

ADSORÇÃO SIMULTÂNEA DO CORANTE AZUL BRILHANTE E CAFEÍNA

Maria Eduarda Fagian Gesse, Alica Antônia Dutra, Luiz Jardel Visioli, Heveline Enzweiler

INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento das atividades industriais e tecnológicas, observa-se, de maneira análoga, aumento no lançamento de resíduos, que impactam diretamente a biodiversidade e a saúde dos organismos. Essa problemática decorre da liberação contínua desses compostos no ambiente, associada à baixa degradabilidade, alta capacidade de bioacumulação e persistência desses compostos, o que reforça a urgência de estratégias de remediação (OLIVEIRA et al., 2024; BACHMANN; CALVETE; FÉRIS, 2020).

Entre os poluentes emergentes destacam-se a cafeína e os corantes sintéticos, como o azul brilhante. O alto consumo em diferentes segmentos industriais, aliado ao crescente descarte de efluentes contendo esses compostos, mesmo após o tratamento convencional, tem aumentado suas concentrações em ambientes aquáticos (VIEIRA; SOARES; FREITAS, 2022; INTISAR et al., 2023).

Nesse contexto, diversas tecnologias vêm sendo utilizadas no tratamento de águas residuárias, e a adsorção se destaca por ser um processo simples, eficaz e de baixo custo (UMEJURU et al., 2023). Essa técnica consiste na retenção dos contaminantes, denominados adsorvatos, na superfície de um material sólido adsorvente (SOFFIAN et al., 2022).

Dessa forma, este estudo teve como objetivo analisar a adsorção simultânea da cafeína e do corante azul brilhante, utilizando carvão ativado como adsorvente, com o objetivo de investigar a remoção dos compostos em sistemas mono e bicomponente.

DESENVOLVIMENTO

As curvas de calibração foram obtidas com o uso do espectrofotômetro para cada contaminante. Para a cafeína, foram preparadas soluções entre 2 e 50 mg L⁻¹, com leituras em 272 nm; para o azul brilhante, as concentrações variaram de 2 a 20 mg L⁻¹, com leituras em 630 nm.

Os experimentos de cinética monocomponente foram realizados variando apenas o tempo de contato, mantendo constantes a concentração inicial e a temperatura. Utilizaram-se soluções de 20 mg L⁻¹ de azul brilhante e 50 mg L⁻¹ de cafeína, com 0,025 g de carvão ativado em pó em 50 mL de solução. Os frascos permaneceram em shaker (inserir modelo e marca) a 25 °C e 150 rpm. Em intervalos de 15 a 360 min, as amostras foram coletadas e centrifugadas a 5000 rpm por 5 min. Após, o sobrenadante foi filtrado e analisado por espectrofotometria com base nas curvas de calibração, a fim de estimar as concentrações de contaminantes restantes em solução.

Para os testes cinéticos bicomponentes, foram preparadas soluções com a mistura dos componentes, nas mesmas concentrações iniciais e condições experimentais da etapa anterior. Após centrifugação e filtração, as amostras foram analisadas por varredura no espectrofotômetro, e as concentrações calculadas a partir das curvas de calibração.

RESULTADOS

Nos testes monocomponentes, verificou-se que a massa de carvão utilizada e o tempo de 6 h foram adequados para remoção significativa dos compostos. A adsorção ocorreu mais rapidamente nos primeiros 15 min, com 96% de remoção para a cafeína e 55% para o corante, diferença atribuída a características dos adsorvatos, como tamanho molecular, solubilidade, grupos funcionais e carga superficial (BACCAR et al., 2012). Após 4 h, o processo apresentou tendência à estabilidade pela redução de sítios ativos disponíveis (DUQUE-BRITO et al., 2023).

Já no sistema bicomponente, a cafeína apresentou comportamento similar ao sistema isolado, enquanto o corante mostrou menor taxa de remoção (Figura 1), evidenciando a adsorção competitiva. Essa redução pode ser relacionada à microporosidade do adsorvente e às propriedades das moléculas, como hidrofobicidade e tamanho (CORREA-NAVARRO; MORENO-PIRAJÁN; GIRALDO, 2022). Dessa forma, as moléculas menores, como as da cafeína, tendem a ocupar os poros com maior rapidez, limitando a adsorção do corante.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tratamento por adsorção mostrou-se eficaz para a remoção simultânea de poluentes emergentes, como a cafeína e o corante azul brilhante. Além disso, o carvão ativado apresentou ótimo desempenho, devido a sua afinidade com os adsorvatos, grande estrutura porosa e área superficial. Nos experimentos de sistemas bicomponentes, observou-se uma diminuição na taxa de remoção do corante, além de um processo mais longo para alcançar a estabilidade. Os dois compostos apresentaram remoção superior a 90% com 6 horas de experimento em ambos os sistemas, fator que evidencia a eficiência do processo.

