

## DESENVOLVIMENTO DE NANOSORVENTES MAGNÉTICOS PARA APLICAÇÕES AMBIENTAIS

Gabriela da Silva Machado, Karine Priscila Naidek

### INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a nanotecnologia tem se consolidado como um campo de investigação promissor, apresentando soluções inovadoras para áreas como medicina, eletrônica, catálise e tratamento ambiental. Entre as aplicações mais relevantes destacam-se as nanopartículas metálicas, cujas propriedades físico-químicas singulares podem ser moduladas de acordo com sua dimensão e composição.

Em particular, as nanopartículas do tipo *core-shell*, constituídas por um núcleo (*core*) recoberto por uma camada (*shell*), apresentam elevado potencial em diversas aplicações tecnológicas. Essa configuração híbrida permite integrar propriedades distintas em uma única nanopartícula, ampliando sua estabilidade, reatividade e funcionalidade.

O objetivo deste trabalho é desenvolver nanosorventes magnéticos de elevada eficiência e caráter sustentável para a remoção de poluentes em águas contaminadas, contribuindo para o avanço de tecnologias de tratamento hídrico mais eficazes e ambientalmente adequadas.

### DESENVOLVIMENTO

Nesse trabalho, foram sintetizadas nanopartículas *core-shell*  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2\text{-NH}_2$  – seu núcleo possui propriedades magnéticas, sendo recoberto por  $\text{SiO}_2$  modificado por  $\text{NH}_2$  – em três etapas: **1.** Síntese do *core* descrita por Toma, Silva e Condomitti (2016): prepararam-se duas soluções, onde a solução A continha 3,5g de  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  em 250 mL de água destilada e a solução B continha 1,9 g de  $\text{KNO}_3$  e 0,13 g de  $\text{KOH}$  em 30 mL de água destilada. Aqueceu-se a solução A até 80°C-90°C, adicionando-se a solução B e, então, a mistura foi agitada por 20 minutos ainda sob aquecimento, controlando o pH da mistura entre 12-14 com  $\text{NaOH}$ , testando-se as propriedades magnéticas de uma alíquota do precipitado gerado em um tubo de ensaio com água destilada. O produto foi lavado com água destilada e etanol, secando a temperatura ambiente por cerca de 48 horas. **2.** Recobrimento do núcleo, gerando a nanopartícula  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2$  segundo a metodologia de Bephour, Shadi e Nojavan (2023): num béquer, adicionou-se 1g do *core* em 10 mL de água destilada e 40 mL de etanol, submetendo a mistura a banho ultrassônico por 30 minutos; à suspensão gerada, adicionou-se uma solução contendo 0,5 mL de Tetraetil Ortosilicato (TEOS) e 2 mL de  $\text{NH}_4\text{OH}$ , deixando o material sob agitação magnética por 6 horas a 50°C. Após, o material foi lavado com água destilada e seco naturalmente a temperatura ambiente. **3.** Recobrimento de  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2$  com  $\text{NH}_2$ , gerando  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2\text{-NH}_2$  ainda segundo Bephour, Shadi e Nojavan (2023): pesou-se 1g de  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2$ , disperso em banho ultrassônico na mistura de 25 mL de tolueno e metanol (proporção 1:1) durante 15 minutos; adicionou-se 2 mL de 3-aminopropiltriétoxissilano (APTES) ao béquer, mantendo sob agitação durante 4 horas, lavando o sólido com água destilada após o período e deixando secar naturalmente pelo tempo necessário.

### RESULTADOS

O sólido obtido apresentou aspecto de pó preto com traços cinzentos e marrons, exibindo forte resposta magnética frente a ímãs comuns e de neodímio.

As nanopartículas foram caracterizadas por difratometria de raios X (DRX), cujos espectros apresentaram picos em  $2\theta = 18,26^\circ, 30,10^\circ, 35,44^\circ, 37,02^\circ, 43,10^\circ, 53,48^\circ, 57,04^\circ, 62,62^\circ, 71,10^\circ$  e  $74,00^\circ$ , compatíveis com a estrutura de espinélio cúbico da magnetita (Swanson et al., 1967).

