espécies, dentre as quais a *Moringa oleifera* Lam. é a mais conhecida (ANWAR et al., 2007).

A moringa é nativa do norte da Índia e atualmente é encontrada em vários países dos trópicos e sub trópicos, pois apresenta elevada capacidade de adaptação a condições climáticas e a solos áridos (LORENZI & MATOS, 2002, OLSON & FAHEY, 2011). Conhecida, popularmente por vários nomes comuns: lírio, quiabo de quina ou simplesmente moringa de acordo com os diferentes usos (FERREIRA et al., 2008).

Segundo Delduque (2000), a moringa é uma planta que cresce facilmente por meio de sementes ou mudas, mesmo em solos pobres, atinge cerca de 10 m de altura e começa a florir 8 meses depois de plantadas. As suas flores são bastante perfumadas, de cor branca ou bege, pintadas de amarelo na base. O fruto é uma espécie de vagem normal, com um grande número de sementes.

Suas folhas são ricas em vitamina “A” e “C”, fósforo, cálcio, ferro e proteínas, servindo como alimento para o ser humano e para os animais por seu teor nutritivo. Especialistas dizem que a solução para acabar com a desnutrição é o uso de alimentos ricos em nutrientes essenciais ausentes na dieta das pessoas. Assim, a moringa já vem sendo utilizada com esse propósito na África com o projeto CWS/AGADA MOTHER AND CHILD HEALTH PROJECT, uma Alternativa de Ação para o Desenvolvimento Africano voltada para a saúde da mãe e da criança apresentando ótimos resultados (THE MIRACLE TREE. 01., 2003 citado por PINTO & HERMES, 2006).

Suas sementes são globóides e triaxiladas, de cor castanho-médio, com alas castanho-claro, contendo em seu interior uma massa branca e oleosa (GUALBERTO et al., 2015), medindo até 1 cm de diâmetro (LORENZI & MATOS, 2002) com 35% a 40% de óleo (OLIVEIRA FILHO et al., 2012) podendo ser usadas para a produção de biodiesel, o que já ocorre na Índia (MARINHO et al., 2016) (Figura 1).

Figura 1: Fruto e semente de moringa.



Fonte: Pimentel (2019)

A versatilidade da árvore é notável, possui uma significativa importância econômica na indústria e na medicina, pois todas as partes da planta de moringa podem ser utilizadas tanto para medicamentos, como para fins industriais, além de serem usadas como alimento, sendo

consumidas de alguma forma pelo homem e pelos animais. O cultivo dessa planta em regiões secas é muito vantajoso, uma vez que suas folhas podem ser colhidas quando nenhum outro vegetal verde apresenta-se disponível (OLSON & FAHEY, 2011).

Assim, a espécie *Moringa oleifera* Lam. tem sido apresentada no sistema World Wide Web (WWW ou Web) como uma “árvore milagrosa” com inúmeros documentos em hipermídia mostrando variadas propriedades terapêuticas ou medicinais e um forte apelo para o seu cultivo, utilização e consumo racional (GUALBERTO et al., 2015). A moringa vem sendo utilizada no combate de avitaminoses A e C, nos tratamentos de reumatismo e gota, como cicatrizantes de feridas, possuindo diversos benefícios farmacológicos para o consumo humano, incluindo a promoção do crescimento, efeitos antimicrobianos, terapêuticos e antioxidantes (MAKKAR & BECKER, 1997, MBIKAY, 2012, MOYO et al., 2013).

De acordo com Hsu et al. (2006), as folhas de moringa contêm: sete vezes mais vitamina C que as laranjas, quatro vezes o cálcio do leite, quatro vezes a mais vitamina A que encontrado nas cenouras, duas vezes a proteína do leite e três vezes o de potássio em bananas.

Por outro lado, em todo o mundo, cerca de três em cada dez pessoas — em um total de 2,1 bilhões — não têm acesso a água potável em casa, e seis em cada dez — ou 4,5 bilhões — carecem de saneamento seguro, de acordo com o relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS) e do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) divulgado em 2017 (ONU, 2017). Ainda segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), sabe-se que o consumo e o uso de água não tratada e poluída matam mais do que todas as formas de violência no mundo, inclusive as guerras. A falta de água limpa mata 1,8 milhão de crianças com menos de 5 anos de idade anualmente. Grande parte do despejo de resíduos acontece nos países em desenvolvimento, que lançam 90% da água de esgoto sem tratamento. A diarreia, principalmente causada pela água suja, mata cerca de 2,2 milhões de pessoas ao ano, e mais de metade dos leitos de hospital no mundo é ocupada por pessoas com doenças ligadas à água contaminada de acordo com a ANA - Agência Nacional de Águas (ANA, 2019).

