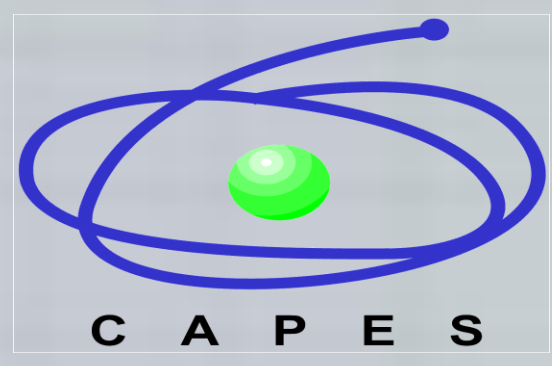


ESTUDO DETALHADO DAS INTERAÇÕES MAGNETOSTÁTICAS EM DIPOLOS MAGNÉTICOS MACROSCÓPICOS



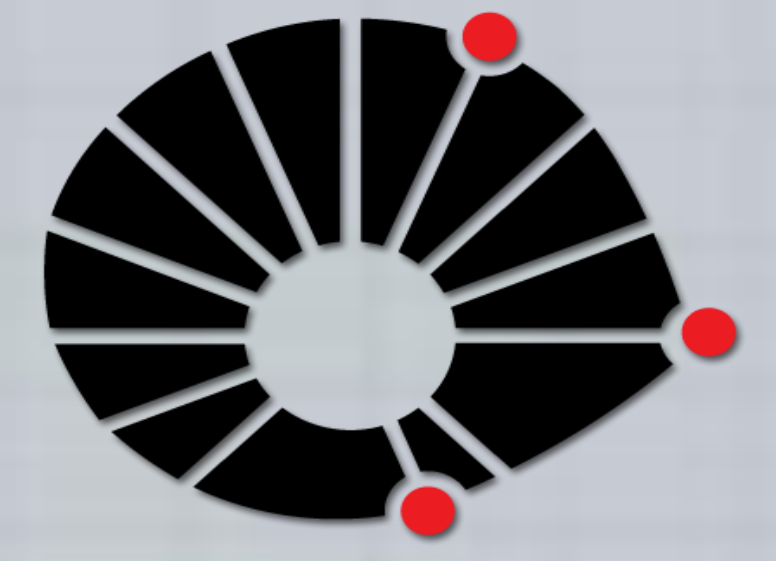
Murilo Velo(murilofv14@gmail.com), Fanny Béron(fberon@ifi.unicamp.br),
Kleber R. Pirota(krpirota@ifi.unicamp.br), Marcelo Knobel(knobel@ifi.unicamp.br).

Instituto de Física "Gleb Wataghin" (IFGW)-UNICAMP

Laboratório de Materiais e Baixas Temperaturas (LMBT)

Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC)

Palavra Chave: Interações Micromagnéticas



UNICAMP

INTRODUÇÃO

No magnetismo a sua entidade básica é um dipolo magnético. Qualquer cálculo ou simulação utilizada para descrever o comportamento magnético de um dado sistema emprega este conceito. Sendo assim, num sistema composto por elementos magnéticos, as **interações dipolares**[1] entre eles têm um papel importante no processo de magnetização de todo o conjunto, pois o campo magnetostático gerado por cada dipolo influencia o comportamento dos dipolos vizinhos.

OBJETIVOS

- Estudar interações dipolares em redes de microfios
- Amostras macroscópicas e manipulação em temperatura ambiente
- Manipulação de um único dipolo e alterações na **interação dipolo-dipolo**
- Caracterização a partir da técnica FORC[2]
- Obter precisamente os campos coercitivos e dipolares que atuam em cada fio

