

ESTUDO PARA OTIMIZAÇÃO DO FOTOELETRODO DE CÉLULAS SOLARES SENSIBILIZADAS POR CORANTE

VITOR GOETZKE¹; CÁTIA LIANE ÜCKER²; CRISTIANE WIENKE RAUBACH RATMANN³

¹Universidade Federal de Pelotas – vitorgoetzke@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – catiaucker@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – cricawr@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Assuntos envolvendo fontes de energia não renováveis e meio ambiente tornam-se cada vez mais importantes, pois com o aumento no consumo energético mundial, a demanda por energia proveniente de fontes não renováveis cresce e, paralelamente, problemas ambientais não podem ser ignorados, tais como os provenientes da queima de combustíveis fósseis. Além das questões ambientais, há problemas relacionados ao fato que as fontes não renováveis são esgotáveis (LI et al., 2006). Logo, questões ambientais e a necessidade de suprir a demanda proveniente de fontes esgotáveis estimulam estudos para obtenção de novos meios para gerar energia de forma limpa e renovável. O fornecimento de energia através de células solares trata-se de uma boa alternativa para suprir esta necessidade (GHOSH et al., 2011). Os dispositivos fotovoltaicos à base de silício possuem uma maior participação no mercado. No entanto, os elevados custos para fabricação e implantação destas células atrapalham sua expansão (SIVAKOV et al., 2009).

As Células Solares Sensibilizadas por Corante (DSSC) surgem como uma opção de baixo custo para as células convencionais de silício. Estas células foram apresentadas por Grätzel em 1991 (O'REGAN; GRÄTZEL, 1991). As DSSC são basicamente formadas por cinco componentes principais, um substrato condutor transparente depositado em um vidro, um composto semiconductor, um sensibilizador de corante, um eletrólito e um contra eletrodo (HAGFELDT et al., 2010; JIAO; ZHANG; MENG, 2011; REDDY et al., 2014). Dentro das inúmeras pesquisas relacionando DSSC, percebe-se que a disseminação da mesma não é um processo simples, já que problemas com baixa eficiência são frequentemente encontrados (HAGFELDT et al., 2010). A amplificação desta tecnologia passa por uma melhor eficiência das células montadas. Estudos para compreender e verificar problemas nos parâmetros de montagem são extremamente importantes e contribuirão para a disseminação da DSSC (GHOSH et al., 2011).

Neste contexto, este trabalho propõe uma investigação no comportamento dos parâmetros elétricos de células solares desenvolvidas a partir da modificação do semiconductor, efetuando a mistura de dois compostos semicondutores para elaboração do fotoeletrodo, visando obter células com resultados fotovoltaicos superiores.

2. METODOLOGIA

Dois modelos de células distintos foram projetadas, um com fotoeletrodo constituído apenas por Nb₂O₅ e outro elaborado com a mistura de Nb₂O₅ e TiO₂. Estas DSSC foram montadas em triplicata, conforme esquema apresentado na Figura 1.

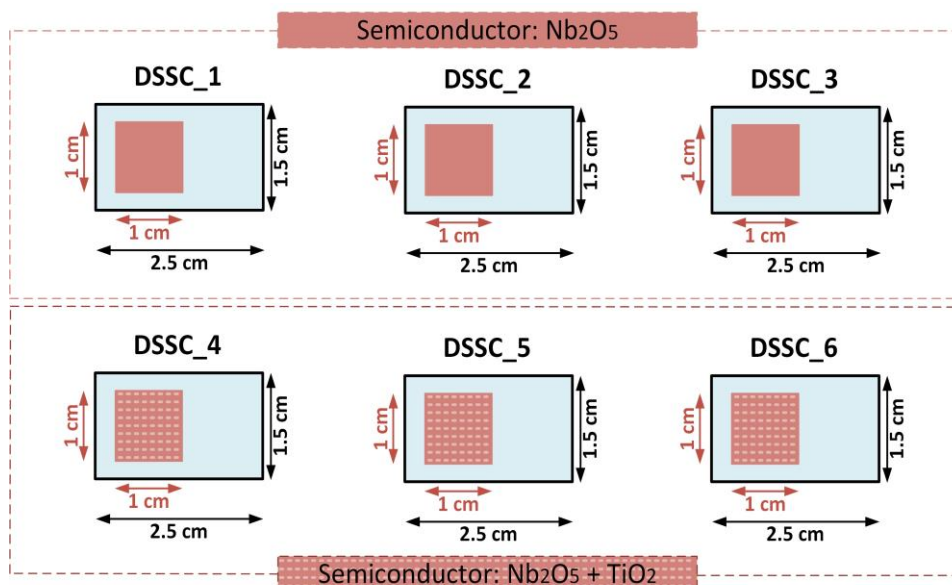


Figura 1 – Layout representativo das DSSC montadas.

