

DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS SEMICONDUTORES DOPADOS COM CORANTES NATURAIS PARA APLICAÇÃO EM DISPOSITIVOS FOTOVOLTAICOS

Gabriel Almeida Lavanholi Bertagna (PIBIC/CNPq/FA/Uem), Andrelson W. Rinaldi (Orientador), e-mail: ra98481@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Ciências Exatas / Maringá-Pr

Ciências Exatas e da Terra / Química

Palavras-chave: Células fotovoltaicas, corante, simulador solar.

Resumo

O trabalho tem como objetivo a obtenção de um material fotossensível que seja obtido a partir de corante orgânico e biodegradável, visando a utilização em células fotovoltaicas. O corante utilizado foi o corante alimentício amarelo de tartrazina, com complexo de rutênio contendo PPD (n-fenil-p-fenilenodiamina), os quais foram utilizados para dopar placas de FTO e ITO. A eficiência do material foi avaliada em simulador solar e apresentou eficiência de 0,006%.

Introdução

Células fotovoltaicas sensibilizadas com corante (CSSC) são dispositivos semicondutores capazes de converter energia solar em energia elétrica, através da excitação dos elétrons presentes no corante. As células fotovoltaicas sensibilizadas com corante são constituídas de: i) duas placas de vidro transparentes cobertas com óxido de estanho condutor dopado com índio (sigla do inglês, ITO) ou óxido de estanho dopado com flúor (sigla em inglês, FTO), estas placas são usadas como ânodo no dispositivo e permitem a passagem de elétrons; ii) uma camada de óxido mesoporoso, geralmente é utilizado o dióxido de titânio (TiO_2), o qual é depositado nas placas de vidro e também permitem a passagem de elétrons. (WU, 2015) O esquema de funcionamento de uma CSSC encontra-se ilustrado na Figura 1. (WU, et al, 2015) e (GHANN, et al, 2017)

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver um dispositivo fotovoltaico baseado em corantes naturais e avaliar o comportamento do dispositivo no que tange a sua eficiência na conversão de energia luminosa em energia elétrica.

Materiais e métodos

Para a confecção das CSSC, obteve-se o complexo de rutênio com PPD (n-fenil-p-fenilenodiamina), e solução de corante amarelo de tartrazina.

$0,0635 \text{ molL}^{-1}$. Confeccionou o dispositivo “C1Cell”, na qual foi misturada uma solução de corante com concentração de $0,0635 \text{ molL}^{-1}$, e a solução de complexo de rutênio com PPD. Essa solução foi dispersas na superfície do ITO na dimensão de $2,5 \times 2,5 \text{ cm}$, contendo uma camada de isopropóxido de titânio (ânodos) calcinado a 500°C por cerca de uma hora (Figura 1). E na outra placa de ITO utilizou-se de isopropóxido de titânio com nitrato de prata calcinado a 500°C (cátodos). Desta forma, foram obtidos os eletrodos.

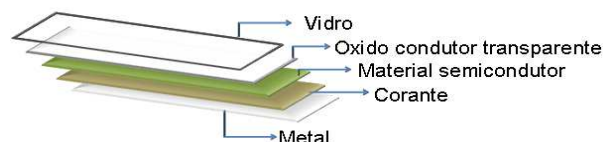


Figura 1 - Esquema da confecção do dispositivo solar.

Realizou as análises eletroquímicas de cronoamperometria e de cronopotenciometria, utilizando tempo de 7200 s para cada análise. Para a emissão de luz utilizou duas lâmpadas, sendo uma lâmpada germicida de 15 W UV-BRAVO (L1) e uma lâmpada de vapor de sódio metálico de 70 W (L2). Além disso, foram realizados ensaios empregando um simulador solar com a lâmpada de xenônio, para a obtenção do gráfico de fotocorrente do dispositivo.