No Brasil, mais de 17 milhões de pessoas não têm acesso à água potável, sendo o principal desafio a qualidade e não a quantidade. Ainda segundo o levantamento da ANA realizado em 2 mil pontos de monitoramento em 17 unidades da Federação, apenas 9% têm Índice de Qualidade da Água (IQA) ótimo, cerca de 70% é considerado bom; 14% razoável; 5% ruim; e 2% péssimo. O IQA considera níveis de coliformes fecais, temperatura, resíduos e outros aspectos (ANA, 2019).

A *Moringa oleifera* Lam. vem sendo utilizada em diversos programas sociais como floculante/coagulante natural de resíduos em água de utilização doméstica, principalmente, em regiões que apresentam baixo desenvolvimento e com problemas relacionados ao tratamento de água e limitação de implantação de culturas agrícolas (PEREIRA et al., 2011).

Segundo Gallão et al. (2006), quando se compara o uso das sementes de moringa trituradas no tratamento de água, em substituição ao sulfato de alumínio, estas apresentam as vantagens de não alterarem significativamente o pH da água e não causarem problemas de corrosão em recipientes após o tratamento (GASSENSCHMIDT et al., 1995).

Como se sabe o tratamento de água envolve várias etapas: a captação, a floculação, a decantação, a filtração, a desinfecção, a alcalinação, a fluoretação e por último a distribuição para a população. O sulfato de alumínio  $[Al_2(SO_4)_3]$  constitui o floculante/coagulante mais

utilizado e difundido mundialmente nas Estações de Tratamento de Água para a remoção de partículas suspensas e, conseqüentemente, remoção da turbidez da água para o consumo humano. Contudo, estudos demonstram que seu uso pode estar associado com o desenvolvimento de neuropatologias e contaminação ao meio ambiente, além de proporcionar um custo relativamente elevado no processo de tratamento da água (ARANTES et al., 2012).

Dentro dos diferentes potenciais da moringa, o mais promissor parece ser a função de coagulante primário. A cientista alemã Dra. Samia Al Azharia Jahn, testou e confirmou a presença de coagulantes muito eficientes. Essas sementes são usadas por mulheres das comunidades rurais para tratar a alta turbidez do Rio Nilo. Foi observada redução de 80 – 99,5% da turbidez e paralelamente uma redução de 90 – 99,9% de bactérias (MUYIBI & EVISION, 1994). De acordo com Jahn (1998), a tentativa de isolar o produto coagulante presente nas sementes identificou 6 polipeptídios na *Moringa oleifera* de peso molecular entre 6 e 16.000 dáltons. Os aminoácidos detectados foram majoritariamente o ácido glutâmico, a prolina, a metionina e a arginina. Mas o mecanismo de coagulação pelos polipeptídios é ainda desconhecido.

As sementes da *Moringa oleifera* contém quantidades significativas de proteínas solúveis com carga positiva. Quando o pó das sementes é adicionado à água turva, as proteínas liberam cargas positivas atraindo as partículas carregadas negativamente, como barro, argila, bactérias, e outras partículas tóxicas presentes na água. O processo de floculação ocorre quando as proteínas se ligam com as cargas negativas formando flocos, agregando as partículas presentes na água. A moringa pode clarificar não somente águas com alta turbidez, mas também com média ou baixa turbidez (SCHWARZ, 1996).

Segundo Schwarz (1996), o tempo necessário para a coagulação depende do nível de turbidez da água. Assim como todos os coagulantes, a eficiência das sementes pode variar de uma água para outra. Estudos vêm sendo realizados para determinar riscos potenciais relacionados ao uso das sementes da *Moringa oleifera* no tratamento das águas. Até o momento nenhuma evidência foi encontrada de que as sementes possam causar efeitos secundários nos seres humanos, especialmente com as baixas doses necessárias para o tratamento da água.

