

CONVERSÃO DE ENERGIA UTILIZANDO NANO E MESOCRISTALIS DE PEROVSKITAS: UMA ABORDAGEM TÉORICA E EXPERIMENTAL

THISSIONA DA CUNHA FERNANDES¹; ANANDA RAMIRES STIGGER²; MÁRIO LÚCIO MOREIRA³; PEDRO LOVATO GOMES JARDIM²; CRISTIANE RAUBACH RATMANN²; SÉRGIO DA SILVA CAVA²

¹Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – thissifernandes@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – anandaramires@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – mlucio3001@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas (UFPel) - pedro.lovato@ufpel.edu.br

²Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – cricawr@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – sergiocava@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é realizar a deposição e as medidas elétricas da célula fotovoltaica de Titanato de Magnésio (MTO) sobre Dióxido de Titânio (TiO_2). O MTO pertence ao grupo de compostos denominados de Perovskitas. Esses compostos têm demonstrado serem aptos às aplicações fotônicas [1]. A síntese do MTO foi realizada pelo método de sol-gel, modificada pelo nosso grupo de pesquisa [2]. Obteve-se o pó de MTO utilizando as proporções adequadas de TiO_2 e $MgCl_2$, o qual foi caracterizado por difração de raio X (DRX) para identificar a estrutura cristalina romboédrica do material. O processo também foi realizado para o TiO_2 para o qual foi encontrada a fase anatáse [3]. Feita as identificações necessárias, partiu-se para a deposição do filme de TiO_2 no substrato de vidro, utilizando a técnica de deposição por *dip-coating* e *electro-coating* [4]. Subsequentemente uma camada de MTO (fotoeletrodo) mais espessa é depositada sobre o TiO_2 . A célula é então selada e pode ser conduzida para medidas elétricas.

2. METODOLOGIA

Foram realizadas duas sínteses no processo, uma para a obtenção do Citrato de Titânio e outra para obter o Cloreto de Magnésio ($MgCl_2$). Para a síntese do Citrato foram utilizados ácido cítrico, isopropóxido de titânio e água destilada [5]. O bêquer para a síntese foi colocado sobre um agitador magnético à temperatura de aproximadamente 90°C para a adição dos reagentes. Segundo a proporção estequiométrica Ti:Hcit:1:6 foram adicionados Isopropóxido de Titânio e ácido cítrico. A solução ficou sob agitação constante até a evaporação de parte do solvente, visando atingir a marcação de 300mL. A síntese do $MgCl_2$ foi realizada pelo mesmo

método que a síntese do Citrato de Titânio, porém com Cloreto de Magnésio Hexahidratado, ácido cítrico e água destilada. Esse processo durou aproximadamente 18 horas.

Após a síntese dos precursores, iniciou-se o processo para a obtenção do pó de MTO. Misturou-se as quantidades necessárias de Citrato de Titânio e MgCl₂ e, levou-se a amostra para a calcinação. A calcinação foi realizada em duas etapas: a primeira, a qual a amostra foi submetida a 400°C por 1h30min (a fim de remover o “puff”, que nada mais é do que o pó amorfo de MTO+C) e macerada com o almofariz e pistilo de Ágata. Com o pó obtido foi realizada a segunda calcinação à 700°C por 2h e a amostra foi novamente macerada. Foi realizada a DRX do MTO e do TiO₂, calcinado anteriormente em um trabalho paralelo e utilizada neste trabalho, pela técnica de HAM (hidrotermal assistido por microondas). As análises obtidas indicaram o MTO como uma estrutura romboédrica enquanto que para o TiO₂ foi encontrado a fase anatáse, como reportado pela literatura [5]. O TiO₂ obtido pelo método de sol-gel foi depositado pela técnica de *dip-coating* enquanto o TiO₂ sintetizado por HAM foi depositado por *dip-eletro-coating*. A deposição feita no substrato de FTO com o TiO₂ sintetizado por sol-gel foi levada à mufla a 500°C/2h e analisou-se as propriedades microestruturais dessa primeira montagem da célula no microscópio óptico.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Obteve-se a síntese do Dióxido de Titânio (TiO₂) e do Cloreto de Magnésio (MgCl₂) os quais apresentaram solução limpa e homogênea. O gráfico 1 e a figura 1 mostram, respectivamente, a difração de raio X (DRX) da amostra de MTO e a estrutura cristalina do MTO.

