

ESTUDO TEÓRICO DO MAGNETISMO E CAPACIDADE DE REFRIGERAÇÃO DE LIGAS AMORFAS FORMADAS PELA SÉRIE $Gd_{55}Fe_xAl_{45-x}$.

Vagner Freitas

February 13, 2020

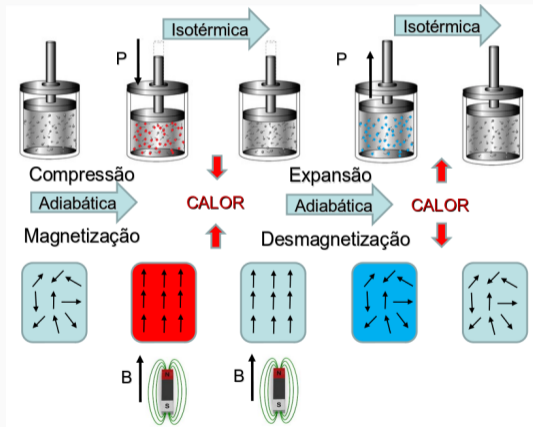
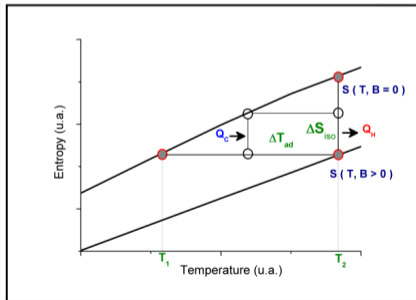
3^a Escola do Programa de Pós-Graduação em Física da UERJ

- O que investigaremos?
 - O EMC em ligas da Família $Gd_{55}Fe_xAl_{45-x}$;
- Como?
 - Por meio de um modelo teórico para ferrimagnetos amorfos, usando sub-redes magnéticas conectadas e o acoplamento destas com um campo externo.
- Por quê?
 - Entender por meio dos resultados da magnetização, entropia e capacidade refrigerante, quais as concentrações dos respectivos íons na rede capaz de potencializar os efeitos calóricos

- Em 2009 Dong e colaboradores, estudaram essa liga cristalina, seus dados experimentais revelaram uma temperatura de transição de $265K$ e capacidade refrigerante de $420Jkg^{-1}$.
- Já em 2012 a versão amorfa dessa liga foi estudada por Yuan et al. verificaram a influência da substituição do Al pelo Fe, que contribuía para o aumento do T_c e RC , mas, com altas concentrações do ferro, foram observados a formações de ilhas cristalinas de Gd, o que causava uma diminuição dos potenciais magnetocalóricos.
- Em 2016 Zhang e colaboradores, verificaram a presença de cristalitos de Gd em ligas com concentrações superiores a 65% de Gd.

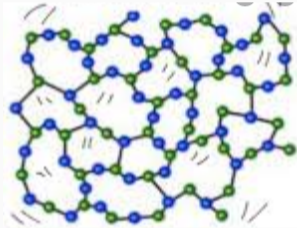
EFEITO MAGNETOCALÓRICO EMC E CAPACIDADE REFRIGERANTE

É uma manifestação da segunda lei da termodinâmica e é uma propriedade inerente aos materiais magnéticos.

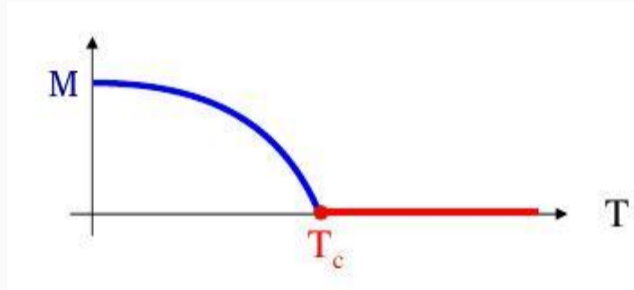


AMORFOS

- Pontos fortes:
 - Sistemas suaves;
 - Baixa Condutividade
 - Alto RC



- Pontos fracos
 - Anisotropia Aleatoria;
 - Atenuação da Magnetização
 - redução da temperatura crítica



Onde

Elemento Terra-rara Gd

Elemento Metal transição Fe

Partiremos de:

$$H = Ng\mu_\beta \vec{B} \cdot \vec{J} \quad (1)$$

$$E = Ng\mu_\beta B_Z M \quad (2)$$

Com $M = -J, -J + 1, \dots, J + 1, J$

$$M(T, B) = \sum_{\xi=\varsigma, \tau} M^\xi = \sum_{\xi=\varsigma, \tau} \frac{\mu_B N g^\xi J^\xi}{2} \sum_{k=1}^2 B_j(x_k^\xi) \quad (3)$$

Onde

$$x_k^\xi = g^\xi \mu_B J^\xi \beta B_{eff}^\xi [1 - (1)^k \delta^\xi] \quad (4)$$

Aproximação de campo médio proposta por Handrich para ferromagnetos amorfos, que introduz a amorfização levando em conta as flutuações nas interações de troca.

