

# Estudo da correlação entre irreversibilidade magnética e resistência elétrica zero



Graziele Fernanda Farinela da Silva\*, Jacob Schaf (professor orientador), Jorge Luiz Pimentel Jr. Laboratório de resistividade.

\*Bolsista CNPq - PIBIC



## introdução

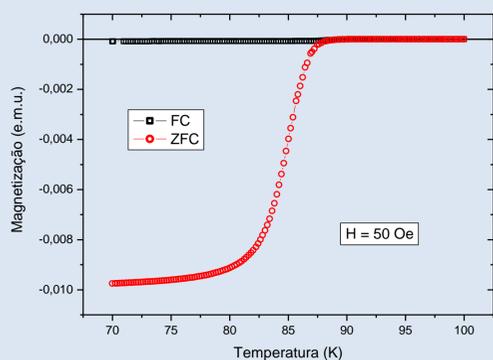
O presente trabalho tem como objetivo o estudo da conectividade supercondutora numa amostra de  $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$  texturizado policristalino, através da correlação das curvas de irreversibilidade magnética e de resistividade nula para diferentes campos magnéticos (H) aplicados na amostra.

## amostra

As amostras de  $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$  texturizado policristalino foram preparadas no *Instituto de Ciência dos Materiales de Barcelona – Espanha*. Essas amostras são policristais ortorrômbicos com temperatura crítica  $T_c=91.5K$  e eixo C bem definido. São supercondutores do tipo II, nos quais o campo magnético pode penetrar em forma de tubos de fluxo quantizado. Estes materiais foram dopados com grande quantidade de defeitos para fixar fortemente os tubos de fluxo magnético.

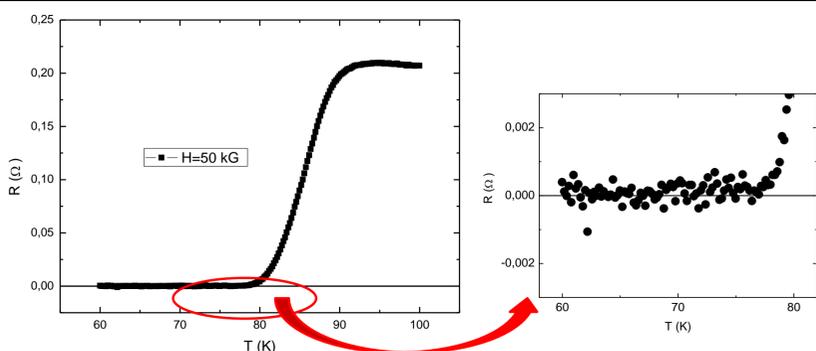
## medidas

**Medidas magnéticas:** Usamos um magnetômetro de SQUID da Quantum Design para determinar a irreversibilidade magnética pelo método ZFC-FC. Este método consiste em baixar a temperatura abaixo da  $T_c$  em campo nulo, aplicar um campo magnético fixo e medir a magnetização subindo a temperatura, depois medir a magnetização baixando a temperatura para o mesmo campo.



A temperatura de irreversibilidade  $T_{irr}$  é a temperatura onde as curvas ZFC e FC se separam. Fazendo curvas ZFC e FC para um grande número de campos aplicados, determinamos a Linha de Irreversibilidade em função do campo [ $T_{irr}(H)$ ]. Esta linha delimita, de baixo para cima, até onde pode fluir uma corrente elétrica com resistência nula.

**Medidas da magnetoresistividade:** Medimos a resistividade elétrica em função da temperatura num PPMS da Quantum Design para muitos campos fixos aplicados. O ponto de resistência  $R=0$  está destacado na figura abaixo.

