

## FILMES FINOS DE CuO PREPARADOS PELA TÉCNICA DE DIP-COATING

LUCAS H. AYRES<sup>1</sup>; ELIZA PORTUGAL<sup>2</sup>; CAMILA MONTEIRO CHOLANT<sup>2</sup>;  
CESAR O. AVELLANEDA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas, CDTec - lucasholzayres@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas CDTec - eliza\_portugal@hotmail.com

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

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

### 1. INTRODUÇÃO

O controle energético das edificações tem se destacado, tanto em países com inverno rigoroso, como em países tropicais. O principal problema é o consumo exagerado de energia e seu desperdício, tanto com o aquecimento quanto com o resfriamento das edificações (LAMPERT; GRANQVIST, 1990), visto que as condições atmosféricas na maioria dos países se alteram constantemente de frio para calor e de sol excessivo para tempo nebuloso devido as grandes mudanças climáticas causadas pela ação do homem. Pensando nisso, buscam-se soluções inteligentes que proporcionem economia de energia, porém sem a perda do conforto térmico. Por isso o crescente interesse em dispositivos eletrocromicos, que vem motivando pesquisas em todo o mundo. Suas características, como o fenômeno de eletrocromismo, podem efetuar as mudanças necessárias para essa economia de energia desejada no mundo de hoje, onde a maioria da energia que consumimos é obtida através de fontes não renováveis.

O eletrocromismo foi inicialmente definido por Kraus em 1953 (ANDRADE, 2015). Esses materiais são caracterizados pela mudança reversível das propriedades óticas, com a aplicação de um campo elétrico externo (NESKOVSKA, 2007). Os filmes finos de óxido de cobre (CuO) caracterizam-se como catodo, ou seja, existe uma mudança de coloração visível, do transparente para o quase preto, quando o potencial externo é aplicado (RICHARDSON; SLACK; RUBIN, 2001).

O processo sol-gel tem se tornado um método importante e promissor no preparo e deposição de filmes finos, pois possibilita o processamento à baixas temperaturas e tolera um melhor controle de cada uma das suas etapas (RAY, 2001).

A técnica de “Dip-coating” permite a deposição de mais de uma camada de solução. O processo pode ser repetido para aumentar a espessura do filme, tanto na mesma solução ou em outras soluções para se depositar um material diferente, permitindo também a deposição de filmes nos dois lados do substrato (CHAKI; DESHPANDE; TAILOR, 2014).

O objetivo deste estudo foi a preparação e caracterização eletroquímica dos filmes finos de CuO com intuito de utilizar como camada ativa num dispositivo eletrocromico.

### 2. METODOLOGIA

Para realizar a deposição dos filmes utilizou-se substratos de FTO (Óxido de Estanho dopado com Flúor), cortados de uma placa no tamanho de 15 mm de largura e 30 mm de comprimento. Os substratos são limpos por meio de radiação ultrassônica durante 20 minutos. Os sois foram preparados utilizando-se como precursor acetato de cobre [Cu(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>, Vetec], como solvente álcool etílico [(CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH), Sythn] e como catalizador ácido acético [(CH<sub>3</sub>COOH), Sythn], em diferentes concentrações. Posteriormente foram submetidos a irradiação

ultrassônica durante 30 minutos e pelo mesmo período recebeu agitação magnética.

A deposição dos sois foi feita através da técnica de dip – coating, em ambiente com umidade abaixo de 40%. As velocidades e o tempo de imersão foram definidos em 100 mm/min e 10 segundos, respectivamente. Foi aplicado tratamento térmico nos filmes durante 5 minutos entre as camadas depositadas e um tratamento térmico final de 30 minutos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 01 é mostrado um filme de óxido de cobre (CuO) uniforme de boa aderência onde a deposição dos sois foi feita através da técnica de dip – coating e realizado um tratamento térmico na amostra.

