

# CARACTERIZAÇÃO ELETRICA E ESTRUTURAL DO SISTEMA CERÂMICO SUPERCONDUTOR *Ag/YBCO*.

Vitor Diego Lima da Silva,  
Elisabete Aparecida Andrello Rubo, Deyse Iara dos Santos – Exatas – Físicas – Departamento de Física – Faculdade de Ciências – Campus de Bauru.

Supercondutores são elementos, ligas ou compostos que conduzem eletricidade sem resistência quando resfriados abaixo de uma certa temperatura (temperatura crítica). A descoberta desse fenômeno ocorreu em 1911, após o experimento de liquefação de hélio, quando Kamerlingh Onnes verificou que a resistência do mercúrio caía abruptamente a zero à temperatura de 4,2K. Em 1986 foi descoberta a cerâmica supercondutora, que era formada pelo óxido de Lantânio-Bário-Cobre e sua temperatura crítica era de 30K. Mas foi em 1987 que o Lantânio foi substituído pelo Ítrio criando o composto YBCO que possui uma grande potencial para aplicações tecnológicas devido a mais alta densidade de corrente ( $J_c$ ) e campo magnético crítico ( $H_c$ ) em relação aos outros sistemas, pela baixa toxicidade em relação ao sistema a base de Tálho e por possuir uma temperatura crítica acima da temperatura do nitrogênio líquido (77K). Neste trabalho produzimos e caracterizamos pastilhas de Ag/YBCO com 0, 5, 10 e 20% em peso de Ag, com o objetivo de verificar a influência da Ag nas propriedades do sistema. O sistema  $YBa_2Cu_3O_{(7-x)}$  pode apresentar diferentes temperaturas críticas em função de teor de oxigênio presente nas amostras. Para  $T_c = 90K$ , tem-se:  $0 < x < 0,5$ . A estrutura cristalina da fase de mais alta temperatura crítica é ortorrômbica com parâmetros de rede iguais a:  $a = 3,8231$ ;  $b = 3,864$  e  $c = 11,6807\text{\AA}$ . Provavelmente, as camadas de Cobre-Oxigênio presentes na estrutura são responsáveis pelas propriedades supercondutoras.

O processo para a obtenção do composto Ag:YBCO foi feito através da pesagem e mistura dos óxidos precursores: óxido de Ítrio( $Y_2O_3$ ), óxido de Bário(BaO) e óxido de Cobre(CuO), estequiometricamente calculados com o objetivo de se obter 30g da fase Y:123 do composto YBCO. Com o auxílio de um moinho de bolas, o pó passou pela etapa de moagem por 24 horas. Nesse processo foram utilizados esferas de zircônio e álcool isopropílico. A calcinação, feita em mufla EDG, foi dividida em duas etapas. Na primeira etapa, a amostra foi aquecida a 350°C por 15 horas e, em seguida, a 890°C por 24 horas, sendo esta segunda etapa realizada por 04 vezes. Ambas as etapas tiveram uma taxa de aquecimento de 10°C/min e o resfriamento feito lentamente. O próximo passo do processamento cerâmico das amostras foi à adição de Prata, onde o pó precursor foi dividido em oito porções de 3,5g cada e adicionou-se respectivamente 0, 5, 10 e 20% em mol de Prata de duas diferentes granulações, a saber, 0,5 e 1µm, utilizando-se Prata metálica (Strem Chemicals) com 99,9% de pureza. Após a mistura com a Prata metálica, as amostras na forma de pó, foram novamente tratadas termicamente a 350°C por 15 horas. O processo de conformação foi realizado em prensagem uniaxial a frio com um pastilhador de aço inox. O programa utilizado para a prensagem foi o seguinte: 1 tonelada por 1 minuto, 2 toneladas por 1 minuto, 3 toneladas por 1 minuto e 4 toneladas por 5 minutos. A sinterização foi feita a 910°C por 24 horas, a uma taxa de aquecimento de 50°C/min, com fluxo de oxigênio de 40ml/min e resfriamento lento ao final do programa. Ao término do processo de preparação foram obtidas pastilhas de 10mm de diâmetro e, aproximadamente, 3mm de espessura, com massa de  $(1,00 \pm 0,05)g$ .

Ao final do processamento, disponibilizou-se para caracterização, dois grupos de quatro amostras típicas cada um: amostras impurificadas com 0, 5, 10 e 20% em mol de Ag de 0,5 e 1µm de diâmetro. A determinação das fases presentes nas amostras foi feita através da Difração de Raios X (método do pó) e a caracterização elétrica utilizando-se medidas de resistividade elétrica (técnica das quatro pontas).

Ao comparar os difratogramas dos dois diferentes grupos de amostras observou-se que, para ambos os diâmetros de Prata utilizados, o aumento crescente da concentração de Ag (0, 5, 10 e 20% em mol), causou uma diminuição da fase Y:123 e um aumento da fase Y:212 de mais baixa temperatura crítica. Também, foi possível verificar o aparecimento dos picos de Prata nas amostras com maior concentração.

