

AMOSTRAS SUPERCONDUTORAS DE YBCO SINTERIZADO OBTIDAS ATRAVÉS DE
DIFERENTES PRECURSORES
JÚLIA FARIAS FERREIRA¹; GABRIEL MARTINS DOS SANTOS²; FÁBIO
TEIXEIRA DIAS³

¹Universidade Federal de Pelotas – ferreirafariasjulia@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas– gabrielmartinsantos1@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – diasft@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O fenômeno da supercondutividade foi observado em 1911 por Heike Kamerling Onnes. Trata-se do desaparecimento da resistência elétrica em materiais supercondutores quando estão abaixo de uma certa temperatura, denominada temperatura crítica T_c .

Com a descoberta da supercondutividade passou-se a buscar o fenômeno em vários materiais, especialmente nos metais que são condutores de eletricidade. No decorrer dos anos foram descobertos diversos materiais que apresentavam o fenômeno quando submetidos a determinadas temperaturas, inclusive materiais isolantes elétricos no estado normal e os supercondutores foram classificados em duas categorias de acordo com as suas propriedades específicas: Tipo 1 (baixa temperatura) e Tipo 2 (alta temperatura). Os supercondutores do Tipo 1 foram descritos através da teoria BCS. Essa teoria foi desenvolvida em 1957 por John Bardeen, Leon Cooper e John Schrieffer. Por outro lado, para os supercondutores do Tipo 2 ainda há o desafio de desenvolver uma teoria microscópica que descreva o fenômeno da supercondutividade em altas temperaturas.

Os supercondutores do Tipo 2 foram observados pela primeira vez em 1986, quando Karl Alex Müller e George Bednorz anunciaram a ocorrência de supercondutividade num composto complexo a uma temperatura de aproximadamente 30K, a fórmula química do composto é $La_{2-x}AxCuO_4$. Posteriormente, em 1987 Müller e Bednorz fizeram a descoberta do YBCO, o qual apresenta temperatura crítica de aproximadamente 92K (OSTERMANN E PUREUR, 2005).

Neste trabalho serão analisadas as propriedades de amostras supercondutoras do Tipo 2, os supercondutores da família YBaCuO, aqueles que não possuem uma transição abrupta e possuem três estados, o Meissner, o misto e o normal. Foram fabricados cupratos de $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ através da técnica reação em estado sólido. Essa técnica baseia-se na combinação de três compostos precursores em alta temperatura para produzir um supercondutor, neste caso foram utilizados os compostos óxido de ítrio (Y_2O_3), o carbonato de bário ($BaCO_3$) e o monóxido de cobre (CuO). Em uma das amostras foram utilizados os pós comerciais (Diopma-Barcelona) e foi adicionada a fase Y_2BaCuO_5 (Y211), sendo dopada com 30% buscando visualizar a influência dessa fase no aprisionamento do fluxo magnético no interior da amostra.

2. METODOLOGIA

O primeiro passo para o desenvolvimento desta pesquisa foi a realização de uma revisão bibliográfica. Foram feitas leituras de artigos e capítulos de teses, de forma a adquirir a compreensão do tema a ser estudado e conhecer os trabalhos

que foram desenvolvidos na área. Além das leituras, foram feitas reuniões com o orientador a fim de discutir os tópicos e aprofundar o conhecimento na área.

Após a contextualização do tema de pesquisa e a familiarização com a área, foram realizadas leituras abordando as técnicas para a fabricação de amostras supercondutoras, especialmente do YBCO, o qual é objeto de estudo desta pesquisa.

Para dar início ao trabalho experimental inicialmente foi apresentado o laboratório e os equipamentos que são utilizados para a fabricação de uma amostra supercondutora.

Para a primeira amostra foram utilizados os pós comerciais. A amostra teve como massa teórica 800mg , sendo 70% do pó Y-123 (560mg) e 30% do pó Y-211 (240mg). As amostras que foram fabricadas posteriormente foram puras e foram utilizados os óxidos individuais, tendo massa de aproximadamente $1145,8\text{mg}$.

Na primeira etapa para fabricação das amostras foi utilizada uma balança de precisão que pode ser observada na Figura 1 (a) que teve como finalidade a obtenção das medidas das massas dos pós. Na segunda etapa foi realizada a maceração, a fim de obter maior homogeneização do pó, para esse procedimento foi utilizado o almofariz de ágata. Na terceira etapa foi realizado o processo de calcinação utilizando o forno industrial presente na Figura 1 (b) colocando os pós dentro de um cadinho de alumina (Al_2O_3). E por fim, na quarta etapa as amostras foram colocadas em um pastilhador presente na Figura 1 (c) a fim de obter pastilhas de 1cm , as quais posteriormente foram prensadas em uma prensa hidráulica e após foram levadas ao forno para a sinterização.

Após o procedimento citado, observa-se na Figura 1 (d) as três amostras que foram fabricadas, sendo a primeira dopada com a fase Y211 e as outras duas puras e fabricadas com os óxidos individuais.



Figura 1: (a) Balança de precisão e Almofariz de ágata. (b) Forno industrial. (c) Pastilhador. (d) Amostras

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os supercondutores do Tipo 1 possuem apenas dois estados de atuação, o estado Meissner e o estado normal. Entretanto os supercondutores do Tipo 2 apresentam 3 estados, o estado Meissner, o misto e o normal. A maioria dos supercondutores são os do Tipo 2 e estes são os mais utilizados para aplicações tecnológicas.

