



## EFICIÊNCIA DE SEMENTES DE *Moringa oleifera* Lam SOB CONDIÇÕES DE SECAGEM E DE ARMAZENAMENTO NO TRATAMENTO DA ÁGUA.

Sandra Selma Marques de Souza<sup>1\*</sup>, Raul Oliveira Reis Livio de Abreu<sup>1</sup>, Matheus Pires Quintela<sup>1</sup>, Alessandra Cristina Silva Valentim<sup>1</sup>, Flávia Silva Barbosa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - Rua Rui Barbosa, 710 - CEP 44380-000 – Bairro Centro, Cruz das Almas, BA.

\***Autor correspondente:** Sandra Selma Marques de Souza, [sandra.marques@hotmail.com.br](mailto:sandra.marques@hotmail.com.br)

**RESUMO:** A moringa é uma planta muito versátil, tendo várias aplicações, das quais as sementes são um poderoso clarificante, podendo ser utilizada no tratamento das águas que servem para o uso humano. Objetivou-se, neste trabalho, avaliar se o tipo da secagem e o tempo de armazenamento da semente de moringa influenciam no tratamento da água para consumo humano. Para avaliar a eficácia em relação às condições de armazenamento foram coletadas sementes dentro do Campus da UFRB e amostras de água em um açude. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 2 x 2, sendo cinco os períodos de armazenamento (0, 8, 9, 10 e 11 meses), duas condições da semente (semente com casca e semente sem casca) e duas forma de secagem do pó da semente (pó com secagem natural e pó seco em estufa). Os tratamentos foram avaliados em triplicata para os parâmetros turbidez, cor aparente e pH. Os dados foram comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade com programa estatístico R 3.4.2. Foi possível observar que as sementes de moringa com casca e secas em estufa proporcionaram redução considerável na turbidez da água durante os períodos de armazenamento testados, mantendo o pH dentro do que preconiza a Portaria GM/MS N° 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde. Para a remoção da cor as sementes secas em estufa foram mais eficientes até o oitavo mês de armazenamento.

**PALAVRAS CHAVE:** Ambiente; açude; turbidez; coagulante.

## SEED EFFICIENCY OF *Moringa oleifera* Lam UNDER DRYING AND STORAGE CONDITIONS IN WATER TREATMENT.

**ABSTRACT:** The moringa is a very versatile plant, having various applications, of which the seeds are a powerful clarifier, and can be used in the treatment of the waters that serve for human use. The objective was to evaluate whether the type of drying and the storage time of the moringa seed influence the treatment of water for human consumption. To evaluate the efficacy in relation to the storage conditions, seeds were collected inside the UFRB Campus and water samples were collected in a dam. The experimental design used was entirely casualized in a 5 x 2 x 2 factorial scheme, with five storage periods (0, 8, 9, 10 and 11 months), two seed conditions (seed with shell and seed without shell) and two drying forms of seed powder (powder with natural drying and oven dry powder). The treatments were evaluated in triplicate for the parameters turbidity, apparent color and pH. The data were compared by Tukey's test at the 5% probability level with statistical program R 3.4.2. It was observed that moringa seeds with bark and kiln droughts provided considerable reduction in water turbidity during the storage periods tested, keeping the pH within the scope of the Ministry of Health Order GM/MS N° 888 of 4 May 2021. For the removal of color, the dried seeds in greenhouses were more efficient up to the eighth month of storage.

**KEYWORDS:** Environment; threshold; turbidity; coagulant.

Aceito em 3 março, 2023.  
Publicado em abril, 2023.

## INTRODUÇÃO

A espécie, *Moringa oleifera* Lam. (Brassicales: Moringaceae), nativa da Índia, tem várias aplicações, sendo as sementes eficientes na redução da cor e turbidez da água (Ferreira et al., 2008; Santana et al., 2010).

