

# Simpósio de Integração Acadêmica

## “Ciências Básicas para o Desenvolvimento Sustentável”

SIA UFV 2023

**UFV**  
Universidade Federal  
de Viçosa

### Estudo do transporte eletrônico e caloritrônica de spin em filmes finos de Pt e Ta

L. V. Freitas, R. O. Cunha, J. B. S. Mendes – leonardo.v.freitas@ufv.br

Física da Matéria Condensada – Ciências Exatas e Tecnológicas - Pesquisa

#### Introdução

A evolução tecnológica dos últimos anos trouxe um novo universo em termos de materiais, principalmente na área de sólidos nanoestruturados, onde os efeitos quânticos assumem um importante papel nas descrições dos fenômenos físicos envolvidos. Sistemas magnéticos de baixa dimensionalidade podem apresentar comportamentos peculiares, dos quais não são observados em sistemas massivos similares. Filmes finos magnéticos com espessuras da ordem do livre caminho médio eletrônico permitem que o elétron conserve seu estado de spin ao longo de sua trajetória. Spintrônica e caloritrônica de spin são linhas de pesquisa que surgiram recentemente no cenário científico e fazem uso do spin do elétron para novas funcionalidades.

Neste trabalho investigamos o efeito Seebeck de spin nas amostras de YIG/Pt, TIG/Pt e TIG/Ta. Esse fenômeno é responsável por gerar corrente de spin no material magnético (YIG ou TIG) através de um gradiente de temperatura sobre a amostra, a qual é injetada e convertida em corrente de carga no material metálico com forte acoplamento spin-órbita (Pt ou Ta) por meio o efeito Hall de spin inverso.

#### Objetivos

O objetivo desse trabalho é analisar a conversão de corrente de spin em corrente de carga em diferentes materiais, de modo que possamos mensurar a eficiência desses materiais ou, até mesmo, identificar algum comportamento inesperado.

#### Material e Método

**Amostra:** Foram preparadas amostras por meio da técnica de *sputtering*, sendo elas compostas por bicamadas de YIG/Pt (6 nm), TIG/Pt (4 nm) e TIG/Ta (4 nm) depositadas em um substrato de Si. A fim de coletar a corrente de carga convertida, foram posicionados fio de cobre nas extremidades das amostras que, em seguida, são conectados a um multímetro de alta precisão.

**Gradiente térmico:** Utilizamos um módulo Peltier sobre a amostra (Figura 1.A) para gerar um gradiente de temperatura e, conseqüentemente, a corrente de spin.

**Medidas:** As medidas foram feitas coletando a intensidade de corrente de carga convertida em função da intensidade do campo magnético, mantendo-se fixo o gradiente de temperatura.

