

Partículas Magnéticas Luminescentes para Biomarcação

José Felipe Zibordi Reis, Maria Claudia França da Cunha Felinto, Hermi Felinto de Brito e Jacinete Lima do Santos
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

INTRODUÇÃO

O domínio de processos para a fabricação de materiais de forma economicamente viável e o desenvolvimento de materiais cada vez melhores para aplicações específicas vêm sendo objeto de muitas pesquisas por parte dos cientistas. Um dos campos mais focados atualmente pelos cientistas é o que envolve os materiais magnéticos nanoestruturados, devido a suas propriedades magnéticas, baixo custo, biocompatibilidade, biodegradabilidade e por serem aprovadas pela *Federal Drug Administration* (FDA) e são amplamente utilizadas em teragnósticos[1].

As nanopartículas superparamagnéticas tem um elevado potencial para moléculas funcionais (como por exemplo, os materiais luminescentes) para o uso em aplicações como: imagem por ressonância magnética, separação magnética de células, oligonucleotídeos ácidos nucleicos. Além disso diferentes métodos de detecção estão cada vez mais importantes, tendo como um bom exemplo uma nanopartícula superparamagnética/luminescente que combinam as propriedades magnéticas e luminescentes em um único material com aplicações em teradiagnóstico [2]

OBJETIVO

O objetivo do projeto é a síntese de nanopartículas magnéticas baseadas em ferritas de ferro e manganês e ferritas de ferro e manganês dopadas com terras raras para aplicações na área biomédica.

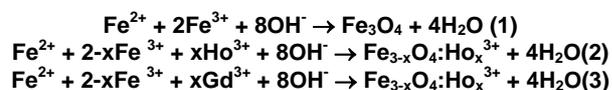
METODOLOGIA

Síntese:

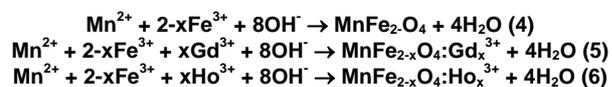
As ferritas podem ser preparadas por vários métodos já consagrados na literatura, porém, optou-se pelo método de coprecipitação por tratar-se de uma metodologia simples, rápida, custo baixo e fácil "scale-up" para implantação em nível de escala industrial. O material preparado por coprecipitação apresenta vantagens tais como: boa homogeneidade,

grãos finos e relativamente uniformes, com fraca ou nenhuma aglomeração, fácil scale up e custo baixo.

As partículas de Fe₃O₄ foram preparadas à temperatura ambiente a partir da coprecipitação dos íons metálicos Fe²⁺ e Fe³⁺, presentes na solução aquosa em quantidades estequiométricas de FeCl₂.6H₂O e FeCl₃.6H₂O e numa relação molar Fe²⁺: Fe³⁺, =1:2, com uma solução alcalina adicionada gota a gota sob agitação até que o pH estabelecido fosse alcançado.. Para as nanopartículas dopadas com terras raras, Ho³⁺ e Gd³⁺ foi utilizado soluções de cloreto de hólmio e de gadolínio e a dopagem feita em 1%, 3%, 5% 7% e 10% molar em relação ao Ferro³⁺Abaixo mostra-se as reações estequiométricas de síntese.



Já os núcleos magnéticos (ferritas de manganês) foram também sintetizados via reação de co-precipitação(equações 4-6) de uma solução contendo os sais, cloreto de manganês (II) e cloreto de ferro (III), e para as partículas magnéticas dopadas com gadolínio e hólmio utilizou-se solução de cloreto de gadolínio (III) e hólmio (III).



Caracterização:

Os núcleos magnéticos foram caracterizados utilizando-se a técnica de: difração de raios-X (método do pó), microscopia eletrônica de varredura.

Para obtenção de difratogramas de raio-X utilizou-se um Difratômetro de raios X Rigaku modelo MiniFlex II, com fonte de radiação CuK_α e filtro de Ni. As amostras foram dispersas em laminas de quartzo. Para se analisar a morfologia das amostras utilizou-se um

microscópio eletrônico de varredura marca Philips modelo XR-30.

