

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ADSORTIVO DA SEMENTE DE *MORINGA OLEIFERA* PARA CORANTES TÊXTEIS

Gabrielle Montes da Rocha, Isabella Caroline dos Santos Carvalho, Ísis Preste Formiga, Daniela Santos Silva, Verônica Cristina Pêgo Fiebig Aguiar

Colégio Antônio Teixeira Fernandes/ Colégio Univap - Unidade Centro, Rua Paraibuna, 75 - Jardim São Dimas, São José dos Campos - SP, 12245-020 - São José dos Campos - SP, Brasil, gabi1711.rocha@gmail.com, bellacrvi07@gmail.com, isisp.formiga@gmail.com, danielass@univap.br, veronicafiebig@gmail.com

Resumo

O presente trabalho aborda a eficiência das sementes de *Moringa oleifera* para a remoção de efluentes têxteis descartados inadequadamente em recursos hídricos, que prejudicam ecossistemas aquáticos. A *Moringa oleifera* se destaca por seu potencial coagulante e adsorvente, presente em sua semente e casca oferecendo uma alternativa sustentável e de baixo custo. Para avaliar a eficiência do material na adsorção de corantes têxteis, analisou-se o comportamento com o corante azul de metileno em diferentes condições de pH e tempo de contato. Os ensaios demonstram que a *M. oleifera* é eficaz na mitigação dos impactos ambientais de indústrias têxteis, proporcionando uma estratégia financeiramente viável e ambientalmente responsável. Dessa forma, o estudo reforça a relevância de alternativas sustentáveis para a preservação dos ecossistemas e a redução de riscos à saúde pública.

Palavras-chave: *Moringa oleifera*. Adsorção. Azul de metileno. Corantes têxteis.

Curso: Técnico em Química.

Introdução

A partir da evolução industrial, a qual ganhou relevância após metade do século XX, torna-se evidente o surgimento de novas tecnologias agravantes aos ecossistemas, principalmente ao ambiente marinho, pelo descarte inadequado de resíduos industriais (Zhang, *et al.*, 2023). Nesse prisma, ata-se a *Moringa oleifera*, uma espécie arbórea da família *Moringaceae* que possui a alta capacidade de adsorção de corantes têxteis frente a recursos hídricos, reduzindo impactos ambientais e melhorando a qualidade de vida nos sistemas globais (Özcan, 2020). Além disso, a utilização de um adsorvente natural como a *M. oleifera*, garante acessibilidade com eficiência de procedimento sem prejudicar o meio ambiente e com baixo custo. (Lopes; Roledo; Reis, 2022).

Assim, atualmente, o setor têxtil, um dos mais poluentes, vem resultando em danos aos ecossistemas pelo descarte errôneo de corantes têxteis, como o azul de metileno, que possuem metais pesados de meia-vida longa - Cobre, cobalto, níquel, cromo e outros - interferindo nos níveis tróficos por meio da bioacumulação (Lellis *et al.*, 2019). Diante disso, tornou-se imprescindível a utilização de técnicas para a remoção desses poluentes, dentre as quais a *Moringa oleifera* destacou-se apresentando propriedade bioadsorvente em suas sementes e cascas, garantindo a eliminação dos corantes, por meio de interações entre as distintas cargas eletrônicas (Reck *et al.*, 2019). A priori, a adsorção, um processo físico-químico, envolve a acumulação de partículas em sua superfície, tendo seu rendimento diretamente influenciado por propriedades químicas como: pH, área de contato, temperatura, tamanho do adsorbato, massa e entre outros (Barbosa, 2018). Por conseguinte, a remoção dos corantes têxteis por adsorção garante a redução de impactos ao meio ambiente e à saúde pública, contribuindo à adequação das normas da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) (Pizato *et al.*, 2017).

