



# Síntese e caracterização dos compostos inéditos $\text{RCuBi}_{1.5}\text{Sb}_{0.5}$ ( $\text{R} = \text{Pr}, \text{Gd}$ )

H. B Pizzi, D. S. Christovam, J. C. Souza, G. S. Freitas P. G. Pagliuso  
Instituto de Física "Gleb Wataghin", UNICAMP, Campinas-SP, 13083-859, Brazil.

## Resumo:

Este projeto teve como objetivo a síntese e a caracterização de monocristais de  $\text{GdCuBi}_{1.5}\text{Sb}_{0.5}$  e  $\text{PrCuBi}_{1.5}\text{Sb}_{0.5}$ , preparados através da técnica de fluxo metálico, usando Bi como fluxo. Com o intuito de estudar a evolução das interações magnéticas dessa série, escolhemos trabalhar com os análogos de Gd e Pr. Foram sintetizadas amostras de  $\text{GdCuBi}_{1.5}\text{Sb}_{0.5}$  e  $\text{GdBi}$ . Por causa da pandemia do COVID-19 e ao isolamento social, não foi possível sintetizar a amostra de praseodímio e concluir todas as medidas programadas. Contudo, continuamos a realização do projeto à distância refazendo a análise dos efeitos do campo cristalino no monocristal de  $\text{PrCuBi}_2$  cujos dados já tinham sido obtidos. Com as medidas obtidas durante o tempo hábil, foi possível caracterizar a estrutura das amostras sintetizadas e suas propriedades magnéticas. Para as amostras de  $\text{GdCuBi}_{1.5}\text{Sb}_{0.5}$  medimos uma  $T_N$  de  $(15,2 \pm 0,4)\text{K}$ . Para uma segunda amostra do mesmo composto, sintetizada com outra rampa, tivemos uma transição em  $(25 \pm 0,5)\text{K}$  e a presença de um 'kink' em  $(15,3 \pm 0,3)\text{K}$ . Para os cristais de  $\text{GdBi}$ , a  $T_N$  medida foi de  $(28,3 \pm 0,6)\text{K}$ .

