

# Estudo da permissividade elétrica de óxidos mistos

Deborah Yohana Bertoldo da Silva e Eliana Navarro dos Santos Muccillo  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares-IPEN/CNEN

## INTRODUÇÃO

Materiais dielétricos possuem diversas aplicações tecnológicas em dispositivos eletrônicos. Propriedades como permissividade elétrica gigante ( $\epsilon' > 1.000$ ) e baixas perdas dielétricas ( $\tan \delta < 1$ ) contribuem para a miniaturização de componentes capacitivos [1]. Recentemente materiais com características desejáveis foram descobertos, como o  $\text{Bi}_{2/3}\text{Cu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$  (BCTO), que possui a estrutura cristalina do tipo perovskita e apresenta permissividade elétrica acima de 1.000 na temperatura ambiente [2].

## OBJETIVO

Os principais objetivos deste projeto são: a obtenção da cerâmica  $\text{Bi}_{2/3}\text{Cu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$  pelo método convencional de mistura dos reagentes e reação em estado sólido, e o estudo da dependência das propriedades elétricas e microscópicas em função dos parâmetros de processamento do BCTO, avaliando condições de temperatura e tempo de sinterização.

## METODOLOGIA

Foram utilizados como materiais de partida os óxidos de bismuto, titânio e cobre de alta pureza (> 99%). Foi feita a mistura dos materiais de partida na proporção estequiométrica em misturador mecânico por 5 h com álcool isopropílico. Após a secagem a mistura foi homogeneizada. A mistura resultante foi tratada termicamente em 860°C por um tempo total de 10 h. O pó calcinado foi compactado com pressão de 12,5 MPa durante um minuto. As amostras compactadas foram sinterizadas com temperaturas variando entre 900 e 970°C

com tempo fixo de 2 h. Foram feitos também tratamentos térmicos em temperatura fixa de 950°C e variando o tempo entre 2 e 12 h. As amostras foram caracterizadas por difração de raios X (DRX), microscopia eletrônica de varredura (MEV) e espectroscopia de impedância.

## RESULTADOS

Os resultados de medidas elétricas em função da temperatura de sinterização são mostrados na figura 1.

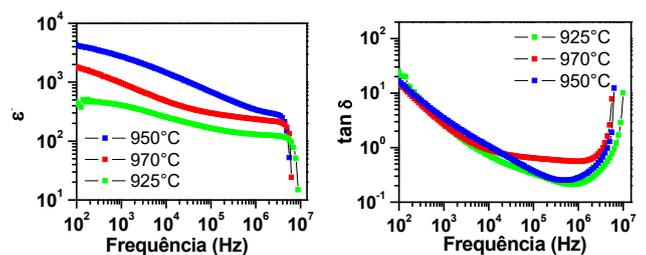


Figura 1: Evolução da permissividade elétrica (esquerda) e perdas dielétricas (direita) para amostras sinterizadas em diferentes temperaturas por 2 h.

As amostras que apresentaram maiores e menores valores de  $\epsilon'$  foram sinterizadas a 950 e 925°C, respectivamente.  $\epsilon'$  pouco variou para baixas frequências. Foi possível obter valores de permissividade elétrica gigante para um intervalo extenso de frequências. De forma geral, o comportamento observado tanto para  $\epsilon'$  quanto para a  $\tan \delta$  são compatíveis com aqueles descritos na literatura [1, 2].

As micrografias das microrregiões da figura 2 mostram grãos com formato poligonal. O aumento do tempo de sinterização não modificou significativamente o tamanho dos grãos. É possível observar um padrão de fratura misto: ao longo dos contornos de

grão (intergranular) e através dos grãos (transgranular).

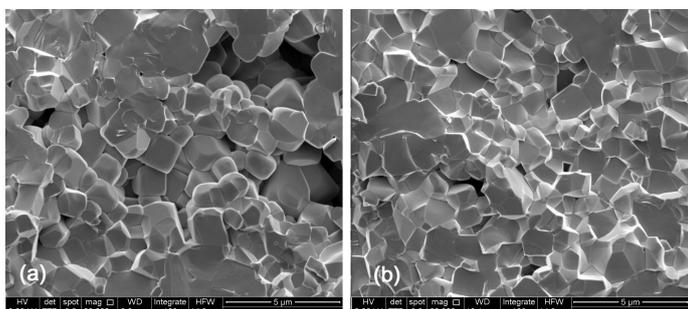


Figura 2: Micrografias de superfície de fratura do BCTO sinterizado a: (a) 3 h e (b) 1 h.

Os resultados de medidas elétricas em função do tempo de sinterização são mostrados na figura 3. A evolução de  $\epsilon'$  e da  $\tan \delta$  são similares ao das amostras sinterizadas em diferentes temperaturas.

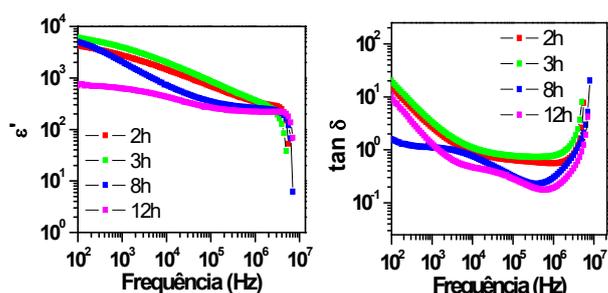


Figura 3: Evolução da permissividade elétrica (esquerda) e perdas dielétricas (direita) para amostras sinterizadas em diferentes tempos a 950°C.

Para a cerâmica sinterizada a 2 e 3 h, entre 10 kHz e 1 MHz o valor da tangente de perda se mostra constante e próximo de 1.

Tabela 1: Valores de constante dielétrica e tangente de perda para diferentes temperaturas de sinterização na frequência de 1.000 Hz (a 90°C).

Temperatura de sinterização (°C)	$\epsilon'$	$\tan \delta$
925	406	2,5
950	2.726	2,7
970	968	3,5

Tabela 2: Constante dielétrica e tangente de perdas para diferentes tempos de sinterização na frequência de 1.000 Hz (a 90°C).

Tempo (h)	$\epsilon'$	$\tan \delta$
2	272	2,7
3	3.909	3,4
8	2.046	1,1
12	622	1,2

As Tabelas 1 e 2 resumem os resultados de medidas elétricas obtidos.

## CONCLUSÕES

A microestrutura do BCTO é bastante homogênea e evidencia grãos com tamanhos médios de  $\sim 3 \mu\text{m}$ . O modo de fratura é misto: intergranular e transgranular.

A metodologia utilizada permitiu obter o BCTO com elevados valores de permissividade elétrica (acima de 1.000) e baixas perdas dielétricas (menor que um) para uma ampla faixa de frequência em torno de 1 kHz.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Jianjun Liu, Chun-Gang Duan, Wei-Guo Yin, W. N. Mei, R. W. Smith, J. R. Hardy, "Large Dielectric Constant and Maxwell-Wagner Relaxation in  $\text{Bi}_{2/3}\text{Cu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ ", Physical Review B 70 (2004) 144106.

[2] Y.Q.Tan, J. L. Zhang, W. T. Hao, G. Chen, W. B. Su, C. L. Wang, "Giant Dielectric-Permittivity Property and Relevant Mechanism of  $\text{Bi}_{2/3}\text{Cu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$  Ceramics", Materials Chemistry and Physics 124 (2010) 1100-1104.

## APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPq/PIBIB