Diversas pesquisas relatam resultados positivos com o uso de moringa na clarificação de águas, porém não existe um consenso sobre qual estrutura da semente deve ser utilizada, bem como por quanto tempo deve ser a clarificação.

Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar as diversas estruturas da semente de moringa quanto a sua eficiência no processo de sedimentação de água e em diversos tempos de contato.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

As vagens maduras de moringa contendo as sementes foram colhidas de árvores localizadas no campus da Universidade Brasil, em Fernandópolis/SP, em outubro/novembro de 2019.

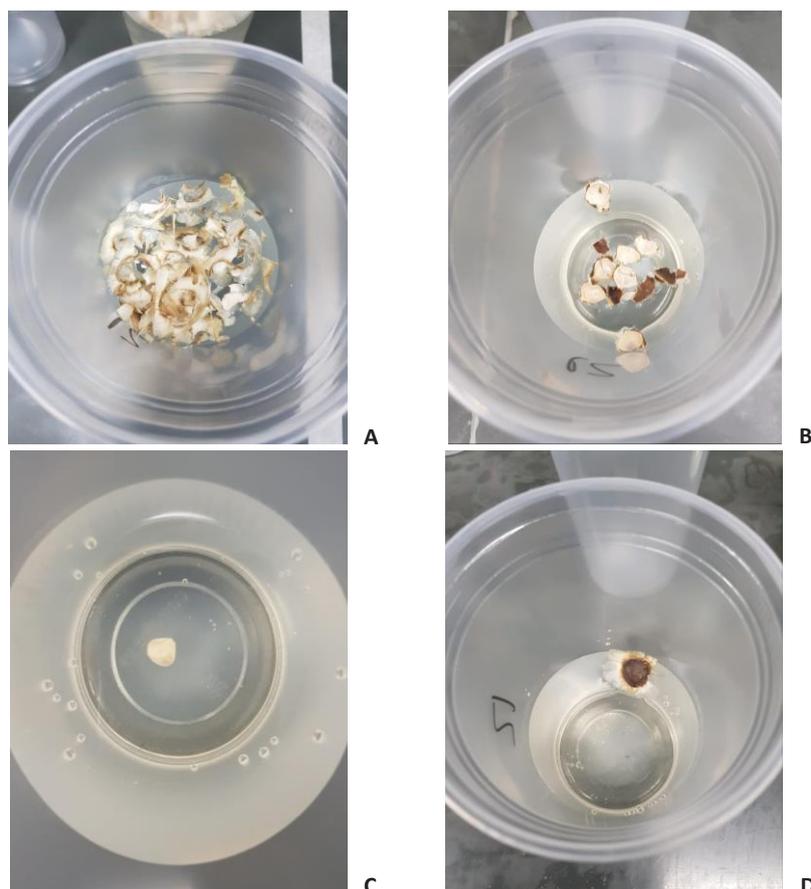
Segundo Jahn (1998), as sementes devem ser usadas logo que retiradas das árvores, porque elas perdem a eficiência com o passar do tempo, ou seja, não podem ser estocadas.

Os testes foram realizados no período de novembro a dezembro de 2019 no Laboratório de Química da Universidade Brasil em Fernandópolis/SP, empregando-se água captada no córrego Santa Rita na região urbana da cidade.

Logo após a captação, a água foi avaliada quanto a sua turbidez, potencial hidrogênio (pH) e condutividade elétrica, com os equipamentos turbidímetro, peagâmetro e condutivímetro, respectivamente, todos da marca MS-Tecnopon, utilizando-se quatro repetições.

Inicialmente, as vagens foram abertas, as sementes selecionadas e as estruturas separadas manualmente, ou seja, as alas, os tegumentos, as sementes descascadas e as sementes inteiras (Figura 2).