#### Resultados e Discussão

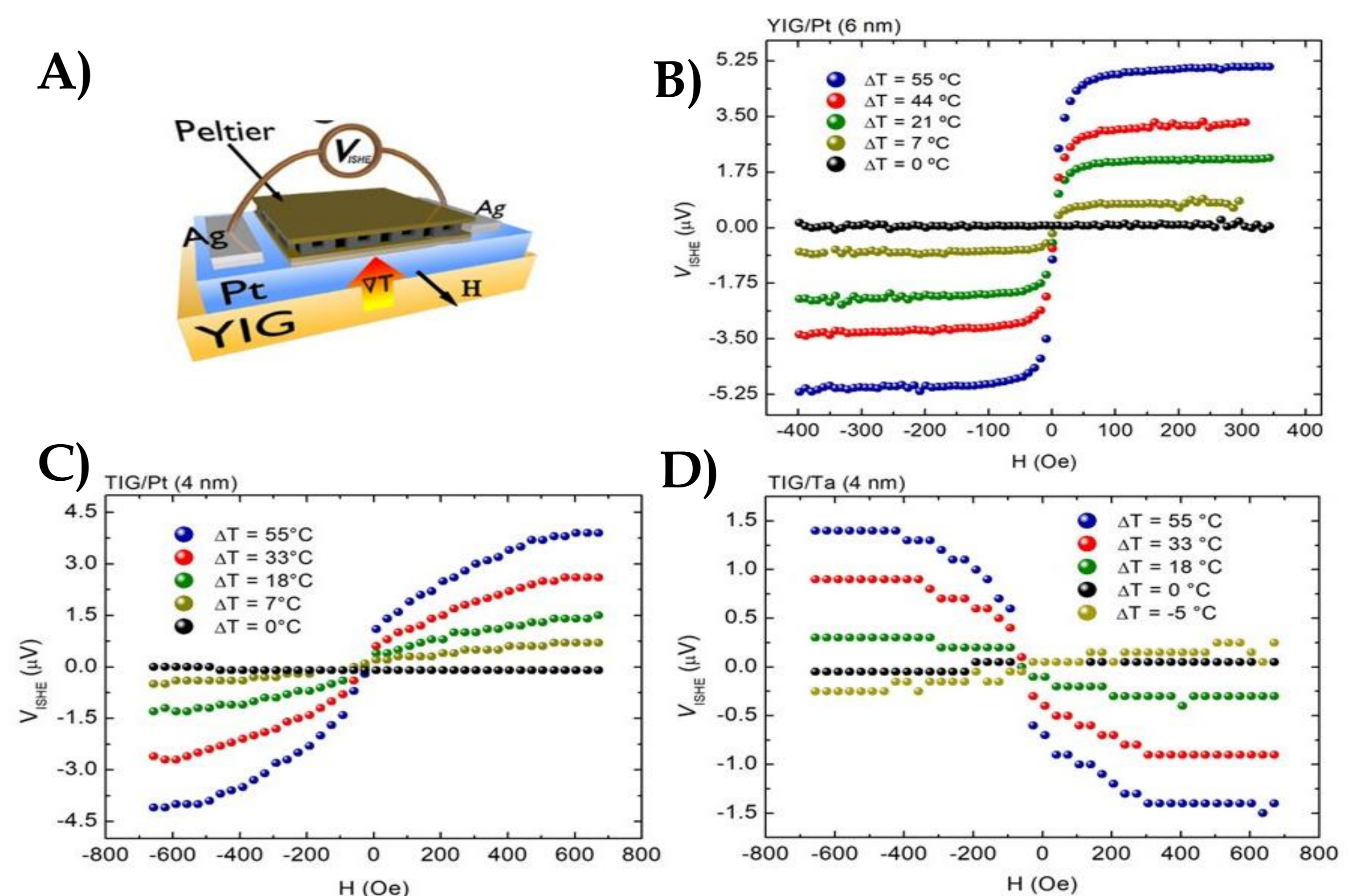


Figura 1: A) Esquema de montagem das amostras. Medidas de tensão em função do campo magnético sobre diferentes gradiente de temperatura B) Amostra de YIG/Pt, C) Amostra de TIG/Pt e D) Amostra de TIG/Ta.

Analisando os gráficos da Figura 1 observamos que a inversão do sentido do campo acarreta na inversão da tensão medida na amostra. Essa dependência do sentido do campo é uma evidência de que o fenômeno observado é diretamente afetado pela orientação dos spins dos elétrons, provando que não se trata de um efeito Seebeck clássico, mas sim, de um efeito Seebeck quântico. Além disso, comparando os resultados de YIG/Pt e TIG/Pt identificamos que a amostra de YIG atinge saturação de tensão com campos menos intensos, mostrando que o YIG propaga correntes de spin com maior eficiência. Por fim, a amostra TIG/Ta apresentou o comportamento inverso ao comportamento de TIG/Pt. Essa inversão de sentido de conversão de corrente indica que o Ta possui um ângulo Hall de spin negativo

#### Conclusões

Neste trabalho observamos que as amostras possuem as características necessárias para gerar corrente de spin e que a amostra de YIG/Pt realiza o processo com maior eficiência. Além disso, identificamos uma característica peculiar do Ta de possuir um ângulo Hall negativo. Os autores são gratos ao CNPQ, FAPEMIG e CAPES pelo apoio que possibilitou a realização deste trabalho.