



Fotocatalisadores flutuantes a partir de resíduos e materiais de baixo custo para degradação de contaminante orgânico presente em diferentes matrizes aquosas.

Tibúrcio da G. L. Chembeze¹ (PG), Aline Borges¹ (IC), Aline Caetano¹ (PQ), Raquel V. Mambrini² (PQ), Fabiano Magalhães^{1*} (PQ)

¹Universidade Federal de Lavras, Departamento de Química, Instituto de Ciências Naturais, Lavras, Minas Gerais, Brasil, 37200-900.

²CEFET-MG, Departamento de Química, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 30421-169. *fabianomagalhaes@ufla.br

RESUMO (Times New Roman, tam 12)

O pó de aciaria elétrica (PAE) é um resíduo siderúrgico gerado em grandes quantidades e muitas vezes destinado à aterros industriais. Neste trabalho foram preparados fotocatalisadores flutuantes (PAE/C/PE e ZnO/C/PE) suportando PAE, rico em ZnO, na superfície do compósito carvão/perlita expandida (C/PE), onde bio-óleo foi utilizado como precursor do carvão. A caracterização dos fotocatalisadores por DRX, FRX, TG e MEV/EDS comprovaram a presença de ZnO e MgO no PAE e SiO₂ amorfo na PE. As caracterizações também confirmaram a presença de PAE, ZnO e carvão nos fotocatalisadores PAE/C/PE e ZnO/C/PE. Os fotocatalisadores PAE/C/PE e ZnO/C/PE apresentaram ótima atividade para descolorir o corante preto remazol presente em duas matrizes: água deionizada (30 e 95%) e água de rio (56 e 99%) , onde nesta última a eficiência foi maior devido ao maior valor do pH. Estes resultados mostram que foi possível obter fotocatalisadores eficientes e de fácil separação e recuperação após aplicação.

Palavras-chave: pó de aciaria elétrica, carvão, fotocatalise, ZnO, perlita expandida.

Introdução

A perlita expandida (PE) é um mineral leve, poroso e de baixo custo, amplamente utilizada devido à sua origem vulcânica rica em sílica (71-75%) e alumina (12,5-18%) (1). O pó de aciaria elétrica (PAE) é um resíduo siderúrgico rico em ferro e zinco, classificado como resíduo perigoso devido à presença de chumbo, cromo e outros metais, que geralmente é disposto em aterros industriais (2). O bio-óleo é um subproduto rico em matéria orgânica gerado durante a carbonização de biomassa e possui alta toxicidade (3). Inspirados na economia circular e sustentabilidade, este trabalho teve como objetivo preparar dois fotocatalisadores flutuantes utilizando a PE e os resíduos supracitados. Foram obtidos dois fotocatalisadores a partir da incorporação de PAE (rico em ZnO) e ZnO comercial, na superfície da PE revestida com carvão (C/PE). Os fotocatalisadores foram caracterizados aplicados em reações fotocatalíticas para descolorir o corante têxtil preto remazol presente em água deionizada e em água de rio.

Experimental

Obtenção do compósito C/PE e dos fotocatalisadores flutuantes.

Para obter o compósito C/PE, inicialmente a PE foi misturada com bio-óleo (eucalipto) e aquecida (90 °C por 2h) para evaporar a fração volátil. Em seguida a mistura resultante foi carbonizada à 500°C por 1h em atmosfera inerte (N₂) utilizando um forno tubular. Para obter os fotocatalisadores flutuantes, o compósito C/PE foi impregnado com o PAE ou ZnO da seguinte forma: 5 g de C/PE foram misturados com 5 g de PAE ou ZnO, aos quais foram adicionados 29 mL de água, 2,5 mL de acetilacetona e 25 gotas de Triton X-100.

A suspensão resultante foi submetida a tratamento térmico em forno tubular a 300 °C, por 30 minutos, em atmosfera oxidante (4).

Reações fotocatalíticas

Os testes fotocatalíticos foram realizados com 100 mL da solução do corante preto remazol (PR, 40 mg L⁻¹) preparada em duas matrizes aquosas, água deionizada e água de rio, utilizando-se 1 g de cada fotocatalisador. As reações foram realizadas em reator provido de duas lâmpadas de Hg de baixa pressão (15 e 36W) posicionadas acima do frasco com a solução do corante sob agitação magnética. Antes de iniciar as reações a mistura solução/fotocatalisador foram deixadas em contato para avaliar a adsorção do PR pelo fotocatalisador. Durante o teste de adsorção e reações fotocatalíticas, alíquotas da solução do corante foram coletadas, centrifugadas e a absorbância quantificada utilizando um espectrofotômetro UV-vis no comprimento de onda 598 nm.

Caracterização dos materiais

Os materiais preparados foram caracterizados por difração de raios-X (DRX), fluorescência de raios-X (FRX), área superficial BET, microscopia eletrônica de varredura e análise térmica (TG/DTG).

Resultados e Discussão

A Figura 1 apresenta os resultados de DRX obtidos para as amostras estudadas. Os resultados de DRX mostram que o PAE é constituído principalmente por ZnO e SiO₂ e o óxido de zinco comercial é constituído por ZnO, conforme esperado.

