

## Compósitos Ferro/Carbono baseados em rejeito de mineração e carvão ativado para remoção de antibiótico

Regiane D. F. Rios<sup>1</sup>, Patrícia J. B. Bueno<sup>1</sup>, Flávia C. C. Moura<sup>1\*</sup>.

\*flaviamoura@ufmg.br

<sup>1</sup> Departamento de Química, ICEx, Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Antônio Carlos, 6627. Belo Horizonte – MG 31270-901 – Brasil.

### Resumo-Abstract

**RESUMO** – Este trabalho mostra o estudo da síntese, caracterização e aplicação de compósitos de ferro com carbono baseado no carvão ativado produzido a partir do endocarpo de macaúba e rejeito de mineração de ferro como fonte de óxidos de ferro. Os compósitos foram obtidos através da mistura mecânica do carvão ativado com o rejeito, seguido por tratamento térmico a 300, 500 e 800 °C (C/R300, C/R500 e C/R800) sob atmosfera inerte. Estes compósitos foram utilizados em um processo combinado de adsorção/fotocatálise na remoção do antibiótico amoxicilina, promovendo uma remoção de até 93% do contaminante utilizando o material tratado a 800 °C, C/R800.

**Palavras-chave:** Compósitos Fe/C, Rejeito de mineração, fotocatalise, adsorção, amoxicilina.

**ABSTRACT** - This work shows the study of the synthesis, characterization and application of composites based on the activated carbon produced from the Macauba endocarp and iron mining tailings as source of iron oxides. The composites were obtained by manual grinding of the activated carbon with the tailings, followed by thermal treatment at 300, 500 and 800 °C (C/R300, C/R500 and C/R800) under an inert atmosphere. These composites were used in a combined adsorption/photocatalysis process to remove the antibiotic amoxicillin, promoting a removal of up to 93% of the contaminant using the material treated at 800 °C, C/R800.

**Keywords:** Iron/Carbon composites, Iron mining waste, photocatalysis, adsorption, amoxicillin.

### Introdução

Atualmente, o minério de ferro é o principal produto extraído e comercializado no Brasil sendo também o elemento mais relevante na geração de rejeitos da atividade de mineração, nos últimos anos (1). Em menos de 4 anos, ocorreu o rompimento de duas barragens de rejeito de minério de ferro no estado de MG, que resultaram nos maiores desastres ambientais do Brasil e estão entre os maiores desastres com rompimento de barragem de minério do mundo. Diante do problema que as grandes quantidades de rejeito de mineração apresentam, diversos trabalhos têm sido desenvolvidos visando aplicações tecnológicas para este rejeito.

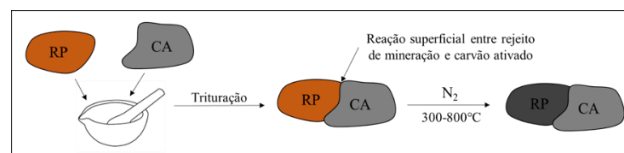
Muitas tecnologias têm sido utilizadas para a eliminação ou destruição de poluentes, dentre elas destaca-se pesquisas que combinam adsorventes e fotocatalisadores para remover poluentes em baixas concentrações por meio do chamado efeito sinérgico (2).

Neste trabalho, compósitos Fe/C a base de carvão ativado de Macaúba e do rejeito de mineração foram sintetizados por tratamento térmico em diferentes temperaturas e tiveram suas propriedades caracterizadas. Estes materiais foram testados em processos combinados de adsorção/fotocatálise para remoção do fármaco amoxicilina (AMX).

### Experimental

#### Síntese de compósitos Fe/C

O carvão ativado produzido do endocarpo da Macaúba (3) foi misturado ao rejeito de mineração, na razão mássica 1:1, macerados manualmente em almofariz e tratados termicamente em forno com atmosfera de N<sub>2</sub> (fluxo 50 mL/min e taxa de 10 °C/min em diferentes temperaturas (300 °C, 500 °C e 800 °C) e permaneceu nas respectivas temperaturas por 60 minutos.



**Figura 1.** Esquema representativo da síntese dos compósitos a base de carbono e rejeito da mineração de ferro.

#### Remoção do antibiótico amoxicilina

Para remoção do contaminante, foram realizados estudos de adsorção utilizando 10 mL de solução de AMX (250 mg L<sup>-1</sup>) adicionando 30 mg de compósitos Fe/C sintetizados a 200 rpm e temperatura ambiente, durante 24 h. Após a adsorção, testes de fotocatalise foram realizados sob irradiação de luz UVC (254 nm) com potência de 18 W por

5 h. As análises das soluções de AMX após as etapas de adsorção e fotocatalise foram realizadas utilizando um cromatógrafo líquido com detector UV/VIS.