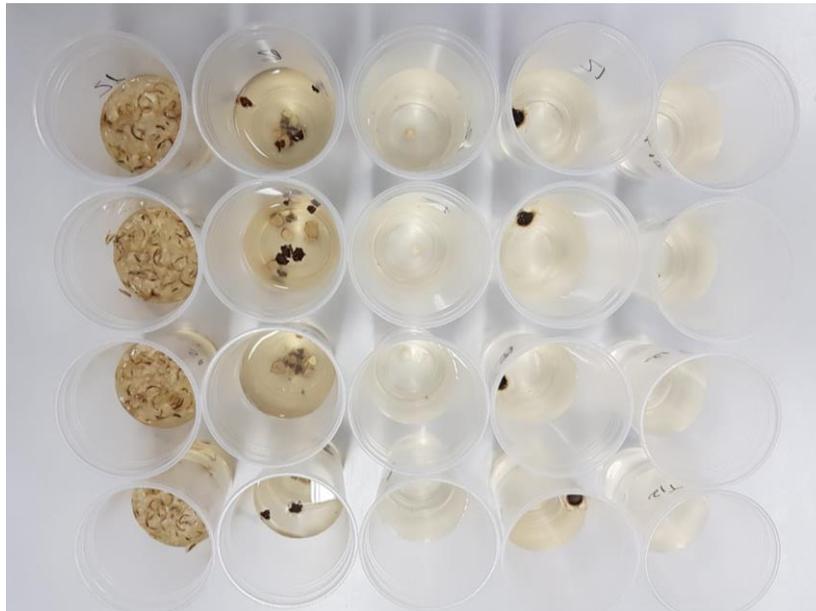
**Figura 2: (A) alas, (B) tegumentos, (C) semente descascada e (D) semente inteira de moringa com a água no processo de sedimentação. Fernandópolis/SP, 2019.**



Fonte: os autores

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 6, com quatro repetições, ou seja, as quatro estruturas das sementes e em seis tempos de sedimentação (1, 2, 4, 6, 12 e 24 horas), totalizando 96 parcelas experimentais (Figura 3).

Figura 3: Tratamentos efetuados empregando-se apenas alas, apenas tegumentos, sementes descascadas e sementes inteiras para a sedimentação da água, Fernandópolis/SP, 2019.

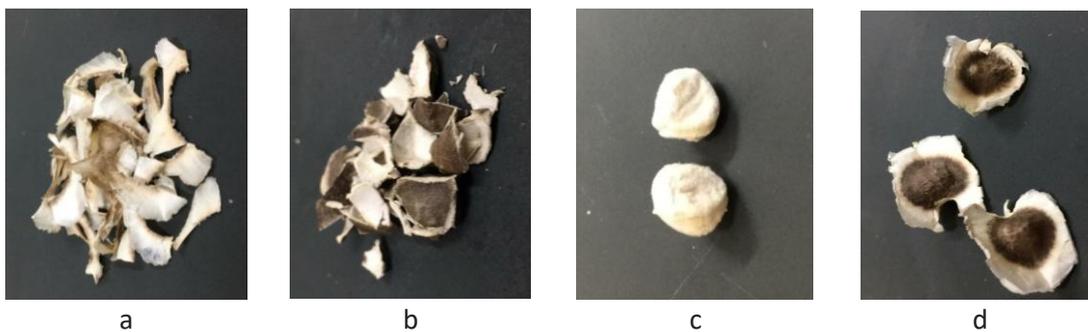


Fonte: os autores

Em cada situação foram determinadas a turbidez, o pH e a condutividade elétrica da solução. Todos os testes foram efetuados em copos plásticos contendo 0,2 g da estrutura a ser avaliada em 200 mL de água, ou seja, 1 g/L.

As estruturas (Figura 4) foram pesadas em balanças analíticas e a dose utilizada (1 g/L) foi a recomendada em outros trabalhos da literatura.

Figura 4. Estruturas das sementes de moringa avaliadas no experimento: (a) alas, (b) tegumentos, (c) sementes descascadas e (e) sementes inteiras.



Fonte: os autores

Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias das estruturas das sementes avaliadas pelo teste de Tukey a 5 %, e os tempos de sedimentação por regressão polinomial, ambas realizadas por meio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

