AVALIAÇÃO DE REUSABILIDADE DO CARVÃO ATIVADO DE COCO DE DEDÊ NO PROCESSO DE ADSORÇÃO DO AZUL DE METILENO

Felipe Lago Neves (PIC), Rosângela Bergamasco, João Gabriel da Silva Andrade (Coorientador), Fernando Rodrigues de Carvalho (Orientador) E-mail: frcarvalho@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Tecnologia, Umuarama, PR

Engenharias / Engenharia Química

Palavras-chave: Adsorção; Dessorção; Corante.

RESUMO

A técnica de adsorção tem sido amplamente estudada devido a sua facilidade e baixo custo. A utilização de resíduos agroindustriais como adsorventes tende a reduzir ainda mais o custo da técnica. Visando a possibilidade de reutilização do adsorvente, este trabalho avaliou a adsorção e dessorção de azul de metileno (AM) utilizando carvão ativado de coco de dendê (CACD) em cinco ciclos consecutivos. A adsorção foi realizada com 75 mg L^{-1} de AM e razão adsorvente/solução de 5,55 g L^{-1}. A capacidade de adsorção permaneceu elevada e estável, variando de 13,17 a 13,55 mg g^{-1}, com remoção próxima de 100%. Para a dessorção, foram avaliados etanol 100%, 83% EtOH/HCl (0,1 mol L^{-1}) e 50% EtOH/HCl (0,1 mol L^{-1}). A dessorção foi extremamente baixa, atingindo no máximo aproximadamente 0,21%, sendo observada maior tendência de liberação no sistema contendo 83% EtOH/HCl. Os resultados indicam forte retenção do AM na estrutura carbonácea e elevada estabilidade do adsorvente durante os ciclos avaliados.

INTRODUÇÃO

Corantes são compostos químicos capazes de trazer sérios riscos para a saúde humana e para a vida aquática (ROY; SAHA, 2021). O azul de metileno (AM) pode causar vários problemas ao ser humano, tais como queimadura nos olhos, irritação no trato gastrointestinal e na pele. Adicionalmente, quando descartado nas águas naturais, sem tratamento adequado, o AM pode prejudicar a penetração dos raios solares no ambiente aquático e, consequentemente, diminuir a atividade fotossintética natural, prejudicando a biota aquática e originando toxicidade ao ecossistema (COROS *et al.*, 2020).

Dentre os vários métodos empregados para a remoção de corantes de águas naturais, o método de adsorção tem sido uma alternativa viável e de baixo custo quando comparado aos métodos tradicionais (WANG *et al.*, 2022) para ser empregado no tratamento de efluentes industriais. O carvão ativado oriundo de fontes minerais é o adsorvente mais empregado devido à sua alta capacidade de adsorção (ERDEM; ÇÖLGEÇEN; DONAT, 2005). No entanto, o seu custo é elevado (CORDA; KINI, 2018). Diversos estudos têm sido realizados com o intuito de

