

## ESTUDO DAS PROPRIEDADES MAGNÉTICAS E DE TRANSPORTE EM SUPERCONDUTORES DE ALTA TEMPERATURA CRÍTICA

de OLIVEIRA, Catiane Picanço<sup>1</sup>; DIAS, Fábio Teixeira<sup>1</sup>; MENARÉ, Luiz Rafael Krüger<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UFPEL, Instituto de Física e Matemática, Curso de Licenciatura em Física.  
ktiapcanco@hotmail.com

### 1 INTRODUÇÃO

Por ser um supercondutor de alta temperatura crítica, o  $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$  (YBaCuO) é um dos materiais mais estudados atualmente, apresentando uma transição supercondutora em 92 K ( $\sim -181^\circ C$ ).

Neste trabalho será apresentado o processo de fabricação de amostras policristalinas supercondutoras de YBaCuO através da técnica de sinterização, preparadas no Laboratório de Materiais Supercondutores, instalado no Departamento de Física da Universidade Federal de Pelotas.

O objetivo é produzir amostras supercondutoras de boa qualidade para caracterização de suas propriedades elétricas e magnéticas.

### 2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

Para a preparação das amostras policristalinas sinterizadas de YBaCuO utilizamos um pó comercial, que foi doado ao laboratório através de colaboração com a empresa DIOPMA ([www.diopma.org](http://www.diopma.org)) sediada em Barcelona e também em colaboração com o pesquisador Joan Josep Roa Rovira, atualmente na França e responsável pela doação dos pós comerciais utilizados neste projeto. Com o objetivo de melhoria das propriedades supercondutoras do material, as amostras foram dopadas com a fase não supercondutora  $Y_2Ba_1Cu_1O_5$ , também chamada de fase Y211 ou fase verde.

Neste projeto foram preparadas três amostras supercondutoras, sendo a primeira que chamamos de pura (sem adição de fases secundárias), a segunda com uma adição de 17% em peso da fase  $Y_2Ba_1Cu_1O_5$  e a terceira com adição de 30% em peso de  $Y_2Ba_1Cu_1O_5$ .

Para a fabricação destas amostras existem algumas etapas a serem seguidas. Inicialmente os compostos são pesados em balança analítica (Fig. 1a), a seguir misturados, e posteriormente é utilizado o processo de maceração em um gral de ágata (Fig. 1b). A maceração tem por objetivo uma homogeneização dos pós de YBaCuO e Y211. A seguir os compostos são prensados (Fig. 1c), adquirindo com isso a forma de uma pastilha cilíndrica (Fig. 1d). Após estas etapas realiza-se o processo de sinterização propriamente dito, com temperaturas em torno de  $950^\circ C$ . A seguir a amostra é resfriada lentamente até  $600^\circ C$ . É durante este processo que ocorre a transição da fase tetragonal para a fase ortorrômbica, necessária para a otimização das propriedades supercondutoras. Posteriormente o material passa pela etapa de oxigenação, para melhorar suas propriedades supercondutoras e elevar a temperatura de transição supercondutora.

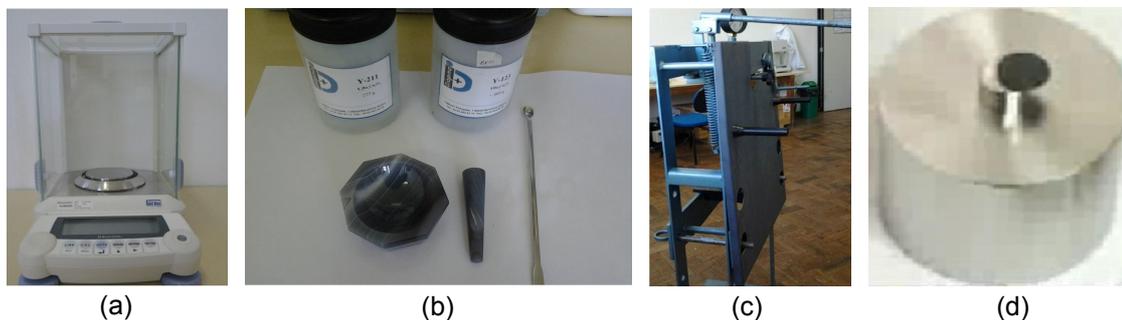


Figura 1 – (a) Balança analítica, (b) material para maceração e (c) prensa hidráulica usados na preparação das amostras. (d) Pastilha de YBaCuO junto com parte do pastilhador.

