

## Capítulo 6 – Conclusões e trabalhos futuros.

### 6.1. Conclusões

- I. Os difratogramas de Raios X obtidos com uma radiação de  $\text{CuK}\alpha$  à temperatura ambiente das 14 amostras da série  $\text{MgGa}_{2-x}\text{Fe}_x\text{O}_4$  com concentração de ferro de  $0,002 \leq x \leq 0,350$ . Estas linhas de difração fornecem claramente a evidencia da formação de  $\text{MgGa}_2\text{O}_4$  e  $\text{MgFe}_2\text{O}_4$ . Os espectros de difração destes compostos apresentam as mesmas linhas de difração (111), (200), (311), (222), (400), (331), (422), (511), (440), (531), típicas das estruturas básicas, tanto do  $\text{MgGa}_2\text{O}_4$  como do  $\text{MgFe}_2\text{O}_4$ .
- II. O comportamento do parâmetro de rede com a concentração de ferro pode ser observado que existem duas regiões distintas: para a concentração com  $x \leq 0,10$  há uma dependência do parâmetro de rede com a concentração de ferro, isto é, o parâmetro de rede cresce com o aumento da concentração de ferro, obedecendo à lei de Vergard. Para a concentração com  $x > 0,10$ ; podemos perceber um comportamento irregular do parâmetro de rede, não havendo uma dependência do parâmetro de rede com a concentração de ferro, então não obedece a lei de Vergard nesta faixa de concentração de ferro. Esse comportamento irregular nesta faixa de temperatura pode ter ocorrido porque houve a substituição de ferro pelo gálio em relação à ocupação dos sítios, nesta faixa de concentração de ferro.
- III. O comportamento da magnetização com o campo aplicado à temperatura ambiente, é observado que as amostras com  $x = 0,002$  e  $x = 0,010$  possuem um comportamento típico de um material diamagnético. A partir de  $x = 0,020$  o comportamento é de material paramagnético embora nas concentrações de ferro mais elevadas tenda fracamente a saturação magnética. Observamos ainda que para campos magnéticos aplicados nulos a magnetização é nula.

- IV. A magnetização de saturação ( $M_S$ ) em função da concentração de ferro é observada um crescimento da magnetização de saturação com o aumento da concentração de ferro.
- V. Nas curvas termomagnéticas, acima da temperatura de Curie, o comportamento se torna linear, mostrando um comportamento paramagnético. Nas amostras com  $x = 0,002$  até a com  $x = 0,020$  podemos observar um comportamento típico de materiais magnéticos (curvas que apresentam a concavidade para baixo). Nas amostras com  $x = 0,030$  e com  $x = 0,040$  podemos observar que a concavidade não é bem definida. A partir da amostra com  $x = 0,050$  observamos uma mudança na concavidade das curvas com características de material paramagnético. As curvas de análise termomagnéticas das amostras entre  $0,002 \leq x \leq 0,35$  apresentaram a mesma temperatura de Curie de 503 K, comprovando assim o valor da curva do inverso da suscetibilidade magnética em função da temperatura.
- VI. Pudemos notar com o aumento da concentração de ferro, as amostras apresentaram características de um material magnético mole: um ciclo de histerese fino e estreito, com uma área no interior do ciclo de histerese considerada pequena. Conseqüentemente este material deve possuir uma elevada permeabilidade inicial, além de uma baixa coercividade. Este material pode atingir sua magnetização de saturação com a aplicação de um campo relativamente pequeno. Podemos perceber com a concentração com  $x=0,002$  a histerese não é bem definida.
- VII. As curvas da corrente em função da tensão aplicada apresentaram características de um material condutor, quanto há o aumento da temperatura a inclinação da reta aumenta, conseqüentemente a resistência do material diminui, ocorrendo o aumento da condutividade elétrica.
- VIII. Os dados não permitiram discriminar qual o tipo de mecanismo de condução é mais adequado, o mecanismo dominante nas ferritas pode ser explicado através de saltos de elétrons entre os íons de  $Fe^{+2}$  e  $Fe^{+3}$  e transferência de buracos entre os íons de  $Ga^{+3}$  e  $Ga^{+2}$ . Sugerindo a presença da condução pelo tipo n e pelo tipo p, a condutividade elétrica pode ser expressa como  $\sigma = \sigma_e + \sigma_h$ , onde  $\sigma_e$  e  $\sigma_h$  é a condutividade por elétrons e buracos, respectivamente.

## 6.2. Trabalhos futuros

As principais contribuições deste trabalho são as seguintes:

- a) Condutividade térmica das ferritas policristalinas de  $\text{MgGa}_{2-x}\text{Fe}_x\text{O}_4$
- b) Condutividade elétrica AC das ferritas de  $\text{MgGa}_{2-x}\text{Fe}_x\text{O}_4$
- c) Influência da microestrutura nas propriedades magnéticas e elétricas
- d) Estudo das propriedades magnéticas das ferritas magnéticas duras.
- e) Estudo das propriedades magnéticas de outra ferrita para núcleos de transformadores.