

## PROPRIEDADES ELETROQUÍMICAS DE FILMES FINOS DE V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> DEPOSITADOS SOBRE SUBSTRATO FLEXÍVEL

DANIELA NEVES PLACIDO<sup>1</sup>; CAMILA MONTEIRO CHOLANT<sup>2</sup>; LEANDRO LEMOS PERES<sup>2</sup>; DOUGLAS LANGIE DA SILVA<sup>2</sup>; CÉSAR O. AVELLANEDA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>CDTec-Universidade Federal de Pelotas – danielaneves85@gmail.com

<sup>2</sup>CDTec-Universidade Federal de Pelotas – camila\_scholant@hotmail.com

<sup>2</sup>CDTec-Universidade Federal de Pelotas – leandroldeperes@gmail.com

<sup>2</sup> IFM-Universidade Federal de Pelotas – douglaslangie@gmail.com

<sup>3</sup> CDTec -Universidade Federal de Pelotas – cesaravellaneda@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

A demanda por uma nova forma de geração de energia renovável e de baixo impacto ambiental tem sido um grande incentivo na busca de formas de desenvolvimento sustentável e, nesse contexto, uma possível alternativa é o aproveitamento da energia irradiada pelo Sol (MARCHIORI, 2014).

Desse modo, o respeito pelas necessidades e conforto do ser humano abre espaço para o estudo aprofundado das propriedades eletrocrônicas dos materiais (GARCÍA-MARTINEZ, 2013).

As janelas eletrocrônicas são dispositivos que são caracterizados pela mudança reversível de cor quando há aplicação de uma diferença de potencial ou corrente. Esse dispositivo é essencialmente uma célula eletroquímica, onde o eletrodo de trabalho (filme eletrocrômico) está separado do contra-eletrodo por um eletrólito (sólido, líquido ou gel) e a mudança de cor ocorre devido ao carregamento e descarregamento da célula eletroquímica. (GRANQVIST, 2014).

Efeitos cromogênicos são constantemente estudados para obtenção destas janelas inteligentes. O estudo da propriedade termocrônica em materiais, por exemplo, tem encontrado grande aplicabilidade neste conceito, onde as janelas mudam sua coloração devido incidência de luz e calor, atenuando a temperatura no interior dos ambientes (ALLEN et al., 2017).

O desenvolvimento de materiais que proporcionam a criação de janelas inteligentes, ainda encontra muitas dificuldades que impedem sua aplicação em grande escala. Isto se deve à dificuldade de examinar a eficiência do material, facilidade de confecção, custos envolvidos e aplicabilidade na indústria.

A Figura 1 apresenta um desenho de um dispositivo eletrocrômico.

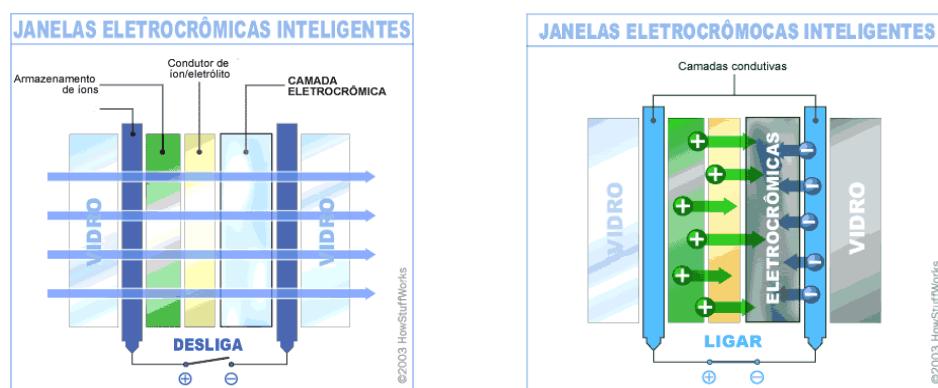


Figura 1: Esquema de um dispositivo eletrocrômico

Metais de transição com propriedades cromogênicas, são utilizados na confecção das janelas pois, são eles que garantem a mudança de coloração durante a etapa de oxidação e redução. A partir disso, iniciaram-se estudos a respeito do metal Pentóxido de Vanádio ( $V_2O_5$ ) para o uso em dispositivo eletrocrômico. O Óxido de Vanádio tem sido amplamente aplicado como material para eletrodo em baterias de Lítio e baterias de íon sódio.

Este trabalho tem como objetivo o estudo das propriedades eletroquímicas do pentóxido de vanádio depositados sobre o substrato flexível, ITO PET em que o Polietilenotereftalato (PET) é uma película revestida de óxido de índio dopado com estanho o que torna, a superfície condutora ainda mais transparente.

Para as caracterizações eletroquímicas mais diversas, como potenciometria, voltametria cíclica, cronocoulometria, cronoamperometria, de amostras em formato de filme, geralmente são utilizados em auxilio a um Potencióstato/Galvanostato uma célula eletroquímica com três eletrodos (SPANAKIS et al. 2013).

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Preparação do sol $V_2O_5$

Primeiramente, foram dissolvidas 0,62g de óxido de vanádio com água destilada e 12 ml de peróxido de hidrogênio em um béquer que foi submetido a uma agitação magnética e aquecimento de aproximadamente 63°C. Em seguida, a solução ficou por duas horas descansando.

### 2.2. Deposição do Filme

Os filmes de  $V_2O_5$  foram depositados sobre o substrato flexível (ITO PET) com camada única utilizando o equipamento *Dip Coating* MA 765 (MARCONI) com velocidade de deposição de 60mm/mim. Com a realização da deposição dos filmes, os mesmos passam para o processo de tratamento térmico a 150°C durante 20 minutos, com rampa de aquecimento de 10°C/mim.