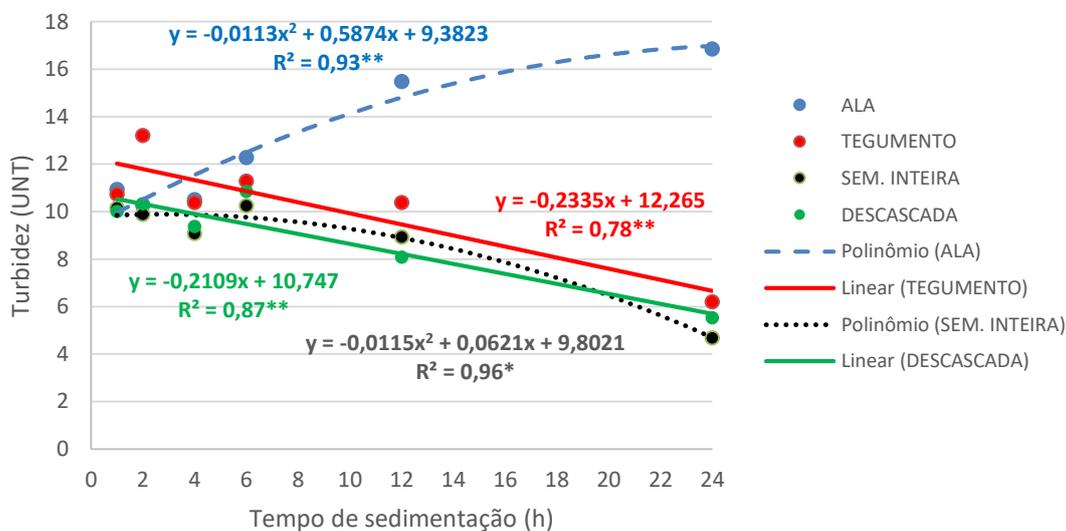
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores da turbidez, pH e condutividade elétrica da água coletada no córrego Santa Rita em Fernandópolis/SP foram 11,1 UNT, 7,1 e 304,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

A *Moringa oleifera* atua como um coagulante natural. A coagulação forma flocos com densidade superior à da água, os quais ficarão depositados no fundo do copo. Essa age como um decantador, onde separa sólidos em suspensão na água a ser tratada. Turbidez é um parâmetro no controle da qualidade da água, a qual mede a quantidade de partículas em suspensão no líquido e esse valor é expresso em Unidade Nefelométrica de Turbidez (UNT).

O uso da ala da semente de moringa não foi eficiente para reduzir a turbidez da água, acabando por elevar os seus valores. Já as demais estruturas foram capazes de reduzir a turbidez, sendo as sementes descascada e as inteiras, as mais eficientes (Figura 5). A água logo após a coleta apresentava uma turbidez de 11,1 UNT e decorridas 24 h em contato com as sementes inteiras, foi reduzida para 4,7 UNT, com a semente descascada decaiu para 5,5 UNT, com a casca para 6,2 UNT e apresentou uma elevação com as alas, atingindo 16,8 UNT.

Figura 5: Valores da turbidez da água de acordo com a estrutura da semente de moringa e o tempo de sedimentação, Fernandópolis/SP, 2019.



Fonte: os autores

A partir dos valores encontrados, é possível notar que a semente de *Moringa oleifera* apresenta bons resultados no processo de coagulação dos sólidos, sendo observado que o tratamento realizado por 24 h foi mais eficiente que os demais na purificação da água. O menor valor de turbidez obtido foi de 4,7 UNT com o uso de sementes inteiras por 24 h, sendo o valor máximo permitido para considerar a água como potável de 5,0 UNT (SABESP, 2016). Para a realização do experimento utilizou-se 1 semente inteira para aproximadamente 200 mL de água, o que fortalece a ideia de baixo custo no tratamento, visto que a planta pode ser cultivada em diversas regiões brasileiras.

Assim, pelos resultados obtidos, sementes inteiras de moringa poderiam ser utilizadas para a clarificação de água na região de Fernandópolis, tornando-a apta para consumo humano. No entanto, a análise na qual verifica-se a quantidade de coliformes fecais e totais não foi realizada. De acordo com Pinto e Hermes (2006), quanto maior a turbidez da água bruta, mais rápida é a eficiência das sementes da *Moringa oleifera* no processo de coagulação/floculação. E quanto mais turva a água, maior é a quantidade de sementes necessárias, o que concorda com os dados obtidos neste trabalho, visto que a água bruta não apresentava elevada turbidez, assim, a melhor resposta foi com o maior tempo, além da pequena quantidade de semente empregada. Segundo The Miracle Tree. 02. (2003) citado por Pinto e Hermes (2006), devemos remover as alas das sementes da moringa e, somente utilizar as sementes cujos cotilédones não apresentam

óbvios sinais de descoloração e/ou extrema dessecação. O tempo de floculação depende do nível de turbidez da água, e quanto menor a turbidez, maior é o tempo de espera. Não se deve esperar muito tempo para separar a água clarificada do sedimento, pois o efeito da moringa pode passar e a água voltar a ficar suja.

