

INFLUENCIA DO FILME DE Nb₂O₅ COMO BLOCKING LAYER EM UMA CÉLULA FOTOVOLTAICA DO TIPO DSSC

PORTUGAL, Eliza^{1,*}, AMARAL, Ana C¹, OLIVEIRA, Itiane¹, SANTOS, Enri¹, FREITAS, Ivo², NOGUEIRA, Ana F², CARREÑO, Neftali L. V¹, AVELLANEDA, César O.¹

¹CDTec, Universidade Federal de Pelotas, CEP 96010-00, Pelotas, RS, Brasil;

²LNES, IQ, Unicamp, Bloco B100-105, C.P. 6154, CEP-13083-970, Campinas – SP, Brasil
eliza_portugal@hotmail.com

1 INTRODUÇÃO

A busca de energias alternativas tem sido a maior preocupação da modernidade, que com o avanço tecnológico demanda um grande volume energético. O Sol incide sobre a Terra o equivalente a 10 mil vezes o consumo energético mundial anual, possuindo potencial ilimitado na obtenção de energia.

A conversão de luz em energia química ou energia elétrica pode ser entendida como um processo de transferência energética. A absorção dos fótons provoca a excitação dos elétrons em alguns materiais, promovendo-os a estados mais energéticos, posteriormente, à energia absorvida pode ser coletada por um circuito externo ou emitida por processos térmicos ou luminosos [1,2]

Em 1991, Grätzel e O'Reagan apresentaram uma célula solar utilizando um eletrodo de TiO₂ sensibilizado com uma monocamada de um complexo de rutênio, com eficiência de conversão energética próxima de 10%. Atualmente, as células solares sensibilizadas por corante (DSSC), também conhecidas como células de Grätzel, conseguem eficiência de cerca de 11% para áreas menores que 0,2 cm² com eletrólito líquido.

As camadas nanocristalinas de TiO₂ usadas em células fotovoltaicas do tipo DSSC frequentemente contêm pequenos buracos que permitem um contato direto entre o eletrólito e a camada condutora, resultando em uma perda de carga. Com o intuito de evitar essa perda de carga uma camada bloqueante (blocking layer) vem sendo utilizada entre a camada condutora e o filme nanocristalino de TiO₂. A literatura tem reportado diferentes óxidos para serem usados como blocking layer [X] todos eles apresentando os efeitos destas camadas na eficiência de uma DSSC.

Células Solares de TiO₂ Sensibilizados por Corante

Atualmente os dispositivos fotovoltaicos têm sido dominados por células sólidas feitas de silício. A busca por uma nova geração de células fotovoltaicas ganhou força a partir da necessidade de custos mais baixos de fabricação, advinda de alta eficiência de conversão energética estar associada a altos custos de fabricação ^{Erro!} Indicador não definido. Assim, as células de Grätzel (DSSC) ganham destaque pela facilidade de produção em escala, baixo custo e ganhos crescentes de eficiência com o desenvolvimento das pesquisas [1,2].

As células de TiO₂ nanocristalino sensibilizado por corante são constituídas por um eletrodo de nanopartículas de TiO₂ depositado sobre a superfície de um substrato condutor com um corante sensibilizador adsorvido. Quando irradiado, o processo de injeção de elétrons ocorre antes do decaimento do estado excitado. Os elétrons são então transportados até o substrato condutor e posteriormente coletados por um circuito externo. O corante é reduzido pelos íons I⁻, enquanto no

contra-eletródo de Pt íons I_3^- também são reduzidos. O sistema opera como uma célula regenerativa que converte luz em eletricidade, esquema de funcionamento apresentado na Figura 1.

