

ENGENHARIA I

TRATAMENTO DE ÁGUA COM MORINGA OLEÍFERA COMO COAGULANTE/FLOCULANTE NATURAL

DOI: <http://dx.doi.org/10.31072/rcf.v9i1.539>

*WATER TREATMENT WITH MORINGA OLEÍFERA AS COAGULANTE / FLOCULANTE
NATURAL*

Natalia Terezinha Oliveira¹; Karine Pinheiro Nascimento²; Bruno de Oliveira Gonçalves³;
Felipe Cordeiro de Lima⁴; André Luiz Neves da Costa⁵

RESUMO: A aplicação da Moringa oleífera em pesquisas, testes e análises vem conquistando espaço. O presente trabalho busca por meio dessas pesquisas científicas apontar uma nova forma de tratamento de água, utilizando a Moringa oleífera, como coagulante natural. Para utilizar a semente como coagulante, preparou-se uma solução leitosa extraída da mesma, o qual foi o meio utilizado para garantir o processo. Diversos estudos apontam que os produtos produzidos por esta planta, trazem diversos benefícios para a saúde e para a indústria, seja ela, bioquímica, alimentícia e biocombustível. Outra grande importância da Moringa oleífera está sendo na aplicação da mesma no processo de tratamento de água, sendo esta uma alternativa sustentável, econômica, viável e de fácil acesso, principalmente para a região do semiárido brasileiro, onde a planta se encontra em maior abundância. Seu processo de coagulação e floculação dá-se pelo fato da mesma possuir uma proteína catódica, com alto peso molecular que desestabiliza as partículas presentes na água e floca os colóides. A Moringa oleífera reduz drasticamente o número de partículas suspensas e também reduz a quantidade de microrganismos. A semente possui agentes coagulantes que ajudam na remoção da turbidez, da cor e coliformes presentes na água, além de não alterar o pH da mesma.

Palavras-chave: Tecnologia alternativa. Qualidade da água. Proteína. Extratos. Engenharia ambiental e sanitária.

ABSTRACT: *The application of Moringa oleifera in research, testing and analysis has been gaining space. The present work searches through this scientific research to point out a new form of water treatment, using Moringa oleifera, as a natural coagulant. To use the seed as a coagulant, a milky solution extracted therefrom was prepared, which was the medium used to*

¹ Acadêmica do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Faculdade de Educação e Meio Ambiente. E-mail: nataliaoliveira04@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8636-8978>;

² Acadêmica do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Faculdade de Educação e Meio Ambiente. E-mail: pinheiro_rural@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2004-2270>;

³ Acadêmico do curso de Agronomia da Faculdade de Educação e Meio Ambiente. E-mail: bruno.oliv2016@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9183-3627>;

⁴ Mestre, Engenheiro Ambiental, Professor da Faculdade de Educação e Meio Ambiente. E-mail: cordeiro.flp@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7345-2011>;

⁵ Especialista, Licenciado em Química, Professor da Faculdade de Educação e Meio Ambiente. E-mail: andreluiz.n.costa@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7223-8021>.

guarantee the process. Several studies indicate that the products produced by this plant, bring various health and industry benefits, be it biochemistry, food and biofuel. Another great importance of Moringa oleifera is its application in the water treatment process, being a sustainable, economical, viable and easily accessible alternative, mainly to the Brazilian semi-arid region, where the plant is most abundant. Its process of coagulation and flocculation is due to the fact that it has a cathodic protein, with a high molecular weight that destabilizes the particles present in the water and flocs the colloids. Moringa oleifera drastically reduces the number of suspended particles and also reduces the amount of microorganisms. The seed has coagulating agents that help in the removal of turbidity, color and coliforms present in the water, besides not changing the pH of the same.

Keywords: *Alternative technology. Water quality. Protein. Extracts. Environmental and sanitary engineering.*

INTRODUÇÃO

No Brasil, o tratamento da água para fins de abastecimento envolve diferentes processos e operações de forma a adequar a água dos mananciais aos padrões de potabilidade exigido pelo Ministério da Saúde na PORTARIA Nº 2914, de dezembro de 2011, a qual “dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade”⁽¹⁾.

O uso de coagulantes de origem natural é uma alternativa ecológica que vem sendo viável na substituição dos coagulantes químicos, especialmente em relação à biodegradabilidade e sustentabilidade, além de apresentar uma baixa toxicidade e baixa produção de lodo residual^{(2),(3)}.

A *Moringa oleifera* é um exemplo desses coagulantes naturais, e vem sendo utilizada, em sua grande maioria, na região

nordestina, principalmente no semiárido, onde a escassez de água representa grande dificuldade para a população, comprometendo também o abastecimento para o consumo das criações de animais.

