

FILMES DE TiO_2 E SUA APLICAÇÃO EM CÉLULAS FOTOVOLTAICAS

YURI PAZIN¹, OLIVEIRA, Josi. H.S.¹, CARREÑO, Neftali L. V.¹, BERTON, Marcos C.A.², AVELLANEDA, César O.¹

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

²LACTEC, Departamento de Materiais, C.P. 19067, CEP-81531-990, Curitiba – PR, Brasil
yuripazin@hotmail.com

1 INTRODUÇÃO

As células fotovoltaicas são dispositivos que, em módulos, convertem luz solar em energia elétrica. São consideradas fontes de energia alternativa promissoras, especialmente para países tropicais, com alta incidência solar, como é o caso do Brasil. Por exemplo, a energia que o Sol despeja na Terra é da ordem de 3×10^{24} J/ano. Esta energia é aproximadamente 10.000 vezes maior que a demanda global. Ou seja, se aproveitarmos 0,1 % da energia solar que chega à superfície da Terra, com dispositivos com eficiência de 10 %, isto seria suficiente para satisfazer as necessidades atuais de energia de nosso planeta [1]. Além disso, o Sol é uma fonte de energia estável para os próximos 10 bilhões de anos!

Até recentemente, as células fotovoltaicas eram dominadas por dispositivos de junções de estado sólido, baseado em semicondutores inorgânicos, principalmente silício monocristalino e silício amorfo. Contudo no final do século passado, uma nova geração de células, baseada em óxidos nanocristalinos [2] surgiu como uma alternativa promissora, pois oferecem a possibilidade de métodos de fabricação e materiais mais baratos. Essa nova geração de células fotovoltaicas são células fotoeletroquímicas (CFEQ), onde o eletrólito presente é responsável pelo transporte interno de cargas através de reações redoxes.

O desenvolvimento de CFEQ é estratégico para geração de energia limpa e de baixo custo, especialmente para o Brasil. O aprimoramento destes dispositivos pode popularizar e baratear a energia elétrica, diminuindo assim a dependência do petróleo e de energia hidroelétrica. Além disso, a utilização de CFEQ para geração de energia elétrica pode diminuir o custo de distribuição de energia, pois a mesma seria gerada no local a ser utilizado. Este tipo de tecnologia é muito importante para a agricultura, pois viabiliza a geração de energia em locais de difícil acesso, onde é muito caro levar a rede elétrica convencional.

Contudo o desenvolvimento de dispositivos de CFEQ de alta eficiência depende diretamente do desenvolvimento de óxidos semicondutores nanoestruturados, tais como TiO_2 , Fe_2O_3 , SnO_2 , Nb_2O_5 e WO_3 [1]. O coração destes dispositivos são filmes nanoestruturados baseados nestes óxidos ou combinação dos mesmos.

1.1 Estado da arte em CFEQ para geração de energia

Basicamente as CFEQ desta nova geração estão baseadas em semicondutores do tipo n, de “gap” de energia maior que 2 eV. A necessidade de semicondutores de banda larga é devido a alta resistência a fotocorrosão destes compostos [1]. Este requisito é fundamental para a preparação de dispositivos comerciais de alta eficiência. Porém, isso faz com que grande parte do espectro solar não seja utilizada para a conversão de energia. Lembrando que aproximadamente metade da energia emitida pelo Sol está em forma de luz

ultravioleta (UV) de alta energia e luz visível (vis). A outra metade consiste de luz de radiação de menor energia na região do infravermelho (IV). A camada de ozônio na atmosfera absorve ou filtra a maior parte da radiação UV. Vapor de água, dióxido de carbono e outras substâncias contidas na atmosfera absorvem parte da radiação IV.