Nas comunidades rurais do semi-árido brasileiro, os moradores geralmente consomem a água bruta, com contaminação microbiológica e turbidez muito acima dos “limites aceitáveis”. Isso porque além das comunidades se localizarem de forma difusa e distantes de rios e poços o tratamento das águas dos rios através de métodos convencionais como floculação, coagulação e sedimentação são inacessíveis, devido ao alto custo e a inviabilidade para obtenção dos reagentes químicos, como o sulfato de alumínio. Assim, a possibilidade de utilizar um coagulante natural, produzido no local e com baixo custo representa um grande potencial na luta contra os problemas ligados ao consumo de água não potável.

Quanto aos valores da condutividade elétrica (CE), não houve interferência do tempo de sedimentação para cada estrutura da semente avaliada. Apenas a ala, em cada tempo de sedimentação, foi inferior as demais estruturas, ocasionando aumentos nos valores da CE (Tabela 1). Logo após a coleta, a água apresentava valores de 304,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e após 24 h de sedimentação, as sementes descascadas atingiram 307,10  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , não havendo, portanto, nenhum tratamento capaz de reduzir os valores da CE, não confirmando a capacidade coagulante da moringa relatada por Lima (2015).

A condutividade elétrica da água indica a sua capacidade de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas, que se dissociam em ânions e cátions. Quanto maior a concentração iônica da solução, maior é a oportunidade para a ação eletrolítica e, portanto, maior a capacidade em conduzir corrente elétrica. Muito embora não se possa esperar uma relação direta entre condutividade e concentração de sólidos totais dissolvidos, já que as águas naturais não são soluções simples, tal correlação é possível para águas de determinadas regiões onde exista a predominância bem definida de um determinado íon em solução. Enquanto as águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar a 1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (BRASIL, 2014).

**Tabela 1: Valores da condutividade elétrica da água de acordo com a estrutura da semente de moringa e o tempo de sedimentação. Fernandópolis/SP, 2019.**

Estrutura da semente	Tempo de sedimentação					
	1h	2h	4h	6h	12h	24h
descascada	301,25 a	306,87 a	307,05 a	309,55 a	303,70 a	307,10 a
tegumento	308,35 a	312,25 a	310,52 a	312,52 a	308,87 a	313,32 a
inteira	326,10 b	309,82 a	312,32 a	315,52 a	314,90 a	320,45 a
ala	320,35 b	342,35 b	332,57 b	330,35 b	343,70 b	341,67 b

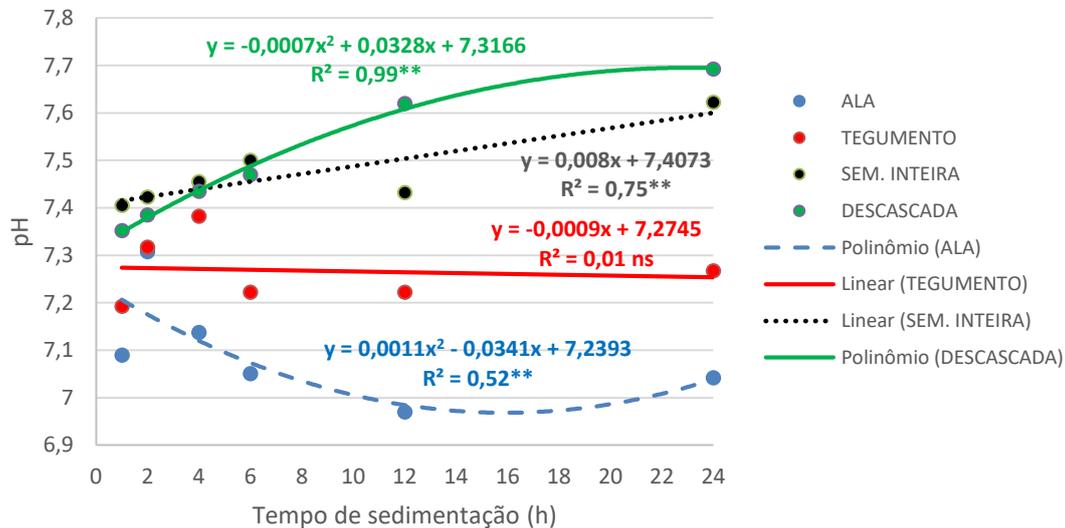
Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%.

