cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Investigação da fotocatálise e absorção de partículas de CuS produzidas por via química na remoção de contaminantes orgânicos

Silva, C.B.G.[1]; Lima, L. L.F.[1]; Araújo A.M.U.[1]; Araújo A.I.[1]; Silva A.F.S.M. [2];Costa, T.H.C. [1];Libório, M. S.[1]
1. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, Natal, RN, Brasil
2. Universidade Federal Piauí, UFPI, Teresina, PI, Brasil

Introdução

O tratamento de efluentes líquidos industriais e domésticos é fundamental para reduzir os riscos ambientais e à saúde associados ao descarte de poluentes orgânicos e corantes. Por isso, a fotocatálise por semicondutores destaca-se como uma alternativa sustentável. As nanopartículas de sulfeto de cobre (CuS) apresentam propriedades ópticas e elétricas promissoras, band gap ajustável (1,0–2,5 eV) e síntese simples e econômica. No estudo, a investigação das partículas foram sintetizadas por via química, utilizando diferentes concentrações de tioureia e sulfato de cobre, e caracterizadas por DRX, STEM, BET e refletância difusa. Nos testes com azul de metileno, foram alcançadas taxas de remoção de até 99%, combinando adsorção e fotocatálise sob luz visível de baixa potência (10 W), sem adição de H_2O_2. Os resultados demonstram o potencial do CuS para a remoção eficiente e econômica de contaminantes orgânicos.

Objetivos

Investigar a influência das concentrações de tioureia e sulfato de cobre na síntese e nas propriedades das nanopartículas de sulfeto de cobre (CuS), avaliando seu potencial de adsorção e fotodegradação de corantes orgânicos. Busca-se contribuir para o desenvolvimento de alternativas sustentáveis e de baixo custo para o tratamento de efluentes, especialmente aqueles gerados pela indústria têxtil, que apresenta grande demanda por processos eficientes de remoção de corantes e outros contaminantes presentes em águas residuais.

