

Supercondutividade em Compósitos de Carbono-Vítreo e Enxofre

R. B. Merlo, R.R. da Silva, Y. Kopelevich.

INSTITUTO DE FÍSICA “GLEB WATAGHIN” - UNICAMP

Agência Financiadora: CNPq / PIBIC – UNICAMP

Palavras-chave: Supercondutividade, Carbono, Grafite

Resumo

Evidências experimentais de que a supercondutividade local em grafite pode ocorrer a temperaturas próximas ou até acima da temperatura ambiente [Y. Kopelevich et al., J. Low Temp. Phys. 119, 691 (2000)] atraíram muita atenção na comunidade científica (ver, p. ex., A. M. Black-Schaffer e S. Doniach, Phys. Rev. B 75,134512 (2007) e C. Honerkamp, Phys. Rev. Lett. 100, 146404 (2008)). Também, foi observada a ocorrência de supercondutividade a alta temperatura (35 K) em amostras de grafite dopadas com enxofre [R. R. da Silva, J. H. S. Torres, Y. Kopelevich, Phys. Rev. Lett., 87, 147001, (2001)].

Neste trabalho, apresentamos um resultado inédito, onde medidas de magnetização realizadas em compósitos de carbono-vítreo e enxofre demonstram supercondutividade abaixo da temperatura crítica $T_c=3K$. Embora T_c não seja muito alta, os resultados mostram claramente a importância da estrutura grafítica para a ocorrência de supercondutividade em compósitos de C-S.

Introdução

Supercondutividade local com T_c entre 7 e 65 K foi observada em compósitos de grafite e enxofre [1-4]. Esses resultados indicam a ocorrência de supercondutividade em pequenas frações da amostra, possivelmente ilhas e/ou regiões da superfície da amostra. Essas observações sugerem que átomos adsorvidos na superfície da grafite pode disparar a supercondutividade e também o ferromagnetismo.

Neste trabalho, nos concentramos na observação de supercondutividade em compósitos de carbono-vítreo e enxofre (CV-S) e na possível origem relacionada à grafitização do carbono amorfo.

Preparação de amostras e difração de raios-x

Os compósitos de CV-S foram preparados a partir de uma mistura de carbono vítreo, pó esférico, 10-40 μm (99,99%) e enxofre em pó, ambos da empresa Aldrich Company Inc. A mistura foi prensada em forma de pastilha, encapsulada e mantida em vácuo em tubo de quartzo, e submetida a tratamento térmico de 800 °C por 24 h.

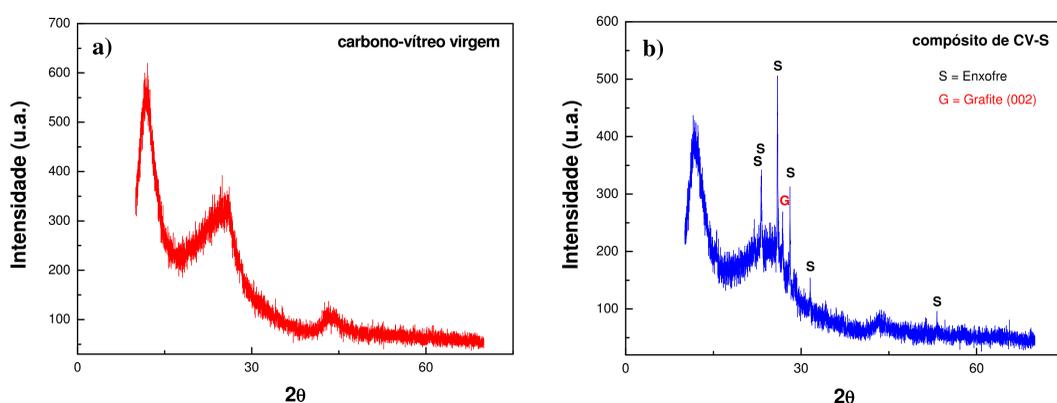


Fig. 1) Difratoogramas de raios-x para o carbono-vítreo virgem sem tratamento térmico (a) e para o compósito de CV-S (b).

