

CARACTERIZAÇÃO DA FERRITA $\text{Sr}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$

Rd.R.Corrêa ¹, J.L.P.Dominici ¹, L.C.F.Costa ¹, A.A.Cabral ¹ e R.R. Corrêa ¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais
Centro Federal de Educação Tecnológica do Maranhão
Av. Getúlio Vargas, 04, Monte Castelo, São Luís-MA, CEP 65027-000, Brasil.
proncor@yahoo.com.br

RESUMO

No presente trabalho, a ferrita $\text{Sr}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$ foi sintetizada pela técnica de moagem de alta energia usando poder de moagem de 4:1 e diferentes tempos de moagem (1, 5 e 10h). O produto foi calcinado, moído para redução do tamanho de partículas e sinterizado nas temperaturas de 1100, 1200 e 1300°C. Em seguida, ensaios de difração de raios-X e de microscopia eletrônica de varredura foram realizados para identificação das fases presentes e análise da morfologia das partículas, respectivamente. A condutividade elétrica da ferrita $\text{Sr}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$ foi fortemente influenciada pela microestrutura. A amostra da ferrita $\text{Sr}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$ que apresentou maior condutividade foi a processada com poder de moagem de 4:1, tempo de moagem de 5h e temperatura de sinterização de 1200°C. Nas amostras da ferrita $\text{Sr}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$ a resposta ao sinal DC aplicado caracterizou um comportamento semicondutivo, pois a resistividade diminuiu com o aumento da temperatura.

Palavras Chaves: ferrita, caracterização, estrôncio.

INTRODUÇÃO

As pesquisas em ferritas de estrôncio começaram na década de 90, quando cresceu o interesse da aplicação das ferritas como material magnético duro. Em função do estrôncio, buscam-se melhores propriedades nas ferritas visando utilizá-las em equipamentos eletroeletrônicos para substituir as ferritas tradicionais ⁽¹⁾.

Em sistemas como ferritas as propriedades elétricas são uma resposta a fatores tais como método de preparação, temperatura de sinterização, atmosfera de sinterização e composição química ⁽²⁾.

As propriedades elétricas das ferritas policristalinas também são sensíveis a microestrutura. O grão e o limite de grão são os dois principais componentes que determinam a microestrutura e conseqüentemente, as propriedades elétricas ⁽³⁾.

As ferritas são boas semicondutoras magnéticas com baixa condutividade elétrica e, baixas correntes parasitas. A condução nas ferritas é devido ao salto de elétrons entre íons Fe^{2+} e Fe^{3+} . A condutividade DC aumenta quando a temperatura aumenta. Este é o comportamento normal de semicondutor ⁽⁴⁾.

Em geral nas ferritas observa-se que o mecanismo de condução por banda predomina em baixas temperaturas e é caracterizado por valores de condutividade elétrica baixa e baixos valores de energia de ativação nesta região a condução é atribuída a impurezas e defeitos. Os mecanismos de condução por bandas e por salto predominam em temperaturas intermediárias e são caracterizados por valores de condutividade e energia de ativação um pouco maiores. O mecanismo de condução por salto predomina em altas temperaturas e é caracterizado por alta condutividade e baixa energia de ativação ⁽⁵⁾.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais de partida utilizados (carbonato de estrôncio- SrCO_3 e óxido de ferro- Fe_2O_3) foram misturados em um tempo muito curto (10min) para se obter uma mistura homogênea. A mistura foi calcinada a uma temperatura de 1000°C para obtenção da fase desejada. Em seguida, o produto foi moído com poder de moagem (PM) de 4:1 e em diferentes tempos (TM) de 1, 5 e 10h para diminuição do tamanho das partículas. Ensaios de difração de raios-x e de densidade aparente foram realizados para caracterizar fisicamente as amostras em função das condições de moagem. Em seguida, elas foram levadas a um forno Lindberg e sinterizadas a 1100 e 1300°C . Análises de Microscopia Eletrônica de Varredura também foram realizadas para avaliar a evolução microestrutural das amostras com a temperatura. A caracterização elétrica consistiu na medição da condutividade elétrica DC (resistividade). Os valores de resistividade foram determinados em função da temperatura, para cálculo das energias de ativação envolvidas no processo de condução eletrônica. Para coleta dos dados em corrente contínua (DC) foram utilizados os multímetros HP3457A e HP3458A, uma câmara de temperatura variável ($T_{\text{max}} = 723 \text{ K}$), um microcomputador com suporte HP-IB (placa) e o software "HPVEE 3.0" para interfaciar os equipamentos e auxiliar na coleta dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A figura 1 apresenta os difratogramas das amostras calcinadas e sinterizadas. Em todos os difratogramas, observa-se a presença da fase de ferrita $\text{Sr}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$. Contudo, à medida que a temperatura aumenta, identifica-se a formação de outras fases.

