

INVESTIGAÇÃO DAS PROPRIEDADES DE TRANSPORTE ELÉTRICO EM SUPERCONDUTORES PARA APLICAÇÕES NO SETOR ELÉTRICO

Thais Aparecida Lopes dos Reis ¹, Lia Souza Coelho ², Ana Carolina de Léo Silva ³ & Marcelo Azevedo Neves ⁴

1. Aluna de Iniciação Científica Bolsista FAPUR (P&D ANEEL SUPERCABO), Discente do Curso de Licenciatura em Física, ICE/UFRRJ; 2. MSc., Discente do Programa de Pós-Graduação (Doutorado) do Instituto de Zootecnia/UFRRJ; 3. MSc., Discente do Programa de Pós-Graduação (Doutorado) do Instituto de Física Armando Dias Tavares/UERJ; 4 Professor do DEFIS/ICE/UFRRJ.

Palavras-chave: supercondutores; curva I-V; corrente crítica.

Introdução

O Projeto consiste em realizar uma investigação comparativa entre os comportamentos elétricos de fitas supercondutoras de segunda geração (2G) e peças maciças policristalinas do material supercondutor $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ (“Y-123”). Em ambos os tipos de materiais, as amostras se encontram na forma de compósitos. No caso das fitas 2G, o Y-123 consiste em uma camada de $1 \mu\text{m} \times 4 \text{mm}$, depositada sobre um sistema multicamadas para promover sua texturização, e recoberta com prata e por fim com cobre, tendo também inclusões dispersas de zircônia em escala nanométrica. A texturização consiste em obter uma alta qualidade na conexão entre os grãos dos materiais e uma excelente orientação cristalina entre estes. No caso da peça maciça policristalina, a matriz é o Y-123, que coexiste com a fase Y_2BaCuO_y (“fase verde”). Supercondutores são materiais que podem manifestar resistência elétrica nula e blindagem de campo magnético. Para aplicações no setor de energia, melhorando a eficiência na transmissão, distribuição e consumo da energia elétrica, tais materiais só são úteis com defeitos estruturais que aprisionam os chamados “vórtices de Abrikosov”, que podem ser entendidos como nanoestruturas magnéticas dinâmicas (espiras de “super corrente” com diâmetro da ordem de nanômetros), gerados pelo campo magnético presente na amostra (por aplicação externa ou originados pela corrente transportada). Se os vórtices se moverem, sob presença de uma corrente elétrica aplicada, dita corrente crítica I_c , ocorre dissipação da potência despachada. Logo, mesmo em estado supercondutor, sem centros de aprisionamento eficientes um material supercondutor pode dissipar energia. A razão entre a I_c e a área de seção reta transversal de material supercondutor define a densidade de corrente crítica (média) J_c . Já a razão entre a I_c e a área da seção reta transversal total da fita define a densidade de corrente crítica (média) de engenharia J_e . Ambos os parâmetros são fundamentais para aplicação de materiais supercondutores em sistemas elétricos. Os resultados deste Projeto de Iniciação Científica se articulam com os do Projeto Institucional SUPERCABO (P&D ANEEL-CEMIG-CTEEP-TAESA-TBE-UFRRJ-FAPUR) coordenado pelo Orientador (M. A. Neves).

