

I-1471 – CONDIÇÕES ÓTIMAS DA UTILIZAÇÃO DA MORINGA OLEÍFERA NO TRATAMENTO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS: REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Gabrielle Sanches Lima Mesquita⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Técnica em Edificações pelo Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG/OP). Estudante de Iniciação Científica na área de Saneamento.

Tamara Daiane de Souza⁽²⁾

Doutora em Recursos Hídricos e Ambientais com ênfase em tratamento de efluentes pela Universidade Federal de Viçosa - UFV. Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Urbana da Escola Minas da Universidade Federal de Ouro Preto (DEURB/EM - UFOP).

Matheus Filipe da Silva Pereira⁽³⁾

Graduando em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Técnico em Automação Industrial pelo Centro de Ensino Técnico Profissional (CETEP). Estudante de Iniciação Científica na área de Saneamento.

Múcio André dos Santos Alves Mendes⁽⁴⁾

Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa - UFV. Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Civil da Escola Minas da Universidade Federal de Ouro Preto (DECIV/EM - UFOP).

Endereço⁽²⁾ Campus Morro do Cruzeiro - Bauxita - Ouro Preto - MG - CEP: 35400-000 - Brasil - Tel: (31) 3559-1471 - e-mail: tamara.souza@ufop.edu.br.

RESUMO

Apesar do potencial de utilização, muitos operadores ainda não aplicam coagulantes naturais devido à insegurança quanto ao método a ser adotado, à quantidade de coagulante natural, consórcio com coagulantes inorgânicos, alterações do pH e tempo de mistura rápida necessários. Assim, nesta revisão, baseada em um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL), as propriedades coagulantes/floculantes do extrato de sementes de *Moringa oleifera* foram avaliadas quantitativamente para o tratamento adequado de águas superficiais. Foram examinados mecanismos de coagulação e floculação, analisadas as melhores concentrações de solução e pH do agente natural citado, e as preferíveis metodologias de obtenção e de mistura do extrato de *Moringa oleifera*. Tem-se a expectativa que os resultados possam fornecer subsídios para ações em saneamento ambiental como fator de melhoria da saúde pública, diminuindo o impacto ambiental causado pela aplicação excessiva do sulfato de alumínio como coagulante.

PALAVRAS-CHAVE: Moringa Oleifera, Tratamento de Água, Água Superficial, Coagulante Natural, Revisão Sistemática.

INTRODUÇÃO

No mundo, cerca de 80% dos efluentes são lançados em cursos d'água sem tratamento adequado, o que aumenta a poluição e os custos de tratamento das águas superficiais (PNUD, 2019). Em resposta a este cenário, várias tecnologias de tratamento de água e efluentes foram desenvolvidas para garantir o abastecimento de água adequado e de qualidade, a fim de atender a demanda e conservar a disponibilidade de recursos hídricos (Ang e Mohammad, 2020). Neste contexto, transforma-se a água bruta em água para uso humano através do uso de técnicas pertinentes, com o uso de coagulantes e floculantes. O objetivo dos coagulantes está justamente relacionado com a remoção das impurezas contidas na água bruta, onde podem ser utilizados coagulantes químicos ou, de maneira alternativa, os coagulantes naturais. Grande parte das estações de tratamento de água utiliza sais inorgânicos como agente coagulante, como o sulfato de alumínio. No entanto, existem estudos como os de Gupta et al. (2005) que relacionam o uso deste coagulante com doenças neurológicas, o que compromete a saúde pública.

Os coagulantes naturais surgem como alternativa promissora, pois apresentam várias vantagens em relação aos coagulantes químicos, sendo biodegradáveis, não tóxicos e gerando lodo em menor quantidade e com menores teores de metais. Além disso, via de regra não alteram o pH da água, apresentam boa remoção de cor e turbidez e também promovem expressiva remoção de bactérias (Nwaiwu e Lingmu, 2011). Ainda são incipientes os estudos que otimizam os processos de coagulação e floculação com coagulantes naturais, assim, ainda apresentam como desvantagem maior custo de aquisição e escassez de dados para sistemática no processo de tratamento.