A contaminação da água coloca em risco a saúde das populações que não tem acesso à água de boa qualidade. Neste contexto, os tratamentos alternativos e de baixo custo para obtenção de água potável para o consumo humano são fundamentais para melhoria da qualidade de vida destas populações. O uso das sementes de moringa, em diversos estudos, mostrou ser eficiente no tratamento da água, reduzindo de 80 a 98% os valores de turbidez e cor (Amaral et al., 2006; Nkurunziza et al., 2009; Arantes et al., 2012). O potencial de clarificação da água *in natura* também foi obtido por Silva et al. (2021), devido ao forte poder aglutinante na remoção de sólidos em suspensão com reduções significativas para os parâmetros físicos cor e turbidez.

As sementes de moringa são ricas em proteínas, com prevalência de 53% de globulinas e 44% albuminas, ambas de alto potencial coagulante (Baptista et al., 2017) que neutralizam cargas estabelecendo pontes entre partículas, formando flocos que decantam com o aumento de seu volume e ação da gravidade. Quando solubilizadas em água, agem como eficientes coagulantes, obtendo uma clarificação fácil, autossustentável e de baixo custo, pois contêm proteínas solúveis com carga positiva que atraem as partículas carregadas negativamente, como argila, clorofila e microorganismos (Paterniani; Mantovani; Sant'Anna, 2009; Camacho et al., 2017) de modo a promover redução notável na turbidez e contagem de coliformes, inibir *Salmonella typhi* e *Shigella dysenteriae* (Delelegn; Sahile; Husen, 2018; Vunain et al., 2019), *Staphylococcus aureus* (Ferreira et al., 2011), *Escherichia coli* (Bina et al., 2010; Landázuri et al., 2018) e fungos (Vunain et al., 2019).

Muitos autores recomendam a remoção das cascas das sementes da moringa para utilizá-las na coagulação/floculação, entretanto o descascamento manual é um processo pouco efetivo, visto que necessita de muito tempo para a sua realização (Bhatia; Othman; Ahmad, 2007; Muniz et al., 2015). Na literatura, a utilização das sementes de moringa recém-colhidas tem sido mais indicada para o tratamento da água por evitar a degradação de sua

proteína coagulante, entretanto, nem sempre essas sementes podem ser obtidas facilmente e, por isso, outros estudos investigaram algumas formas de conservação da semente para que seu uso tenha uma abrangência maior e mais efetiva (Katayon et al., 2006; Madrona et al., 2012).

Visando identificar tipo e tempo de armazenamento ideal para que sementes de moringa mantivessem a capacidade de remover turbidez da água, Katayon et al. (2006) armazenaram sementes em recipiente aberto sob temperatura ambiente, em recipiente fechado sob temperatura ambiente, em recipiente aberto em geladeira e em recipiente fechado em geladeira pelo período de 1, 3 e 5 meses e constataram que para todas as condições avaliadas o tempo de 1 mês apresentou o melhor desempenho em termos de remoção de turbidez.

Já o uso do pó da semente armazenada em refrigerador, Valverde et al. (2014) recomendam o prazo máximo de até sete dias para se obter efetiva coagulação/floculação de impurezas contidas na água uma vez que tal capacidade tende a diminuir com o tempo de armazenamento (Valverde et al., 2014).

Entende-se que as pesquisas feitas acerca do efeito do armazenamento das sementes de moringa e sobre a sua eficiência no tratamento da água são de grande relevância, mas não esgotam o assunto. Portanto, visando contribuir com a geração de informações sobre este tema, objetivou-se avaliar a influência da forma de secagem e tempo de armazenamento da semente de moringa no tratamento da água para consumo humano.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para realização do experimento foram utilizadas sementes de moringa colhidas nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril de 2017 e janeiro de 2018. Após coletadas, as sementes foram armazenadas em garrafas tipo PET e selecionadas para uso apenas as que apresentaram boa qualidade, sendo que as mesmas foram processadas e transformadas em pó antes de serem utilizadas no tratamento da água.

A água bruta utilizada para este estudo foi coletada em um açude localizado na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), campus Cruz das Almas e os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Qualidade da Água (LAQUA) da UFRB.

A determinação da concentração ideal da solução utilizada no tratamento da água do açude foi realizada a partir de um ensaio prévio onde foi diluído 4,9g do pó da semente de moringa com casca em 50 mL de água destilada submetida à agitação com agitador magnético, com objetivo de liberar o princípio ativo contido nas sementes. Após a mistura, todo o material foi filtrado em filtro de papel e colocado num balão volumétrico de 200 mL, sendo o volume aferido com a adição de água destilada, adaptado de Katayon et al. (2006) e Cardoso et al. (2008).

