

ANAIS

EICTI 2017

6° Encontro de
Iniciação Científica

2° Encontro de Iniciação
ao Desenvolvimento
Tecnológico e Inovação

4 a 6 de outubro de 2017

Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA)
Av. Tarquínio Joslin dos Santos, nº 1000
Foz do Iguaçu, Paraná – Brasil



Realização:



Apoio:



SÍNTESE E CARATERIZAÇÃO DE FOTOANODOS NANOESTRUTURADOS PARA APLICAÇÃO EM CÉLULAS FOTOELETROQUÍMICAS

BUSTI, Nathalie Danree.

Estudante do Curso de Engenharia de Energia, bolsista IC-CNPq - ILATIT – UNILA;
E-mail: nathalie.busti@aluno.unila.edu.br

MARCHESI, Luis Fernando Q. Pereira

Docente/pesquisador – UTFPR, Campus Ponta Grossa/PR.
E-mail: luismarchesi@utfpr.edu.br

SOUSA GÓES, Márcio

Docente/pesquisador, CICN/ILACVN – UNILA.
E-mail: marcio.goes@unila.edu.br

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho surge num contexto de crescente demanda energética, na busca de soluções eficientes que permitam diminuir a dependência de combustíveis fósseis através do avanço das tecnologias associadas as fontes renováveis de energia, especificamente a energia solar. Em termos de mercado as principais células solares são feitas a base de silício, porem, novas tecnologias que buscam um aumento da eficiência associado a custos mais baixos de produção estão ganhando visibilidade, e dentre elas, encontram-se as células solares sensibilizadas com corante (CSSC). Embora estas células sejam estudadas desde os anos 70 (Tributsch,1972), só ganharam maior atenção quando O'Regan & Grätzel (1991) conseguiram um aumento significativo na eficiência de conversão de energia nas CSSC desenvolvidas a partir de óxido de titânio (TiO_2), passando de 2,5 para 7,1% na eficiência de conversão de energia. Atualmente este tipo de células já alcançaram um máximo de eficiência de 14% (Kakiage et al., 2015).

Neste contexto, este trabalho visa contribuir na área de pesquisa em materiais semicondutores desenvolvidos para aplicação em CSSC. Neste trabalho objetivou-se analisar o efeito do íon európio (Eu^{3+}) como dopante da matriz de TiO_2 , no desempenho das CSSC. Isto foi feito com auxílio de técnicas óticas e eletroquímicas para a

caracterização do material visando entender a resposta final, em termos de desempenho do dispositivo.

2 METODOLOGIA

Pós de óxido de titânio dopados com distintas porcentagens molares de európio ($\text{TiO}_2:\text{Eu}^{3+}$) – 1, 2 e 5% – preparados pela técnica de sol-gel e calcinados a 500 °C foram utilizados para a preparação das CSSC. Os pós, preparados pelo GPQM da Universidade Federal de São João del-Rei, MG, em acordo com o trabalho de Pena et al. (2016) foram caracterizados por difração de raios X e os dados obtidos foram ajustados pelo Método de Rietveld para obtenção de parâmetros de cela unitária, e por meio da equação de Debye-Scherrer calculou-se o tamanho médio de cristalito. Utilizou-se o Microscópio de Varredura Eletrônicas para determinação da morfologia dos pós e dos filmes de $\text{TiO}_2:\text{Eu}^{3+}$. Também se utilizou este equipamento para caracterização química das amostras por meio de Espectroscopia de Raios X por Dispersão em Energia. Para as medidas eletroquímicas foi necessário fabricar uma gaiola de Faraday com “simulador solar” integrado e as medidas eletroquímicas realizadas em condição de polarização direta foram: cronoamperometria e voltametria cíclica (VC) na configuração de dois eletrodos.

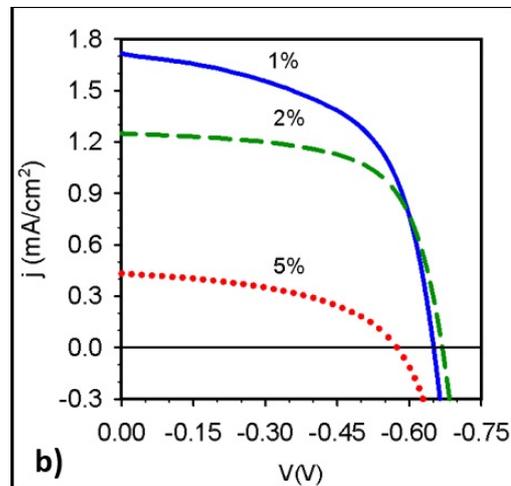
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nas CSSC os fótons incidentes na célula excitam elétrons do corante que por sua vez são injetados na banda de condução do material semiconductor e transferidos por difusão ao óxido condutor transparente presente no eletrodo de trabalho. Logo, por meio do circuito externo estes são transferidos ao contra eletrodo e por meio deste ao eletrólito contendo o par redox I^-/I_3^- , onde os elétrons combinam com o I_3^- , formam o I^- que por difusão chega até o corante oxidado regenerando-o e completando, portanto, o ciclo de conversão de energia. Há de ressaltar que nas CSSCs não há presente um campo elétrico que possa ocasionar a separação das cargas, sendo que o que domina o processo são as diferentes constantes de velocidades de difusão e recombinação eletrônica (Góes, 2010). As perdas nas interfaces e a diferença nos níveis de energia dos diferentes componentes das CSSC são os principais limitantes para o aumento na eficiência desta tecnologia (Barea et al.,

2010). Assim, a análise e o entendimento do processo de transferência de carga nas interfaces semicondutor/eletrólito e semicondutor/corante das CSSC são importantes para maximizar a eficiência do dispositivo (Góes, 2010).

