



## SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE COMPÓSITOS DE CASTANHA DO PARÁ/FERRITA DE MANGANÊS PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS

Anderson Souza Silva (Bolsista/Apresentador)<sup>1</sup> – Unifesspa  
*andersonsouza@unifesspa.edu.br*

Débora Albuquerque Vieira (Coordenador(a) do Projeto)<sup>2</sup> - Unifesspa  
*deboravieira@unifesspa.edu.br*

**Agência Financiadora:** PIBIC-FAPESPA

**Eixo Temático/Área de Conhecimento:** Engenharia

### 1. INTRODUÇÃO

Alguns setores industriais utilizam no seu processo corantes sintéticos para dar cor a tecidos, plásticos, cerâmicas, papéis entre outros produtos (CHODHURY *et al.*, 2014). Uma parte desses corantes são absorvidos nos produtos, porém a outra parte é descartada no meio ambiente, sem tratamento adequado (SAMA *et al.*, 2016).

Existem várias técnicas disponíveis para o tratamento de águas residuais, como tratamentos biológicos (YOUNES *et al.*, 2013), oxidação/precipitação química (BARBOSA SEGUNDO *et al.*, 2019), entre outros métodos. No entanto, esses métodos de tratamento possuem desvantagens, como altos custos no tratamento, enorme produção de lodo, incrustação de membranas e formação de subprodutos altamente tóxicos durante o processo (AMENGOL, 2017). Diante disso, o processo de adsorção está sendo tratado como uma das técnicas mais baratas e eficazes devido à sua simplicidade, alta eficiência, menor geração de lodo e disponibilidade de muitos tipos de adsorventes (BHAUMIK e MONDAL, 2015).

Recentemente, o uso de rejeitos agroindustriais vem se destacando, sendo uma opção de reutilização. Entre esses materiais a casca da castanha do Pará vem se destacando por suas qualidades químicas e físicas favoráveis à adsorção e por requerer pouco ou nenhum processamento antes de ser usada. A fim de potencializar a técnica de adsorção, alguns materiais com propriedades magnéticas estão sendo aplicados, motivados por serem facilmente removidos do meio aquoso pela ação de um campo magnético externo (KARA *et al.*, 2015). A produção de compósitos, unindo as propriedades de materiais orgânicos e inorgânicos, tem despertado bastante interesse, pelo fato de unir propriedades desses materiais, possibilitando maior eficiência no tratamento de efluentes. Além de viabilizar sua produção em larga escala (ALMEIDA, 2016).

Portanto, este trabalho tem como objetivo produzir e caracterizar os compósitos magnéticos a partir da casca da castanha do Pará/ferrita de manganês para aplicação no processo de adsorção.

### 2. MATERIAS E MÉTODOS

#### 2.1 SÍNTESE DE FERRITA DE MANGANÊS

A ferrita de manganês nominal  $MnFe_2O_4$  foi obtida com a mistura do nitrato metálico (agentes oxidantes) e combustível (agente redutor) de modo a formar uma solução redox. Todos os reagentes possuem pureza superior a 98%. A composição inicial da solução é baseada na valência total dos reagentes oxidantes e

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Química - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

<sup>2</sup>Doutora em Ciências e Engenharia de Materiais- Professora Titular Adjunta da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (FEMMA/IGE/Unifesspa).



redutores utilizando a teoria dos propelentes e explosivos (JAIN *et al.*, 1981). A mistura dos reagentes, adicionados 50 mL de água, foi submetida ao aquecimento em um reator de aço inox (COSTA *et al.*, 2012), sobre uma resistência elétrica em uma placa cerâmica, até a autoignição (combustão) ocorrer. Após ser sintetizada, os pós de ferrita de manganês foram macerados para a fragmentação de suas partículas, resultando em um pó fino. Posteriormente, estes foram peneirados para que houvesse a uniformização do tamanho das nanopartículas em uma peneira do modelo Tyler (Bertel, Brasil) de 200 Mesh.

## 2.2 PREPARAÇÃO DAS CASCAS DA CASTANHA DO PARÁ

As cascas foram quebradas, lavadas em água correntes e secas em estufa a temperatura de 60°C por 24 horas. Em seguida, o material foi moído usando o moinho de facas do modelo NL-226/02 (NewLab, Brasil), com o propósito de reduzir o tamanho das partículas. Em seguida, a granulometria da amostra foi definida em peneiras Tyler (Bertel, Brasil) de 200 mesh, para uniformizar a granulometria da amostra. Após o peneiramento, a biomassa obtida foi encaminhada para caracterização

## 2.3 OBTENÇÃO DO COMPÓSITO MAGNÉTICO

O compósito casca da castanha do Pará/ferrita de manganês foi preparado através do processo mecânico de moagem para formação do compósito nanoestruturado.

## 2.4 CARACTERIZAÇÃO DA FERRITA DE MANGANÊS, DA CASCA DA CASTANHA E DO COMPÓSITO OBTIDO.

Após a síntese, as amostras foram caracterizadas por Difração de Raios X (DRX) em um difratômetro BRUKER (modelo D2 Phaser, radiação Cu-K $\alpha$ ), operando com tubo de alvo de cobre a uma tensão de 30,0 KV e 10,0 mA de corrente, com detector de 55D160. Para a determinação das fases existentes foi utilizado o software HighScore com os bancos de dados JCPDS e ICSD.