Dentre os coagulantes naturais, destaca-se o extrato de semente de *Moringa oleífera*. A *Moringa oleífera* é utilizada na coagulação através do extrato de sua semente, que tem em sua polpa uma proteína com propriedades coagulantes. Além disso, não alteram o pH da água e nem o gosto, não são tóxicas para humanos e animais, possuindo ainda propriedades bactericidas. A aplicação com melhores resultados acontece em águas mais turvas, garantindo que o potencial coagulante da planta atue sobre as partículas e diminua turbidez da água (MUNIZ et al., 2020). Ainda, de acordo com Sulaiman et al (2019), a prática de usar substâncias naturais provenientes de plantas como coagulantes para purificação de água tem sido relatada no passado, principalmente em países asiáticos e africanos.

A *Moringa oleífera* é uma planta pertencente à família Moringaceae e ao gênero *Moringa*, a espécie é extensamente cultivada ao redor do mundo e possui valores medicinais e nutricionais, sendo inclusive apelidada por “árvore milagrosa”, uma vez que evidências apontam que quase todas as partes da árvore são úteis e benéficas (Sulaiman et al., 2019). A planta estudada é de porte médio, com cerca de 20 a 25m de altura. Suas folhas são compostas, fendidas longitudinalmente, dispostas em espiral com comprimento de 25 a 45cm e aglomeradas na extremidade de seus ramos. A flor da *M. oleífera* é branca e perfumada e o comprimento de sua semente varia de 9,12mm a 16,21mm (Sulaiman et al., 2019 apud Zhigila et al., 2015).

Retrata-se que o tratamento da água com coagulante natural de moringa é seguro, uma vez que a planta contém apenas polímeros orgânicos naturais e materiais biodegradáveis (Sulaiman et al., 2019). A ação coagulante da planta depende das proteínas solúveis em água que possuem carga positiva chamada MOCOP (Moringa Oleífera Cationic Protein). Quando o biocoagulante é introduzido nas águas uma atração eletrostática acontece e a proteína catiônica atua como um ímã, desta forma, as proteínas atraem impurezas na água e formam flocos por meio do agrupamento de partículas (Alakaparamil, 2020).

Além disso, a espécie tem potencial para remoção de altas contaminações e, o lodo gerado pelo tratamento, além de ser menos volumoso quando comparado ao de alumínio e outros sais férricos, não é tóxico (Sulaiman et al., 2019 apud Bhuptawat et al., 2007). É possível entender que o extrato de sementes de *M. oleífera* demonstra ser uma fonte potencial para o tratamento de água devido à sua eficácia, disponibilidade e sustentabilidade. A moringa manifesta propriedades coagulantes que já foram inclusive implementadas para melhoria de vários aspectos do tratamento de águas residuais, como turbidez e alcalinidade, por exemplo (Sulaiman et al., 2019; Arnoldsson et al., 2008).

OBJETIVOS

Diante do exposto, o interesse no estudo de novas tecnologias socioambientais para o tratamento de água direcionou este trabalho para uma revisão sistemática de literatura sobre o uso da *Moringa Oleífera* como agente coagulante no tratamento de águas superficiais, a fim de identificar as condições ideais para sua utilização. O trabalho busca reunir informações relevantes sobre os aspectos técnicos e científicos relacionados ao uso da moringa incluindo aspectos da metodologia de extração e obtenção do extrato de semente de *M. Oleífera*, concentração ótima da solução e influências do pH. Além disso, busca-se avaliar os efeitos da planta na qualidade da água tratada. E, finalmente, fornecer informações atualizadas e de relevância para profissionais que trabalham na área de tratamento de água e gestão de recursos hídricos.

METODOLOGIA

De acordo com Brizola et al. (2017), o reconhecimento do estágio atual da produção científica da temática estudada é fundamental para a relevância do problema de pesquisa formulado. Segundo o autor, é fundamental a identificação de lacunas, consensos e controvérsias sobre o tema e, assim, trilhar um trajeto de pesquisa ainda não percorrido por outros pesquisadores.

Afim de revisar a bibliografia a ser utilizada, a metodologia empregada foi baseada em um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL). O método de MSL, descrito na figura 1, permite uma visão geral do campo estudado, possibilitando a caracterização do tipo de pesquisa, quantidade e resultados disponíveis (Petersen et al, 2008).

