

DESENVOLVIMENTO DE CÉLULAS UNITÁRIAS A COMBUSTÍVEL TIPO SOFC A BASE DE $\text{NiO}+\text{CaZrO}_3 // \text{CaZrO}_3 // \text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3 + \text{CaZrO}_3$ VIA SÍNTESE POR COMBUSTÃO

EDUARDO SIQUEIRA PEREIRA¹; BRUNO MÜLLER VIEIRA²; SERGIO DA SILVA CAVA³

¹Engenharia de Materiais – UFPel – e.siqueriapereira@gmail.com

²Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais UFPel
bruno.prppg@hotmail.com

³Universidade Federal de Pelotas, CDTec, Pelotas – sergiocava@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A célula a combustível é uma alternativa para uma geração mais eficiente e mais limpa de eletricidade. Na célula a combustível ocorre a reação de hidrogênio (H_2) com oxigênio (O_2) com geração de água e energia. As células a combustível são dispositivos capazes de converter a energia química de certos combustíveis em energia elétrica, sem a necessidade de combustão (GARCIA, 2012). Em virtude destas características a conversão ocorre através da sua oxidação eletroquímica, sendo assim, sucede por meio de duas semi-reações eletroquímicas em dois eletrodos porosos (ânodo e cátodo), ou seja, uma oxidação de um combustível no ânodo e a redução de um oxidante no cátodo (MILEWSKI, 2007). Estes são separados por um eletrólito denso, condutor de íons, posicionado entre dois eletrodos porosos (FONTANA, 2007).

Para o funcionamento da célula a combustível, o combustível entra em forma de gás, pelo lado do ânodo, onde produz a reação de oxidação, e os elétrons liberados, estes saem da célula para o trabalho elétrico e voltam ao cátodo para completar a reação de redução do agente oxidante (oxigênio) (VINKE, 2010).

Os materiais mais apropriados para os cátodos dessas células são manganitas de lantânio dopadas com estrôncio por causa de sua estabilidade química e suas boas propriedades em altas temperaturas e, principalmente, pela compatibilidade física com a zircônia estabilizada com ítria (YSZ), o mais comum material utilizado nos eletrólitos (NASCIMENTO, 2009).

A síntese por combustão em solução, SCS, tem sido muito destacada recentemente, por ser uma técnica de fácil execução, além e claro de ser economicamente viável. Alguns fatores que torna esse método tão utilizado, além da questão energética, é na obtenção de pós finos, de escala nanométrica, além e claro de apresentar uma estrutura homogênea com uma composição e estrutura cristalina desejada (PATIL, 1997).

Este trabalho tem como objetivo desenvolver uma célula a combustível do tipo SOFC através do método de combustão, tendo como materiais o eletrólito zirconato de cálcio (CaZrO_3), o ânodo Níquel (Ni) + CaZrO_3 e cátodo de óxido misto de lantânio, manganês e estrôncio (LSM) + CaZrO_3 .

2. METODOLOGIA

Para o preparo do eletrólito, em um cadinho de porcelana, será pesado, 3,59g de $\text{ZrOCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, 2,64g de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ e 1,12g de ureia. Após, o cadinho com a mistura será colocado na mufla quando esta atingir a temperatura de

400°C. Transcorridos 10 min da reação, o aquecimento será desligado permitindo que o catalisador alcance a temperatura ambiente.

Em seguida, o zirconato de cálcio (CaZrO_3) será triturado, peneirado, pesado e armazenado para posteriores análises e procedimentos experimentais.

Para o preparo do ânodo, em um cadinho de porcelana, será pesado 2,29g de $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 1,86g de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 2,35g de $\text{ZrOCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ e 1,57g de ureia. Após, o cadinho com a mistura será colocado na mufla quando esta atingir a temperatura de 400°C. Transcorridos 10 min da reação, o aquecimento será desligado permitindo que o catalisador alcance a temperatura ambiente.

Posteriormente, o NiO-CaZrO_3 será triturado, peneirado, pesado e armazenado para posteriores análises e procedimentos experimentais.

Para o preparo do cátodo, em um cadinho de porcelana, será pesado 2,16g de $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 1,06g $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Mn}(\text{N}_2\text{O}_6) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 1,18g $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 1,61g de $\text{ZrOCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ e 2,25g de ureia. Após, o cadinho com a mistura será colocado na mufla quando esta atingir a temperatura de 400°C. Transcorridos 10 min da reação, o aquecimento será desligado permitindo que o catalisador alcance a temperatura ambiente.

Por fim, o $\text{CaZrO}_3\text{-La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ será triturado, peneirado, pesado e armazenado para posteriores análises e procedimentos experimentais.

Após, cada amostra passou por um tratamento térmico, variando a temperatura de 500°C a 800°C.