encontrar adsorventes mais baratos (ENIOLA *et al.*, 2023). Neste contexto, casca do coco de dendê (*Elaeis guineensis*) é um abundante resíduo agroindustrial e um excelente candidato para a produção de carvão ativado empregado como material adsorvente. . Apesar dos benefícios da técnica de adsorção, outro desafio é saber o que fazer com o adsorvente carregado de corante tóxico. Para lidar com este problema, é de suma importância o estudo de diversos reagentes ou solventes capazes de remover o corante do adsorvente (processo de dessorção). Este trabalho teve como objetivo estudar a capacidade de adsorção e desorção do carvão ativado de coco de dendê (CACD) por diversos ciclos consecutivos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi empregada uma solução de azul de metileno (AM) de 75 mg L^{-1}. Para garantir maior adsorção do corante, o pH foi ajustado para 11, empregando um pHmetro. A determinação do AM em solução será realizada por espectrofotometria UV-Vis monitorando-se o pico máximo da absorção do AM (664 nm), por meio da Lei de Lambert-Beer. O CACD foi lavado com água destilada, seco em uma estufa a 105 ºC por 24 h e peneirado na granulometria de 600 micrômetros. Para o estudo de adsorção empregou-se a proporção de 5 g de CACD para 900 mL de solução de AM (5,56 g L^{-1}). A solução ficou em agitação magnética por 30 min. Após a agitação, o sobrenadante foi removido e armazenado e o CACD com AM adsorvido (CACD/AM) foi colocado em estufa para secagem. Para o estudo de dessorção, foi adicionado o CACD/AM seco na proporção de 1,0 g do material para 30 mL de solvente (33,33 g L^{-1}) em 3 condições: i) 100% etanol; ii) 83% etanol/solução de HCl (0,1 mol L^{-1}) e iii) 50% etanol/solução de HCl (0,1 mol L^{-1}). A solução ficou em agitação magnética também por 30 min. Após a dessorção, o sobrenadante foi armazenado e o adsorvente foi colocado novamente na estufa para secagem, fechando o primeiro ciclo. Os mesmos procedimentos foram aplicados até o décimo ciclo. A capacidade de adsorção e dessorção e a eficiência da remoção foram calculadas empregando as equações 1 e 2: $q_{e,\ adsorção/dessorção} = V.(C_i - C_e)/M$ (1); $R\ (\%) = [(C_i - C_e)/C_i].100$ (2).

Onde $q_{e,\ adsorção/dessorção}$ é a quantidade de AM adsorvida ou dessorvida por grama de adsorvente no equilíbrio (mg g^{-1}), R (%) é a eficiência de remoção, C_i e C_e são as concentrações iniciais e no equilíbrio, respectivamente, do AM em mg L^{-1}, V é o volume da solução em litros (L) e M é a massa do adsorvente em gramas (g).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O CACD apresentou elevada e estável capacidade de remoção para o AM ao longo dos cinco ciclos de adsorção. Os valores variaram entre 13,17 e 13,55 mg g^{-1}, enquanto a remoção permaneceu próxima de 100%, com exceção do terceiro ciclo, que apresentou 97,54% (Figura 1). A manutenção da capacidade adsortiva indica que o material conservou elevada quantidade de sítios disponíveis ao longo dos ciclos.

Observou-se baixíssima porcentagem de dessorção (Figura 1). Para a condição 83% EtOH/HCl, atingiu-se aproximadamente 0,21%. Enquanto que para

100% EtOH e 50% EtOH/HCl, os valores foram, em geral, inferiores a 0,20%. A baixa liberação do AM sugere forte retenção das moléculas na estrutura carbonácea, provavelmente associada à combinação de interações π-π, forças de van der Waals, interações eletrostáticas e confinamento nos poros. A baixa dessorção indica a alta afinidade do AM com a superfície do adsorvente, mesmo em condições de eluente que poderiam facilitar sua remoção. A maior dessorção observada em 83% EtOH/HCl pode estar relacionada à ação combinada do etanol, favorecendo a solvatação do corante, e do meio ácido, capaz de modificar a protonação dos grupos superficiais do carvão.