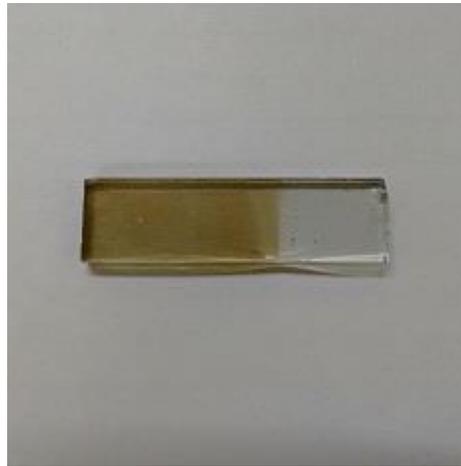


Figura 01 – Filme fino de CuO.

Na Figura 02 tem-se as voltametrias cíclicas do filme de CuO(óxido de cobre), sendo que estas foram realizadas sob os potenciais de -1,1 e +0,6V, a uma velocidade de varredura de 50mV/s, no eletrólito LiClO<sub>4</sub>/PC 0,1M. Podem ser observados um pico catódico e um pico anódico muito bem definido no qual corresponde aos processos de redução e oxidação do filme de CuO, respectivamente.

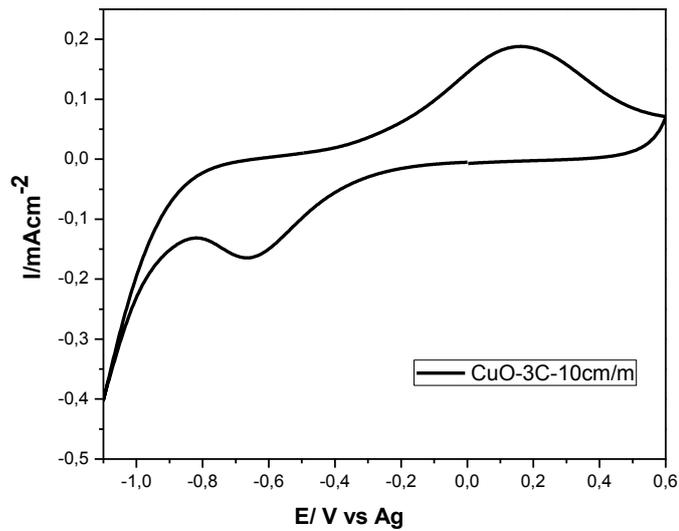


Figura 02- Voltametria Cíclica em um filme fino de CuO com 3 camadas.

Também foi realizado medidas de cronoamperometria e cronocoulometria que consiste no registro da corrente gerada, pela redução ou oxidação de um potencial externo aplicado.

