

## ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DE FILMES FINOS DEPOSITADOS POR PULVERIZAÇÃO CATÓDICA EM FUNÇÃO DO FLUXO DE ENERGIA PARA O SUBSTRATO

Thais Macedo Vieira<sup>1</sup>, Luís César Fontana<sup>2</sup>, Julio César Sagás<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Acadêmico(a) do Curso de Licenciatura em Física -CCT - bolsista PROBIC/UDESC

<sup>2</sup> Professor, Departamento de Física – CCT

<sup>3</sup> Orientador, Departamento de Física-CCT – julio.sagas@udesc.br

Palavras-chave: *Magnetron Sputtering*, filmes de  $Ti_xO_y$ , filmes de gadolínio.

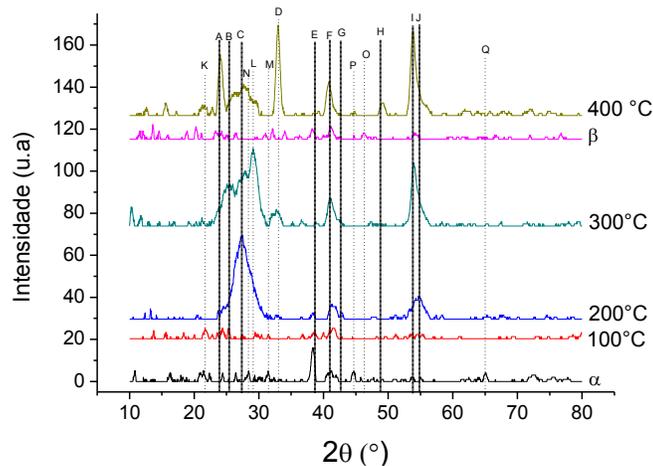
As propriedades de filmes finos depositados pela técnica de pulverização catódica (*magnetron sputtering*) dependem fortemente do fluxo de energia para o substrato. Esta transferência de energia é decorrente do fluxo de partículas neutras e carregadas, da absorção de radiação e, eventualmente, de aquecimento externo. Deste modo, a estrutura e as propriedades de diferentes materiais podem ser alteradas através da modificação na transferência de energia.

Filmes finos a base de óxidos de titânio detêm muitas aplicações, como em células solares, catálise heterogênea e janelas autolimpantes [1]. O gadolínio (Gd) é um material comumente estudado devido às suas propriedades magnéticas, como seu efeito magnetocalórico [2]. No entanto, há poucos estudos que analisem a modificação das propriedades elétricas em conjunto com as propriedades magnéticas. Os objetivos deste trabalho são: verificar a influência da temperatura na formação de filmes de  $Ti_xO_y$  e depositar filmes de gadolínio em diferentes condições de fluxo de energia (variando-se a polarização do substrato) de modo a avaliar a mudança na resistividade.

O sistema de deposição adotado foi o *Triodo Magnetron Sputtering* do Laboratório de Plasmas, Filmes e Superfícies do CCT-UDESC. Foram depositados filmes de  $Ti_xO_y$  sobre amostras de vidro, utilizando a potência (470 W) como um parâmetro fixo de deposição. Foram cinco grupos de deposições, e a cada grupo uma nova temperatura era atribuída (sem aquecimento externo, 100°C, 200°C, 300°C e 400°C). As amostras foram caracterizadas por ângulo de contato, perfilometria (espessura dos filmes), microscopia de força atômica (rugosidade) e difração de raios-X (fases cristalinas).

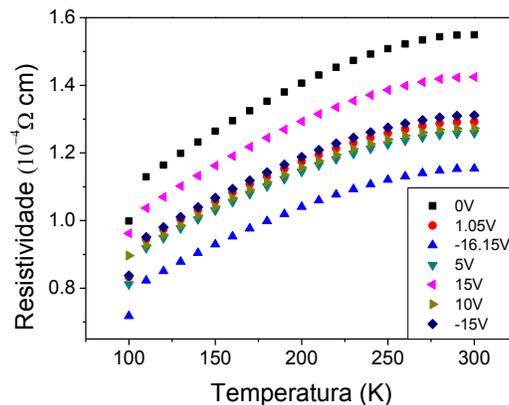
A Figura 01 apresenta o resultado da difração de raios-X dos filmes, sendo dada a seguinte nomenclatura: A= $Ti_2O_3$  (012), B=Anatase (011), C=R (110), D= $Ti_2O_3$  (104), E=Anatase (112), F=Rutile (111), G= $Ti_2O_3$  (202), H= $Ti_2O_3$  (024), I= $Ti_2O_3$  (116) e J= $Ti_2O_3$  (211). Sendo anatase e rutile, as estruturas mais comuns do  $TiO_2$ .

As medidas de ângulo de contato e rugosidade mostram que a temperatura pouco influenciou nas características morfológicas. No entanto, a difração de raios-X mostra uma significativa alteração da estrutura cristalina. O aumento da temperatura leva à formação do subóxido  $Ti_2O_3$  em detrimento do  $TiO_2$ .



**Fig. 01:** DRX para as amostras depositadas sendo  $\alpha$  = sem aquecimento externo ( $70^\circ\text{C}$ ) e  $\beta$  = sem aquecimento externo ( $89^\circ\text{C}$ ).

Os filmes de Gd foram depositados sobre silício (Si). A tela e o alvo ficaram distantes por 2,0 cm e a distância alvo-substrato foi fixada em 73 mm. As amostras foram depositadas em diferentes condições de polarização. Todas as deposições foram realizadas a 0,4 Pa em atmosfera de Ar, com corrente constante de 0,50 A. As amostras foram caracterizadas eletricamente em um sistema de medição por Efeito Hall usando o método de Van der Pauw. As medidas foram feitas variando a temperatura em intervalos de 10 K desde 100 até 300 K. A Figura 2 expõe os dados retirados para resistividade dos filmes a baixas temperaturas.



**Fig. 2:** Relação resistividade e temperatura.

As medidas mostram que a resistividade é maior para a amostra aterrada. Nota-se que com o aumento da temperatura a resistividade aumenta, como é típico em metais.

## Referências

- [1] Diebold, U. The surface science of titanium dioxide. Surface Science Reports, v. p.53-229, oct. 2002.
- [2] A.M. Tishin and Y.I. Spichkin. International Journal of Refrigeration, **37**, 223-229, (2014).