

## ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA TOPOGRAFIA NA DIFUSÃO DE ELETROLÍTOS EM FILMES FINOS DE PEROVSKITAS

ISADORA BRASIL DE OLIVEIRA<sup>1</sup>;  
PEDRO LOVATO GOMES JARDIM<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas – isadora\_yasmim@hotmail.com*

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas – pedro.lovato@ufpel.edu.br*

### 1. INTRODUÇÃO

Sabemos que as formas de energias alternativas estão em constante fase de evolução, dentre elas se destaca a energia solar, por possuir uma fonte virtualmente inesgotável. E ganha cada vez mais espaço como fonte de energia sustentável. A célula fotovoltaica é o dispositivo responsável pela conversão de energia, essa conversão é gerada por meio do efeito fotovoltaico que converte a radiação solar em energia elétrica. O efeito fotovoltaico é o surgimento de uma tensão elétrica em um material semicondutor sobre incidência de luz. (CARVALHO et al. 2010). Atualmente os tipos de células fotovoltaicas são: Células solares de primeira, segunda e terceira gerações.

Células Solares de Primeira Geração são feitas de silício e são amplamente difundidas. Os dois tipos utilizados para a produção dessa célula são silícios monocristalinos e silício policristalino. Essas células chamam atenção, devido sua eficiência já alcançada entre 15-20%, dependendo da sua pureza (SILVA et al. 2018). Esse tipo de célula contém um bom desempenho e estabilidade. No entanto, a sua fabricação demanda custos altos devido a pureza necessária.

Células Solares de Segunda Geração são dispositivos fotovoltaicos feitos a partir de filmes finos de materiais amorfos. Essas células possuem ótima absorção da radiação solar, devido a sua produção ser feita em baixas temperaturas e com menor consumo de energia, e devido a sua fina espessura que requer menos semicondutor para a sua produção (VITORETI et al. 2018). No entanto, sua produção contribui para poluição do meio ambiente, devido a toxicidade dos materiais inorgânicos envolvidos. Essas células possuem baixo rendimento, curta vida útil e provém de matéria prima escassa para sua produção. Apresentam uma eficiência típica em torno de 11% (MACHADO; MIRANDA, 2014).

Células Solares de Terceira Geração são células que permitem uma utilização mais eficiente da luz solar do que uma célula baseadas em um único band gap elétrico (ELLY; SWART, 2014). Em especial a célula sensibilizada por corante ou célula de Grätzel que é destaque devido pelo seu baixo custo em comparação a célula de primeira geração. Na sua produção utilizam materiais abundantes, com baixa toxicidade em sua composição. Apresentam como principais desvantagem sua baixa eficiência comparadas com as outras gerações, baixa durabilidade devido a degradação de corante orgânico, e ausência de uma linha de produção que poderia favorecer a relação custo benefício. É uma das opções para geração de energia limpa, sustentável, uma fonte renovável, com baixo custo e livre de poluição (GONG et al. 2017).

O dióxido de titânio ou titânia ( $TiO_2$ ) é um semicondutor do tipo n e vem sendo utilizado na fabricação de dispositivos de conversão de energia, devido ao seu baixo custo em comparação ao silício utilizado em células de primeira geração. Possuem propriedades elétricas, ópticas e mecânicas e também é de baixo custo, com baixa toxicidade, tem facilidade de manuseio, e resistência a corrosão fotoinduzida (COSTA, 2006). Esse material vem sendo utilizado em

várias aplicações uma das aplicações é em células solares de Grätzel, onde consistem células fotovoltaicas de TiO<sub>2</sub> nanocristalina sensibilizada por corante (AGNALDO, 2006 e STROPPIA et al. 2008). Trabalhos atuais têm demonstrado que alguns óxidos de perovskitas possuem características fotoluminescentes para utilização em célula de Grätzel, em especial o Titanato de Bário por posuir um band gap próximo a Titânia, podendo substituí-la. O Titanato de Bário (BaTiO<sub>3</sub> ou BTO) é um dos materiais cerâmicos ferroelétricos bastante estudados em processo de síntese, devido as suas propriedades, ferroelétricas, magnéticas com baixa constante dielétrica e baixa densidade óptica. Umhas das aplicações ferroelétricas inclui capacidores cerâmicos multicamadas, assim como aplicações em dispositivos piezoeléctrico, painéis eletroluminescentes, elementos piroelétricos entre outros (ZAMAN et al. 2017).