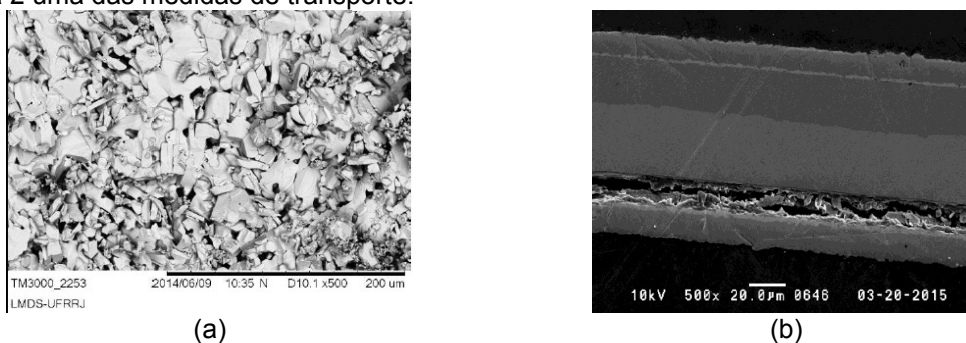
Metodologia

A metodologia de pesquisa consistiu em utilizar fita 2G comercial (da empresa SUPERPOWER) e peças maciças policristalinas produzidas por uma das colaboradoras deste trabalho (A.C. de Léo). Uma primeira etapa consistiu em avaliar a microestrutura da fita 2G e de amostra maciça policristalina com o supercondutor Y-123, usando microscopia eletrônica de varredura. Esta etapa foi realizada usando equipamentos disponíveis na UFRRJ/Seropédica (MEV HITACHI TM-3000, no LMDS-Laboratório de Materiais e Dispositivos Supercondutores) e na UNESP/Araraquara (MEV Topcon SM300, no LME-Laboratório de Microscopia Eletrônica). Outra etapa foi a caracterização destas amostras quanto ao transporte de corrente elétrica, usando duas técnicas. A primeira técnica foi a medida da resistividade elétrica com a temperatura, a “curva $\rho(T)$ ” para determinar a temperatura (dita crítica) T_c em que o estado de supercondutividade se manifesta sob presença de corrente de transporte. Este equipamento foi disponibilizado pelo CBPF – Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rio de Janeiro. A segunda técnica foi a obtenção da curva característica corrente vs. voltagem, ou curva $I(V)$ destas

amostras, usando o método de quatro pontas, na qual, segundo o critério padronizado, para uma voltagem entre terminais valendo $1 \mu\text{V}/\text{cm}$ na curva $I(V)$, a corrente associada é a corrente crítica I_c . Este equipamento foi desenvolvido no LMDS-UFRRJ.

Resultados e Discussão

O conjunto de resultados consiste em: imagem das microestruturas usando MEV, Curvas $\rho(T)$ e curvas $I(V)$. De forma representativa deste conjunto de resultados, apresentam-se na figura 1 algumas microscopias das amostras, revelando a alta texturização presente na fita 2G e na figura 2 uma das medidas de transporte.



(a) Amostra policristalina; (b) Fita 2G.

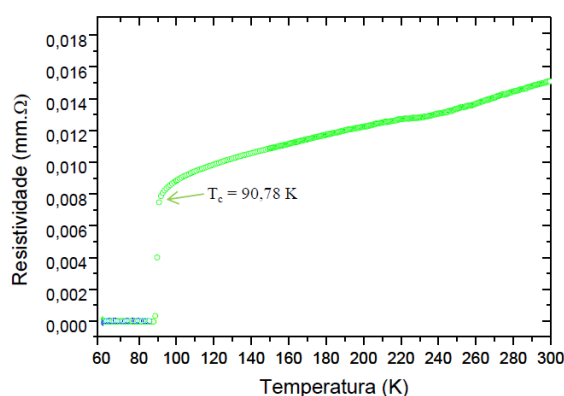


Figura 2: Curva $\rho(T)$ para a amostra policristalina.

Os resultados obtidos demonstraram que o material supercondutor no formato das fitas 2G tem as características mais desejáveis para uso no despacho de potência em sistemas elétricos: alinhamento e conexão de grãos (textura) e altos valores nos parâmetros críticos.

Conclusão

As fitas 2G e as amostras policristalinas têm comportamentos diferentes, notoriamente quanto a microestrutura (presença da texturização). Foi possível realizar o levantamento dos parâmetros críticos nas fitas 2G que serão utilizadas no projeto institucional P&D ANEEL SUPERCABO da UFRRJ com CEMIG, CTEEP, TAESA, TBE e FAPUR.

Referências Bibliográficas

- OSTERMANN, F.; PUREUR, P. Supercondutividade. São Paulo: Livraria da Física, 2005.
- GIOTTO, E. M.; SANTOS, I. A. Medidas de Resistividade Elétrica DC em Sólidos: como efetuá-las corretamente, Química Nova. vol. 25. pp. 639-647, 2002.
- IEC, International Standard IEC 61788-3 Superconductivity – Part 3: Critical current measurement, Genebra: International Electrotechnical Commission, 2006.
- QUEIROZ, A.; MAIA, F. O.; NEVES, M. A., BRANCO, L. M. C. Construção e Teste de Automação de Sistemas de Medição para Caracterização Elétrica de Supercondutores Usando LabVIEW, in: II RAIC, Seropédica: UFRRJ, 2014.