Fonte: Fonte própria.

Para montagem das DSSC, a primeira etapa de executada foi a lavagem dos substratos de vidro condutor FTO (fluoride doped tin oxide, 7 Ω/sq , Sigma-Aldrich). O fotoeletrodo da célula foi preparado utilizando duas pastas viscosas distintas, a primeira contendo 300mg de Nb_2O_5 e a segunda com uma mistura de 270mg de Nb_2O_5 mais 30 mg de TiO_2 , correspondendo a 90:10 (% m/m), sendo em ambas utilizado etilenoglicol, Triton-x 100 e etanol. A deposição das pastas sobre o FTO nas amostras foi realizada pelo método de doctor-blade, delimitando-se áreas ativas de 1 cm^2 . Após foi efetuado o processo de sinterização, em forno Mufla a 450°C durante 30 minutos, para a adesão do semiconductor. Na sequência, foi realizado a sensibilização, onde cada fotoeletrodo foi submerso em um recipiente contendo corante N-3. O contra eletrodo da célula foi elaborado utilizando grafite. Após a execução destas etapas, foi feita a finalização da montagem da mesma, através da união dos dois eletrodos, (fotoeletrodo e contra eletrodo) e inserção do eletrólito.

Os parâmetros fotovoltaicos das DSSC foram caracterizados através da realização de testes sob iluminação, avaliando a densidade de corrente de curto circuito (J_{SC}) e a tensão de circuito aberto (V_{OC}). Também foi utilizada a técnica de microscopia eletrônica de varredura (MEV) para verificar a disposição das partículas que integram a superfície da camada semicondutora.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes aos experimentos fotovoltaicos realizados estão dispostos a seguir. A curva média, da $J - V$ (densidade de corrente versus tensão), da análise em triplicata das DSSC, está demonstrado na Figura 2, seus valores estão expostos na Tabela 1.

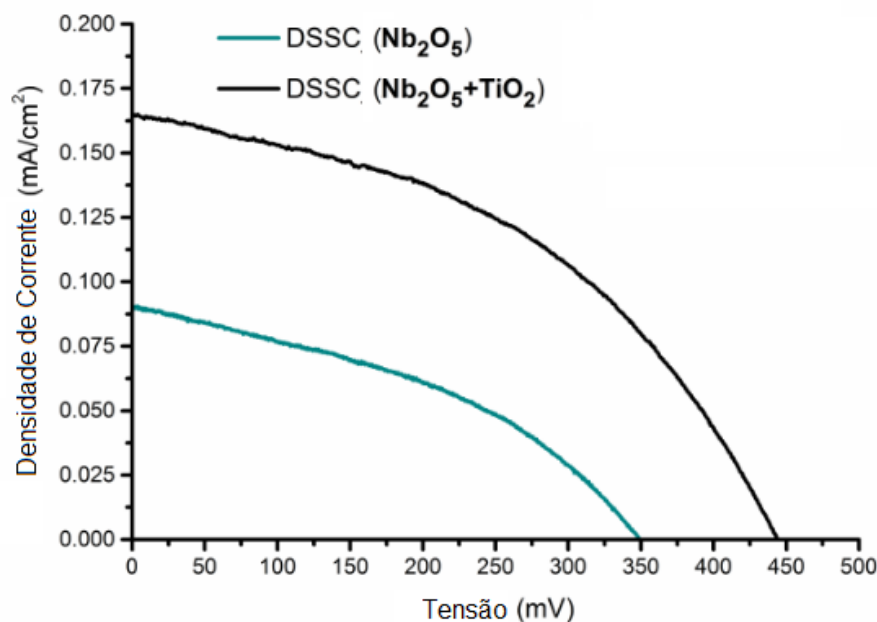


Figura 2 – A curva média, da densidade de corrente versus tensão - J x V, da análise em triplicata de cada DSSC.
Fonte: Fonte própria.

DSSC	TRIPLICATAS V _{oc} (mV)			Média V _{oc} (mV)	TRIPLICATAS J _{sc} (μA/cm ²)			Média J _{sc} (μA/cm ²)
	1	2	3		1	2	3	
Nb ₂ O ₅	393,00	344,00	324,00	353,67	107,00	77,92	85,25	90,06
Nb ₂ O ₅ + TiO ₂	443,57	448,07	441,79	444,48	175,00	164,95	150,00	163,32

Tabela 1 –Valores de V_{OC} e J_{SC} obtidos através dos testes fotovoltaicos.