Metodologia

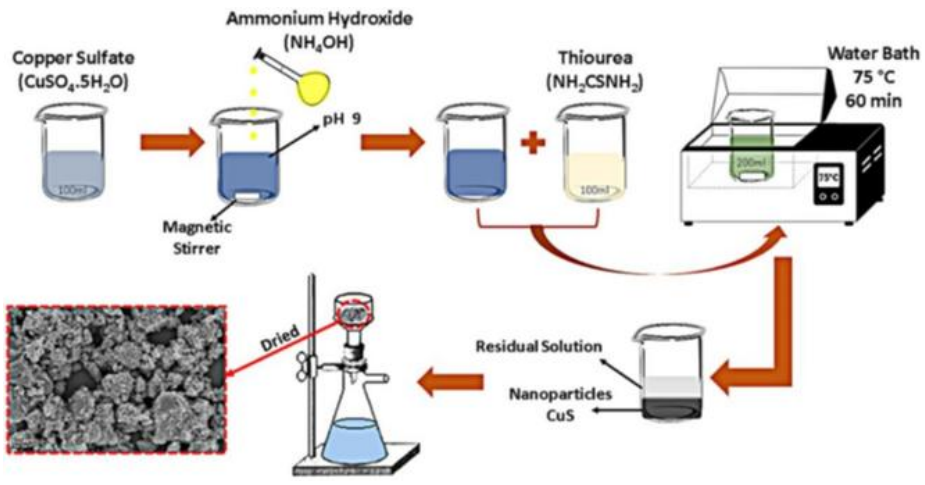


Figura 1. Esquema da síntese química das partículas

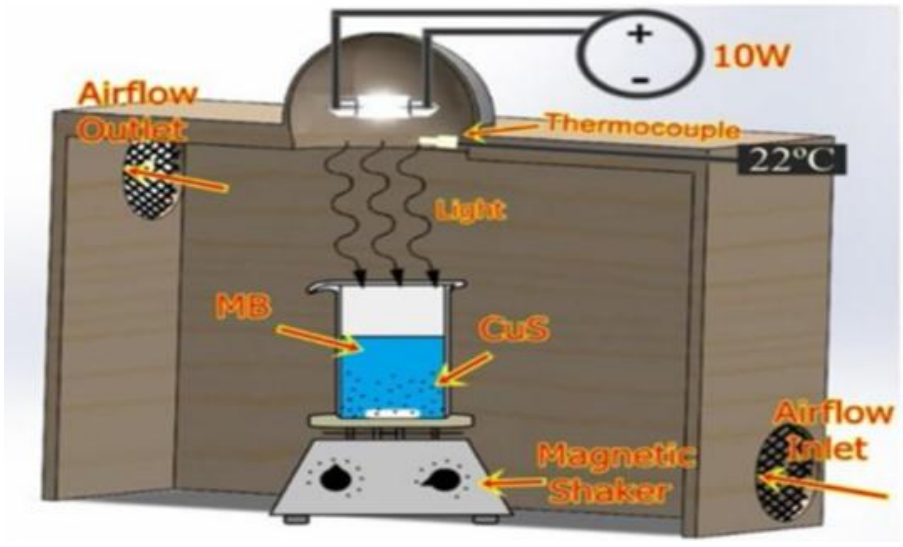


Figura 2. Reator utilizado nos ensaios de fotodegradação

Resultados e Discussão

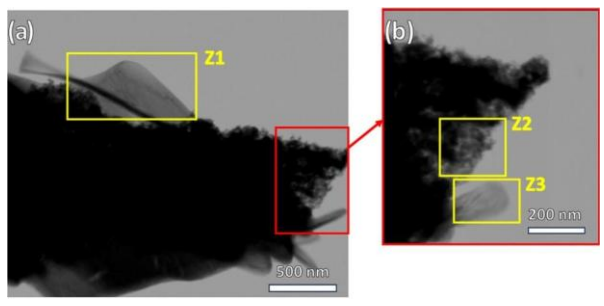


Figura 3 – Micrografias STEM da amostra T20C20

T10C10	1.13eV
T10C15	1.22eV
T10C20	1.78eV
T10C40	2.08eV
T20C10	0.60eV
T20C15	0.67eV
T20C20	0.67eV
T20C40	1.84eV
T30C10	1.13eV
T30C15	1.18eV
T30C20	1.25eV
T30C40	1.35eV

Tabela 1. Bandgap estimado nas amostras

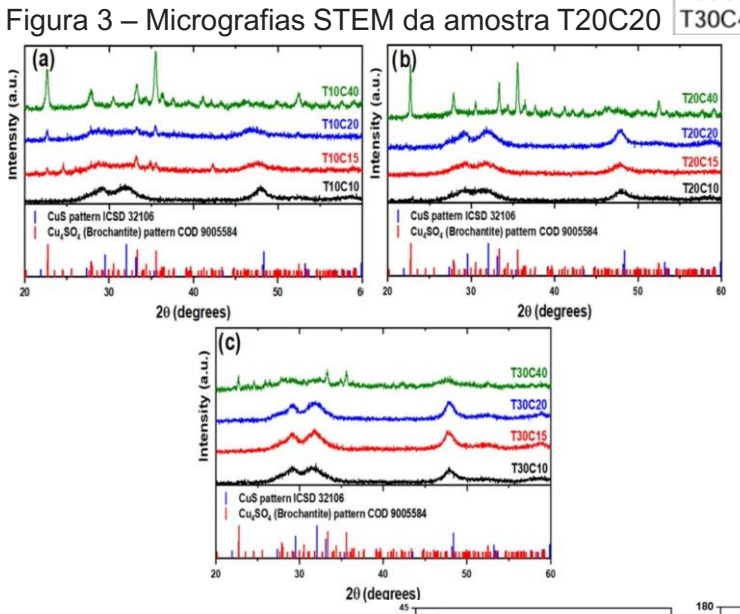


Figura 4. Difratogramas das amostras sintetizadas: (a) 0.1 M, (b) 0.2 M, and (c) 0.3 M

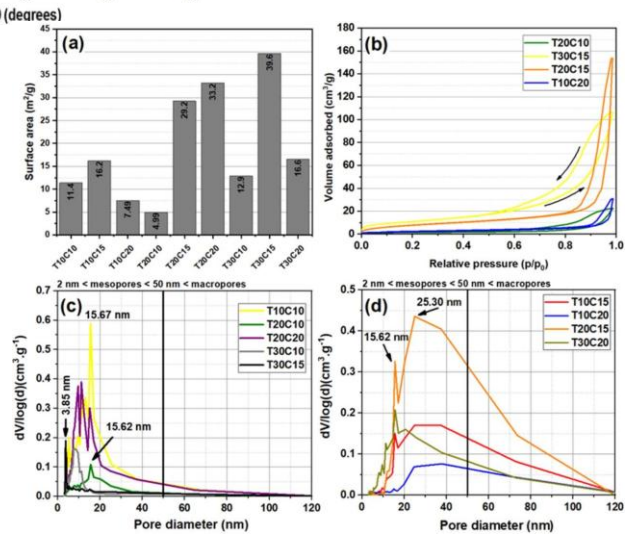


Figura 5. Resultados das análises BET e BJH: (a) área superficial específica; (b) isotermas de adsorção-dessorção de N_2; e curvas de distribuição do tamanho dos poros menos (c) e mais (d) dispersos.