Resultados e Discussão

A produção de fotocorrente foi observada para o dispositivo C1cell (Figura 2 (a)), sendo que nos primeiros 1200 s de análise no escuro o dispositivo apresentou uma pequena variação decrescente na densidade de corrente saindo de $3,77 \text{ mAcm}^{-2}$ e indo a $3,0 \text{ mAcm}^{-2}$. Quando ocorre a incidência da luz (L1) em 1201 s, ocorre uma rápida resposta crescente na densidade de fotocorrente do dispositivo, atingindo um valor máximo de $4,02 \text{ mAcm}^{-2}$, ocorrendo na sequencia um decréscimo da densidade de corrente gerado no dispositivo, que alcança $0,70 \text{ mAcm}^{-2}$ (Figura 2 (a)). Após 2400 s a resposta de densidade de corrente do dispositivo tende a uma estabilidade, apresentando uma variação de resposta com a incidência da luz (L1) e no escuro.

Utilizando a L2 observou-se que o dispositivo apresentou pulso de densidade de fotocorrente semelhante ao apresentado com o material exposto a luz L1 (Figura 2 (a)). No entanto, os valores de densidade de corrente e fotocorrente com luz L2 foi superior, variando de 25,99 a $27,51 \text{ mAcm}^{-2}$ nos primeiros 1200s. Quando ocorre a incidência de energia de fótons da L2, em $\sim 1201 \text{ s}$, o dispositivo apresentou uma reposta rápida e crescente de densidade de fotocorrente $35,85 \text{ mAcm}^{-2}$, após essa variação, os valores de fotocorrente diminuem para $12,85 \text{ mAcm}^{-2}$ em 2400 s (Figura 2 (a)). O dispositivo apresentou resposta de fotocorrente com a incidência das duas lâmpadas utilizadas (L1 e L2). No entanto, a lâmpada de vapor de sódio metálico (L2) proporcionou maior excitação no dispositivo acarretando maior valor de fotocorrente (Figura 2 (a)). Este resultado pode

ser relacionado à região de emissão, cerca de 589 nm. Essa energia de emissão de fótons é próxima a energia necessária para que ocorra a transição do elétron da banda de valência para a banda de condução no dispositivo, ou seja, o *gap* de energia.

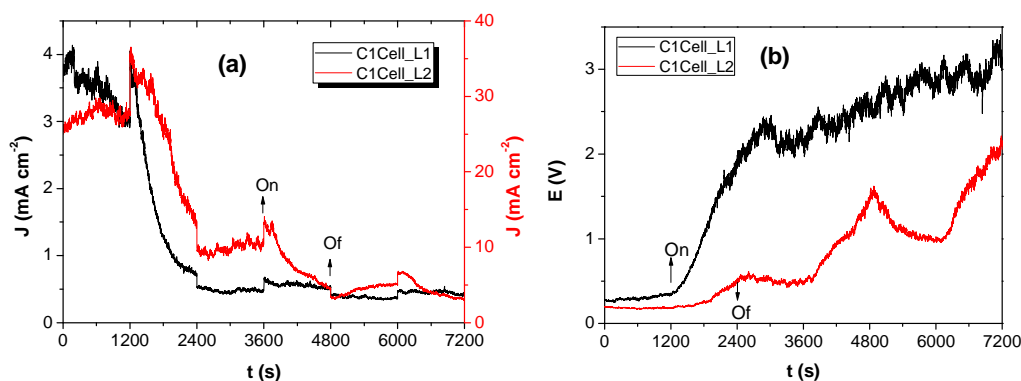


Figura 2 – (a) Cronoamperometria do dispositivo C1Cell, resposta de densidade de corrente utilizando a L1 e a L2 e (b) Cronopotenciometria do dispositivo C1Cell, resposta de variação do potencial eletroquímico com a emissão da L1 e L2.

A Figura 2(b) apresenta um gráfico de cronopotenciometria com potencial em função do tempo de análise. A corrente de equilíbrio da célula foi 0,0 A, o tempo de análise no escuro foi determinado a cada 1200 s, com a emissão de luz para um tempo de análise de 7200 s. Observou-se que o dispositivo apresentou uma variação crescente do potencial (0,274 V a 0,335 V) nos primeiros 1200 s, quando ocorre a incidência de energia de fótons da luz L1. A princípio ocorreu uma resposta crescente na variação do potencial saindo de 0,366 V em 1201 s e chegando a 1,88 V em 2400 s (Figura 2(b)). No entanto, o dispositivo apresentou características irreversíveis, não ocorrendo variação no potencial eletroquímico gerado no dispositivo, com e sem emissão de luz. Sua irreversibilidade com a L1 pode estar relacionada à quantidade de energia incidente sobre o dispositivo, uma vez que, a L1 apresenta emissão que varia de 253,9 nm a 579,25 nm, região de alta energia. Com a emissão da L2 observou que o dispositivo apresentou comportamento de oxidação (Figura 2 (b)). Isto porque ocorre uma variação crescente no potencial eletroquímico do dispositivo com a emissão da luz L2 (Figura 2 (b)).