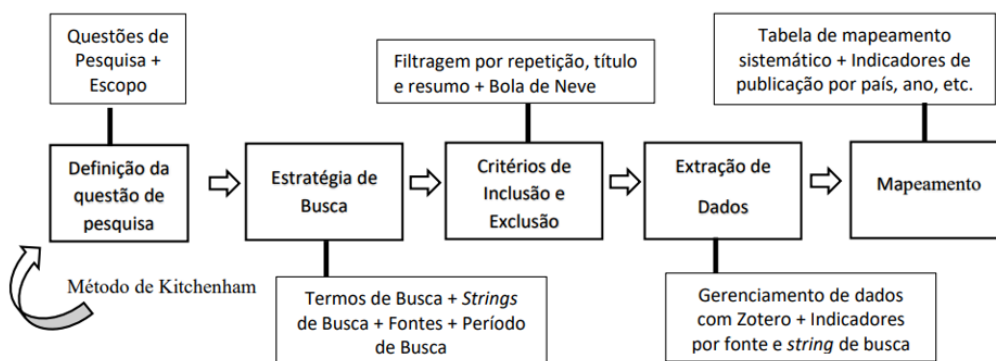


Figura 1: Processo de Mapeamento Sistemático de Literatura.

Fonte: Adaptado de Petersen et al. (2008).

Segundo Petersen et al., (2008) as etapas fundamentais do processo são a definição das questões de pesquisa, a triagem de artigos, a extração de dados e o mapa sistemático. Desta forma, a revisão de literatura realizada pode ser delineada como na figura 2 abaixo. Uma revisão sistemática possibilita a análise de relatórios já existentes, revisando e descrevendo suas metodologias e resultados (Kitchenham & Charters 2007), o método categoriza as pesquisas e fornece, na maioria das vezes, um resumo visual de seus resultados (Petersen et al, 2008).

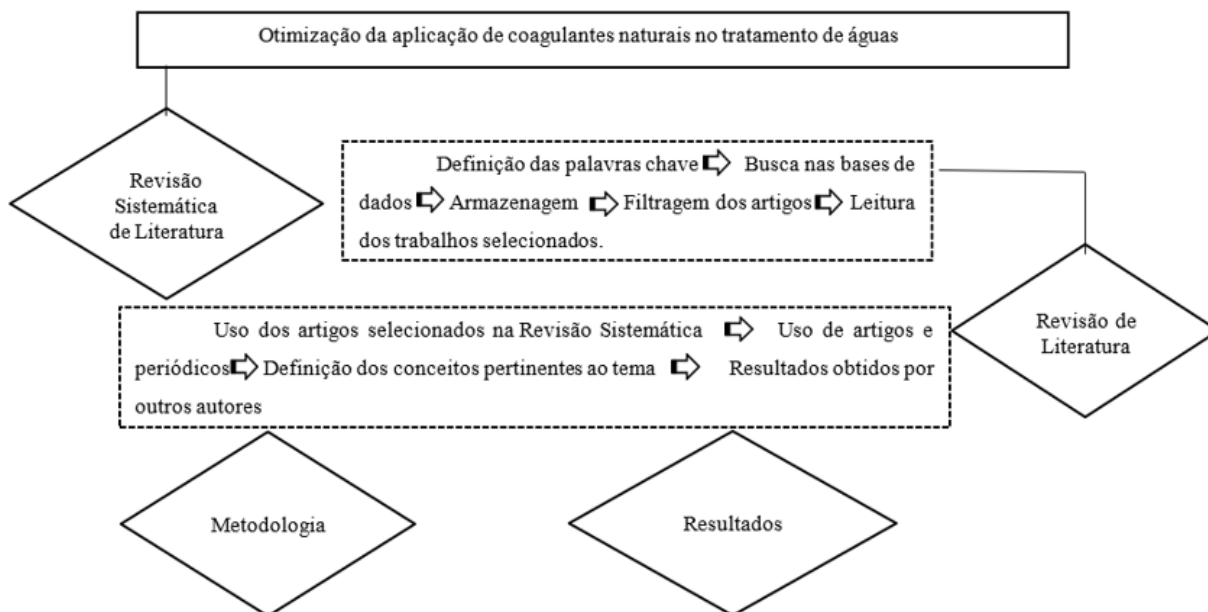


Figura 2: Estrutura de Revisão de Literatura do trabalho.