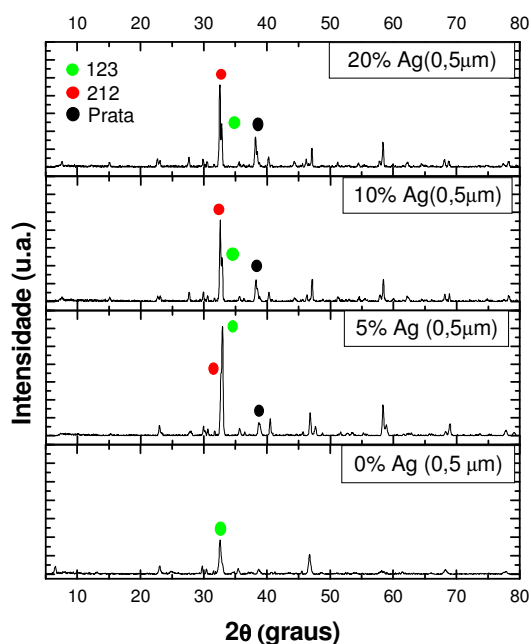


Gráfico 1. Difractogramas das amostras impurificadas com Ag de 0,5µm de diâmetro

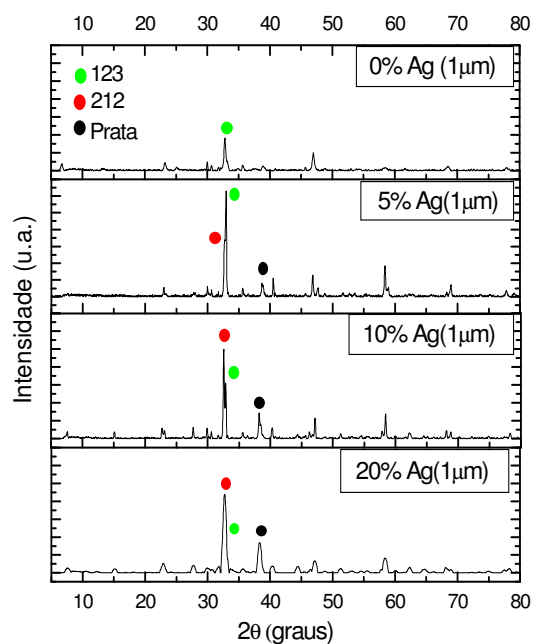


Gráfico 2. Difractogramas das amostras impurificadas com Ag de 1µm de diâmetro

Em relação às medidas de resistividade elétrica, no grupo das amostras impurificadas com Prata de diâmetro menor (0,5µm) é possível observar que a amostra com 5% de Prata apresenta uma transição abrupta para o estado supercondutor, enquanto que a amostra impurificada com 20% apresenta a transição numa larga faixa de temperatura, indicando a presença simultânea de fases de diferentes temperaturas críticas, confirmando os resultados de Difração de Raios X.

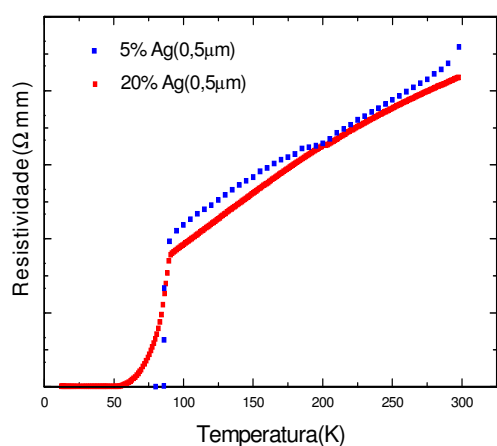


Gráfico 3. Curvas de ( $\rho \times T$ ) para amostras com 5 e 20% em mol de Prata metálica de 0,5µm de diâmetro.

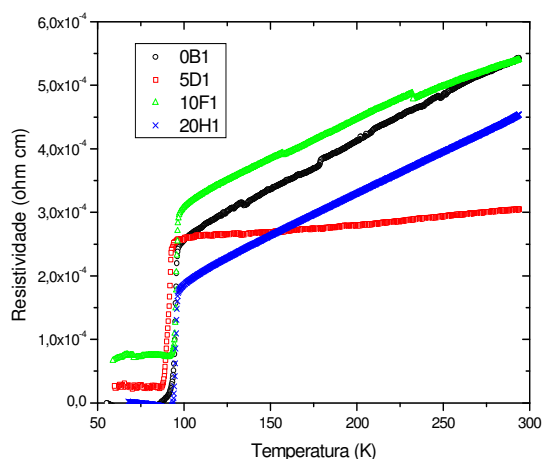


Gráfico 4. Curvas de ( $\rho \times T$ ) para amostras com 0, 5, 10 e 20% em mol de Prata metálica de 1µm de diâmetro.

Porém, no grupo de amostras impurificadas com Prata de maior diâmetro (1 $\mu$ m), essa observação não foi possível, pois todas as amostras apresentaram a mesma queda na resistividade à temperatura em torno de 90K, indicando a presença da fase Y:123. Ocorre que, provavelmente, nessas amostras, a corrente encontrou um caminho de grãos interconectados da fase de maior temperatura crítica, não precisando atravessar grãos da fase de menor temperatura crítica. Esse fato não contraria o resultado observado nos difratogramas pois a medida de resistividade elétrica não é necessariamente representativa do comportamento de todo o volume da amostra.

Variações quanto ao patamar de resistividade para as amostras após a transição supercondutora (Gráfico 4) podem ser atribuídas às dificuldades na realização da medida quanto à questão de resistividade devido aos contatos elétricos.

Medidas de Microscopia Eletrônica de Varredura poderão ser feitas para se observar se a Prata metálica se deposita na região de contorno de grão.

### **Referências Bibliográficas**

1. Pathak L. C. Mishra S.K. Bhattacharija D. Chopra K. L. J. Mat. Sci. Let. , **16**, 1208-1211, 1997.
2. Fran Z. G. Shan Y. Q. Wang X. Y. Soh D. W. Zhao Z. X. Phisica C. **282-287**, 495-496 1997.
3. Salib S. Vipulanadan C. App. Superconductivity , 3 , 5 , 259-267 , 1995.
4. Mayo J. L. Supercondutividade: o limiar de uma nova tecnologia. São Paulo, McGraw-Hill, Newstec, 1989.