

DEGRADAÇÃO DE EFLUENTE TÊXTIL POR MEIO DE SISTEMA ELETRO-FENTON USANDO ELETRODO DE DIFUSÃO GASOSA (EDG) PARA GERAÇÃO *IN SITU* DE H₂O₂

Guilherme Gonçalves Dias (PIBIC/CNPq), Victor Hugo Maldonado da Cruz, Henrique Cesar Lopes Geraldino, Juliana Carla Garcia Moraes (Orientador), e-mail: jcgmoraes@uem.br

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Ciências Exatas/Maringá, PR.

Química Analítica – Análise de Traços e Química Ambiental

Palavras-chave: Fe₃O₄, Óxido de grafeno, Processos Oxidativos Avançados

Resumo:

O objetivo do presente estudo foi avaliar a eficiência do tratamento de efluente de lavanderia têxtil em um sistema eletro-Fenton, usando eletrodo de difusão gasosa (EDG) modificado com óxido de grafeno reduzido (OGr), para eletrogeração de H₂O₂ combinado à catalisadores a base de Fe₃O₄ e óxido de grafeno (OG). O EDG modificado com 5,0% de OGr foi o mais eficiente produzindo 212,0 mg L⁻¹ de H₂O₂. O catalisador Fe₃O₄ apresentou eficiência de 90,4% na redução de turbidez, 65,8% de DQO e 50,2% de COT. E o catalisador Fe₃O₄ modificado com 15,0% de OG apresentou eficiência de 98,5% de redução de turbidez, 81,7% de DQO e 70,3% de COT e foi o mais eficiente na capacidade de reuso.

Introdução

Os Processos Oxidativos Avançados (POAs), baseiam-se na geração do radical hidroxila ([•]OH), que é uma espécie química com capacidade para promover a oxidação não-seletiva de uma ampla gama de substâncias. Dentre os POAs, destaca-se o processo eletro-Fenton (EF), que é baseado na produção eletroquímica do reagente de Fenton, que consiste em uma mistura de H₂O₂ e de Fe (ou outros catalisadores metálicos) capaz de produzir radicais hidroxila (BRILLAS et al., 2009).

O grafeno é um material que consiste de uma folha plana de átomos de carbono, formando uma camada monoatômica organizada em células hexagonais com átomos hibridizados na forma sp². Apresenta elevada condutividade elétrica e térmica, boa transparência, boa resistência mecânica, flexibilidade inerente, enorme área superficial específica, impermeabilidade a gases e ótima estabilidade química. Estas propriedades notáveis tornam o grafeno promissor em uma ampla gama de aplicações (VIEIRA e VILAR, 2016; SUN et al., 2011).

Com o desenvolvimento deste estudo pretende-se alcançar uma elevada eficiência para o tratamento de efluente têxtil pelo processo EF, usando

óxido de grafeno reduzido (OGr) como modificador do EDG e óxido de grafeno (OG) como modificador do catalisador Fe_3O_4 .

Materiais e métodos

O OG foi sintetizado pelo método Hummers modificado e reduzido *via* redução química com ácido ascórbico. O Fe_3O_4 foi sintetizado por coprecipitação química. Foram avaliados os catalisadores Fe_3O_4 modificados com OG (5,0%, 10,0%, 15,0% e 30,0%). Os EDG foram produzidos com Carbono/PTFE e modificados com OGr (1,0%, 3,0%, 5,0%, 10,0% e 15,0%). Os experimentos foram realizados em uma célula eletroquímica, constituída de um reator de 1 L, fonte de corrente contínua, sistema de oxigenação e um par de eletrodos, sendo o ânodo de aço inox e o cátodo EDG. As variáveis analisadas foram: pH (2,0-7,0), fluxo de O_2 (0,1-1,5 L min^{-1}), densidade de corrente elétrica (3,0-50,0 mA cm^{-2}) e dosagem do catalisador (50,0-500,0 mg L^{-1}). Os experimentos foram conduzidos em bateladas de 180 min e o eletrólito suporte utilizado foi Na_2SO_4 na dosagem de 1,0 g L^{-1} . As amostras de efluente foram analisadas segundo (APHA, 1998).

Resultados e Discussão

O EDG composto por carbono/PTFE produziu 116,0 mg L^{-1} de H_2O_2 e após a modificação com 5,0% de OGr atingiu 212,0 mg L^{-1} de H_2O_2 , apresentando um aumento de 83,0%. A Figura 1 mostra o módulo operacional usado nos experimentos de EF, juntamente com as micrografias dos compostos usados na produção dos catalisadores e EDG.