Após a síntese dos pós serão realizadas análises de caracterização como a difração de raios-X para identificação das fases resultantes. Esta técnica permite determinar os parâmetros cristalográficos e os arranjos dos átomos na rede cristalina, sendo que os materiais cerâmicos apresentam, normalmente, microestruturas, que podem ser caracterizadas por tamanho de cristalito, quantidades de fases cristalinas presentes, existência de fases amorfas e orientação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até o momento, as amostras passaram por análise de difração de raio-x. Através da difração de Raio-x foram analisadas as amostras tratadas termicamente, na faixa de 500 a 800°C conforme as figuras abaixo.

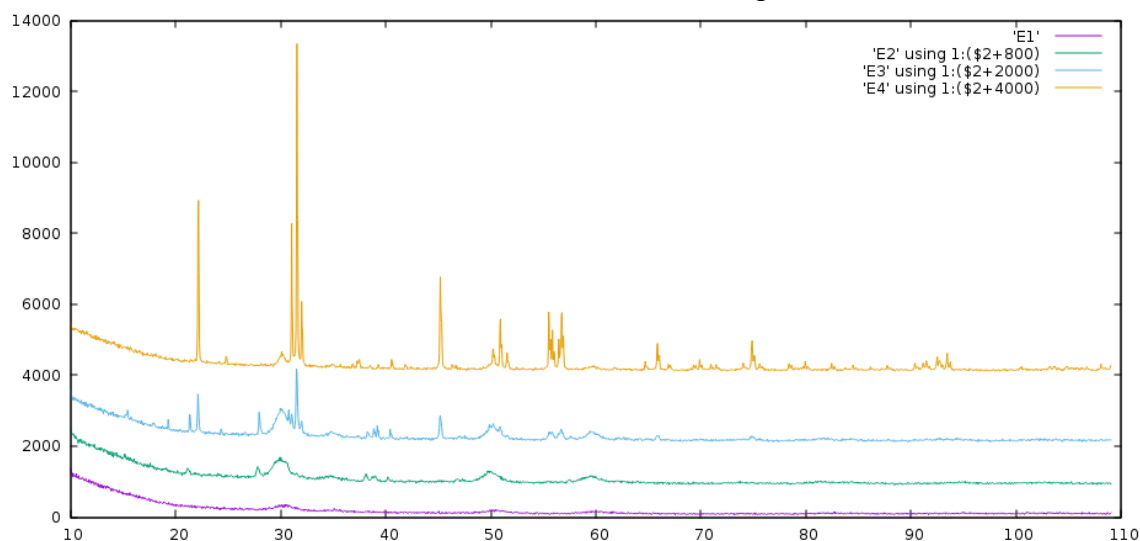


Figura 1: eletrólito (CaZrO_3)

Na análise de difração de raio-x do eletrólito (CaZrO_3) pode-se verificar que à medida que a temperatura foi aumentada pode-se observar picos cristalinos, dentro da temperatura de trabalho da SOFC.

Os picos agudos indicam o relativamente alto tamanho de grão e bem-definida ordem de longo alcance que indica o colapso da estrutura porosa nas fases de baixa temperatura e a diminuição na área superficial do pó.

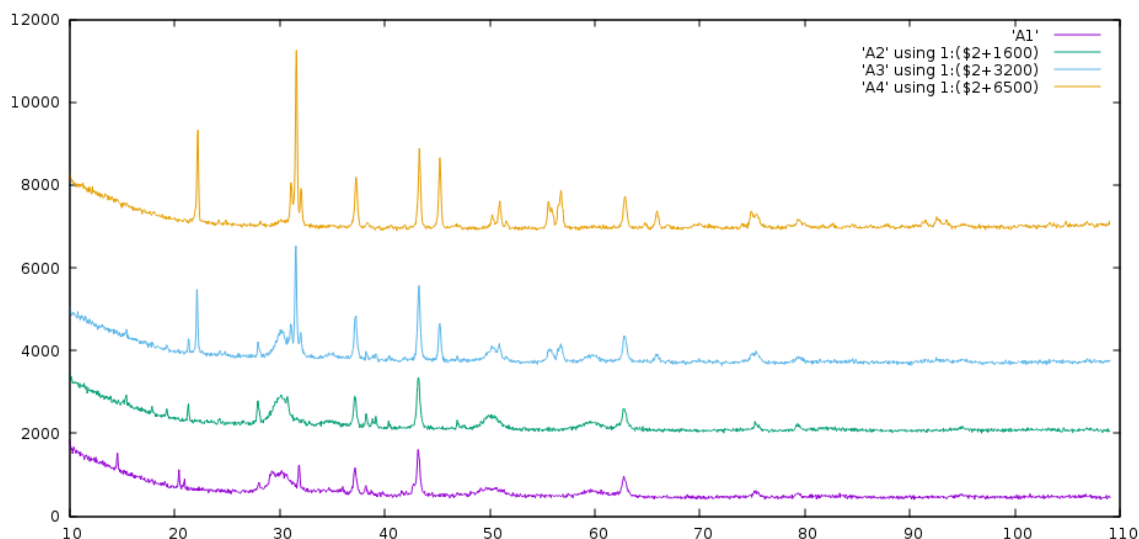


Figura 2: ânodo (NiO-CaZrO_3)

Na análise de difração de raio-x do ânodo (NiO-CaZrO_3) se comporta de forma parecida com o eletrólito (CaZrO_3), já que os picos agudos indicam o relativamente alto tamanho de grão e bem-definida, dentro da temperatura de trabalho da SOFC.

