

Bruno Bezerra; Antônio Takimi; Carlos Pérez Bergmann

Laboratório de Materiais Cerâmicos (LACER), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre (RS), Brasil.  
bbruno\_bezerra@hotmail.com

## 1. Introdução

As cerâmicas semicondutoras são materiais com grande aplicação e interesse em engenharia, podendo ser encontrados em produtos como memórias de computadores, dispositivos eletro-ópticos, telas de LCD. Entre outras aplicações em muitos casos, eles são utilizados na forma de filmes finos, com espessura situada entre poucos nanômetros até alguns micrômetros, onde se busca associar suas características elétricas com a transparência a luz visível.



Figura 1 – Filmes finos aplicados em telas de LCD.



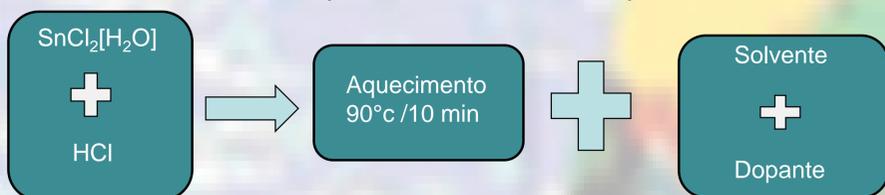
Figura 2 – Filmes finos aplicados em energia solar.

## 2. Objetivo

Avaliar a resistência elétrica e a capacidade de dissipação de energia térmica por efeito joule de filmes finos de SnO<sub>2</sub> dopados com F ou Sb, depositados através da técnica de *spray pyrolysis* sobre substratos de vidro soda-cal, em função dos principais parâmetros de deposição (temperatura de deposição e teor de dopante) e da espessura dos filmes.

## 3. Procedimento

Para a deposição dos filmes finos foi utilizado o método de spray pyrolyse, mantendo a pressão e a distância do atomizador constantes, em, respectivamente, 40 psi (2,72 atm) e 255mm, variando a temperatura do substrato e a concentração do dopante na solução precursora.



Temperaturas de deposição 350 °C e 400 °C

Figura 3 – Esquema explicativo do processo de spray pyrolyse.

Concentração de Sn na solução (mol . l <sup>-1</sup> )	0,96
Volume de solução precursora depositada (ml)	0,8 ; 1,6

## 4. Resultados e discussão

Pelos valores medidos de resistência em folha podemos notar a tendência de diminuição desses valores em temperaturas mais altas. As temperaturas superiores favorecem a evaporação do solvente. Os filmes dopados com flúor apresentaram valores de resistência elétrica menores do que aqueles dopados com antimônio.

Tabela 1 - Valores de resistência em folha ( $\Omega.m^2$ ) para diferentes valores de solução depositada

Temperatura(°C)	0,8ml	1,2 ml	1,6ml	2,0ml
350	9,56X10 <sup>3</sup>	910	857	-----
400	-----	810	632	189,6

Tabela 2 - Valores de resistência em folha ( $\Omega.m^2$ ) para 1,2ml de solução depositada.

Temperatura(°C)	Sb 5%	Sb20%	F20%
350	910	980	-----
400	318	810	45

Tabela 3 - Valores de resistência em folha ( $\Omega.m^2$ ) para 0,8ml de solução depositada.

Temperatura(°C)	Sb 5%	F20%
350	9560	-----
400	2000	119,7

Utilizando a técnica de elipsometria pode-se mensurar a espessura do filme depositado, que para 1,6 ml de solução depositada foi de 145nm, e para 2,0ml de solução foi de 180nm. Tendo por base esses dados pode-se estimar a resistividade do filme  $3,1 \times 10^{-2}$  em  $\Omega . m$ .

Por meio da análise de difração de raios x foi encontrada como única fase a cassiterita (SnO<sub>2</sub>).

