



Estudo de Irreversibilidades Magnéticas no Supercondutor Granular $\text{YBa}_2\text{Cu}_{2.985}\text{Fe}_{0.015}\text{O}_{7-\delta}$



Luciano S. Berchon, Paulo Pureur
Laboratório de Resistividade

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
berchon@gmail.com



introdução

introdução

Após a descoberta da supercondutividade de alta temperatura crítica, uma diversidade de novos materiais supercondutores foi desenvolvida e intensamente estudada. O composto $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ (YBaCuO) pertence à classe de sistemas genericamente denominada de cupratos supercondutores. Entretanto, muitas das propriedades físicas destes materiais necessitam ser melhoradas para viabilizar aplicações tecnológicas.

Os cupratos supercondutores apresentam características que ainda não são completamente entendidas do ponto de vista teórico. Um exemplo é a transição para o estado de resistência nula em materiais granulares.

Este tipo de estrutura favorece o aparecimento de vários tipos de defeitos. Os efeitos de granularidade, por exemplo, se manifestam nas propriedades de transporte na fase mista e nas linhas de irreversibilidades magnéticas.

Flutuações termodinâmicas na fase do parâmetro de ordem, que são associadas à estrutura de defeitos, estão fortemente ligadas às irreversibilidades magnéticas. Estes fenômenos irreversíveis podem ser observados em medidas de magnetização e magneto-transporte. Com a aplicação de campos magnéticos fortes, os efeitos de dinâmica de vórtices de Abrikosov intragrãos passam a dominar o comportamento do sistema.



resultados

resultados

Observamos na Figura 1 uma medida da resistividade elétrica em função da temperatura sem a presença de campo magnético aplicado. Já na Figura 2 podemos notar os efeitos do campo aplicado na transição resistiva. A temperatura de irreversibilidade é caracterizada pelo ponto de separação entre as curvas ZFC e FC, representadas na Figura 3. Essa temperatura de irreversibilidade é obtida fazendo a subtração das curvas ZFC e FC, conforme mostrado na Figura 4.

Na Tabela 1 estão listados os valores das temperaturas de irreversibilidades para os diferentes valores de campo magnético aplicado. A partir dos resultados experimentais registrados na Tabela 1 obtêm-se o comportamento da linha de irreversibilidades, mostrado na Figura 5.

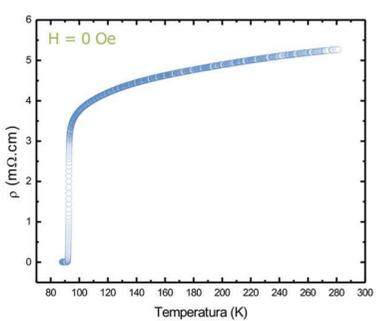


Figura 1 – Comportamento da resistividade elétrica da amostra de YBaCuO-Fe em função da temperatura em todo o intervalo estudado

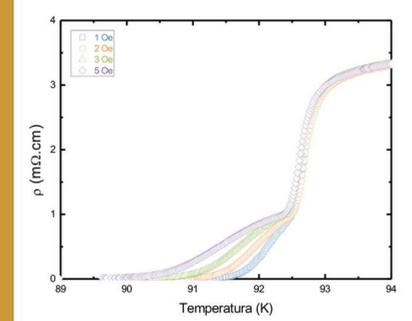


Figura 2 – Curvas de resistividade elétrica em função da temperatura, nas proximidades da transição para o estado de resistência nula, em baixos campos aplicados

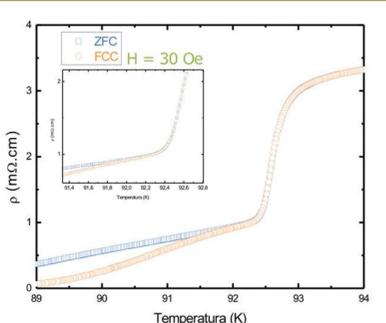


Figura 3 – Medidas de resistividade elétrica em função da temperatura realizada segundo os procedimentos ZFC e FCC