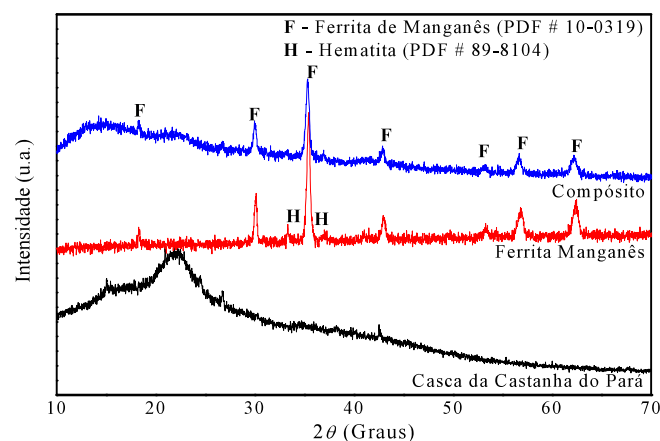
Também foram caracterizados por espectroscopia vibracional na região do infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR), usando um espectrômetro 32 Agilent Technologies, modelo Carry 630. Os espectros foram obtidos com uma resolução de 4000 a 400 cm<sup>-1</sup>, com 20 varreduras cumulativas.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 DIFRAÇÃO DE RAIOS-X DAS AMOSTRAS

Na Figura 1 estão representados os difratogramas de raios X das amostras da casca da castanha do Pará (CS), da ferrita de manganês obtida por reação de combustão em solução (FM), e dos compósitos (CP).

**Figura 1** - Difratograma de raios X da nanoferrita de manganês (MnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>), da casca da castanha do Pará do compósito da casca da castanha do Pará/ferrita de manganês



Conforme a Figura 1, o difratograma da amostra da castanha do Pará (CS) apresenta característica amorfa

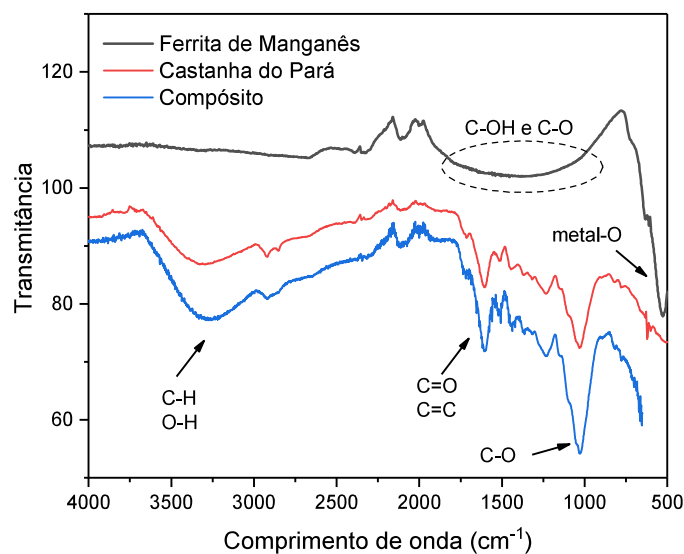


com largura basal ampla (elevada) sem presença de picos indicando cristalinidade nas amostras caracterizando como matéria orgânica amorfa. Observa-se a presença de uma banda entre  $19^\circ$  e  $27^\circ$ , tanto na amostra da castanha, quanto no compósito (CP) apresentando redução em sua intensidade após moagem. No difratograma da amostra de ferrita é possível observar a fase cristalina da ferrita com uma estrutura cúbica do espinélio. Além da fase majoritária, observa-se presença de picos referentes a fase secundária da hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), porém a presença da fase secundária é nitidamente reduzida após a moagem, na obtenção do compósito, demonstrando a formação do compósito pela inserção da ferrita na estrutura da casca da castanha do Pará.

### 3.2 ESPECTROSCOPIA DE INFRAVERMELHO (FTIR)

A técnica de FTIR foi utilizada para determinar os grupos presentes na superfície do compósito (CP). Na Figura 2 o pico  $3300\text{ cm}^{-1}$  indicam vibração de estiramento em detrimento à baixa frequência da banda de grupo de hidroxila livre (molécula de água). Nos picos indicado em torno de  $2900$ ,  $1600$  e  $1010\text{ cm}^{-1}$  indicam, respectivamente, estiramento assimétrico de grupos  $\text{CH}_2$ , estiramento simétrico de  $\text{C}=\text{C}$  e estiramento vibracional  $\text{C}-\text{O}$  de álcoois e fenóis.

