



<b>Evento</b>	Salão UFRGS 2018: SIC - XXX SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRGS
<b>Ano</b>	2018
<b>Local</b>	Campus do Vale - UFRGS
<b>Título</b>	Curvas FORCs e de remanência em sistemas magnéticos
<b>Autor</b>	LUANA LAZZAROTTO BIANCHI
<b>Orientador</b>	JULIAN PENKOV GESHEV

## Curvas FORCs e de remanência em sistemas magnéticos

Luana Lazzarotto Bianchi

**Orientador:** Prof. Julian Penkov Geshev

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Curvas de inversão 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, primeiramente se satura magneticamente a amostra com um campo suficientemente forte positivo  $H_{sat}$ . Então esse campo é diminuído para um campo de reversão  $H_r$  (normalmente negativo). A partir de  $H_r$ , leva-se o sistema de novo para  $H_{sat}$ , fazendo medidas da magnetização para os campos aplicados  $H$ , que são próximos e uniformemente espaçados. Neste trecho a magnetização estará no interior da curva de histerese completa. Sucessivamente pode-se medir várias FORCs para diferentes valores de  $H_r$  (uniformemente espaçados), e assim obtém-se um conjunto de FORCs. A magnetização para qualquer  $H$  com campo de reversão  $H_r$  é denotada por  $M(H, H_r)$ , sendo  $H \geq H_r$ . Os dados sobre a magnetização de consecutivos pontos em FORCs são usados para determinar a distribuição de FORC, que é definida como a segunda derivada mista:  $\rho(H_r, H) = -0.5 \partial^2 M(H_r, H) / \partial H_r \partial H$ , bem definida para  $H_r > H$ . Um diagrama FORC é a representação gráfica do contorno da distribuição FORC com  $H_c$  no eixo horizontal e  $H_i$  no vertical, sendo  $H_c = (H_r - H)/2$  e  $H_i = (H_r + H)/2$ . Como  $H \geq H_r$ , tem-se  $H_c$  sempre maior que zero, e assim o diagrama FORC está restrito no lado de campos positivos.

Para medir as FORCs, foi utilizado um Magnetômetro de Amostra Vibrante (VSM). No início do período vigente da bolsa, o VSM ainda não possuía um módulo para a medida de FORCs, porém era possível programar manualmente o equipamento para a obtenção deste tipo de curvas. Contudo, para se adquirir uma série de FORCs é necessário que várias instruções sejam passadas para o equipamento, o que é muito trabalhoso, demorado e até suscetível a erros, já que alguma instrução poderia vir a ser escrita erroneamente. Em vista de agilizar o processo, foi desenvolvido um programa que gera receitas contendo todas as instruções para o VSM realizar a medida. Com as receitas geradas foram realizadas várias medidas, e a partir dos dados referentes à magnetização obtidos foram construídos os diagramas FORCs. Além dos FORCs, trabalhou-se com curvas de remanência, desenvolvendo programas para gerar receitas para essas medidas.

Com os dados das medidas de FORCs também temos as informações necessárias para gerar curvas de  $\delta M_G$ . O  $\delta M_G$  é definido para cada ponto  $(H_r, H)$  como  $\delta M_G = M_{rec} + M_{sym} - M_{hys,up} - M_{hys,d}$ , para  $H$  maiores que o campo central da histerese, sendo  $M_{rec}$  a magnetização da subida da FORC para um campo de reversão  $H_r$ ,  $M_{sym}$  a magnetização obtida através de um rotação da subida da FORC em relação à origem, e  $M_{hys,up}$  e  $M_{hys,d}$  as magnetizações obtidas na subida e na descida da curva de histerese, respectivamente. Com o  $\delta M_G$  pode-se obter informações sobre a presença e a intensidade de interações magnéticas em sistemas que apresentam histerese. A partir disso foi desenvolvido um programa que permite gerar curvas de  $H$  vs  $\delta M_G$  para cada  $H_r$ , e que ainda gera um diagrama  $\delta M_G$  que também relaciona  $H$ ,  $H_r$  e  $\delta M_G$ .