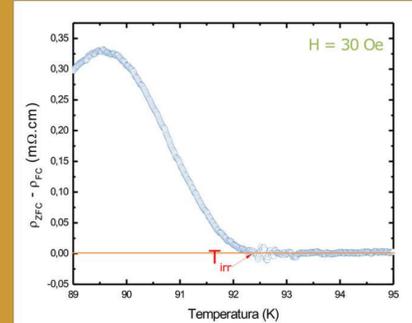


Figura 4 – Exemplo de determinação da diferença entre as curvas de magneto-resistência determinadas segundo os procedimentos ZFC e FCC



objetivos

objetivos

O comportamento das irreversibilidades magnéticas nos supercondutores de YBaCuO já é conhecido na literatura, ainda que falte uma teoria para explicar todas as propriedades e efeitos envolvidos nesta fenomenologia. Este trabalho visa obter, através da técnica de magneto-resistência, as temperaturas de irreversibilidade magnética em amostras de YBaCuO dopadas com ferro em função do campo aplicado no intervalo entre 0 - 200 Oe. A diluição de Fe visa o estudo dos efeitos desta impureza nas propriedades de magneto-transporte no YBaCuO e, em particular, na linha de irreversibilidades.



técnica de medida

técnica de medida

As medidas de magneto-resistência são realizadas utilizando a técnica das quatro pontas, onde a amostra é percorrida por uma corrente elétrica alternada de intensidade fixa e é medida uma diferença de potencial entre dois pontos de sua superfície. As medidas são realizadas em presença de um campo magnético aplicado paralelamente à corrente. A amostra encontra-se em um sistema criogênico que permite a variação controlada da temperatura. A técnica de medida faz uso de um sistema de compensação que gera um sinal ajustável, o qual permite a obtenção de sinal nulo num amplificador-detector síncrono (lock-in). Esta técnica de nulo minimiza os efeitos das flutuações na corrente, aumentando a precisão das medidas. Para possibilitar medidas de transporte com campo aplicado existe no criostato uma bobina de cobre capaz de gerar campos de até 500 Oe. Esta bobina foi disposta de tal forma a deixar a amostra no seu centro para garantir a homogeneidade do campo magnético.

H (Oe)	T_{irr} (K)	H (Oe)	T_{irr} (K)
1	92,62±0,15	20	92,32±0,20
2	92,58±0,20	30	92,38±0,16
3	92,55±0,20	40	92,37±0,30
5	92,48±0,17	50	92,23±0,18
6	92,53±0,13	70	92,12±0,10
7	92,42±0,22	100	91,79±0,40
10	92,49±0,17	200	91,41±0,22

Tabela 1 – Temperaturas de irreversibilidades obtidas a partir de medidas de magnetorresistência para os diferentes valores de campos magnéticos aplicados

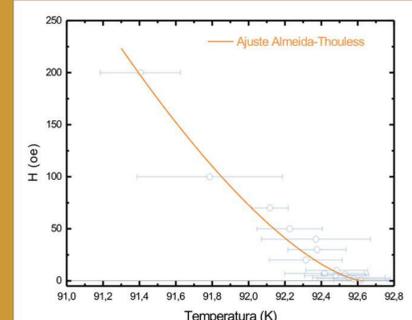


Figura 5 – Resultados experimentais para a linha de irreversibilidades magnéticas na amostra de YBaCuO-Fe



conclusão

conclusão

Os resultados obtidos de medidas de magnetorresistência segundo os procedimentos ZFC e FCC sugerem que a linha de irreversibilidades magnéticas segue um comportamento do tipo Almeida-Thouless^[1] no intervalo de campos estudados, até 200 Oe. O sistema é granular e acoplado através de ligações fracas. A frustração crescente com a intensidade do campo aplicado sugere que a região próxima ao estado de resistência nula pode ser descrita pelo modelo de vidro supercondutor^[2].

Referências

- [1] Almeida, J. R. L. de, Thouless, d. J. Stability of the Sherrington-Kirkpatrick solution of a spin glass model. Journal of physics A, Bristol, v. 11, n.5, p.983-990, May 1978.
- [2] Müller, K. A., Takashige, M. and Bednorz, J. G. Flux trapping and superconductive glass state in La_2CuO_4 -y:Ba. Woodbury : s.n., Mar. 1987. Vols. 58, n. 11, p. 1143-1146.
- [3] Gabay, M., Toulouse, G. Coexistence of spin-glass and ferromagnetic orderings. Physical Review Letters, New York, v.47, n.3, p.201-204, July 1981.
- [4] Hneda, Marlon, Estudo de propriedades elétricas do sistema supercondutor de $\text{YBa}_2\text{Cu}_{2.985}\text{Fe}_{0.015}\text{O}_{7-\delta}$. Dissertação de Mestrado UEPG, Ponta Grossa, 2012.
- [5] Vieira, V. das N. Irreversibilidades magnéticas e flutuações termodinâmicas no YBCO-123 com substituição parcial por átomos de Sr, Ca e Mg. Dissertação (Mestrado em Física) - Instituto de Física UFRGS, Porto Alegre, 1998.

