

## PROPRIEDADES ELETROCRÔMICAS DE FILMES FINOS DE $V_2O_5$ DOPADOS COM $TiO_2$

ELTON A. MOURA<sup>1</sup>; CÉSAR O. AVELLANEDA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas/IFM – blackmoura2@gmail.com*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas/CDTec – cesaravellaneda@gmail.com*

### 1. INTRODUÇÃO

O interesse no estudo das propriedades eletrocrônicas em óxidos de metais de transição, vieram depois que DEB em 1973 apresentou um estudo em filmes finos de trióxido de tungstênio ( $WO_3$ ) [1]. DEB é considerado o pioneiro em estudos de dispositivo eletrocrômico. A partir de então, vários trabalhos foram publicados neste ramo, despertando o interesse comercial. Atualmente existem várias aplicações tecnológicas com dispositivos eletrocrônicos. Porém, o que mais se destaca com maior aplicação, são as “Janelas Eletrocrônicas”, também conhecidas como “Janelas Inteligentes”, onde estas regulam a entrada de luz e calor no ambiente, proporcionando um conforto visual e térmico [2,3]. Porém, o custo na fabricação em grandes escalas destes dispositivos ainda é um obstáculo a se vencer.

Neste trabalho apresenta um estudo das propriedades eletrocrônicas dos filmes finos de  $V_2O_5$  dopados com  $TiO_2$  preparados pelo processo sol-gel. O sol-gel é um processo químico de síntese considerado simples, versátil e de baixo custo quando comparado com outros métodos de síntese [4]. O pentóxido de vanádio ( $V_2O_5$ ) possui excelentes propriedades eletrocrônicas, porém possui um baixo coeficiente de difusão e uma baixa estabilidade de ciclagem de carga/descarga [5], descartando a utilização em um dispositivo eletrocrômico. O intuito da dopagem com dióxido de titânio ( $TiO_2$ ) é proporcionar uma melhora nas propriedades eletrocrônicas para uma possível utilização como contra-eletrodo em um dispositivo eletrocrômico.

### 2. METODOLOGIA

Na preparação dos sóis foram utilizados alcóxido de vanádio ( $OV(OCH(CH_3)_2)_3$  – oxitriisopropóxido de vanádio) e alcóxido de titânio ( $Ti(OCH(CH_3)_2)_4$  - Isopropóxido de titânio) como precursores, isopropanol como solvente e ácido acético glacial como catalisador. Os filmes finos de  $V_2O_5:TiO_2$  foram obtidos usando a técnica de deposição “dip coating” sobre substrato de FTO (vidro coberto com uma camada condutora) com diferentes camadas e com velocidade de imersão de 100, 150 e 200 mm min<sup>-1</sup>. Após 5 min de hidrólise ao ar livre, os filmes finos foram submetidos a um tratamento térmico de 350°C por 30 min em atmosfera de ar. Para as caracterizações eletroquímicas, tais como voltametria cíclica e cronoamperometria foram utilizadas um potenciómetro/galvanômetro AUTOLAB e com uma cela eletroquímica contendo 3 eletrodos, tendo como contra-eletrodo, uma placa de platina, e como eletrodo de referência, um fio de prata, e o filme fino de  $V_2O_5:TiO_2$  utilizado como eletrodo de trabalho. Para o eletrólito, foram utilizados sal de perclorato de lítio ( $LiClO_4$ ) dissolvido em carbonato de propileno a uma concentração de 0,1M. Na medida de voltametria cíclica foram utilizados os potenciais catódicos e anódicos de -0,85V e

0,85V, respectivamente, e uma velocidade de varredura de 20mV/s, para as medidas de cronoamperometria foram utilizados os mesmos potenciais.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as medidas eletroquímicas, as amostras que apresentaram melhores resultados foram os filmes de  $V_2O_5$  dopados com 7,5 mol % de  $TiO_2$  com 3 camadas e uma velocidade de imersão de 200 mm  $cm^{-1}$ . Como podemos observar na Figura 1, onde é mostrado a densidade de carga por mol % de dopagens. Na medida de Voltametria Cíclica (Figura 2a), podemos observar dois picos catódicos em aproximadamente (-0,56 e -0,2), associados ao processo de intercalação de íons de lítio ( $Li^+$ ), ou seja, os potenciais onde ocorre a reação de redução. E também podemos observar dois picos anódicos localizados em aproximadamente (0,32 e 0,53), associado ao processo de deintercalação, ou seja, os potenciais onde ocorre a reação de oxidação. Nas curvas de Cronoamperometrias (Figura 2b), é observada uma comparação dos filmes de  $V_2O_5$  dopados com 7,5 mol % de  $TiO_2$  com os filmes de  $V_2O_5$  sem dopagens [6], onde percebe-se a influência do  $TiO_2$  na estrutura do  $V_2O_5$ , proporcionando assim, uma maior densidade de carga inserida/extraiida no material. Ambos os filmes apresentaram boa reversibilidade, ou seja, a razão entre a carga catódica e anódica ( $Q_c/Q_a$ ) igual à 1. Ainda serão feitas caracterizações morfológicas e ópticas dessas amostras.

