

# INFLUÊNCIA DO V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> NAS PROPRIEDADES ELETROQUÍMICAS DO FILME DE CeO<sub>2</sub>

RAPHAEL DORNELES CALDEIRA BALBONI<sup>1</sup>; RAFAELA MOREIRA JAVIER LEMOS<sup>1</sup>; TALITA MARTH WESTPHAL<sup>1</sup>; CÉSAR OROPESA AVELLANEDA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas – raphael.balboni@gmail.com*

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas – rafaela.mjl@gmail.com*

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

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

## 1. INTRODUÇÃO

O gasto energético é um tema de frequente discussão nos dias atuais. Tal problema já tomou proporções mundiais e a tendência para as próximas duas décadas é de um aumento de 2,6%/ano no consumo energético. Segundo o Plano Nacional de Energia, o PNE 2030, esta taxa pode chegar a 4,3%/ano no cenário nacional.

Algumas soluções têm sido investigadas com o objetivo de otimizar o consumo energético, diminuindo assim o impacto ambiental e também econômico consequentes deste problema. Uma alternativa é o desenvolvimento de novas tecnologias que ajudem a reduzir o consumo, como por exemplo filmes eletrocrônicos e sua utilização em janelas inteligentes. (TORRESI, 2000)

Considerando que uma grande parte desta energia é consumida em função do conforto térmico e visual de grandes edifícios, estas janelas têm a capacidade de controlar a passagem da radiação solar e modular a luz visível e infravermelha, o que acarreta uma redução no consumo energético. (KAMALISARVESTANI et al., 2013)

Estas janelas inteligentes são um exemplo de um dispositivo eletrocrônico. Esses dispositivos são formados estruturalmente por dois condutores eletrônicos, um filme fino eletrocrônico, o eletrólito e o contra-eletrodo, que funciona como reservatório de íons. A inserção destes íons do reservatório provenientes do eletrólito para a camada de filme é o que acarreta na mudança de coloração. (GRANQVIST, 1995)

Visando obter filmes com as propriedades ópticas desejadas, é importante o estudo das técnicas utilizadas na deposição dos mesmos. O processo sol-gel é o mais indicado, pois oferece maior liberdade de manipulação nas características finais dos filmes. A técnica de spin coating, utilizada neste trabalho, por exemplo, proporciona filmes uniformes e permite grande reproduzibilidade. (OZER, 1997)

Este trabalho visa um estudo de filmes finos de óxido de cério e de óxido de cério dopados com pentóxido de vanádio, bem como seu preparo e caracterização, para que possam ser utilizados como contra-eletrodo para dispositivos eletrocrônicos. Para isto, foram realizados estudos eletroquímicos através das técnicas de voltametria cíclica, cronoamperometria e cronocoulometria.

## 2. METODOLOGIA

### I. Preparação do sol de CeO<sub>2</sub> pelo método sol-gel

O sol de  $\text{CeO}_2$  foi preparado a partir da mistura de 0,56g de cloreto de cério heptahidratado ( $\text{CeCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) com 0,58g de ácido cítrico ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ) e 10 mL de álcool etílico ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ). A mistura foi mantida em agitação por 30 minutos e a solução possui uma concentração final de 0,15 mol/L.

## II. Preparação do sol de $\text{CeO}_2:\text{V}_2\text{O}_5$ pelo método sol-gel

Ao sol de  $\text{CeO}_2$  foi adicionado 5, 10, 15, 20 e 25%mol de  $\text{V}_2\text{O}_5$ .

## III. Preparação dos filmes finos de $\text{CeO}_2$ e $\text{CeO}_2:\text{V}_2\text{O}_5$ pela técnica de *spin coating*

A deposição dos filmes de  $\text{CeO}_2$  e de  $\text{CeO}_2:\text{V}_2\text{O}_5$  foram feitas pela técnica de spin coating sobre um vidro condutor (FTO). Inicialmente, a rotação se deu à velocidade de 500 rpm durante 3 segundos. Posteriormente, a rotação foi aumentada até 2000 rpm e o tempo de rotação foi de 30 segundos. O filme sofreu um tratamento térmico a 450°C durante o período de 30 minutos. O processo completo de preparação dos filmes, desde a preparação do sol, é ilustrado na figura 01.