## Resultados:

### Rampas de crescimento

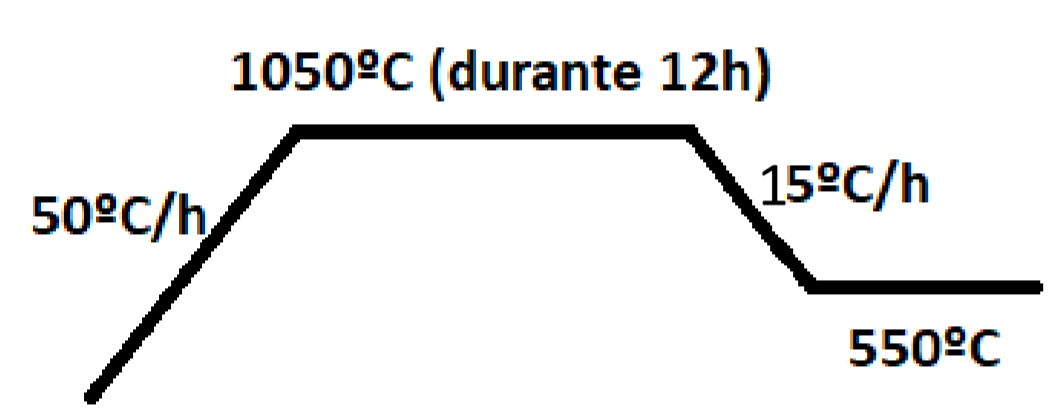


Figura 1: Rampa utilizada na 1ª amostra