

Produção e caracterização de microesferas de ferrita visando aplicação em absorvedores de micro-ondas

**Pedro Henrique de Oliveira Ferreira da Cruz e Luis Antonio Genova
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN**

INTRODUÇÃO

Com o uso generalizado da radiação eletromagnética no comprimento das micro-ondas em diversas aplicações tecnológicas, muitas pesquisas têm sido realizadas com o intuito de estudar as propriedades de absorção de micro-ondas em diversos materiais absorventes. Este interesse é decorrente do aumento da poluição eletromagnética resultante do rápido avanço tecnológico em sistemas eletrônicos e dispositivos sem fio e seu uso de altas frequências, além de novas normas e regras relativas às interferências eletromagnéticas decorrentes do uso desses tipos de aparelho. Além disso, o uso de Materiais Absorvedores se caracteriza como um importante meio que pode ser empregado na ocultação de objetivos sensíveis à detecção por ondas de Radar. Desta forma, estes materiais são amplamente aplicados na anulação e na redução dos reflexos de ondas de radar em grandes corpos como aviões, satélites, tanques e equipamentos militares.

Os materiais absorvedores de micro-ondas podem ser sintetizados por várias técnicas como o sol-gel, a co-precipitação e a microemulsão, na forma de revestimentos, nanopartículas, microesferas, plaquetas, fibras e esponjas, dependendo da aplicação desejada. Fatores como método de síntese, composição e estrutura, temperatura de calcinação e valor de pH de síntese têm um grande efeito tanto nas propriedades de absorção de micro-ondas como na morfologia do produto final.

No presente trabalho, estão sendo desenvolvidos métodos para a obtenção de microesferas de ferrita com diferentes composições e características químicas e físicas, para que sejam avaliadas no que se

refere à sua capacidade e eficiência em absorver radiação eletromagnética no comprimento das micro-ondas. Essas microesferas serão produzidas a partir do processo de gelificação interna, desenvolvido para a produção de microesferas de óxidos metálicos, com as devidas adaptações e ajustes.

A obtenção das microesferas a partir do procedimento de gelificação interna pode ser descrito resumidamente: inicialmente uma solução aquosa dos íons do sal metálico de interesse, hexametenotetramina (HMTA) e ureia é gotejada em uma coluna contendo óleo aquecido a uma temperatura de aproximadamente 90 °C, ocorrendo, portanto, a subsequente gelificação e solidificação destas gotas no formato de esferas.

Após tratamento de lavagem para eliminação do óleo presente, as microesferas formadas podem ser submetidas a um tratamento hidrotérmico (em autoclave) para a eliminação dos elementos orgânicos restantes. São então secas ao ar e em estufa e, posteriormente, calcinadas para que seja obtido o produto final com as características e propriedades físico-químicas desejadas.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho consiste em produzir e caracterizar microesferas de ferrita utilizando diferentes composições químicas e diferentes parâmetros de síntese para avaliar a viabilidade do emprego destes materiais como absorvedores de micro-ondas e como estas diferentes composições químicas e diferentes parâmetros de síntese afetam as propriedades e características finais do produto.

METODOLOGIA

Inicialmente se deteve no desenvolvimento da metodologia para a obtenção de microesferas de ferrita hexagonal com a composição $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$. Para a produção destas microesferas, por gelificação interna, inicialmente foram preparadas as soluções concentradas com estequiometrias adequadas, de nitrato de ferro nonahidratado ($\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) e nitrato de estrôncio ($\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$). Separadamente, foi preparada uma solução que compreende os agentes que auxiliarão no processo de gelificação, no caso, a Uréia ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) e a Hexametilenotetramina (HMTA – $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4$), em uma proporção molar de 1:1.

Em seguida, as duas soluções, mantidas a 5 °C, foram misturadas, obtendo-se uma solução homogênea. Em seguida esta solução foi gotejada no sistema de gelificação, que consiste em um béquer contendo 600 ml de óleo de soja mantido a 90 °C, com agitação mecânica variando de 250 a 500 rpm, ocorrendo então as reações químicas envolvidas no processo de gelificação e a formação das microesferas de ferrita.

O sistema foi então deixado sob agitação a 90 °C por 1 hora, e em seguida as microesferas foram recolhidas do béquer e submetidas a tratamentos de lavagem com hexano, visando retirar o óleo restante, e posteriormente imersas em uma solução de Hidróxido de Amônio (NH_4OH) diluído, por 24 horas, para que se pudesse completar o ciclo de gelificação interna. Posteriormente as microesferas foram submetidas a um tratamento hidrotérmico por uma hora, secas ao ar e em estufa (110 °C) e, por fim, calcinadas para que se pudesse obter as características e as propriedades físico-químicas finais desejadas.

A caracterização dos materiais obtidos se deu por meio de microscopia óptica e eletrônica, difração de raios-x, e análise de características superficiais (superfície específica, porosidade e curvas de adsorção/dessorção

RESULTADOS

A partir dos testes com diferentes composições, agitações e temperaturas de calcinação baseados em estudos previamente realizados pelo grupo, foram obtidas microesferas ferrita com características variadas, sendo que as mesmas se encontram em fase de caracterização, sendo que já foram realizadas as caracterizações por difração de raios X e por microscopia eletrônica.

CONCLUSÕES

Com a realização dos procedimentos experimentais e dos dados obtidos, pode-se concluir que o método de gelificação interna se mostrou viável e adequado para a confecção das microesferas de ferrita com diferentes composições. Atualmente, as microesferas se encontram em fase de caracterização para que possam ser adquiridos maiores detalhamentos de suas propriedades físicas e químicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] HOUBI, A.; ALDASHEVICH, Z. A.; ATASSI, Y.; et al. **Microwave absorbing properties of ferrites and their composites: A review**. Journal of Magnetism and Magnetic Materials, v. 529, 2021.
- [2] DRMOTA, A.; DROFENIK, M.; ŽNIDARŠIČ, A. **Synthesis and characterization of nano-crystalline strontium hexaferrite using the coprecipitation and microemulsion methods with nitrate precursors**. Ceramics International, v. 38, n. 2, p. 973–979, 2012.
- [3] ZHUANG, L.; ZHANG, W.; ZHAO, Y.; et al. **Temperature sensitive ferrofluid composed of $\text{Mn}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ nanoparticles prepared by a modified hydrothermal process**. Powder Technology, v. 217, p. 46–49, 2012.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNEN e CNPq.