Constatou-se que a planta apresenta uma proteína catiônica, cerca de 40 %, de elevado peso molecular que desestabiliza as partículas presentes na água e floccula os coloides⁽³⁾.

O tratamento da água com a semente triturada pode ser realizada em diversos locais, a baixo custo e sem a utilização de energia elétrica. Portanto, a utilização da *Moringa olifera* pode ser viável no tratamento simplificado de águas superficiais para abastecimento humano⁽⁴⁾.

Nesse contexto, este artigo tem como principal objetivo evidenciar o uso da *Moringa oleifera* como coagulante e floculante natural. Além de apontar outros usos desta planta, os quais vêm

crescendo, principalmente no setor industrial.

2 METODOLOGIA

Este artigo trata-se de uma pesquisa bibliográfica, desenvolvida por meio de levantamento de trabalhos científicos em periódicos eletrônicos, como o Google Acadêmico e *Scielo*, buscando-se embasamento teórico e científico. Os artigos, dissertações, teses, entre outros, compreendem materiais publicados de 1993 a 2017.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Semente de moringa

A *Moringa oleífera* é pertencente à família Moringaceae, composta por apenas

um gênero e 14 espécies. É também conhecida como lírio branco e Acácia branca.

Popularmente chamada de árvore milagrosa, por ser uma arbórea de diversos usos, possui grande teor de nutrientes e todos os aminoácidos necessários aos seres vivos e, tem ainda alta capacidade de adaptar-se a condições climáticas e aos solos áridos^{(5),(6),(7)}. É uma planta exótica, que pode ser encontrada em diferentes regiões do nordeste brasileiro, além de ser tolerante ao estresse hídrico, sendo uma espécie halofílica^{(8),(9)}.

Figura 1 - Semente da *Moringa oleífera*.



Fonte: Terragaia⁽¹⁰⁾.

Esta espécie de planta desenvolve-se em regiões desde as subtropicais secas e úmidas, tropicais secas e florestas úmidas.

Resistente à seca, floresce e produz frutos, atingindo cerca de 10 metros de altura, mesmo os solos sendo pobres em nutrientes. A planta começa a florir oito

meses depois de plantadas, suas flores são perfumadas, de cor branca ou bege, com coloração amarelada na base. Seu fruto é uma espécie de vagem com sementes⁽¹¹⁾.

3.2 Potencialidades de uso da moringa

A moringa é utilizada para diversos fins devido as suas diversas propriedades,

principalmente nos setores industriais. Segundo Agustini⁽¹²⁾ *et al.* os produtos da moringa (folhas, sementes, vagem, folhos e raízes) são empregados em diversos ramos, entre eles industriais, humanos e animais, sendo algumas delas a utilização substâncias de valor alimentar e farmacológica. Estudos retratados evidenciam que a *Moringa oleífera* possui em suas propriedades, conforme a região onde é cultivada, sua concentração pode variar entre aproximadamente 33% de proteínas, 37% de lipídeos e 44% de ácido oleico^{(5),(7)}. Deste modo será abordado algumas dessas aplicações apresentados adiante:

O óleo da semente de moringa vem sendo utilizado como ligante asfáltico para uso em misturas mornas. Sua utilização se deve ao fato de ser uma fonte biodegradável e renovável. Além de proporcionar uma boa compactação a seu processo de manuseio é menos trabalhoso⁽¹³⁾.

Ainda de acordo com Lucena⁽¹³⁾ *et al.* o óleo possui características antioxidantes e propriedades tensoativas que são promissores para reduzir a elevada viscosidade dos ligantes. Estas características ocorrem devido à presença do ácido Oleico. Outra utilidade importante é como um aditivo verde. Outro ramo de agregação de *Moringa oleífera* consiste no

tratamento de água residuária da piscicultura, fazendo com que o mesmo seja uma possibilidade mais sustentável e econômica⁽¹⁴⁾.

Estudos com diferentes partes da planta foram relatadas como fonte de vários compostos bioquímicos, ou seja, possui elevado teor de lipídios e proteínas, além de terem grande ação anticancerígena, anti-inflamatória, antidiabética, antioxidante e antimicrobiana⁽¹⁵⁾.

A farinha produzida pela raiz da moringa também vem se tornando uma opção muito promissora na indústria alimentícia, devido a sua grande quantidade de carboidratos e teor energético, muito parecido com os valores da farinha de batata e mandioca⁽¹⁶⁾.