A Figura 3 apresenta um gráfico de densidade de fotocorrente em função do potencial para os dispositivos C1Cell, no escuro (Dark) e com a luz (Light). O dispositivo apresentou uma curva característica de densidade de corrente de curto-circuito (J_{sc}) no escuro com valor de $J_{sc} = 0,93 \mu\text{Acm}^{-2}$, atingindo uma variação máxima de $3,06 \mu\text{Acm}^{-2}$ para o potencial $V = 2,00$ V (Figura 3). Quando ocorre a incidência da luz observou um deslocamento crescente na densidade de fotocorrente do dispositivo, apresentando o valor de J_{sc} como sendo $J_{sc} = 2,18 \mu\text{Acm}^{-2}$, esse valor, para o potencial igual a 0,0 V. O dispositivo apresentou uma variação máxima de densidade de fotocorrente igual a $10,16 \mu\text{Acm}^{-2}$, na região do potencial igual 2,0 V (Figura 3). Esta variação na densidade de fotocorrente do dispositivo na presença e

ausência de luz é devido ao fato do dispositivo apresentar propriedades fotoquímicas, cuja, região de absorção do dispositivo C1Cell, está próximo da energia de emissão de fótons incidente sobre a célula.

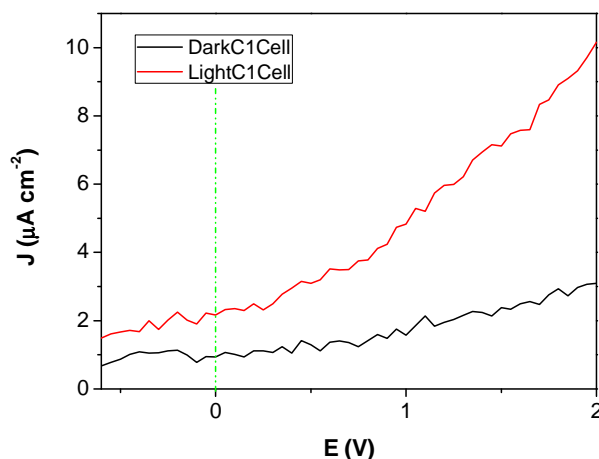


Figura 3 - Fotocorrente do dispositivo C1Cell com e sem emissão de luz.

A partir do gráfico de fotocorrente do dispositivo C1 Cell, foi possível obter os valores de eficiência quântica externa (EQE (%)). (GHANN, et al, 2017) O dispositivo apresentou o resultado de conversão EQE = 0,006 %.

Conclusões

Através da execução da presente proposta observou-se que ainda não foi possível alcançar novas formas tecnológicas e/ou métodos para desenvolver células fotovoltaicas, com eficiência de conversão de energia superior às presentes no mercado, maior tempo de vida e com custo relativamente baixo, porém foi possível confeccionar uma CSSC com conversão de energia de 0,006%. Acredita-se que o presente material possui potencial para ser explorado e melhorado no que tange a taxa de conversão.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES, CNPQ e Fundação Araucária, à Universidade Estadual de Maringá - UEM pela disponibilidade do espaço físico, e ao Laboratório de Química de Materiais e Sensores, pelos consumíveis e equipamentos, à COMCAP/UEM, e ao doutorando Genilson Reinaldo da Silva pelo apoio, ensinamentos e incentivos.

Referências

- GHANN, W., et al. Fabrication, Optimization and Characterization of Natural Dye Sensitized Solar Cell. Scientific Reports, v. 7, 41470, 2017.
- WU, J.m et al. Electrolytes in Dye-Sensitized Solar Cells. Chemical Reviews, v. 115(5), 2136-2173, 2015.