

## FILMES FINOS DE $\text{SnO}_2$ E PREPARO DA SOLUÇÃO DE $\text{CeO}_2$

**ITIANE B OLIVEIRA<sup>1</sup>, JOSÉ.C.B. ALCÁZAR<sup>1</sup>, KÁTIACASTAGNO<sup>2</sup>, CESAR O. AVELLANEDA<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Universidade Federal de Pelotas - CD Tec, Pelotas, RS, Brazil*

*E-mails: Iti\_oliveira@hotmail.com, alcazarjosecarlos0@gmail.com,  
cesaravellaneda@gmail.com*

<sup>2</sup> *Instituto Federal Sul-Rio-Grandense - IFSUL, Pelotas, RS, Brazil*

*E-mail: katiarlc@pelotas.if sul.edu.br*

### 1. INTRODUÇÃO

Os recentes problemas energéticos que estão relacionados a questões climáticas e consequentemente a diminuição das reservas hídricas, sendo esta a principal fonte de energia elétrica no Brasil, levam não somente a procura de novas fontes de energia, mas também a otimização do seu consumo. A energia elétrica em escala industrial é produzida em usinas hidrelétricas (água), termoelétricas (gás, carvão, petróleo etc.), nucleares e fontes alternativas como energia eólicas e energia solar (GRAETZEL, M; C.G. GRANQVIST).

Uma grande classe de materiais opticamente ativos com absorção, transmissão ou reflexão controláveis, vem despertando um grande interesse em termos de aplicações. Estes materiais são chamados de materiais cromógenos e são conhecidos pela sua capacidade de mudança de coloração (absorção e/ou reflexão espectral) reversível, em resposta a um potencial externo aplicado (GRAETZEL, M).

Uma janela eletrocrômica ou dispositivo eletrocrômico (que muda de cor devido a aplicação de potencial ou corrente) é essencialmente uma célula eletroquímica onde o eletrodo de trabalho (eletrocrômico) está separado do contra-eletrodo por um eletrólito (sólido ou líquido) e a mudança de cor ocorre devido ao carregamento e descarregamento da célula eletroquímica por meio de um potencial aplicado ou corrente elétrica (Figura 1). Durante a aplicação deste potencial ocorre a dupla inserção de íons e elétrons que mudam o estado de oxidação do eletrodo de trabalho e consequentemente sua coloração. A aplicação do potencial contrário provoca à extração dos íons e elétrons inseridos no eletrodo de trabalho e consequentemente a descoloração da janela (C.G. GRANQVIST).

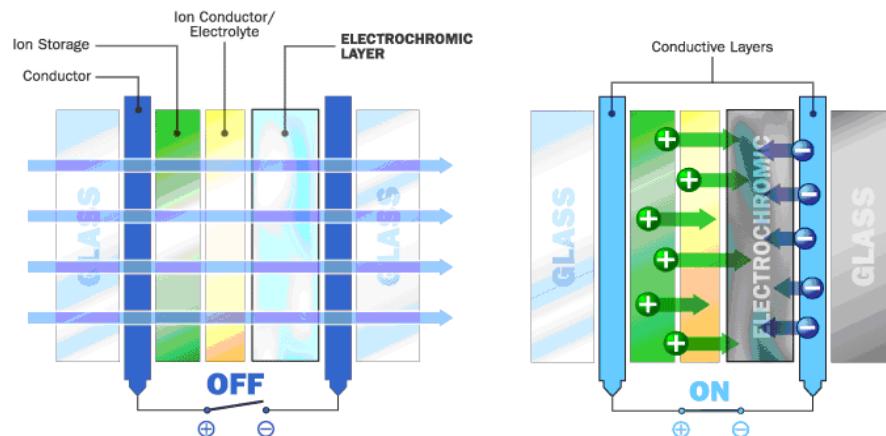


Figura 1. Esquema de um Dispositivo Eletrocrômico (DEC).

O processo sol-gel e a técnica *spin-coating* oferecem muitas vantagens sobre as técnicas tradicionais na preparação de filmes finos eletrocrônicos e armazenadores de íons (WARD, I.M). Através deste processo, podem-se conseguir filmes com uma excelente homogeneidade, uma vez que os materiais de partida são misturados a nível molecular.

Os filmes de contra-eletrodo devem proporcionar o equilíbrio das cargas que se intercalam durante o processo de coloração/descoloração num dispositivo eletrocrômico. Sua capacidade de armazenamento de íons de lítio, seu coeficiente de difusão e estabilidade eletroquímica devem ser comparáveis a aquela do filme eletrocrônico para assim compensar as reações de inserção/extracção de íons de lítio que ocorrem na camada eletrocrônica.

Este projeto pretende consolidar os processos de preparação de filmes finos nanoestruturados estudados pelo proponente em questão, veículo de inovação de novos filmes e caracterização dos mesmos.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Preparação do sol de $\text{SnO}_2$

O sol foi preparado seguindo a metodologia de CHATELON, onde se mistura 8,37 g de  $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  com 100 mL de etanol absoluto sob constante agitação magnética e duas horas de refluxo a 80°C. Após evaporou-se o álcool a 80°C até o sal ficar de cor amarela, este processo levou cerca de 2 horas, no final da secagem adicionou-se 50 ml de álcool para dissolver novamente e fez-se um novo refluxo a 50° C durante 2 horas. Seguido deste procedimento adicionou-se 4mL de ácido acético e submetido a agitação magnética por 30 minutos.

