

## ROTAS PARA PRODUÇÃO DE MONOCRISTAIS DE $\text{RuSr}_2\text{GdCuO}_8$

**REIS, Ketley Cosentino  
PIMENTEL JR, Jorge Luiz  
[ketleyreis@hotmail.com](mailto:ketleyreis@hotmail.com)**

**Evento: 14º Mostra de Produção Universitária  
Área do conhecimento: Ciências Exatas e da Terra – Engenharia de  
Materiais/Ciência de Materiais, Engenharia Química  
Palavras-chave: Rutenocupratos, Supercondutividade, Magnetismo.**

### 1 INTRODUÇÃO

O composto  $\text{RuSr}_2\text{GdCu}_2\text{O}_8$ ,  $\text{Ru}(1212)$ , é um membro da família dos rutenocupratos, e o interesse na pesquisa sobre este material é devido sua interessante propriedade de coexistência de supercondutividade e magnetismo. O objetivo deste trabalho é traçar rotas para o preparo de monocristais deste composto, através de reação no estado sólido, partindo dos óxidos  $\text{RuO}_2$ ,  $\text{GdO}_3$  e  $\text{CuO}$ . Esta tentativa, mesmo que forneça amostras muito pequenas, poderá elucidar parte da intrigante correlação entre supercondutividade e magnetismo neste sistema.

### 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Os primeiros estudos correlacionando supercondutividade e magnetismo foram desenvolvido por Ginzburg<sup>[1]</sup>, o qual ressaltou o caráter antagônico desses dois fenômenos, devido a quebra dos pares de Cooper. Entretanto, com a descoberta das fases de Chevrel<sup>[2]</sup> reportaram a existência de compostos ternários do tipo  $\text{X}_y\text{Mo}_6\text{S}_8$  ( $x$  é um metal e  $y$  depende de  $x$ ) onde há a coexistência de supercondutividade e magnetismo. Muitos outros materiais apresentando essa coexistência foram descobertos ao longo do tempo, mas os rutenocupratos, descobertos por Bauernfeind<sup>[4]</sup>, foram os primeiros a apresentar uma temperatura de ordenamento magnético ( $T_M = 122\text{-}180\text{ K}$ ) maior que a temperatura supercondutora  $T_C = 15\text{-}50\text{ K}$ , a qual está diretamente relacionada ao método de preparação da amostra. Estudos de difração de nêutrons realizados por Jorgensen e colaboradores<sup>[3]</sup> mostram que os momentos magnéticos do Ru estão ordenados antiferromagneticamente ao longo do eixo-c, sugerindo a existência de um “canting” dos momentos magnéticos na orientação perpendicular a este eixo. Esta hipótese foi utilizada na interpretação do resultado de medidas de efeito Hall em amostrar de  $\text{Ru-1212}$ <sup>[5]</sup>, em um estudo mais profundo de propriedades de magneto-transporte, medidas de magnetorresistência positiva abaixo de  $T_M$  e acima de  $T_C$ , corroboram a hipótese de estabilização de polarons ferromagnéticos nos planos de  $\text{RuO}_2$ <sup>[6]</sup>. No entanto, para todos estes estudos foram utilizados policristais, dessa forma a obtenção de monocristais permitiria a realização de uma série de experimentos de magneto-transporte em várias configurações de orientação entre o campo magnético

aplicado e a corrente elétrica que passa pela amostra; exibindo, possivelmente, fortes efeitos de anisotropia.

### **3 PREPARAÇÃO DE AMOSTRA DE MONOCRISTAIS**

Para a preparação das amostras pretendidas neste trabalho, foi realizada uma revisão bibliográfica a respeito de resultados já existentes na literatura<sup>[A,B,7]</sup> de forma que o melhor procedimento reporta que o crescimento dos monocristais utiliza os seguintes precursores: RuO<sub>2</sub>, SrCO<sub>3</sub>, GdO<sub>3</sub> e CuO. Utilizando a estequiometria RuSr<sub>2</sub>GdCu<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, a mistura devidamente macerada é aquecida a 880°C em um forno de câmaras por 2 dias. A etapa seguinte consiste em maceração e prensagem do pó em forma de pastilha, que será calcinada a 920°C em um fluxo de oxigênio por 2 dias e em seguida resfriada à temperatura ambiente. Para o crescimento dos monocristais a taxa de resfriamento deve ser lenta. A pastilha então será moída e aquecida a 1300°C por 2 horas, resfriada a 935°C a uma taxa de 1,5°C/h e então reduzida a temperatura ambiente em uma taxa de 200°C/h. Em todas etapas de crescimento será usado fluxo de oxigênio. Bernhard e seus colaboradores[7] encontraram depositados ao fundo do cadinho de Pt, cristais com morfologia tetragonal de 200 x 200 x 50 μm<sup>3</sup>, conforme estudo em Difrátômetro de Raio-X (DRX). Apresentaram temperatura supercondutora de 60K e temperatura de ordenamento magnético de 135K.

### **4 CONCLUSÃO**

Esse estudo permitiu otimizar a rota de preparação dos monocristais de Ru-1212 a partir da revisão da literatura conhecida. Observou-se que a fase de Ru-1212 pode ser obtida na forma monocristalina, através da aplicação de rotas térmicas específicas utilizando o método de autofluxo. Após este estudo teórico, pretendemos realizar a prática da preparação das amostras para contribuir com a melhoria no crescimento e tamanho dos monocristais que está em progresso.

### **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O preparo das amostras de rutenocupratos será em parceria com pesquisadores da Universidade Federal de Pelotas –UFPEL, os quais são especialistas no preparo de monocristais de cupratos supercondutores. A caracterização estrutural será realizada no Centro de Microscopia Eletrônica do Sul - CEME-Sul da FURG, onde serão realizados os estudos utilizando Difratomia de Raio-X (DRX), Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Microscopia Eletrônica de Transmissão (MET).

### **6 REFERÊNCIAS:**

- [1] GINZBURG, V.L. Sob. Phys. JETP. (1957)
- [2] CHEVREL, R.; et al J. Journal of Solid State Chemistry.
- [3] JORGENSEN, J. D.; et al . J. Physica C. (2001)
- [4] BAUERNFEIND,L.; et al. J. Physica C. (1995)
- [5] PIMENTEL Jr, J.L. ; Physica B. (2006)
- [7]C. Bernhard. REV ANO
- [8] XX