### 2.4. Análise eletroquímica

Para obter as análises de voltametria cíclica e cronocoulometria, foi utilizado potencióstato/galvanostato (Autolab PGSTAT 302N) acoplado a célula eletroquímica. O eletrólito de 0.1 Mol/L de perclorato de lítio ( $LiClO_4$ ) (Vetec) dissolvido em carbonato de propileno (CP) (Sigma-Aldrich). As análises ocorreram dentro de uma faixa de potencial aplicado de -1,5V a 1,5V, com velocidade de varredura de 20mV/s.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 apresenta a voltametria cíclica do filme de  $V_2O_5$  de uma camada depositada sobre substrato ITO PET. Foi realizado esta medida com o intuito de estudar os potenciais de oxidação e redução do filme. Observa-se dois picos catódicos e dois picos anódicos bem definidos. Os picos catódicos relacionados aos processos de inserção são observados para os potenciais de -0,2V e -0,89 V. Os picos anódicos são observados para os potenciais de +0,48V e 1,0V, respectivamente, este último processo relacionado ao processo de extração dos íons lítio.

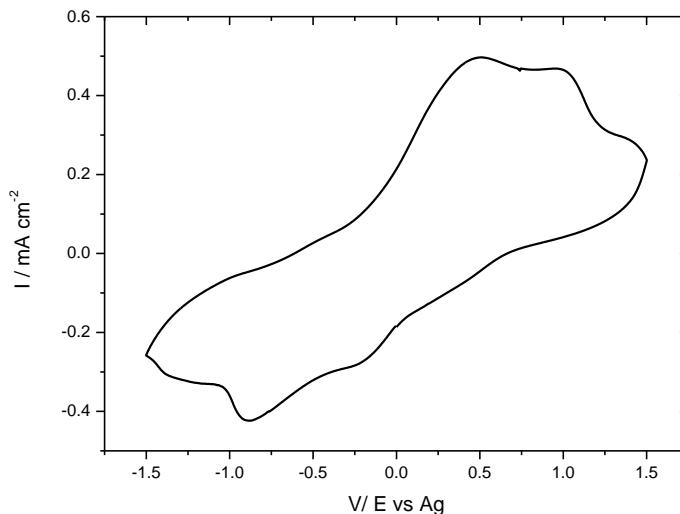


Figura 1. Voltametria cíclica do filme de  $\text{V}_2\text{O}_5$  de uma camada depositado sobre substrato flexível ITO PET.

A Figura 2 apresenta a medida de Cronocoulometria do filme de  $\text{V}_2\text{O}_5$  depositado sobre ITO PET. Foi aplicado potenciais catódicos (inserção de íons lítio) de -1.0V durante 60 segundo e potencial anódico de +1.0V(extração de íons lítio) durante 60 segundo. Observa-se que a densidade de carga obtida foi de 60 mC cm<sup>-2</sup>. É Importante salientar a reversibilidade do processo, ou seja a razão de  $Q_a$  (carga anódica) e carga catódica  $Q_c$   $Q_a/Q_c=1$ .

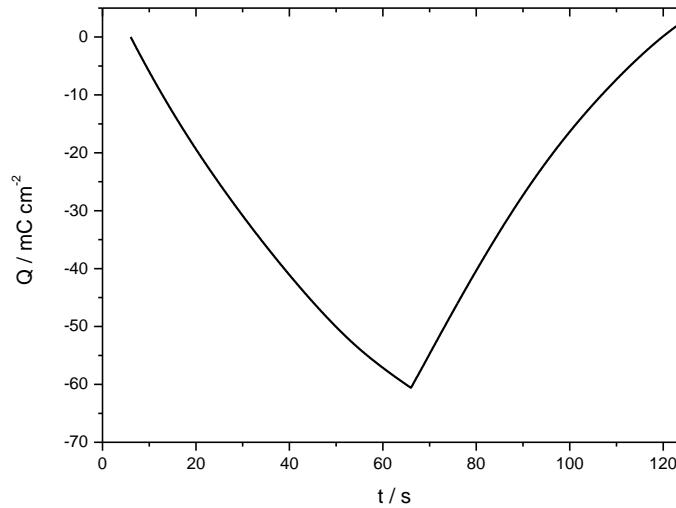


Figura 2. Densidade de carga do filme de  $\text{V}_2\text{O}_5$  de uma camada depositada sobre ITO PET.

#### 4. CONCLUSÕES

Os filmes finos de  $\text{V}_2\text{O}_5$  depositados sobre substrato flexível, apresentaram propriedades eletroquímicas boas e excelente potencial de reversibilidade. O trabalho certifica que é verdadeira a suposição da melhoria das respostas eletroquímicas com aumento da velocidade de imersão, mantendo a temperatura e o tempo do tratamento térmico constante.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MARCHIORI, C.F. **Caracterização da Estrutura Eletrônica de Complexos Doador/Aceitador para Aplicação em Dispositivos Fotovoltaicos.** 2013. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Física do Setor Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná.

ALLEN, K. et al. Smart windows—Dynamic control of building energy performance. **Energy and Buildings**, v. 139, n. Supplement C, p. 535–546, 2017.

GARCÍA-MARTINEZ, J. **Nanotechnology for the Energy Challange.** 2 ed. Weinhein: Germany.2013.

GRANQVIST, C.G. Electrochromics for smart windows: Oxide-based thin films and devices. **Thin Solid Films**, v.564, p.1-38, 2014.

SPANAKIS, E. et al. Effect of gold and silver nanoislands on the electrochemical properties of carbon nanofoam. **Electrochimica Acta**, v. 111, n. Supplement C, p. 305–313, 2013.