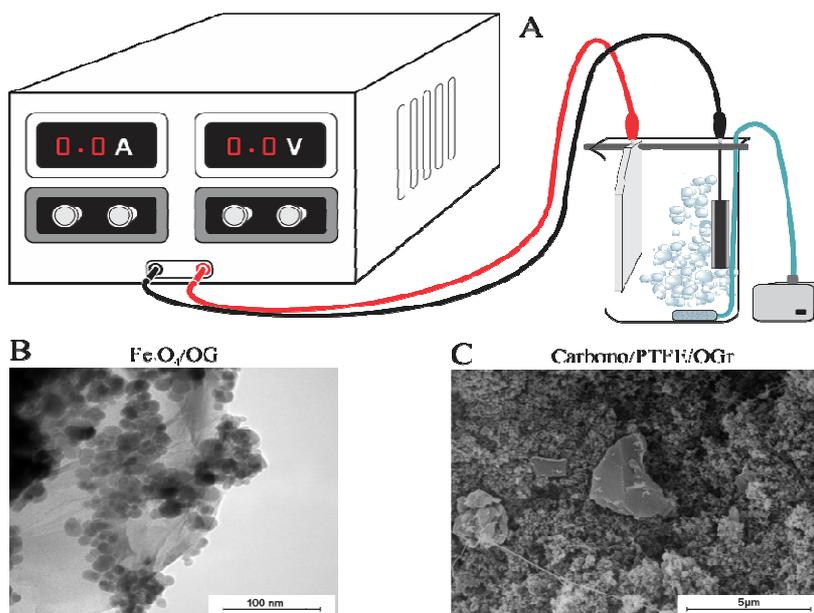


Figura 1. Módulo operacional do sistema EF (A), imagem de Microscopia Eletrônica de Transmissão do composto $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{OG}$ (B), imagem de Microscopia Eletrônica de Varredura do composto Carbono/PTFE/OGr.

Em relação a eficiência do tratamento por EF (Figura 2), foram realizados experimentos com o EDG 5,0% em condições ótimas de operação ($0,6 \text{ L min}^{-1}$ de O_2 , $50,0 \text{ mA cm}^{-2}$ e pH 3,0). A melhor eficiência em relação a redução de turbidez, DQO e COT foi observada na dosagem de $100,0 \text{ mg L}^{-1}$ de Fe_3O_4 . O catalisador Fe_3O_4 apresentou eficiência de 90,4% na redução de turbidez, 65,8% de DQO e 50,2% de COT e o catalisador modificado com 15,0% de OG apresentou eficiência de 98,5% de redução de turbidez, 81,7% de DQO e 70,3% de COT.

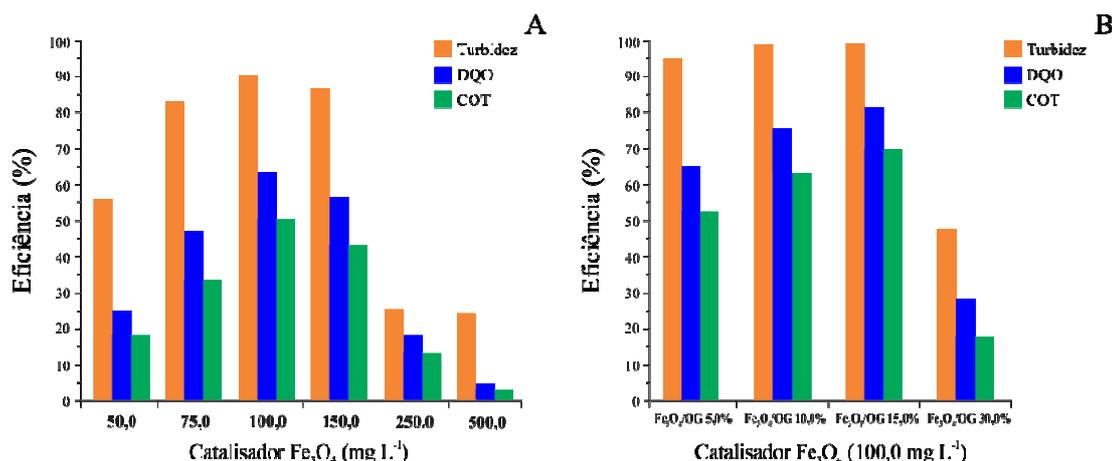


Figura 2 – Experimentos de EF com diferentes dosagens do catalisador Fe_3O_4 (A) e Fe_3O_4 modificado com diferentes porcentagens de OG (B).