Esse trabalho tem como objetivo estudar a difusão do eletrolito em filmes finos nas perovskitas de Titanato de Bário e Titânia, depositadas sobre substrato de cobre e FTO, com espessura e rugosidade graduadas.

## 2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para este trabalho foi síntese, deposição e caracterização dos substrato de cobre e FTO revestido com BTO e TiO<sub>2</sub>. Com rugosidade e espessura graduadas. A síntese dos compostos de BTO e titânia foram feitas pelo método Hidrotermal Assistido por Microondas, em que uma solução aquosa com precursores é colocada e vedada dentro da cela reacional, que por sua vez é colocada no microondas. A radiação do microondas interage com as moléculas de água promovendo rotação e translação destas. O aumento de temperatura da pressão dentro da cela reacional promove a nucleação e crescimento de cristais a partir dos precursores. Após a síntese o BTO foi depositado nos substratos de cobre e FTO. E a TiO<sub>2</sub> foi depositada apenas no substrato de cobre. As deposições foram feitas pelo método de Dip-Electro-Coating (DEC). DEC é um novo método de deposição de recobrimento por imersão. Esse método envolve a união de duas técnicas, combinando deposição por imersão (dip-coating) e eletroforese, permitindo o controle da espessura e da rugosidade dos filmes. Os substratos são mergulhados na solução de BTO e Titânia ficando imersos por um determinado tempo e retirado com velocidade controlada. Enquanto, os substratos estão mergulhados é aplicado uma diferença de potencial entre eles, fazendo com o que as partículas migrem em direção ao substrato acumulando e formando uma camada de filme fino. Os parâmetros utilizados para deposição dos filmes de BTO e TiO<sub>2</sub> foram tempos de imersão de 2, 4, 8, 16, 32min, com taxa de deposição 10V, 15V e 20V. Com velocidade de retirada de 1mm/s e seco a temperatura ambiente durante 5min e em seguida, foram feita a secagem no forno a 110°C durante 15min.

Foi realizada a caracterização química-estrutural no CEME-SUL (Centro de Microscopia Eletrônica do Sul da Furg) por difração de raio-X (DRX) para identificar a fase estrutural dos compostos. A caracterização topográfica das superfícies foi realizada no Laboratório Lamas (Laboratório Multi Usuários de Análises de Superfície) do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS) por interferometria de Luz Branca (WLI) para medir a topografia de superfícies dos filmes finos. Será realizada ainda a caracterização de UV-VIS para aferir a energia a banda proibida por meio do coeficiente de absorção. E também a caracterização de voltametria cíclica para aferir a difusão do eltrólito no semicondutor. Essas caracterizações serão realizda no laboratório do grupo CCAF (Crescimento de Cristais Avançados e Fotônicas) da UFPEL.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram obtidos as deposições dos filmes finos de BTO nos substratos de cobre e FTO. Para a titânia foi feita a deposição apenas no substrato de cobre, conforme Figura 1.