Ademais, o estudo baseia-se em revisões literárias referentes à adsorção de corantes têxteis por distintos métodos, visando adquirir o máximo de informações para melhor desenvolvimento prático. Segundo Escobar (2019), o procedimento laboratorial realizou-se com a coleta da *M. Oleifera* e o processamento das sementes (Lavagem, secagem, moagem e peneiração), para garantia de uma melhor adsorção nos experimentos; na finalização do processo foram analisados, no espectrofotômetro, onze (11) testes em triplicata, nos quais houve o controle do pH (2, 4 e 7) em diferentes tempos, os quais foram analisados, posteriormente, no espectrofotômetro.

A pesquisa realizada, detém como principais objetivos analisar a capacidade adsorviva da *Moringa oleifera* para a redução de impactos ambientais, além de verificar como os corantes têxteis prejudicam os ecossistemas. Nesse contexto, o estudo visa demonstrar como ocorre a adsorção pela semente da espécie referenciada acima através da interação com o corante têxtil.

Metodologia

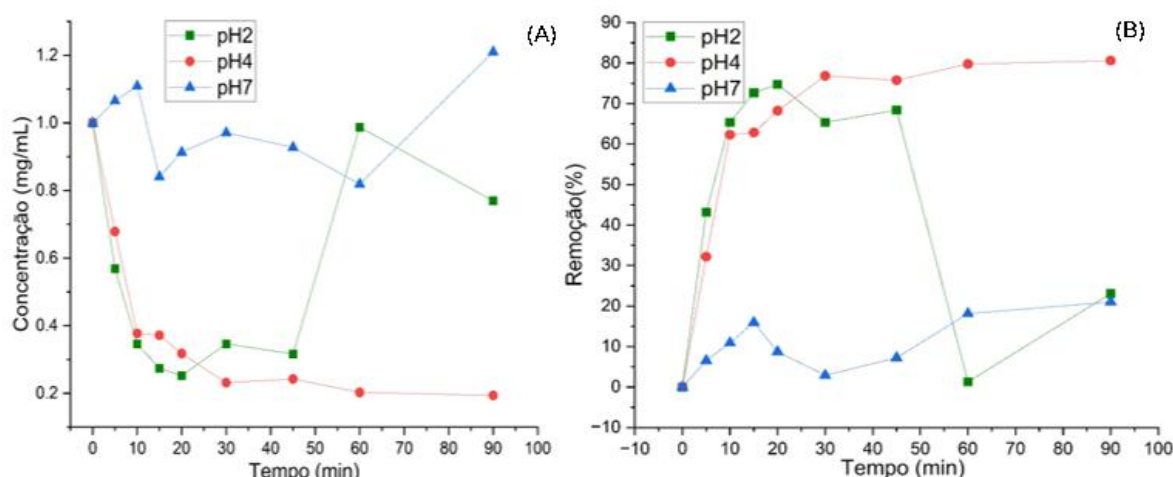
O presente artigo desenvolveu-se a partir de uma revisão integrativa da literatura referente a *Moringa oleifera*, baseando-se em publicações, dentro dos últimos 10 anos, visando adquirir informações em análise qualitativa. Ademais, a construção da pesquisa utilizou artigos científicos, teses/dissertações, repositórios, livros e revistas, os quais estão disponíveis em plataformas como ScienceDirect, SciELO, Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais (IBEAS), Conexão Água, Revista Virtual de Química, repositórios UTFPR, UFSC, UFPB, UTFPR, UFSM, UFT, UFU, UFPE e Unesp. A partir da análise de cada artigo, as autoras obtiveram dados suficientes para o desenvolvimento do principal tópico: O potencial adsorvivo da *Moringa O.* com os corantes têxteis. A fim de comprovar a revisão literária, realizou-se procedimentos experimentais no âmbito laboratorial, o qual na preparação da *Moringa oleifera* foram utilizados 90 g da planta fornecida pelo ICT-Unesp localizado em São José dos Campos, as quais foram lavadas com água destilada e secadas em uma estufa por 24 horas a 60°C, foram trituradas com almofariz e pistilo e secadas novamente com as mesmas condições. Para a solução do corante, pesou-se 0,1 g de corante em pó Azul de Metileno P.A (C.I. 52.015) da Synth e diluiu-se em 100 mL de água destilada, resultando uma concentração de 10 mg/mL. Nesse sentido, após o preparo das soluções, foram considerados os parâmetros de pH (2,0; 4,0 ;7,0) de água destilada, ajustadas com ácido sulfúrico e tempos, em minutos, de contato adsorvente-adsorvato (5 min, 10 min, 15 min, 20 min, 30 min, 45 min, 60 min, 90 min), feitos em triplicata, totalizando 72 amostras. Em cada amostra, adicionou-se 0,1 g da semente de *Moringa oleifera*, juntamente com 1 mL da solução do corante e 9 mL de água destilada com determinado pH ajustado e colocou-se em um agitador a 1000 rpm. Para cada pH foi realizado uma solução controle sem o adsorvente para comparação. Após o tempo do determinado ensaio, centrifugou-se a amostra a 3000 rpm por 5 min e seu sobrenadante foi analisado em um espectrofotômetro. Com a utilização do equipamento, foi possível a descoberta da absorbância e sua concentração remanescente pela regra de proporção relacionado às soluções padrão.