A capacidade de reuso dos catalisadores foi avaliada através de 06 ciclos consecutivos em condições otimizadas (Figura 3). O catalisador $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{OG } 15,0\%$ apresentou maior estabilidade e foi mais eficiente em relação ao Fe_3O_4 , com máxima redução de COT de 69,0% no primeiro ciclo e mínima de 63,4% no último ciclo, apresentando uma perda de apenas 5,6% de eficiência.

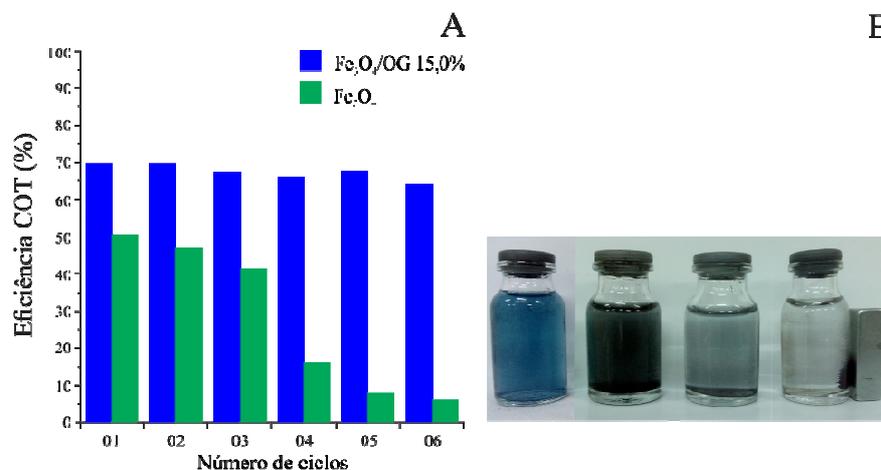


Figura 3 – Ciclos de reuso dos catalisadores Fe_3O_4 e $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{OG } 15,0\%$ (A) e representação das etapas dos experimentos de EF (B).

O catalisador Fe_3O_4 foi menos estável, sendo que nos três primeiros ciclos a redução de COT foi de 50,5%, 46,8% e 42,1%, respectivamente e nos demais a eficiência foi inferior a 20,0%.

Conclusões

A incorporação de OGr na estrutura do EDG aumentou sua condutividade melhorando significativamente a capacidade de geração de H_2O_2 de $116,0 \text{ mg L}^{-1}$ para $212,0 \text{ mg L}^{-1}$. O catalisador que apresentou maior eficiência foi o Fe_3O_4 modificado com 15,0% de OG, com redução de 98,5% de turbidez, 81,7% de DQO e 70,3% de COT. Os resultados mostraram que além do OG conferir estabilidade às partículas magnéticas, ele também proporcionou maior eficiência ao processo através da decomposição do H_2O_2 para formação de $\bullet\text{OH}$. A vantagem do uso de partículas magnéticas em tratamento de efluentes é a facilidade de separação dos resíduos, podendo ser realizada por processo simples de captura por ímã e também o fato de apresentar capacidade de reuso em sucessivos experimentos. Tais procedimentos minimizam a geração de resíduos tornando o processo mais econômico e ambientalmente correto.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e da Fundação Araucária. Ao Complexo de Centrais de Apoio à Pesquisa (COMCAP/UEM), a Cabot Corporation, Brazil e a Lavanderia Industrial 5 Estrelas, Paraná/Brazil.

Referências

APHA. **Standard Methods for Water and Wastewater**. American Public Health Association. 20th ed. Baltimore, MD, United Book Press, 1999.

BRILLAS, E.; SIRES, I.; OTURAN, M. A. Electro-Fenton process and related electrochemical technologies based on Fenton's reaction chemistry. **Chemical Reviews**, v. 109, p. 6570-6631, 2009.

SUN, Y.; WU, Q.; SHI, G. Graphene based new energy materials. **Energy & Environmental Science**, v. 4, p. 1113- 1132, 2011.

VIEIRA, J. E. D. e VILAR, E. O. Grafeno: Uma revisão sobre propriedades, mecanismos de produção e potenciais aplicações em sistemas energéticos. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 11, p. 54–57, 2016.