No caso de CFEQ do tipo regenerativa, isto foi resolvido com a introdução de um corante orgânico, com “gap” da ordem de 1,6 eV, que absorve a luz solar na região do visível. A fotoexcitação leva à geração de elétrons que são subsequentemente injetados na banda de condução (BC) do óxido semiconductor, e finalmente coletados pelo circuito externo. Este tipo de CFEQ é conhecido como célula solar sensibilizada por corante (DSSC do inglês, *dye sensitized solar cells*) ou célula de Grätzel. A Figura 1 ilustra o funcionamento deste dispositivo [2]. Este corante, geralmente um complexo polipiridínico de rutênio, é adsorvido na superfície do óxido, formando uma interface. Todo o processo fotoeletroquímico será gerado nesta interface. Assim, para se obter uma alta eficiência, é necessário adsorver este corante em um óxido de alta área superficial. Daí surge a necessidade de desenvolvimento de filmes nanoestruturados e mesoporosos [2]. Atualmente, os esforços para melhorar a eficiência concentram-se no desenvolvimento de filmes finos nanoestruturados com arquiteturas controladas, visando principalmente evitar a recombinação do elétron injetado com o corante que está no seu estado oxidado.

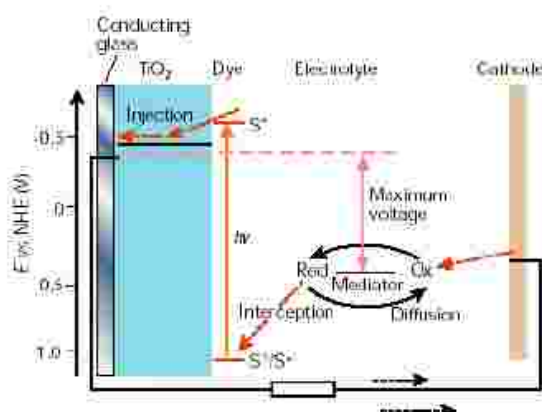


Figura 1. Representação esquemática do princípio de funcionamento de uma DSSC [1,2].

2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

Preparo da pasta de TiO₂ a partir do óxido comercial da Degussa (P25)

A preparação da suspensão coloidal de TiO₂ 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 TiO₂ (Degussa P25) e 1,2g de PEG 20.000 (que evita rachaduras no filme durante o aquecimento) com 5 mL de água destilada e 100 µL de acetilacetona (que impede a formação de aglomerados). A mistura é feita com almofariz e pistilo por aproximadamente 30 minutos. Finalmente 50 µL 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/Hartford, USA) com resistividade de aproximadamente 10 Ω cm⁻². 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 Quimis modelo Q-318M21 [3].

Sensibilização do filme pelo corante

Neste trabalho foi utilizado corante artificial comestível distribuído pela empresa Arcolor nas cores verde, vermelho e azul. Uma solução destes corantes foram obtida dissolvendo-se o corante concentrado em álcool etílico e água bidestilada na razão de 3:10. [4]

As amostras de filmes de TiO₂ eram imersas em recipientes distintos, cada um contendo um corante de cor diferente, para que a camada do filme de óxido de titânio absorvesse o corante. A absorção se complementava em um período de 24 horas. A Figura 2 é ilustrada a colocação do filme no corante antes e depois da sensibilização dos filmes.

