

# Simpósio de Integração Acadêmica

## “Ciências Básicas para o Desenvolvimento Sustentável”

SIA UFV 2023



# CRESCIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES FINOS DE TELURETO DE BISMUTO SOBRE SUBSTRADOS DE Si(1 0 0) E GaAs(1 0 0)

R. S. Andrade (rafael.s.andrade@ufv.br), S. O. Ferreira (sukarno@ufv.br), L. N. Rodrigues (leonarde.rodrigues@ufv.br).

Física da matéria condensada, Epitaxia, Isolante topológico  
Pesquisa

## Introdução

**Bom material termoelétrico;**  
**Alto potencial zT (dependente do coeficiente Seebeck, condutividade elétrica e térmica e temperatura);**  
**Alta condutividade elétrica.**  
**Baixa condutividade térmica.**

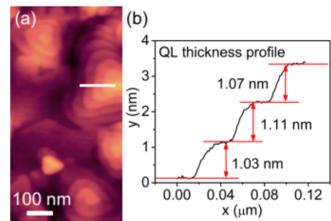


Figura 1: Medida de AFM de Bi2Te3 sobre GaAs (1 0 0). Fonte:[3]

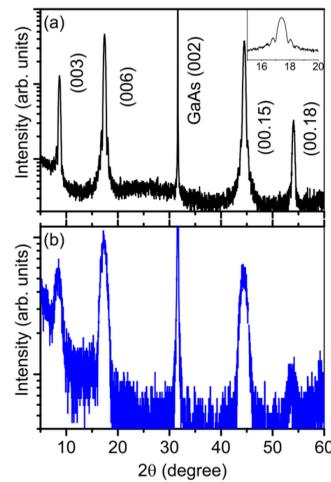
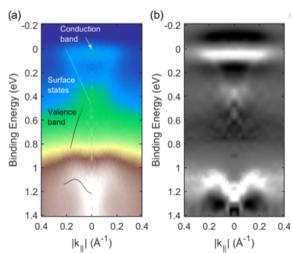


Figura 3: Medida de DRX de Bi2Te3 sobre GaAs (1 0 0). Fonte: [3]



**Condutor nas bordas e isolante no interior;**  
**Características de isolante topológico**

Figura 2: Medida de ARPES de Bi2Te3 sobre GaAs (1 0 0). Fonte:[3]

## Objetivos

Objetiva-se sistematizar o crescimento de filmes finos de telurato de bismuto sobre substratos de silício e arseneto de gálio (GaAs).

## Material e Método

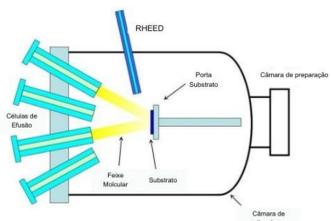


Ilustração de um sistema de MBE para crescimento de filmes finos. Fonte: Adaptado de INFORMATION, L. P. Global Molecular Beam Epitaxy (MBE) Market Expected to Witness Disponível em: 2022.

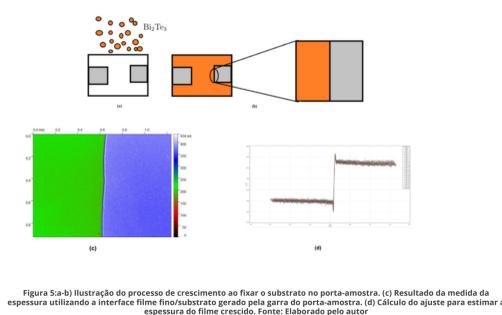


Figura 5(a-b) Ilustração do processo de crescimento ao fixar o substrato no porta-amostra. (c) Resultado da medida da espessura utilizando a interface filme fino/substrato gerado pela garrá do porta-amostra. (d) Cálculo do ajuste para estimar a espessura do filme crescido. Fonte: Elaborado pelo autor

## Apoio financeiro



## Crescimento de filmes finos de telureto de bismuto via MBE

$$R_G(T_{sub}) = D - N_D \cdot v \cdot \exp\left(\frac{-E}{k_B T_{sub}}\right)$$

Em que D é a taxa de deposição;  $N_D$  é a densidade atômica da superfície; E é a energia de ativação da dessorção,  $T_{sub}$  é a temperatura do substrato e  $k_B$  é a constante de Boltzmann.  $v$  é definido como a frequência de vibração atômica  $v = \frac{2k_B \cdot T}{h}$ , em que  $h$  é a constante de Planck. Tal frequência é calculada e o valor obtido é da ordem de  $10^{13}$  Hz considerando o crescimento com temperatura do substrato em torno de 250 graus Celsius.