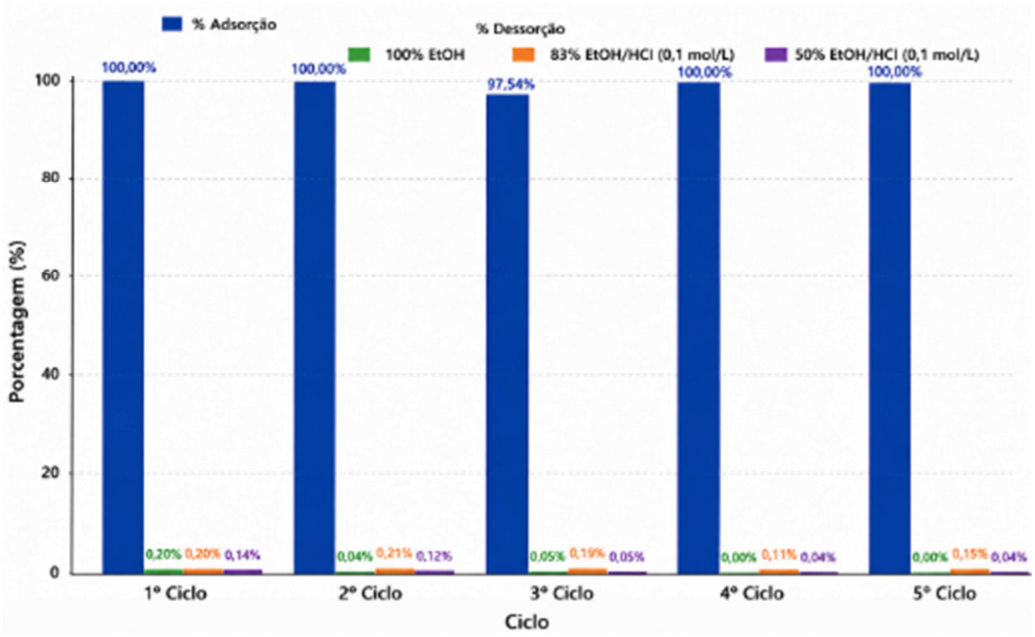


Figura 1. Desempenho da adsorção e dessorção do AM ao longo de 5 ciclos.

CONCLUSÕES

O CACD apresentou elevada e estável eficiência na remoção do AM ao longo dos cinco ciclos consecutivos. A capacidade de adsorção permaneceu entre 13,17 e 13,55 mg g^{-1} e a porcentagem de remoção entre 97 e 100%. Em contrapartida, a dessorção foi extremamente baixa, inferior a 0,21%. A condição de 83% EtOH/HCl apresentou a maior porcentagem de adsorção de dessorção. Os resultados indicam elevada retenção do AM e baixa regenerabilidade química nas condições avaliadas.

AGRADECIMENTOS

Universidade Estadual de Maringá (UEM).

REFERÊNCIAS

CORDA, NIKITA CHRISHEL; KINI, M. SRINIVAS. A review on adsorption of cationic dyes using activated carbon. **In: MATEC Web of Conferences**. **EDP Sciences**, p.

02022, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1051/matecconf/201814402022. Acesso em: 21 agosto 2026.

COROS, M.; SOCACI, C.; PRUNEANU, S.; POGACEAN, F.; ROSU, M. C.; TURZA, A. MAGERUSAN, L. Thermally reduced graphene oxide as green and easily available adsorbent for sunset yellow decontamination. **Environmental Research**, v. 182, n. 109047, p. 1-9. 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.109047. Acesso em: 21 agosto 2026.

ENIOLA, J. O.; SIZIRICI, B.; FSEHA, Y.; SHAHEEN, J. F.; ABOULELLA, A. M. Application of conventional and emerging low-cost adsorbents as sustainable materials for removal of contaminants from water. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 30, n. 38, p. 88245-88271, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s11356-023-28399-8. Acesso em: 21 agosto 2026.

ERDEM, E.; ÇÖLGEÇEN, G.; DONAT, R. The removal of textile dyes by diatomite earth. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 282, n. 2, p. 314-319, 2005. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jcis.2004.08.166. Acesso em: 21 agosto 2026.

ROY, M.; SAHA, R. Dyes and their removal technologies from wastewater: A critical review. **Intelligent environmental data monitoring for pollution management**, p. 127-160, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819671-7.00006-3. Acesso em: 21 agosto 2026.

WANG, Q.; ZHU, S.; XI, C.; ZHANG, F. A review: adsorption and removal of heavy metals based on polyamide-amines composites. **Frontiers in Chemistry**, v. 10, p. 1-15, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.3389/fchem.2022.814643. Acesso em: 21 agosto 2026.