

# SÍNTESE DE NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICAS DE FERRO SUPORTADAS EM CARVÕES À APLICAÇÃO NO ABATIMENTO DE POLUENTES POR ADSORÇÃO E DEGRADAÇÃO<sup>1</sup>

Beatriz da Silva Souza<sup>2</sup>, Fábio Wellington Andrade de Jesus<sup>3</sup>

## RESUMO

Processos oxidativos avançados, conhecido pelo acrônimo POA's, são processos baseado na formação de radicais livres – a maioria deles são radicais hidroxila ( $\cdot\text{OH}$ ), que possuem alta poder oxidante, podendo levar compostos orgânicos poluentes à degradação de forma eficaz. Dentre os POA's, o processo Fenton heterogêneo – que utiliza um catalisador a base de Fe à geração de radicais hidroxila, tem ganhado destaque por, além da efetividade do processo, apresentar baixo custo na síntese dos materiais férricos. Ainda, os reagentes do processo Fenton são mais fáceis de operar do que os processos de tratamento com ozônio e luz UV, que requerem um gerador de  $\text{O}_3$  e uma fonte de UV, respectivamente. No presente trabalho foram sintetizadas nanopartículas magnéticas de ferro (NPM-Fe) por co-precipitação de íons  $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{Fe}^{3+}$  em meio alcalino para posterior deposição sobre carvões sintetizados a partir do resíduo agroindustrial biomassa do cajá (*Spondias mombin*); os materiais obtidos foram empregados em um sistema modelo de contaminante via adsorção e, também, degradação por Fenton heterogêneo.

**Palavras chave:** Fenton; Processos oxidativos avançados; Radicais livres.

## SYNTHESIS OF IRON MAGNETIC NANOPARTICLES SUPPORTED ON COALS FOR APPLICATION IN THE REMOVAL OF POLLUTANTS BY ADSORPTION AND DEGRADATION<sup>1</sup>

## ABSTRACT

Advanced oxidative processes, known by the acronym POA's, are processes based on the formation of free radicals - most of them are hydroxyl radicals ( $\cdot\text{OH}$ ), which have high oxidizing power and can effectively lead to degradation of polluting organic compounds. Among the AOP's, the heterogeneous Fenton process - which uses an Fe-based catalyst to generate hydroxyl radicals, has gained prominence because, in addition to the effectiveness of the process, it has a low cost in the synthesis of ferric materials. Furthermore, Fenton process reagents are easier to operate than ozone and UV light treatment processes, which require an  $\text{O}_3$  generator and a UV source, respectively. In the present work, magnetic iron nanoparticles (NPM-Fe) were synthesized by co-precipitation of  $\text{Fe}^{2+}$  and  $\text{Fe}^{3+}$  ions in alkaline medium for subsequent deposition on coals synthesized from the agro-industrial residue cajá (*Spondias mombin*) biomass; the materials obtained were used in a model system of contaminants via adsorption and, also, degradation by heterogeneous Fenton.

**Keywords:** Fenton; Advanced oxidative processes; Free radicals.

## INTRODUÇÃO

Os Processos Oxidativos Avançados (POA's) são baseados na geração de radicais livres, em especial o radical hidroxil ( $\cdot\text{OH}$ ). Este radical possui alto poder oxidante e pode promover a degradação de vários compostos poluentes em poucos minutos (HIRVONEN et al., 1996; NOGUEIRA & JARDIM, 1998; SILVA, 2007; VINODGOPAL et al., 1998).

A reação de Fenton Heterogêneo consiste na utilização de peróxido de hidrogênio em conjunto com um catalisador sólido contendo ferro. A fonte de ferro usado como catalisador para o processo Fenton pode ser uma superfície sólida incluindo óxidos

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB;

<sup>2</sup>Graduanda em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Campus de Itapetinga, bolsista de iniciação científica, Laboratório de Catálise e Química de Materiais, 201810164@uesb.edu.br;

<sup>3</sup>Professor Assistente DCEN/UESB, orientador. fwandrade@uesb.edu.br

minerais ou partículas de sílica contendo ferro, além do ferro adsorvido em outros compostos como carvão ou zeólitas (PARSONS, 2005).

O objetivo deste trabalho foi sintetizar NPM-Fe, depositá-las sobre carvões e, posteriormente, analisar a eficiência do material mássico e do compósito na adsorção e também na degradação do azocorante azul de metileno (AM), que foi utilizado como modelo de contaminante.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Síntese do carvão: foi aferida uma massa da biomassa do cajá triturado e, após, a mesma foi levada à mufla em temperatura de 500 °C durante 2 horas. Em seguida, o material foi macerado e acomodado devidamente em recipiente adequado.

