

Eletr deposição de $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ para estudo de magneto-transporte e efeito Seebeck em isolantes topológicos.

Bruna Fernandes Baptista, Milton André Tumelero
Instituto de Física - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Introdução

Materiais topológicos são materiais que a estrutura eletrônica apresenta simetrias específicas que levam a novas propriedades físicas, tais como condução superficial sem dissipação térmica e condução elétrica por elétrons de Dirac. O composto binário $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$, objeto de estudo desse projeto, foi o primeiro material topológico observado experimentalmente, apresentando uma fase isolante topológica quando x está entre 0,06 e 0,3. Adicionalmente, este material apresenta todos os ingredientes fundamentais para o surgimento de propriedades termoelétricas, sendo assim um ótimo candidato para estudar a relação entre as propriedades topológicas e termoelétricas.

O objetivo deste projeto é crescer filmes finos com composição variável de BiSb para estudo da magnetorresistência e do coeficiente Seebeck em função do campo magnético. O maior interesse nesse composto é uma transição de isolante topológico para semimetal de Dirac em composições próximas de 4% Sb e 96% Bi.

Metodologia

Foi realizada a síntese e caracterização estrutural de filmes finos de $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ obtidos pela técnica de eletr deposição, para posterior caracterização elétrica e termoelétrica. As deposições ocorreram utilizando o método de deposição potenciostática em uma célula de três eletrodos, um de trabalho, um de referência e outro contra-eletrodo. O eletrólito escolhido foi 100ml de solução aquosa composta por óxido de bismuto(III), ácido tartárico, ácido nítrico, trióxido de antimônio e água. Para caracterização dos filmes finos foram utilizadas as técnicas de EDS (Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy) e XRD (X-Ray Diffraction).

Resultados

Na primeira parte do projeto, o foco foi o crescimento dos filmes finos, utilizando a técnica de eletr deposição (Fig. 1), aplicando-se diferentes potenciais elétricos, dessa maneira conseguindo filmes de espessuras e composições diferentes (Fig. 2) para futura análise das propriedades termoelétricas.

