

COMPÓSITO MAGNÉTICO DE GRAFENO E AREIA PARA DEGRADAÇÃO FOTOCATALÍTICA DE AZUL DE METILENO

Lara de Souza Soletti¹, Andressa Jenifer Rubio Luciano², Natalia Ueda Yamaguchi³

¹Acadêmica do Curso de Engenharia Química, Campus Maringá/PR, Universidade Cesumar – UNICESUMAR.
Bolsista PIBIC/ICETI-Unicesumar. larasoletti9@gmail.com

²Mestre em Tecnologias Limpas, Campus Maringá/PR, Universidade Cesumar – UNICESUMAR. andressajrubio@gmail.com

³Orientadora, Doutora, Professora do Mestrado em Tecnologias Limpas, Pesquisadora e Bolsista Produtividade em Pesquisa do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. natalia.yamaguchi@unicesumar.edu.br

RESUMO

O principal objetivo da pesquisa foi sintetizar areia magnética com óxido de grafeno (AMOG), areia magnética (AM) e areia com óxido de grafeno (AOG) para degradação fotocatalítica do azul de metileno (AZ). Os compósitos foram caracterizados por meio da microscopia eletrônica de varredura e microscopia eletrônica de transmissão. Os resultados obtidos propuseram que o óxido de grafeno em forma de nanofolhas e nanopartículas de ferrita de manganês (MnFe₂O₄) foram incorporados com sucesso na superfície da areia. Todos os compósitos apresentaram alta degradação de azul de metileno, porém a areia magnética com óxido de grafeno obteve melhores resultados, com 100% de eficiência. Desta forma, a presente pesquisa desenvolveu uma estratégia promissora para projetar fotocatalisadores sustentáveis e de alta eficiência para descontaminação de águas residuais sob luz visível.

PALAVRAS-CHAVE: Degradação; Fotocatalisadores; Óxido de grafeno.

1 INTRODUÇÃO

A crescente industrialização e degradação das fontes naturais de água ocasionam não apenas a menor disponibilidade de água potável, mas também causam inúmeros riscos para a saúde humana e animal (POKHREL E VIRARAGHAVAN, 2009). Visando reduzir a poluição ambiental métodos avançados auxiliados pela nanotecnologia, tais como a fotocatalise vem sendo estudados. Suas vantagens tais como, ausência de poluição secundária, condições moderadas de reação, baixo consumo de energia tornam esta tecnologia verde (CHEN ET AL., 2017). Essa tecnologia pode ser realizada por fotocatalisadores não tóxicos, de baixo custo, além de ter boas condições de operações e até mesmo mineralização total do composto orgânico, com a única dependência do fornecimento contínuo de fótons que podem ser ativados com luz solar (ASLAM et al, 2016).

Várias formas de carbono e seus compósitos têm sido investigados para melhorar a eficácia da adsorção, como o carvão e antracito (MORADI; AZIZIAN, 2016). Uma das aplicações mais importantes e amplamente utilizadas de compostos carbonáceos está na remediação ambiental. Características como grande área específica e presença de grupos funcionais superficiais tornam as folhas de grafeno e seus compostos candidatos atraentes para purificação de água. O grafeno e seus precursores têm sido amplamente utilizados atualmente para melhorar a atividade fotocatalítica e a estabilidade do fotocatalisador no tratamento de águas residuais (SHANDILYA et al., 2018).

Considerando toda dificuldade prática da utilização de grafeno e seus compósitos na purificação da água, o principal objetivo do presente trabalho foi a síntese de compósitos para fotodegradação do corante azul de metileno, compostos por areia magnética, areia e óxido de grafeno e areia magnética e óxido de grafeno. Sua aplicabilidade foi comprovada a partir de ensaios em batelada para a degradação fotocatalítica de azul de metileno utilizando a luz solar a fim de avaliar sua eficiência e desenvolver um processo mais sustentável.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 SÍNTESE DOS COMPÓSITOS

