

EFICIÊNCIA DE SEMENTES DE *MORINGA OLEÍFERA* E TEMPOS DE DECANTAÇÃO NO TRATAMENTO DE ÁGUAS

LEONARDO TRINDADE FERREIRA¹; VIVIANE CRISTINA SANTANA DE FRANÇA²; ELISÂNGELA MARIA RODRIGUES ROCHA³; SAMARA TEIXEIRA PEREIRA⁴ E ALBANISE BARBOSA MARINHO⁵

¹ Depto. de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal da Paraíba, Cidade Universitária, S/N, Castelo Branco, CEP: 58051-900, João Pessoa, Paraíba, Brasil. ORCID: 0009-0000-2795-2982. E-mail: leonardotrindadef@gmail.com.

² Depto. de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal da Paraíba, Cidade Universitária, S/N, Castelo Branco, CEP: 58051-900, João Pessoa, Paraíba, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-7012-6414>. E-mail: vcsf@academico.ufpb.br.

³ Depto. de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal da Paraíba, Cidade Universitária, S/N, Castelo Branco, CEP: 58051-900, João Pessoa, Paraíba, Brasil. ORCID: 0000-0001-7024-6979. E-mail: elis@ct.ufpb.br.

⁴ Depto. de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal da Paraíba, Cidade Universitária, S/N, Castelo Branco, CEP: 58051-900, João Pessoa, Paraíba, Brasil. ORCID: 0000-0002-3867-2983. E-mail: samaraeng.amb2@gmail.com.

⁵ Depto. de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal da Paraíba, Cidade Universitária, S/N, Castelo Branco, CEP: 58051-900, João Pessoa, Paraíba, Brasil. ORCID: 0000-0002-8006-2011. E-mail: albanisebmarinho@gmail.com.

RESUMO: A escassez hídrica é um fenômeno que provoca diversas consequências socioambientais no Brasil e no mundo, tornando-se necessário o desenvolvimento de tecnologias que promovam cada vez mais a acessibilidade à água de forma segura e eficaz. Estudos demonstram que a semente de *Moringa oleífera* (MO) possui propriedades de coagulação. Desta forma, o presente trabalho teve o intuito de avaliar a eficiência da semente de MO como coagulante natural no tratamento de água coletada em um pequeno reservatório no município de Queimadas, Paraíba, Brasil. As sementes de MO foram descascadas, secas em estufa, trituradas e aplicadas na amostra de água, que foi submetida a 2 e 48 horas de sedimentação. De maneira a facilitar a aplicação da metodologia em campo, utilizou-se o coagulante natural em tratamentos variando de 20 a 100 sementes por 500 mL de amostra. Como forma de avaliar o desempenho e eficiência do coagulante, a análise de qualidade da água foi feita por meio dos seguintes parâmetros físico-químicos: turbidez, cor aparente (CA), pH e condutividade elétrica (CE). Os resultados indicaram reduções de 88,25% e 70% de turbidez e CA, respectivamente, e os demais parâmetros se mantiveram dentro dos intervalos sugeridos pela literatura.

Palavras-chaves: coagulação, coagulante natural, escassez hídrica.

EFFICIENCY OF *MORINGA OLEÍFERA* SEEDS AND SETTLING TIME IN WATER TREATMENT

ABSTRACT: Water scarcity is a phenomenon that causes many socioenvironmental issues in Brazil and worldwide. Access to safe and efficient water resources through the development of technologies is needed. Studies have shown that *Moringa oleifera* seeds (MOs) have coagulation properties. Therefore, the present study aims to analyze the efficiency of MO seeds as a natural coagulant in the treatment of water from a small reservoir in the city of Queimadas, state of Paraíba, Brazil. MO seeds were deshelled, oven dried, powdered and applied to the water sample, which was then subjected to 2 and 48 hours of settling. To make this methodology easier to apply during field activities, a natural coagulant was used in the range of 20--100 seeds per 500 mL of water sample. To verify the performance and efficiency of the coagulant, water quality analysis was performed via the following physical-chemical parameters: turbidity, apparent color (AC), pH, and electrical conductivity (EC). The results revealed reductions of 88.25% and 70% in turbidity and AC, respectively, with the remaining parameters remaining within the suggested ranges in the literature.