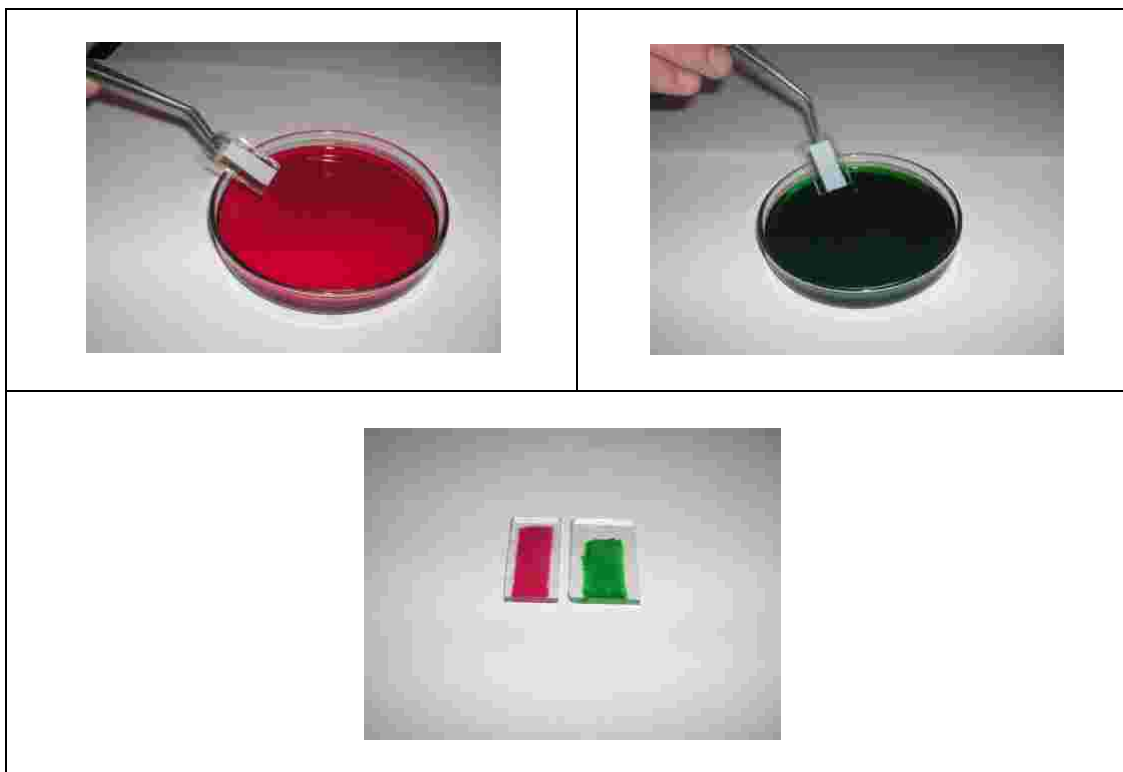


Figura 2. Imersão do filme de TiO₂ no corante antes e depois da sensibilização.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3a abaixo mostra a imagem de superfície do filme de TiO_2 para o aumento de 500.000 vezes. Observa-se que o filme apresenta uma grande porosidade, com poros interconectados e uma estrutura similar a uma “esponja”. Esta estrutura nanocristalina do tipo “esponja” permite um significativo aumento no espalhamento da radiação, atingindo centenas de monocamadas do corante, e permite também um maior poder de penetração do eletrólito na estrutura nanoporosa do eletrodo, facilitando o processo de regeneração do corante. Já a Figura 3b mostra a nano-análise de raio-X que confirma a composição do filme do óxido semicondutor de TiO_2 utilizado.

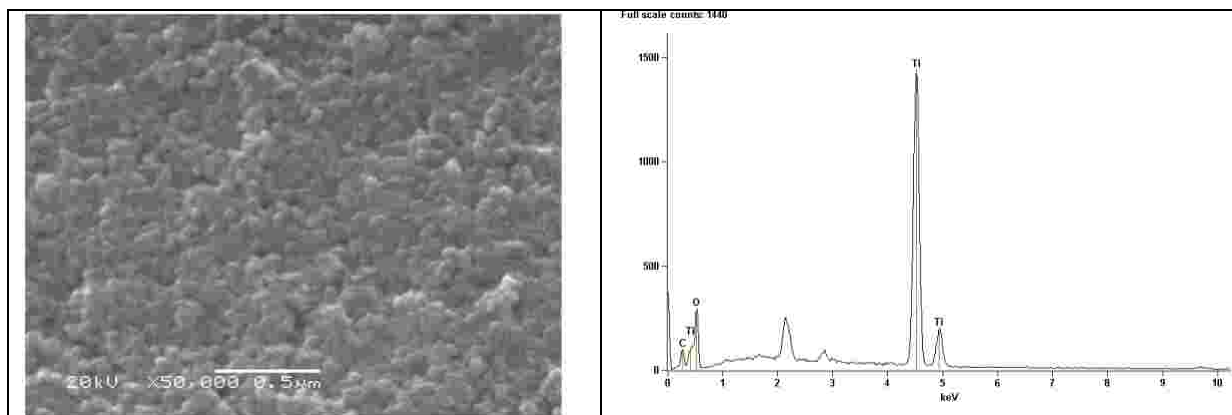


Figura 3. Microscopia eletrônica de varredura (a) e análise de EDS (b) do filme de TiO_2 .

4 CONCLUSÃO

Foram preparados filmes de TiO_2 nanoestruturado utilizando a técnica de *doctor blading*. Medidas de microscopia eletrônica de varredura apresentam um filme com uma morfologia tipo “esponja”. Esta morfologia apresentado mostrou-se adequada para a absorção dos corantes naturais utilizados.

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, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, UNESP, 2006.