A areia e óxido de grafeno (AOG) foram sintetizados primeiro, para a síntese, foram usados 40 g de areia previamente lavada com ácido clorídrico 10%, 80 mL de etileno glicol e 0,4 g de óxido de grafeno previamente preparado pelo método de Hummers modificado (Yamaguchi et al., 2016), posteriormente foram adicionados em um cadinho em chapa aquecedora à temperatura de 110 °C até que fosse completada a evaporação da fase líquida e incorporação do óxido à areia. Em seguida o material sintetizado foi levado à mufla a 300 °C durante um período de 3 h, gerando o material resultante, areia com óxido de grafeno. Para realizar a síntese do compósito de areia magnética com óxido de grafeno, foram adaptadas metodologias solvotérmicas de uma única etapa encontradas na literatura (Yamaguchi et al., 2016). Esse procedimento também foi realizado para a preparação da areia magnética, a única diferença está na adição de areia sem óxido de grafeno.

2.1.1 Caracterização dos Compósitos

As morfologias superficiais dos materiais foram verificadas a partir da microscopia eletrônica de varredura (MEV) em microscópio FEI - QUANTA 250 e microscopia eletrônica de transmissão (MET) em microscópio JEOL - JEM 1400.

2.1.1.1 Experimentos de fotocatalise

A atividade fotocatalítica da AOG, AM e AMOG foram avaliadas a partir da degradação do azul de metileno mantidos sob luz solar. Utilizando um béquer em temperatura ambiente foram adicionados 50 mg de compósito em 200 mL de solução do corante 10 mg L⁻¹, para obter uma suspensão, que foi agitada por 20 minutos no escuro para obter o equilíbrio da adsorção. Passado o tempo para o equilíbrio da adsorção, foram adicionados 5 mL de solução de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) 30% sob luz solar. Alíquotas de 4 mL foram retiradas em intervalos regulares de 20 minutos, até que se completassem 180 minutos e centrifugadas durante 10 minutos para remoção das partículas de compósito. A absorbância do azul de metileno no líquido sobrenadante foi medida por meio de espectrofotometria na região visível, no comprimento de onda de 664 nm. A intensidade da luz solar foi medida por luxímetro digital Instrutemp, modelo ITLD260 (60×10³ ± 1000 lx). A eficiência de remoção foi calculada usando a Equação 1:

$$E = (C_0 - C_t) / C_0 \times 100\%$$

Equação 1: C₀ é a concentração inicial de azul de metileno, e C_t é a concentração instantânea de azul de metileno após a fotocatalise.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com a caracterização morfológica feita por microscopia eletrônica de varredura foi possível observar que a areia incorporou o óxido de grafeno e a ferrita de manganês de forma eficiente, sendo completamente coberta com os nanomateriais.

Os resultados da performance catalítica de AOG, AM e AMOG avaliada para a remoção de AZ presentes na fase aquosa sob a luz solar obtidos mostraram grande eficiência (gráfico 1).

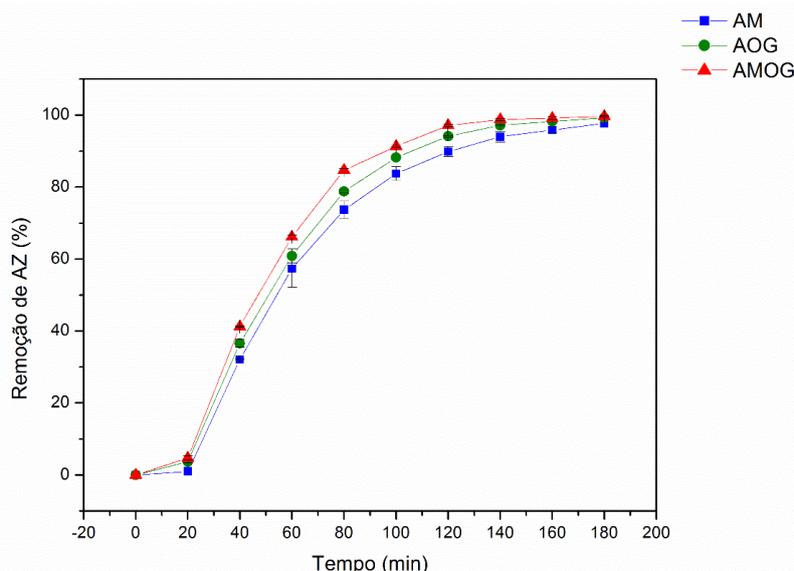


Gráfico 1: Degradação fotocatalítica de AZ em diferentes sistemas catalíticos AM, AOG e AMOG. Condições de reação: concentração de AZ = 10 mg L⁻¹, H₂O₂ = 5 mL, carga de catalisador = 0,25 g L⁻¹, pH natural = 7,65. Fonte: Dados da pesquisa