Keywords: coagulation, natural coagulant, water scarcity.

Recebido em 03/12/2024 e aprovado para publicação em 12/12/2024

DOI: <http://dx.doi.org/10.17224/EnergAgrim.2024v39p87-93>

1 INTRODUÇÃO

Os processos de coagulação e floculação constituem etapas importantes para as técnicas de tratamento de água, visto que a eficácia de subsequentes processos está subordinada à efetividade desses dois procedimentos (Richter, 2009).

A *Moringa oleífera* é uma árvore com cultivo beneficiado em regiões do tipo secas e úmidas, além de frutificar em solos com deficiência em nutrientes. A presença de proteínas catiônicas na composição das sementes desta árvore atribui características coagulantes a espécie, fator responsável por colaborar na redução de turbidez e cor durante os processos de tratamento de água (Oliveira *et al.*, 2018).

Diante do exposto, o presente trabalho teve o intuito de avaliar a eficiência da semente de *Moringa oleífera* como coagulante natural no tratamento de água coletada em um pequeno reservatório no município de Queimadas, Paraíba. Para este propósito, foram feitas análises de qualidade da água por meio de parâmetros físico-químicos para a obtenção de um panorama da funcionalidade e influência do coagulante natural no processo de tratamento de água, além da aplicação de testes de variância para constatar sua significância.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Com o objetivo de facilitar a aplicação da metodologia em campo, o coagulante natural foi quantificado em número de sementes por volume de água coletada. Isto posto, métodos convencionais com proporções baseadas na massa das sementes também foram evitados por requererem um repertório técnico e tecnológico avançado.

A pesquisa foi instalada no delineamento experimental em blocos ao acaso, no esquema de parcela subdividida com dois tratamentos na parcela, correspondentes ao tempo de decantação após a aplicação do coagulante natural (2 e 48 horas) e seis tratamentos na subparcela, referentes às seis proporções de sementes de *MO* (0, 20, 40, 60,

80 e 100 sementes/500 mL de amostra). Os testes foram conduzidos em três repetições.

A análise estatística dos dados foi fundamentada em análises de variância (ANOVA), com teste F em níveis de probabilidade de 1 e 5% e as médias foram analisadas pelo teste de Tukey. O estudo estatístico dos resultados obtidos foi desenvolvido por meio dos *softwares* Assistat 7.7 (Silva; Azevedo, 2016) e Excel.

A coleta da amostra de água foi feita em um pequeno reservatório abrigado na comunidade rural do Sítio Soares, no município de Queimadas, Paraíba, com coordenadas geográficas de 7°27'11 S para a latitude e 35° 52'58 W de longitude. A etapa experimental deste trabalho foi executada no Laboratório de Saneamento Ambiental (LABSAM) da Universidade Federal da Paraíba durante o primeiro semestre de 2022, período de verão.

Preliminarmente à aplicação do tratamento alternativo foram feitas análises físico-químicas da amostra em estado bruto. Os parâmetros selecionados para a análise da qualidade da água foram turbidez, cor aparente (CA), pH e condutividade elétrica (CE), escolhidos com base em materiais publicados por Almeida (2010) e pela Portaria GM/MS Nº 888/2021 (Brasil, 2021).

A escolha dos tempos de decantação (2 e 48 horas) foi baseada em estudos de Muniz, Duarte e Oliveira (2015), em que observaram elevadas reduções da turbidez em 60, 90 e 120 minutos de sedimentação ao tratarem águas de diferentes níveis de turbidez com sementes de *Moringa oleífera*.

As sementes de *Moringa oleífera* foram coletadas no estado do Ceará no mês de janeiro de 2022, secas à sombra e transportadas em garrafas do tipo PET vedadas com fita adesiva convencional. Para a aplicação em testes laboratoriais, foi feita a contagem e extração da polpa da semente de *MO*, descascamento e secagem em estufa à temperatura aproximada de 70°C por 30 minutos. Na sequência, cada proporção foi triturada em um liquidificador doméstico para a obtenção de um pó uniforme, pesada em balança analítica (Tabela 1) e despejada na amostra.

