

## Estudo Comparativo do Processo Sol-Gel Não Hidrolítico com o de Co-Precipitação para a Formação de ITO.

Gabriel M. Silva (IC)\*, Eduardo J. Nassar (PQ), Kátia Jorge Ciuffi (PQ), Paulo Sérgio Calefi (PQ)

e-mail: gabrielmarcsilva@yahoo.com.br

Universidade de Franca, Av. Armando Salles Oliveira, 201, Pq. Universitário, Franca-SP CEP: 14404-600

Palavras Chave: Óxido de Índio e Estanho, ITO, Sol Gel Não Hidrolítico, Co-Precipitação.

### Introdução

O óxido misto de índio e estanho (ITO) é um material que apresenta muitas aplicações eletrônicas e ópticas, tais como janelas eletrocromáticas, revestimento anti-reflexo e, principalmente devido a sua condutividade elétrica alta e transparência na região visível, como eletrodos ópticos em células solares<sup>1</sup>. O ITO tem sido obtido por várias técnicas, mas nem todas são viáveis devido ao alto custo de síntese e/ou por não possibilitarem a obtenção de materiais com características desejáveis. Neste contexto o processo sol-gel não hidrolítico surge como uma alternativa promissora para a obtenção de óxidos mistos<sup>2</sup>. O processo sol-gel não hidrolítico consiste em produzir óxidos, mistos ou não, a partir de um ou mais haletos com um doador de oxigênio<sup>3</sup>. Neste trabalho relatamos a obtenção do óxido misto de índio e estanho pelo método sol-gel não hidrolítico e de co-precipitação. O ITO formado por ambas as técnicas foi caracterizado por espectroscopia de Absorção no UV/Vis e análises térmicas (TG/DTG).

### Resultados e Discussão

Para a preparação do óxido misto pelo método de Co-Precipitação, a uma solução aquosa de  $\text{InCl}_3$  e  $\text{SnCl}_4$  (9:1) foi adicionada (sob agitação constante) uma solução de  $\text{NH}_4\text{OH}$ , como agente precipitante. O precipitado foi seco em estufa a  $100^\circ\text{C}$ . Esse material foi caracterizado por TG (Figura 1).

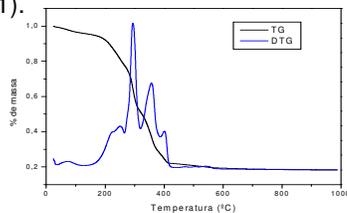


Figura 1: Curvas TG/DTG do precursor de ITO obtido por Co-Precipitação

A análise térmica do material obtido por co-precipitação (Figura 1) apresenta as seguintes perdas de massa: entre  $34\text{--}137^\circ\text{C}$  referente à evaporação da água adsorvida, entre  $165^\circ\text{C}$  e  $385^\circ\text{C}$  correspondem à transformação dos hidróxidos em seus respectivos óxidos, e entre  $385^\circ\text{C}$  e  $560^\circ\text{C}$  atribuída a uma pequena perda de massa causada por uma mudança estrutural que provoca uma

deficiência de oxigênio na rede, conforme descrito por Pramanik et al.<sup>4</sup>.

O material foi calcinado a  $600^\circ\text{C}$  e seu espectro de absorção no UV-Vis apresenta uma banda com máximo em  $300\text{ nm}$ , característico de ITO.

Para a preparação do óxido misto pelo método Sol-Gel Não Hidrolítico, uma solução de  $\text{InCl}_3$  em álcool etílico e uma solução de  $\text{SnCl}_4$  em diclorometano ( $\text{In}^{3+}:\text{Sn}^{4+} = 9:1$ ) foram agitadas por 5 horas em um sistema semi-aberto com atmosfera inerte e temperatura de  $110^\circ\text{C}$ . A solução final foi rotovaporada e tratada a  $350^\circ\text{C}$ . A figura 2 apresenta as curvas TG/DTG para o material resultante.

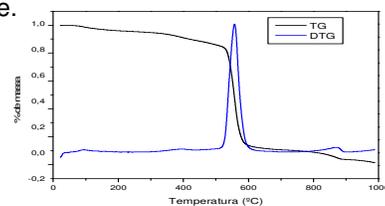


Figura 2: Curvas TG/DTG do precursor de ITO obtido por Sol-Gel Não Hidrolítico.

A perda de massa entre  $500^\circ\text{C}$  e  $640^\circ\text{C}$  corresponde à formação de óxido e a entre  $790^\circ\text{C}$  e  $900^\circ\text{C}$  à formação do óxido misto.

Após calcinação a  $1000^\circ\text{C}$ , o material foi caracterizado por espectroscopia de absorção no UV-Vis, apresentando uma banda em  $300\text{ nm}$  que é característica do ITO.

Os materiais serão melhor caracterizados por difração de raios-X, espectroscopia de absorção no IV e Microscopia Eletrônica de Transmissão.

### Conclusões

O método Sol-Gel Não Hidrolítico e o de Co-Precipitação podem ser convenientemente utilizados para a preparação de ITO. Entretanto no método de co-precipitação a possível formação de ITO ocorre a  $600^\circ\text{C}$  e no sol-gel não hidrolítico a  $1000^\circ\text{C}$ .

### Agradecimentos

FAPESP, CAPES e CNPq.

<sup>1</sup> Popovich, N. D.; Wong, S. S.; Yen, B. K. H.; *Anal. Chem.*, 2002, 74, 3127-3133.

<sup>2</sup> Ba, J.; Rohlffing, D. F.; Feldhoff, A.; Brezesinski, T.; Djerdj, I.; Wark, M.; Niederberger M.; *Chem. Mater.*, 2006, 18, 2848-2854

<sup>3</sup> Vioux, A.; *Chem. Mater.* 1997, 9, 2292-2299.

<sup>4</sup> Pramanik, N. C.; Biswas, P. K.; *Materials Letter*, 56, 2002, 671-679