Resultados

A figura 1 apresenta como as diferentes amostras com os determinados pH (2,0; 4,0; 7,0) ao longo do tempo alteram o rendimento adsorvivo. A figura demonstrou que as amostras com pH 4 apresentou uma constante queda, indicando que a concentração diminuía conforme o tempo de contato entre adsorvente e adsorvato ocorria, apresentando resultados mais homogêneos, diferente dos ensaios com pH 7 que apresentaram quase nenhuma diferença na concentração do corante azul de metileno remanescente. As amostras de pH 2 apresentaram uma queda homogênea nos 20 primeiros minutos, no entanto apresentou maior dispersão. A figura 2 apresenta a diferença percentual da concentração de azul de metileno em diferentes pH (2,0; 4,0; 7,0) ao longo do tempo em relação ao tempo e concentração inicial (tempo de 0 minutos, referência de 1mg/mL. É notório o rápido aumento da diferença para os pH 2 e 4, elevando a 60%, no entanto, apenas as amostras do pH 4 se mantiveram constantes, atingindo o equilíbrio, enquanto ocorreu uma abrupta queda no pH 2. Já no pH 7, não ocorreram significativas diferenças, com valores inferiores a 20%.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Figura – 1: Concentração final versus tempo representado pelo gráfico (A) e Diferença Absoluta da Concentração versus o tempo representado pelo gráfico (B).



Fonte: Os autores, 2025.

Discussão

Os corantes têxteis podem ser classificados como substâncias tóxicas ao meio ambiente, uma vez que apresentam metais pesados em sua composição química, sendo que aproximadamente 20% deles são descartados de forma incorreta (Zhang *et al.*, 2023). Diante desse cenário, evidencia-se a necessidade de soluções acessíveis para mitigar seus impactos.

Nos ensaios realizados, ao avaliar os parâmetros de pH e tempo, observou-se que maiores tempos de contato favoreceram a rápida adsorção, efeito atribuído à propriedade coagulante e adsorvente das sementes de *Moringa Oleifera*, capazes de alterar o comportamento do corante têxtil no meio analisado. Ademais, os resultados obtidos nos onze experimentos, representados na Figura 1, demonstraram que, em pH 4, os valores de adsorção foram significativamente superior em comparação aos demais. Esse resultado está parcialmente em conformidade com a literatura de referência, uma vez que Pecora (2014) indica o pH ideal próximo entre 2,5 e 4,5. Tal divergência de comportamento em relação ao pH 2 pode ser associada a inúmeros fatores experimentais físico-químicos, visto que, em condições altamente ácidas, ocorre intensa protonação dos grupos funcionais presentes na *Moringa oleifera*, o que tende a reduzir a interação eletrostática com o corante azul de metileno, de caráter catiônico, além de favorecer a competição entre íons H^+ e as moléculas do corante pelos sítios ativos do adsorvente. Ademais, esse excesso de acidez pode induzir alterações na propriedade coagulante da *Moringa oleifera*, comprometendo sua eficiência no processo. Fatores operacionais, como a dosagem do coagulante, a intensidade de agitação, o tempo de contato e a eficácia da centrifugação, também podem ter contribuído para a divergência observada, uma vez que a formação incompleta ou a ressuspensão de flocos interfere diretamente na etapa de separação. Assim a Figura 2 evidencia que, em pH 2 e pH 4, ocorreu uma queda acentuada na concentração do corante azul de metileno, indicando que o ambiente ácido favoreceu de forma significativa sua remoção. Esse comportamento demonstra maior eficiência em meios ácidos, uma vez que, em pH 7, os valores permaneceram baixos ao longo do experimento, não ultrapassando 20%. Tal resultado corrobora o estudo de Pecora (2014), que identificou a faixa de pH entre 2,5 e 4,5 como a mais adequada para a remoção de corantes.

