

ESTUDO DA ADSORÇÃO SELETIVA DE CORANTE E CAFEÍNA

Sabrina Bihain de Souza, Savana Noro Brondani, Luiz Jardel Visioli, Heveline Enzweiler

INTRODUÇÃO

A contaminação de águas por corantes alimentícios e estimulantes como a cafeína representa um problema ambiental significativo, pois esses compostos podem persistir no meio aquático, afetando ecossistemas e a saúde humana devido à sua toxicidade e potencial carcinogênico. Estudos indicam que corantes sintéticos e cafeína são liberados em efluentes industriais e farmacêuticos, necessitando de métodos eficientes de remoção, como a adsorção seletiva, que oferece baixo custo e alta eficiência (Quintero-Jaramillo *et al.*, 2021). A adsorção em materiais baseados em quitosana e carvão ativado tem se mostrado promissora por sua biocompatibilidade e capacidade de retenção seletiva (Quesada, 2022). O objetivo deste trabalho foi analisar a adsorção seletiva de corante alimentício e cafeína em membranas de hidrogel de quitosana com diferentes teores de carvão ativado, além de avaliar outros adsorventes para aplicação no sistema (Kouzoutzoglou-Efremidou *et al.*, 2025). Essa abordagem visa otimizar a remoção seletiva, contribuindo para o tratamento de águas contaminadas.

DESENVOLVIMENTO

A metodologia adotada baseou-se em avaliações iniciais para quantificar a seletividade das membranas para os compostos de estudo e otimizar o teor de carvão ativado incorporado ao hidrogel de quitosana, comparando a quantidade adsorvida por grama de membrana sob condições constantes de tempo de contato, pH e agitação. Procedimentos semelhantes foram reportados em literatura, *Vakili et al.* (2020) sintetizaram compósitos de quitosana/carvão ativado impregnados com hexadecilamina (HDA) e os caracterizaram por FTIR e SEM para avaliar grupos funcionais e morfologia, aplicando-os na remoção do corante preto reativo 5 (RB). Experimentos em batelada foram realizados para determinar cinética e capacidade de adsorção, ajustando modelos como pseudo-segunda ordem e isotermas de Langmuir ou Freundlich, com variações em pH (2-10), dosagem de adsorvente (0,1-0,5 g) e tempo de contato (até 10 horas) (Quesada, 2022). Outros adsorventes, como hidrogéis de quitosana com nanotubos de carbono ou compósitos com curcumina, foram avaliados para comparação, focando em reutilização via dessorção com NaOH e desempenho em matrizes aquosas complexas, incluindo experimentos em coluna fixa para simular aplicações práticas (Wei *et al.*, 2023 e Kouzoutzoglou-Efremidou *et al.*, 2025)

RESULTADOS

Os resultados obtidos nos estudos revisados demonstram que compósitos de quitosana com carvão ativado ou modificadores exibem alta capacidade de adsorção para corantes e cafeína, embasados em interações eletrostáticas, ligações de hidrogênio e quimissorção, conforme modelos teóricos de Langmuir e pseudo-segunda ordem, que indicam adsorção em monocamada e controle químico. No estudo de Kouzoutzoglou-Efremidou et al. (2025), o compósito de quitosana/carvão ativado@curcumina apresentou capacidades máximas de 338 mg/g para preto reativo 5 e 307 mg/g para azul de metileno, com condições ótimas em pH 2 para o primeiro e pH 9 para o segundo, alcançando equilíbrio em 90 minutos e ajustando-se ao modelo Sips para isotermas e pseudo-segunda ordem para cinética. Vakili et al. (2020), relataram capacidade máxima de 666,97 mg/g para preto reativo 5 usando quitosana-carvão ativado impregnado com hexadecilamina, otimizado em pH 4 e 10 horas de contato, com modelo Freundlich para isotermas e pseudo-segunda ordem para cinética. Wei et al. (2023) observaram 101,07 mg/g para vermelho ácido 73 em hidrogel de quitosana/nanotubos de carbono, com pH 5 e 70 mg de adsorvente, seguindo Langmuir e pseudo-segunda ordem. Quesada (2022) indicou 121,90 mg/g para cafeína em esferas de quitosana/carvão ativado, em pH neutro, com experimentos em batelada e coluna, ajustando-se a Langmuir e pseudo-segunda ordem. Esses achados reforçam a viabilidade teórica de hidrogéis de quitosana para adsorção seletiva, com otimização de teor de carvão ativado melhorando a seletividade em sistemas binários, embora a competição reduza a eficiência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos de analisar a adsorção seletiva de corante e cafeína em hidrogéis de quitosana com carvão ativado e avaliar outros adsorventes foram alcançados via revisão bibliográfica. Os resultados destacam a eficiência dos compósitos em remoção, com capacidades elevadas e reutilização viável. A otimização do teor de carvão ativado é essencial para maximizar seletividade em matrizes complexas. Embora o estudo experimental não tenha sido finalizado, a literatura indica potencial prático para tratamento de efluentes. Futuros testes em escala real são recomendados para validar aplicações industriais.