METODOLOGIA

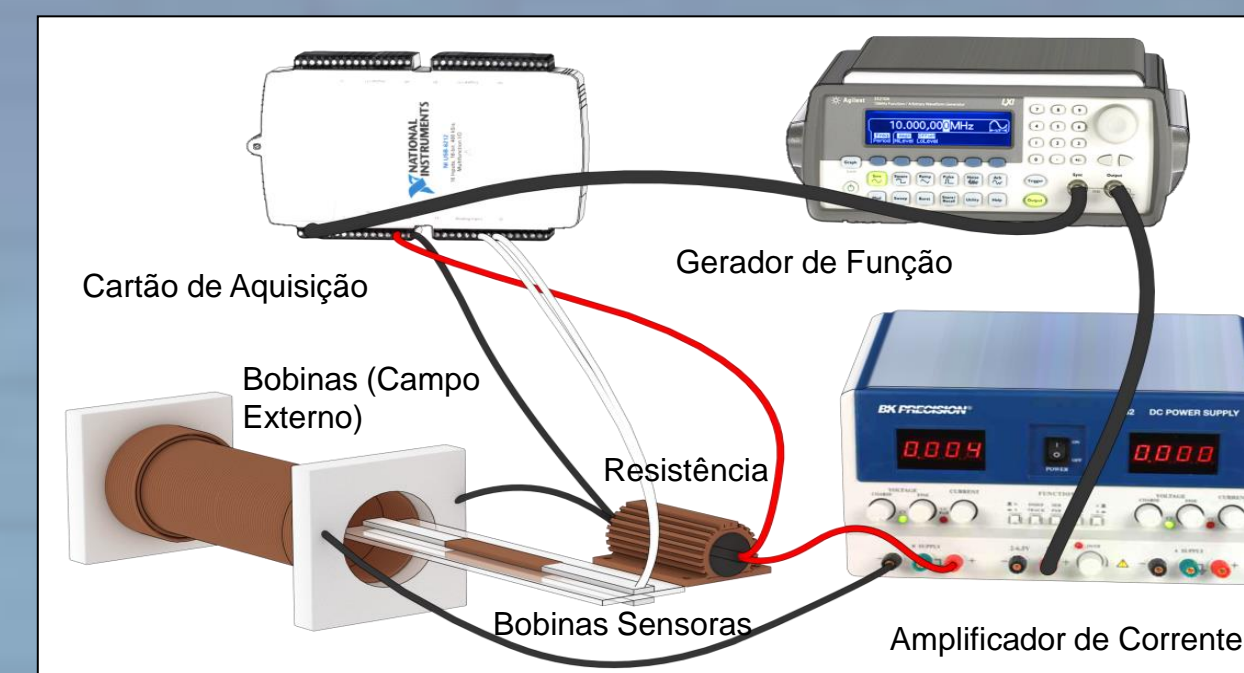


FIGURA 1: Histeresígrafo[3].

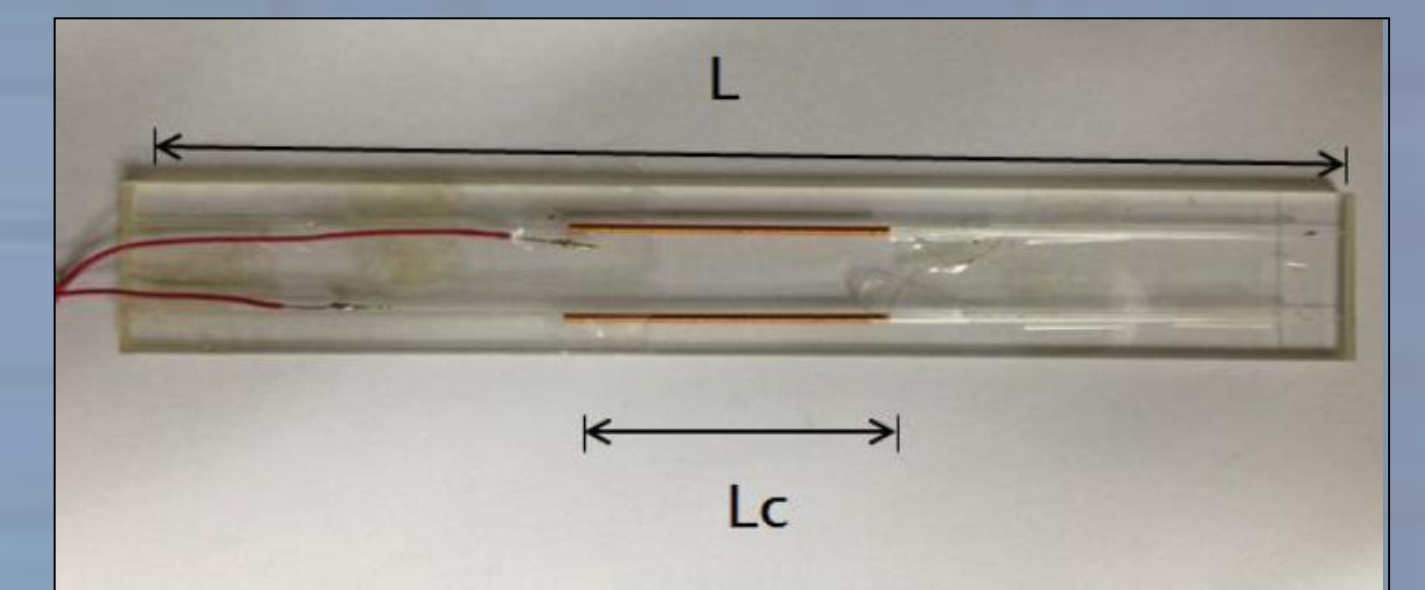


FIGURA 2: Bobinas sensoras com 542 voltas cada, $L=12,0$ cm e $L_c = 3,2$ cm.