de  $\text{GdCuBi}_{1.5}\text{Sb}_{0.5}$

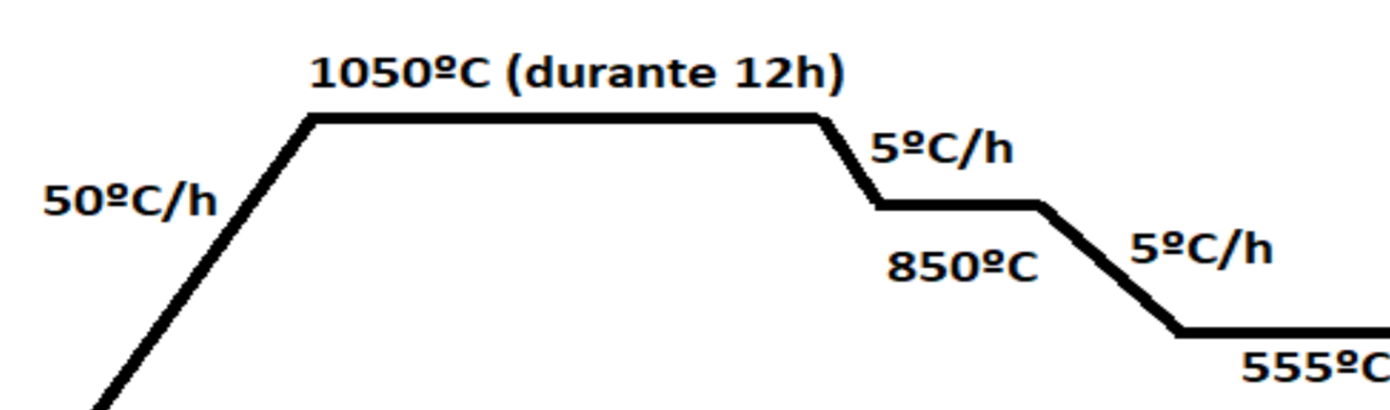
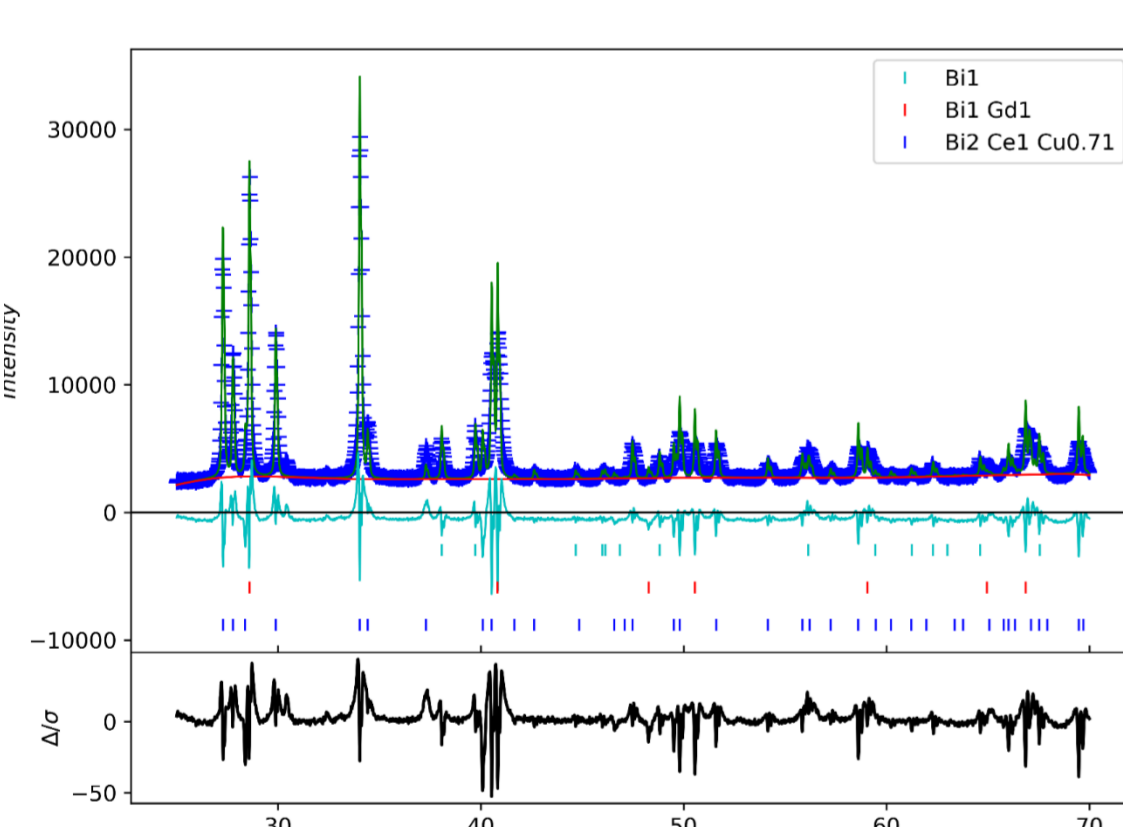