Logo após, essa suspensão reserva foi utilizada em ensaios de “Jar Test” para determinar a dosagem ótima de moringa, onde foram testadas em três bateladas as dosagens de 30, 20, 10 e 5 mL, obtendo-se como melhor dose a de 30 mL com base na menor turbidez, sendo essa a dose utilizada como referência para os ensaios de coagulação/floculação.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 2 x 2, sendo cinco os períodos de armazenamento (0, 8, 9, 10 e 11 meses), duas condições da semente (semente com casca e semente sem casca) e duas forma de secagem do pó da semente (pó com secagem natural e pó seco em estufa) e três repetições.

Para o pó da semente seco em estufa, a secagem da semente ocorreu em temperatura de  $35 \pm 3^\circ\text{C}$  pelo período de 12 horas e, posteriormente triturada e transformada em pó para uso. Para a secagem natural foram colocadas em bandejas plásticas de 3L e expostas ao sol, das 8 às 15h, sendo reviradas para garantir a uniformidade de secagem, as sementes foram processadas diretamente e transformadas em pó. A remoção da casca da semente para a utilização nos experimentos foi realizada no momento do preparo do pó.

Os ensaios de coagulação/floculação foram realizados em *Jar Test* Microcontrolado, modelo JT203.3, marca MILAN, com seis jarras com capacidade de 2 litros cada. As velocidades e tempos foram fixados de acordo com os dados da literatura em: 100 rpm (velocidade de mistura rápida), 3 minutos (tempo de mistura rápida), 15 rpm (velocidade de mistura lenta), 15 minutos (tempo de mistura lenta) e 60 minutos (tempo de sedimentação) (Madrona et al., 2012; Nishi et al., 2011; Valverde et al., 2014).

A temperatura da água foi mantida na faixa de  $23 \pm 3^\circ\text{C}$  para a realização dos ensaios, uma vez que a temperatura influi significativamente na viscosidade da água (Cardoso et al., 2008).

Após o processo de coagulação/floculação e sedimentação, foram retiradas alíquotas contendo 75 mL da suspensão da água tratada. A água foi avaliada, antes e após aplicação dos tratamentos, quanto à turbidez, cor aparente e pH, segundo metodologia descrita no Standard Methods (APHA, 2005). Os resultados obtidos foram comparados aos padrões de acordo com a Portaria GM/MS N° 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde.

Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância e, posteriormente, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade O programa estatístico utilizado foi o R 3.4.2. (R. DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, o efeito das sementes com casca na redução da turbidez e cor da água não apresentou variação estatística com relação à forma de secagem natural ou em estufa. Já as sementes sem a casca foram mais eficientes na remoção da turbidez e cor da água quando secas em estufa.

**Tabela 1.** Resultado da remoção da turbidez e remoção da cor em relação às formas de secagem e condições das sementes de *Moringa oleífera*.

	Forma Secagem	Condições semente	
		Semente c/ casca	Semente s/ casca
Remoção da turbidez (%)	Secagem natural	94,43 a A	78,01 b B
	Secagem estufa	94,76 a A	88,46 a A
Remoção da cor (%)	Secagem natural	85,17 a A	82,33 b A
	Secagem estufa	78,39 a A	79,23 a A

Médias nas linhas seguidas por letras iguais maiúsculas e nas colunas iguais minúsculas não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

As sementes submetidas à secagem em estufa não diferiram estatisticamente na remoção da turbidez e cor quando comparadas a sementes com e sem casca. Porém as sementes secas em ambiente natural promoveram maior remoção de turbidez (94,43%), quando trituradas com casca.

Muniz et al. (2015) verificaram que para remoção de turbidez da água, as sementes com casca foram mais eficientes do que as sementes sem casca, havendo remoção de mais de 99% da turbidez em suas amostras iniciais de água.