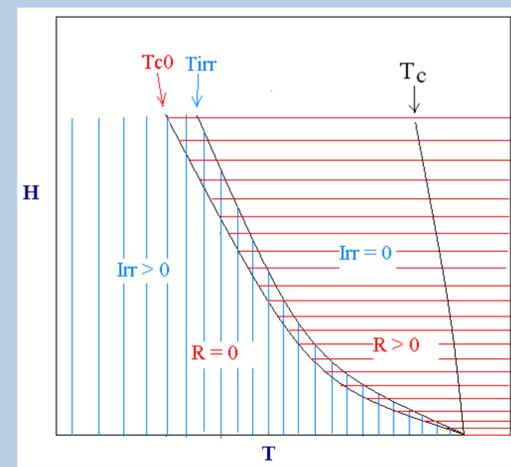


Determinando o ponto  $R=0$  para um grande número de valores de campo aplicado, acha-se a linha de resistividade zero [ $T_{c0}(H)$ ]. Esta linha delimita, de cima para baixo, até onde uma resistividade  $\neq 0$  persiste.

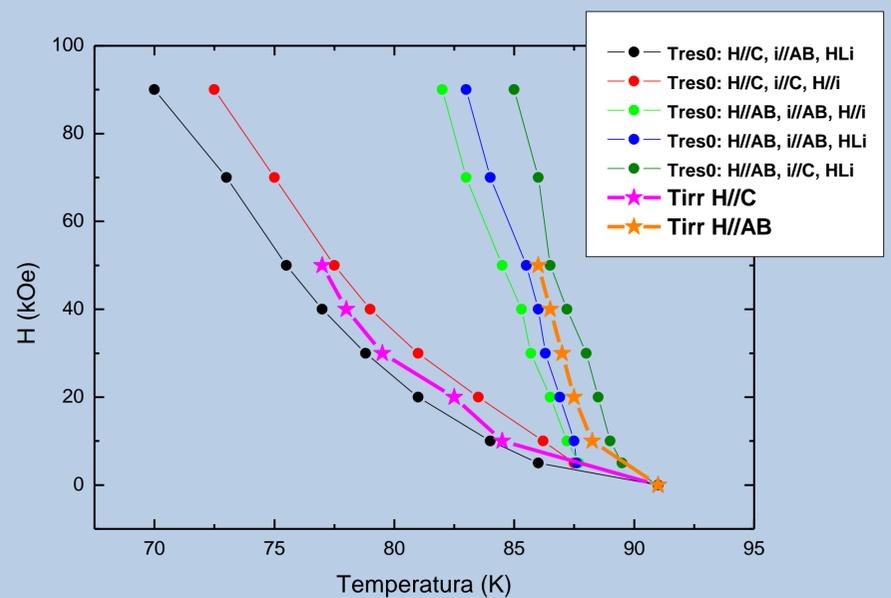
Os supercondutores metálicos convencionais tem uma conectividade perfeita e as linhas  $T_{irr}$  e  $T_{c0}$  sempre coincidem, mas elas coincidem com  $T_c$  somente para  $H=0$ .

Para  $H \neq 0$ , tanto a  $T_{irr}$  como a  $T_{c0}$  localizam-se abaixo da  $T_c$  porque a grande mobilidade do fluxo permite rápida aproximação do estado de equilíbrio, impedindo o aparecimento de irreversibilidade magnética e, por outro lado, uma corrente causa dinâmica de fluxo, o que causa dissipação da corrente e, conseqüentemente, resistência elétrica (vide Fig. Abaixo).

Nos supercondutores de alta temperatura crítica, como  $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$ , geralmente a linha  $T_{c0}$  cai abaixo da linha  $T_{irr}$  porque estes materiais quase sempre são supercondutores granulares e mal conectados, especialmente no caso de  $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$  cerâmico (vide Fig. abaixo).



Nas nossas amostras de  $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$  texturizadas, determinamos as linhas de irreversibilidade e de resistividade zero para todas as configurações de campo e corrente, como mostra a figura abaixo.



## conclusão

As linhas da  $T_{irr}$  e  $T_{c0}$  para o campo magnético paralelo ao plano ab ( $H//ab$ ) estão acima das linhas  $T_{irr}$  e  $T_{c0}$  para  $H//C$  porque este supercondutor é planar e o campo paralelo aos planos ab é mais fortemente aprisionado do que ao longo do eixo C.

Os resultados indicam que a conectividade do  $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$  texturizado é muito boa porque os dados mostram que a resistividade cai a 0 em cima da  $T_{irr}$ , o que explica a sua alta performance, podendo conduzir até 1,3 milhões de  $A/cm^2$ .

É, portanto, um material de grande interesse tecnológico.