

Objetivo e Motivação

Queremos compreender melhor a dinâmica que rege o fenômeno da magnetostrição em sistemas supercondutores (SC) do tipo II de alta temperatura.

Entender a complexa física dos SC pode nos deixar mais próximos de empregar suas propriedades singulares e de grande potencial tecnológico.

Embasamento Teórico

A magnetostrição é uma propriedade de diversos materiais, inclusive aqueles não-SC. Ela consiste na alteração de dimensões mediante a aplicação de um campo magnético externo.

Nos SC, quando no regime supercondutor, esse fenômeno é explicado de duas formas[1]:

- Pelo **Modelo Termodinâmico**: em SC do tipo I e do tipo II diz-se que as dilatações/contrações são explicadas pela variação da energia livre de Gibbs.
- Pelas **Forças de Pinning**: SC do tipo II criam, quando sob um campo magnético externo, uma rede de vórtices de fluxo magnético que atravessam o material e que podem ficar presos em defeitos da rede cristalina ou na própria rede (pinning intrínseco); o aumento ou diminuição do fluxo de campo magnético pelo SC força essa rede de vórtices a se expandir ou se contrair e, conseqüentemente, a alterar as dimensões do cristal.

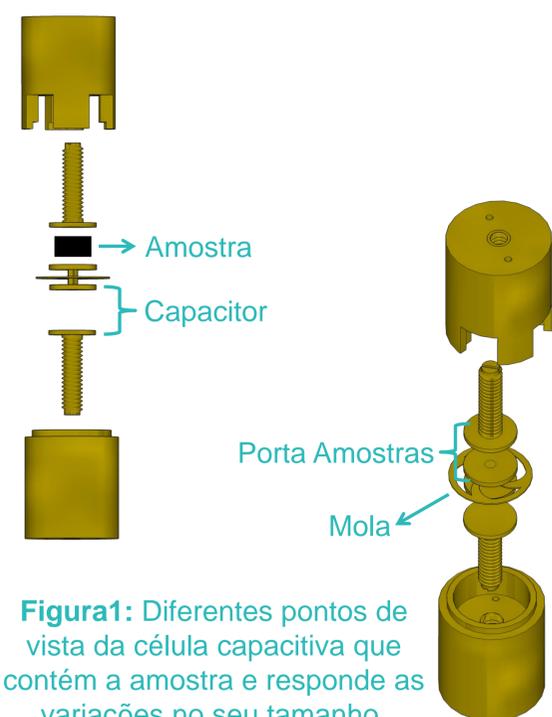


Figura1: Diferentes pontos de vista da célula capacitiva que contém a amostra e responde as variações no seu tamanho.

Metodologia

Estamos interessados em medir variações de tamanho de amostras supercondutoras de $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$. Para fazer isso nos valem do fato de que, em um capacitor de placas paralelas, temos:

$$C \propto \frac{1}{d}$$

Onde C é capacitância e d é distância de separação entre as placas do capacitor.

Fizemos, portanto, uma medida indireta do tamanho da amostra a partir de uma medida de capacitância.

O método de medida fica mais claro pela análise da Figura1: pode-se notar que há um acoplamento entre o porta amostras e o capacitor de placas paralelas, de forma que mudanças de tamanho da amostra se refletem em mudanças na distância entre as placas do capacitor.

Qualquer mudança na distância d será medida por uma ponte capacitiva ultra precisa conectada as placas do capacitor. Esse equipamento (modelo 2500A da Andeen-Hagerling) é capaz de medir mudanças na capacitância que equivalem a dilatações ou contrações de 10^{-2} \AA (10^{-12} m).

Além dos já citados equipamentos, é necessário todo um sistema criogênico para resfriar e manter baixas temperaturas nas amostras, de forma que elas possam atingir o regime supercondutor.

Resultados

Já obtivemos alguns resultados prévios para o $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ em temperaturas próximas a sua temperatura crítica ($T_c = 92\text{K}$). Essa faixa de temperaturas para testes foi escolhida, pois é a região de maior interesse de estudo pelo grupo: próximo a transição supercondutora. Ademais, o laboratório tem maior facilidade para obter nitrogênio líquido, cuja temperatura de ebulição é 77K .

O campo magnético aplicado nesse teste também foi limitado (até $\pm 0,2 \text{ T}$) devido à restrição de corrente que pode fluir pelos fios de cobre da bobina utilizada.

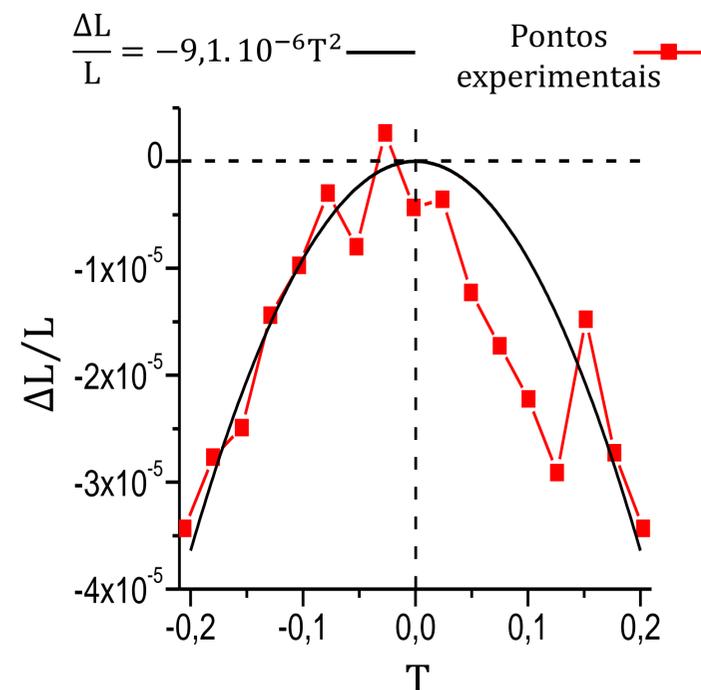


Figura 2: Dados, devidamente tratados, referentes à medida teste.

Chegamos na forma final do gráfico exposto na Figura 2 depois de um processo de tratamento dos dados que, originalmente, eram medidas de corrente contra capacitância.

Sabendo que $\Delta L = L_{\text{FINAL}} - L_{\text{INICIAL}}$, podemos constatar que houve uma contração da amostra. Essa contração está de acordo com o esperado e deve refletir a magnetostrição longitudinal da amostra analisada[2].

Perspectivas

Tão logo quanto possível queremos transferir a célula capacitiva para um outro criostato, o qual é resfriado com hélio líquido. Com isso conseguiremos atingir temperaturas de aproximadamente 4K e gerar altos campos magnéticos, graças ao uso de uma bobina de fios supercondutores.

Essa mudança permitirá que acessemos regiões onde a magnetostrição é mais intensa e apresenta histerese.

Agradecimento

Ao CNPQ, pelo financiamento.

Referências

- [1] NABIALEK, A. et al. Journal of Low Temperature Physics, New York, v. 139, n. 1/2, p. 309-329, Apr. 2005.
- [2] IKUTA, H. et al. Physical Review Letters, Woodbury, v. 70, n. 14, p. 2166-2169, Apr. 1993.