Tabela 1. Massa média das sementes de *MO* e desvio padrão (DP)

Nº de sementes	20	40	60	80	100
Massa ± DP (g)	4,26 ± 0,34	8,63 ± 0,81	12,68 ± 1,58	17,43 ± 1,67	20,03 ± 1,98

Fonte: Autoria própria (2023).

O material foi misturado eletronicamente por meio de *Jar Test*. A partir de metodologias propostas por Richter (2009), a rotação da agitação rápida variou entre 128 a 136 rpm e a lenta, 66 a 72 rpm. As agitações rápida e lenta tiveram duração de 2 e 15 minutos, respectivamente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância demonstra que a turbidez, o pH e a condutividade elétrica (CE)

foram influenciados pelo tempo de decantação (TD) e pelo número de sementes (NS) e pela interação entre os dois fatores em nível de significância de 1% de probabilidade (Tabela 2). A cor aparente (CA) foi influenciada pelo tempo de decantação (TD) e pelo número de sementes (NS) em nível de significância de 5% de probabilidade. A interação entre o tempo de decantação (TD) e o número de sementes (NS) não influenciou significativamente apenas a cor aparente.

Tabela 2. Resumo das análises de variância dos parâmetros físico-químicos da água coletada no município de Queimadas, Paraíba e tratada com sementes de *Moringa oleífera*.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		Turbidez (UNT)	CA (UC)	pH	CE (dS/m)
Tempo de decantação (TD)	1	50648,75**	65025,00*	15,445**	1,3310**
Resíduo (A)	4	148,64	3755,56	0,002	0,0005
N. sementes (NS)	5	12340,97**	88029,44**	1,195**	1,0232**
Int. TD x NS	5	6248,82**	6051,67 ^{ns}	1,085**	0,0576**
Resíduo (B)	20	687,68	2728,89	0,008	0,0018
Total	35	-	-	-	-
CV (A) (%)	-	11,43	20,68	0,75	2,87
CV (B) (%)	-	24,58	17,63	1,61	5,58

**significativo a 1%; *significativo a 5% pelo teste F; ^{ns} - não significativo pelo teste F. GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação.

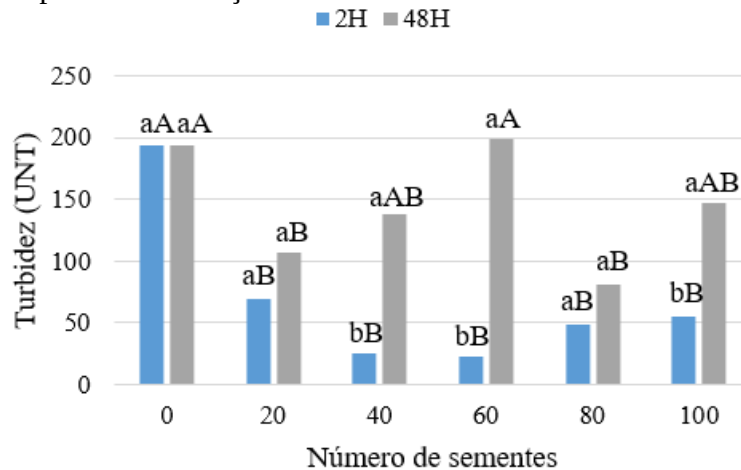
Fonte: Autoria própria (2023).

Na Figura 1 encontra-se o gráfico que demonstra o resultado do teste de médias da turbidez das amostras após a aplicação dos tratamentos. Para o intervalo entre 20 e 60 sementes de *MO*, em 2 horas de decantação,

percebe-se uma tendência de redução do parâmetro com o aumento do número de sementes de *MO* por 500 mL de amostra. Após 48 horas de decantação, observa-se um aumento de turbidez para todas as proporções

de sementes de *MO* em comparação aos resultados apresentados após 2 horas de decantação.

