

## NANOPARTÍCULAS DE MAGNETITA SINTETIZADA POR AQUECIMENTO

Erbertt Barros Bezerra; Mateus Herculano Pereira de Oliveira Araújo; José Avelino Freire

*Universidade Federal de Campina Grande, Depto. Engenharia de Minas, Campina-CG, 58429-900,  
[erberttbarros@gmail.com](mailto:erberttbarros@gmail.com); [mateusherculano1993@hotmail.com](mailto:mateusherculano1993@hotmail.com); [avejaf@yahoo.com.br](mailto:avejaf@yahoo.com.br)*

### INTRONDUÇÃO

Observa-se nos últimos anos um desenvolvimento de novas tecnologias e novos materiais, junto a esse desenvolvimento destaca-se a nanotecnologia, conhecida como “revolução nano” e nomeada por muitos especialistas como à revolução industrial do século XIX, apresentando possíveis aplicações em diversas áreas, por exemplo, tratamento de minérios, tratamento de efluentes, tratamento de doenças e etc (MARTINS & TRINDADE, 2012). A nanotecnologia é a ciência de materiais (partículas e interfaces) que possuem ordem de um a cem nanômetros (QUINA, 2004), ganhando ênfase com as nanopartículas que possuem variáveis aplicações (tecnológicas, industriais e de saúde) e peculiaridades nas propriedades químicas e físicas, diferenciando das moléculas e dos sólidos cristalinos típicos, por causa do seu tamanho nanômetro, e configurando alvo de diversas pesquisas com diferentes aplicações (MUCHENKSI, 2012; MARTINS & TRINDADE, 2012).

Mulvaney (2001) afirma em seu estudo que, a redução em tamanho da superfície do cristal perturba a sequência dos arranjos da rede cristalina, modificando drasticamente as propriedades do material. Essas alterações foram nomeadas como efeito quântico de tamanho, depende diretamente do tipo de ligação do cristal, e geralmente dar-se no regime de tamanho de 1-10 nm.

As nanopartículas de metais ferromagnéticos podem ser sintetizadas por uma multiplicidade de métodos, a grande complexidade na metodologia encontra-se na obtenção de um sistema disperso, com um efetivo controle de tamanho, forma e das propriedades físico-químicas superficiais. Essas variáveis influenciam diretamente as propriedades magnéticas dos materiais, que por sua vez, determinam sua aplicação tecnológica (DURAN *et al.*, 2006).

Diversos métodos para síntese de nanopartículas magnéticas podem ser encontrados na literatura, classificados como físicos ou químicos. Nos métodos físicos, sobressaem os de moagem e de deposição por vapor. Nos métodos químicos, os mais comumente utilizados são: os métodos de precipitação por hidrólise alcalina, microemulsão, micelas reversas, redução e sonoquímica. O tipo

de síntese utilizado afeta diretamente o tamanho, a forma e uniformidade dos tamanhos, fatores estes, como já apresentados, influenciam as propriedades magnéticas (HOLLAND *et al.*, 2010).

No presente estudo objetiva-se apresentar um método simples e prático para desenvolver nanopartículas de magnetita. As nanopartículas foram produzidas pelo método químico, através de íons de  $\text{Fe}^{2+}$  por precipitação com solução alcalina, sendo submetidos a um tratamento térmico.

## METODOLOGIA

As nanopartículas de magnetita foram desenvolvidas pelo método de precipitação. Os reagentes utilizados foram o  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (Sulfato Ferroso Amoniacal),  $\text{NaOH}$  (Hidróxido de Sódio) e  $\text{CH}_3(\text{CO})\text{CH}_3$  (Acetona).

Inicialmente amostras de aproximadamente 1,80 g de Sulfato Ferroso Amoniacal foram dissolvidas em 100 mL de água destilada. Posteriormente essa solução contendo íons de  $\text{Fe}^{2+}$  foi submetida à homogeneização com 800 rpm. Durante o processo de homogeneização adicionou-se  $\text{NaOH}$  à  $2 \text{ mol.L}^{-1}$  até alcançar pH 11. Após a estabilização do pH, a solução foi posta em banho-maria à  $\pm 98^\circ\text{C}$  durante um intervalo de 10 min, objetivando integralizar a reação magnética. A solução foi induzida a um campo magnético para realizar a separação do precipitado e sobrenadante, como pode-se observar na Figura 1. Após essa separação, o precipitado foi lavado 2 vezes com água destilada para remoção de possíveis resíduos de subprodutos. Ao final, o produto (precipitado) foi lavado com acetona, que possui propriedade dispersante, e levado à capela para secagem em temperatura ambiente.



(a)

