FOTODEGRADAÇÃO DO CORANTE ERITROSINA UTILIZANDO FOTOCATALISADORES DE ÓXIDO DE ZINCO SUPORTADO EM CARVÃO ATIVADO DE COCO DE DENDÊ

Débora Ribeiro Loureço (PIC), Simone de Lima Bazana, 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: Fotocatálise; Fotocatalisador; Quimiometria.

RESUMO

A contaminação dos recursos hídricos por corantes tem impulsionado a busca por processos eficientes de tratamento de efluentes. Neste trabalho, foi investigada a fotodegradação do corante Eritrosina (ERI) utilizando fotocatalisadores de óxido de zinco (ZnO) suportados em carvão ativado de dendê (DEN). Foram avaliados os efeitos da concentração inicial de ERI, da porcentagem de ZnO no fotocatalisador e da intensidade luminosa por meio de planejamento experimental Box-Behnken. Os fotocatalisadores contendo 10%, 20% e 30% de ZnO foram preparados pelo método de deposição e submetidos à calcinação a 500 °C por 5 h. Os valores de pHPCZ obtidos foram 9,02, 9,57 e 9,34 para os materiais contendo 10%, 20% e 30% de ZnO, respetivamente, indicando comportamento superficial semelhante entre os catalisadores. A análise da superfície de resposta indicou que as melhores condições de fotodegradação ocorreram com 15 mg L^{-1} de ERI, 20% de ZnO e 75% de intensidade luminosa, evidenciando o potencial dos fotocatalisadores ZnO/DEN para a degradação do corante Eritrosina.

INTRODUÇÂO

A crescente contaminação dos recursos hídricos por atividades industriais, agrícolas e urbanas tem aumentado a preocupação com compostos tóxicos presentes em efluentes (RUBIO-CLEMENTE *et al*., 2023). Entre esses contaminantes destaca-se a Eritrosina (ERI), corante amplamente utilizado em alimentos, cosméticos e medicamentos. Os possíveis efeitos toxicológicos deste corante têm motivado estudos e avaliações regulatórias (INTERTEK, 2025). Nesse contexto, diferentes técnicas são empregadas no tratamento de efluentes, destacando-se a fotocatálise heterogênea como processo oxidativo avançado capaz de degradar compostos orgânicos por meio de semicondutores ativados pela luz (RAFIQ *et al*., 2021). Entre esses materiais, o ZnO apresenta baixo custo, estabilidade química e térmica e elevada eficiência na degradação de corantes, sendo um semicondutor tipo n com band gap de 3,37 eV e grande potencial para aplicações ambientais (MANIKANIKA; CHOPRA, 2022). Neste trabalho, foi investigada a fotodegradação da ERI, avaliando-se o efeito combinado

da concentração inicial do corante, do teor de óxido de zinco (ZnO) no fotocatalisador, suportado com carvão ativado de coco de dendê (DEN) e da intensidade luminosa sobre a eficiência do processo de degradação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram sintetizados fotocatalisadores com 10%, 20% e 30% de ZnO suportado em DEN pelo método de deposição. O ZnO foi disperso em água por ultrassonicação, seguido da adição do DEN e da agitação. Os materiais foram secos a 80 e 100 °C e, posteriormente, calcinados a 500 °C por 5 h, visando promover a aderência e estabilização do ZnO no suporte.

Pra a determinação do ponto de carga zero (pH_{PCZ}), foram adicionados 0,100 g de cada material em 100 mL de solução de KCl 1,00 mol L^{-1}. Após agitação de 15 min, as amostras foram centrifugadas e o pH_{PCZ} dos materiais foi estimado de acordo com a Equação 1 (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

$$pH_{pcz} = 2 * pH_{KCl} - pH_{H2O} \quad (1)$$

Em que pH_{KCl} é o pH da solução de KCl 1,00 mol L^{-1} e pH_{H2O} é o pH da solução aquosa, de ambas as amostras obtidas após centrifugação.

Realizou-se o planejamento fatorial do tipo Box-Behnken adaptado de Andrade *et al.* (2025) para avaliação das condições ótimas de fotodegradação. Para o estudo, foram propostas as concentrações de ERI equivalentes a 10,0, 20,0 e 30,0 mg L^{-1}, a porcentagem de ZnO nos catalisadores de 10, 20 e 30%, e a intensidade luminosa de 25, 50 e 75%. A dosagem dos catalisadores foi fixada em 0,15 g L^{-1} e o pH foi fixado em 7.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O pH_{PCZ} mostra a região de pH onde a superfície do catalisador é neutra. Os pH_{PCZ} encontrados para as diferentes porcentagens de ZnO não apresentaram grande variação, como é possível observar na Tabela 1. Os valores encontrados mostram que a superfície está carregada positivamente. Como a ERI é carregada negativamente, nas condições de trabalho, a mesma sofrerá atração eletrostática com a superfície dos adsorventes, contribuindo para sua adsorção no fotocatalisador.