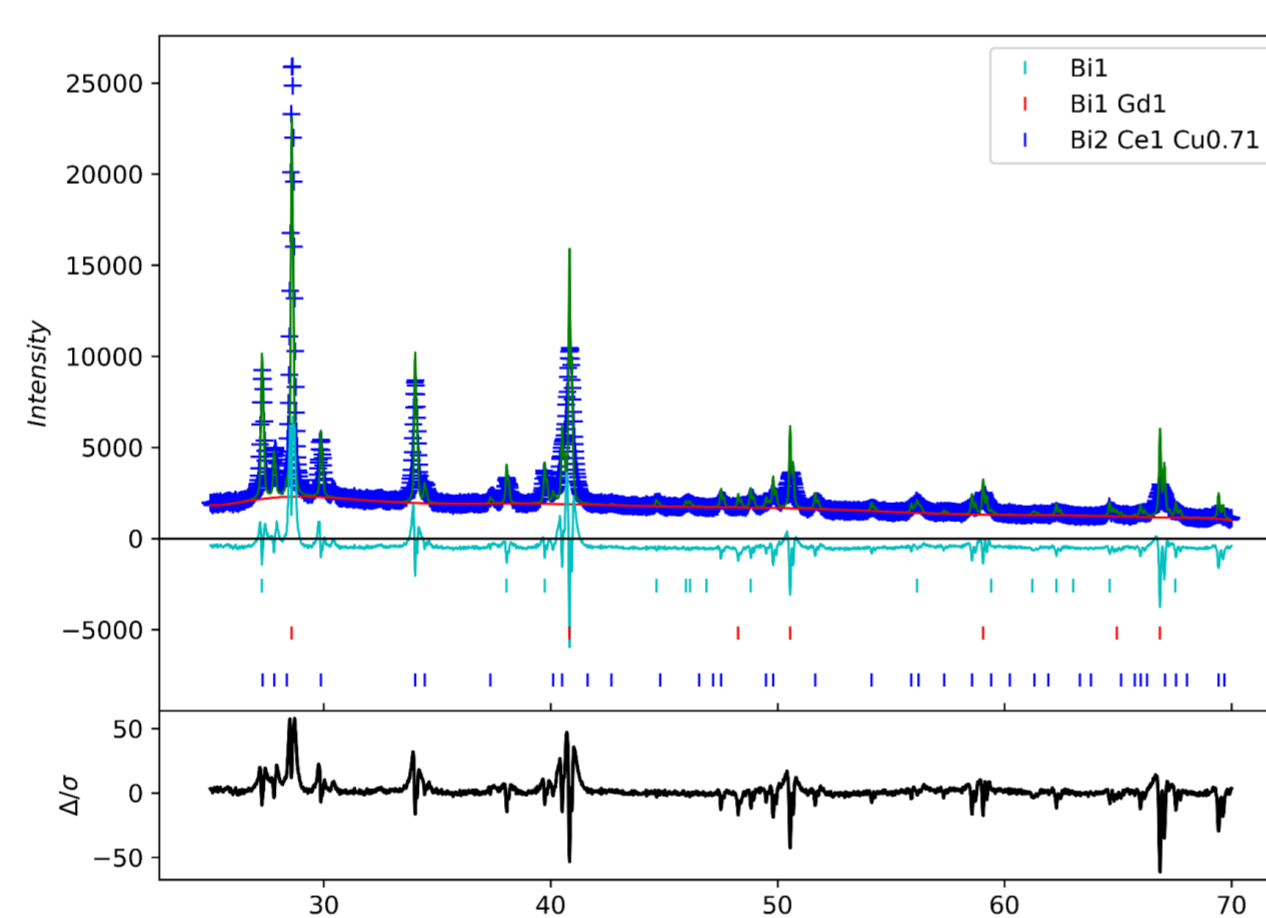
Figura 2: Rampa utilizada na 2ª amostra de  $\text{GdCuBi}_{1.5}\text{Sb}_{0.5}$  e na amostra de  $\text{GdBi}$