Medidas realizadas em um Histeresígrafo (ver FIG. 1), onde o porta amostras foi remodelado para as dimensões das configurações estudadas (ver FIG. 2). Microfios de $\text{Co}_{68.30}\text{Fe}_{4.45}\text{Si}_{12.25}\text{B}_{15}$ (FIG. 3) empregados em três configurações diferentes: um microfio, dois e três microfios em paralelo todos montados sobre um substrato de plástico, ficando os mesmos coplanares (fotos dos fios e vista das amostras ver FIG. 3 a 5).

RESULTADOS

EXPERIMENTAL

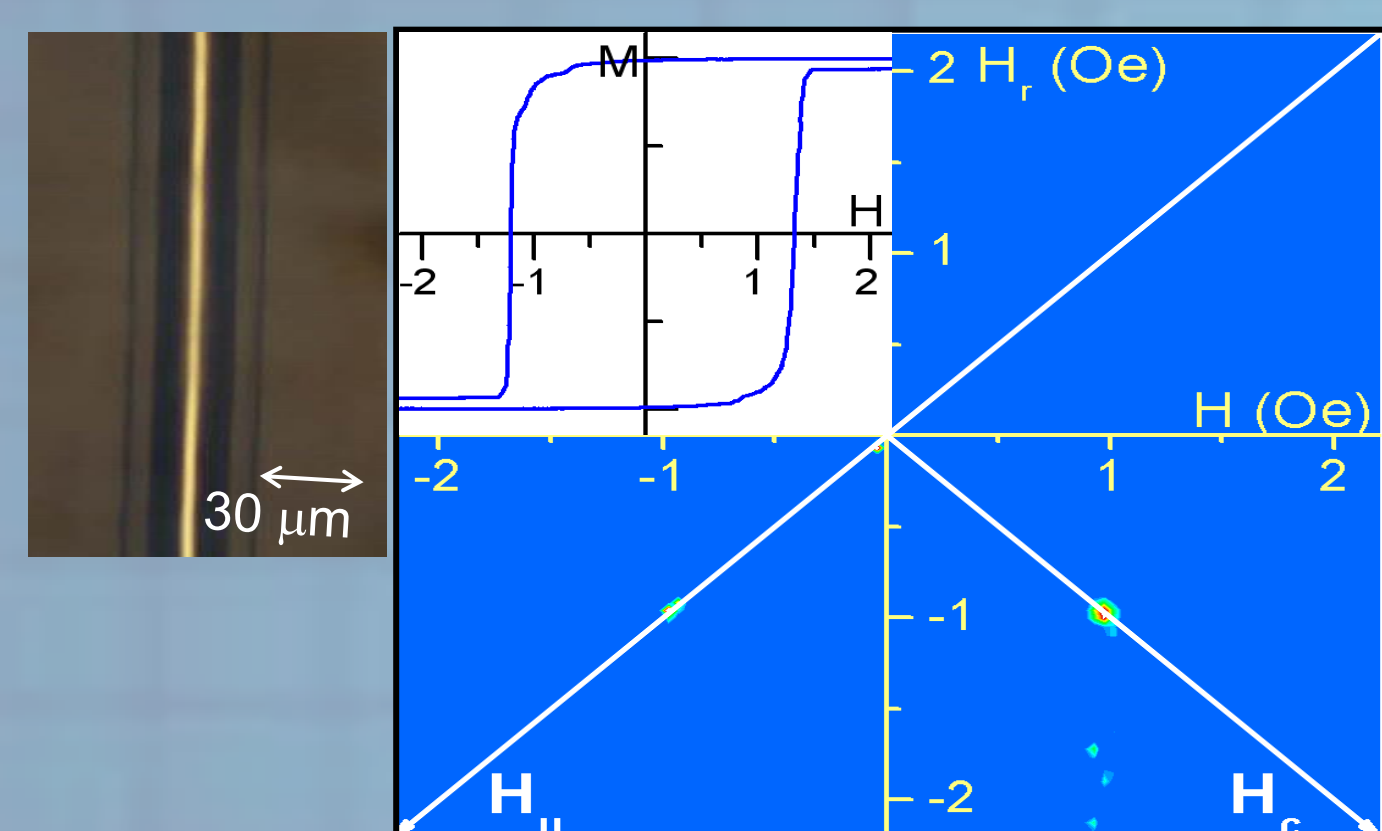


FIGURA 3: Diagrama FORC e foto de um microfio

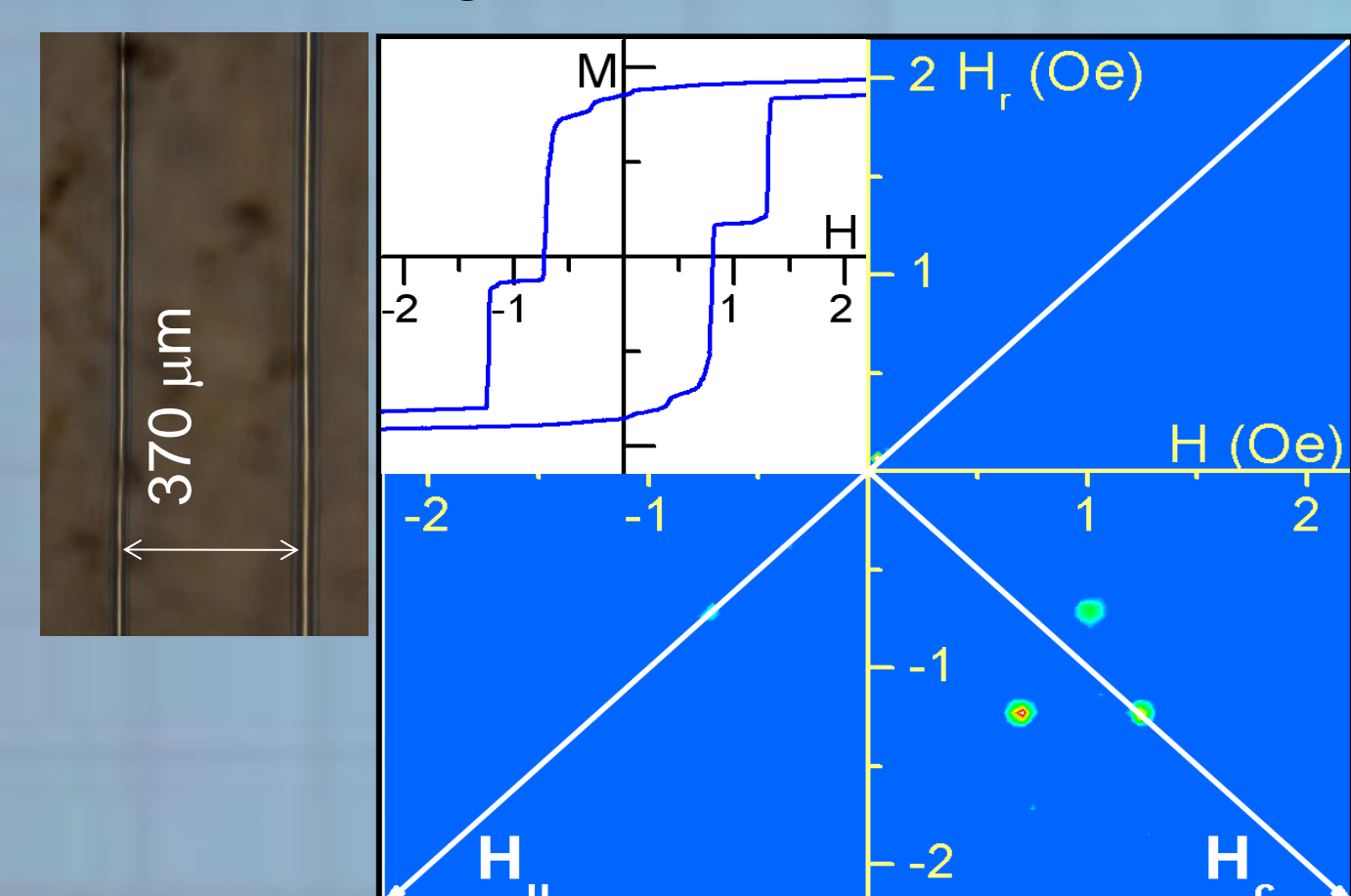


FIGURA 4: Diagrama FORC e foto de dois microfios

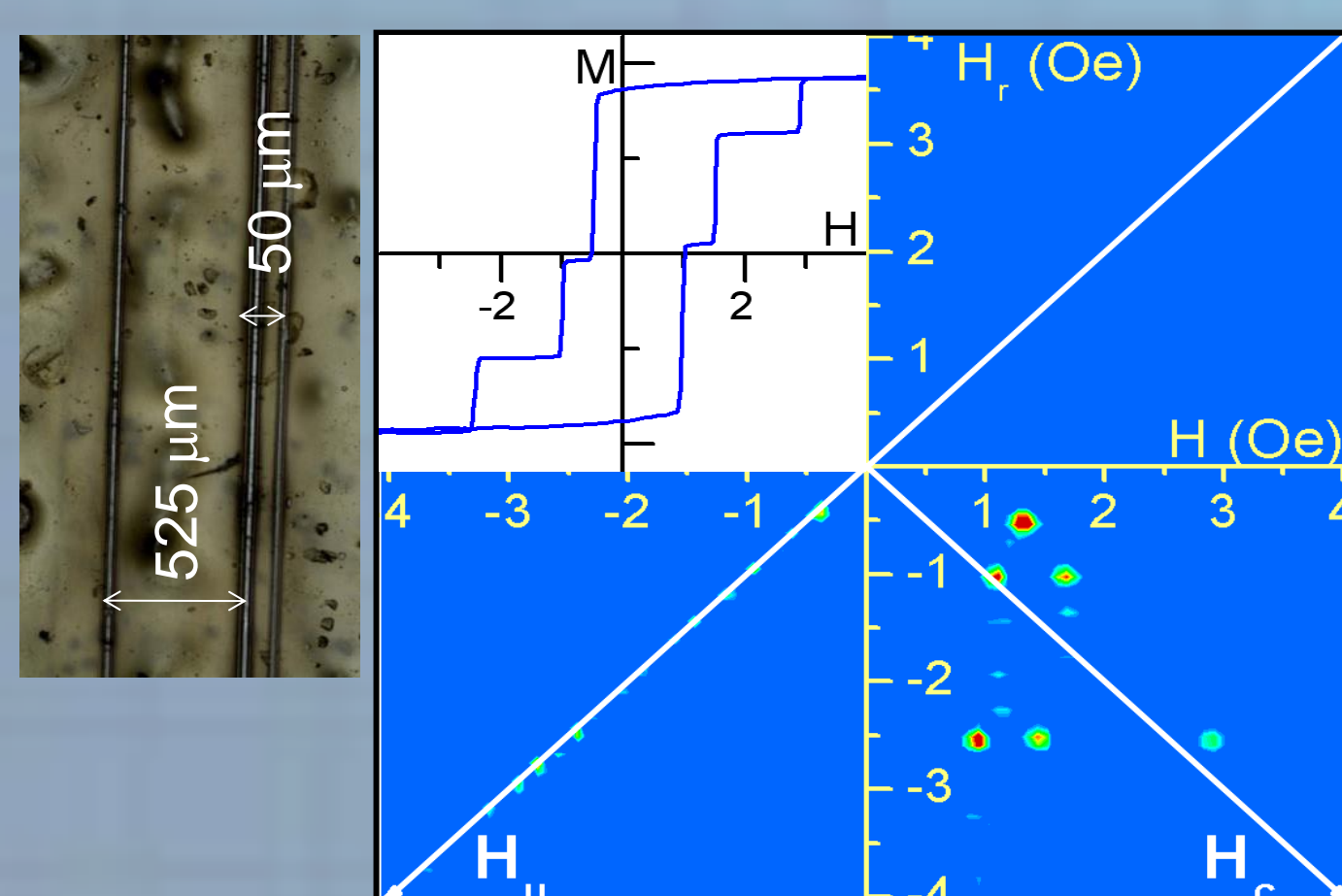
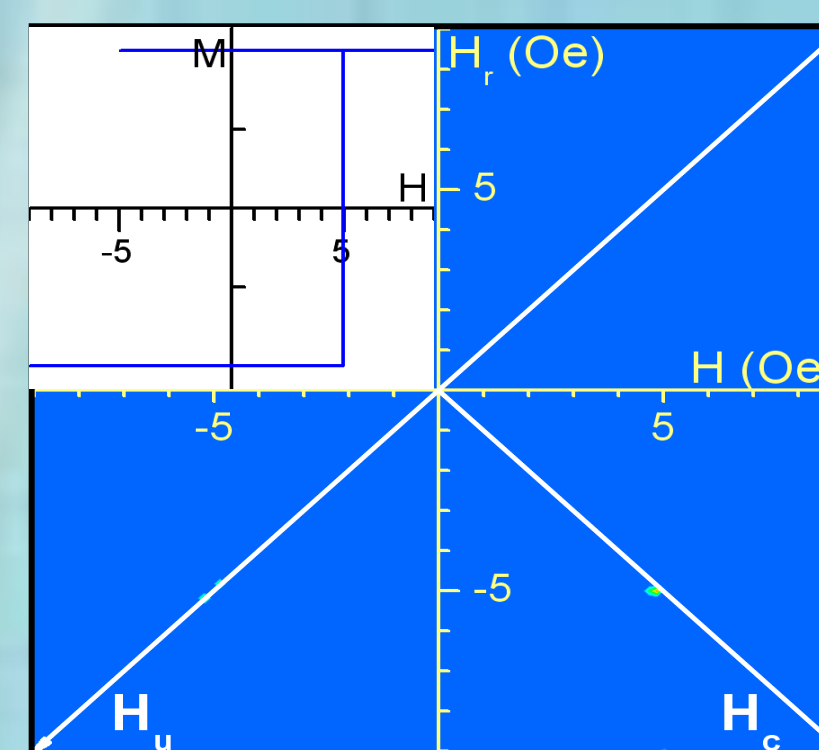