As folhas da *Moringa oleífera* são ricas em vitaminas A e C, além de apresentar grande teor de nutrientes que pode acabar com a desnutrição de milhões de pessoas^{(17),(18)}.

Na alimentação animal, a *Moringa oleífera* pode servir como suplemento durante o período de seca. Deste modo, constituem-se de alternativas interessantes e sustentáveis para manter ou melhorar a produtividade animal da região, abrangendo principalmente os pequenos pecuaristas^{(7),(19)}.

3.3 Moringa como coagulante e floculante

É crescente na atualidade a procura por alternativas para tornar o tratamento de água eficiente, de baixo custo e sem agredir o meio ambiente. Dentre os processos de tratamento viáveis de serem adotados, principalmente em pequenas comunidades, está a filtração lenta, recomendável para águas que exibam baixa turbidez e intensidade de cor⁽²⁰⁾.

No Brasil a falta de água no semiárido nordestino devido às irregularidades das chuvas, os quais determinam longos períodos de secas, tem feito com que os profissionais busquem por alternativas de tornar a escassez algo reversível e alternativo, reaproveitando a água de modo mais eficiente, econômico, sustentável, viável e acessível, principalmente pela *Moringa oleífera* ser abundante na região nordestina^{(4),(17)}.

Estudos realizados utilizando semente e vagem de *Moringa oleífera* junto à filtração no tratamento de água evidenciam bons resultados. Entre eles a semente possui agentes coagulantes ajudando na remoção da turbidez, da cor e coliformes presentes na água. O extrato da semente, por conter uma proteína catiônica, age como agente clarificante no tratamento de água. A proteína é o composto mais abundante encontrado na

semente, as quais desestabilizam as partículas contidas na água e por meio dos processos de neutralização e adsorção, floculam os coloides^{(21),(22),(23)}.

Para o processo de coagulação com a *Moringa oleífera*, primeiramente deve-se colher sementes maduras e secas. Em seguida, removem-se as vagens e as “asas” das sementes, deixando apenas a parte branca. Em sequência, as mesmas devem ser trituradas e socadas até obter-se uma farinha. Realizado tal procedimento, pode-se adicionar certa quantidade de água, proporcional a quantidade de semente. O pó da semente deve-se, junto com 5mL de água, e em um recipiente separado, misturar-se até formar uma solução leitosa. Depois a mesma deve ser adicionada a certa quantidade de água proporcional a semente⁽¹⁷⁾.

A quantidade necessária de semente depende de quanta impureza que a água pode vir a conter. Para tratar 20l (vinte litros) de água são necessários cerca de 2g (dois gramas) de sementes trituradas^{(17),(18)}.

A coagulação consiste essencialmente na desestabilização das partículas coloidais e suspensas realizadas por ações físicas e reações químicas, com poucos segundos de duração, entre o coagulante, geralmente

um sal de ferro ou de alumínio, a água e as impurezas nela presentes⁽²⁴⁾.

Os coagulantes orgânicos, em geral, apresentam baixa toxicidade, menor quantidade de lodo, menor problema quanto à disposição final, maior biodegradabilidade, podendo os mesmos ser produzidos no próprio local de tratamento, tais como o extrato de semente de moringa⁽¹³⁾.

Como mencionado por Di Bernardo⁽²⁵⁾ a floculação é um conjunto de fenômenos físicos, resultado do processo de agitação contínua e suave, durante o qual, partículas suspensas na água se agregam de forma que elas possam ser removidas da água em processos subsequentes do tratamento, particularmente por sedimentação ou, nas estações de filtração direta, do meio filtrante.

A floculação causa a aglomeração e compactação das partículas desestabilizadas na coagulação, formando os flocos, capazes de sedimentar. Esse processo é favorecido pela agitação suave, que auxilia o contato entre os flocos⁽²⁶⁾.

No processo de floculação as proteínas se ligam com as cargas negativas, agregando as partículas presentes na água, formando os flocos. O tempo necessário para a floculação está

relacionado ao nível de turbidez da água. Assim como os demais coagulantes, a eficiência das sementes da *Moringa oleífera* varia de uma água para outra. Para que a floculação ocorra é necessário fornecer energia suficiente de modo a permitir o contato entre as partículas desestabilizadas, promovendo o crescimento dos flocos e assim evitar sua ruptura por fluxos altos. Já a decantação consiste no processo de sedimentação dos flocos⁽¹⁷⁾.

Moreti⁽²⁷⁾ relata que as sementes de *Moringa oleífera* vêm demonstrando tanta eficiência como coagulante e floculante natural, que se associa a um agente floculante apropriado para biomassa de microalgas, alcançando uma atividade comparável ao de sulfato de alumínio.