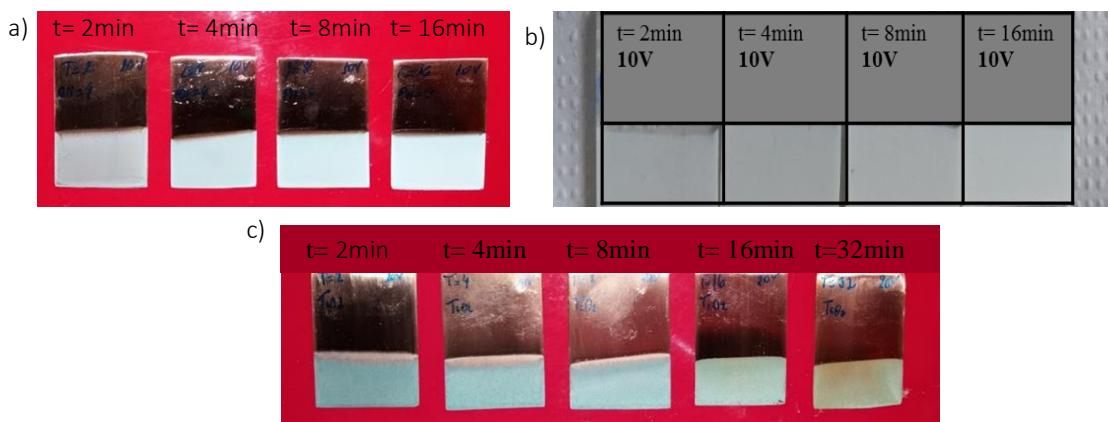


Figura 1: Filmes finos a) BTO no cobre, b) BTO no FTO, c) TiO<sub>2</sub> em cobre.

Os difratogramas de raio X das nanopartículas de BTO e TiO<sub>2</sub> são observados na Figura 2. Em azul estão representados os planos cristalinos de BTO pela ficha cristalográfica nº 471994 referente a fase cúbica. E para a TiO<sub>2</sub> estão representados em verde pela ficha cristalográfica nº 497154 referente a fase anatase.

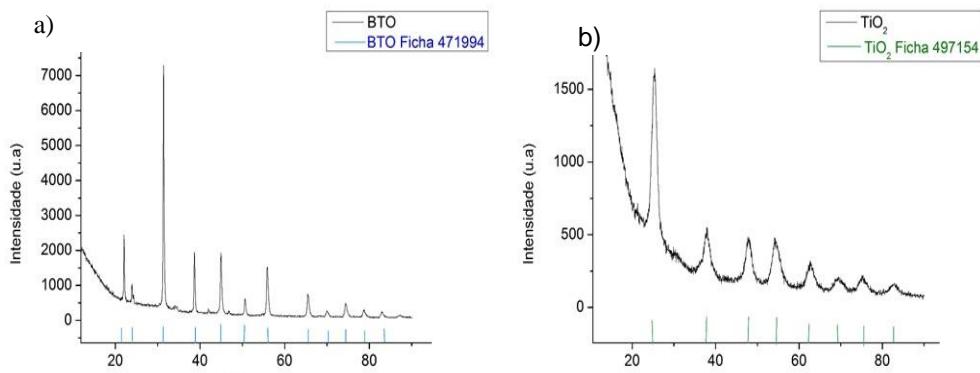


Figura 2: Difratogramas de raio X a) amostra de BTO, b) amostra de TiO<sub>2</sub>.

No momento apenas os filmes finos de BTO depositados no substrato de cobre e FTO foram caracterizados por WLI. As análises das caracterizações topográficas das superfícies dos filmes finos de BTO, nos fornece dados quantitativos. A Figura 3, representam o mapa tridimensional das superfícies dos filmes de BTO no substrato de cobre e FTO. Foi possível obter rugosidade distintas com variação do tempo utilizado na deposição dos filmes, tanto no substrato de cobre quanto no substrato de FTO.