Síntese das nanopartículas magnéticas de Ferro (NPM-Fe e NPM-Fe /Carvão): foram dissolvidos 5,5615g de  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  e 12,0837g de  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  em 30 mL de água deionizada contendo 4 mL HCl concentrado (para garantir a dispersão dos íons) – Solução I. Em seguida, esta solução foi gotejada sob 500 mL de uma solução de NaOH ( $1,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ) em agitação mecânica vigorosa por 5 minutos. A mistura permaneceu sob agitação por mais 15 minutos após o contato da Solução I com a solução de NaOH. O sistema formado foi reservado à maturação por um período de 24 horas. O precipitado magnético obtido apresentou coloração escura e foi separado do sobrenadante com auxílio de um ímã de neodímio; em seguida, foi lavado duas vezes com água deionizada a uma temperatura de 40 °C, e mais uma outra lavagem ainda foi realizada com acetona. Em seguida, o material foi seco a uma temperatura de 105 °C em estufa durante 72 horas até a completa remoção do aspecto húmido. Após, o material foi macerado e reservado adequadamente. Repetiu-se o procedimento anterior à síntese das NPM-Fe duas vezes e, à obtenção dos materiais/amostras NPM-Fe/C1 e NPM-Fe/C2, adicionou-se o carvão previamente sintetizado em etapas distintas para o preparo de cada uma das amostras. Para a síntese de NPM-Fe/C1, 1,5g do carvão sintetizado foi adicionado após o período de maturação. Para a síntese de NPM-Fe/C2, 1,5g de carvão foi adicionado após a última lavagem (com acetona).

Os materiais obtidos foram testados nos ensaios cinéticos de degradação e de adsorção do AM. Os experimentos de degradação foram conduzidos a partir da oxidação da solução do azocorante em presença de  $\text{H}_2\text{O}_2$  com 10 mg dos respectivos catalisadores em cada aplicação, monitorada por medidas em espectrofotômetro UV/Vis em 665 nm para o AM. As medidas foram obtidas em triplicata, em intervalos de tempo pré-determinados, sob agitação constante, a temperatura e pressão ambiente. Os ensaios de adsorção foram conduzidos similarmente, inclusive em termos de intervalos de tempo à análise, com exceção do uso de  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

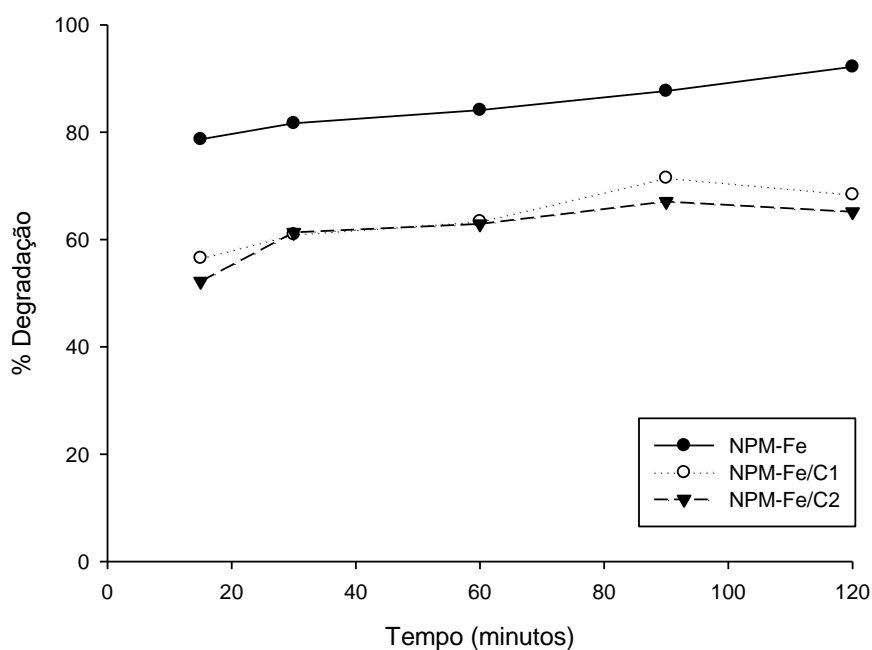
As Figuras 1 e 2 mostram os resultados obtidos para os ensaios de degradação e adsorção do azocorante azul de metileno.

Observando-se a Figura 1, verifica-se que o material com maior capacidade de oxidação do corante azul de metileno pelo processo Fenton heterogêneo foi NPM-Fe que, após 120 minutos de reação, removeu a coloração em 92,19%. As amostras NPM-Fe/C1 e NPM-Fe/C2 apresentaram bons resultados, com remoção máxima de 71,47% e 67,06%, respectivamente.