Adicionalmente, a presença de picos entre  $15,00^\circ$  e  $30,00^\circ$  foi atribuída à fase amorfa de  $\text{SiO}_2$ , conforme descrito na literatura (Xu et al., 2013; Ghorbani & Kamari, 2019).

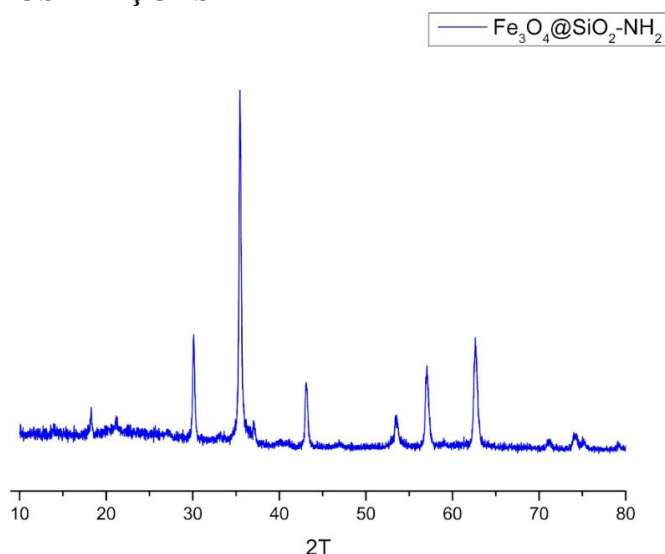
### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A síntese e a caracterização das nanopartículas foram realizadas com sucesso. Verificou-se que a estrutura cristalina do núcleo de  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  manteve-se inalterada durante o recobrimento com  $\text{SiO}_2$ . A caracterização da nanopartícula  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2\text{-NH}_2$  apresentou dificuldades de identificação devido à sobreposição de picos de maior intensidade.

Como perspectiva futura, a superfície dessas nanopartículas será modificada com 2,3-dialdeído-celulose (DAC) e ácidos carboxílicos, visando o desenvolvimento de nanosorventes magnéticos mais eficientes para aplicações ambientais.

**Palavras-chave:** nanosorventes; química inorgânica; nanopartículas

### ILUSTRAÇÕES



**Figura 1.** Difratometria de raios-X (DRX) da nanopartícula  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2\text{-NH}_2$ .

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEHPOUR, M.; SHADI, M.; NOJAVAN, S. Preparation of an efficient magnetic nano-sorbent based on modified cellulose and carboxylated carbon nano-tubes for extraction of pesticides from food and agricultural water samples before GC-FID analysis. **Food Chemistry**, v. 407, p. 135067, maio 2023.

GHORBANI, F.; KAMARI, S. Core-shell magnetic nanocomposite of  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2@\text{NH}_2$  as an efficient and highly recyclable adsorbent of methyl red dye from aqueous environments. **Environmental Technology & Innovation**, v. 14, p. 1-16, fevereiro 2019.

SWANSON, H. E. *et al.* **Standard X-ray Diffraction Powder Patterns**. Departamento de Comércio dos Estados Unidos, 1967.

TOMA, H. E.; SILVA, D. G.; CONDOMITTI, U. **Nanotecnologia experimental**. São Paulo: Editora Blucher, 2016. *E-book*. p. 64-85. ISBN 9788521210672. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521210672/>.

XU, J. *et al.* Synthesis and Characterization of Magnetic Nanoparticles and Its Application in Lipase Immobilization. **Bulletin of the Korean Chemical Society**, v. 34, n. 8, p. 2408-2412, agosto 2013.

---

#### DADOS CADASTRAIS

---

**BOLSISTA:** Gabriela da Silva Machado

**MODALIDADE DE BOLSA:** PROBIC/UDESC (IC)

**VIGÊNCIA:** 01/2025 a 08/2025 – Total: 08 meses

**ORIENTADOR(A):** Karine Priscila Naidek

**CENTRO DE ENSINO:** CCT

**DEPARTAMENTO:** Departamento de lotação do orientador(a)

**ÁREAS DE CONHECIMENTO:** Ciências Exatas e da Terra / Química

**TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA:** Filmes Finos baseados em Compostos de Coordenação e Nanopartículas.

**Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA:** NPP3217-2023