O campo efetivo de cada sub-rede é dado por:

$$B_{eff}^s = B + \gamma^{ss} M^s + \gamma^{s\tau} M^\tau \quad (5)$$

e

$$B_{eff}^\tau = B + \gamma^{\tau s} M^s + \gamma^{\tau\tau} M^\tau \quad (6)$$

γ é o termo de troca e correlação entre os primeiros vizinhos.

$$\gamma^{ss} = \frac{\lambda^{ss} Z^{ss}}{N^s (\nu_B g^s)^2} \quad (7)$$

$$\gamma^{\tau\tau} = \frac{\lambda^{\tau\tau} Z^{\tau\tau}}{N^\tau (\nu_B g^\tau)^2}, \quad (8)$$

$$\gamma^{\tau s} = \frac{\lambda^{\tau s} Z^{\tau s}}{N^s \nu_B^2 g^\tau g^s} \quad (9)$$

$$\gamma^{s\tau} = \frac{\lambda^{\tau s} Z^{s\tau}}{N^\tau \nu_B^2 g^s g^\tau}. \quad (10)$$

$$S(T, B) = S_{mag}(T, B) + S_{el}(T) + S_{lat}(T) \quad (11)$$

De acordo com as bases do campo molecular, a entropia magnetica/mol pode ser calculada apartir da energia livre, de acordo com a equação 12.

$$S_{mag}(T, B) = R(pS_{mag}^{\zeta} + qS_{mag}^{\tau}) \quad (12)$$

para a entropia renormalizada do sistema com as redes $\zeta(\tau)$ temos:

$$S_{mag}^{\zeta(\tau)}(T, B) = \frac{1}{2} \sum_{K=1}^2 [\ln Z_k^{\zeta, \tau} x_k^{\zeta, \tau} B_J(x_k^{\zeta, \tau})] \quad (13)$$

Figure 1: Magnetização de $Gd_{55}Fe_{15}Al_{30}$, comparativo entre a curva experimental e a teórica com diferentes parâmetros de amorfização, de modo que o $\delta = 0.55$ foi o melhor ajuste quando comparado ao dado experimental

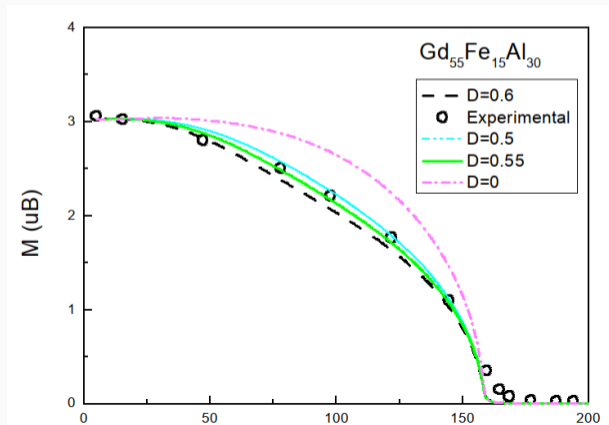
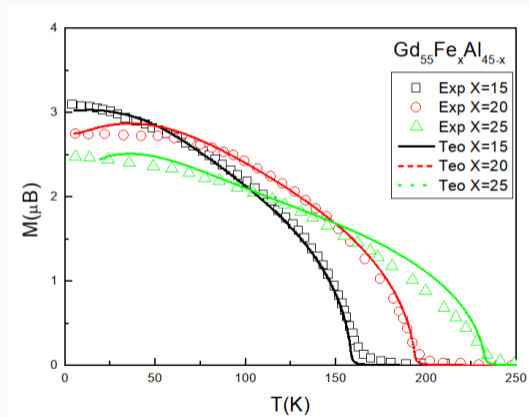
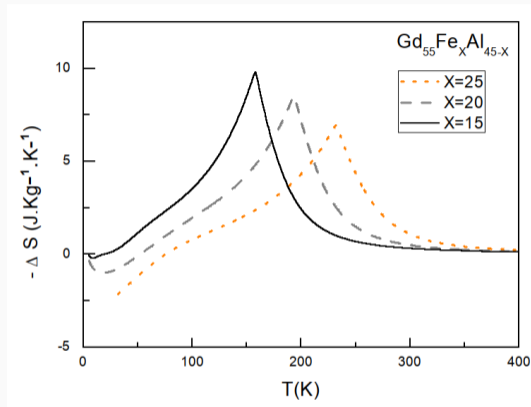


Figure 2: Magnetização de $Gd_{55}Fe_xAl_{45-x}$, $x=15, 20$ e 25



RESULTADOS



A temperatura critica Variou de 148K a 230K

Enquanto o RC variou entre 567 a 638Jkg^{-1}

Nesse trabalho, realizamos um estudo sistemático da magnetização e entropia em sistemas magnéticos amorfos, em especial as ligas $Gd_{55}Fe_xAl_{45-x}$ com $x=15, 20$ e 25 .

Buscando uma melhor representação dessas ligas amorfas, foi utilizando o modelo Handrich-Kobe

Observamos a influência da relação Al/Fe para o EMC. $Gd_{55}Fe_{20}Al_{15}$, foi a melhor configuração, pois apesar $T_c=190K$, mas o $R_c=638Jkg^{-1}$.