No processo de coagulação-floculação em água bruta usando pó de semente de moringa com e sem casca, a literatura também apresenta melhora na qualidade da água de 41,90 a 51,94% para demanda química de oxigênio (DQO), 55,32 a 71,10% de turbidez e 74,42 a 87,73% de *E. Coli* (Landázuri et al., 2018).

Estudos de três diferentes coagulantes confeccionados com semente de moringa, sendo o primeiro sob forma de pó fino constituído de sementes secas e descascadas, o segundo coagulante composto do pó da semente com casca e sem óleo que foi extraído sob extração etanólica, e o terceiro coagulante contendo apenas o pó da proteína presente na semente, concluíram

que o pó de proteína possui maior eficiência na remoção da turbidez em comparação com os coagulantes sem óleo e sem casca, sendo necessário uma quantidade mínima de proteína em pó para se atingir a coagulação ideal (Gidde; Bhalerao; Malusare, 2012).

É relevante destacar também que algumas pesquisas em tratamento de água que receberam pó de semente de moringa com casca demonstraram aptidão para remoção de ferro (Landázuri et al., 2018) enquanto que o pó da semente descascada de moringa não foi ideal para a remoção de sódio, potássio e cálcio das águas residuais, embora no processo de purificação, tenha reduzido drasticamente o número de partículas suspensas (Vunain et al., 2019).

Analisando a Tabela 2, pôde-se verificar que não houve nenhuma forma de interação entre os tratamentos testados e o pH da água tratada com a semente de moringa. A partir da análise do efeito isolado quanto à forma de secagem da semente e a alteração do pH da água, notou-se que o pH da mesma foi superior quando tratada com sementes de moringa secas em estufa. Já no caso da condição da semente, não houve diferença estatística entre a utilização da semente com e sem casca na alteração do pH da água tratada.

**Tabela 2.** Resultado do pH em relação as formas de secagem e condições das sementes de *Moringa oleifera*.

		pH
Forma secagem	Secagem natural	6,96 b
	Secagem estufa	7,55 a
Condição da semente	Semente c/ casca	7,24 a
	Semente s/ casca	7,27 a

Médias na coluna seguidas por letras iguais minúsculas não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

A Portaria GM/MS N° 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde recomenda que o pH da água seja mantido na faixa entre 6 a 9 no sistema de distribuição, portanto, o tratamento da água com moringa mantém o pH nas condições ideais para distribuição.

Sementes de moringa não influenciam mudanças significativas de pH, alcalinidade da água após o tratamento e não causam problemas de corrosão quando comparada ao alumínio. Isso representa uma vantagem econômica no tratamento da água, uma vez que reduz os custos com produtos químicos na correção do pH (Gallão et al., 2006).

A Tabela 3 apresenta o efeito da interação entre forma de secagem e a duração do armazenamento, avaliados pelos parâmetros físico químicos, pH, turbidez e cor da água tratada com a moringa. Observou-se que

tanto as formas de secagem natural como em estufa mantiveram a remoção da turbidez da água até o décimo mês de armazenamento das sementes, a partir do décimo primeiro mês as sementes secas naturalmente diminuíram significativamente o seu potencial de remoção da turbidez da água. Sementes secas em estufa mantiveram o poder de remoção da turbidez da água independente do tempo de armazenamento estudado corroborando com Golestanbagh et al. (2011) que avaliaram sementes de moringa secas em estufa a 50°C, com e sem cascas, armazenadas em recipientes fechados de vidro com tampa plástica e em recipientes abertos mantidos sob temperatura ambiente de 27 °C pelo período de 2, 4, 6 e 8 semanas após a colheita ao qual constataram que a semente de moringa sem remoção da casca é a mais recomendada como coagulante.

**Tabela 3.** Resultado da remoção da turbidez, remoção da cor e pH em relação as formas de secagem e a duração do armazenamento de sementes de *Moringa oleifera*.