RESULTADOS

O pH da solução durante o processo de precipitação tem influência direta nas características do produto final. A influência da variação do pH no processo de precipitação foi estudada fazendo-se a precipitação da magnetita e da ferrita de manganês variando-se o pH de 11 a 13 e utilizando-se como agente de precipitação o hidróxido de sódio 5 mol.L⁻¹. Quando expostos a um campo magnético externo (gerado por um ímã de um *hard disk* de computador), o material formado em pH 12 é o que apresenta melhor resposta ao campo magnético (veja FIG 1).



Figura 1 Fotos ilustrativas da variação da cor, volume e susceptibilidade magnética dos precipitados obtidos nos pH 11, 12 e 13.

Na Figura 2 apresentam-se as micrografias eletrônicas de varredura das ferritas de manganês obtidas em diferentes pH final de precipitação. Elas mostram que os materiais precipitados em pH diferentes apresentaram morfologia não homogênea composta por aglomerados de partículas menores do que 5µm contendo fases amorfa e cristalina, para todos os pH estudados.

A análise por difração de raios-X foi realizada com o objetivo de identificar as fases da magnetita e ou ferrita de manganês e dos materiais dopados com terra rara, Gd³⁺, Ho³⁺ e Eu³⁺ e na Figura 3 apresentam-se os difratogramas de raio -X pelo método do pó da magnetita e da magnetita dopada com hólmio que equivalem aos picos do padrão de referência da ferrita de ferro (magnetita) (JCPDS – ICDD19 - 629), confirmando a presença de magnetita no material sintetizado. Calculou-se também o tamanho do cristalito pela equação de Scherrer e observou-se que os cristalitos aumentam com a concentração do dopante exceto para 5% que apresentou um tamanho não esperado.

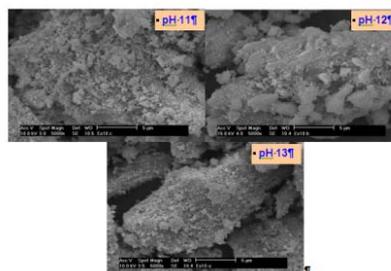


Figura 2 - MEVs da ferrita de manganês variando o pH de precipitação.

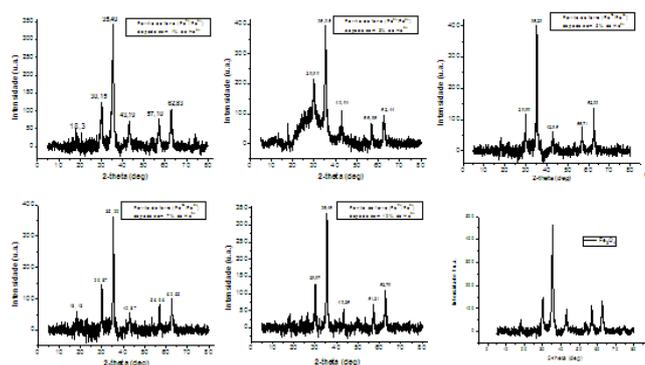


Figura 3 - Difratograma de Raios-X da ferrita de ferro dopada com 1,3,5,7,10% de Ho³⁺.

CONCLUSÕES

A rota de síntese escolhida realmente é eficiente e será a escolhida para a síntese dos núcleos magnéticos.

As MEVs concordam com materiais heterogêneos, aglomerados de partículas menores do que 5µm.

Uma melhor definição da composição destes materiais serão obtidos nas etapas seguintes com o desenrolar e entendimento das novas técnicas de caracterização a serem desenvolvidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SHUBAYEV, V.; PISANIC II, T. R.; SHUNGO, J. Magnetic nanoparticles for theragnostics. *Adv. Drug Deliv. Rev.*, v.61, p.467-477, 2009.
- [2] NEUBERGER, T.; SCHROPF, H.; HOFMANN, H.; HOFMANN, M.; von RECHENBERG' superparamagnetic nanoparticles for biomedical applications: Possibilities and limitations of a new drug delivery system. *J. Magn. Mater.*, v.293 (1), p. 702-708, 2005.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

Inct-INAMI –MCT , CNPq CAPES, FAPESP