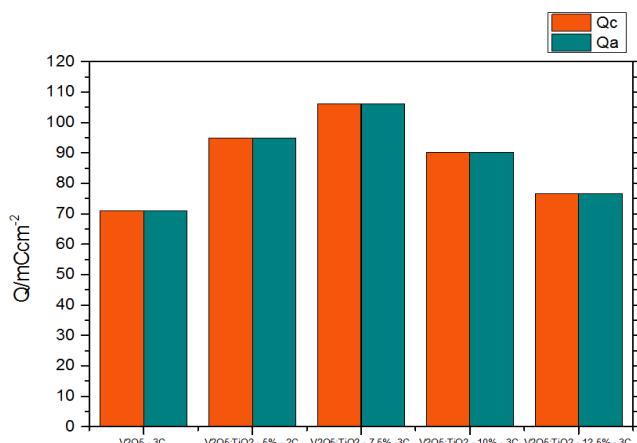


Figura 1. Densidade de Carga por mol % de dopagens

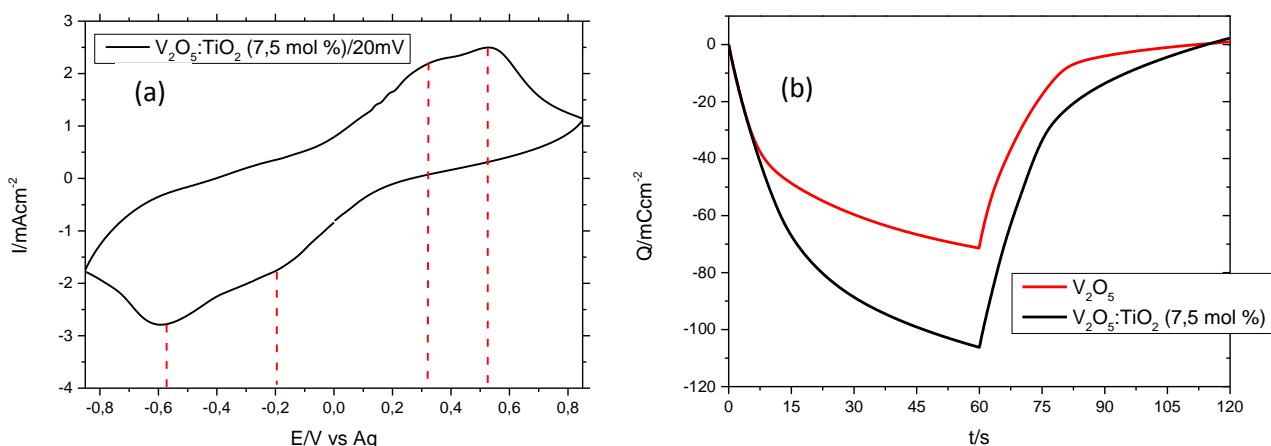


Figura 2: (a) Voltametria Cíclica e (b) Cronoamperometria dos Filmes de  $V_2O_5$  e  $V_2O_5\cdot TiO_2$

## 4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados parcialmente obtidos. As metodologias utilizadas na preparação das amostras apresentaram boas respostas eletrocrônicas, proporcionando assim, uma maior densidade de carga e reversibilidade no filme de  $V_2O_5$  dopado com 7,5 mol % de  $TiO_2$  possibilitando o uso desse material como um contra-eletrodo em um dispositivo eletrocrômico.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] DEB, S. K. A Novel Electrophotographic System. **Applied Optics**, v. 8, p. 192-195, 1969.
- [2] GRANQVIST, C.G., Handbook of Inorganic Electrochromic Materials, **Elsevier**, Amsterdam, 1995.
- [3] LAMPERT, C.M., Sol. **Energy Mater.** 11 (1984) 1
- [4] EBRAHIMIFARD, R.; GOLOBOSTANFARD, M. R.; ABDIZADEH, H. Sol-gel derived Al and Ga co-doped ZnO thin films: An optoelectronic study. **Applied Surface Science**, v. 290, p. 252-259, 2014.
- [5] KIM, H. K., SEONG T. Y. and YOON, Y. S. **J. Vac. Sci. and Techn.**, B, 21 (2003) 754
- [6] WESTPHAL, T. M., **Filmes Finos de  $V_2O_5$  dopados com  $Nb_2O_5$** . 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Pelotas.