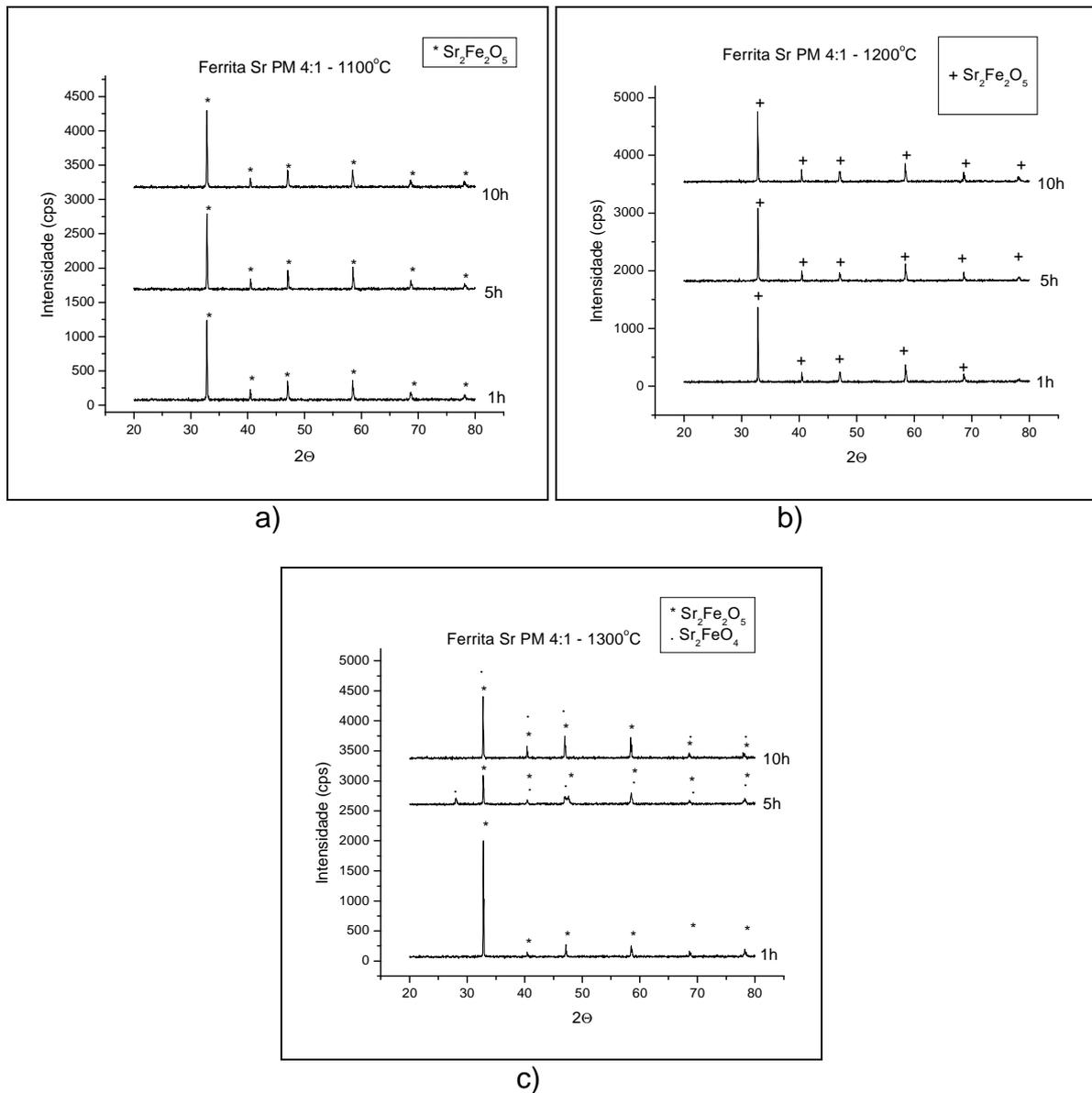


Figura 1 - Difratogramas das seguintes amostras de ferrita de estrôncio sinterizadas a: a) 1100°C, b) 1200°C e c) 1300°C.

Com base nos difratogramas da figura 1, observa-se que após a sinterização nas temperaturas utilizadas, a fase $\text{Sr}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$ foi obtida. Em $T = 1300^\circ\text{C}$ e TM 5h, verifica-se também a presença da fase Sr_2FeO_4 , que é uma fase de impureza.

A figura 2 apresenta as micrografias das amostras da ferrita $\text{Sr}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$ obtidas com PM 4:1 e TM 1h e sinterizadas em diferentes temperaturas.