A utilização da *Moringa oleífera* pode reduzir o uso de coagulantes químicos, além de apresentar como vantagens, menor geração de lodo, boa remoção da cor e turbidez da água, remoção de algumas bactérias (até em 90%), além de não alterar o pH da água⁽²⁸⁾.

De acordo com Camacho⁽²⁹⁾ pelo processo de coagulação, floculação pode ocorrer remoção de cianobactérias que é governada pelo mesmo princípio aplicado para remover partículas coloidais e em suspensão. Deste modo, de acordo com os mesmos mecanismos que atuam no

caso de partículas inorgânicas, as cianobactérias podem ser desestabilizadas e floculadas.

Como um dos fatores interessante observado e comprovado da semente da moringa, é que a mesma pode ser primeiramente utilizada para a extração do óleo, e depois para serem empregadas no tratamento de água, sem que isso reduza a sua eficiência, e seu princípio coagulante⁽³⁰⁾.

No entanto, segundo pesquisas, é interessante e aconselhável utilizar o pó da semente durante um período máximo de uma a duas semanas como coagulante, pois a mesma pode perder a eficiência de suas propriedades com o tempo de armazenamento, devido a fatores como temperatura⁽³¹⁾.

Através de estudos realizados a *Moringa oleífera* não apresenta riscos à saúde, ocasionando efeitos secundários ao homem quando utilizada em baixas doses no processo de clarificação e diminuição da turbidez da água, não apresentando sintomas de toxicidade. Apesar de sua evidente eficiência como

coagulante natural, não recomendasse que somente esta fosse o processo a ser realizado para o tratamento de água. Deste modo faz se necessário às etapas posteriores de coagulação, floculação e sedimentação, com o objetivo de atender aos limites de consumo da água prevista na legislação vigente da Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde ⁽³⁾,⁽³²⁾.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

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.

Por fim, segure-se a realização de pesquisas que visem à ampliação e possível adequação para a sua utilização em grande escala para o tratamento de água, devido aos benefícios que a utilização desta tecnologia pode trazer para a população, tanto em questões sociais como ambientais.

REFERÊNCIAS

1. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, de 12 dez. 2011. Dispõe Sobre os Procedimentos de Controle e de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo e seu Padrão de Potabilidade. Disponível

em:

<http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>.

Acesso em: 12. out. 2014.

2. Bergamasco R *et al.* Estudo da utilização da moringa oleífera em uma

estação de tratamento de água piloto (ETA-PILOTO). Anais. Encontro Nacional de Moringa, Aracaju, Sergipe, 2009.

3. Soriani M. Eficiência da Moringa Oleífera como Coagulante Natural em Solução Salina para Água de Abastecimento. Universidade Tecnológica Federal Do Paraná Curso De Engenharia Ambiental. Trabalho De Conclusão De Curso. Londrina, 2015.

4. Siqueira MSS *et al.* Viabilidade da utilização da moringa olífera como método alternativo de tratamento de água no semiárido nordestino. Revista Acadêmica – Científica, SCIRE. ISSN 2317-661X. Vol. 08 – Num. 02 – Agosto 2015.

5. Bezerra AME, Momenté VG, Medeiros Filho S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (Moringa oleífera lam.) em função do peso da semente e do tipo de substrato. Horticultura Brasileira, Brasília, v.22, n.2, p.295-299, abril-junho 2004.

6. Pasa M. C. *et al.* Abordagem etnobotânica de moringa lam m.: do cultivo ao uso da espécie em Rondonópolis, Mato Grosso. FLOVET, n. 2, ISSN 1806–8863.2010.

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

8. Santos JJ *et al.* Efeito de diferentes doses de matéria orgânica em rejeito de vermiculita na espécie moringa oleífera. In: Anais...Encontro Nacional da Moringa, Campina Grande, 2012.

9. Medeiros RLS *et al.* Crescimento e qualidade de mudas de moringa oleífera lam em diferentes proporções de composto orgânico. Revista Ifes Ciência, v. 3, nº 1, 2017 – Instituto Federal do Espírito Santo.

10. Figura 1, <<https://terraagaia.files.wordpress.com/2012/01/moringa-oleífera-sementes.jpg>> Acesso em: 11 de Dezembro de 2017.

11. Delduque M. Moringa. Revista Globo Rural, maio 2000, p. 89-91.

12. Agustini MAB *et al.* Maturidade fisiológica de sementes de moringa oleífera (LAM). Instituto Federal De Educação, Ciência E Tecnologia Do Triângulo Mineiro Pró-Reitoria De Pesquisa, Pós-Graduação E Inovação. . Revista Inova Ciência & Tecnologia, Uberaba, p. 11-17, v. 1, n. 1, set./dez., 2015.