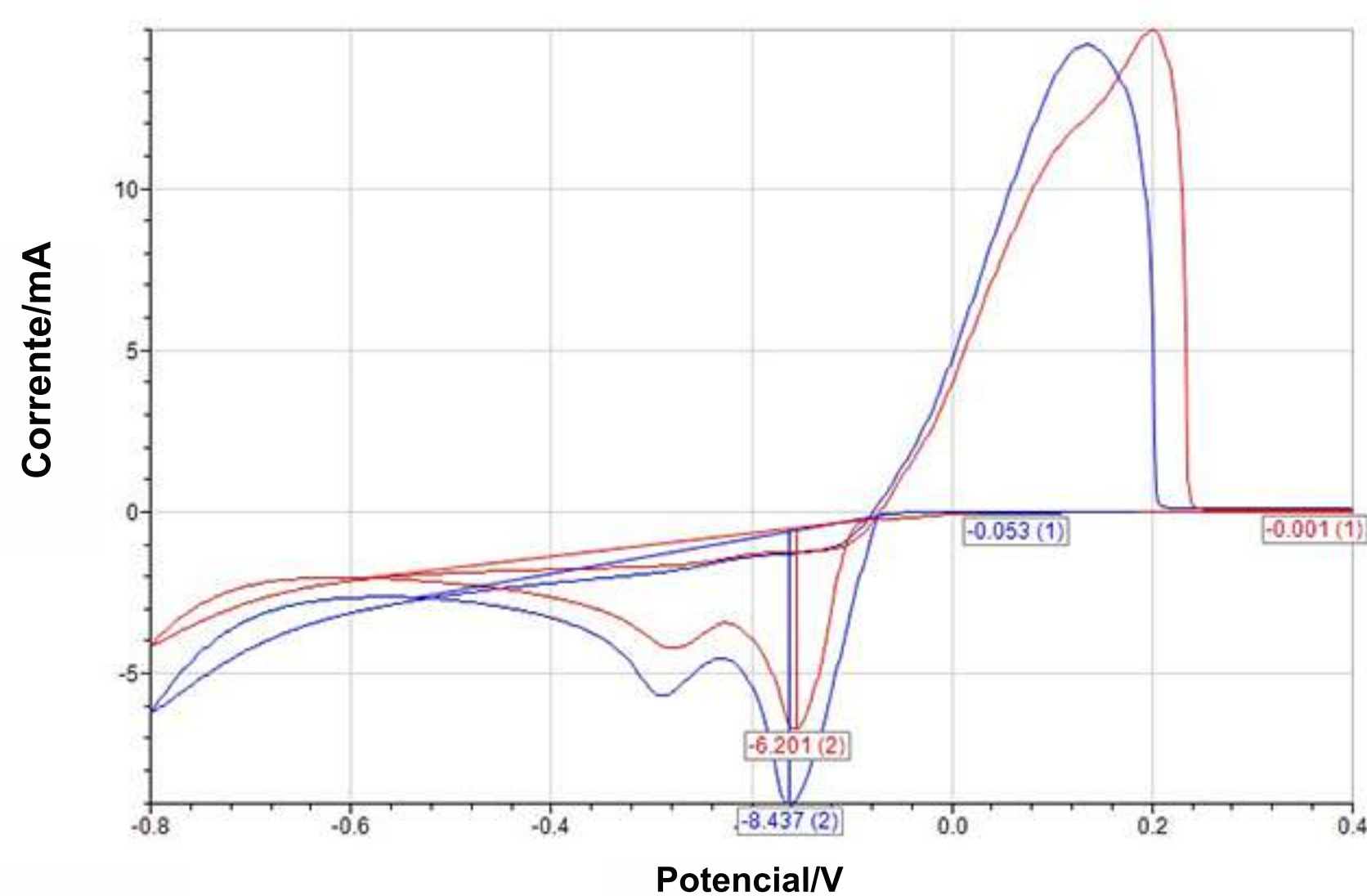


Figura 1: gráfico de Voltametria (Corrente aplicada x Potencial) das amostras de BiSb. É possível ver os picos de redução (crescimento) do Bi em torno de -0,17V e Sb em torno de -0,3V.