Fonte: Adaptado de Petersen et al., 2008.

Assim, para o presente trabalho foram selecionados apenas artigos e periódicos publicados entre os anos de 2013 e 2023. Um resumo geral das estratégias de busca definidas está demonstrado na tabela 1 abaixo. Os artigos eleitos foram então filtrados por repetição e em seguida por título - descartando aqueles nos quais os títulos não correspondessem ao tema trabalhado. Por fim foram filtrados pelo resumo, essa etapa removeu as pesquisas fora do contexto desejado. Para conclusão, os artigos restantes foram lidos integralmente e utilizados no projeto corrente.

Tabela 1: Estratégias de busca

Termos de Busca	Strings de Busca
1. water treatment	1. Water treatment AND Coagulants (1.153 results)
2. raw water	2. Water treatment AND Coagulants AND Natural (740 results)
3. surface water	3. Raw water AND Surface water AND Coagulants AND Natural (323 results)
4. coagulants	4. Moringa seed AND Water treatment AND Coagulants (55 results)
5. natural	5. Abelmoschus esculentus AND Extract OR Coagulants OR Flocculants AND Watertreatment (2.359 results)
6. moringa seed	6. Abelmoschus esculentus AND Extract AND Coagulants OR Flocculants AND Watertreatment AND Natural (7 results)
7. abelmoschus esculentus	
8. extract	
9. flocculant	
Fontes	Período
https://www.sciencedirect.com/	2013 a 2023
Portal de Periódicos Capes - Acesso CAFe	Tipo de Publicação
	Artigos e periódicos

Alguns destes artigos utilizou-se do Método de Superfície Resposta (MSR) para determinar os valores ótimos das concentrações de extrato de semente de *M. Oleifera*. O MSR é um grupo de técnicas matemáticas e estatísticas para design de experimentos, sendo um processo utilizado para análise e modelagem de problemas, auxiliando na obtenção de condições ideais em função de diferentes variáveis. O principal objetivo dessa metodologia é a otimização da resposta (Desta AND Bote, 2021; Bezerra et al., 2008), combinando várias variáveis ao mesmo tempo e apresentando interações recíprocas no rendimento de um processo, além disso, diminui o número de execuções experimentais necessárias e fornece resultados estaticamente competentes (Desta e Bote, 2021 Apud Betiku e Adesina, 2013).

Na Metodologia Superfície Resposta a quantidade de respostas e de fatores não é limitante, podendo inclusive modelar múltiplas respostas simultaneamente. É um aspecto determinante da MSR, dado que um produto ou processo pode precisar satisfazer mais de um critério.

RESULTADOS

É fundamental a identificação de lacunas, consensos e controvérsias sobre o tema trabalho para, assim, conceber um trajeto de pesquisa ainda não percorrido por outros pesquisadores, evitar os erros similares e selecionar as melhores trajetórias das apuradas (Brizola et al., 2017). Logo, a fim de conceber uma revisão de literatura relevante, a metodologia empregada foi no MSL, voltado para viabilidade técnica e econômica em sistemas de saneamento.

Os 7 artigos restantes após a estratégia de busca determinada foram lidos integralmente e utilizados no projeto presente, seguindo para as etapas de análise dos mecanismos de coagulação, das melhores concentrações de solução e pH do agente natural citado e, das preferíveis metodologias de obtenção e de mistura do extrato de *Moringa oleífera*. As Tabelas 2, 3 e 4 sumarizam os principais resultados extraídos do mapeamento sistemático.

Tabela 2: Metodologias de mistura e obtenção do extrato de *M. Oleífera*.

