

Síntese de óxido misto a partir da recuperação de metais de baterias de íon-Li e pilhas de Zn-MnO₂ e aplicação como fotocatalisador

Fernando S. Betim (PQ)^{1,2}, Edson. L. D. Coelho (IC)², Barbara Q. Guimarães (PQ)², Luma B. Magnago (PQ)^{2,3}, Antônio A. L. Marins (PQ)², Maria de Fátima F. Lelis (PQ)², Marcos B. J. G. Freitas (PQ)²

fernando.betim@ifes.edu.br

¹ Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Nova Venécia, Nova Venécia, ES, Brasil.

² Departamento de Química, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, Brasil.

³ Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Itapina, Colatina, ES, Brasil.

Palavras Chave: Reciclagem, pilha, bateria, fotocatalise

Introdução

Baterias de íon-Li e pilhas alcalinas de Zn-MnO₂ são amplamente utilizadas em carros, celulares, computadores e dispositivos eletrônicos, em um mercado que movimentou mais de 78 bilhões de dólares em 2024 [1,2]. Ao final de sua vida útil, essas pilhas e baterias necessitam de um destino. Considerando suas composições químicas, a recuperação dos componentes é uma alternativa, gerando novos materiais de interesse tecnológico [3]. O presente trabalho avaliou a recuperação de metais presentes dos catodos de baterias de íon-Li e de pilhas alcalinas de Zn-MnO₂, para a síntese de um fotocatalisador para descoloração do corante azul de metileno (AM). Após o desmantelamento e separação dos componentes, os catodos foram lixiviados utilizando ácido cítrico e peróxido de hidrogênio, e um novo catalisador foi preparado através da mistura dos lixiviados, utilizando a técnica de coprecipitação com solução de ácido oxálico. O precursor gerado foi seco em estufa a 80°C por 48 horas, macerado em graal de ágata, e calcinado a 450°C por 3h a 10°C min⁻¹, resultando no catalisador. O material preparado foi caracterizado por DRX, ICP OES, MEV, MET e BET, e então aplicado como catalisador na degradação do corante AM em um processo tipo foto-Fenton.

Resultados e Discussão

A caracterização por DRX mostrou a formação de 3 fases (MnCo₂O₄, Mn₃O₄, e Li(Mn_{0,75}Ni_{0,25})₂O₄), enquanto as análises por ICP OES mostraram concentrações (m/m) de 22,2% de Mn, 43,5% de Co, 0,583% de Li, e 2,81% de Ni. As análises por MEV mostraram a formação de aglomerados de partículas de tamanho e formato irregular, geralmente alongado em uma dimensão, com tamanhos da ordem de 1–5 µm. As análises por MET mostraram que os aglomerados são compostos por partículas com formato arredondado, com diâmetros na ordem de 30–50 nm. Já as análises por BET mostraram uma área superficial de 35,6 m² g⁻¹ e volume total de poros de 0,176 cm³ g⁻¹. Os catalisadores foram então aplicados na reação de descoloração do corante azul de metileno, em um processo tipo foto-Fenton. O estudo foi realizado em cabine de luz, utilizando uma lâmpada ultravioleta (λ = 254 nm, potência 20 W). Nas condições estudadas (20,0 mg do catalisador, 50 mL de solução do corante AM 20 mg L⁻¹, 3 mL de solução de H₂O₂ 0,019 mol L⁻¹, pH = 6,7), a solução do corante foi descolorida em 57,5% após 15 minutos, 87,5% após 60 minutos, alcançando 93,0% após 120 minutos. Como comparação, a solução de AM somente com H₂O₂ descoloriu, 32,4% após 15 minutos, alcançando 71,5% após 120 min, enquanto a solução do corante somente com catalisador não obteve diferença significativa em relação a solução do corante pura. A análise cinética indicou um processo de pseudo-segunda ordem, com a constante de velocidade de 0,00754 L mg⁻¹ min⁻¹ e R² de 0,9739.

Conclusões

O presente trabalho apresentou a síntese de um novo catalisador a partir da recuperação de metais presentes em pilhas e baterias, utilizando poucos reagentes. O catalisador alcançou uma eficiência de 93,0% na descoloração do corante AM após 120 minutos, sendo uma solução para dois passivos ambientais, com resultados de interesse, científico, econômico, ambiental e social.

Agradecimentos

Ifes, Ufes, Capes, CNPq, Vale

¹ RESEARCH AND MARKETS. <https://www.researchandmarkets.com/reports/5735179/alkaline-primary-batteries-global-market-report>

² RESEARCH AND MARKETS. <https://www.researchandmarkets.com/reports/5735174/lithium-ion-li-ion-market-report>

³ Betim, F. S. et al. *Sustain. Mater. Technol.*, 36, e00624, 2023.