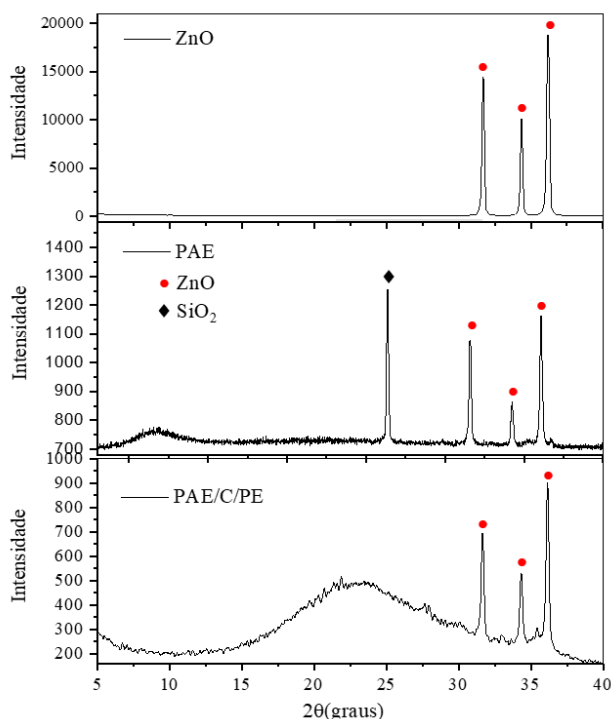


Figura 1. DRX obtidos para as amostras ZnO, PAE e PAE/C/PE.

Nota-se nos difratogramas das amostras PAE e ZnO sinais intensos e bem definidos, indicando que as fases presentes apresentam alta cristalinidade. O difratograma do PAE/C/PE apresenta sinais do ZnO e um sinal largo entre 15 e 30°, referente a PE, que normalmente apresenta fases amorfas de SiO₂, conforme descrito na literatura (5). Os resultados de FRX são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultado de FRX para as amostras estudadas.

Amostra	Elementos (%)			
	Mg	Al	Si	Zn
PE	---	9,1	60,0	---
PAE	11,6	0,2	1,5	56,4
PAE/C/PE	3,0	4,9	38,9	9,4
ZnO/C/PE	---	3,0	32,1	27,7

Nota-se que os principais metais presentes no PAE são o Zn e Mg, conforme resultado obtido por DRX, que indica alto teor de ZnO. A PE apresenta alto teor de SiO₂, conforme relatado na literatura (5) e os fotocatalisadores PAE/C/PE e ZnO/C/PE apresentam alto teor de Si e Zn, conforme esperado.

Os resultados das reações fotocatalíticas (Figura 2) mostram que a eficiência dos fotocatalisadores foi maior quando o corante preto remazol foi dissolvido em água de rio do que em água deionizada. Este resultado certamente está relacionado com o maior valor do pH da água de rio (7,3) em relação à água deionizada (5,9). Notou-se também uma elevação nos valores de

pH durante as reações, sendo que em água de rio o pH chegou em 9,7 e em água deionizada 8,4. Este aumento de pH favorece a formação de radicais $\cdot\text{OH}$ durante o processo fotocatalítico, o que explica a melhor eficiência das reações em água de rio. Nota-se também que o fotocatalisador ZnO/C/PE apresentou excelente atividade, o que certamente está relacionado com o maior teor de ZnO na amostra.

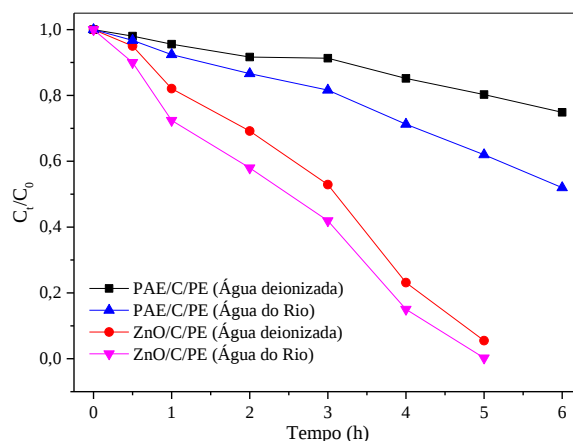


Figura 2. Cinética de descoloração do preto remazol (40 mg L⁻¹) dissolvido em água deionizada e água de rio realizada pelos fotocatalisadores PAE/C/PE e ZnO/C/PE.

Conclusões

Os resultados obtidos mostram que foi possível obter dois tipos de fotocatalisadores flutuantes, utilizando os resíduos industriais, pó de aciaria elétrica e bio-óleo, combinados com perlita expandida. A alta eficiência para decolorir o corante preto remazol presente em água deionizada e em água de rio, comprova a possibilidade de usar tais materiais para obter fotocatalisadores de baixa densidade e de fácil recuperação, o que reduz custos operacionais e fomenta a economia circular e sustentabilidade.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, FAPEMIG, CAPES, ao Laboratório de Microscopia e Microálise da UFLA, ao Laboratório de Análise e Prospecção Química – CAPQ da UFLA.

Referências

1. M. Atagür; M. Sarikanat; T. Uysalman; O. Polat; I.Y. Elbeyli; Y. Seki; K. Sever, Journal of Elastomers and Plastics, **2018**, 8, 747-761.
2. M.M. Almeida; A.A. Saczk; D.D.S. Felix; E.S. Penido, T.A.R. Santos; A.S. Teixeira; F. Magalhães, J. Photochem. Photobiol. A Chem., **2023**, 438, 114585.
3. G. Liu; F. Chen; K. Cao; B. Jin; L. Rao; X. Jin; F. He; Q. Huang, Journal of the Energy Institute, **2024**, 113, 101525.
4. I. M. Arabatzis; S. Antonarakis; T. Stergiopoulos; A. Hiskia; E. Papaconstantinou; M. C. Bernard; P. Falaras, J. Photochem. Photobiol. A Chem. **2002**, 149, 237-245.
5. H.B. Truong; I. Rabani; B.T. Huy; N.H.T. Tran; J. Hur, Chemical Engineering Journal, **2023**, 466, 15, 143178.