O forno precisou passar por diversas calibrações durante o crescimento das amostras, de modo a termos certeza da temperatura exata no local onde a amostra se encontrava, cuja posição nem sempre coincidia com a posição do controlador de temperatura do forno. Esta calibração se fez necessária também pelo fato da presença de gradientes de temperatura no interior do forno. A Fig. 2 apresenta um gráfico com o ajuste dos dados experimentais lidos no controlador do forno e os dados reais de temperatura aferidos. Para cada nova amostra crescida era feita uma nova calibração para determinação da temperatura real no interior do forno, com posterior correção durante a programação do controlador.

### Calibração do forno

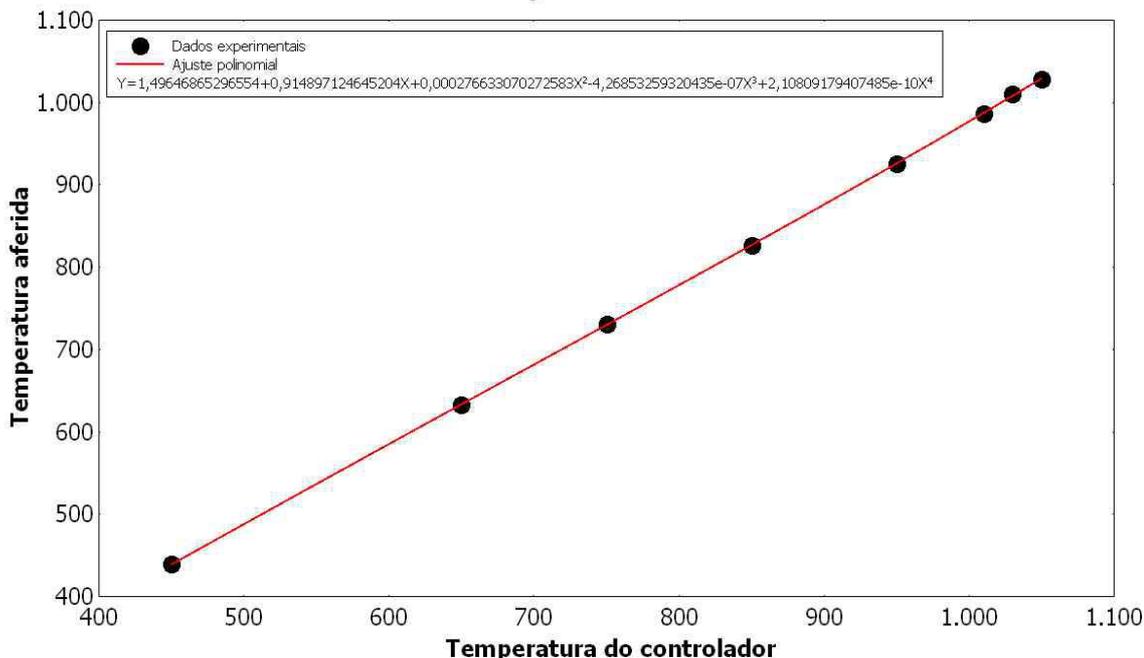


Figura 2 – Curva de calibração do forno usado no crescimento das amostras.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Fig. 3 apresenta imagens de microscopia ótica feitas nas amostras pura (Fig. 3a), 17% (Fig. 3b) e 30% de Y211 (Fig. 3c).

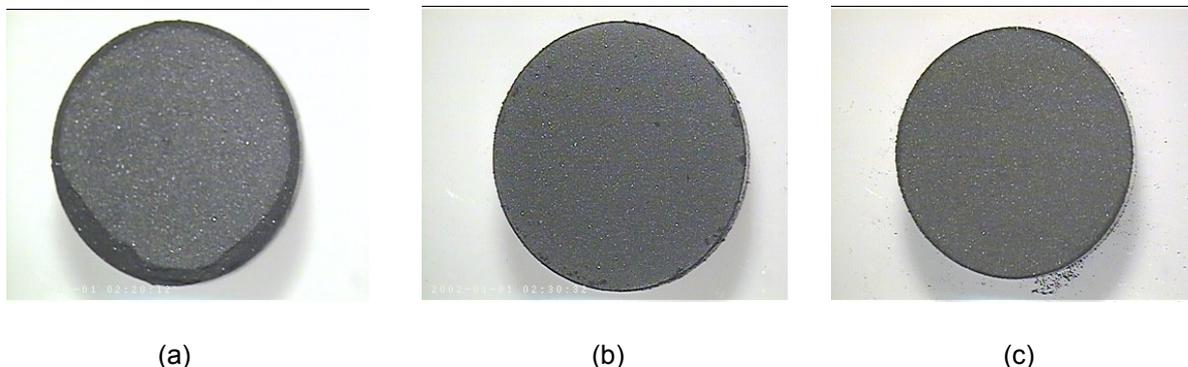


Figura 3 – Imagens de microscopia ótica feitas nas amostras pura (a), 17% (b) e 30% de Y211 (c).