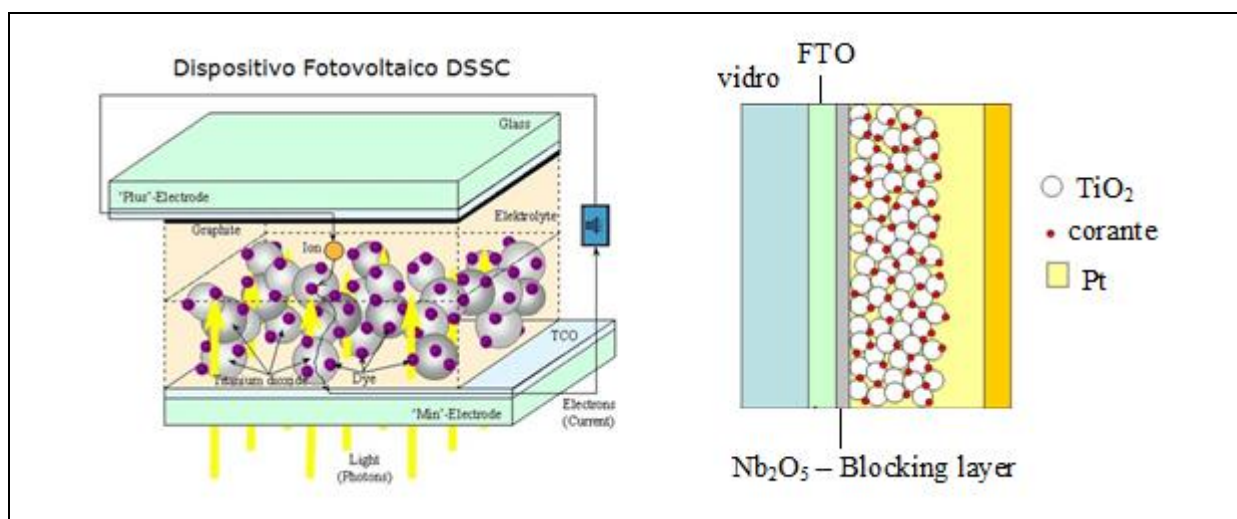


Figura 1- Representação esquemática e reações envolvidas no processo de conversão de energia de uma célula fotoeletroquímica de TiO_2 sensibilizada por corante e célula fotoeletroquímica com Nb_2O_5 como blocking layer.

Os parâmetros analisados para DSSC são análogos aos empregados em células fotovoltaicas. Os valores de avaliação dos dispositivos são obtidos através de curvas de corrente-potencial (I-V) com determinação de parâmetros como corrente de curto-circuito (I_{SC}), potencial de circuito aberto (V_{OC}), potência máxima ($P_{máx}$), corrente elétrica de ponto máximo ($I_{máx}$) e potencial de ponto máximo ($V_{máx}$)

A potência teórica (P_t) gerada pelo dispositivo é calculada através do produto da corrente de curto circuito (I_{SC}) com o potencial de circuito aberto (V_{OC}). Já a potência real máxima ($P_{máx}$) gerada é calculada através do produto da corrente de ponto máximo ($I_{máx}$) pelo potencial de ponto máximo $V_{máx}$.

A eficiência de conversão de energia luminosa em energia elétrica (η) para uma DSSC é definida como a potência máxima ($P_{máx}$) dividida pela potência de irradiação incidente, levando em consideração a área do dispositivo.

2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

Preparo da pasta de TiO_2 a partir do óxido comercial da Degussa (P25)

A preparação da suspensão coloidal de TiO_2 foi realizada de acordo com o procedimento usado no Hahn-Meitner Institut em Berlin, Alemanha.

A pasta coloidal foi preparada pela mistura de 3g de TiO_2 (Degussa P90) e 1,2g de PEG 20.000 (que evita rachaduras no filme durante o aquecimento) com 5 mL de água destilada e 100 μ L de acetilacetona (que impede a formação de aglomerados). A mistura é feita com almofariz e pistilo por aproximadamente 30 minutos. Finalmente 50 μ L do tensoativo Triton-X (que facilita o espalhamento da pasta sobre o substrato), são lentamente adicionados à mistura. A mistura prossegue por mais 10 minutos. A pasta é armazenada em recipiente bem fechado e sob proteção da luz. Adiciona-se um agitador magnético e a pasta é agitada cerca de 30 minutos antes da sua utilização [3].

Preparação do filme de TiO₂

Os fotoeletrodos são compostos por um substrato condutor transparente revestido pelo óxido semicondutor TiO₂ nanoestruturado.

Para preparação dos filmes do óxido foi utilizada a pasta TiO₂ pelo método *doctor blading* em um vidro recoberto com um substrato condutor transparente FTO (SnO₂ dopado com flúor). Antes do recobrimento dos substratos de vidro condutor FTO com as dispersões de TiO₂, estes são lavados com detergente e depois imersos em isopropanol por 15 min. em banho de ultra-som para a sua limpeza. Com o auxílio de um multímetro, determina-se o lado condutor do substrato. Fitas adesivas (Scotch Magic Tape 3M/Espessura: 50 μm) foram colocadas previamente sobre o substrato condutor paralelamente a aproximadamente 1cm de distância para controlar a espessura dos filmes. Após secos receberam tratamento térmico de 450°C por 30 minutos com velocidade de aquecimento de 10 °C por minuto em forno EDG modelo 3000.

Preparação do sol e do filme de Nb₂O₅

O sol de Nb₂O₅ foi preparado através da solubilização do sal de NbCl₅ (1,3 g, 0,005 mol). Logo após adicionou-se o solvente n-butanol (15 mL, 0,005 mol) e ácido acético glacial (3 mL, 0,05 mol), utilizado para manter a estabilidade do sol. No seguimento, esta mistura foi submetida à irradiação ultrassônica e potencia de 95W (Sonicator W38 Heat System-Ultrasonic, Inc, a 20kHz) por aproximadamente 5 min. Os filmes foram depositados pela técnica de dip coating a uma velocidade de 12 cm/min. Os filmes obtidos foram hidrolisados ao ar durante poucos minutos e sinterizados a temperatura de 550°C durante 30 min.