### Difração de raios-X em pó

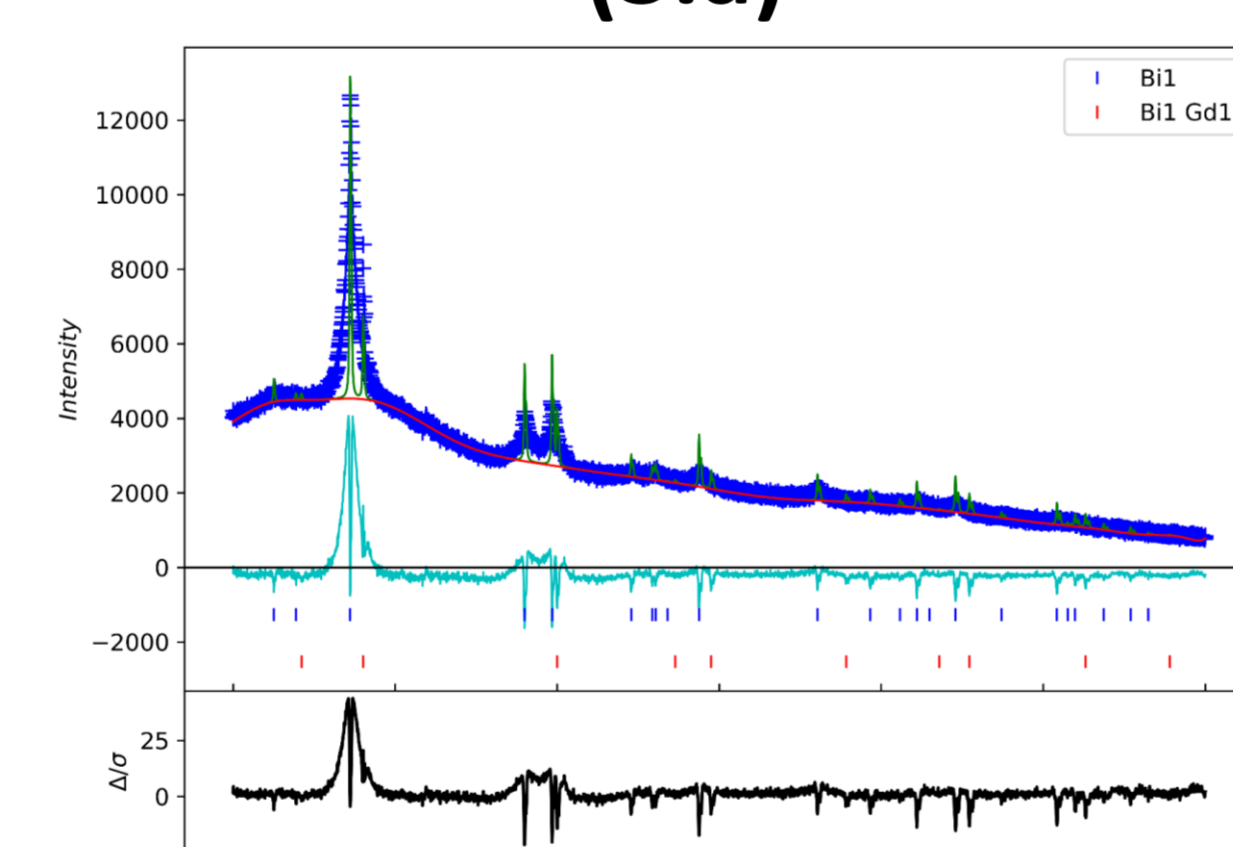
- ✓ Caracterização da estrutura
- ✓ Cálculo dos parâmetros através do refinamento Rietveld
- ✓ Geometria dos cristais do tipo planar



