

13ª Mostra da Produção Universitária

Rio Grande/RS, Brasil, 14 a 17 de outubro de 2014.

Caracterização magnética do supercondutor $\text{FeSe}_{0.5}\text{Te}_{0.5}$

REIMBRECHT, Rafael Reimbrecht Garcia
PIMENTEL, Jorge Luiz Pimentel Junior
rafareimbrecht@hotmail.com

Evento: Congresso de Iniciação Científica
Área do conhecimento: Supercondutividade

Palavras-chave: supercondutores; magnetização; $\text{FeSe}_{0.5}\text{Te}_{0.5}$

1 INTRODUÇÃO

A descoberta da supercondutividade no composto $\text{La}[\text{O}_{1-x}\text{F}_x]\text{FeAs}$ iniciou a era dos supercondutores baseados em ferro, viabilizando o estudo numa ampla gama de sistemas em que se observam correlações entre supercondutividade e magnetismo. Estes fenômenos, atuando de forma cooperativa, confrontam diretamente a concepção tradicional da supercondutividade. Em geral, a possibilidade de coexistência de um estado supercondutor estável com um ordenamento magnético é descartada, uma vez que a interação eletromagnética propicia a quebra dos pares de Cooper. A substituição do arsênio por selênio viabiliza a preparação de amostras de fácil manipulação do sistema $\text{Fe}_{1+y}\text{Se}_{1-x}\text{Te}_x$, com temperatura crítica máxima $T_c \sim 15\text{K}$ para $x = 0.5$. O ordenamento magnético deste sistema atrai considerável atenção em razão da rica fenomenologia observada. Neste trabalho, serão preparadas amostras de $\text{Fe}_{1+y}\text{Se}_{1-x}\text{Te}_x$ através do método de auto-fluxo. Por intermédio de medidas de magnetização em função da temperatura, será apresentado um estudo sobre as propriedades magnéticas nas amostras obtidas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A origem do magnetismo observado nos supercondutores baseados em ferro é causa de muita discussão na comunidade científica. Por esse motivo é interessante analisar dois tipos de magnetismo: o localizado e o itinerante. Magnetismo localizado origina-se das camadas eletrônicas incompletas de parte ou da totalidade dos átomos constituintes do material, ou seja, os elétrons ficam localizados na região dos íons da rede. Por outro lado, magnetismo itinerante é característico de sistemas metálicos, têm maior mobilidade eletrônica e deve-se a elétrons de banda, cujas funções de onda estendem-se por longas distâncias no volume do material. De modo geral, a comunidade científica trata magnetismo localizado como funções de onda localizadas no espaço real, e magnetismo itinerante no espaço recíproco. Neste trabalho faremos uso da teoria de Curie para analisar os resultados obtidos nas medidas de magnetização em função da temperatura. Esta lei institui que a suscetibilidade magnética χ é inversamente proporcional à temperatura e é descrita como $\chi = \frac{C}{T}$, onde C é a constante de Curie. Para temperaturas altas a suscetibilidade é descrita pela lei de Curie-Weiss e é dada por $\chi = \frac{C}{T-T_c}$, onde T_c é denominada como temperatura de Curie. Neste caso, quando $T = T_c$ há a ocorrência de uma singularidade e evidencia uma transição de

13ª Mostra da Produção Universitária

Rio Grande/RS, Brasil, 14 a 17 de outubro de 2014.

fase magnética. Neste contexto, haverá dois tipos de correlações: ferromagnética para $T_c > 0$, e antiferromagnética para $T_c < 0$.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho, as amostras de $\text{FeSe}_{0.5}\text{Te}_{0.5}$ foram confeccionadas através do método de auto-fluxo, no qual ocorre uma reação entre os componentes em estado líquido produzido pela fusão parcial dos elementos constituintes do composto. Obedecendo à estequiometria ambicionada, foram pesadas quantidades pertinentes de pó de Fe (99,9%), Te (99,9%) e Se (99,9%). Posteriormente a isso, os precursores passaram por um processo de maceração em um almofariz de ágata e prensados na forma de quatro pastilhas. As pastilhas foram seladas individualmente em ampolas de quartzo com atmosfera de argônio, e submetidas a quatro tratamentos térmicos distintos. As medidas de magnetização em função da temperatura, utilizando os protocolos ZFC-FC, foram realizadas em um magnetômetro de SQUID, instalado numa plataforma MPMS (Magnetic Properties Measurement System) da empresa Quantum Design. Os procedimentos experimentais foram realizados em parceria o Laboratório de Supercondutividade e Magnetismo do Instituto de Física da UFRGS e com o Laboratório de Magnetismo do Centro Brasileiro de Pesquisas Física.

4 RESULTADOS e DISCUSSÃO

Foram obtidas quatro amostras distintas quanto ao tratamento térmico utilizado. Medidas da magnetização em função da temperatura foram realizadas com campo magnético aplicado igual a 100 Oe num intervalo de temperaturas entre 4 K e 300 K. Em apenas uma das amostras estudadas foi observada a transição supercondutora, caracterizada por uma forte contribuição diamagnética, próximo a $T_c \sim 14$ K. Nas demais amostras uma forte contribuição com característica ferromagnética domina a resposta em temperaturas mais elevadas. Observa-se também fortes irreversibilidades entre as curvas ZFC-FC Isso indica que o tratamento térmico utilizado na preparação das amostras é um fator determinante no estado magnético que se estabiliza. A partir da magnetização, obteve-se a dependência com a temperatura da susceptibilidade magnética das amostras estudadas. Foi possível determinar que a temperatura de Curie está acima de 300 K, de forma que as amostras foram medidas dentro da fase ordenada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um estudo completo das amostras obtidas nesse trabalho pode ser realizado através da medida da magnetização em função da temperatura em temperaturas acima de 300 K, para determinar a temperatura de Curie dos sistemas estudados. No que diz respeito às propriedades estruturais, e a sua dependência com o tratamento térmico utilizado, a realização de difração de raios-x mostra-se uma ferramenta fundamental. Com isso, a rota de síntese das amostras seria aperfeiçoada. Além disso, em sistemas metálicos, onde a interação elétron-elétron é relevante, deve-se considerar as ondas de densidade de spin (SDW), estados fundamentais do gás de elétrons e caracteriza-se por modulações da densidade de spin. O período das oscilações estáticas SDW se relaciona às propriedades da superfície de Fermi do metal, produzindo um estado antiferromagnético no sistema.