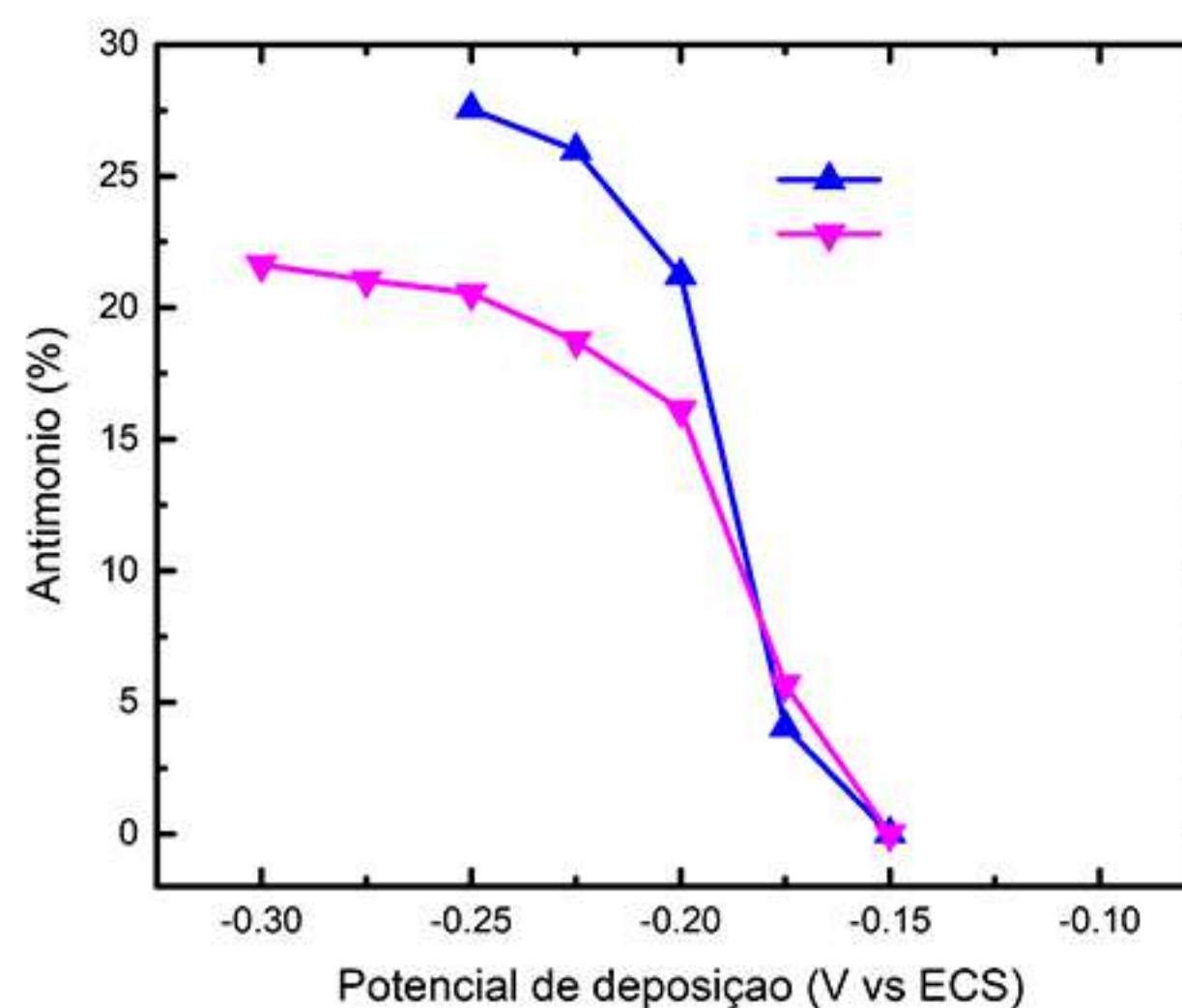


Figura 2: quantidade de Sb na amostra de acordo com a variação do potencial de deposição. Como esperado, a quantidade de Sb encontrada nas amostras cresce de maneira linear entre potenciais desde -0,15V até -0,25V. Para potenciais menores que -0,25V, a concentração de Sb permanece constante a depender da solução. Nos primeiros potenciais de eletr deposição não há presença de Sb na amostra.

Análise de difração de Raio-X das amostras eletr depositadas

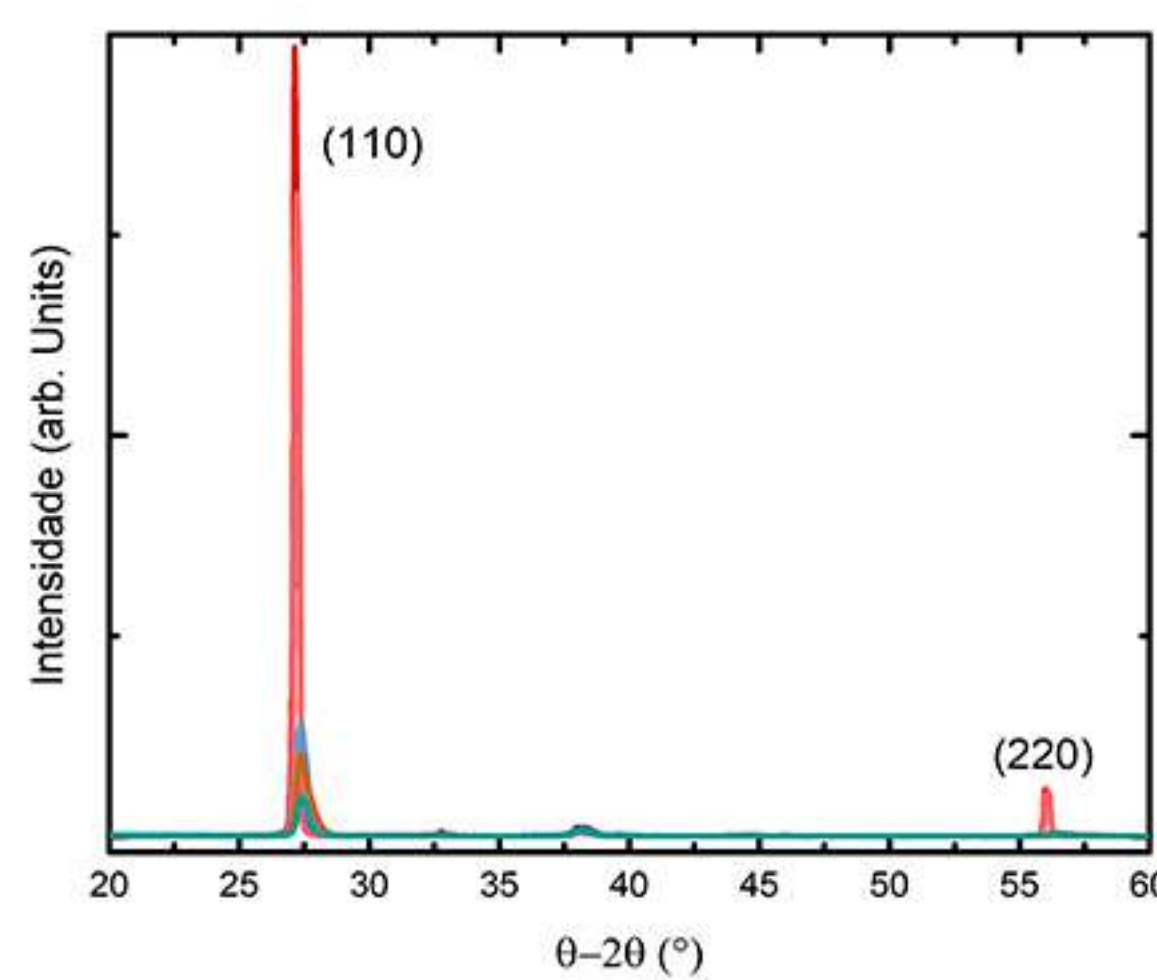


Figura 3: as posições dos picos neste difratograma de Raio-X mostram que as amostras crescem na estrutura cristalina hexagonal (R3m). O difratograma ainda mostra evidência de um crescimento preferencial ao longo dos planos (110).