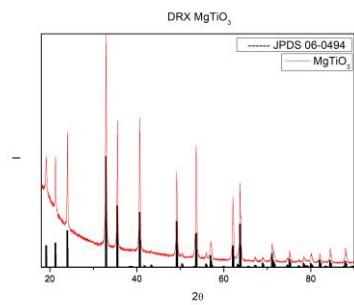


Gráfico 1: DRX do MTO.

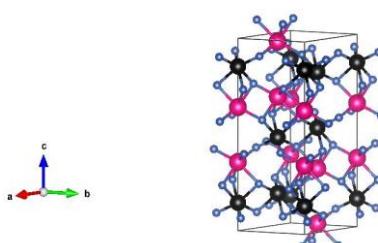


Figura 1: Estrutura do MTO

Percebe-se pelo gráfico 1 que o composto sintetizado possui os mesmos picos de difração que o MTO teórico, de ficha JCPDS 06-0494, de estrutura romboédrica, pertencente ao grupo R3 como mostrado na figura 1. Pela análise do DRX percebe-se que todos os picos de difração do composto teórico correspondem exatamente ao composto experimental, caracterizando a pureza do composto.

O primeiro teste de deposição feita via *dip-eletro-coating*, utilizando o TiO₂ sintetizado por HAM não obteve resultados favoráveis, visto que após o término do tratamento térmico do filme fino depositado, o mesmo apresentou irregularidades e porosidades em sua estrutura, vistas a olho nu. A figura 2 mostra os resultados a partir dessa técnica:



Figura 2: Resultados das deposições utilizando o TiO₂ sintetizado por HAM.
Imagens do próprio autor.

O segundo teste foi realizado com o TiO₂ sintetizado via sol-gel, com a deposição pela técnica do *dip-coating*. A olho nu, o filme obtido por essa técnica antes do tratamento térmico pareceu ideal para as células fotovoltaicas (figura 3) feito o tratamento térmico, o filme apresentou uma coloração amarelada o que indica que houve um processo de evaporação do etilenoglicol, contido na solução utilizada para a deposição.



Figura 3: Filme depositado antes do tratamento térmico e depois do tratamento térmico. Imagem do próprio autor.

Como após o tratamento térmico o filme mostrou-se promissor, foi analisada a sua estrutura em um microscópio eletrônico. A figura 4 representa o padrão encontrado na ampliação x100 do microscópio, a partir dela percebe-se que o filme obtido não foi homogêneo o suficiente para espalhar a luz suficientemente. A próxima etapa da continuação deste trabalho é realizar um tratamento térmico mais efetivo e realizar novos testes de deposição via dip-coater.



Figura 4: Primeira deposição do filme de TiO₂ no FTO observada do microscópio eletrônico com ampliação de x100

4. CONCLUSÕES

A caracterização da Perovskita Titanato de Magnésia foi realizada com sucesso, ou seja, o pó de MTO está pronto para a deposição que será feita via *Doctor-Blade*, ainda serão realizados novos testes de deposição para aprimorar o resultado mostrado na figura 3. E será realizada uma deposição com o TiO₂ sintetizado via *electrospinning*, em uma parceria com a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ESTEVES, A.C.; BARROS-TIMMONS, A.; TRINDADE, T. Nanocompósitos de matriz polimérica: estratégias de síntese de materiais híbridos. *Química Nova [online]*, São Paulo, vol.27, n.5, pp.798-806, 2004.
- [2] Morais, Evandro Augusto de. Incorporação de Er em SnO₂ obtido via sol-gel: uma análise de xerogéis e filmes finos. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002. doi:10.11606/D.88.2002.tde-25102005-103032. Acesso em: 2018-02-03.
- [3] TANG. H.; PRASAD, K.; SANJINÈS, P.E.; SCHMID; LÉVY, F. Electrical and optical properties of TiO₂ anatase thin films. *Journal of Applied Physics*, v.75, n.4, 2042-2047, 1994.
- [4] BRINKER C.J; FRYE, G.C.; HURD A.J.; ASHLEY C.S. Fundamentals of sol-gel dip coating. *Thin Solid Films*, Albuquerque, v. 201, n.1, p. 97-108, 1991.
- [5] FERRI, E.A. **Estudo das propriedades fotoluminescentes de pós e filmes finos de MgTiO₃ obtidos pelo método dos precursores poliméricos.** 2011. 102f. Tese (Doutorado em ciências) – Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal de São Carlos.