

Curvas FORCs e de remanência em sistemas magnéticos



Luana Lazzarotto Bianchi
Orientador: Prof. Julian Geshev

Objetivos

- ❖ Uso de FORCs e de gráficos de interação para o estudo de interações magnéticas.
- ❖ Desenvolvimento de programas para auxiliar na obtenção e análise de dados para o laboratório.

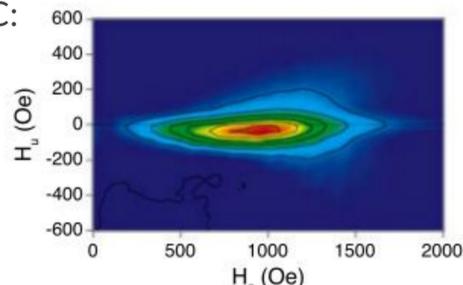
Introdução

Curvas de reversão de primeira ordem (FORCs, do inglês First Order Reversal Curves) são uma classe de curvas de histerese que podem ser utilizadas como um poderoso método para caracterizar sistemas magnéticos.

Para medir uma FORC, satura-se a amostra aplicando um campo H_s , baixa-se o campo até um valor H_r e então satura-se novamente a amostra. Esse processo pode ser repetido para diferentes H_r , formando assim um conjunto de FORCs. Para este conjunto podemos definir a distribuição de FORCs:

$$\rho(H_r, H) = -\frac{1}{2} \frac{\partial^2 M(H_r, H)}{\partial H_r \partial H}$$

A partir dessa distribuição, pode-se construir os diagramas FORC:

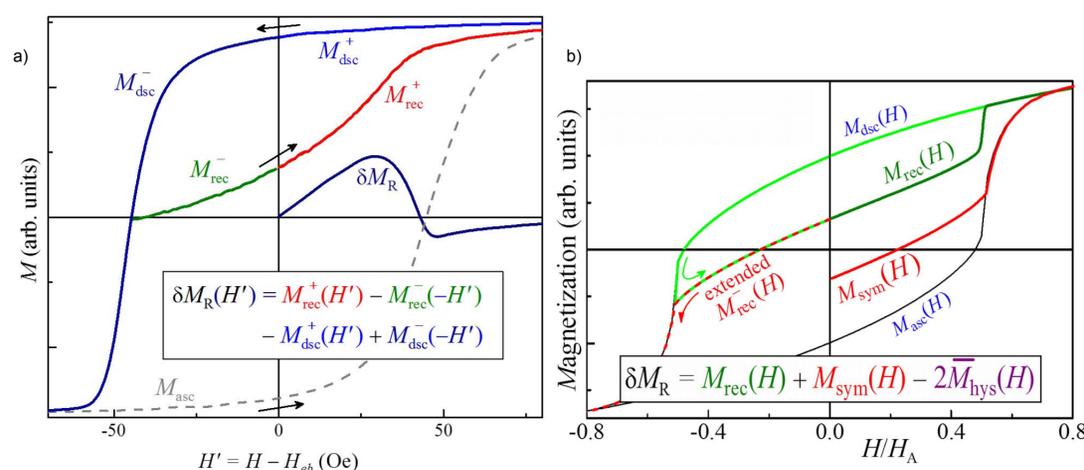


Curvas de remanência trazem informações sobre a presença e a intensidade de interações magnéticas. Partículas de anisotropia uniaxial e sem interações obedecem a relação de Wohlfarth: $M_d(H) = 2M_r(H) - M_r(\infty)$, sendo $M_d(H)$ a curva de remanência de desmagnetização DC e $M_r(H)$ a curva de magnetização remanente isotérmica. A partir disso temos que $\delta M = 2M_r(H) - M_r(\infty) - M_d(H) = 0$.

δM não nulo é explicado pelas interações presentes. δM positivos são devidos a interações positivas ou “magnetizantes”, e δM negativos a interações negativas, ou “desmagnetizantes”.

Medir essas curvas é um processo muito demorado e trabalhoso. Por isso se definiu um novo gráfico, o δM_R , que contém as mesmas informações que δM , mas é muito mais simples e rápido de se obter e não exige desmagnetizar a amostra.

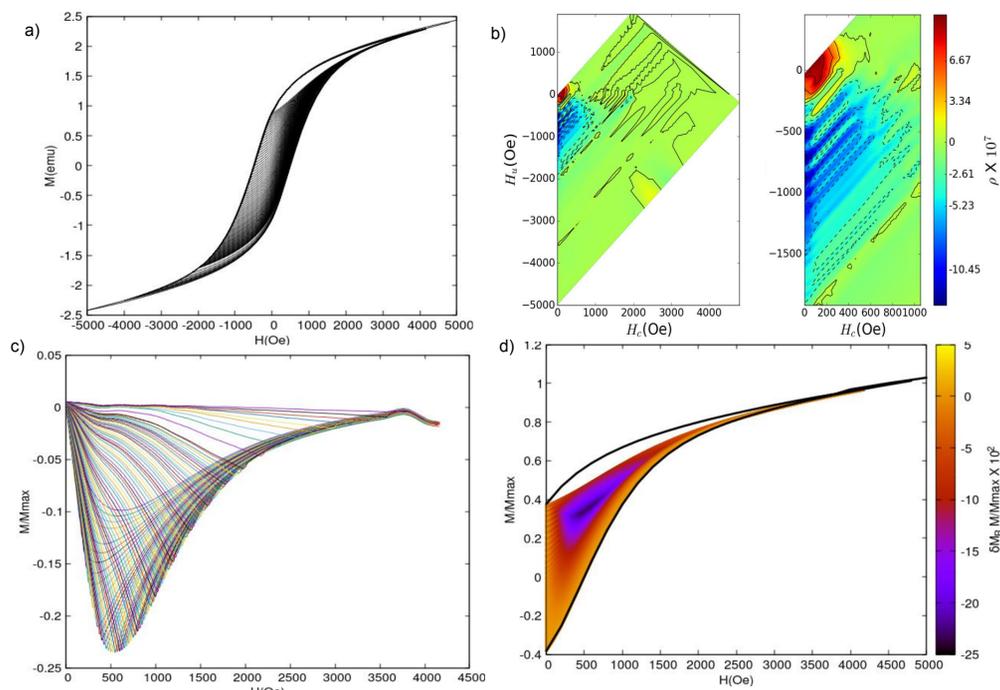
Define-se então o δM_R como:



a) Definição de δM_R em geral; b) Definição de δM_R para curvas simétricas.

Trabalho Realizado

- ❖ Programa que gera receitas para medidas FORCs.
- ❖ Diagramas FORCs.
- ❖ Programa que obtém os $\delta M_R(H)$ para cada H_r .



Imagens referentes a uma amostra de pó de CoFe_2O_4 . (a) curvas FORCs; (b) diagrama FORC; (c) $\delta M_R \times H$; (d) curvas $M \times H$, com mapa colorido representando δM_R .

Referências

- ❖ Roberts, A. P.; Heslop, D.; Zhao, X.; Pike, C. R. Understanding fine magnetic particle systems through use of first-order reversal curves diagrams. *Rev. Geophys.*, 52, 557-602. 2014.
- ❖ Pike, C. R.; Roberts, A. P.; Verosub, K. L. Characterizing interactions in fine magnetic particle systems using first order reversal curves. *J. Appl. Phys.* 85, 6660-6667. 1999.
- ❖ Geshev, J. P. Interaction plots obtained from in-field magnetization instead of remanence measurements. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials.* 467, 135-138. 2018