Figura 1. Resultado do teste de médias para a turbidez da água em função do número de sementes de *MO* e tempos de decantação.



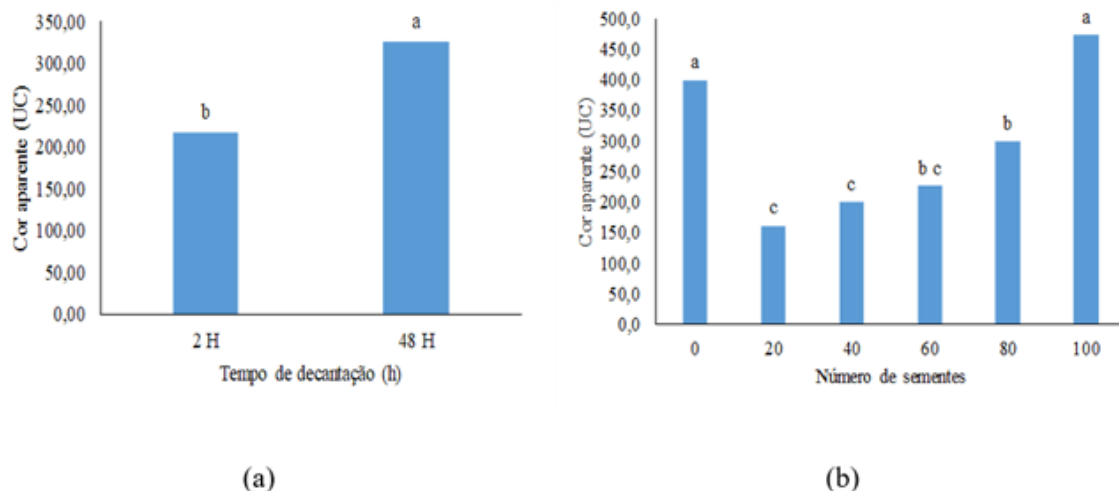
*As médias seguidas pela mesma letra maiúscula (número de sementes) não diferem estatisticamente entre si. As médias seguidas pela mesma letra minúscula (tempo de decantação) não diferem estatisticamente entre si.

Fonte: Autoria própria (2023).

A Figura 2 ilustra menores índices de redução da cor aparente (CA) conforme a proporção de sementes de *Moringa oleífera* e tempo de decantação aumentam. Percebe-se que, similarmente à turbidez, os resultados mais

eficientes para a redução da CA foram obtidos entre o intervalo de 20 e 60 sementes de *MO*, com 2 horas de decantação, que estatisticamente, não diferiram entre si.

Figura 2. Resultado do teste de médias para cor aparente da água em função do tempo de decantação (a) e número de sementes de *MO* (b).



Fonte: Autoria própria (2023).

A configuração mais eficiente em remoção de turbidez e cor aparente foi obtida ao utilizar 60 sementes de *Moringa oleífera* em pó, equivalente à proporção de 25,36 g/L, com 2 horas de decantação. A aplicação deste tratamento foi eficiente em reduzir a turbidez e

cor aparente em 88,25% e 70%, respectivamente.

Observa-se eficiência similar aos estudos de Souza *et al.* (2023), em que obtiveram 88,46% e 79,23% de remoção da turbidez e cor, respectivamente, ao tratarem

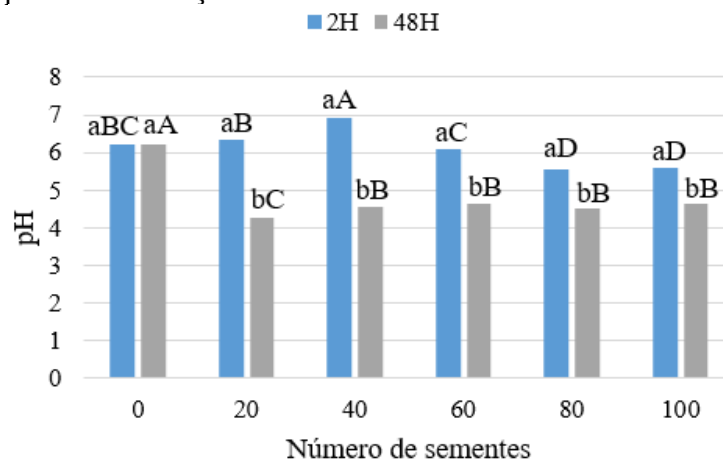
amostras de água coletada em um açude localizado no estado da Bahia com sementes de *MO* secas em estufa.