Conclusão

O presente estudo avaliou a eficiência das sementes de *Moringa oleifera* na remoção do corante têxtil azul de metileno em diferentes condições de pH, demonstrando que meios ácidos, especialmente em torno de pH 4, apresentaram maior eficácia no processo. Verificou-se que a proporção de 0,1 g de semente em 9 mL de água destilada com pH ajustado potencializou a remoção do corante, sendo observada a atuação conjunta dos mecanismos de adsorção e, principalmente, de coagulação/floculação. Este último aspecto se destacou como o processo dominante, intensificado pelo

tempo de contato e pela propriedade coagulante característica das sementes. Assim, conclui-se que a *Moringa oleifera* constitui uma alternativa sustentável, de baixo custo e de elevada relevância ambiental para o tratamento de efluentes têxteis. Sua aplicação mostra-se promissora na mitigação dos impactos causados pelo descarte inadequado de corantes, sobretudo em ecossistemas aquáticos, contribuindo para a preservação ambiental e para a busca de soluções ecológicas no enfrentamento da poluição industrial.

Referências

BARBOSA, G. de A.C.D. Determinação da remoção de cor e parâmetros físico-químicos em efluente têxtil via adsorção. **Repositório Universidade Federal da Paraíba**, João Pessoa, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/13553>. Acesso em: 04 ago. 2025.

ESCOBAR, O. Potencial adsorvente da casca e polpa de Moringa na remoção de corante orgânico em solução aquosa. 2019. 73 f. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria**, Rio Grande do Sul, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/19599>. Acesso em: 05 ago. 2025.

LELLIS, B; *et al.*, Effects of textile dyes on health and the environment and bioremediation potential of living organisms. **Environmental Advances**, v. 1, p. 100007, 2020.

LOPES, C. A; ROLEDO, C; REIS, A. G. dos. Moringa oleifera seed husks for methylene blue dye adsorption: kinetic, equilibrium, and thermodynamic analyses. **Revista Ambiente & Água**, v. 17, p. 1–16, 2022.

ÖZCAN, M.M. *Moringa spp*: Composition and bioactive Properties. **Ceramics International**, v. 45, n. 5, p.5885–5891, 2019.

PECORA, H. B. Utilização das sementes de Moringa oleifera como adsorvente para a remoção de corantes têxteis em meio aquoso. 2014. 41 f. **Monografia (Graduação em Ecologia) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro**, Rio Claro, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/139024>. Acesso em: 05 mai. 2025.

PIZATO, E. *et al.* Caracterização de efluente têxtil e avaliação da capacidade de remoção de cor utilizando o fungo *Lasiodiplodia theobromae* MMPI. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 5, p. 1027–1035, set./out. 2017.

RECK, I. M. *et al.* Capacidade adsorptiva das sementes de Moringa oleifera Lam para remoção do corante amarelo tartrazina em leito fixo: influência da altura de leito, pH e reuso do biossorvente. In: **ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA**, São José dos Campos, Anais...São José dos Campos, Unicesumar, 2019. p.1-8

ZHANG,, W. *et al.*, Advances in sustainable wastewater treatment technologies: A review. **Environmental Advances**, v. 5, p. 100203, 2023.