

# Estudo do Comportamento Elétrico de Materiais para Células a Combustível

Eliel dos Santos e Reginaldo Muccillo  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos vêm sendo desenvolvidos trabalhos de pesquisa em eletrólitos sólidos cerâmicos condutores iônicos e, mais recentemente, em condutores protônicos, envolvendo desde a síntese de compostos até a montagem de dispositivos, caracterização física, química, elétrica e microestrutural desses materiais [1,2]. Todo o processo de fabricação desses dispositivos até serem transferidos para o setor produtivo envolve um amplo trabalho de laboratório. A análise dos pós por meio de várias técnicas de caracterização e o estudo sistemático dos processos de sinterização são etapas a serem cumpridas para o desenvolvimento de materiais cerâmicos com comportamento elétrico adequado para o uso em dispositivos.

## OBJETIVO

Síntese e caracterização de compactos cerâmicos, condutores protônicos, do tipo  $BaCe_{0,8}Gd_{0,2}O_{3-\delta}$ .

## METODOLOGIA

Foram preparadas composições policristalinas de  $BaCe_{0,8}Gd_{0,2}O_{3-\delta}$  por mistura de óxidos meio de:

- Secagem a 40 °C/20 min, pesagem e homogeneizados mecânica dos materiais de partida  $BaCO_3$ ,  $CeO_2$  e  $Gd_2O_3$ . Moagem de uma parte em meio alcoólico com esferas de zircônia.

- Homogeneização e calcinação a 1400°C/10h.

- Mistura do óxido de manganês ( $MnO_2$ ), com a parte de  $BaCe_{0,8}Gd_{0,2}O_{3-\delta}$  que não passou por moagem.

- Compactação em formato cilíndrico.
- Sinterização ao ar a 1550 °C/10h.

A seguir foram feitas análises de:

- Difração de raios X nos cilindros a fim de confirmar a presença da fase  $BaCe_{0,8}Gd_{0,2}O_{3-\delta}$ .

- Determinação de densidade aparente geométrica e pelo método de Arquimedes.

- Espectroscopia de impedância após a deposição de prata nas faces paralelas dos cilindros.

- Montagem e teste de célula do tipo Pt/  $BaCe_{0,8}Gd_{0,2}O_{3-\delta}$ /Pt.

## RESULTADOS

A Tabela 1 mostra os valores de densidade.

Tabela 1: Densidade aparente (g/cm<sup>3</sup>) de  $BaCe_{0,8}Gd_{0,2}O_{3-\delta}$  e a porcentagem da densidade teórica ( $\rho_{teo}=6,383$  g/cm<sup>3</sup>).

X%MnO <sub>2</sub>	$\rho_{geo}$	$\rho_{teo}$	$\rho_{Arqui}$	% $\rho_{teo}$
0%MnO <sub>2</sub> + Moagem	6,18	96,8	6,01	94,1
0,2%MnO <sub>2</sub>	5,98	93,8	6,06	94,1
0,6%MnO <sub>2</sub>	6,54	1,02	5,94	93,0
1%MnO <sub>2</sub>	6,06	94,9	5,98	93,7

A Figura 1 mostra diagramas de impedância a 200 °C de amostras de  $BaCe_{0,8}Gd_{0,2}O_{3-\delta}$  com diferentes teores de  $MnO_2$ .

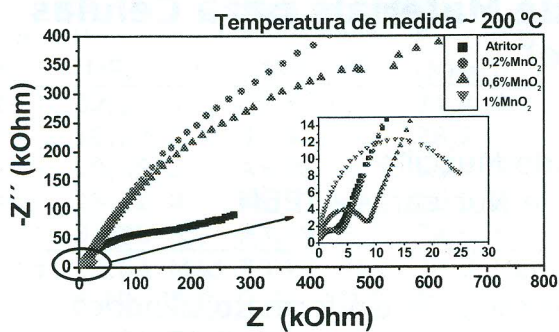


Figura 1: Diagramas de impedância a aproximadamente 200 °C.

Nas Figuras 2 e 3 são mostrados os difratogramas de raios X das amostras e do arquivo JCPDS, respectivamente, do  $\text{BaCe}_{0,8}\text{Gd}_{0,2}\text{O}_{3-\delta}$ .

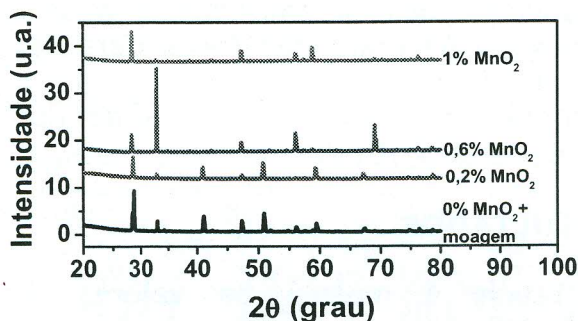


Figura 2: Difratogramas de raios X de  $\text{BaCe}_{0,8}\text{Gd}_{0,2}\text{O}_{3-\delta}$ , com vários teores de  $\text{MnO}_2$ .

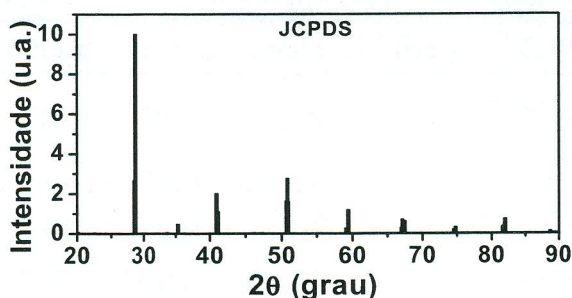


Figura 3: Difratograma de raios X, arquivo JCPDS.

Na Figura 4 é mostrado o resultado de testes de uma célula a combustível montada com uma amostra sem

aditivos cujo pó foi submetido a moagem, com dois combustíveis:  $\text{CH}_4$  e mistura de  $\text{H}_2$  e  $\text{N}_2$ .

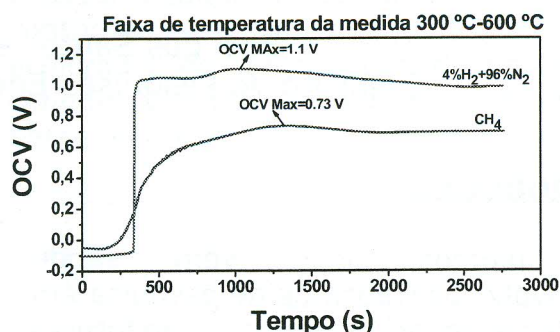


Figura 4: Valores de potencial elétrico em função do tempo obtidos no teste da célula  $\text{Pt}/\text{BaCe}_{0,8}\text{Gd}_{0,2}\text{O}_{3-\delta}/\text{Pt}$ .

## CONCLUSÕES

Foram obtidos compactos densos de  $\text{BaCe}_{0,8}\text{Gd}_{0,2}\text{O}_{3-\delta}$ . O uso de  $\text{MnO}_2$  como aditivo não promoveu aumento na densificação. Foram montadas células a combustível com condutores protônicos usando eletrodos de platina. A célula teve melhor desempenho operando com hidrogênio, tendo um rendimento de 33% maior que operando com metano.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] D. Z. de Florio, F. C. Fonseca, E. N. S. Muccillo, R. Muccillo, "Materiais cerâmicos para células a combustível", *Cerâmica* 50, 316 (2004) 275-290.
- [2] J. Molenda, K. Swierczek, W. Zajac, "Functional materials for the IT-SOFC", *J. Power Sources* 173 (2007) 657-670.

## APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPq.