

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE FÍSICA "GLEB WATAGHIN"**

**RELATÓRIO PRÉ FINAL 1 - F 690**

## **Síntese de materiais por fluxo metálico: Em busca de novos supercondutores**



ALUNA: KALLY CHEIN SHENG LY  
kallychein x(arroba)x gmail.com

ORIENTADOR: PROF. DR. PASCOAL JOSÉ GIGLIO PAGLIUSO  
<http://portal.ifi.unicamp.br/pessoas/corpo-docente/412-724>

DATA: NOVEMBRO DE 2013

## RESUMO

Neste projeto buscou-se a síntese de novos supercondutores intermetálicos com estrutura tetragonal, e estequiometria 1-1-5 ou 1-2-2. A primeira tentativa foi a amostra  $\text{CuTiGa}_5$ , a qual resulta em binários conhecidos de Cu-Ti e Ti-Ga, sem nenhuma propriedade interessante. O projeto foi então direcionado para tentativa de crescimento da fase 1-2-2 através de pequenas variações de dopagem do composto existente  $\text{YCu}_2\text{Si}_2$  que é um metal normal. Buscou-se sintetizar o composto  $\text{Y}_{1-x}\text{Ba}_x\text{Cu}_2\text{Si}_2$  com fluxo In (PGM933). Este relatório mostrará os resultados de medidas e análises desta amostra para  $x=0.4$ , medidos a partir dos mesmos instrumentos citados no relatório parcial.

## TEORIA

A tentativa de criar material supercondutor com o composto  $\text{CuTiGa}_5$  não mostrou resultados promissores, pois gerou binários conhecidos e uma possível fase não identificada, mas sem nenhuma transição de fase no intervalo de temperatura estudado. Ao invés de insistir na síntese desse composto, optou-se por buscar uma nova síntese através de variações mais sutis em relação a uma fase intermetálica já existente e com potencialidade para tornar-se supercondutor, de acordo com os nossos critérios de busca.

Um dos compostos supercondutores conhecidos é  $\text{CeCu}_2\text{Si}_2$  e um composto parente,  $\text{YCu}_2\text{Si}_2$ , é um metal paramagético de Pauli, na mesma família. Inspirado a partir deles, o composto a ser estudado é  $\text{Y}_{0.6}\text{Ba}_{0.4}\text{Cu}_2\text{Si}_2$ , onde com a dopagem de Ba espera-se introduzir flutuações magnéticas no sítio do Cu e quiça, induzir supercondutividade.

## CRESCIMENTO DA AMOSTRA

No crescimento da amostra  $\text{Y}_{0.6}\text{Ba}_{0.4}\text{Cu}_2\text{Si}_2$ , foi colocado, entre os reagentes, In<sub>20</sub> como fluxo metálico do composto. Simultaneamente foi crescida a amostra  $\text{YCu}_2\text{Si}_2$ , também com In<sub>20</sub> como fluxo, para ser usada como referência. O procedimento de crescimento junto com a rampa de temperatura seguem o mesmo do relatório parcial, os quais são padrões mais utilizados em crescimento de materiais com técnica de fluxo metálico.

No material sintetizado de  $\text{Y}_{0.6}\text{Ba}_{0.4}\text{Cu}_2\text{Si}_2$ , observou-se a formação de pequenas plaquetas e pequenos poliedros de material cristalino, envolvidos por aglomerado de fluxo de In (Figura 1).

Já no material de  $\text{YCu}_2\text{Si}_2$ , obteve-se a formação de hexaedro grande cristalino e pequenos cristais envolvidos por fluxo e binários (Figura 2).

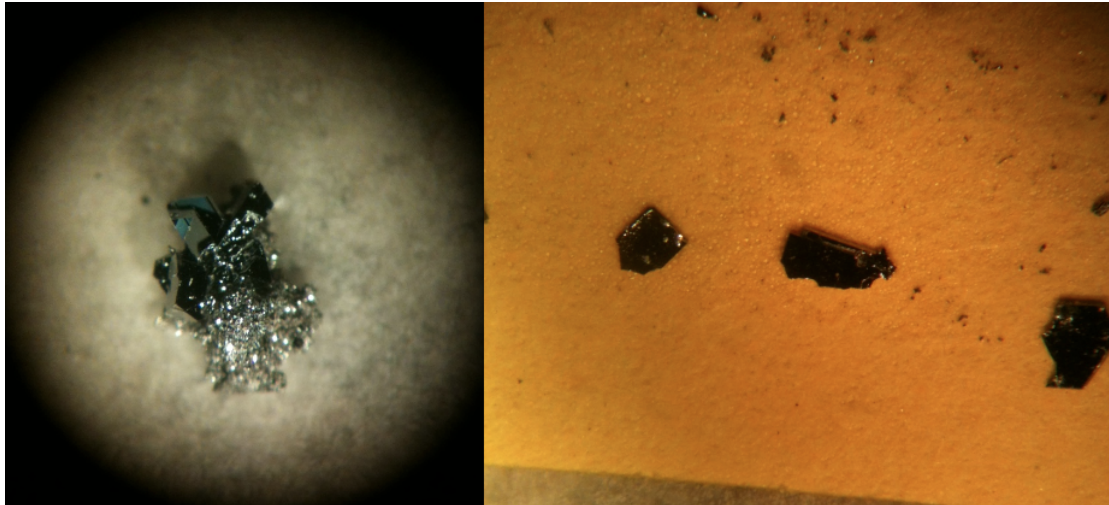


Figura 1. Material sintetizado da amostra PGM 933,  $Y_{0.6}Ba_{0.4}Cu_2Si_2$ . À esquerda mostra-se poliedros cristalinos envolvidos por fluxo, à direita, as plaquetas.

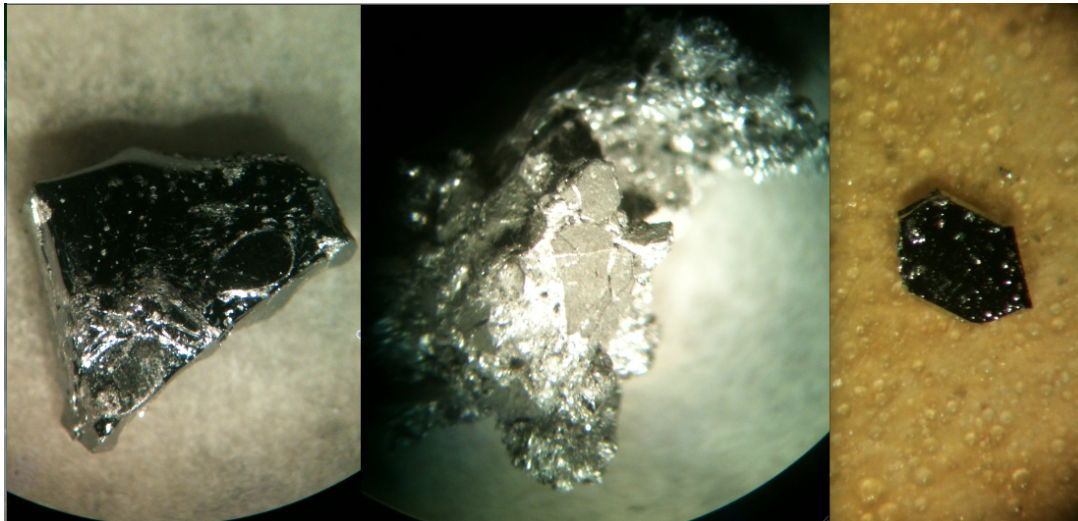


Figura 2. Material sintetizado da amostra PGM 932,  $YCu_2Si_2$ . À esquerda é foto de um hexaedro cristalino, no meio mostra-se um aglomerado de fluxo e binários com pequenos cristais e, à direita, uma plaqueta.

## MEDIDAS E CONCLUSÃO

### Difração de Raios-X

Utilizando as mesmas configurações para medidas de raios-X da amostra  $CuTiGa_5$ , foram obtidos os difratogramas de  $Y_{0.6}Ba_{0.4}Cu_2Si_2$  e  $YCu_2Si_2$ , para efeito de comparação, os dois difratogramas foram postos juntos, como mostrado na Figura 3.

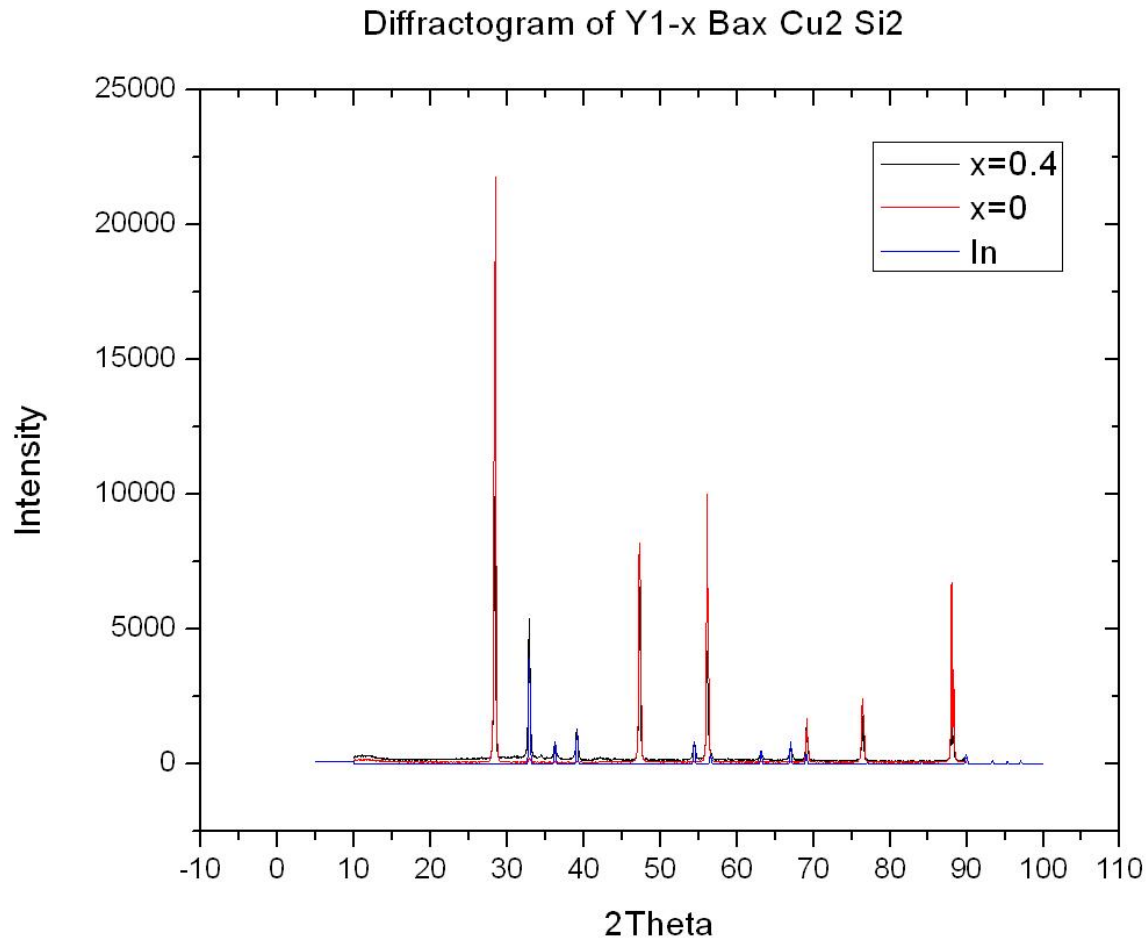


Figura 3. Difratoograma dos compostos Y<sub>0.6</sub>Ba<sub>0.4</sub>Cu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> (curva preta) e YCu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> (curva vermelha) comparados com o fluxo (curva azul).

Comparando os picos de intensidade dos dois compostos e também do fluxo, observa-se que todos os picos de Y<sub>0.6</sub>Ba<sub>0.4</sub>Cu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> foram identificados, apresentando uma superposição da estrutura cristalina do fluxo metálico com a estrutura (conhecida) de YCu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>. Não há pico de Ba não reagido detectado na amostra dopada.

### Suscetibilidade magnética

Ambas as duas amostras foram submetidas a campo de 5kOe variando a temperatura de 0 a 300K (Figura 4) e a campo de 20Oe passando pelas temperaturas de 20 a 0K e depois de 0 a 20K (Figura 5).

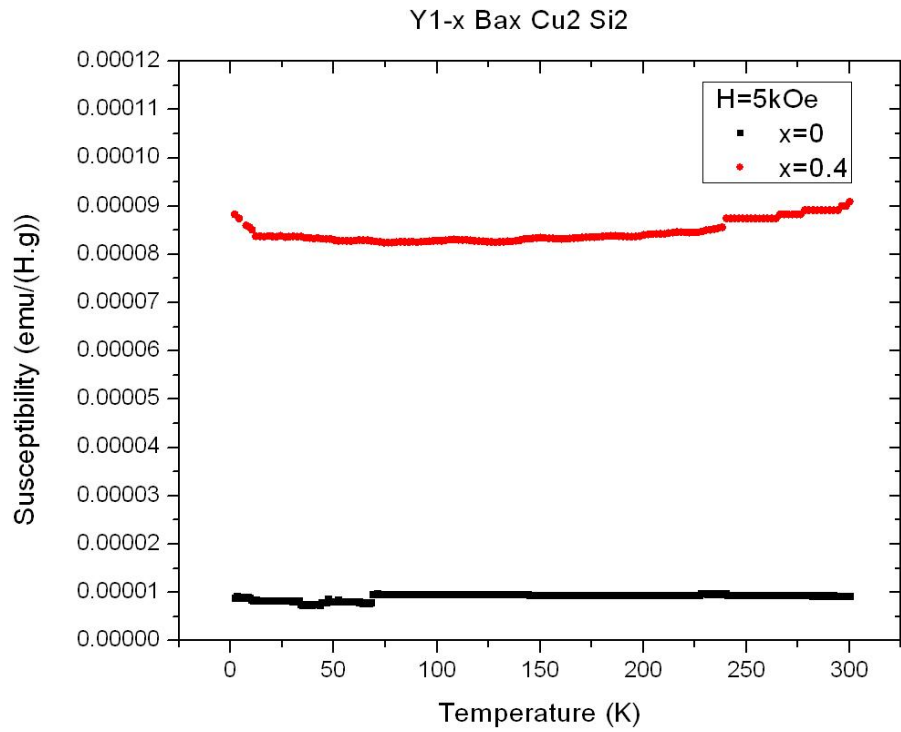


Figura 4. Gráfico de susceptibilidade magnética dos compostos  $Y_{0.6}Ba_{0.4}Cu_2Si_2$  e  $YCu_2Si_2$  por temperatura para um campo constante de 5kOe.

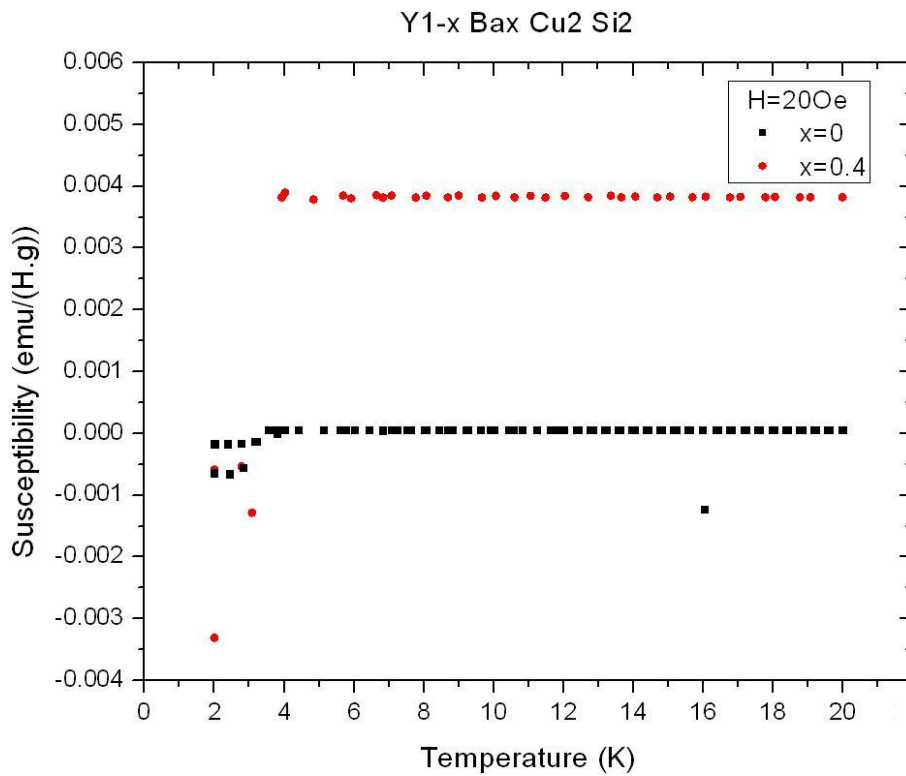


Figura 5. Gráfico de susceptibilidade magnética dos compostos  $Y_{0.6}Ba_{0.4}Cu_2Si_2$  e  $YCu_2Si_2$  por temperatura para um campo constante de 200e.

Dos gráficos, observamos a supercondutividade em ambas as amostras abaixo de 4K, apresentando uma transição para susceptibilidade negativa em torno de 4 K para campo 20Oe. Também foi possível observar o início de uma curva de histerese. Porém o mesmo não foi observado igualmente para 5kOe de campo aplicado. Esse resultado é indicativo da presença de supercondutividade associada à incorporação de fluxo (In) na superfície do cristal. No entanto, fica claro pelo dois gráficos que a susceptibilidade magnética aumenta com a dopagem de Ba, o que pode indicar um início de mudança do comportamento magnético dos elétrons 3d do Cu..

O próximo passo seria medir para um campo de 2T de 0 a 50K e depois de 50 a 0K as duas amostras, para aprofundar os estudos das propriedades magnéticas dos compostos. Também deve-se confirmar que a origem da supercondutividade observada até então é devido à presença de fluxo (In) incorporado na superfície dos cristais.

#### COMENTÁRIOS DO ORIENTADOR

A aluna desenvolveu um excelente trabalho no uso da técnica de fluxo metálico na síntese de novos materiais, em particular na busca de novo supercondutores. Isto exigiu o aprendizado dos critérios de busca, dos métodos de síntese e caracterização e a participação na interpretação de medidas sofisticadas.

A aluna se dedicou com muito esforço em todas essas etapas e as cumpriu de maneira muito satisfatória. Recomendo a aprovação do relatório da aluna.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] <http://www.seara.ufc.br/especiais/fisica/supercondutividade/supercondutividade3.htm> (**Os pares de Cooper**)

[2]

<http://icsd.fiz-karlsruhe.de.w31001.dotlib.com.br/icsd/StartActionPath.do;jsessionid=280855F89A83625711AB135B60941AE4> (**Base de dados de compostos - Portal da pesquisa**)

[3] <http://www1.asminternational.org/asmenterprise/apd/> (**Diagrama de fase dos binários**)

[4] [http://www.mrl.ucsb.edu/sites/default/files/mrl\\_docs/instruments/hcapPPMS.pdf](http://www.mrl.ucsb.edu/sites/default/files/mrl_docs/instruments/hcapPPMS.pdf) (**Manual PPMS**)

[5] <http://cmp.physics.iastate.edu/canfield/course/090904.pdf> (**Refrigeração do Hélio Líquido**)