Forma Secagem		Duração do Armazenamento				
		0	8	9	10	11
Remoção da turbidez (%)	Secagem natural	97,36 a A	91,40 a A	86,31 a AB	81,61 b AB	74,43 b B
	Secagem estufa	97,36 a A	83,47 a A	88,93 a A	97,14 a A	91,15 a A
Remoção da cor (%)	Secagem natural	84,53 a AB	85,99 a A	83,94 a AB	83,98 a AB	80,30 a B
	Secagem estufa	84,53 a A	79,51 b AB	75,88 b B	78,75 b B	75,38 b B
pH	Secagem natural	7,45 a A	6,82 b B	6,96 b B	6,83 b B	6,72 b B
	Secagem estufa	7,45 a B	7,24 a B	7,51 a B	7,96 a A	7,62 a AB

Médias nas linhas seguidas por letras iguais maiúsculas e nas colunas iguais minúsculas não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

Ao avaliarem a eficiência de coagulação de sementes de moringa com casca, Diaz et al. (2018) que constataram que sementes armazenadas em recipiente seco pelo período de 4,5 anos sob temperatura ambiente (30°C) mostraram-se eficientes como coagulantes.

A vida útil das sementes para fins de redução de turbidez da água está entre 18 e 24 meses, embora aos 18 meses as sementes já apresentem uma faixa de dosagem mais estreita para produzir uma redução de turbidez quase ótima, ao passo que sementes com 24 meses de idade já apresentam um declínio significativo na eficiência como coagulante (Pritchard et al., 2010).

Katayon et al. (2004) verificaram que maiores remoções de turbidez ocorreram com as soluções estoque feitas de semente de moringa armazenadas por até 5 dias em geladeira à 3°C e por um dia em temperatura ambiente 28°C.

Para a remoção da cor presente na água, as sementes secas naturalmente tiveram efeito estatístico até o décimo mês de armazenamento, já para as sementes que foram submetidas à secagem em estufa, o efeito na remoção da cor da água foi estatisticamente superior até o oitavo mês de armazenamento.

Em relação ao pH, percebe-se que de modo geral variou de 6,72 a 7,96, passando de ácido para alcalino, sendo valores de pH aceitos pela Portaria GM/MS N° 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde para água presente no sistema de distribuição.

A duração do armazenamento e a condição da semente utilizadas no tratamento da água para consumo humano somente foi significativo para remoção da turbidez, não sendo significativo para a remoção de cor e o pH da água (Tabela 4).

**Tabela 4.** Resultado da remoção da turbidez em relação às condições das sementes e a duração do armazenamento das sementes de *Moringa oleifera*.

Condições semente		Duração do Armazenamento				
		0	8	9	10	11
Remoção da turbidez (%)	Semente c/ casca	99,96 a A	90,56 a A	87,70 a A	99,09 a A	95,68 a A
	Semente s/ casca	94,76 a A	84,31 a AB	87,54 a A	79,66 b AB	69,91 b B

Médias nas linhas seguidas por letras iguais maiúsculas e nas colunas iguais minúsculas não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

As sementes com a casca apresentaram maiores remoção da turbidez durante todo período estudado (Tabela 4). O mesmo comportamento não ocorreu para as sementes onde a casca foi removida, pois a remoção da turbidez foi verificada até o décimo mês, a partir daí houve uma redução significativa. Muniz et al. (2015) observaram que sementes de moringa com casca foram mais eficientes do que as sementes sem casca na remoção de turbidez da água, havendo remoção de mais de 99% da turbidez em suas amostras iniciais de água. Segundo Portaria GM/MS N° 888, de 4

de maio de 2021 do Ministério da Saúde o valor máximo permitido em água tratada para o parâmetro turbidez é de 5 UT, sendo assim, todos os resultados encontram-se dentro da margem de variação demonstrando que as sementes com casca até os onze meses se mostraram efetivas, enquanto que para as sem casca houve perda gradativa da efetividade, sendo apropriado seu armazenamento até dez meses no máximo dentro da condição avaliada no trabalho.

A partir dos resultados expostos, conclui-se que as sementes de moringa com casca e secas em estufa

proporcionaram redução considerável na turbidez da água durante os períodos de armazenamento testados, mantendo o pH dentro do que preconiza a Portaria GM/MS N. 888, DE 4 DE MAIO DE 2021. Para a remoção da cor as sementes secas em estufa foram mais eficientes até o oitavo mês de armazenamento.

## AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) e a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB).

## REFERÊNCIAS

Amaral, L. A.; Rossi Junior, O. D.; Soares, L. S.; Barros, C. S.; Nunes, L. A. P. Tratamento alternativo da água utilizando extrato de Semente de *Moringa oleifera* e radiação solar. *Arquivos do Instituto Biológico*, **2006**, 73, 287-293.

APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21. ed., American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington DC, **2005**.

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*, **2012**, 16, 661-666.

Baptista, A. T. A.; Silva, M. O.; Gomes, R. G.; Bergamasco, R.; Vieira, M. F.; Vieira, A. M. S. Protein fractionation of seeds of *Moringa oleifera* lam and its application in superficial water treatment. *Separation and Purification Technology*, **2017**, 180, 114-124.

Bhatia, S.; Othman, Z.; Ahmad, A. Pretreatment of palm oil mill effluent (POME) using *Moringa oleifera* seeds as natural coagulant. *Journal of Hazardous Materials*, **2007**, 145, 120-126.

Bina, B.; Mehdinejad, M. H.; Dalhammer, G; Nikaeen, G. R. M.; Attar, H. M. Effectiveness of *Moringa oleifera* coagulant protein as natural coagulant aid in removal of turbidity and bacteria from turbid waters. *International Scholarly and Scientific Research & Inn MUYIBI ovation*, **2010**, 4, 261-263.

Camacho, F. P.; Sousa, V. S.; Bergamasco, R.; Teixeira, M. R. The use of *Moringa oleifera* as a natural coagulant in surface water treatment. *Chemical Engineering Journal*, **2017**, 313, 226-237. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cej.2016.12.031>

Cardoso, K. C.; Bergamasco, R.; Cossich, E. S.; Moraes, L. C. K. Otimização dos tempos de mistura e decantação no processo de coagulação/floculação da água bruta por meio da *Moringa oleifera* Lam. *Acta Scientiarum*, **2008**, 30, 193-198.

Deleegn, A.; Sahile, S.; Husen, A. Water purification and antibacterial efficacy of *Moringa oleifera* Lam. *Agriculture & Food Security*, **2018**, 7, 1-10. <https://doi.org/10.1186/s40066-018-0177-1>

Diaz, J. F., Dajud, G. B., & Miranda, J. R. Influence of storage time of *Moringa oleifera* seed on the coagulant activity efficiency for raw water treatment. *Indian journal of science and technology*, **2018**, 11, 1-4.

Ferreira, P. C., Piaí, K. de A.; Takayanagui, A. M. M.; Segura-Muñoz, S. I. Alumínio como fator de risco para a doença de Alzheimer. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, **2008**, 16, 151-157.

Ferreira, R. S.; Napoleão, T. H.; Santos, A. F. S.; Sá, R. A.; Carneiro-da-Cunha, M. G.; Moraes, M. M. C.; Silva-Lucca, R. A.; Oliva, M. L. V.; Coelho, L. C. B. B.; Paiva, P. M. G. Coagulant and antibacterial activities of the water-soluble seed lectin from *Moringa oleifera*. *Letters in Applied Microbiology*, **2011**, 53, 186-192.

Gallão, M. I.; Damasceno, L. F.; Brito, E. S. Avaliação química e estrutural da semente de moringa. *Revista Ciência Agrônômica*, **2006**, 37, 106-109.

Gidde, M. R.; Bhalerao, A. R.; Malusare, C. N. Comparative study of different forms of *Moringa oleifera* extracts for turbidity removal. *International Journal of Engineering Research and Development*, **2012**, 2, 14-21.

Golestanbagh, M., Ahamad, I. S., Idris, A., & Yunus, R. Effect of storage of shelled *Moringa oleifera* seeds from reaping time on turbidity removal. *Journal of water and health*, **2011**, 9, 597-602.

