

# Estudo da Magnetostricção no Supercondutor YBaCuO



Ricardo Augusto Zanotto Razera, Paulo Pureur



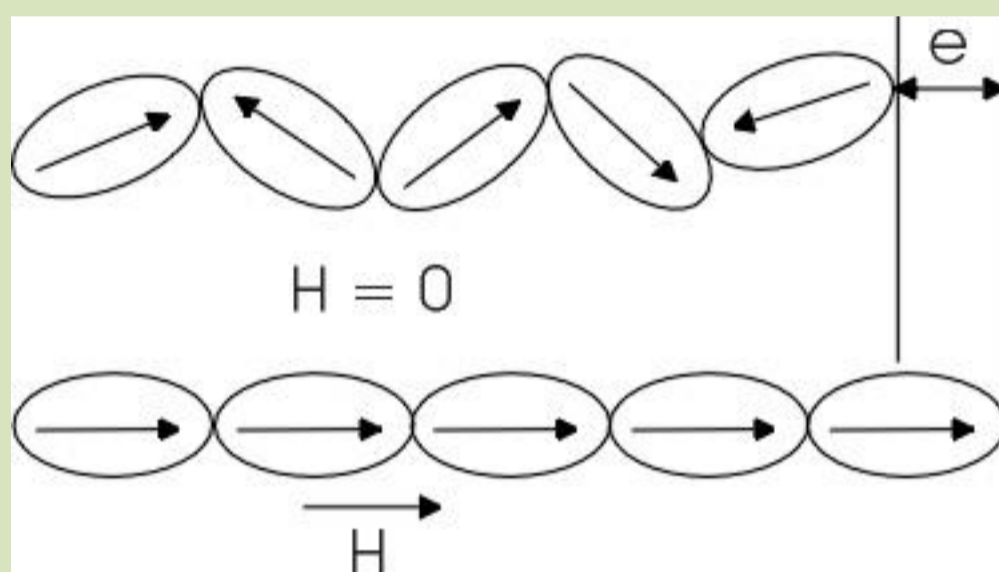
## Objetivo

Analisar qualitativamente e quantitativamente o fenômeno de magnetostricção em amostras supercondutoras através de medidas de capacitância.

## Abordagem Teórica

A magnetostricção é o fenômeno onde a aplicação de um campo magnético causa uma deformação no material. Este fenômeno foi descoberto por volta dos anos 1850 por Joule em amostras de ferro.

O fenômeno ocorre devido a reordenação dos momentos magnéticos dos átomos ou moléculas da amostra, fazendo com que o parâmetro de rede do cristal se altere. O efeito ocorre, portanto, com muito mais intensidade em materiais que apresentam ferromagnetismo e uma anisotropia (magnética) em sua rede cristalina. Nestes materiais, a magnetostricção pode levar a dilatações de até 60 microstrains. A figura abaixo ilustra o processo.



Em supercondutores, por outro lado, o efeito pode ser especialmente mais evidente. Isto é porque, ao ser submetido a um campo magnético, um supercondutor cria uma rede de vórtices de fluxo magnético espaçados por distâncias bem definidas. Assim, o aumento ou diminuição do fluxo de campo magnético dentro da amostra força a rede de vórtices a expandir ou contrair, fazendo com que o material também expanda ou contraia por consequência. Em supercondutores, a magnetostricção pode causar dilatações de até 2000 microstrains.

## Equipamento e Metodologia

A técnica usada neste trabalho para medir dilatações da amostra foi a de medidas capacitivas. Ou seja, posicionou-se a amostra que desejava-se estudar em contato com uma das placas de um capacitor de placas paralelas, e mediu-se a capacitância deste capacitor em função da distância entre placas. À medida que a amostra dilata, esta distância se altera, de forma que a capacitância do capacitor e o tamanho da amostra podem ser correlacionados.

O porta amostra, por sua vez, é constituído por um cilindro longo de metal, que é introduzido no *dewar* onde serão feitas as medidas. Neste *dewar*, assim como no porta amostra, será feito alto vácuo, e então será posto o nitrogênio líquido que resfriará a amostra (ocasionando a transição do material para o estado supercondutor, no caso de uma amostra de YBaCuO).

Usou-se um equipamento de altíssima precisão (com resolução de aF) para medir a capacitância, o Andeen Hagerling 2500A. No entanto, este grau de precisão exige que a sistema de medição esteja bastante estável, tanto termicamente quanto mecanicamente. As flutuações em temperatura e as vibrações mecânicas, se não forem devidamente compensadas, podem facilmente mascarar o efeito de magnetostricção.

Muitos dos equipamentos utilizados foram fabricados nos próprios laboratórios na UFRGS, como a bobina que gera o campo magnético, o porta amostra e até mesmo o programa de aquisição dos dados.

## Amostras Utilizadas

O objetivo deste trabalho é estudar o efeito de magnetostricção em supercondutores de alta temperatura crítica. Para isso, será utilizado uma amostra de YBaCuO, um supercondutor do tipo II com temperatura crítica de 93 K.

Além disso, para fins de calibração do equipamento, assim como para testes de sua capacidade, serão utilizadas outras amostras, como cobalto (Co), disprósio (Dy) e níquel (Ni), materiais que apresentam magnetostricção mais intensa.

A obtenção das amostras é feita através do corte de uma lâmina do material em questão, fazendo um leve polimento das suas superfícies. Como a amostra estará em contato com uma das placas de um capacitor, é necessário que as faces desta amostra sejam tão planas quanto possível, para que haja um bom contato entre amostra e capacitor.

Além disso, a espessura da amostra não pode ser maior do que 2.5 mm, devido a limitação de espaço no porta amostra.

## Resultados

Ainda não foram realizadas medidas de magnetostricção no YBaCuO, pois o equipamento a ser utilizado ainda está em fase de teste. No entanto, já foram realizados alguns experimentos com outras amostras a temperatura ambiente, como de Ni, Dy e Co.

De qualquer modo, os experimentos executados no sistema montado mostraram que o equipamento é de fato eficaz em fazer este tipo de medida. Porém, para que a precisão se torne realmente considerável, o sistema precisa estar extremamente isolado, tanto termicamente quanto mecanicamente. Para isso, são necessários controles adicionais no equipamento que ainda estão sendo montados (como um sistema de controle de temperatura).

Não obstante, medidas de dilatação térmica, e mesmo magnetostricção em Co, foram realizadas e mostraram um bom funcionamento do método de medição de dilatação por capacitância. Nestas medidas, a precisão na medida do tamanho da amostra é da ordem de 5 ppm, o que correspondia a dilatações de 5 nm.

A foto abaixo mostra a montagem utilizada.



## Conclusão

Através desta montagem, espera-se ser possível a obtenção de medidas de dilatação de supercondutores devido a aplicação de campos magnéticos altíssima precisão. Assim, o fenômeno de magnetostricção em supercondutores poderá ser avaliado de forma bastante