AUTORES, ANO	Alakaparampil Joseph Varkey(2020)	Sivakumar Vigneshwaran et. al (2020)	B.I. Gandiwa et al. (2020)	Adewole Scholes Taiwo, et al. (2020)
METODOLOGIA DEMISTURA E OBTENÇÃO DO EXTRATO	As sementes de moringa foram descascadas, moídas em moedor elétrico e peneiradas (0,8 mm). Misturadas agitadas por cerca de 20-25s e deixado em repouso para coagulação.	As sementes de <i>M. oleífera</i> foram coletadas e lavadas em água corrente, moídas e secas para retirada da umidade em estufa a 70°C por 6 h. A velocidade de agitação foi de 10–50 rpm com intervalos de tempo de 100 min.	Sementes foram descascadas e colocadas em estufa a 35°C até secarem. Foram moídas e peneiradas (500 µm). Passou por agitador por 1 hora e deixou-se repousar por 30 minutos. Frascos foram colocados no aparelho jar test e submetidos a mistura de 200 rpm por 2 min, seguido de 10 min de mistura lenta a 20 rpm e 30 min de sedimentação.	Sementes de <i>M. oleífera</i> foram lavadas com água destilada, secas ao ar em temperatura ambiente e moídas em pó fino. Diferentes concentrações com Moringa e 5% (p/v) de sulfato de alumínio foram adicionadas a frascos com 1 L de amostras de água e misturados por 3 min. Os flocos frepousaram durante 1h. A mistura foi agitada durante 18h e mantido durante a noite a 4°C. A mistura resultante foi centrifugada a 3500 rpm por 20 min.
AUTORES, ANO	Wendesen Mekonin Desta, Million Ebba Bote (2021)	Richard Agbo Kwabena Ntibrey, et al. (2020)	Olusola Adedayo Adesinaa, et al. (2019)	
METODOLOGIA DEMISTURA E OBTENÇÃO DO EXTRATO	Sementes de foram colatadas e colocadas no forno seco a uma temperatura de 105 C por 7h. Depois, moídas e peneiradas. Após a floculação, houve agitação de 15 minutos a 200 r/min, após, uma agitação lenta foi reintroduzida a 40r/min por 15 min.	Os grãos foram secos ao sol por 6h diariamente durante 7 dias. Depois moídos e peneirados (500 µm). Cadabéquer foi agitado rapidamente inicialmente a cerca de 100 rpm por 1,0 min; depois lentamente (cerca de 25 rpm) por 20 min e deixados em repouso por 30 min.	As sementes foram retiradas e trituradas. As doses do pó de semente foram pesadas na água destilada para atingir a concentração adequada. A condição ótima prevista foi agitação de 10 min a 100 rpm, com tempo de estabilização de 120 min.	

Tabela 3: Concentrações ótimas e melhores faixas de pH

AUTORES, ANO	Alakaparampil Joseph Varkey (2020)	Sivakumar Vigneshwaran et al. (2020)	B.I. Gandiwa et al. (2020)	Adewole Scholes Taiwo, et al. (2020)	Wendesen Mekonin Desta, Million Ebba Bote (2021)	Richard Agbo Kwabena Ntibrey, et al. (2020)	Olusola Adedayo Adesinaa, et al. (2019)
CONCENTRAÇÕES	0,1 g – 0,6 g em etapas de 0,1 g Ótima: 0,25 g/L	Ótima: 0.2 g/L	Ótima: 0.05 g/L	20, 40, 60 e 80 mg/L Ótima: 0.06mg/L	0.2g a 6g/500ml Ótima: 0.8 g/l	0.5 g/L, 1 g/L, 1.5 g/L, 2 g/L e 2.5 g/L Ótima: 2.0 g/L	Ótima: 3.0g/L
FAIXAS DE pH	pH 6.5 - 7.0	pH 5 - 8	pH 7.05	pH 7	pH 7 – 9	pH 7.53	pH 7.3

Tabela 4: Resultados principais dos autores, com aplicação de *M. Oleifera*

AUTORES, ANO	Alakaparampil Joseph Varkey (2020)	Sivakumar Vigneshwaran et al. (2020)	B.I. Gandiwa et al. (2020)	Adewole Scholes Taiwo, et al. (2020)	Wendesen Mekonin Desta, Million Ebba Bote (2021)	Richard Agbo Kwabena Ntibrey, et al. (2020)	Olusola Adedayo Adesinaa, et al. (2019)
RESULTADOS E OBSERVAÇÕES	Turbidez: de 37,8 NTU para 3 NTU.	A turbidez das amostras foi reduzida em 94,4%.	Turbidez alcançou 3,2 NTU, com 88,7% de redução.	Turbidez obteve redução de 78,85%. Coliformes totais diminuíram em 58,18%.	Turbidez diminuiu entre 95,99% e 99,99%.	Turbidez reduziu de 275 NTU para 9,13 NTU. E. coli diminuiu para 0/ml.	O modelo previu a menor turbidez como 5,49 NTU em condição ótima.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para os artigos revisados, a metodologia de obtenção do extrato de moringa (Tabela 2) teve pontos semelhantes. Via de regra, as sementes de moringa foram descascadas, lavadas, moídas e peneiradas. Ademais, Vyas e Dudhagara (2022) e outros autores observaram que o pó da semente é altamente atraído pela umidade tanto antes quanto depois da moagem e diversas técnicas para secagem são citadas, como secagem em estufa e em forno seco (Vigneshwaran et al, 2020; Desta e Bote, 2021).