- Katayon, S.; Megat Mohd Noor, M. J.; Asmaa, M.; Abdul Ghania, L. A.; Thamer, A. M.; Azni, I.; Ahmad, J.; Khor, B. C.; Suleyman, A. M. Effects of storage conditions of *Moringa oleifera* seeds on its performance in coagulation. *Bioresource Technology*, **2006**, 97, 1455-1460.
- Katayon, S.; Noor, M. M. M.; Asma, M.; Thamer, A. M.; Abdullah, A. L.; Idris, A., Suleyman, A.M.; Aminuddin, M.B.; Khor, B. C. Effects of storage duration and temperature of *Moringa oleifera* stock solution on its performance in coagulation. *International Journal of Engineering and Technology*, **2004**, 1, 146-151.
- Landázuri, A. C.; Villarreal, J. S.; Núñez, E.; Pico, M. M.; Lagos, A. S., Caviedes, M.; Espinosa, E. Experimental evaluation of crushed *Moringa oleifera* Lam. seeds and powder waste during coagulation-flocculation processes. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, **2018**, 6, 5443-5451. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2018.08.021>
- Madrona, G. S.; Branco, I. G.; Seolin, V. J.; Alves Filho, B. A.; Fagundes-Klen, M. R.; Bergamasco, R. Evaluation of extracts of *Moringa oleifera* Lam. seeds obtained with NaCl and their effects on water treatment. *Acta Scientiarum Technology*, **2012**, 34, 289-293.
- Muniz, G. L.; Duarte, F. V.; Oliveira, S. B. Uso de sementes de *Moringa oleifera* na remoção da turbidez de água para abastecimento. *Revista Ambiente & Água*, **2015**, 10, 454-463.
- Nishi, L.; Madrona, G. S.; Vieira, A. M. S.; Bassetti, F. J.; Silva, G. F.; Bergamasco, R. Coagulação/Floculação com Sementes de *Moringa oleifera* Lam para Remoção de Cistos de *Giardia* spp. e Oocistos de *Cryptosporidium* spp. da água. In: Cleaner Production Initiatives and Challenges for a Sustainable World, 2011, São Paulo - Brazil, **2011**.
- Nkurunziza, T.; Nduwayezu, J. B.; Banadda, E. N.; Nhapi, I. The effect of turbidity levels and *Moringa oleifera* concentration on the effectiveness of coagulation in water treatment. *Water Science and Technology*, **2009**, 59, 1551-1558.
- Paterniani, J. E. S.; Mantovani, M. C.; Sant'anna, M. R. Uso de sementes de *Moringa oleifera* para tratamento de águas superficiais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, **2009**, 13, 765-771.
- Pritchard, M.; Craven, T.; Mkandawire, T.; Edmondson, A. S.; O'Neill, J. G. A study of the parameters affecting the effectiveness of *Moringa oleifera* in drinking water purification. *Physics and Chemistry of the Earth*, **2010**, 35, 791-797.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: a language and environment for statistical computing. **2009**. <http://www.r-project.org/>.
- antana, C. R.; Pereira, D. F.; Araújo, N. A.; Cavalcanti, E. B.; Silva, G. F. Caracterização físico-química da moringa (*Moringa oleifera* Lam). *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, **2010**, 12, 55-60.
- Silva, A. C.; Santos, A. S.; Souza, N. C. O.; Santos, J. A.; Afonso, B. C.. Coagulante natural de baixo custo. In: Alessandra Cristina Silva Valentim, Anaxsandra da Costa Lima Duarte, Rosa Alencar Santana de Almeida, Selma Cristina da Silva. (Org.). Engenharia, saneamento e meio ambiente. 1ed.Cruz das Almas: Editora UFRB, **2021**, v. 1, p. 205-228.
- Valverde, K. C.; Coldebella, P. F.; Nishi, L.; Madrona, G. S.; Camacho, F. P.; Santos, T. R. T.; Santos, O. A. A.; Bergamasco, R. Avaliação do tempo de degradação do coagulante natural *Moringa oleifera* Lam. em pó no tratamento de água superficial. *Revista Exacta*, **2014**, 7, 75-82.
- Vunain, E.; Masoamphambe, E. F.; Mpeketula, P.; Monjerezi, M. Evaluation of coagulating efficiency and water borne pathogens reduction capacity of *Moringa oleifera* seed powder for treatment of domestic wastewater from Zomba, Malawi. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, **2019**, 7, 1-8.