Verificou-se que as proporções de 20 e 60 sementes de *Moringa oleífera* provocaram alterações mínimas no pH da amostra após 2 horas de decantação (Figura 3). Ao estudarem diagramas de coagulação no tratamento com sementes de *MO*, Valverde *et al.* (2013) não observaram alterações significativas no pH da água.

O tratamento da água com as diferentes quantidades de sementes e tempos de decantação mantiveram o pH água abaixo de

7,0. No intervalo de 60 a 100 sementes de *MO*, percebe-se uma tendência de diminuição do pH e, após 48 horas de decantação, uma redução foi mais acentuada, em comparação à água bruta, com valor médio de 4,52, indicando acidez (Figura 3). O intervalo usual relatado por Almeida (2010) e Ayers e Westcot (1985) para águas destinadas à irrigação está entre 6,0 – 8,5 e 6,5 – 8,4, respectivamente. Os dados obtidos se mantiveram abaixo dos relatados pelos autores, com exceção tratamento realizado com 2 horas de decantação em até 60 sementes de *MO*.

Figura 3. Resultado do teste de médias para o pH da água em função do número de sementes de *MO* e tempos de decantação.



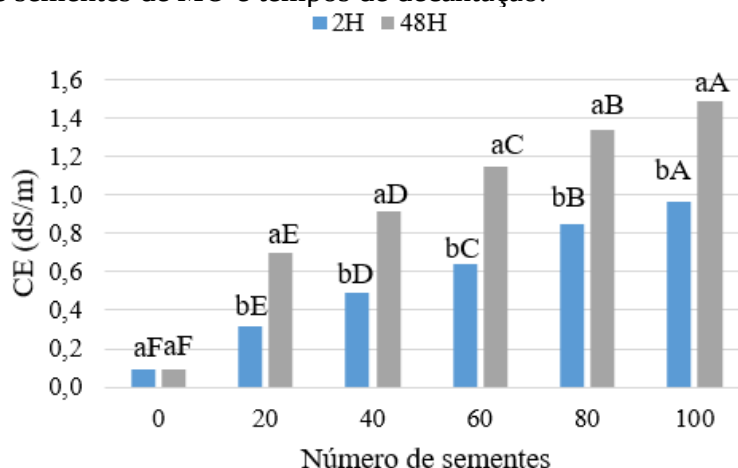
*As médias seguidas pela mesma letra maiúscula (número de sementes) não diferem estatisticamente entre si. As médias seguidas pela mesma letra minúscula (tempo de decantação) não diferem estatisticamente entre si.

Fonte: Autoria própria (2023).

O resultado do teste de médias da condutividade elétrica (CE) para as amostras coletadas está representado na Figura 4. Observa-se que a CE aumentou conforme o número de sementes de *Moringa oleífera* e tempo de decantação aumentaram. Após 48 horas de decantação, percebe-se um aumento significativo da CE em função do número de sementes de *MO*, com valores variando de 0,095 dS/m para 1,48 dS/m para a água bruta e a água tratada com 100 sementes de *MO*,

respectivamente. De acordo com Richards (1954), os valores indicados da condutividade elétrica para águas destinadas à irrigação devem ser inferior a $0,75 \text{ dS.m}^{-1}$. Neste trabalho, esses valores foram obtidos no tratamento realizado em 2 horas de decantação com até de 60 sementes de *MO* e em 48 horas de decantação, com 20 sementes de *MO*, apenas.

Figura 4. Resultado do teste de médias para a condutividade elétrica (CE) da água em função do número de sementes de MO e tempos de decantação.



*As médias seguidas pela mesma letra maiúscula (número de sementes) não diferem estatisticamente entre si. As médias seguidas pela mesma letra minúscula (tempo de decantação) não diferem estatisticamente entre si.