4 RESULTADOS

Os dados obtidos pela difração de raios X dos pós dopados mostraram a presença somente do TiO_2 na fase anatase e com tamanho médio de cristalito de 8,4; 7,9 e 7,3 nm para os pós contendo as porcentagens molares de 1, 2 e 5% de Eu^{3+} , respectivamente. Por sua vez, os dados obtidos pelo Método de Rietveld mostram que a inserção do európio na matriz do TiO_2 causa um aumento no volume da cela unitária. As microscopias eletrônicas de varredura mostraram pós com aglomerados e baixa homogeneidade no tamanho das partículas. Os filmes porosos apresentaram trincas e, também, baixa homogeneidade. Já as medidas de cronoamperometria mostraram células solares com boa resposta ao estímulo luminoso para todos as porcentagens de dopante e as medidas de corrente-tensão mostraram que comparativamente a célula contendo 1% de Eu^{3+} mostra-se mais eficiente que as células com maior porcentagem de dopante.



b) Curva j-V para las CSSC de $\text{TiO}_2:\text{Eu}^{3+}$ para los distintos porcentajes molares de Eu^{3+} – 1%, 2%, 5% – indicadas con irradiación incidente de 1000 W/m^2 .

5 CONCLUSÕES

Neste trabalho, se estudou o efeito da inserção do íon dopante de európio na matriz de óxido de titânio no desempenho das CSSC. Os pós sintetizados apresentaram uma única fase (anatase) e tem-se evidências que o íon dopante foi incorporado à matriz do TiO_2 . Os filmes aplicados como fotoanodos mostraram-se com problemas na morfologia, uma vez que apresentaram trincas e baixa homogeneidade. No trabalho foi possível observar que o dopante provoca alterações no desempenho do dispositivo, sendo que os filmes com menor quantidade de dopantes mostraram-se

mais eficientes, sendo a melhor para amostra com 1% de Eu^{3+} . No caso dos filmes com maior quantidade de dopante a menor eficiência pode estar relacionada as resistências em série e em paralelo do dispositivo final. Desta forma, melhorias devem ser feitas no processo de síntese dos pós para obter partículas de geometria mais uniforme. Também é necessário melhorar o processo de síntese das pastas, no qual a pouca quantidade de pó utilizado nas mesmas pode estar condicionando a qualidade final do filme. Por outro lado, deve-se aprimorar a técnica de deposição do filme já que os mesmos resultaram ser muito mais espessos do que o recomendado pela literatura. Os altos valores estimados de resistência em série devem ser reduzidos para melhorar o desempenho do dispositivo.

AGRADECIMENTOS

N.D.B. agradece ao PIBIC-CNPq pelas bolsas de Iniciação Científica concedidas. Os autores agradecem: ao Grupo de pesquisa em Química de Materiais – GPQM, UFSJ, São João del-Rei/MG, parceiros nesse trabalho, em especial ao Prof. Jefferson L. Ferrari; ao Grupo de Pesquisa e Desenvolvimento de Baterias Industriais (FPTI), ao Núcleo de Pesquisas em Hidrogênio (FPTI), ao Laboratório Interdisciplinar de Ciências Físicas (UNILA) e ao Prof. Rodrigo L. O. Basso (CICN/UNILA) pela cooperação e parceria; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq. Universal. Processo: 446320/2014-5), e a todos que de alguma forma contribuíram com este trabalho.

6 PRINCIPAIS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAREA E. M., ORTIZ, J., PAYA, F.J., FERNANDEZ-LAZARO, F., FABREGAT-SANTIAGO, F., SASTRE-SANTOS, A., BISQUERET, J., Energetic factors governing injection, regeneration and recombination in dye solar cells with phthalocyanine sensitizers, **Energy & Environmental Science**, v.12, p.1985-1994, 2010.

GÓES, M. S., *Análise de nanoestruturas por espectroscopia de impedância para células fotoeletroquímicas*, Tese de Doutorado, **Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Estadual Paulista**, Araraquara, São Paulo, 2010.

KAKIAGE, K., AOYAMA, Y., YANO, T., OYA, K., FUJISAWA, J., HANAYA, M., *Highly-efficient dye-sensitized solar cells with collaborative sensitization by silyl-anchor and carboxy-anchor dyes*, **Chemical communications**, v. 51, p. 15894-15897, 2015.

PENA, A. L., BUARQUE, J. M. M., SCHIAVON, M. A., RANGEL, J. L., CARVALHO, I., GONÇALVES, R. R., FERRARI, J. L., *Structural and optical investigations of Eu^{3+} -doped TiO_2 nanopowders*, **Ceramics International**, v. 42, p. 6914–6923, 2016.

O'REGAN, B., GRÄTZEL, M., *A low-cost, high-efficiency solar cell based on dye-sensitized colloidal TiO_2 films*, **Nature**, v. 353, p. 737-740, 1991.

TRIBUTSCH, H., *Reaction of excited chlorophyll molecules at electrodes and in photosynthesis*, **Photochemistry and Photobiology**, v. 16, p. 261-269, 1972.