Palavras-chave: poluentes orgânicos persistentes; adsorção; cafeína; azul brilhante; carvão ativado.

ILUSTRAÇÕES

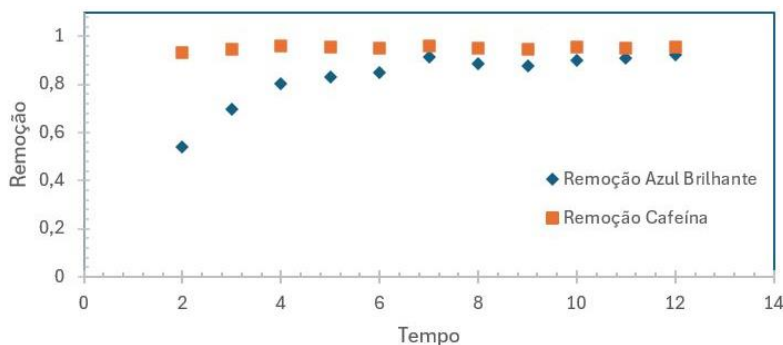


Figura 1. Gráfico da remoção dos compostos em sistema bicomponente em função do tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACCAR, R.; SARRÀ, M.; BOUZID, J.; FEKI, M.; BLÁNQUEZ, P. Removal of pharmaceutical compounds by activated carbon prepared from agricultural by-product. **Chemical Engineering Journal**, v. 211-212, p. 310-317, 15 nov. 2012. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2012.09.099>.

BACHMANN, S. A. L.; CALVETE, T.; FÉRIS, L. A. Caffeine removal from aqueous media by adsorption: An overview of adsorbents evolution and the kinetic, equilibrium and thermodynamic studies. **Science of The Total Environment**, v. 767, p. 144229, 1 mai. 2021. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144229>.

CORREA-NAVARRO, Y. M.; MORENO-PIRAJÁN, J. C.; GIRALDO, L. Competitive Adsorption of Caffeine and Diclofenac Sodium onto Biochars Derived from Figue Bagasse: An Immersion Calorimetry Study. **ACS Omega**, v. 8, p. 1967- 1978, 2023. ACS Publications. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c04872>.

DUQUE-BRITO, E. et al. Fast-kinetics adsorption of a binary solution containing cationic and ionic pollutants using high-surface area activated carbon derived from macadamia nutshell. **Energy, Ecology and Environment**, v. 9, p. 84-99, 2024. Springer. <https://doi.org/10.1007/s40974-023-00304-6>.

INTISAR, A. et al. Adsorptive and photocatalytic degradation potential of porous polymeric materials for removal of pesticides, pharmaceuticals, and dyes-based emerging contaminants from water. **Chemosphere**, v. 336, p. 139203, set. 2023. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.139203>.

OLIVEIRA, J. T.; NUNES, K. G. P.; ESTUMANO, D. C.; FÉRIS, L. A. Applying the bayesian technique, statistical analysis, and the maximum adsorption capacity in a deterministic way for caffeine removal by adsorption: kinetic and isotherm modeling. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, v. 63, n. 3, p. 1530-1545, 2024. ACS Publications. <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.3c02619>.

SOFFIAN, M. S. et al. Carbon-based material derived from biomass waste for wastewater treatment. **Environmental Advances**, v. 9, p. 100259, out. 2022. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2022.100259>.

UMEJURU, E. C. et al. Application of zeolite based nanocomposites for wastewater remediation: Evaluating newer and environmentally benign approaches.

Environmental Research, v. 231, n. 1, p. 116073, 15 ago. 2023. Elsevier BV.

<https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116073>.

VIEIRA, L. R.; SOARES, A. M. V. M.; FREITAS, R. Caffeine as a contaminant of concern: A review on concentrations and impacts in marine coastal systems.

Chemosphere, v. 286, n. 2, p. 131675, jan. 2022. Elsevier BV.

<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131675>.

DADOS CADASTRAIS

BOLSISTA: Maria Eduarda Fagian Gesse

MODALIDADE DE BOLSA: PROIP/UDESC (IP)

VIGÊNCIA: 01/09/2024 a 31/08/2025 – TOTAL: 12 meses

ORIENTADOR(A): Luiz Jardel Visioli

CENTRO DE ENSINO: CEO

DEPARTAMENTO: Departamento De Engenharia De Alimentos E Engenharia Química

ÁREAS DE CONHECIMENTO: Engenharias/ Engenharia Química/ Processos Industriais de Engenharia Química

TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA: Avaliação e aplicação de métodos combinados para remoção de poluentes emergentes.

Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA: NPP4219-2023