Fonte: os autores

Os valores do pH praticamente não sofreram alteração com o uso das alas e dos tegumentos nos diversos tempos de sedimentação. Já a semente inteira e a descascada ocasionaram acréscimos no pH após 24 h de sedimentação (Figura 6). No início do experimento a água bruta apresentava um pH de 7,1 e após 24h em contato com sementes inteiras este valor subiu para 7,6 e para 7,7 no caso de sementes descascadas.

De acordo com Schwarz (1996), a eficiência da moringa no tratamento não depende do pH da água bruta e o processo não modifica o pH da água, além de não alterar o sabor da água, a não ser que seja adicionada uma dose muito alta.

Figura 6: Valores do pH da água de acordo com a estrutura da semente de moringa e o tempo de sedimentação, Fernandópolis/SP, 2019.



Fonte: os autores

Segundo Rangel (2003), em um projeto piloto para tratamento de água em Malawi, na África, foi constatado que enquanto o alumínio é eficiente como coagulante apenas em uma faixa restrita de níveis de pH da água a ser tratada, as sementes de moringa atuam independentemente do pH, constituindo-se em uma vantagem a mais em países em desenvolvimento, onde normalmente não é possível controlar efetivamente o pH antes da coagulação. Tais sementes podem ser usadas no tratamento de água, abrindo possibilidades que asseguram que as comunidades rurais possam ter água saudável e limpa para o uso doméstico.

O intervalo de pH para águas de abastecimento é estabelecido pela Portaria MS n.º 2914/2011 entre 6,5 e 9,5. Este parâmetro objetiva minimizar os problemas de incrustação e corrosão das redes de distribuição. O pH representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do meio líquido, por meio da medição da presença de íons hidrogênio (H+). É calculado em escala antilogarítmica, abrangendo a faixa de 0 a 14 (inferior a 7: condições ácidas; superior a 7: condições alcalinas). O valor do pH influi na distribuição das formas livre e ionizada de diversos compostos químicos, além de contribuir para um maior ou menor grau de solubilidade das substâncias e de definir o potencial de toxicidade de vários elementos. As alterações de pH podem ter origem natural (dissolução de rochas, fotossíntese) ou antropogênica (despejos domésticos e industriais). Em águas de abastecimento, baixos valores de pH podem contribuir para sua corrosividade e agressividade, enquanto valores elevados aumentam a possibilidade de incrustações. Para a adequada manutenção da vida aquática, o pH deve situar-se, geralmente, na faixa de 6 a 9 (BRASIL, 2014).

## 4 CONCLUSÃO

Pelos resultados obtidos, pode-se concluir que o uso de sementes inteiras de *Moringa oleifera* por 24 horas de sedimentação reduziu a turbidez da água até valores considerados como água