(3.b)



(3.a)



(3.c)

Figura 3: Medidas de difração de raios-X para a 1ª(3.a) e 2ª(3.b) amostra de  $\text{GdCuBi}_{1.5}\text{Sb}_{0.5}$  e para o cristal de  $\text{GdBi}$  (3.c)

Tabela 1: Parâmetros do ajuste de Rietveld com respeito a fase de  $\text{CeCuBi}_2$  e de  $\text{GdBi}$  para o próprio

Amostra	a(Å)	c(Å)	Data residual <sub>w</sub> R (%)	RF(%)	RF <sup>2</sup> (%)
$\text{GdCuBiSb}(1)$	4.465(7)	9.658(9)	17.152	17.921	34.321
$\text{GdCuBiSb}(2)$	4.463(7)	9.675(4)	14.111	14.697	24.414
$\text{GdBi}$	6.367(4)	—	11.212	34.967	67.889

### Susceptibilidade magnética em função da temperatura

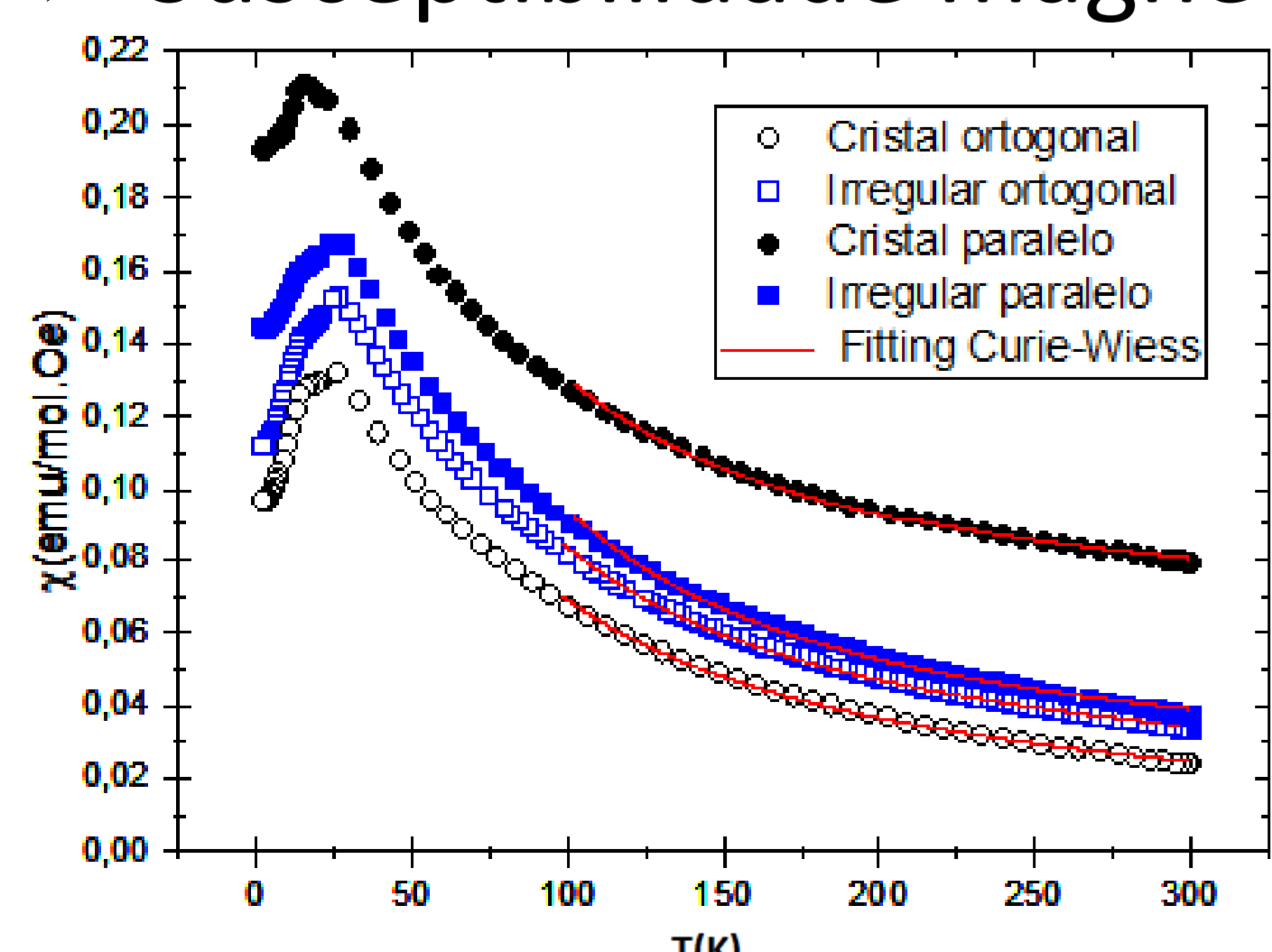


Figura 4: Susceptibilidade magnética para 2 morfologias de cristais de  $\text{GdCuBi}_{1.5}\text{Sb}_{0.5}$