## Resultados e Discussão

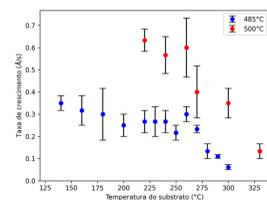


Figura 6: Gráfico da taxa de crescimento telureto de bismuto sobre substratos de Si(100) em função da temperatura do substrato.

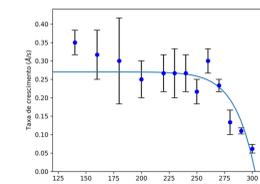


Figura 7: Gráfico da taxa de crescimento telureto de bismuto sobre substratos de Si(100) em função da temperatura do substrato.

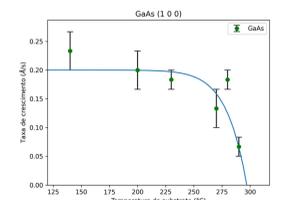


Figura 8: Gráfico da taxa de crescimento telureto de bismuto sobre substratos de Si(100) em função da temperatura do substrato.

Temperatura do substrato(°C)	Razão Te:Bi
140	5,87
160	5,75
180	7,80
220	7,86
230	7,19
240	7,56
250	6,97
270	6,18
280	5,37
300	2

Tabela 1: Tabela da razão Te:Bi e temperatura do substrato para amostras de telureto de bismuto sobre Si(100)

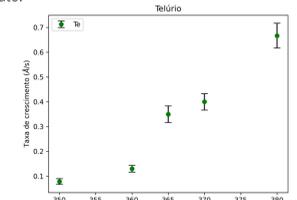


Figura 9: Gráfico da taxa de crescimento telureto de bismuto sobre substratos de Si(100) em função da temperatura do substrato.

## Conclusões

A partir do crescimento de diversas amostras, observou-se que: o crescimento de Bi2Te3 possui um comportamento dependente da temperatura do substrato indicando ter influência na estequiometria da fase do telureto de bismuto; existe uma região para a temperatura de substrato de estabilidade na taxa de deposição e estequiometria da fase (200°C e 260°C); existe uma região em que a taxa de deposição aumenta (< 200°C) e outra em que a taxa de deposição cai drasticamente (> 260°C) indicando obter fases diferentes do telureto de bismuto. Por meio dos resultados obtidos até o momento, deve-se utilizar a região de estabilidade para a taxa de deposição do telureto de bismuto para o crescimento de filmes finos a fim de alcançar a fase Bi2Te3 em diferentes substratos. Para isso, os crescimentos devem ser realizados com uma oferta extra de telúrio, a qual será ajustada para atingir a fase desejada.

## Bibliografia

- [1] Fornari, Celso I., "Propriedades de filmes finos do isolante topológico telureto de bismuto crescidos por epitaxia de feixe molecular"; Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São José dos Campos, SP, Brasil; 2017;
- [2] Witting, Ian T., Chasapis, Thomas C, Ricci, Francesco, Peters, Matthew, Heinz, Nicholas A., Hautier, Geoffroy; Advanced Electronic Materials, 5(12):1800904(2019);
- [3] Growth of Bi2Te3 topological insulator ultra-thin layers via molecular beam epitaxy on GaAs (100), J. Appl. Phys. 134, 000000 (2023); doi: 10.1063/5.0155332;
- [4] Zhang, Haijun and Liu, Chao-Xing and Qi, Xiao-Liang and Dai, Xi and Fang, Zhong and Zhang, Shou-Cheng; Nature Physics; 5(6),438-442(2009)

## Agradecimentos