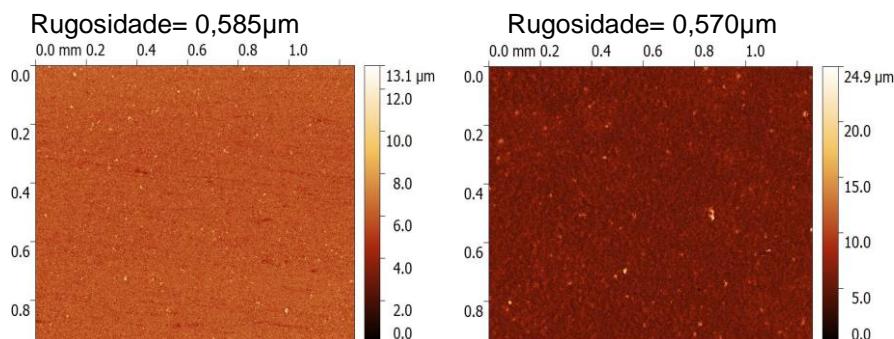


Figura 3: Topografias dos filmes finos a) no substrato de cobre, b) no substrato de FTO.

#### 4. CONCLUSÕES

O trabalho ainda está em andamento, porém já obtemos amostra de filme fino de BTO no substrato de cobre e FTO. Ainda serão feitas as deposições de filme fino de TiO<sub>2</sub> para os mesmos parâmetros utilizados no BTO. Foi possível obter dados quantitativos da rugosidade e espessura no substrato de cobre e esses dados serão comparados futuramente com a técnica de voltametria cíclica. Espera-se com essas aferições correlacionar a topografia dos filmes de perovskitas com a troca iônica decorrente da difusão do eletrólito dentro do semicondutor.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, E. F.; CALVETE, M. J. F. Energia Solar: Um passado, um presente...um futuro auspicioso. **Revista Virtual de Química**, v. 2, n. 3, p. 192-203, 2010.
- SILVA, I. B. da; SOUZA, R. P.; SILVA, I. A. da; THOMAS, H. Y.; OLIVEIRA, K. C. Materiais aplicados à geração de energia solar em edificações. In: **VII Congresso Brasileiro de Energia Solar-CBENS 2018**. [S.I.: s.n.], 2018.
- VITORETI, A. B. F.; CORR^EA, L. B.; RAPHAEL, E.; PATROCINIO, A. O. T.; NOGUEIRA, A. F.; SCHIAVON, M. A. Células Solares Sensibilizadas por Pontos Quânticos. **Química Nova**, Directory of Open Access Journals, v. 40, n. 4, p. 436-446, 2018.
- MACHADO, C. T.; MIRANDA, F. S. Energia Solar Fotovoltaica: uma breve revisão. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 1, p. 126-143, 2014.
- ELY, F.; SWART, W. Energia solar fotovoltaica de terceira geração. **Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos ou Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE), O Setor Elétrico**, ed, v. 105, p. 138-139, 2014.
- GONG, J.; SUMATHY, K.; QIAO, Q.; ZHOU, Z. Review on dye-sensitized solar cells (DSSCs): Advanced techniques and research trends. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Elsevier, v. 68, p. 234-246, 2017.
- COSTA, A.; VILAR, M.; LIRA, H. L.; KIMINAMI, R.; GAMA, L. et al. Síntese e caracterização de nanopartículas de TiO<sub>2</sub>. **Cerâmica**, SciELO Brasil, v. 52, n. 324, p. 255-259, 2006.
- AGNALDO, J.; BASTOS, J.; CRESSONI, J.; VISWANATHAN, G. Células solares de TiO<sub>2</sub> sensibilizado por corante. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, SciELO Brasil, v. 28, n. 1, p. 77-84, 2006.
- STROPPA, D. G.; GIRALDI, T. R.; LEITE, E. R.; VARELA, J. A.; LONGO, E. Obtenção de filmes \_nos de TiO<sub>2</sub> nanoestruturado pelo método dos precursores poliméricos. **Química nova**, Sociedade Brasileira de Química, p. 1706-1709, 2008.
- ZAMAN, T.; MOSTARI, M. S.; ISLAM, M. F. Incorporation of Donor Dopant on BaTiO<sub>3</sub> (BTO) Perovskite Structure. **American Journal of Nanosciences**, Science Publishing Group, v. 3, n. 2, p. 24, 2017.