Embora as amostras sejam aparentemente homogêneas, inúmeras rachaduras puderam ser observadas na sua superfície, com uma análise mais detalhada das imagens obtidas, as quais se encontram representadas na Fig. 4 para as 3 amostras.

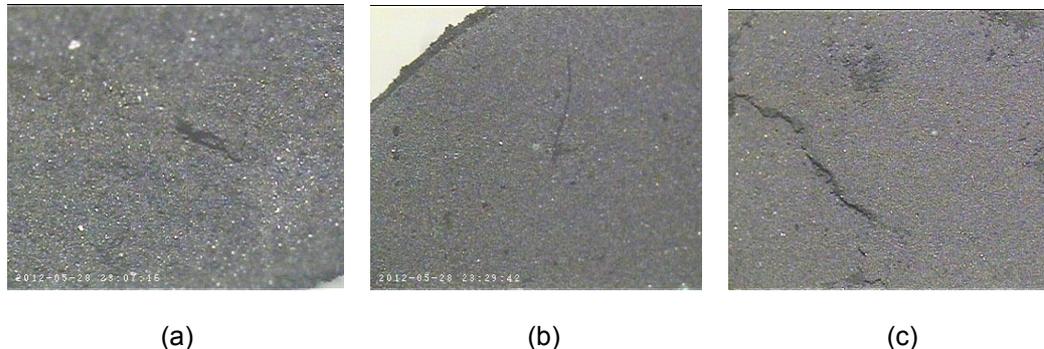


Figura 4 – Imagens de microscopia ótica feitas nas amostras pura (a), 17% (b) e 30% de Y211 (c) nas quais é possível observar rachaduras ao longo de sua superfície.

Estas rachaduras são esperadas em amostras com duas fases diferentes, devido às diferenças no coeficiente de expansão térmica de ambas as fases. Assim sendo, durante o resfriamento das mesmas no forno, surgem rachaduras. O curioso foi a observação de rachaduras na amostra pura, visto que a mesma não apresenta a fase Y211 em sua matriz. Algumas rachaduras foram observadas em outras amostras fabricadas no laboratório e foram atribuídas a irregularidades na superfície do pastilhador empregado. Isto pode reforçar a observação de rachaduras nas nossas 3 amostras, em especial na amostra pura, na qual este comportamento não era esperado.

## 4 CONCLUSÃO

Durante o processo de produção das amostras tivemos vários problemas relacionados ao forno e a prensa utilizados. Muitas amostras apresentaram rachaduras devido à irregularidades na distribuição da pressão no pastilhador e também à presença da fase não-supercondutora Y211. Devido a estes contratempos, e as constantes faltas de energia elétrica, não foi possível, no período estabelecido, alcançar totalmente os nossos objetivos preestabelecidos, os quais seriam a posterior caracterização elétrica e magnética destas amostras. Porém, com os dados que já obtivemos podemos dizer que estas amostras poderão ser utilizadas em um momento posterior para tais estudos, dado a boa qualidade das mesmas. As rachaduras existentes não inviabilizam a utilização posterior destas amostras, pois as mesmas deverão ser cortadas para as futuras medidas elétricas, de modo que desta maneira serão escolhidas somente regiões livre de rachaduras para tais experimentos.

## 5 REFERÊNCIAS

TINKHAM, Michael. Resistive transition of high-temperature superconductors. **Physical Review Letters**, Woodbury, v. 61, 1658-1661, 1988.

DIAS, Fábio Teixeira. **Efeito Meissner Paramagnético e Magnetocondutividade em Supercondutores de YBaCuO Texturizado**. 2003. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

VIEIRA, Valdemar das Neves. **Efeitos da substituição química na irreversibilidade magnética e magnetocondutividade do supercondutor YBaCuO**. 2004. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

CYROT, Michel; PAVUNA, Davor. **Introduction to superconductivity and high-T<sub>c</sub> materials**. Singapore: World Scientific, 1992.

PUREUR, Paulo; OSTERMANN, Fernanda. **Supercondutividade**. Livraria da Física, 2005.

COSTA, Rosângela Menegotto. **Flutuações na condutividade elétrica do YBaCuO na presença de campo magnético**. 1993. Dissertação (Mestrado em Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.