Posteriormente, quantidades desse pó foram dosadas na água destilada para atingir a concentração adequada, esta concentração ideal permaneceu, majoritariamente, entre 0.05 g /L a 0.8 g /L (Tabela 3). O estudo dessas concentrações foi diversificado, Desta e Bote (2021) avaliaram dosagens de 0.1 g/500ml a 0.6 g/500ml enquanto que na pesquisa de Ntibrey, et al. (2020) foram analisadas quantidades de concentração entre 0.5 g/l a 2.5 g/l. O pH que obteve melhores resultados foi próximo a 7 e sempre na faixa de pH entre 7 e 9 (Taiwo et al., 2020).

No quesito técnicas de mistura (Tabela 2), o processo foi quase sempre dividido em duas etapas: agitação rápida e agitação lenta. Para agitação rápida, os melhores resultados ficaram em torno de 200 rpm, enquanto que para a lenta, de 25 e 40 rpm. Notou-se que o tempo de estabilização foi significativo, alguns autores chegaram a 120 e 240 minutos de pausa para sedimentação, assim, ao usar o pó de moringa, a coagulação, floculação e sedimentação foi considerada um processo lento (Adesinaa, et al. 2019).

A utilização da moringa obteve, majoritariamente, resultados dentro dos níveis aceitos para água potável, indicando atividade antimicrobiana promissora. A técnica estudada foi inclusive considerada reprodutível, rentável e capaz de produzir água potável para uso doméstico - com parâmetros físico-químicos dentro dos limites exigidos para água potável de acordo com as diretrizes da OMS - sem qualquer fonte de alimentação ou

assistência técnica (Varkey, 2020; Vigneshwaran, 2020). Logo, o agente em estudo possui alta capacidade de coagulação, induz atividade antimicrobiana de forma promissora e aparenta dispor de propriedades termooestáveis (Desta e Bote, 2021).

Por fim, nota-se que a utilização do extrato de *Moringa oleifera* diminui o nível de turbidez das águas, possui baixo nível de lixiviação e que pode ser inclusive utilizado em conjunto com outros agentes químicos (Varkey, 2020; Vigneshwaran et al., 2020; Gandiwa et al., 2020), sendo um produto eficaz para remoção de impurezas até mesmo em escala industrial (Adesina et al., 2019). Também, de acordo com a revisão realizada, mais trabalhos podem ser realizados a fim de determinar melhores condições de conservação do coagulante natural, investigar a influência do tamanho das partículas de pó de sementes da moringa na eficácia do extrato e, estudar novas combinações do agente coagulante de moringa com outros agentes naturais ou químicos, tornando o processo de coagulação e floculação mais ágil e completo.

CONCLUSÕES

Em conclusão, o mapeamento sistemático de literatura relativo ao processo de coagulação natural da *Moringa Oleífera* revelou uma crescente e abrangente base de conhecimento científico sobre as propriedades coagulantes dessa planta. Os estudos revisados demonstraram que a moringa é uma opção promissora como coagulante natural para tratamento de água e que as condições do processo influenciam expressivamente o processo, especialmente a extração, pH e gradiente de mistura.