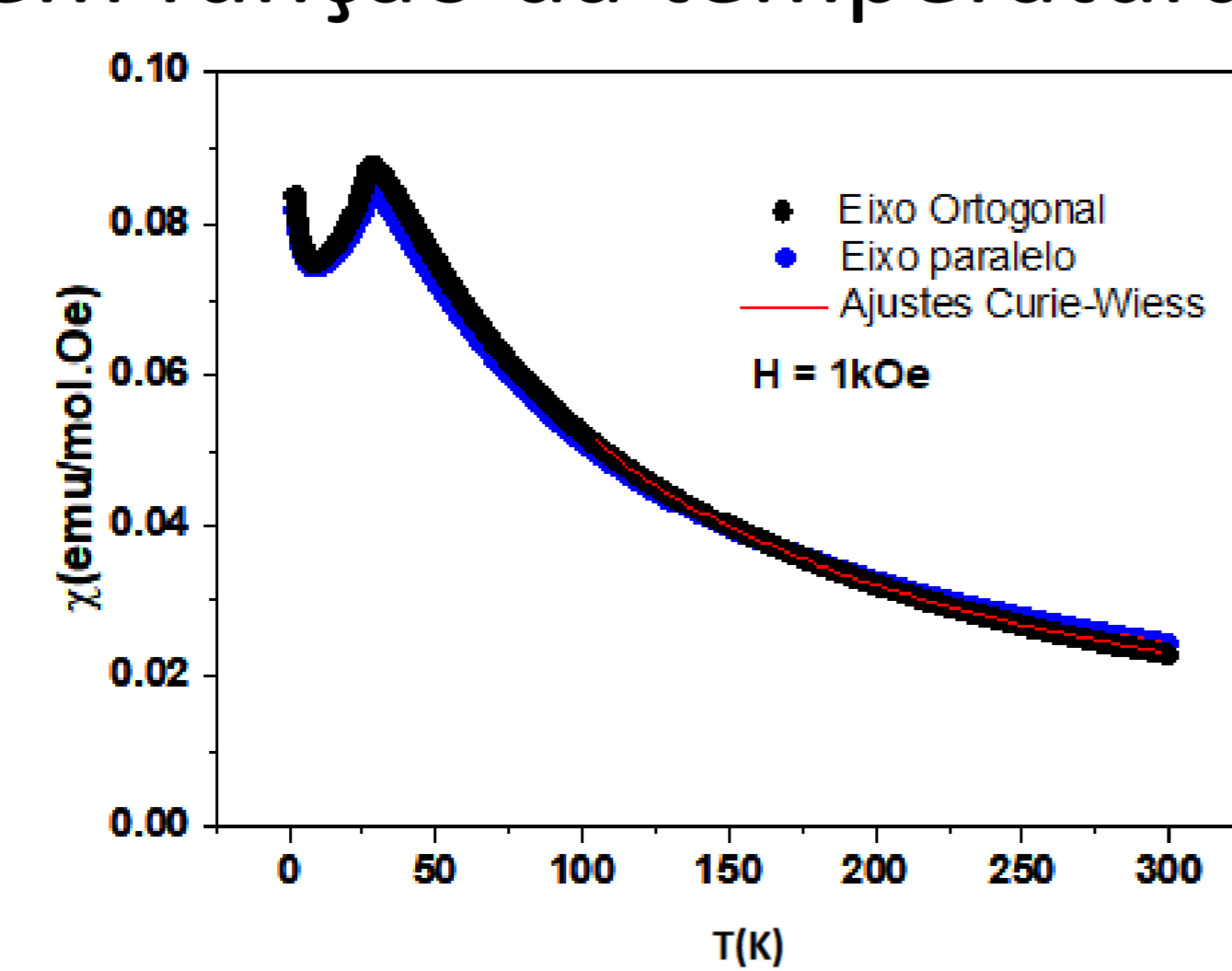


Figura 5: Susceptibilidade dos eixos do cristal de  $\text{GdBi}$

- ✓ Ajuste de Curie-Wiess feitos através da fórmula:  $\chi = \frac{C}{T - \theta} + \chi_0$
- ✓ Calculando a média poli-cristalina temos o momento efetivo magnético do  $\text{GdCuBi}_{1.5}\text{Sb}_{0.5}$   $\mu_{\text{eff}} = (8.2 \pm 0,1) \mu_B$

- ✓ Nos nossos monocristais, temos o eixo-c da estrutura tetragonal saindo da placa e o plano-ab sendo o plano da placa. Definimos como eixo das medidas, esse eixo-c.
- ✓ Dessa forma quando dizemos que o campo está ortogonal ou paralelo, é em relação ao vetor do eixo-c

Tabela 2: Parâmetros encontrados nos ajustes de Curie Wiess

Medida	C (emu.K/mol.Oe)	$\theta$ (K)	$\chi_0$ (emu/mol.Oe)
$\text{GdCuBi}_{1.5}\text{Sb}_{0.5}(1)$ eixo paralelo	$7,1 \pm 0,4$	$-40 \pm 4$	$0,0045 \pm 0,0007$
Média P. Cristal $\text{GdCuBi}_2\text{Sb}_{0.5}(2)$	$8.48 \pm 0.02$	$-17.1 \pm 0.5$	$0.01656 \pm 0.00003$
Média P. irregular $\text{GdCuBi}_2\text{Sb}_{0.5}(2)$	$8.5 \pm 0.1$	$7 \pm 1$	$0.0067 \pm 0.0001$
Média policristalina $\text{GdBi}$	$8.05 \pm 0.02$	$0.01166 \pm 0.00003$	$-47.3 \pm 1$

### Ajustes de Campo Elétrico Cristalino (CEC) em $\text{PrCuBi}_2$

- ✓ Um ajuste inicial foi feito usando um modelo isotrópico, porém suas previsões não condiziam com as curvas de magnetização;
- ✓ Um 2º modelo foi usando considerando parâmetros das direções de J, onde obtivemos um resultado condizente