Através dos resultados fotovoltaicos, pode-se verificar respostas mais expressivas nas DSSC com semicondutor elaborado com o composto Nb₂O₅ + TiO₂. A mistura dos semicondutores provocou um ganho médio de 93,12% nos valores de J_{SC} e um ganho médio de 28,14% na V_{OC}. Acredita-se que a adição do TiO₂ ao Nb₂O₅ trouxe uma maior homogeneidade para o semicondutor, de forma a reduzir os interstícios, minimizando os efeitos de recombinação de elétrons, além de aumentar a superfície para impregnação do sensibilizador, melhorando a colheita de elétrons. A Figura 3(a) e 3(b) apresenta uma imagem lateral de ambos semicondutores, aferindo desta forma que o composto semicondutor feito com Nb₂O₅ e TiO₂ em conjunto (imagem 3(b)), resultou em uma camada mais homogênea.

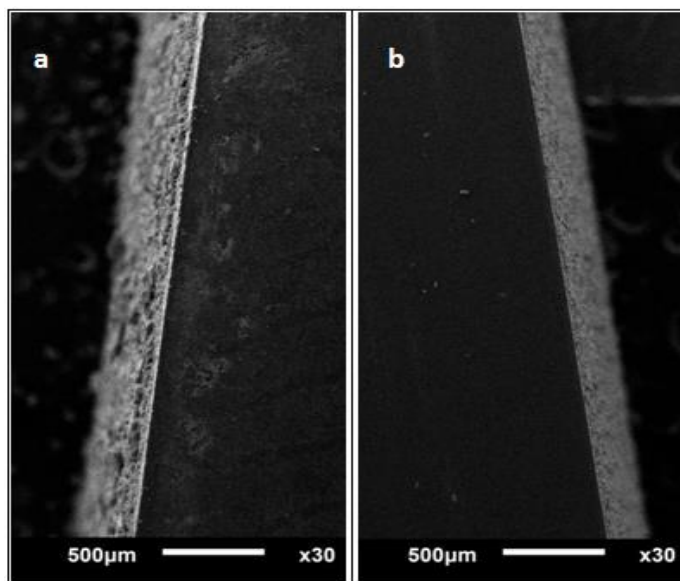


Figura 3 – Imagens da MEV lateral do fotoeletrodo elaborado (a) com semicondutor de Nb_2O_5 e (b) com o composto de $\text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{TiO}_2$.

Fonte: Próprio autor.

4. CONCLUSÕES

Neste trabalho empreendeu-se a modificação no semicondutor, variando-os em dois níveis pré-estabelecidos. Os testes das DSSC foram realizados em triplicata, o que foi útil para minimizar efeitos de variáveis não controladas.

A modificação promovida no semicondutor, adicionando 10% de TiO_2 , foi expressivamente benéfica para os parâmetros fotovoltaicos avaliados, onde os resultados do MEV revelaram que foi obtida uma camada semicondutora mais homogênea com esta modificação, resultando nos ganhos fotovoltaicos descritos e almejados anteriormente a elaboração do trabalho.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GHOSH, R. et al. Nanoforest Nb_2O_5 photoanodes for dye-sensitized solar cells by pulsed laser deposition. **ACS Applied Materials and Interfaces**, v. 3, n. 10, p. 3929–3935, 2011.
- HAGFELDT, A. et al. Dye-sensitized solar cells. **Chemical Reviews**, v. 110, n. 11, p. 6595–6663, 2010.
- JIAO, Y.; ZHANG, F.; MENG, S. Dye Sensitized Solar Cells Principles and New Design. **INTECH Open Access Publisher**, p. 131–148, 2011.
- LI, B. et al. Review of recent progress in solid-state dye-sensitized solar cells. **Solar Energy Materials and Solar Cells**, v. 90, n. 5, p. 549–573, 2006.
- O'REGAN, B.; GRÄTZEL, M. A low-cost, high-efficiency solar cell based on dye-sensitized colloidal TiO_2 films. **Nature**, v. 353, n. 6346, p. 737–740, out. 1991.
- REDDY, K. G. et al. On Global Energy Scenario, Dye-sensitized Solar Cells and the Promise of Nanotechnology. **Physical Chemistry Chemical Physics**, v. 16, n. 15, p. 6838–6858, 2014.
- SIVAKOV, V. et al. Silicon Nanowire-Based Solar Cells on Glass: Synthesis, Optical Properties, and Cell Parameters. **Nano**, v. 9, n. 4, p. 1549–1554, 2009.