COMPÓSITOS DE ZEÓLITAS / DIÓXIDO DE TITÂNIO PARA A REMOÇÃO DE POLUENTES EMERGENTES

Camila Antunes (PIBIC/CNPq), Prof. Dr. Eder Carlos Ferreira de Souza, e-mail: ecfsouza@uepg.br.
Universidade Estadual de Ponta Grossa/Ciências Exatas e da Terra **Química**, **Química Inorgânica.**

Palavras-Chave: *Zeólita, adsorção, degradação, corantes, pesticidas.*

Resumo

As zeólitas são alumino silicatos formados por arranjo tridimensional de tetraedros TO_4 (T = Si ou Al), com pelo menos um átomo de Al por cela unitária. Destacam-se pelas propriedades de adsorção, troca iônica e aplicações em catálise. Podem ser sintetizadas a partir de diferentes fontes de Si e Al, além de permitir a inserção de elementos como Fe, usado na fotodegradação. Este projeto propõe compósitos zeólita/TiO_2 para remoção de poluentes emergentes por adsorção (zeólita) e degradação via fotocatálise heterogênea (TiO_2).

Introdução

A poluição ambiental é um dos grandes desafios do século XXI, principalmente na preservação da qualidade da água. Tecnologias sustentáveis são necessárias para o tratamento de efluentes contendo poluentes emergentes (1). A fotocatálise é uma alternativa promissora, sendo o TiO_2 o catalisador mais estudado por sua elevada atividade, estabilidade, baixo custo e ausência de toxicidade. Entretanto, limitações como a alta largura de banda proibida e a recombinação de cargas reduzem sua eficiência (1). Nesse contexto, compósitos TiO_2–zeólita destacam-se por aliarem grande área superficial, porosidade, capacidade de adsorção e troca iônica, favorecendo a captura de poluentes e a dispersão do catalisador. As zeólitas são alumino silicatos com estrutura TO_4 (T = Si ou Al), alta estabilidade e versatilidade de síntese a partir de diferentes precursores, inclusive resíduos industriais. Diferentes classes apresentam aplicações específicas, como NaP (remoção de amônia e corantes), sodalita (separação de gases) e cancrinita (remoção de metais e CO_2). Estudos mostram que compósitos TiO_2/zeólita, especialmente com ZSM-5, apresentam efeito sinérgico, maior atividade fotocatalítica e estabilidade, devido a interações Ti–O–Si e Ti–O–Al que reduzem a recombinação de cargas. Estratégias adicionais, como dopagem com Fe^{3+} e funcionalização das zeólitas, ampliam o potencial do processo, favorecendo a degradação de poluentes orgânicos recalcitrantes. Este projeto propõe a produção de zeólitas a partir de diferentes fontes e sua associação com TiO_2 para obtenção de compósitos aplicados à adsorção e fotodegradação de contaminantes em efluentes simulados, visando tecnologias mais eficientes e sustentáveis no tratamento de águas (2-4).

Materiais e Métodos

A síntese das zeólitas LTA seguiu protocolo da IZA, a partir de hidróxido, aluminato e metassilicato de sódio em solução aquosa, formando gel cristalizado em forno (100 °C/34 h e 120 °C/24 h). O material foi filtrado, seco, macerado e peneirado (200 Mesh). A caracterização estrutural foi feita por DRX (Cu, 30 kV, 10 mA, 5–80° 2θ). Os testes de adsorção/fotodegradação usaram solução de azul de metileno em três sistemas (zeólita, TiO_2 e zeólita+TiO_2), avaliados por espectrofotômetro UV-Vis Varian Cary 50 conc. em diferentes tempos (24 h, 5 d e 9 d, este último sob UV-C, 14 W/1 h).

Resultados e Discussão

Foram analisados espectros UV-Vis das amostras de zeólita, TiO_2 e do compósito (Z+T). A zeólita apresentou estrutura amorfa com fases cristalinas (cancrinita e LTA), além de baixa absorção no UV e adsorção moderada do corante (~26%). O TiO_2 mostrou forte absorção no UV (band gap 3,5 eV), baixa adsorção de corante (~7%) e alta fotodegradação (~89%). O compósito Z+T combinou adsorção (38% em 24 h) e fotodegradação (60%), evidenciando efeito sinérgico. A análise granulométrica indicou partículas maiores e menor área superficial para a zeólita, e partículas menores e maior área superficial para o TiO_2, favorecendo a atividade fotocatalítica.

Conclusão

Foram obtidas zeólitas, TiO_2 e seus compósitos, avaliados na remoção de azul de metileno. As análises confirmaram estrutura cristalina nas zeólitas e forte absorção no UV pelo TiO_2. A zeólita atuou como adsorvente e o TiO_2 como agente fotocatalítico. O compósito combinou ambos os efeitos, apresentando desempenho satisfatório e potencial para tratamento sustentável de efluentes. Estudos futuros focarão na otimização da síntese e aplicação a outros poluentes.

Agradecimentos

Agradeço ao CNPq, CAPES, Fundação Araucária, UEPG, C-LABMU pelas análises, meu professor orientador Prof. Dr. Eder Carlos Ferreira de Souza.

1.ARMAKOVIĆ, S. J. TiO_2–zeolite composites for environmental catalysis: synthesis, structure, mechanisms, and sustainability perspectives. **Catalysts**, v. 15, 174, 2025.

2.STAFIN, Geovana et al. Synthesis of zeolites from residual diatomite using a microwave assisted hydrothermal method. **Waste Management**, v. 126, p. 853-860, 2021.

3.LIAQUAT, I. et al. Exploring zeolite-based composites in adsorption and photocatalysis for toxic wastewater treatment: Preparation, mechanisms, and future perspectives. **Environmental Pollution**, v. 349, p. 123922, 2024.

4.MERGENBAYEVA, S. et al. TiO_2/zeolite composites for sulfamethoxazole (SMX) degradation under UV light: kinetics, mineralization, and energy consumption. **Catalysts**, v. 14, 147, 2024.