

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DA TRANSIÇÃO SUPERCONDUTORA DO SUPERCONDUTOR $\text{CaLaBaCu}_3\text{O}_{7-\delta}$ POLICRISTALINO

FELIPE FERREIRA RIBEIRO¹; MATEUS BIGOLIN LORENZON²; VALDEMAR
DAS NEVES VIEIRA³

¹ Universidade Federal de Pelotas – felipehd48@hotmail.com

² Universidade Federal de Pelotas – mateus_pbfl@hotmail.com

³ Universidade Federal de Pelotas – vdnvieira@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Uma das principais problematizações relativas à compreensão dos mecanismos físicos envolvidos na supercondutividade dos supercondutores de alta temperatura crítica (HTSC) é a diversidade das propriedades dos estados normal e supercondutor que esses materiais apresentam. (LYROT, 1991)

O $\text{CaLaBaCu}_3\text{O}_{7-\delta}$ [CLBCO], sistema utilizado como objeto de estudo neste projeto, é um supercondutor da classe dos HTSC, cuja estrutura cristalina deriva de outro famoso HTSC, o $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ [YBCO]. Os efeitos sobre a estrutura, portadores de carga e temperatura crítica de transição do estado normal para o supercondutor, T_c observados no CLBCO assemelham-se muito aos efeitos proporcionados pela dopagem com Ca ou La nos compostos $\text{Y}_{1-x}\text{Ca}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ ou $\text{YBa}_{2-x}\text{La}_x\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$. (JORGENSEN, 1991)

Outra característica marcante do sistema CLBCO é que a dopagem com lacunas, proporcionada pela presença do Ca na estrutura, permite que um estudo do comportamento de T_c , em função da concentração de lacunas, possa ser realizado bem como o estudo do fenômeno de pseudogap, tido como precursor a fase supercondutora dos HTSC. (LYROT, 1991)

O objetivo principal desse trabalho é reportar as atividades realizadas durante o projeto de iniciação científica que tornaram possível a produção, no Laboratório de Materiais Supercondutores da UFPel, de amostras policristalinas do supercondutor $\text{CaLaBaCu}_3\text{O}_{7-\delta}$, bem como caracterizar a sua transição supercondutora com o objetivo futuro de empregar este sistema em estudos experimentais voltados a pesquisa, por meio da realização de dissertações de Mestrado ou Tese de Doutorado, do papel desempenhado pela dopagem de lacunas (buracos) no comportamento da energia cinética de condensação e do pseudogap neste sistema. (YAMAYA, 1993)

2. METODOLOGIA

A amostra policristalina de $\text{CaLaBaCu}_3\text{O}_{7-\delta}$ foi obtida por meio do processo de reação em estado sólido realizado no Laboratório de Materiais Supercondutores (LMS) da UFPel. (RADOUSKY, 1989) Nesse processo, inicialmente foram reunidos os óxidos e carbonatos precursores necessários para efetuar a reação. Os mesmos foram levados ao interior de um forno tipo mufla para secagem, com o intuito de eliminar qualquer umidade residual presente

nesses reagentes químicos. A premissa para este procedimento experimental foi a confecção de uma amostra policristalina de 1.000 mg de CLBCO, conforme listado na tabela a seguir:

Massa (mg)	La ₂ O ₃	CaCO ₃	BaCO ₃	CuO
1.000	233,06	143,19	282,32	341,41

Tabela 2.1: Massa estequiométrica dos óxidos e carbonatos precursores para obtenção da amostra de CLBCO.

Após a pesagem, este montante foi colocado num almofariz de ágata e foi misturado e macerado por aproximadamente 30 minutos, proporcionando a obtenção de uma mistura mais homogênea possível, o que colabora para o aprimoramento do processo de reação.

Encerrada a etapa de maceração, acondicionou-se a mistura no interior de um cadinho de alumina. O cadinho contendo a mistura foi levado ao interior do forno e desta forma foi dado início ao processo de calcinação. Foram realizadas duas calcinações, ambas com rampas de temperaturas distintas, onde a temperatura máxima para cada processo foi de 1050°C e 975°C, com a duração de 24h e 22h, respectivamente. Entre as calcinações, foram realizadas novas macerações. (RADOUSKY, 1989)

Após coletar a mistura do processo de calcinação, esta foi prensada com o auxílio de um pastilhador cilíndrico e uma prensa hidráulica. Posteriormente a amostra, num formato de disco, obtida foi levada ao forno para um novo tratamento térmico, a sinterização, a uma temperatura de 575°C por 32h.

Posteriormente essa amostra foi colocada no interior de um tubo de quartzo sendo submetida a pressão de 1 atm de oxigênio com o propósito de otimizar o conteúdo do oxigênio na sua estrutura de maneira a atingir o máximo valor de T_c .

A transição normal-supercondutor da amostra foi caracterizada por meio de medidas de magnetização dc em função da temperatura, $M(T)$ para campo magnético fixo. Estas ocorreram com o auxílio de um magnetômetro de SQUID localizado no laboratório de Magnetismo e Supercondutividade da UFRGS, cujos pesquisadores os integrantes do LMS mantêm estreita colaboração científica.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3.1 destaca o resultado obtido para a transição normal-supercondutor da amostra policristalina de $\text{CaLaBaCu}_3\text{O}_{7-\delta}$ obtida neste trabalho. A caracterização dessa transição ocorreu por meio das medidas de magnetização FCC (Field Cooled Cooling), $M_{\text{FCC}}(T)$ e ZFC (Zero Field Cooled), $M_{\text{ZFC}}(T)$ quando um campo magnético de $H = 10 \text{ Oe}$ foi aplicado.