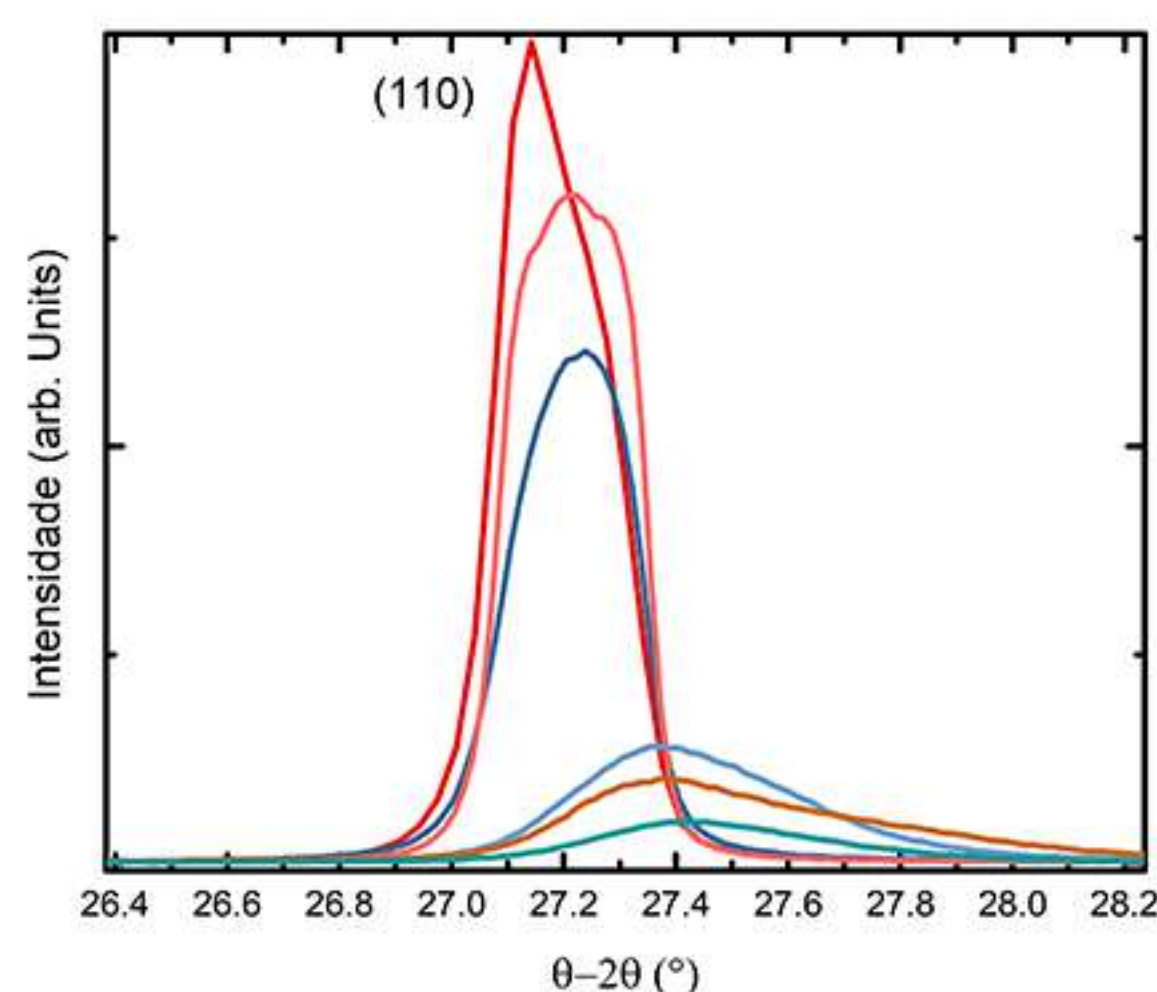


Figura 4: ampliação do pico (110) situado em $27,2^\circ$, mostrando um deslocamento dos picos para a direita quando a quantidade de Sb nos filmes é aumentada. Isso indica uma redução do parâmetro de rede da célula unitária de $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$, consequência da substituição de bismuto por antimônio.

Os resultados mostram a possibilidade de crescer filmes finos de $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ com composição x variável.

Para continuação do projeto, será estudado a magnetorresistência e o coeficiente Seebeck nos filmes finos obtidos, em suas composições e espessuras variadas.