Após 60 minutos de exposição à luz solar a degradação fotocatalítica de azul de metileno resultou em 85%, 79% e 74% de eficiência de remoção utilizando AMOG, AOG e AM respectivamente. Após 180 minutos, foram obtidos 100%, 99% e 98% de degradação respectivamente. Esse resultado pode ser explicado em vista da capacidade de adsorção do compósito AMOG ter aumentado com a adição das nanofolhas de OG com grande área de superfície específica, melhorando o desempenho de adsorção de AZ (El Essawy et al., 2017). Também, a utilização de híbridos como o óxido de grafeno, faz com que o desempenho fotocatalítico de MnFe₂O₄ seja aprimorado, aumentando sua taxa de separação dos pares de buracos de elétrons (Yang et al., 2015).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, compósitos econômicos e eficientes de areia com óxido de grafeno, areia magnética e areia magnética com óxido de grafeno foram sintetizados com sucesso. Os resultados de caracterização indicaram que o óxido de grafeno em forma de nanofolhas e nanopartículas de MnFe₂O₄ foram incorporados na superfície da areia. O desempenho fotocatalítico mostrou que o compósito de areia magnética com óxido de grafeno obteve maior eficiência na degradação do azul de metileno comparado com os outros compósitos estudados. Considerando os resultados, os compósitos areia magnética, areia com óxido de grafeno e areia magnética com óxido de grafeno apresentaram ampla perspectiva de aplicação para degradação do corante azul de metileno.

REFERÊNCIAS

ASLAM, M.; QAMAR, M. T.; SOOMRO, M. T.; ISMAIL, I. M. I.; SALAH, N.; ALMEELBI, T.; GONDAL, M. A.; HAMEED, A. **The effect of sunlight induced surface defects on the photocatalytic activity of nanosized CeO₂ for the degradation of phenol and its derivatives.** Applied Catalysis B: Environmental, v. 180, n., p. 391-402, 2016.

CHEN, S. et al. **A novel strategy for preparation of an effective and stable heterogeneous photo-Fenton catalyst for the degradation of dye.** *Applied Clay Science*, v. 136, n., p. 103-111, 2017.

EL ESSAWY, N. A. et al. **Green synthesis of graphene from recycled PET bottle wastes for use in the adsorption of dyes in aqueous solution.** *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 145, n., p. 57-68, 2017.

MORADI, S.; AZIZIAN, S. **Preparation of nanostructured carbon covered sand for removal of methyl violet from water.** *Journal of Molecular Liquids*, v. 219, n., p. 909-913, 2016.

POKHREL, D.; VIRARAGHAVAN, T. **Biological filtration for removal of arsenic from drinking water.** *Journal of Environmental Management*, v. 90, n. 5, p. 1956-1961, 2009.

SHANDILYA, P. et al. **Fabrication of fluorine doped graphene and SmVO₄ based dispersed and adsorptive photocatalyst for abatement of phenolic compounds from water and bacterial disinfection.** *Journal of Cleaner Production*, v. 203, n., p. 386-399, 2018.

YAMAGUCHI, N. U.; BERGAMASCO, R.; HAMOUDI, S. **Magnetic MnFe₂O₄-graphene hybrid composite for efficient removal of glyphosate from water.** *Chemical Engineering Journal*, v. 295, n., p. 391-402, 2016.

YANG, D. et al. **Photocatalyst Interface Engineering: Spatially Confined Growth of ZnFe₂O₄ within Graphene Networks as Excellent Visible-Light-Driven Photocatalysts.** *Advanced Functional Materials*, v. 25, n. 45, p. 7080-7087, 2015.