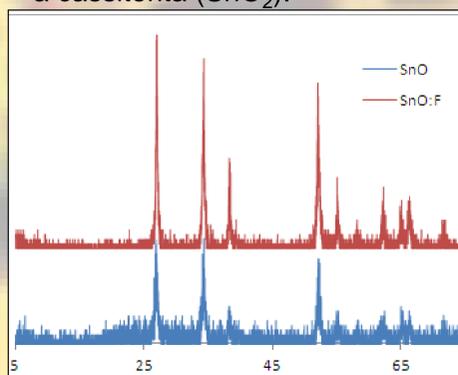


Figura 4 - Difratograma de SnO e SnO:F.

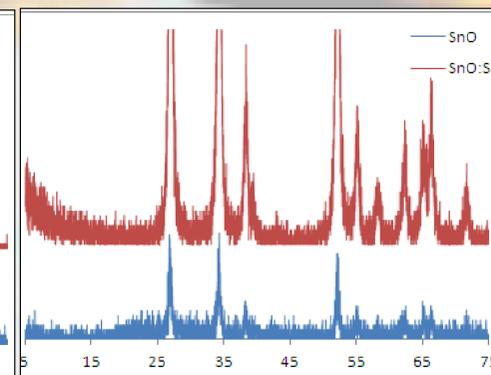


Figura 5 - Difratogramas de SnO e SnO:Sb.

Utilizando-se a termografia por infravermelho, podemos estimar a temperatura dos filmes, quando submetido a uma diferença de potencial de 25V. A potência térmica dissipada por efeito Joule foi de 7,5W para filmes de SnO<sub>2</sub>:F e 5,25W para filmes de SnO<sub>2</sub>:Sb

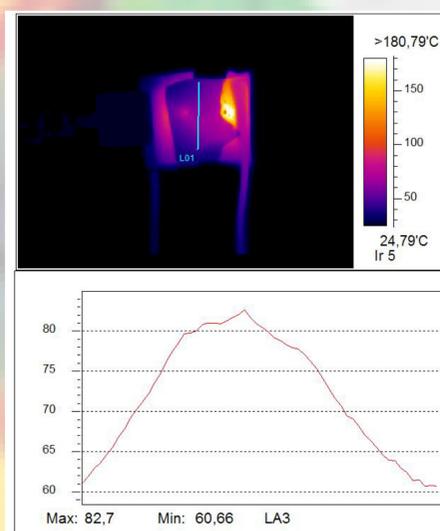


Figura 6 – Termografia e temperatura do filme de SnO<sub>2</sub>:F ao longo da linha L01 mostrada.

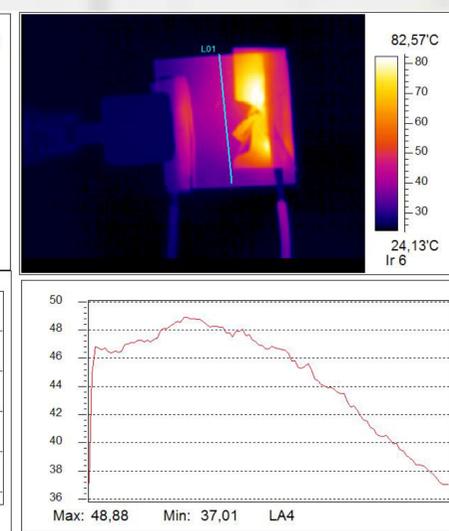


Figura 7 - Termografia e temperatura do filme de SnO<sub>2</sub>:Sb ao longo da linha L01 mostrada.

## 5. Conclusões

- Os dois substratos dopados com F e Sb obtiveram êxito em seu aquecimento, mas o SnO<sub>2</sub>:F obteve uma melhor potência dissipada.
- Os filmes dopados com Flúor apresentaram melhores resultados que os filmes dopados por antimônio.
- Contatou-se que em temperaturas mais elevadas de deposição a resistência tende a diminuir.
- Em maiores quantidades de solução depositada, verifica-se a diminuição da resistência pelo aumento do tamanho da espessura do filme, mas o filme perde parte de sua transparência.
- Nos trabalhos futuros otimizar o volume a ser depositado, assim como a porcentagem do dopante a ser utilizado, visto que com o flúor não foram feitas alterações em sua concentração molar.