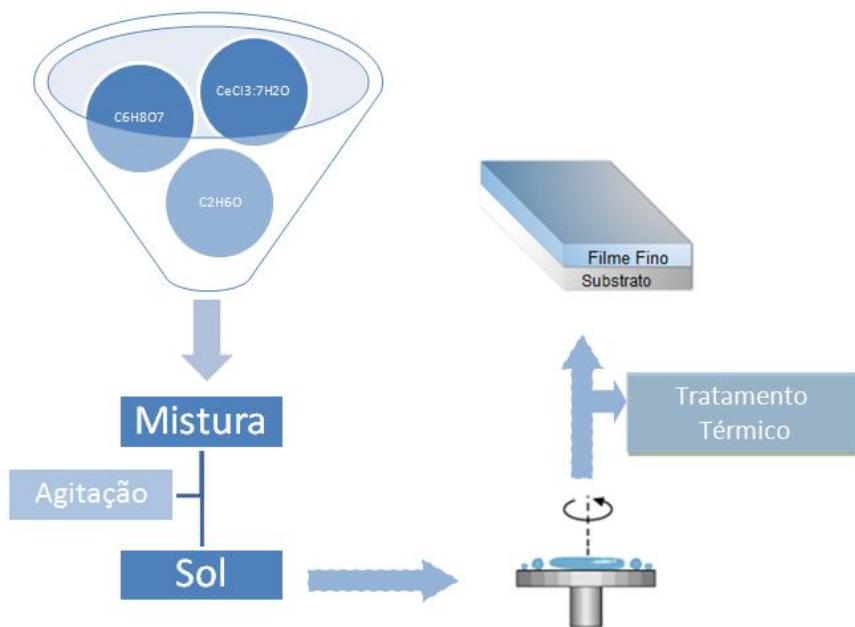


Figura 01 – Preparação dos sóis de  $\text{CeO}_2:\text{V}_2\text{O}_5$

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos até o momento tiveram como objetivo observar as influências da dopagem do filme de  $\text{CeO}_2$  com diferentes concentrações de  $\text{V}_2\text{O}_5$ . Para tal, foram realizadas análises eletroquímicas como voltametria cíclica, cronoamperometria, cronocoulometria e espectroscopia de impedância eletroquímica (EIE).

Foram estudados filmes com diferentes concentrações e diferentes números de camadas, sendo o filme de  $\text{CeO}_2$  com 15%/mol de  $\text{V}_2\text{O}_5$ , com 5 camadas, o que

apresentou melhores resultados, como uma densidade de carga de  $18,95 \text{ mC cm}^{-2}$ , conforme a figura 02.

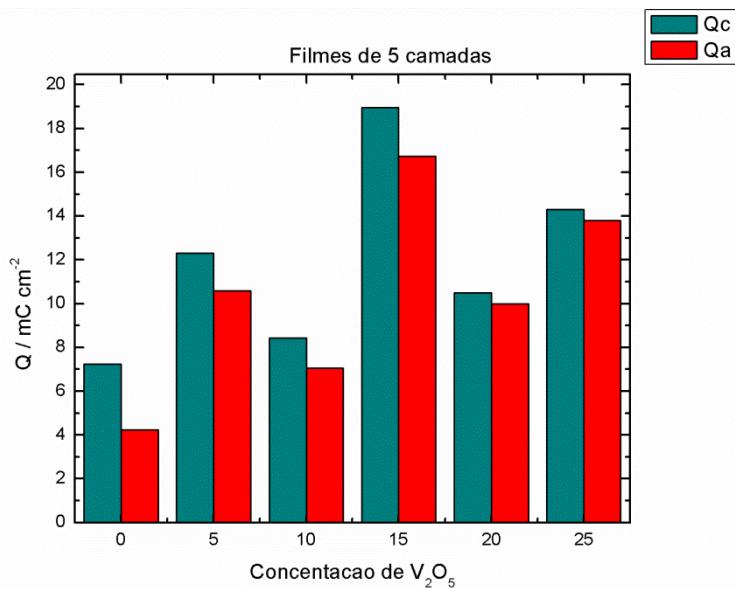


Figura 02 - Densidade de carga catódica/anódica para os filmes finos de  $\text{CeO}_2:\text{V}_2\text{O}_5$  com 5 camadas

Na Figura 03 é apresentado o resultado da cronocoulometria dos filmes de  $\text{CeO}_2:\text{V}_2\text{O}_5$  para as diferentes concentrações, todos com 5 camadas.