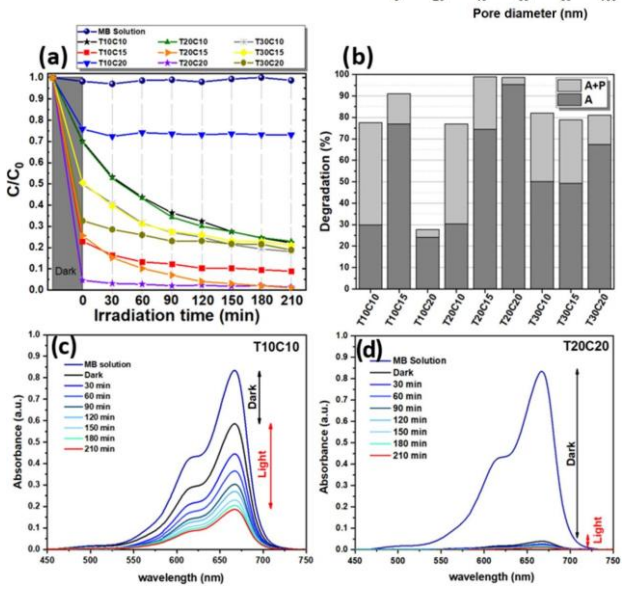


Figura 6. Resultados da degradação da solução de azul de metileno (MB) por nanopartículas de CuS: (a) concentração; (b) porcentagem de adsorção (A) e fotodegradação (P); absorbância das amostras (c) T10C10 e (d) T20C20.

Conclusões

A síntese em banho químico com tioureia e sulfato de cobre pentahidratado formou nanopartículas de CuS (covelita) e $Cu_4(OH)_6SO_4$ (brochantita), cujas proporções variaram de acordo com a concentração dos reagentes. As análises estruturais (DRX, STEM e BET) demonstraram que menores concentrações de sulfato de cobre favoreceram a formação de covelita pura (4,1–6,2 nm), mais adequada às propriedades óptico-elétricas, enquanto concentrações mais elevadas geraram cristais de brochantita ricos em cobre e oxigênio. A refletância difusa revelou valores de band gap entre 1,13–1,78 eV (fotocatálise visível) e 0,60–0,67 eV (atividade fototérmica), justificando o desempenho observado. Nos testes de degradação do azul de metileno sob luz visível de baixa potência, as amostras T10C10 (48%) e T20C10 (46%) apresentaram elevada atividade fotocatalítica sem H_2O_2, enquanto a amostra T20C20 atingiu 95% de adsorção em 30 minutos. Os resultados indicam que a rota química empregada produz nanopartículas de CuS eficientes e de baixo custo para a remoção de contaminantes orgânicos, mesmo em condições desfavoráveis de irradiação e concentração de catalisador.

Referências e Agradecimentos

(1) Silva, C. B. G.; Lima, L. L. F.; Araujo, A. M. U.; Vieira, P. S.; Costa, T. H. C.; Peña Garcia, R. R.; Silva, A. F. S. M.; Sousa, R. R. M.; Leite, A. M. D.; Libório, M. S. Analysis of the Photocatalytic Activity and Adsorption of CuS Nanoparticles Synthesized by Chemical Route for the Degradation of Organic Contaminants. *ACS Omega* 2025, 10 (28), 30547–30562.
(2) Qin, N.; Wei, W.; Huang, C.; Mi, L. An Efficient Strategy for the Fabrication of CuS as a Highly Excellent and Recyclable Photocatalyst for the Degradation of Organic Dyes. *Catalysts* 2020, 10 (1), 40.
(3) Nancucheo, I.; Segura, A.; Hernández, P.; Canales, C.; Benito, N.; Arranz, A.; Romero-Sáez, M.; Recio-Sánchez, G. Bio-recovery of CuS Nanoparticles from the Treatment of Acid Mine Drainage with Potential Photocatalytic and Antibacterial Applications. *Sci. Total Environ.* 2023, 902, 166194.