O difratograma do compósito de CV-S (fig. 1b) apresenta estruturas cristalográficas ausentes no difratograma do carbono vítreo virgem amorfo (fig. 1a), em especial, um pico em $26,61^\circ$ característico da grafite. Esse pico sugere que ocorreu um processo de grafitização do carbono-vítreo.

Principais Resultados

As figuras 2 e 3 mostram medidas de magnetização nos regimes ZFC (zero-field-cooled) e FCC (field-cooled on cooling), realizadas em magnetômetro SQUID MPMS da Quantum Design. Inicialmente, a amostra era resfriada até 2 K sem campo magnético aplicado. Em seguida, aplicava-se o campo magnético e media-se a magnetização da amostra durante o aquecimento até 300 K (regime ZFC), e depois resfriando a amostra até 2 K com campo aplicado (regime FCC).

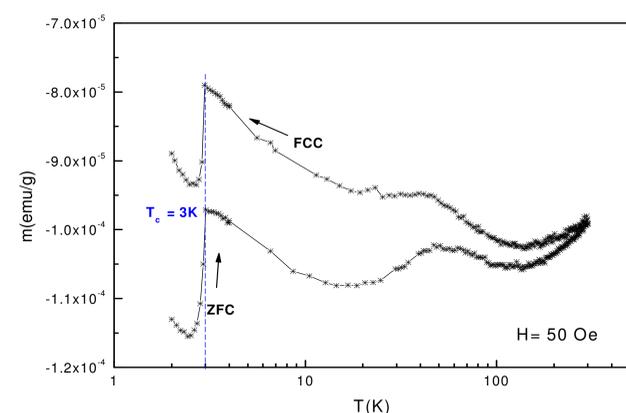


Fig. 2) Magnetização pela temperatura para o compósito de CV-S para um campo aplicado de 50 Oe, mostrando a temperatura de transição $T_c=3K$.

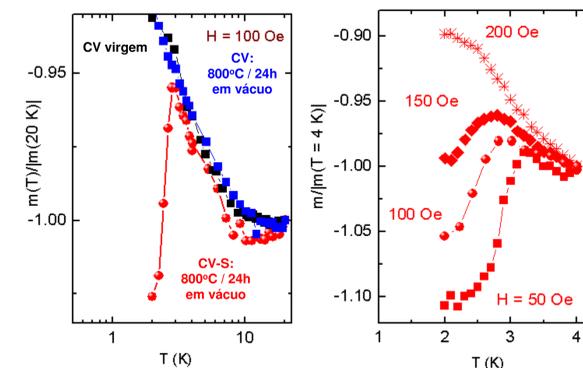


Fig. 3) a) Magnetização ZFC normalizada para o compósito de CV-S, para uma amostra de CV virgem, e para uma amostra de CV tratada termicamente a 800 °C por 24h. Apenas o compósito de CV-S apresenta transição supercondutora. b) Magnetização ZFC normalizada, mostrando que a temperatura crítica $T_c(H)$ diminui com o aumento do campo magnético.

Conclusão

Os resultados apresentam evidências experimentais de supercondutividade em compósitos de carbono-vítreo e enxofre abaixo da temperatura $T_c=3K$. Concluímos sobre a supercondutividade induzida localmente em pequenas ilhas grafitizadas da amostra. A grafitização parcial do carbono-vítreo em presença de enxofre é crucial para o aparecimento da supercondutividade, o que é evidenciado pelo pico da grafite presente no difratograma de raios-x do compósito, bem como pela ausência de supercondutividade nas amostras de carbono-vítreo virgem e com o mesmo tratamento do compósito.

Referências

- [1] R. R. da Silva, H. Torres, and Yakov Kopelevich, Phys. Rev. Lett. 87, 147001 (2001).
- [2] Y. Hai-Peng, W. Hai-Hu, Z. Zhi-Wen, and L. Shi-Liang, Chin. Phys. Lett. 18, 1648 (2001)
- [3] S. Moehlecke, P.-C. Ho, and M. B. Maple, Philos. Mag. B 82, 1335 (2002).
- [4] S. Moehlecke, Y. Kopelevich, and M. B. Maple, Phys. Rev. B 69, 134519 (2004).

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Pró-Reitoria de Pesquisa (PRP) da Unicamp pelo financiamento.