Tabela 1. Valores de pH_{PCZ} dos fotocatalizadores.

Material	pH_{PZC}	ΔpH
10% ZnO	9.02±0.05	0.33±0.03
20% ZnO	9.57±0.05	0.98±0.03
30% ZnO	9.34±0.05	0.91±0.01

Na Figura 1, apresenta-se a superfície de resposta obtida por meio do

planejamento experimental Box-Behnken. Para a fotodegradação da ERI, a maior eficiência na fotodegradação (%R) ocorreu com a concentração do corante de 15 mg L^{-1}, porcentagem de ZnO de 20 % e intensidade luminosa de 75%.

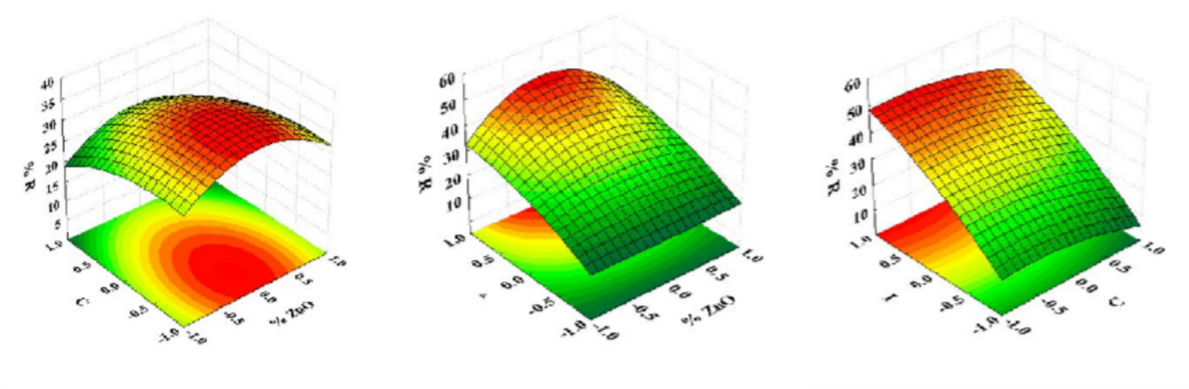


Figura 1. Superfícies de resposta do AM.

CONCLUSÕES

O pH_{PCZ} mostrou que no pH do estudo de fotodegradação do corante ERI, a superfície do fotocatalisador está carregada positivamente. Por meio do planejamento experimental Box-Behnken, observou-se que a maior eficiência de fotodegradação da ERI ocorreu nas condições com a concentração do corante de 15 mg L^{-1}, porcentagem de ZnO de 20 % e intensidade luminosa de 75%.

AGRADECIMENTOS

Universidade Estadual de Maringá (UEM).

REFERÊNCIAS

ANDRADE, DA S. J. G.; PORTO, C. E.; MICHELETTI, D. H.; BIASUZ, F. A. C.; DE CARVALHO, F. R.; BATISTELA, V. R.; SCALIANTE, M. H. N. O. Photocatalytic degradation of the industrial dye yellow tartrazine by commercial ZnO and UV-LED. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, p. 1-22, 2025. Disponível em:https://doi.org/10.1007/s43153-025-00622-8. Acesso em: 14 maio 2026.

INTERTEK. **United States Food and Drug Administration Bans FD&C Red No. 3**. 2025. Disponível em: https://www.intertek.com/blog/2025/05-03-erythrosine/. Acesso em: 14 maio 2026.

CHOPRA, L. Photocatalytic activity of zinc oxide for dye and drug degradation: a

review. **Materials Today: Proceedings**, v. 52, p. 1653-1656, 2022. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.matpr.2021.11.283. Acesso em: 14 maio 2026.

DE OLIVEIRA, A. V. B.; RIZZATO, T. M.; BARROS, B. C. B.; FAVARO, S. L.; CAETANO, W.; HIOKA, N.; BATISTELA, V. R. Physicochemical modifications of sugarcane and cassava agro-industrial wastes for applications as biosorbents. **Bioresource Technology Reports**, v. 7, p. 100294-100301, 2019. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.biteb.2019.100294. Acesso em: 14 maio 2026.

RAFIQ, A.; IKRAM, M.; ALI, S.; NIAZ, F.; KHAN, M.; KHAN, Q.; MAQBOOL, M. Photocatalytic degradation of dyes using semiconductor photocatalysts to clean industrial water pollution. **Journal of Industrial and Engineering Chemistry**, v. 97, p. 111-128, maio 2021. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.jiec.2021.02.017. Acesso em: 14 maio 2026.

RUBIO-CLEMENTE, A.; GUTIÉRREZ, J.; HENAO, H.; MELO, A. M.; PÉREZ, J. F.; CHICA, E. Adsorption capacity of the biochar obtained from Pinus patula wood micro-gasification for the treatment of polluted water containing malachite green dye. **Journal of King Saud University-Engineering Sciences**, v. 35, n. 7, p. 431-441, 2023. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.jksues.2021.07.006. Acesso em: 14 maio 2026.