

## 7 Conclusões

1. Os resultados apresentados neste trabalho nos permitiram concluir que o método de síntese de decomposição térmica, se mostrou eficiente na síntese dos óxidos de níquel, de ferro e de suas misturas, utilizando-se como precursores nitratos de níquel e ferro hidratados, em diferentes condições experimentais.
2. Os produtos formados após da decomposição térmica puderam ser identificados por difratometria de raios-X.
3. No que diz respeito à decomposição térmica do nitrato de níquel hexahidratado, concluiu-se que a uma temperatura de 400°C e com um tempo reacional de 3 hr, consegue-se obter 100% de formação de óxido de níquel, mostrando forte tendência para aglomeração. Em temperaturas inferiores, ocorre a formação de uma mistura de óxido de níquel e algumas outras fases hidratadas, ou simplesmente de óxido de níquel impuro.
4. Os resultados dos cálculos do tamanho de cristalito do NiO mostram que existe um aumento no tamanho de cristalito com o aumento da temperatura.
5. A formação do Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> a partir da decomposição térmica do nitrato férrico nonahidratado acontece a temperaturas inferiores às requeridas para a formação do NiO. Outra diferença é que o tamanho de cristalito do Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tem pouca variação com o aumento da temperatura ou tempo reacional.
6. Dos estudos cinéticos da redução dos óxidos por hidrogênio, pode-se concluir que para as faixas de temperatura estudadas, mantendo fixo o fluxo de H<sub>2</sub> em 0,1Lh<sup>-1</sup> e a uma pressão de 1atm, o modelo matemático autocatalítico mostrou o melhor ajuste dos dados cinéticos para a redução do Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e das misturas de óxidos do tipo A e B. Os valores de energia de ativação foram os seguintes:
  - Para a redução de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, E<sub>a</sub> = 78,7 kJ/mol
  - Para a redução da *Mistura A*, E<sub>a</sub> = 55,28 kJ/mol
  - Para a redução da *Mistura B*, E<sub>a</sub> = 45,84 kJ/mol

Para a redução do NiO e da *Mistura C*, o modelo matemático que apresentou o melhor ajuste dos dados cinéticos experimentais foi o

modelo de difusão de Ginstling-Brounshtein. Os valores de energia de ativação encontrados foram:

- Para a redução do NiO,  $E_a = 26,63$  kJ/mol.
- Para a redução da *Mistura C*,  $E_a = 43,19$  kJ/mol.

Por tanto se pode dizer que para os processos de redução do  $Fe_2O_3$  e das misturas o controle é químico e para a redução do NiO o controle do processo é misto.

7. De uma maneira geral, concluiu-se que a formação de níquel, ferro e as ligas ferroníquel por este método, foram fortemente dependentes do controle de alguns parâmetros, tais como: temperatura, tempo reacional, e tipo de gás de resfriamento. O controle adequado destes parâmetros permitiu alcançar uma redução de quase 100% em todas as reduções, superando as inconveniências da presença de aglomeração e sinterização durante todo o processo.
8. A partir do análise das curvas de histereses dos produtos, pode-se concluir que o comportamento é "superparamagnético". A ausência de histerese é a característica principal deste tipo de comportamento magnético.
9. As micrografias do MEV mostraram as morfologias das ligas produzidas, observando-se os fenômenos de coalescência e sinterização das partículas, conservando os tamanhos de cristalito a nível nanométrico.
10. Finalmente pode-se dizer que o método de decomposição térmica dos nitratos e a posterior redução dos óxidos pelo hidrogênio constituem um método eficaz para a obtenção de ligas ferroníquel nanoestructuradas.