Fonte: Autoria própria (2023).

Os resultados obtidos são similares ao estudo publicado por Semanka, Seifu e Sekwati-Monang (2022), em que ao tratarem amostra de um poço localizado em Botsuana com sementes de *Moringa oleífera* em pó, verificaram que os valores de condutividade elétrica aumentou de acordo com o aumento da proporção de sementes de MO.

4 CONCLUSÕES

O uso da semente de *Moringa oleífera* apresentou eficiência no tratamento da água, além de reafirmar sua viabilidade por ser sustentável e de baixo custo. A maior eficiência do tratamento foi constatada com 2 horas de sedimentação e 60 sementes de *Moringa oleífera* em 500 mL de amostra de água coletada em um pequeno reservatório no município de Queimadas, Paraíba.

5 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, O. A. **Qualidade da água de irrigação**. 1. ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. Disponível em: https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/irrigacao/livros/QUALIDADE_DA_AGUA_DE_IRRIGACAO.pdf. Acesso em: 25 abr. 2022.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Water quality for agriculture**. Roma: Food and

Agriculture Organization of the United Nations, 1985.

BRASIL. **Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, na forma do Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2021. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html. Acesso em: 21 fev. 2022.

MUNIZ, G. L.; DUARTE, F. V.; OLIVEIRA, S. B. Uso de sementes de *Moringa oleífera* na remoção da turbidez de água para abastecimento. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 10, p. 454-463, 2015. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1439>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/QVhp6qcLknbc3kFt5bZKHhp/>. Acesso em: 17 fev. 2022.

OLIVEIRA, N. T.; NASCIMENTO, K. P.; GONÇALVES, B. O.; LIMA, F. C.; COSTA, A. L. N. Tratamento de água com *Moringa oleífera* como coagulante/floculante natural. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, Ariquemes, v. 9, n. 1, p. 373-382, 2018. DOI: <https://doi.org/10.31072/rcf.v9i1.539>.

Disponível em:

<https://revista.unifaema.edu.br/index.php/Revista-FAEMA/article/view/539>. Acesso: 20 abr. 2023.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils.**

Riverside: US Department of Agriculture, 1954.

RICHTER, C. A. **Água: métodos e tecnologia de tratamento.** São Paulo: Editora Blucher, 2009.

SEMANKA, T.; SEIFU, E.; SEKWATI-MONANG, B. Effects of *Moringa oleifera* seeds on the physicochemical properties and microbiological quality of borehole water from Botswana. **Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development**, Londres, v. 12, n. 9, p. 659-670, 2022. DOI:

<https://doi.org/10.2166/washdev.2022.100>.

Disponível em:

<https://iwaponline.com/washdev/article/12/9/659/90784/Effects-of-Moringa-oleifera-seeds-on-the>. Acesso em: 2 mai. 2023.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, Sapele, v.

11, n. 39, p. 3733-3740, 2016. DOI:

<https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11522>.

Disponível em:

<https://academicjournals.org/journal/AJAR/article-full-text-pdf/5E8596460818>. Acesso em: 30 mai. 2023.

SOUZA, S. S. M.; ABREU, R. O. R. L.; QUINTELA, M. P.; VALENTIM, A. C. S.; BARBOSA, F. S. Eficiência de sementes de *Moringa oleifera* lam sob condições de secagem e de armazenamento no tratamento da água. **Revista Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 21, p. e13038, 2023. DOI:

<https://doi.org/10.28998/rca.21.13038>.

Disponível em:

<https://www.seer.ufal.br/index.php/revistacienciaagricola/article/view/13038>. Acesso em: 22 mai. 2023.

VALVERDE, K. C.; MORAES, L. C. K.; BONGIOVANI, M. C.; CAMACHO, F. P. BERGAMASCO, R. Coagulation diagram using the *Moringa oleifera* Lam and the aluminium sulphate, aiming the removal of color and turbidity of water. **Acta Scientiarum. Technology**, Maringá, v. 35, n. 3, p. 485-489, 2013. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3032/303228846013.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2025.