Sensibilização do filme pelo corante

Foi utilizado o corante RuL₂(NCS)₂ da Solaronix, onde L =2,2'-bipiridina-4,4'-ácido dicarboxílico. Os filmes de TiO₂ foram recobertos com uma monocamada do corante pela imersão durante 18 horas em solução 1,2 x 10⁻³ molL⁻¹ do corante em etanol. Posteriormente os eletrodos foram lavados com o respectivo solvente e deixados secar em atmosfera ambiente no escuro.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Curvas I-V são obtidas pelo monitoramento da corrente observada pela aplicação de um potencial (positivo ou negativo) ao eletrodo de trabalho (filme semicondutor poroso). O máximo valor de corrente que uma DSSC pode gerar sem aplicação de potencial (V_{ap} = 0 V), caracteriza a condição de curto-circuito e é denominada corrente de curto-circuito (I_{sc}), sendo proporcional à quantidade de luz incidente no dispositivo. Com a aplicação de um potencial ao filme semicondutor poroso pode-se modular a posição relativa do nível de Fermi do semicondutor. Com a aplicação de um potencial negativo o potencial do (quasi) nível de Fermi aumenta e se aproxima ou mesmo excede o potencial da borda da banda de condução e dos estados superficiais do semicondutor, aumentando a população eletrônica destes estados. Desta forma há o aumento na probabilidade de recombinação dos portadores de carga majoritários (elétrons) à medida que o potencial aplicado aumenta. Ao ocorrer o aumento na velocidade de recombinação dos portadores de carga há o aumento no valor da corrente de recombinação ou de escuro (I_o), com sentido oposto à I_{sc}. Quando o equilíbrio é atingido entre I_o e I_{sc}, ocorre a total

recombinação dos portadores de carga fotogerados e estas duas correntes se igualam. Esta é a condição de circuito aberto e o potencial no qual se estabelece é denominado potencial de circuito aberto (V_{oc}) [4].

Na Figura 2 é apresentada a curva de I vs V de células solares com eletrólito polimérico para as intensidade de 100 e 10 mW/cm^2 . Os parâmetros avaliados para o dispositivo estão listados na tabela 1. De acordo com a Tabela 1 podemos observar que a um incremento nos valores de V_{oc} para uma intensidade de 10 mW/cm^2 e um valor de 2,6% de eficiência comparada com filme de TiO_2 sem blocking layer que o valor obtido foi de 2,4 %

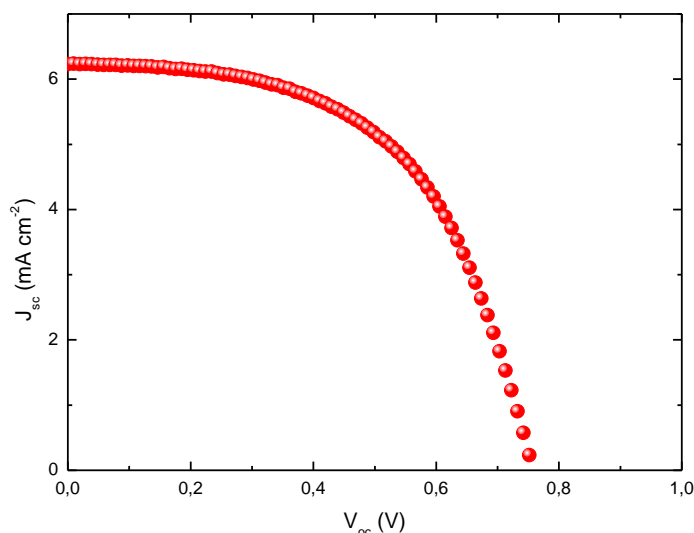


Figura 1. Curvas I-V da célula solar de TiO_2 P90 sob $100 mW/cm^2$.

Tabela 1.

	I_{sc}	V_{oc}	FF	η %
10	5,3	0,75	0.66	2,7
100	5,3	0,68	0.67	2,6

4 CONCLUSÃO

Foram preparados filmes de TiO_2 nanoestruturados utilizando a técnica de *doctor blading* e também foi preparado o filme de Nb_2O_5 como blocking layer. Foram realizados estudos de eficiência para as intensidades de 100 e 10 mW/cm^2 sendo que a melhor resposta foi para a célula com uma intensidade de 10 mW/cm^2 obtendo-se uma eficiência de 2,7% um valor ligeiramente maior a célula fotovoltaica sem camada bloqueante que apresentou um valor de 2,4 %.

5 REFERÊNCIAS

- [1] Graetzel, M., Nature 414, 338 (2001)
- [2] O'Regan, B., Graetzel, M., Nature 353, 737 (1991)
- [3] Ana Flavia Nogueira, Tese de Doutorado, Instituto de Química, Unicamp, 2001.
- [4] Freitas F.E, Dissertação de mestrado, Instituto de Química Unicamp 2009.
- [5] Freitas F.E, Dissertação de mestrado, Instituto de Química Unicamp 2009.