Palavras-chave: Adsorção seletiva; corante alimentício; cafeína; hidrogel de quitosana; carvão ativado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

KOUZOUTZOGLOU-EFREMIDOU, A. A. *et al.* Interfacial Adsorption Interactions of Dyes and Chitosan/Activated Carbon@Curcumin Derivatives in Single-Component and Binary Solutions. **Langmuir**, XXX, v. 41, n. 5, p. 3603-3622, jan./2025. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.langmuir.4c04769>. Acesso em: 28 ago. 2025.

QUESADA, H. B. *et al.* Caffeine removal by chitosan/activated carbon composite beads: Adsorption in tap water and synthetic hospital wastewater. **Chemical Engineering Research and Design**, Parana, v. 184, n. 11111, p. 1-12, ago./2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2022.05.044>. Acesso em: 25 ago. 2025.

QUINTERO-JARAMILLO, Javier Andrés; CARRERO-MANTILLA, Javier Ignacio; SANABRIA-GONZÁLEZ, Nancy Rocío. A Review of Caffeine Adsorption Studies onto Various Types of Adsorbents. **The Scientific World Journal**, XXX, v. 1, n. 1, p. 1-1, ago./2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2021/9998924>. Acesso em: 25 ago. 2025.

VAKILI, M.; ZWAIN, H.M.; MOJIRI, A.; WANG, W.; GHOLAMI, F.; GHOLAMI, Z.; Giwa, A.S.; WANG, B.; CAGNETTA, G.; SALAMATINIA, B. Effective Adsorption of Reactive Black 5 onto Hybrid Hexadecylamine Impregnated Chitosan-Powdered Activated Carbon Beads. **Water** 2020, 12, 2242. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/w12082242>. Acesso em: 25 ago. 2025.

WEI, J., Yan, L., Zhang, Z. *et al.* Carbon nanotube/Chitosan hydrogel for adsorption of acid red 73 in aqueous and soil environments. **BMC Chemistry** 17, 104 (2023). Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13065-023-01019-9>. Acesso em: 25 ago. 2025.

DADOS CADASTRAIS

BOLSISTA: Sabrina Bihain de Souza

MODALIDADE DE BOLSA: Voluntário (IC)

VIGÊNCIA: 28/03/2025 a 31/08/2025 – Total: 5 meses

ORIENTADOR(A): Heveline Enzweiler

CENTRO DE ENSINO: CEO

DEPARTAMENTO: Departamento de engenharia de alimentos e engenharia química

ÁREAS DE CONHECIMENTO: Engenharias, engenharia química, processos industriais de engenharia química, processos inorgânicos

TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA: Aplicação de técnicas de adsorção e fotocatálise na remoção de compostos fármacos, corantes alimentícios e edulcorantes em meio aquoso

Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA: NPP3938-2022