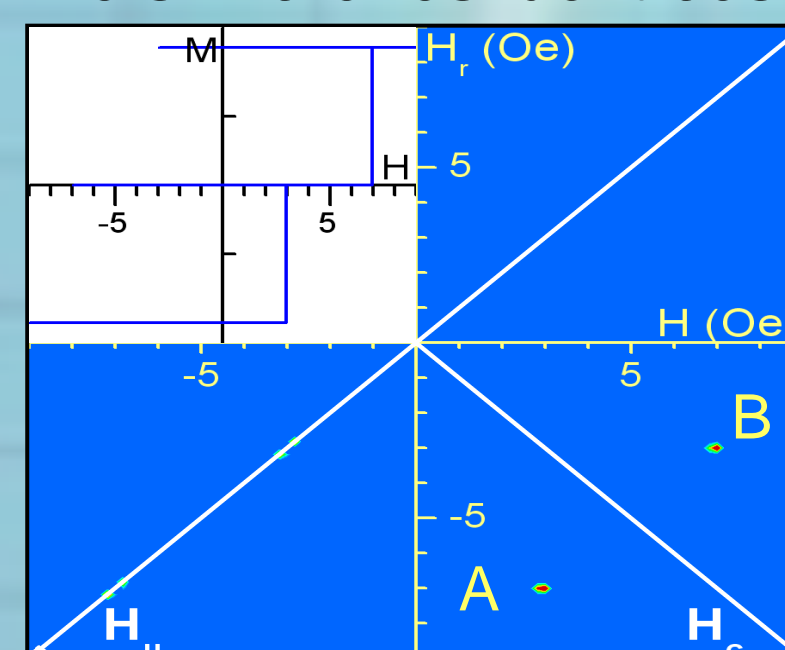
FIGURA 5: Diagrama FORC e foto de três microfios