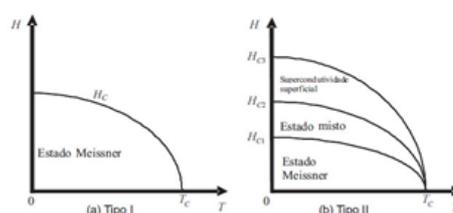


Figura 2: Diagrama de Fase para Supercondutores do Tipo I e II. Costa e Pavão (2012)

Como pode ser observado na Figura 2 na região entre os campos críticos H_{c1} e H_{c3} é estabelecido um estado denominado de estado misto. Neste estado ocorre penetração parcial do fluxo magnético no material (OSTERMANN E PUREUR, 2005).

No estado misto se forma um filamento (denominado como caroço) com uma estrutura cilíndrica muito longa com orientação paralela à direção das linhas de indução do campo aplicado, o diâmetro do cilindro tem dimensão muito pequena (*entre 10 e 100nm*), toda a estrutura é denominada como vórtice. Em torno do caroço circulam supercorrentes de blindagem, as quais se distribuem na casca cilíndrica. As correntes blindam o campo magnético em pontos afastados do eixo do cilindro.

Em um supercondutor observamos uma rede de vórtices, a qual o número de vórtices é relacionado com a intensidade do campo magnético aplicado. Os vórtices interagem repulsivamente uns com os outros, formando um arranjo do tipo rede cristalina. O movimento dos vórtices exige energia, conseqüentemente o supercondutor se comporta como se houvesse uma resistência produzindo uma degradação da corrente de transporte. Em um supercondutor real os materiais apresentam inhomogeneidades na estrutura que são eficientes para aprisionar as linhas de fluxo magnético.

Na primeira amostra foi adicionada a fase Y211 com o objetivo de servir de regiões de aprisionamento do fluxo magnético dentro do supercondutor.

A sua fabricação consistiu no método de sinterização em que primeiramente fez-se uma maceração de 30min buscando obter a maior homogeneização possível do pó, após foi levada ao forno para a primeira calcinação. A rampa utilizada pode ser observada na Figura 3 (a).

Durante o primeiro tratamento térmico formou-se o composto $YBa_2Cu_3O_6$ e ocorreu a liberação de carbono e oxigênio em excesso, durante a oxigenação o composto transformou-se no supercondutor $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$. O segundo tratamento consistiu em realizar uma segunda calcinação repetindo a mesma programação no forno a fim de reduzir o composto a um pó fino para que possa ser prensado.

O terceiro e último tratamento térmico consistiu na sinterização. A rampa utilizada pode ser observada através da Figura 3 (b).

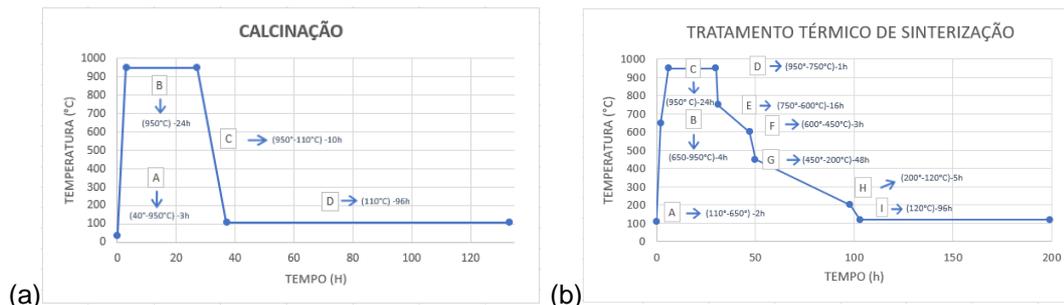


Figura 3: (a) Processo de Calcinação. (b) Tratamento Térmico de Sinterização.

A sinterização ocorre em três estágios. O primeiro em que a amostra sofre difusão na superfície e evaporação, o segundo ocorre a diminuição da porosidade e inicia-se o crescimento dos grãos e no último que prossegue o crescimento dos grãos e a porosidade diminui ainda mais (SCHNEIDER et. al, 2018).

Após a primeira amostra dopada fabricada com os pós comerciais incluindo 30% da fase Y211 foram realizadas mais duas amostras puras com os óxidos individuais, utilizando as mesmas rampas de calcinação e sinterização ilustradas nas Figuras 3 (a) e 3 (b).

4. CONCLUSÕES

Através da realização da leitura bibliográfica e das orientações passadas pelo professor foi possível fabricar três amostras e compreender o processo de síntese de uma amostra supercondutora e a técnica utilizada. Os próximos passos serão visitar a Universidade Federal do Rio Grande (FURG) para fazer um raio-x visando verificar o grau de pureza e identificar as fases das amostras. Espera-se que nas amostras puras não tenha havido contaminação e que na dopada tenha sido produzida a fase Y211 para aprisionamento do fluxo magnético.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, Marconi B.S.; PAVÃO, Antonio C. Supercondutividade: um século de desafios e superação. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, ed. 2, Junho 2012.

DIAS, Fábio Teixeira, et. al. **Efeito Meissner Paramagnético e Magnetocondutividade em Supercondutores de $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ Texturizado**, 2003. Tese (Doutorado em Física) – Curso de Pós-graduação em Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

OSTERMANN, Fernanda; PUREUR, Paulo. **Supercondutividade: Temas Atuais de Física**. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2005. 78 p. v. 1.

SCHNEIDER, Renata Belmudes, et. al. CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, XXVII. 2018, Universidade Federal de Pelotas. **A SINTERIZAÇÃO DO COMPOSTO SUPERCONDUTOR $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ – PROCESSOS E CARACTERÍSTICAS**, 2018. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/cic/anais/anais-2018/>. Acesso em: 3 ago. 2022.