### Resultados e Discussão

A espectroscopia Mössbauer foi utilizada para avaliar as fases de ferro presentes nos compósitos sintetizados.

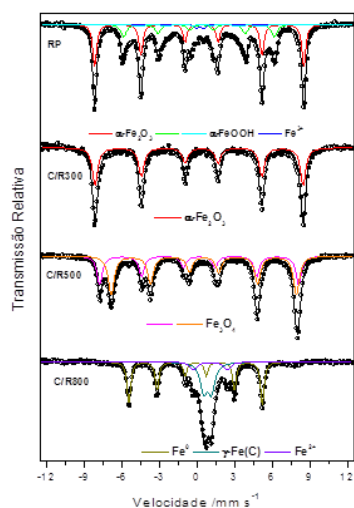


Figura 2. Espectros Mössbauer de  $^{57}\text{Fe}$  obtidos a 298K para os compósitos sintetizados

A análise Mössbauer do rejeito puro mostrou um sexteto relacionado à fase hematita (49%) e ainda outros dois sextetos com área relativa total de 51% referente à fase FeOOH. Após a mistura com o carvão e o tratamento a 300 °C o óxido de ferro é desidratado formando apenas hematita (100%). O espectro do material C/R500 é composto por dois sextetos característicos da fase magnetita, indicando a completa redução da hematita em magnetita. Para o material C/R800, um sexteto é observado relativo à ferro metálico (39 %) e dois dupletos, um relativo a goethita,  $\alpha\text{-FeOOH}$ , e outro relativo uma fase de  $\text{Fe}^{2+}$  dispersa no material. Estes resultados mostram que óxido de ferro usado na preparação dos compósitos sofrem uma redução progressiva pelo carvão ativado à medida que a temperatura de tratamento aumenta.

Os padrões de DRX (Figura 3) corroboram com os resultados obtidos pela espectroscopia Mössbauer.

A combinação dos processos de adsorção e fotocatalise, apresentada na Figura 4, possibilitou uma remoção superior a 83% do antibiótico utilizando todos os compósitos sintetizados. Apesar dos compósitos C/R300 e C/R500 apresentarem menores atividades fotocatalíticas, após o processo combinado apresentaram remoção total de acima de 80%, mostrando que a etapa de adsorção é importante, pois promove a concentração do contaminante na superfície do material.

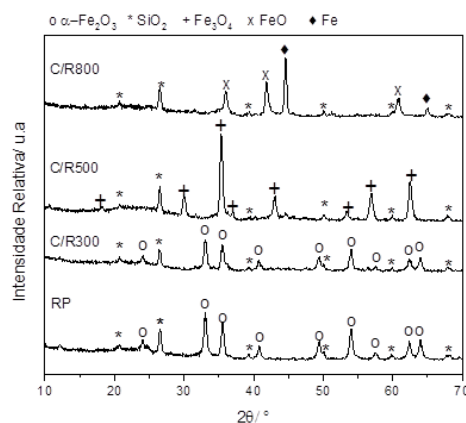


Figura 3. Padrões de difração de raios X obtidos para o rejeito de minério puro (RP) e os compósitos Fe/C sintetizados.

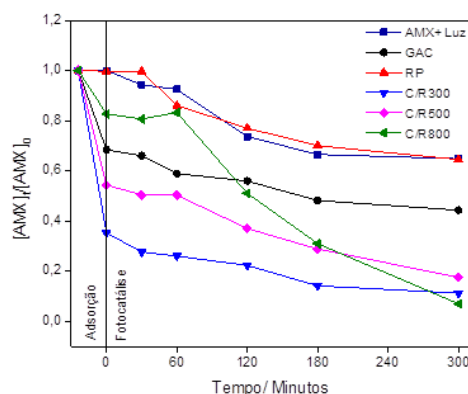


Figura 4. Remoção de amoxicilina usando compósitos Fe/C.

### Conclusões

Os compósitos apresentados no trabalho apresentaram elevada capacidade de remoção do fármaco AMX utilizando processo de remoção combinado dos processos de adsorção e foto-oxidação em um sistema heterogêneo. Os materiais mostraram promissores em uma aplicação tecnológica, agregando valor a rejeitos produzidos em processos de beneficiamento de minério e produção de biocombustível.

### Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer à CNPq, à CAPES, à FAPEMIG, ao INCT-Midas e ao Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear (CDTN).

### Referências

1. V. Bicca, E. Leão, T. Mendonça, *Anuário mineiro brasileiro-Principais substâncias metálicas*. **2018**.
2. L. Luo, Y. Yang, M. Xiao, *Chem. Eng. J.* **2015**, 262, 1275-1283.
3. F. Moura, R. Rios, B. Galvão, *Environ. Sci. Pollut. Res.* **2018**, 25, 26482-26492.