13. Lucena LCFL, Silveira IV, Costa DB. Avaliação de ligantes asfálticos modificados com óleo da moringa oleífera lam para uso em misturas mornas. Revista Matéria, v.21, n.01. ISSN 1517-7076 artigo 11681, pp. 72 – 82, 2016.

14. Alves MM. Uso da semente de moringa oleífera no tratamento físico químico de água residuária de piscicultura. Universidade Tecnológica Federal Do Paraná Curso De Engenharia Ambiental. Trabalho De Conclusão De Curso. Londrina, 2015.

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

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

17. Pinto NO, Hermes LC. Sistema simplificado para melhoria da qualidade da água consumida nas comunidades rurais

- do semi-árido do Brasil. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Documentos 53. ISSN 1516-4691. Junho, 2006.
18. Rangel MAS. Moringa Oleífera uma planta de uso múltiplo. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Circular Técnica – número 9. ISSN 1517-1370. Março, 1999.
19. Bakke IA *et al.* Características De Crescimento E Valor Forrageiro Da Moringa (Moringa Oleífera Lam.) Submetida A Diferentes Adubos Orgânicos E Intervalos De Corte. Engenharia Ambiental, v.7, n.2, p.133-144, 2010.
20. Paterniani JES, Roston DM. Tecnologias para tratamento e reúso da água no meio rural. Água, Agricultura e Meio Ambiente no Estado de São Paulo – Avanços e Desafios. Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna, 2011.
21. Borgo C *et al.* Tratamento De Água Com Semente De Moringa Oleífera. Blucher Proceedings - V Semana De Engenharia QUÍMICA UFES. Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, Brasil. 2016.
22. Santos AM *et al.* Estudo da coagulação química do efluente da indústria de laticínios utilizando a moringa como agente coagulante. Anais. In: Encontro Nacional De Moringa, 2009, Aracajú.
23. Theodoro *et al.* Estudo de extração salina da semente de moringa oleífera lam aplicado na remoção do parâmetro cor para o tratamento de água potável. Revista Tecnológica – Edição Especial 2014, Maringá, p. 275-283, 2015.
24. Libânio M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. 3. ed. 494p. Campinas, editora Átomo, 2010.
25. Di Bernardo L. Métodos e técnicas de tratamento de água. Abes, Rio de Janeiro, 1993.
26. Barbosa GM. Processo de clarificação convencional combinado com microfiltração visando ao reúso de efluente da indústria sucroalcooleira. 2011. 176 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Rio de Janeiro, 2011.
27. Moreti LOR *et al.* Avaliação de um coagulante natural como agente floculante de *Dolichospermum Flos Aquae*, Associado À Flotação Por Ar Dissolvido. Anais. XX Congresso Brasileiro De Engenharia Química – COBEQ. Florianópolis / SC, 2014.
28. Bongiovani MC, Valverde KC, Bergamasco R. Utilização do processo combinado coagulação/floculação/uf como processo alternativo ao tratamento convencional utilizando como coagulante a moringa oleífera lam. Anais. IX Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 9, n. 11, p. 65-76, 2013.
29. Camacho FP *et al.* Uso do coagulante natural moringa oleífera lam no tratamento de água com florações de cianobactérias. Revista Tecnológica – Edição Especial. 2014. Maringá, p. 305-313, 2015.
30. Pereira DF *et al.* Aproveitamento da torta da moringa oleífera lam para tratamento de água produzida. Exacta, São Paulo, v. 9, n. 3, p. 323-331, 2011.
31. Valverde KC *et al.* Avaliação do tempo de degradação do coagulante natural moringa oleífera lam em pó no tratamento de água superficial. e-xacta, Belo Horizonte, v. 7 n. 1, p. 75-82. (2014). Editora UniBH. Disponível em: www.unibh.br/revistas/exacta/. ISSN: 1984-3151, 2014.
32. Santos WR *et al.* Estudo do tratamento e clarificação de água com torta de sementes de moringa oleífera lam. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.13, n.3, p.295-299, 2011.



Como citar (Vancouver)

Oliveira NT, Nascimento KP, Gonçalves BO, Lima FC, Costa ALN. Tratamento de água com moringa oleífera como coagulante/floculante natural. Rev Cient Fac Educ e Meio Ambiente [Internet]. 2018;9(1):373-382. DOI: <http://dx.doi.org/10.31072/rcf.v9i1.539>