### 2.2 Preparação do sol de $\text{CeO}_2$

Foram preparadas diferentes soluções com diferentes reagentes sendo o mais promissor o sol de CeO<sub>2</sub> em várias concentrações preparados utilizando cloreto de cério heptahidratado (CeCl·7H<sub>2</sub>O), segundo a metodologia do SKOFIC, como precursor, etanol como solvente e ácido cítrico como catalisador. Os três então submetidos à agitação a magnética por 30 minutos.

### 2.3 Preparação dos filmes de SnO<sub>2</sub>

A solução de SnO<sub>2</sub> foi depositada sobre um substrato (ITO - óxido de estanho dopado com índio) pela técnica de spin coating a diferentes velocidades de rotação e posteriormente submetido a tratamento térmico final de 500 °C durante 5 minutos.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como dito anteriormente foram testadas varias soluções de CeO<sub>2</sub> com diferentes reagentes e metodologias para obtenção de uma solução com bons resultados nas medidas eletroquímicas. Em virtude desses testes, da demora na aquisição de novos reagentes e no difícil controle da umidade não foi possível fazer medidas eletroquímicas nos filmes de CeO<sub>2</sub> até o presente momento; situação na qual estamos trabalhando para dar continuidade ao trabalho.

A Figura 2a apresenta as densidades de carga do filme de SnO<sub>2</sub> em função do número de camadas. Observa-se que com o aumento do número de camadas há um aumento nas densidades de carga, sendo a máxima de ~4 mC/cm<sup>2</sup> para o filme de 3 camadas. A Figura 2b apresenta a voltametria cíclica do filme de SnO<sub>2</sub> de 3 camadas a uma velocidade de varredura de 50 mV/s. Observa-se um pico catódico ~ -0,8 V associado ao processo de inserção de lítio e um pico anódico bem definido a ~ -0,5V associado ao processo de extração de íons lítio.

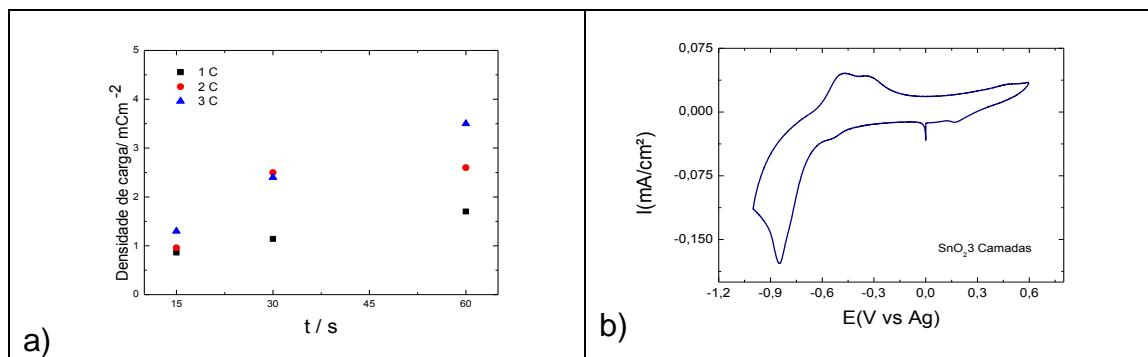


Figura 2. Densidade de carga e voltametria cíclica do filme de SnO<sub>2</sub>.

## 4. CONCLUSÕES

Filmes finos de SnO<sub>2</sub> preparados pelo processo Sol-Gel e a técnicas dip-coating. Foram estudadas as propriedades eletroquímicas através da cronoamperometria e voltametria cíclica. A densidade de carga obtida foi de ~4 mC/cm<sup>2</sup> para o filme de 3 camadas. A solução de CeO<sub>2</sub> mostrou-se promissora também em relação ao seu aspecto e aderência ao substrato, resta agora testar as medidas eletroquímicas, e acertar a concentração mais adequada,

para assim dopar com a solução de SnO<sub>2</sub> e investigar seu possível uso num dispositivo eletrocrômico.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Graetzel, M., Nature 414, 338 (2001).
2. C.G. Granqvist. Handbook of Inorganic Electrochromic Materials. Elsevier, Amsterdam, 1995.
3. Ward, I.M.; Boden, N.N; Cruickshank, J; Leng, S.A..Electrochimica Acta, v. 40, p. 2071, 1995.
4. J. P. Chatelon, C. Terrier, E. Bernstein, R. Berjoan and J. A. Roger. Morphology of SnO<sub>2</sub> thin films obtained by the sol-gel technique. Thin Solid Films, 247 (1994) 162- 168.
5. Irena Kozjek Škofic, Sas'ko Šturm, Miran Čeh, Natas' Bukovec. CeO<sub>2</sub> thin films obtained by sol-gel deposition and annealed in air or argon. Thin Solid Films 422 (2002) 170–175.