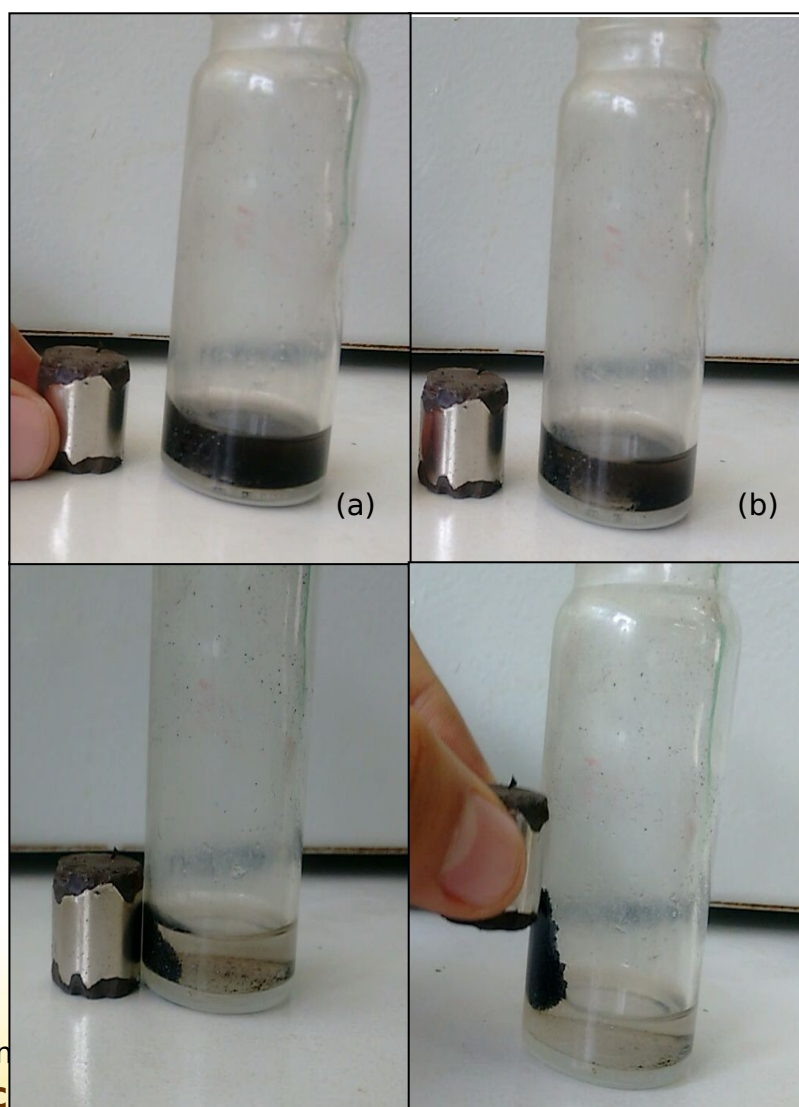
(b)

(c)

Figura 1 - Estágios da separação (a,b,c) do precipitado com a influência de um campo magnético.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, a solução contendo íons de  $\text{Fe}^{2+}$  apresentava-se incolor, porém com as consecutivas adições de NaHO ocorreu uma coloração, inicialmente azulada, seguida de azul/verde claro e ao final, com o alcance do pH 11, a solução apresentou uma coloração verde escuro. Segundo Holland *et al.* (2010) essa mudança de cor é proveniente da combinação de precipitados de óxido e oxi-hidróxido de ferro (II). Os precipitados após serem submetidos ao aquecimento em banho-maria apresentaram uma coloração predominantemente preta, essa mudança de cor foi ocasionada possivelmente pela formação de nanopartículas, evento conhecido como efeito quântico ou de confinamento quântico. Os pesquisadores Mulvaney (2001) e Melo Jr *et al.* (2012) afirmam que o efeito quântico é responsável pela mudança de cor desses sistemas com metais.



(c)

(d)

Na Figura 2- **Pó de magnetita submetido a campo magnético, (a) aproximação do campo magnético, (b) deslocamento inicial das nanopartículas para o campo magnético, (c) deslocamento total das nanopartículas para o campo magnético e (d) retirada das nanopartículas do meio aquoso.** Figura 2 (a, b, c e d) observa-se um comportamento magnético apresentado pelo pó da magnetita quando induzido a um gradiente de campo magnético, caracterizando-a com um caráter magnético. Observa-se também, um comportamento supermagnético apresentando pelas nanopartículas, quando se torna possível à separação das nanopartículas do meio aquoso (Figura 2 (d)). Sabe-se que as nanopartículas/partículas de magnetita são hidrofílicas (polares), ou seja, possuem afeição por água, possivelmente a indução do campo magnético nas nanopartículas apresentou maior força que a atração eletroquímica entre nanopartículas e água, tornando possível a separação das mesmas do meio aquoso.

## CONCLUSÕES

A sintetização de nanopartículas de magnetita por aquecimento em banho-maria demonstrou ser uma alternativa simples e prática, alcançando o objetivo da formação de nanopartículas com caráter magnético. As nanopartículas apresentaram capacidade magnética de serem separadas em meio aquoso, possuindo assim magnetometria capaz de vencer a atração eletroquímica entre as nanopartículas e a água, quando submetidas a um campo magnético.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MUCHENSKI, F. **Produção e Caracterização De Partículas Magnéticas por Deposição Eletroquímica**, 2012. 137 f. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência dos Materiais, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2012.

QUINA, F. Nanotecnologia e o Meio Ambiente: Perspectivas e Riscos. **Química Nova**, Vol. 27, N. 6, p. 1028-1029, 2004.

MARTINS, M. A; TRINDADE, T. Os Nanomateriais e a Descoberta de Novos Mundos na Bancada do Químico **Química Nova**, Vol. 35, N. 7, p. 1434-1446, 2012.

MULVANEY, P. Not All That's Gold Does Glitter. **MRS Bulletin**, Vol. 12, p. 1009-1014, 2001.

DURAN, N.; MATTOSO, L. H. C.; MORAIS, P. C. **Nanotecnologia: Introdução, preparação e caracterização de nanomateriais e exemplos de aplicação**. 1 ed. São Paulo: Artliber, Vol. 1, p. 175-181, 2006.

HOLLAND, H.; YAMAURA, M.; SOUSA, J. S. Comportamento Magnético de Nanopartículas de Magnetita Sintetizadas por Micro-Ondas. In: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais – CBECiMat., 19, 2010, Campos do Jordão. *Anais...* Campos do Jordão, SP, 2010, p. 1343-1350.

MELO JR, M. A.; SANTOS, L. S. S.; GONÇALVES, M. C.; NOGUEIRA, A. F. Preparação de nanopartículas de prata e ouro: um método simples para a introdução da nanociência em laboratório de ensino. **Química Nova**, Vol. 35, N. 9, p. 1872-1878, 2012.