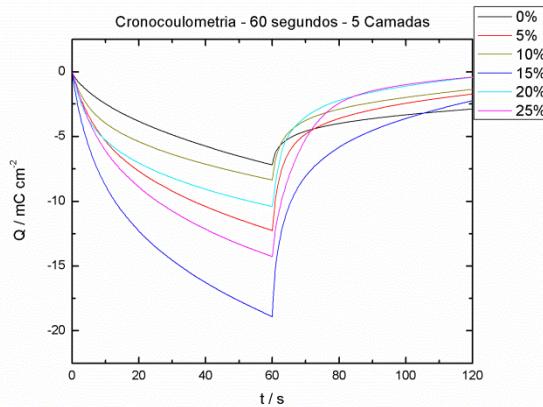


Figura 03 – Cronocoulometria para os filmes finos de  $\text{V}_2\text{O}_5:\text{MoO}_3$  com 5 camadas

Outra análise eletroquímica realizada foi a voltametria cíclica. Na figura 04, podemos observar a voltametria realizada para os filmes de  $\text{CeO}_2:\text{V}_2\text{O}_5$  com diferentes concentrações. O potencial aplicado foi de -1,3 e +1,3 e a velocidade de varredura utilizada foi de 50 mV/s. O eletrólito utilizado foi  $\text{LiClO}_4/\text{PC}$  0,1M.

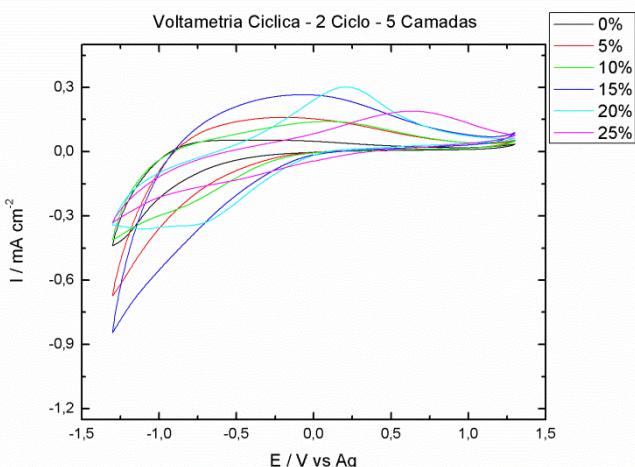


Figura 04 – Voltametria cíclica para o ciclo 2 dos filmes finos de  $\text{CeO}_2:\text{V}_2\text{O}_5$  com 5 camadas

#### 4. CONCLUSÕES

Baseando-se nos resultados obtidos, conclui-se que os filmes finos de  $\text{CeO}_2$  dopados com diferentes concentrações de  $\text{V}_2\text{O}_5$  confirmaram as expectativas iniciais e apresentaram bons resultados eletroquímicos, reforçando a ideia da utilização dos mesmos como contra-eletrodo.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GRANQVIST, C. G. Handbook of Inorganic **Electrocromic Materials**. 1<sup>a</sup>. ed. Amsterdam: Elsevier, . p. 139-146, 1995.

KAMALISARVESTANI, M.; SAIDUR, R.; MEKHILEF, S.; JAVADI, F.S. Performance, materials and coating technologies of thermochromic thin films on smart windows. **Renewable and Sustainable Energy Reviews** 26 353–364, 2013.

ÖZER, N. Electrochemical properties of sol-gel deposited vanadium pentoxide films. **Thin Solid Films**, v. 305, n. 1-2, p. 80-87, 1997.

PLANO NACIONAL DE ENERGIA - PNE 2030 -  
[http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/pne\\_2030/PlanoNacionalDeEnergia2030.pdf](http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/pne_2030/PlanoNacionalDeEnergia2030.pdf)

TORRESI, S. I. C.; OLIVEIRA, S. C.; TORRESI, R. M. Uma visão das tendências e perspectivas em eletrocromismo: a busca de novos materiais e desenhos mais simples. **Química Nova**, v. 23, n. 1, p. 79-87, 2000.