Além disso, os estudos compilados corroboram que a moringa possui atividade coagulante economicamente viável, ecologicamente sustentável e segura para uso em tratamento de água, o que a torna uma alternativa interessante aos coagulantes químicos tradicionais, especialmente em regiões onde o acesso a coagulantes químicos é limitado.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Universidade Federal de Ouro Preto por meio a Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação (PROPPI-UFOP), ao Departamento de Engenharia Urbana (DEURB) e à Fundação Gorceix, pelo apoio e incentivo à execução da pesquisa e participação no Congresso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADESINA, O. A. et al. *Response surface methodology approach to optimization of process parameter for coagulation process of surface water using Moringa oleifera seed*. *South African Journal of Chemical Engineering*, v. 28, p. 46-51, 2019.
2. AGARWAL, M. et al. *Utilization of okra gum for treatment of tannery effluent*. *International Journal of Polymeric Materials*, v. 52, n. 11-12, p. 1049-1057, 2003.
3. ANG, W. L.; MOHAMMAD, A. W. *Integrated and hybrid process technology*. In: *Sustainable Water and Wastewater Processing*. Elsevier, 2019. p. 279-328.
4. BHUPTAWAT, H.; FOLKARD, G. K.; CHAUDHARI, S. *Innovative physico-chemical treatment of wastewater incorporating Moringa oleifera seed coagulant*. *Journal of hazardous materials*, v. 142, n. 1-2, p. 477-482, 2007.
5. BRIZOLA, J.; FANTIN, N. *Revisão da literatura e revisão sistemática da literatura*. *Revista de Educação do Vale do Arinos-RELVA*, v. 3, n. 2, 2016.
6. DESTA, W. M.; BOTE, M. E. *Wastewater treatment using a natural coagulant (Moringa oleifera seeds): optimization through response surface methodology*. *Heliyon*, v. 7, n. 11, p. e08451, 2021.
7. GANDIWA, B.I. et al. *Optimisation of using a blend of plant based natural and synthetic coagulants for water treatment:(Moringa Oleifera-Cactus Opuntia-alum blend)*. *South African Journal of Chemical Engineering*, v. 34, p. 158-164, 2020.

8. GUPTA, V. B. et al. Aluminium in Alzheimer's disease: are we still at a crossroad?. *Cellular and Molecular Life Sciences CMLS*, v. 62, p. 143-158, 2005.
9. KITCHENHAM, B. A.; MENDES, E.; TRAVASSOS, G. H. Cross versus within-company cost estimation studies: A systematic review. *IEEE Transactions on Software Engineering*, v. 33, n. 5, p. 316-329, 2007.
10. MUNIZ, G. L.; BORGES, A. C.; SILVA, T. C. F. da. Performance of natural coagulants obtained from agro-industrial wastes in dairy wastewater treatment using dissolved air flotation. *Journal of Water Process Engineering*, v. 37, p. 101453, 2020.
11. NTIBREY, R. A. K.; KURANCHIE, F. A.; GYASI, S. F. *Antimicrobial and coagulation potential of Moringa oleifera seed powder coupled with sand filtration for treatment of bath wastewater from public senior high schools in Ghana. Heliyon*, v. 6, n. 8, p. e04627, 2020.
12. NWAIWU, N. E.; LINGMU, B. *Studies on the effect of settling time on coliform reduction using Moringa oleifera seed powder. Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation*, v. 6, n. 3, 2011.
13. PETERSEN, K. et al. *Systematic mapping studies in software engineering. In: 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE) 12. 2008. p. 1-10.*
14. SULAIMAN, M. et al. *Moringa oleifera seed as alternative natural coagulant for potential application in water treatment: A review. Journal of Advanced Research in Materials Science*, v. 56, n. 1, p. 11-21, 2019.
15. UNDP (United Nations Development Programme). 2019. *Human Development Report 2019: Beyond income, beyond averages, beyond today: Inequalities in human development in the 21st century*. New York.
16. VARKEY, A. J. *Purification of river water using Moringa Oleifera seed and copper for point-of-use household application. Scientific African*, v. 8, p. e00364, 2020.
17. VARSANI, V.; VYAS, S. J.; DUDHAGARA, D. R. Development of bio-based material from the Moringa oleifera and its bio-coagulation kinetic modeling—A sustainable approach to treat the wastewater. *Heliyon*, v. 8, n. 9, p. e10447, 2022.
18. VIGNESHWARAN, S. et al. Optimization of sustainable chitosan/Moringa. oleifera as coagulant aid for the treatment of synthetic turbid water—A systemic study. *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, v. 2, p. 132-140, 2020.