

## O EFEITO DO TEOR DE COBALTO NA MICROESTRUTURA E PROPRIEDADES MAGNÉTICAS DE LIGAS DO TIPO Pr-Fe-Co-B-Nb E ÍMÃS HDDR

L. P. Barbosa; R. F. Viana; L. F. C. P. de Lima; R. N. Faria  
Av. Lineu Prestes, 2242 Cidade Universitária, São Paulo – SP 05508-00  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares IPEN/CNEN-SP  
[luzinete@net.ipen.br](mailto:luzinete@net.ipen.br)

### RESUMO

Este trabalho é o resultado de estudo das propriedades magnéticas e microestruturais de ímãs produzidos com ligas a base de Prasiódimeo sendo sua composição  $\text{Pr}_{14}\text{Fe}_{79,9-x}\text{Co}_x\text{B}_6\text{Nb}_{0,1}$  ( $x = 0$  a 16). Os ímãs foram processados usando-se ligas no estado bruto de fusão e após tratamento térmico, usando-se o processo de hidrogenação, desproporção, dessorção e recombinação (HDDR). Foram estudados os efeitos do teor de cobalto nas propriedades magnéticas. O Cobalto tem um efeito significativo no comportamento magnético dos ímãs preparados com estas ligas. Exame microestrutural neste tipo de liga magnética, mostrou que o tamanho de grão da fase matriz aumenta com o aumento do teor de cobalto.

**Palavras-chave:** Materiais magnéticos, Propriedades magnéticas, Microestrutura, Ligas de Pr.

### INTRODUÇÃO

Ímãs modernos com alto desempenho são baseados em terras raras (TR), metais de transição e compostos intermetálicos como  $\text{Nd}_{16}\text{Fe}_{76}\text{B}_8$  e  $\text{Pr}_{16}\text{Fe}_{76}\text{B}_8$ . Ligas com esta composição nominal tem sido estudadas em termos de microestrutura e propriedades magnéticas<sup>(1)</sup>.

Desde o desenvolvimento do processo HDDR em 1989, inicialmente obtendo ímãs isotrópicos e posteriormente anisotrópicos, estudos intensivos vem sendo dedicados a estes materiais visando melhorar suas propriedades. O processamento das ligas magnéticas é realizado a altas temperaturas na presença de hidrogênio e o material resultante é constituído por grãos sub-micrométricos<sup>(2)</sup>.

Pós de ligas a base de Prasiódimeo foram produzidos pelo processo HDDR, mas com propriedades magnéticas inferiores, quando comparadas aos materiais a base de Neodímio<sup>(3)</sup>. Pós de  $\text{PrFeCoBGaZr}$  com boa remanência mas com baixa coercividade também foram produzidos<sup>(4)</sup>. Recentemente, Faria et al.<sup>(5,6)</sup> mostrou que pós com composição  $\text{Pr}_{13,7}\text{Fe}_{83,5}\text{Co}_{16,7}\text{B}_6\text{GaM}_{0,1}$  ( $M = \text{Zr}$  ou  $\text{Nb}$ ) podem ser produzidos via HDDR com boa remanência ( $B_r \sim 1000$  mT) e uma razoável coercividade ( $H_c \sim 790$  kAm<sup>-1</sup>).

O presente estudo apresenta os resultados obtidos com ligas do tipo  $\text{Pr}_{14}\text{Fe}_{79,9-x}\text{Co}_x\text{B}_6\text{Nb}_{0,1}$  (com  $x = 0, 4, 8, 10, 12, 16$ ) no sentido de estudar o efeito do teor de cobalto em relação as propriedades magnéticas dos ímãs produzidos pelo processo HDDR.

Foram avaliadas também a microestrutura das ligas magnéticas no estado bruto de fusão e após tratamento térmico usando-se microscópio eletrônico de varredura (MEV).

### PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Utilizou-se ligas comerciais a base de  $\text{Pr}_{14}\text{Fe}_{79,9-x}\text{Co}_x\text{B}_6\text{Nb}_{0,1}$ , no estado bruto de fusão e após tratamento térmico a 1100 °C por 20 horas, em vácuo. A análise química das ligas bruto de fusão são mostradas na Tabela 1. Para obtenção de ímãs pelo processo HDDR, adotou-se o seguinte procedimento. As ligas magnéticas foram quebradas em pequenos pedaços acondicionados em um cadinho de aço inoxidável e colocados em uma retorta. O sistema foi submetido a um vácuo de 10<sup>-1</sup> mbar, seguido de introdução de gás de hidrogênio (H<sub>2</sub>) a uma pressão de 0,93 MPa. Após a hidrogenação a temperatura de 100 °C, o sistema foi aquecido a uma taxa de 15 °C / min até atingir 860 °C com um patamar de 15 min para que ocorra a desproporção da liga<sup>(7)</sup>. A retorta foi então retirada do forno e resfriada rapidamente até a temperatura ambiente, onde ocorre a recombinação

2628 - 2634

10084