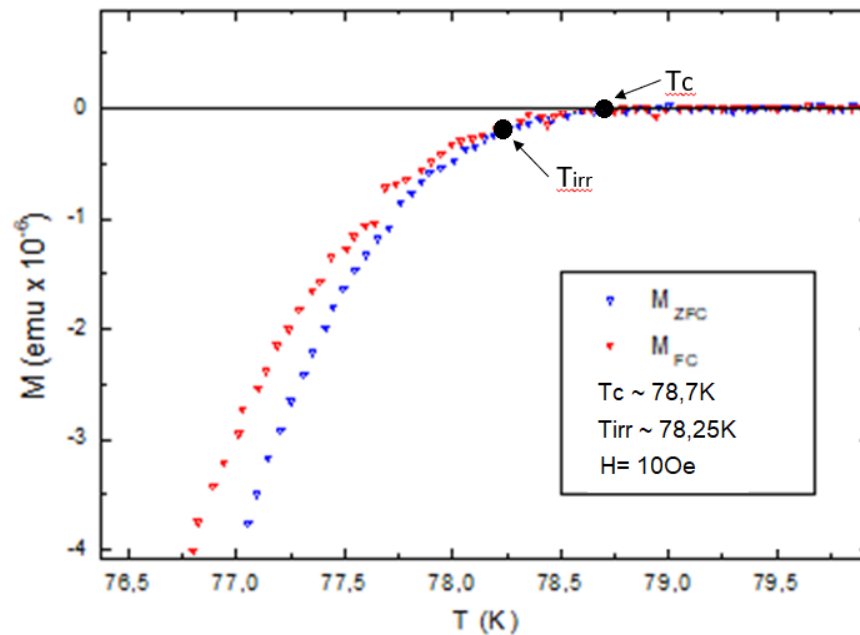


Figura 3.1: Curvas de $M_{FCC}(T)$ e $M_{ZFC}(T)$, respectivamente para a amostra policristalina de CLBCO produzida neste trabalho quando $H = 10\text{Oe}$ foi aplicado.

O valor de T_c é determinado a partir do desvio da reta base em $M(T) = 0$. O valor de $T_c \sim 78,7\text{K}$ está de acordo com valores reportados na literatura para esta amostra. (RADOUSKY, 1989) Além disso, o efeito Meissner o qual é uma das características que particularizam o material como um supercondutor, se manifesta no comportamento de $M_{FCC}(T)$. (CORREDOR, 2003)

É válido destacar que o comportamento diamagnético exibido pelas curvas $M_{ZFC}(T)$ e $M_{FCC}(T)$ a partir de $T < T_c$ é também característico de um supercondutor policristalino, assim como a não coincidência entre os comportamentos de $M_{ZFC}(T)$ e $M_{FCC}(T)$ observada a partir de uma temperatura, denominada de temperatura de irreversibilidade magnética, T_{irr} , onde $T_{irr} < T_c$. (LYROT, 1991)

No que se refere ao comportamento diamagnético de $M(T)$ observado para $T < T_c$ é esperado que nesta situação, correntes supercondutoras se estabeleçam na superfície da amostra o que irá colaborar para a observação dos comportamentos de blindagem, $M_{ZFC}(T)$ e expulsão, $M_{FCC}(T)$ do fluxo magnético do interior do supercondutor. Por outro lado, a diferença entre os comportamentos de $M_{ZFC}(T)$ e $M_{FCC}(T)$ para $T < T_{irr}$ confirma o efeito de aprisionamento de uma fração do fluxo magnético no interior do material.

No momento, nesta mostra, medidas de magnetização para até $H \leq 20\text{kOe}$ aplicados estão em curso, bem como medidas de resistividade elétrica em função da temperatura e difração de raios x.

4. CONCLUSÕES

Durante a execução deste projeto de iniciação científica foi produzida, pela primeira vez no LSM da UFPel, uma amostra policristalina do supercondutor policristalino $\text{CaLaBaCu}_3\text{O}_{7-\delta}$ com $T_c \sim 78,7\text{K}$. O supercondutor em questão exibiu propriedades características de um supercondutor como o efeito Meissner e o aprisionamento de fluxo magnético. No momento, medidas de magnetização dc, resistividade elétrica em função da temperatura e difração de raios x estão em curso neste material.

A produção deste supercondutor no LMS da UFPel irá proporcionar a ampliação dos temas de pesquisa voltados a supercondutividade desenvolvidos pelos pesquisadores do grupo de pesquisa de estudos em magnetismo e supercondutividade da UFPel.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LYROT, Michael; PAVUNA, Davor. Introduction to Superconductivity and High T_c Materials. Singapore. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. s.n., 247p.

JORGENSEN, J.D. Defects and superconductivity in the cooper oxides. 6. Woodbury: s.n, june 1991. Pp. 34-40. Vol. 44.

RADOUSKY, H.B; HAHN, P.A; BERNARDEZ, L; COSTANTINO, M; PENG, J.L; KLAVINS, P; SHELTON, R.N; Preparation, characterization, and superconducting properties of tetragonal $\text{LaBaCaCu}_3\text{O}_{7-\delta}$. Physical Review B. Vol.39, n.13, p. 9074-9078.

CORREDOR, L.T; TÉLLEZ, D.A.L; ROJAS, J.R; AGUIAR, J.A. Structural Properties of $\text{LaBaCaCu}_3\text{O}_{7-\delta}$ Single Crystals Grown by Self-Flux Method. Brazilian Journal of Physics. Vol.33, n.4, p.733-736.

YAMAYA, K; YAGI, T; OKAJIMA, Y. Transport Properties near Superconducting-Nonsuperconducting Phase Boundary in $\text{CaLaBaCu}_3\text{O}_y$. Solid State Communications, Vol. 87, n.12, p.1113-1116.