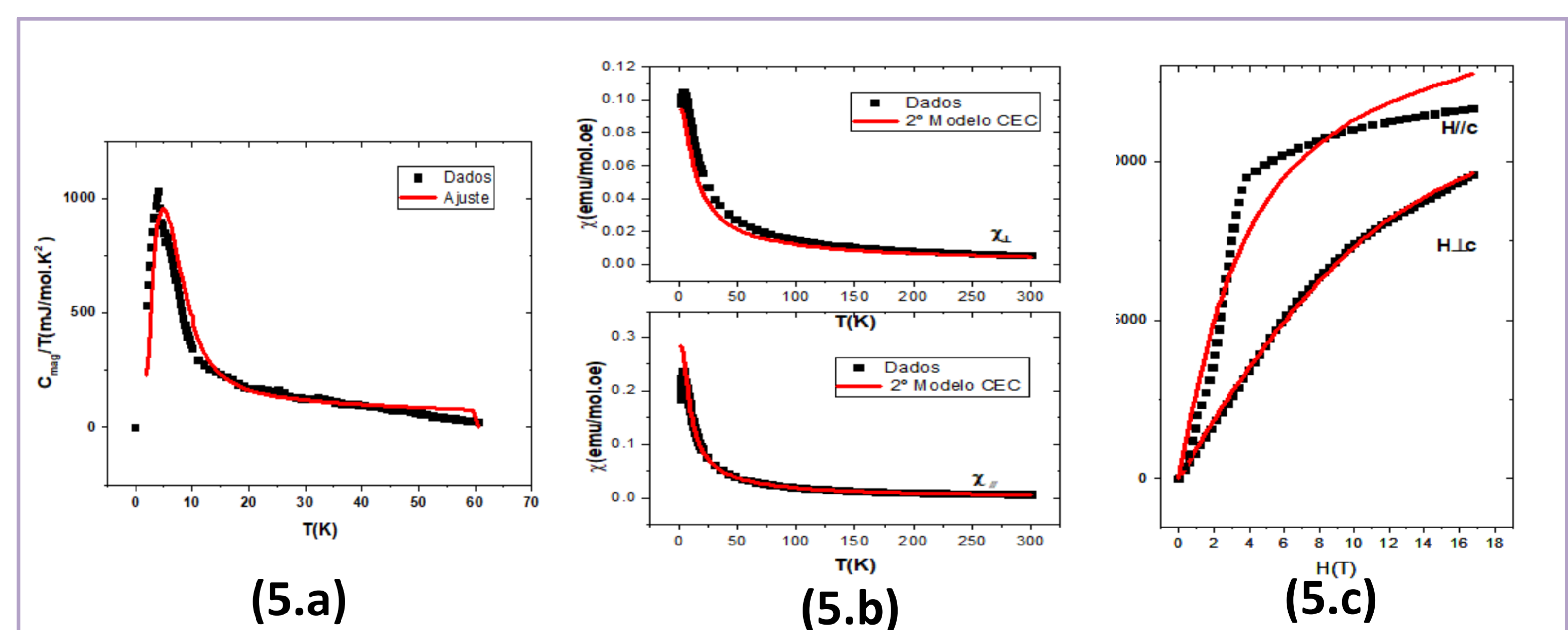


Figura 5: (5.a) Calor específico em função da temperatura (5.b) Susceptibilidade magnética em função da temperatura para os diferentes eixos (5.c) Magnetização em função do campo para as duas orientações do cristal

Tabela 3: Comparação entre os parâmetros calculados e os da referência[1] para o composto  $\text{PrCuBi}_2$

$\text{PrCuBi}_2$	B20(K)	B40(K)	B44(K)	$J_x$ (K)	$J_y$ (K)	$J_z$ (K)
Calculada	-2.65	-0.02	0.59	-0.394	-0.236	0.305
Referencia	-2.47	-0.02	0.59	-0.423	-0.219	0.267

## Referências:

- [1] Jesus, C. B. R., et al. "Evolution of the magnetic properties along the  $\text{RCuBi}_2$  ( $\text{R} = \text{Ce}, \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Sm}$ ) series of intermetallic compounds." Journal of Applied Physics 115.17 (2014): 17E115.

## Agradecimentos:



GPOMS



Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico



CAPES



UNICAMP