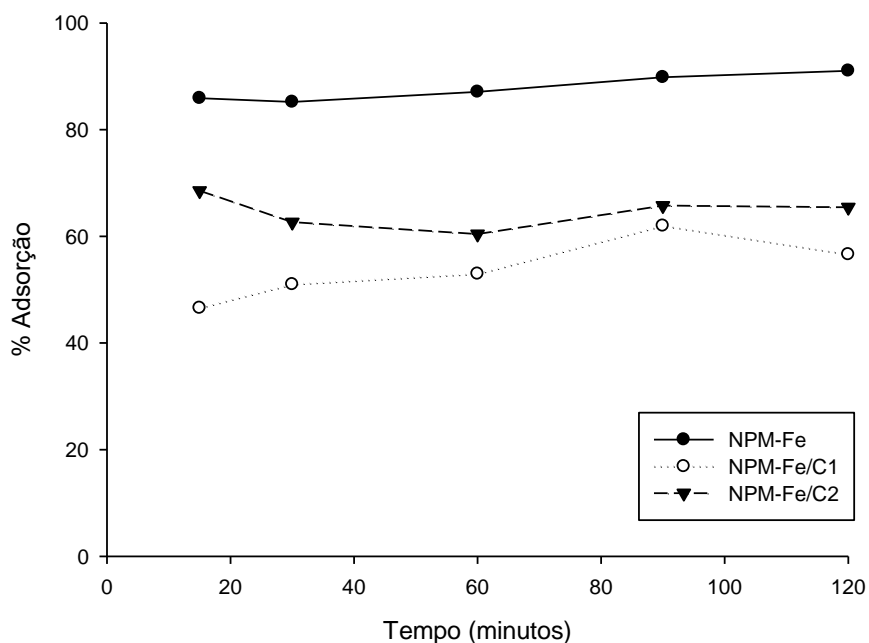
<sup>1</sup>Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB;

<sup>2</sup>Graduanda em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Campus de Itapetinga, bolsista de iniciação científica, Laboratório de Catálise e Química de Materiais, 201810164@uesb.edu.br;

<sup>3</sup>Professor Assistente DCEN/UESB, orientador. fwandrade@uesb.edu.br



**Figura 1.** Resultado dos ensaios de degradação das amostras NPM-Fe, NPM-Fe/C1 e NPM-Fe/C2.



**Figura 2.** Resultado dos ensaios de adsorção das amostras NPM-Fe, NPM-Fe/C1 e NPM-Fe/C2.

De acordo com a Figura 2, a remoção máxima do corante AM via processo adsorptivo foi de 91,05, 61,97 e 68,55%, para as amostras NPM-Fe, NPM-Fe/C1 e NPM-Fe/C2, respectivamente.

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB;

<sup>2</sup>Graduanda em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Campus de Itapetinga, bolsista de iniciação científica, Laboratório de Catálise e Química de Materiais, 201810164@uesb.edu.br;

<sup>3</sup>Professor Assistente DCEN/UESB, orientador. fwandrade@uesb.edu.br

## CONCLUSÕES

Foi possível sintetizar NPM-Fe e, também, os carvões a partir da biomassa do cajá para servirem de suporte catalítico às NPM-Fe. Os resultados de adsorção e de degradação do AM evidenciam a eficiência dos materiais, indicando que estes podem vir a se constituir em fontes promissoras e eficientes em processos de remoção de contaminantes com estrutura similar ao AM, presentes em efluentes industriais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HIRVONEN, A.; TUHKANEN, T.; KALLIOKOSKI, P. Treatment of TCE- and PCE contaminated groundwater using UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and O<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> oxidation processes. *Wat. Sci. Tech.*, v.33, p.67-73, 1996.

NOGUEIRA, R. F. P.; JARDIM, W. F. Heterogeneous photocatalysis and its environmental. *Química Nova*, v.21, n.1, p.69-72, 1998.

PARSONS, S. **Advanced Oxidation processes for water and wastewater treatment**. IWA Publishing. 2005.

SILVA, L. P. Modificação e imobilização de TiO<sub>2</sub> visando a degradação de compostos orgânicos poluentes via o processo de fotocatalise heterogênea. 2007. 115f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, USP, 2007.

VINODGOPAL, K.; PELLER, J.; MAKOGON, O.; KAMAT, P.V., Ultrasonic mineralization of reactive textile azo dye, Remazol Black B. *Water Research*, v.32, p.3646-3650, 1998.

## AGRADECIMENTO



<sup>1</sup>Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB;

<sup>2</sup>Graduanda em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Campus de Itapetinga, bolsista de iniciação científica, Laboratório de Catálise e Química de Materiais, 201810164@uesb.edu.br;

<sup>3</sup>Professor Assistente DCEN/UESB, orientador. fwandrade@uesb.edu.br