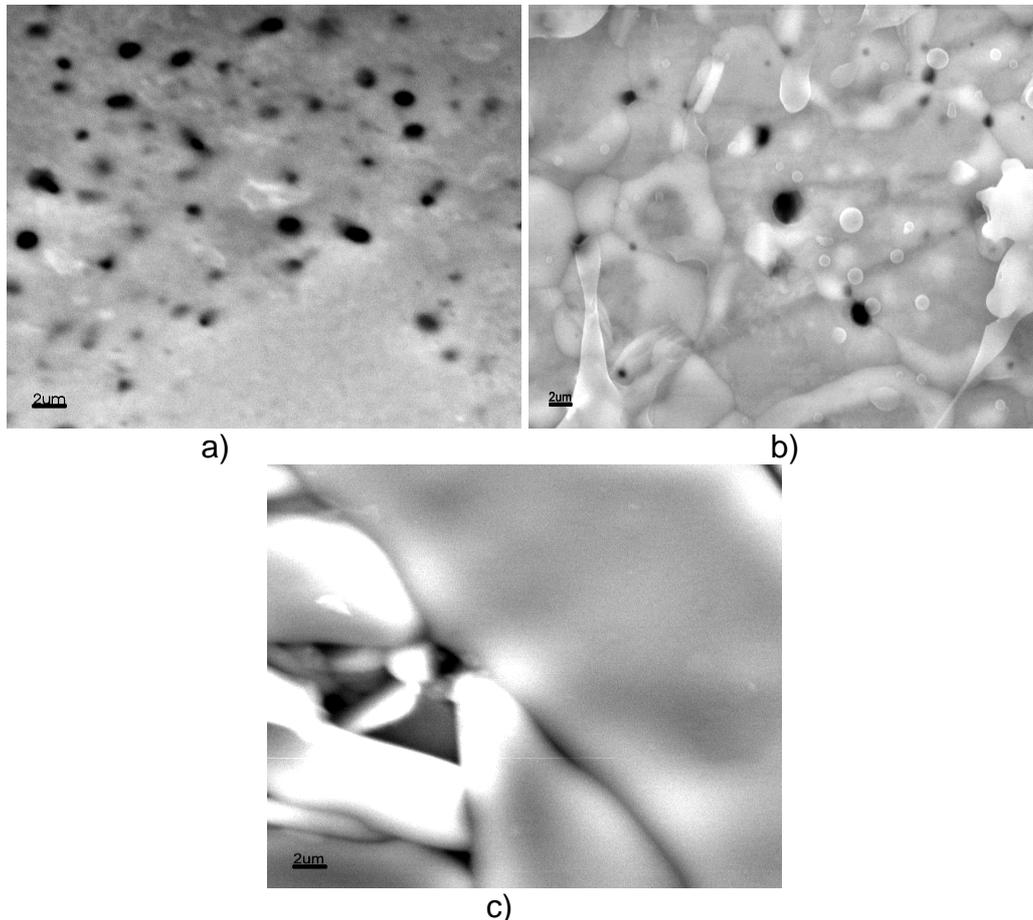


Figura 2. Micrografias obtidas no MEV com SE e aumento de 5000x das amostras da ferrita $\text{Sr}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$ obtidas com: a) PM 4:1 TM 10h 1100°C , b) PM 4:1 TM 10h 1200°C , c) PM 4:1 TM 10h 1300°C .

Das micrografias acima, constata-se que à medida que a temperatura aumenta, ocorre a formação de grãos maiores e microestruturas mais densas. Em 1300°C , observa-se que os grãos são predominantemente aciculares; onde também se verifica a presença de grãos com crescimento exagerado ($> 40\mu\text{m}$).

A figura 3 mostra a variação da condutividade elétrica com a temperatura, representada no diagrama de Arrhenius para as amostras da ferrita $\text{Sr}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$.

