

Caracterização Microestrutural e Magnética de Ligas e Ímãs Sinterizados Obtidos por Hd

Melissa Rohrig Martins da Silva e Dr. Hidetoshi Takiishi
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

INTRODUÇÃO

Uma das grandes contribuições tecnológicas no desenvolvimento de materiais magnéticos é a aplicação de hidrogênio na obtenção de ímãs permanentes de terras raras. O processo de decrepitação por hidrogênio (HD) é utilizado na obtenção de ímãs permanentes sinterizados, com a finalidade de melhorar suas propriedades magnéticas e, também, diminuir custos de fabricação [1, 2].

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho consiste na caracterização microestrutural e magnética de ímãs permanentes preparados via HD à base da mistura das ligas de $\text{Pr}_{20}\text{Fe}_{\text{bal}}\text{B}_5\text{Cu}_2$ e $\text{Pr}_{14}\text{Fe}_{\text{bal}}\text{Co}_{16}\text{B}_6\text{Nb}_{0,1}(\text{AlSiCuGaGd})_{0,3}$ com a finalidade de se obter uma terceira liga de composição

$\text{Pr}_{16}\text{Fe}_{\text{bal}}\text{Co}_{11,07}\text{B}_{5,69}\text{Nb}_{0,07}\text{Cu}_{0,82}(\text{AlSiGaGd})_{0,21}$.

METODOLOGIA

Utilizou-se a mistura das ligas de $\text{Pr}_{14}\text{Fe}_{\text{bal}}\text{Co}_{16}\text{B}_6\text{Nb}_{0,1}(\text{AlSiCuGaGd})_{0,3}$ e $\text{Pr}_{20}\text{Fe}_{\text{bal}}\text{B}_5\text{Cu}_2$, ambas em estado bruto de fusão, obtendo-se a composição $\text{Pr}_{16}\text{Fe}_{\text{bal}}\text{Co}_{11,07}\text{B}_{5,69}\text{Nb}_{0,07}\text{Cu}_{0,82}(\text{AlSiGaGd})_{0,21}$. Em um procedimento análogo, a composição final desejada foi produzida a partir das mesmas matérias primas, porém a liga $\text{Pr}_{14}\text{Fe}_{\text{bal}}\text{Co}_{16}\text{B}_6\text{Nb}_{0,1}(\text{AlSiCuGaGd})_{0,3}$ foi submetida à tratamento térmico prévio (1070°C por 20 horas).

Posteriormente, cada uma das misturas de ligas passou pelo processo de decrepitação por hidrogênio (HD). Após este tratamento as ligas obtidas foram moídas em moinho

planetário por 90 min com velocidade de 150 rpm. Os pós foram compactados isostaticamente com pressão de 200 MPa. A sinterização foi feita com três patamares como mostra a figura 1 e permaneceu a 1060°C por 1 hora.

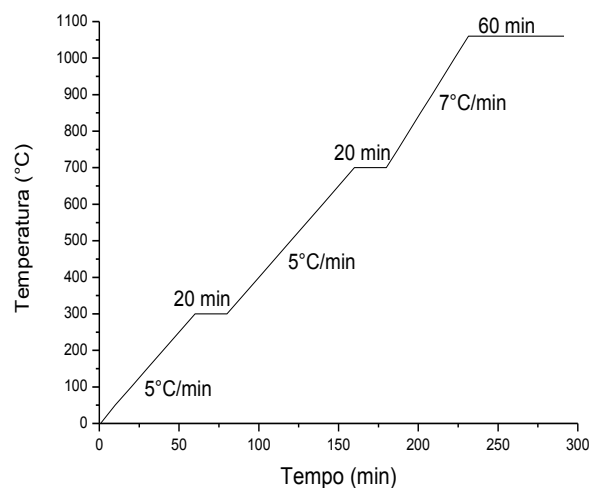


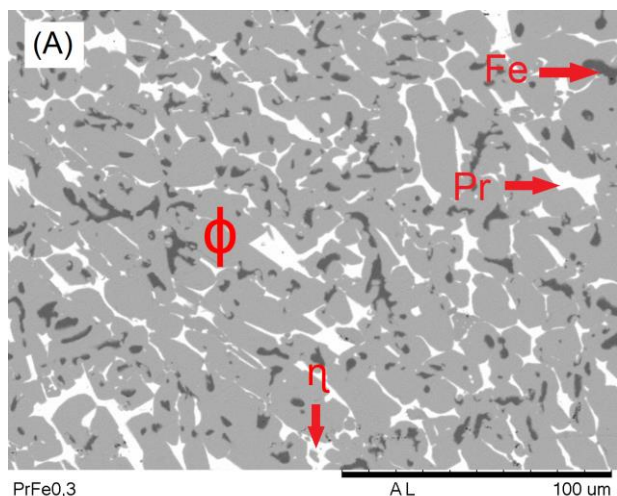
Figura 1: Temperatura (°C) em função do Tempo (min.) nos patamares de sinterização.

