

Investigação de óxidos multiferróicos do tipo dupla perovskita La₂TMnO₆ (T= Cr, Co e Ni)

Erick Syuffi Lagedo e Artur Wilson Carbonari
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)

INTRODUÇÃO

Multiferróicos são materiais que exibem ordenamento magnético e ferroeletricidade, com acoplamento magnetoelétrico (ME), ou adicionalmente ferroelasticidade (histerese tensão-deformação) [1, 2]. Os materiais multiferróicos ME ideais, são aqueles que têm uma polarização espontânea intensa associada a uma magnetização intensa, de modo que, invertendo a polarização do primeiro, a magnetização do último pode ser invertida e vice-versa, podendo trocar um bit de informação ao longo da direção de magnetização simplesmente aplicando um campo elétrico. No entanto, os multiferróicos ferromagnéticos são escassos e muito mais incomum é um multiferróico ferromagnético à temperatura ambiente [3]. Um óxido de perovskita muito estudado é LaMnO₃, um dielétrico que ordena antiferromagneticamente a 140 K [4]. As propriedades exóticas de LaMnO₃ associadas com spin, carga e orbital o ordenamento estimulou a investigação de um tipo específico de doping, denominado dupla perovskita com dois cátions no local B, com a fórmula química La₂TMnO₆, onde T geralmente são metais de transição da família 3d, como Ti, V, Cr, Fe, Co ou Ni [5]. O comportamento dielétrico ferromagnético próximo à temperatura ambiente desta família de óxidos abre a possibilidade de aplicações tecnológicas [6].

OBJETIVO

Caracterizar e investigar os óxidos multiferróicos La₂TMnO₆ (T = Cr, Ni, Co) por meio das técnicas de difração de raios X e microscopia eletrônica de varredura.

METODOLOGIA

As amostras dos óxidos tipo dupla perovskitas foram realizadas pelo método sol-gel. Neste método que é utilizado o gel, a solução é solidificada como um todo em vez de precipitar ou evaporar para produzir sólidos, passando por processos de calcinação, tratamento térmico em atmosfera controlada (de oxigênio, nitrogênio ou argônio). Após sua confecção, as amostras foram analisadas por difração de raios X (DRX) e microscopia eletrônica de varredura (MEV), permitindo verificar a estrutura cristalina, composição, homogeneidade, distribuição dos grãos e caracterização de defeitos.

RESULTADOS

1) Difração de Raios-X: Realizando uma calcinação a 500°C por 2 horas do composto La₂NiMnO₆, seguido de um tratamento térmico, obteve-se a formação da fase desejada, como é visto na Figura 1:

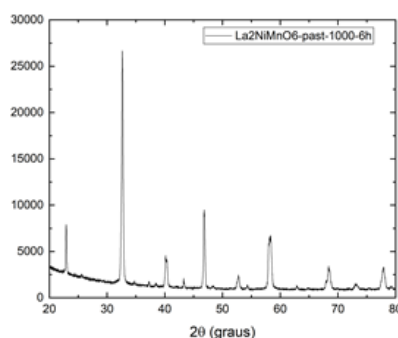


Figura 1. tratamento térmico em 1000°C por 6 horas do composto La₂NiMnO₆.

De forma análoga, o mesmo ocorreu para os compostos La₂CrMnO₆ (Figura 2) e La₂CoMnO₆ (Figura 3):

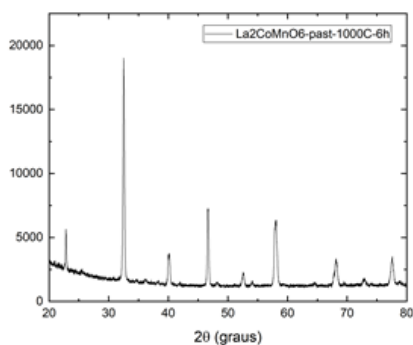


Figura 2. Padrão de difração do composto La₂CoMnO₆ após o tratamento térmico em 1000°C por 6 horas.

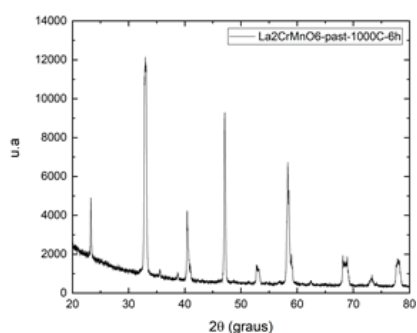


Figura 3. Padrão de difração do composto La₂CrMnO₆ após o tratamento térmico em 1000°C por 6 horas.

2) Microscopia eletrônica de varredura: A imagem de microscopia eletrônica realizada no composto La₂CoMnO₆, mostrou uma superfície porosa, dificultando a identificação correta das partículas.

Para o composto La₂CrMnO₆, formou-se um aglomerado de partículas.

CONCLUSÕES

É visível que foi realizado de forma eficiente a síntese dos e caracterização dos compostos de La₂TMnO₆ e foi encontrado, depois de diversos testes, o melhor procedimento para a formação dos materiais desejados a partir do método sol-gel.

Embora as imagens de microscopia eletrônica mostraram que os compostos do tipo dupla perovskitas possuem uma superfície porosa, dificultando a medição do tamanho das partículas, os resultados de DRX mostraram que o método sol-gel é eficaz para a formação desses compostos.

Por fim, destaca-se a importância da continuação deste trabalho utilizando outras técnicas como microscopia de transmissão e análise térmica para melhor explorar as propriedades dessa classe de materiais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] W. Prellier, M. P. Singh, P. Murugavel, The single-phase multiferroic oxides: from bulk to thin film. *J. Phys.: Condens. Matter* 17, R803 (2005).
- [2] N. A. Spaldin, S.-W. Cheong, R. Ramesh, Multiferroics: Past, present, and future. *Physics Today* October, 38-43 (2010).
- [3] J. F. Scott, Room-temperature multiferroic magnetoelectrics. *NPG Asia Mater.* 5, e72 (2013).
- [4] J. Töpfer, J. B. Goodenough, LaMnO₃+δ Revisited. *J. Solid State Chem.* 130, 117-128 (1997).
- [5] H. Chen, A. Millis, Antisite defects at oxide interfaces. *Phys. Rev. B* 93, 104111 (2016).
- [6] H. J. Zhao, W. Ren, Y. Yang, J. Iniguez, X. M. Chen, L. Bellaich, Near roomtemperature multiferroic materials with tunable ferromagnetic and electrical properties. *Nature Commun.* 5, 4021 (2014).

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

IPEN e CNPq.