SIMULADO

Um Microfio

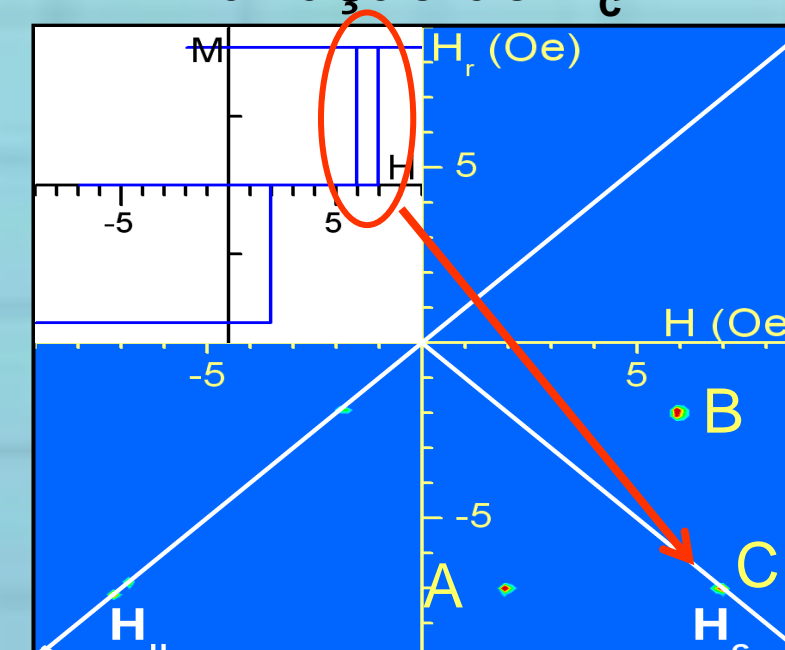


Dois Microfios Idênticos



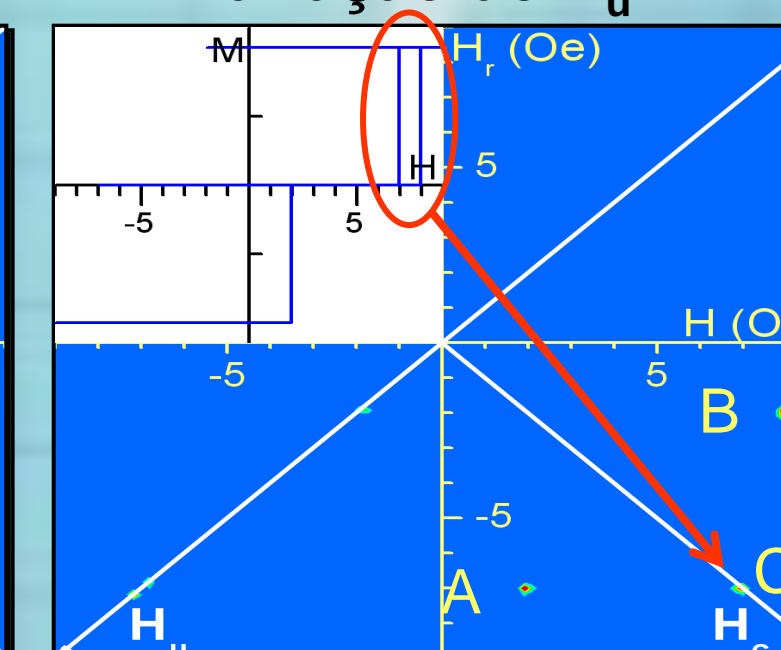
Posição dos picos = Propriedades do *Hysteron*

Variação de H_c



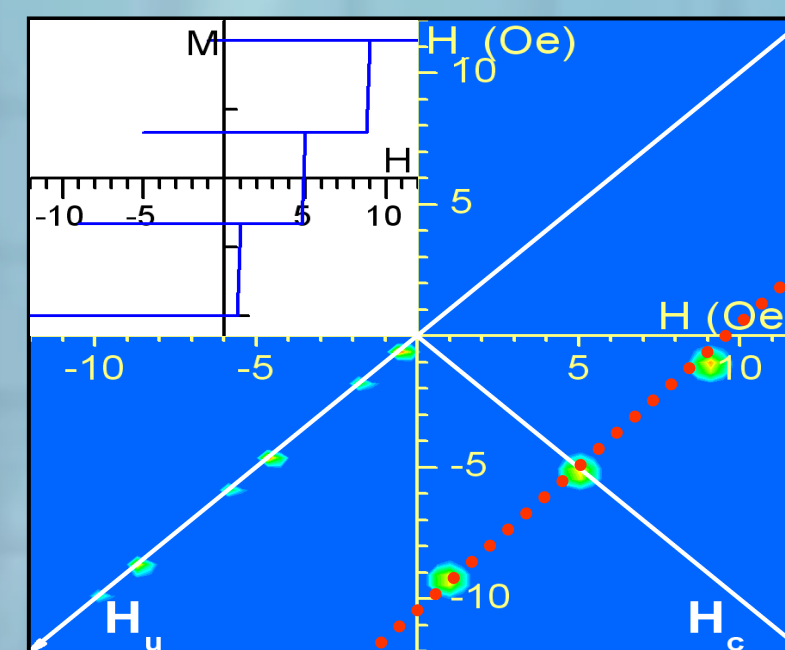
A: modificações em H_c e H_u
B: Propriedades do *Hysteron* B