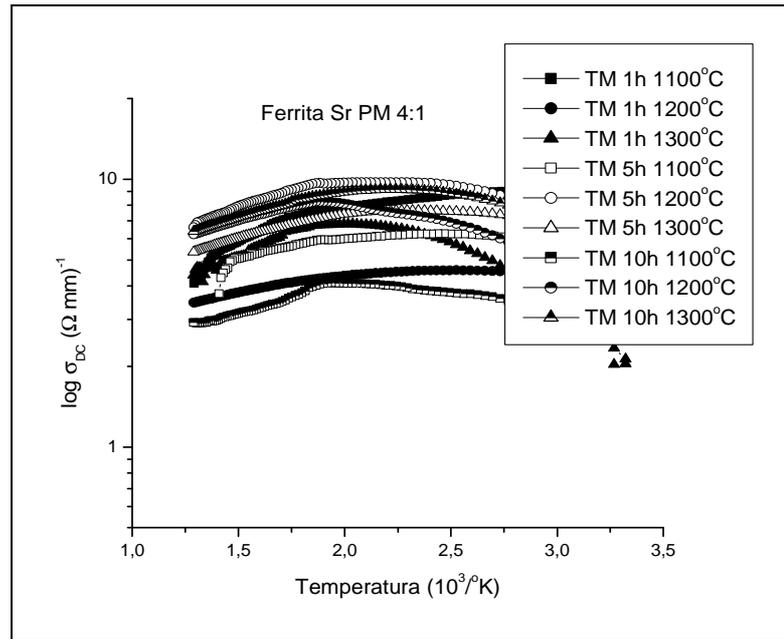


Figura 3 - Gráficos de $\log \sigma_{DC} \times 1000/T$ das amostras de ferrita $Sr_2Fe_2O_5$ com PM 4:1.

Os gráficos de condutividade elétrica DC mostram que a ferrita $Sr_2Fe_2O_5$ se comporta como um semicondutor até certa temperatura, pois a medida que a temperatura aumenta há aumento da condutividade. Em temperaturas inferiores, predomina o mecanismo de condução por bandas; enquanto que, em temperaturas mais elevadas, ocorre a diminuição da mobilidade do portador de carga. Também se observa uma mudança na inclinação no gráfico de todas as amostras da ferrita $Sr_2Fe_2O_5$; o que é indicativo da presença de energias de ativação diferentes para a mobilidade dos portadores de carga.

CONCLUSÕES

Variando-se alguns parâmetros de processamento (tempo de moagem e temperatura de sinterização), constatou-se que a técnica de moagem de alta energia é eficaz para a obtenção de ferrita $Sr_2Fe_2O_5$ com microestruturas constituídas de grãos pequenos e uniformemente distribuídos, e propriedades elétricas desejadas.

A maioria das amostras da ferrita $Sr_2Fe_2O_5$ apresentou uma microestrutura com a fase desejada; observando-se maior porosidade nas amostras obtidas a 1100°C , o que influenciou na obtenção de alguns valores de condutividade elétrica nesta temperatura de sinterização.

A condutividade elétrica da ferrita $\text{Sr}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$ foi fortemente influenciada pela microestrutura. A resposta ao sinal DC aplicado às amostras da ferrita $\text{Sr}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$ caracteriza um comportamento semicondutor, pois a resistividade diminuiu com o aumento da temperatura e a energia de ativação permaneceu dentro do limite dos valores esperados para materiais semicondutores.

Agradecimento: Ao IFMA e CNPq pelo incentivo a pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ICHINO, K. and NARUMEYA, Y. American Ceramic Society Bulletin, vol. 66, p. 1469–1474, 1987.
2. ABO, A.M.; ATA, E. and NIMR, M.K. Conduction mechanism of $\text{BaCO}_2 \cdot x\text{Ni}_x\text{Fe}_{16}\text{O}_{27}$. Journal of Magnetism and Magnetic Materials, vol. 202, pp. 397-404, 1999.
3. ABDULLAH, M.H. and YUSOFF, A.N. Complex impedance and dielectric properties of an Mg-Zn ferrite. Journal of Alloys and Compounds, vol. 233, pp. 129-135, 1996.
4. EL-SAADAWY, M. Dc conductivity for hexaferrites of the $\text{Zn}_{2-x}\text{Cu}_x\text{Ba}_1\text{Fe}_{16}\text{O}_{27}$ system. Journal of Magnetism and Magnetic Materials, vol. 219, pp. 69-72, 2000.
5. EL HITI, M.A. and EL ATA, A.M. Semiconductivity in $\text{Ba}_2\text{Ni}_{2-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$ y type hexaferrites. Journal of Magnetism and Magnetic Materials., vol. 195, pp.667-678, 1999.

Characterization $\text{Sr}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$ Ferrite

In the present work, the $\text{Sr}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$ ferrite was obtained by the high energy milling technique using a milling power of 4:1 under different times (1, 5 and 10h). The product was calcined, grounded for the particles size reduction and sintered at temperatures of 1100, 1200 and 1300°C. Further, x-ray diffraction and scanning electron microscopy experiments were carried out in order to identify the phases and analyze the particles morphology, respectively. DC electrical conductivity measurements indicated that the strontium ferrite behaves as a semiconductor. At low temperatures, the bands conduction mechanism predominated; while the load carrier mobility diminished at high temperatures. The electrical conductivity of the strontium ferrite samples changed from 15.2 to $85(\Omega\text{cm})^{-1}$, and its resistivity assumed values between 0.012 to 0.066(Ωcm).

Key-words: ferrite, characterization, strontium.