**Figura 2** - Espectro de FTIR da nanoferrita de manganês, da casca da castanha do Pará e do compósito produzido.



Na Figura 2 mostra que existem picos em torno de  $3400\text{ cm}^{-1}$  e  $2900\text{ cm}^{-1}$  que indicam estiramento de  $\text{O}-\text{H}$  celulósico e estiramento de  $\text{C}-\text{H}$ , respectivamente. Os picos observados entre  $1750\text{ cm}^{-1}$  a  $1600\text{ cm}^{-1}$  mostram o estiramento  $\text{C}=\text{O}$  em ésteres alifáticos e estiramento simétrico de  $\text{C}=\text{C}$ , respectivamente. Os picos entre  $1050$  e  $1350\text{ cm}^{-1}$  representam a banda  $\text{C}-\text{O}$  encontrada nos ésteres, fenóis, éteres. Além disso, observa-se o alongamento de  $\text{metal}-\text{O}$  de  $\text{Mn}-\text{O}$  e  $\text{Fe}-\text{O}$  entre os picos  $540\text{ cm}^{-1}$  e  $480\text{ cm}^{-1}$  originárias de  $\text{MnFe}_2\text{O}_4$ . Os picos entre  $1540\text{ cm}^{-1}$  e  $1110\text{ cm}^{-1}$  correspondem a estiramento de  $\text{C}-\text{OH}$  e  $\text{C}-\text{O}$ , respectivamente (WAN *et al.*, 2014). A região entre  $800\text{ cm}^{-1}$  e  $200\text{ cm}^{-1}$  são os mais importantes por se tratar de picos correspondentes à vibração de íons metálicos reticulados (SHAHNIN *et al.*, 2019).

### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a caracterização estrutural dos compósitos magnéticos foi possível averiguar a impregnação da ferrita de manganês na casca da castanha do Pará, formando um material compósito magnético. Além disso, de com os resultados foi possível constatar que o processo de síntese por reação de combustão em solução para a produção de ferritas de manganês foi eficiente, sendo possível a obtenção de produto com razoável cristalinidade, indicando que a ferrita obtida possui característica nanométrica.



## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, T. S. **Remoção de azul de metileno utilizando um compósito Magnético**. 81p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2016
- AMENGOL, B. P. C. **Avaliação do uso de processos químicos no tratamento de efluente têxtil**. Trabalho de Final de Curso (Engenharia Sanitária e Ambiental), Universidade Federal de Juiz de Fora. 2017. 61p.
- BARBOSA SEGUNDO, I. D.; SILVA, T. F. C. V.; MOREIRA, F. C.; SILVA, G. V.; BOAVENTURA, R. A. R.; VILAR, V. J. P. **Sulphur compounds removal from an industrial landfill leachate by catalytic oxidation and chemical precipitation: From a hazardous effluent to a value-added product**. *Science of the Total Environment*, Vol. 655, p. 1249- 1260, 2019.
- BEZERRA, D. C.; FERNANDES, P. C.; DE SILVA, T. R.; ARAÚJO, E. M.; COSTA, A. C. F. M. **Síntese de ferrita NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> e a sua incorporação em compósito de poliamida 6 parte 1**. *Polímeros*. v.20(5), p. 389-394, 2010.
- BHAUMIK, R., & MONDAL, N. K. **Adsorption of fluoride from aqueous solution by new low-cost adsorbent: thermally and chemically activated coconut fibre dust**. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 17(8), p. 2157-2172, 2015.
- CHODHURY, M. A.; JOSHI, M.; BUTOLA, B. S. **Photochromic and Thermochemical Colorants in Textile Applications**. *J. Eng. Fiber. Fabr.*, v. 9, p.107-123, 2014.
- JAIN, S. R.; ADIGA, K.C.; VERNEKER, V.R.P. **A New Approach to Thermochemical Calculations of Condensed Fuel-Oxidizer Mixtures**. *Combustion and flame*. v.40, p.71-79,1981
- KARA, A.; DEMIRBEL, E.; TEKIN, N.; OSMANA, B.; BESRILI, NECATI. **Magnetic vinylphenyl boronic acid microparticles for Cr (VI) adsorption: Kinetic, isotherm and thermodynamic studies**. *J. Hazard. Mater.*, v. 286, p.612-623, 2015.
- SAMA, G. K.; GUPTA, S. Sen; BHATACHARYYA, K. G. **Adsorption of crystal violet on raw and acid-treated montmorillonite, K10, in aqueous suspension**, *J. Environ. Manag.*, v. 171, p.1–10, 2016.
- SHAHNIN, S.; LAU, W.-J.; GOH, P.-S.; ISMAIL, A. F.; JAAFAR, J. **Adsorptive mixed matrix membrane incorporating graphene oxide-manganese ferrite (GMF) hybrid nanomaterial for efficient As(V) ions removal**. *Composites Part B: Engineering*. v.107, p. 150, 2019.
- YOUNES, S. B.; ELLOUZE, M.; SAYADI, S. **A comparative study of an industrial effluent treatment using enzymatic and alkaline adapted consortium assays: A comparative study of two biological effluent treatments**. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 04, Vol. 88, p. 563-571, 2013.
- WAN, J.; DENG, H.; SHI, J.; ZHOU, L.; SU, T. **Synthesized Magnetic Manganese Ferrite Nanoparticles on Activated Carbon for Sulfamethoxazole Removal**. *CLEAN - Soil, Air, Water*, 2014, 42(9), p. 1199–1207, 2014.