potável, porém ainda não se pode afirmar que a água é própria para consumo humano, pois é necessária uma análise mais criteriosa quanto a presença de coliformes fecais e totais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Água mata mais que guerras**. 2019. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/agua-mata-mais-que-guerras.2019-03-14.4420526934>. Acesso em: 10 mai. 2020.
- ANWAR, F.; LATIF, S.; ASHRAF, M.; GILANI, A. H. *Moringa oleifera*: A food plant with multiple medicinal uses. **Phytotherapy Research**, v.21, p.17-25, 2007.
- ARANTES, C. C.; TULIO, A. P.; RIBEIRO, T. A. P.; PATERNIANI, J. E. S. Processamento de sementes de *Moringa oleifera* utilizando-se diferentes equipamentos para obtenção de solução coagulante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.6, p.661–666, 2012.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS** / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014. 112 p.
- DELDUQUE, M. *Moringa*. **Revista Globo Rural**, maio 2000, p. 89-91.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., São Carlos, 2000. **Anais...** São Carlos, Universidade Federal de São Carlos, 2000. p.255-258.
- FERREIRA, P. M. P.; FARIAS, D. F.; OLIVEIRA, J.; CARVALHO, A. F. U. *Moringa oleifera*: compostos bioativos e potencialidade nutricional. **Revista de Nutrição**, 21, 431-437, 2008.
- GALLÃO, M. I.; LEANDRO, F. D.; BRITO, E. S. Avaliação química e estrutural da semente de moringa. **Revista Ciências Agrárias**, v.37, n.1, p.106-109, 2006.
- GASSENSCHMIDT, U.; JANY, K.D.; TAUSCHER, B.; NIEBERGALL, H. Isolation and characterization of a flocculating protein from *Moringa oleifera* Lam. **Biochemistry Biophysical Acta**, v.13, p.477-481, 1995.
- GUALBERTO, A. F.; FERRARI, G. M.; ABREU, K. M. P.; LIMA PRETO, B.; FERRARI, J. L. Características, propriedades e potencialidades da moringa (*Moringa oleifera* Lam.): Aspectos agroecológicos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, p.19-25, 2015.
- HSU, R.; MIDCAP, S.; LUCIENNE DE WITTE, A. L. *Moringa oleifera*, medicinal and socio-economic uses. **International Journal on Economic Botany**. v.1, p.1-25, 2006.
- JAHN, S. A. A. Using moringa seeds as coagulant in developing countries. **Journal of the American Water Works Association**, v.6, p. 43-50, 1998.
- LIMA, N. M. **Aplicação da *Moringa oleifera* no tratamento de água com turbidez**. Dissertação (Mestrado), Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2015. 57 p.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. **Plantas medicinais no Brasil – Nativas e exóticas cultivadas**. Nova Odessa, Instituto Plantarum, p.346-347, 2002.
- MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the *Moringa oleifera* tree. **The Journal of Agricultural Science**, v. 128, p. 311-322, 1997.
- MARINHO, J. B. M.; ARRUDA, A. M. V.; FERNANDES, R. T. V.; MELO, A. S.; SOUZA, R. F.; SANTOS, L. O. G.; FIGUEIRÊDO, L. C.; FERNANDES, R. T. V.; MESQUITA, A. C. N. Uso da moringa na alimentação animal e humana: Revisão. **PUBVET**, Londrina, v. 10, n. 8, p. 619-627, 2016.
- MBIKAY, M. Therapeutic potential of *Moringa oleifera* leaves in chronic hyperglycemia and dyslipidemia: a review. **Frontiers in Pharmacology**, v. 3, p.1-12, 2012.

MOYO, B.; MASIKA, P. J.; HUGO, A.; MUCHENJE, V. Nutritional characterization of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, p. 12925-12933, 2013.

MUYIBI, S. A.; EIVSON, L. M. **Moringa oleifera seeds for softening hardwater**. Newcastle: University of Newcastle upon Tyne, 1994.

OLIVEIRA FILHO, D. B.; FRANÇA, F. R. M.; SANTA'ANA, M. C. S.; SANTANA, M. F. S.; LEIE, N. S.; GAMA, G. J.; SILVA, G. F. Utilização de aditivos naturais a partir da *Moringa oleifera* Lam. para o melhoramento da estabilidade oxidativa do biodiesel. **Revista GEINTEC**, v.2, n.5, p.490-504, 2012.

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

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS -ONU. **4,5 bilhões de pessoas não dispõem de saneamento seguro no mundo**. 2017. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/onu-45-bilhoes-de-pessoas-nao-dispoem-de-saneamento-seguro-no-mundo/>. Acesso em: 10 mai. 2020.

PEREIRA, D. F.; ARAÚJO, N. A.; SANTOS, T. M.; SANTANA, C. R.; SILVA, G. F. Aproveitamento da torta da *Moringa oleifera* Lam. para tratamento de água produzida. **Exacta**, v. 9, n. 3, p. 323-331, 2011.

PIMENTEL, M. **Benefícios da semente de moringa para a saúde**. 2019. Disponível em: <https://alimentos.com.br/beneficios-da-semente-de-moringa-para-a-saude/>. Acesso em: 4 de novembro de 2019.

PINTO, N. O.; HERMES, L. C. **Sistema Simplificado para Melhoria da Qualidade da Água Consumida nas Comunidades Rurais do Semi-Árido do Brasil**. Documento 55. Jaguariúna: Embrapa, 2006.

SABESP. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=40>. Acesso em: 4 de novembro de 2019.

SCHWARZ, D. **Water clarification using Moringa oleifera**. Berlin: Gate Information Service, 1996.