A caracterização das ligas e ímãs foi feita por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e as propriedades magnéticas foram determinadas utilizando o Permeâmetro.

RESULTADOS

Na figura 2(A), observa-se a presença de quatro fases: a fase matriz $\text{Pr}_2(\text{FeCo})_{14}\text{B}$ (ϕ), a fase rica em praseodímio $\text{Pr}_3(\text{FeCo})$ (Pr), a fase de Laves $\text{Pr}(\text{FeCo})_2$ (η) e a fase rica em ferro FeCo (Fe). Após o tratamento térmico (1070°C – 20 horas) da liga $\text{Pr}_{14}\text{Fe}_{\text{bal}}\text{Co}_{16}\text{B}_6\text{Nb}_{0,1}(\text{AlSiCuGaGd})_{0,3}$ a fase

rica em ferro (Fe) foi absorvida pela matriz, como se observa na figura 2 (B):



PrFe_{0,3}
(AlSiCuGaGd)_{0,3} STT

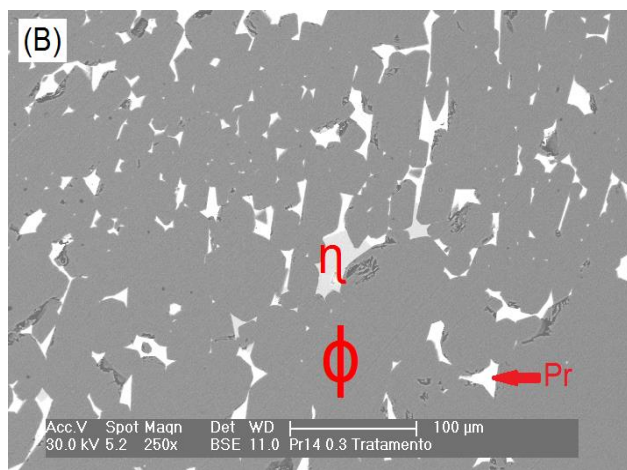


Figura 2: Micrografias obtidas por MEV da liga $Pr_{14}Fe_{bal}Co_{16}B_6Nb_{0,1}(AlSiCuGaGd)_{0,3}$ - (A) antes do Tratamento Térmico, e (B) após o Tratamento Térmico.

Na tabela 1 podem ser verificadas as propriedades magnéticas dos ímãs obtidos neste estudo. O ímã produzido com a mistura cuja liga $Pr_{14}Fe_{bal}Co_{16}B_6Nb_{0,1}(AlSiCuGaGd)_{0,3}$ foi submetida ao tratamento térmico, apresentou elevados valores de propriedades magnéticas em relação à mistura nas quais nenhuma das ligas foram tratadas termicamente.

Tabela 1: Propriedades Magnéticas dos Ímãs HD

Liga	Br [KG]	iHc [KOe]	bHc [KOe]	(BH)máx [MGOe]	FQ razão
S/TT	2,2	5,9	1,9	1	0,27
C/TT	9,2	6,8	5,5	18,48	0,6

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

O tratamento térmico, a 1070°C por 20 horas, foi eficiente, pois eliminou a fase rica em ferro (Fe), como confirmam as micrografias apresentadas.

Foram obtidas melhores propriedades magnéticas para o ímã preparado com a mistura na qual a liga $Pr_{14}Fe_{bal}Co_{16}B_6Nb_{0,1}(AlSiCuGaGd)_{0,3}$ foi tratada termicamente, sendo: Br = 9,2 KG (remanência); iHc = 6,8 KOe (coercividade intrínseca); bHc = 5,5 KOe (coercividade indutiva); BH máx = 18,48 MGOe (produto de energia máximo) e FQ = 0,43 (fator de quadratura), comprovando que a fase rica em ferro é prejudicial as propriedades magnéticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [104] Harris, I. R The potencial of hydrogen in permanent magnet production. **J. Less Common Metals**, v.131, p. 245-262, 1987.
- [105] Ragg, O.; Keegan, G.; Nagel, H.; Harris, I.R. The HD e HDDR process in the production os Nd-Fe-B permanent magnets. **Int. J. Hydrogen Energy**, v. 22, n.2/3, p. 333-342,1997.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

Bolsa de Iniciação Científica CNPq/CNEN