Variação de H_u



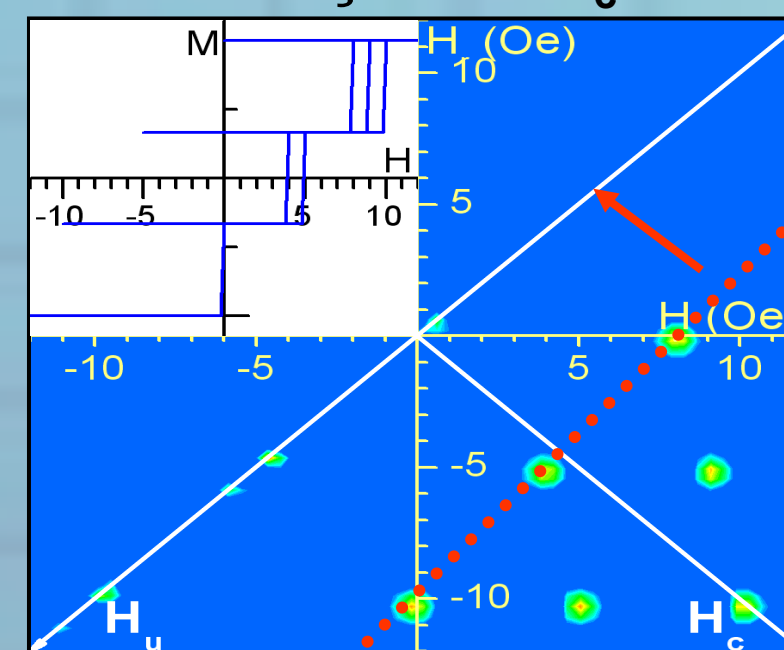
C: posição $H_c = H_c + H_u$ (*hysteron* A)

Três Microfios Idênticos



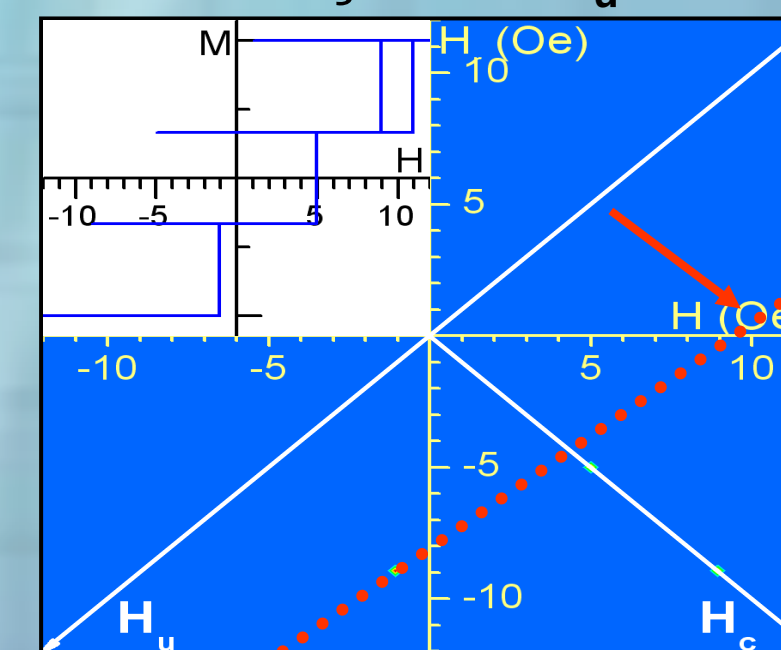
Posição dos picos = Propriedades dos *Hysteron*s

Variação de H_c



n microfios = n linhas FORC

Variação de H_u



Características de dois microfios

ANÁLISE

- Resultado esperado
 - 1 microfio = 1 dipolo
 - H_c^{FORC} = coercitividade do microfio
 - $H_u = 0$: Ausência de campo de Interação

- Resultado inesperado
 - 2 microfios = 3 dipolos
 - Aparecimento de um pico adicional (**C**)
 - Pico **A** muda de posição

- Diferentes padrões para a variação de H_c com relação a H_u
- Os picos no diagrama FORC sempre com $H_c^{\text{FORC}} \gg H_c$

CONCLUSÃO

1. Distribuição FORC com variação nas propriedades dos *Hysteron*s
 - Aparecimento de picos FORC
 - Deslocamento de todos os picos
2. A aparição desses picos adicionais é causada pelo fato dos microfios não serem exatamente iguais(ver simulações para fios idênticos e com variação de H_c ou H_u)
3. Resultado extremamente dependente da qualidade da amostra

4. Poder de caracterização do método FORC que possibilita extrair informações que, por exemplo, somente a curva de histerese não conseguiria.

REFERÊNCIAS

- [1] Piccin, Rafael; Interações magnéticas dipolares entre fios e microfios magnéticos / Rafael Piccin. – Campinas, SP : [s.n.], 2004. P581i.
- [2] [10] F. Preisach, Über die magnetische Nachwirkung. Zeitschrift für Physik, 94:277-302, 1935.
- [3] F. Béron, G. Soares, K.R. Pirota, Rev. Scien. Inst. 82, (2011) 063904.