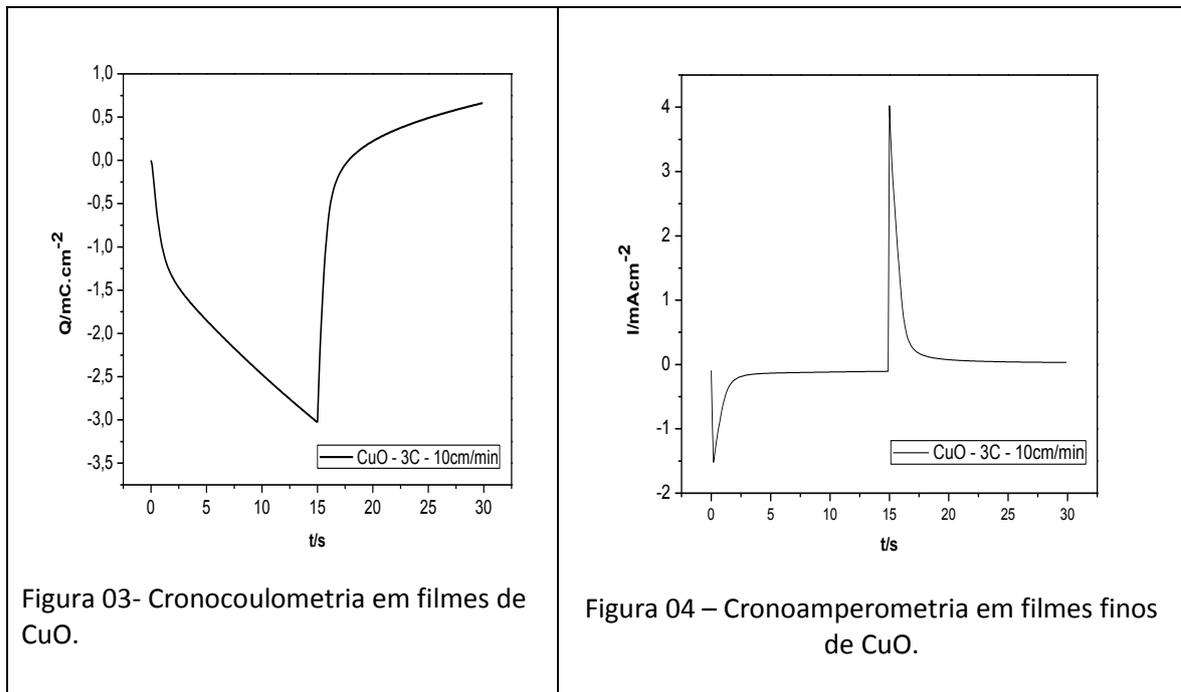


Figura 03- Cronocoulometria em filmes de CuO.

Figura 04 – Cronoamperometria em filmes finos de CuO.

Na Figura 03 é apresentado o resultado da densidade de carga catódica/anódica dos filmes de CuO da medida de cronocoulometria, onde a corrente foi registrada durante a aplicação de um pulso quadrado apresentando valor de  $3\text{mC/cm}^2$  com 3 camadas uma velocidade do dip-coating de  $10\text{cm/min}$ .

## 4. CONCLUSÕES

Com as análises dos filmes de óxido de cobre, verificou-se a existência da reversibilidade necessária em todas análises realizadas, comprovando que o presente trabalho mostrou-se promissor para o uso dos filmes como eletrodo de trabalho em um dispositivo eletrocromico.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LAMPERT, C.M; GRANQVIST, C.G. (Eds.), Large-Area Chromogenics: Materials and Devices for Transmittance Control, vol 54, **SPIE Opt.Eng.** Press, Washintong, 1990.

NESKOVSKA, R. et al. Electrochromism of the electroless deposited cuprous oxide films. **Thin Solid Films**, v. 515, n. 11, p. 4717-4721, 4/9/ 2007. ISSN 0040-6090. Disponível em: <  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040609006015598> >

RICHARDSON, T. J.; SLACK, J. L.; RUBIN, M. D. Electrochromism in copper oxide thin films. **Electrochimica Acta**, v. 46, n. 13-14, p. 2281-2284, 2001. Disponível em: <  
<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0035794707&partnerID=40&md5=40476c73500c8d45cdf3f7ddcb075b3e> >

RAY, S. C. Preparation of copper oxide thin film by the sol-gel-like dip technique and study of their structural and optical properties. **Solar Energy Materials and Solar Cells**, v. 68, n. 3-4, p. 307-312, 2001. Disponível em: <  
<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0035372185&partnerID=40&md5=19efb312d7b0e7ac636cb2aaa0b9f989> >

CHAKI, S. H.; DESHPANDE, M. P.; TAILOR, J. P. Characterization of CuS nanocrystalline thin films synthesized by chemical bath deposition and dip coating techniques. **Thin Solid Films**, v. 550, n. 0, p. 291-297, 1/1/ 2014. ISSN 0040-6090. Disponível em: <  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040609013018907> >

UFF. **Voltametrias: Uma Breve Revisão Sobre os Conceitos**. Rev. Virtual Quim, 2013, 5 (4), 516-537. Data de publicação na Web: 12 de agosto de 2013. Acessado em 22 jul. 2015. Online. Disponível em: <  
<http://www.uff.br/RVQ/index.php/rvq/article/viewFile/380/34>>

ANDRADE, J.R. **Desenvolvimento de dispositivos eletrocromicos**. 2015. 110f. Tese (Doutorado em Físico-Química) - Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Carlos.