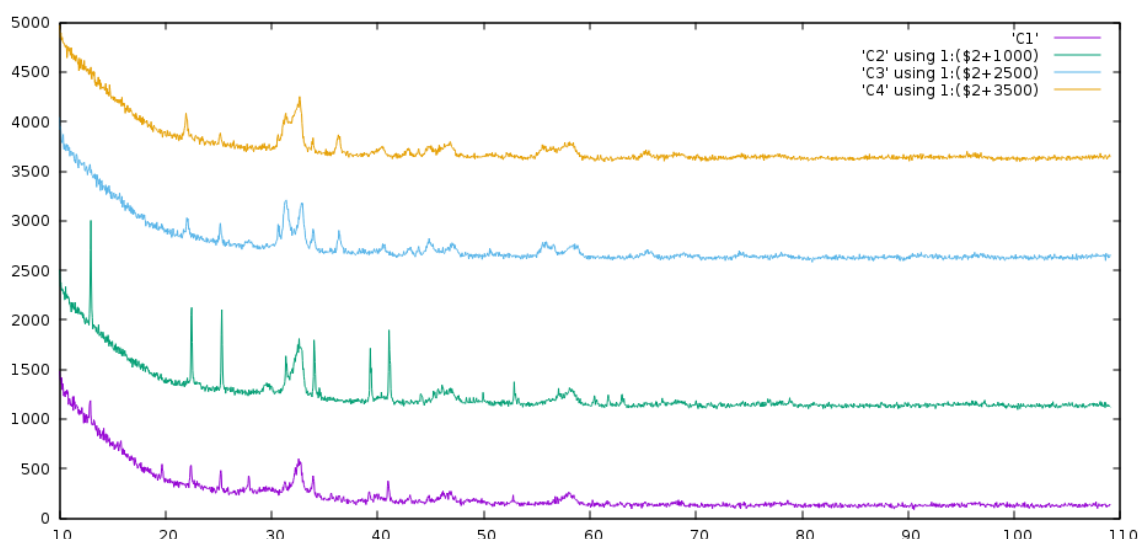


Figura 3: cátodo ($\text{CaZrO}_3\text{-La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$)

Na análise de difração de raio-x do cátodo ($\text{CaZrO}_3\text{-La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$) não pode-se verificar, com o aumento da temperatura, uma fase cristalina sendo formada. Dessa forma, outras amostras serão analisadas com temperaturas mais elevadas.

4. RESULTADOS ESPERADOS

- i) Espera-se que o composto $\text{NiO-CaZrO}_3\text{-La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ possa alavancar aplicações com a utilização de eletrólito em SOFC;
- ii) Em termos científicos, pretende-se compreender melhor a estrutura do composto $\text{NiO-CaZrO}_3\text{-La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$. Espera-se que com esse trabalho, possam ser adquiridos conhecimentos com respeito ao processo de preparação do composto, além de consolidar os processos de preparação por combustão;
- iii) O método de combustão, utilizado para a síntese de pós do composto $\text{NiO-CaZrO}_3\text{-La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$, espera-se ser simples e fácil, com o qual se obtém um pó com uma distribuição homogênea das partículas;
- iv) Espera-se atingir um domínio tecnológico da montagem e funcionamento de células a combustível tipo SOFC.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GARCIA, Laurenia Martins Pereira; et al. Síntese citrato-hidrotermal e caracterização eletroquímica de $\text{La}_{0,6}\text{Sr}_{0,4}\text{Co}_{0,2}\text{Fe}_{0,8}\text{O}_3$ para sofc de temperatura intermediária, **20° CBECimat- Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais**. v. 1, p. 1798-1805, 2012.

MILEWSKI, Jaroslaw ; MILLER, Andrzej ; SALACINSKI, Jacek. *Off-design analysis of SOFC hybrid system*. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 32, p. 687-698, 2007.

FONTANA, S.; AMENDOLA, R.; CHEVALIER, S.; PICCARDO, P.; CABOCHE, G.; VIVIANI, M.; MOLINS, R.; SENNOUR, M. *Metallic interconnects for SOFC: Characterisation of corrosion resistance and conductivity evaluation at operating temperature of differently coated alloys*. **Journal of Power Sources**, v. 171, p. 652-662, 2007.

VINKE, I. *An introduction to Fuel Cells*. Forschungszentrum Jülich. In: **Escola Itinerante de Materiais**, 2010, Rio de Janeiro.

NASCIMENTO, A.C.; MOHALLEM, N.D.S. Materiais usados na constituição dos principais componentes de células a combustível de óxido sólido. **Cerâmica**, São Paulo, Brasil, v. 55, no. 333, 2009.

PATIL, Kashinath C., Singanahally T. Aruna, and Sambandan Ekambaram. "**Combustion synthesis**." *Current opinion in solid state and materials science* 2, no. 2: 158-165, 1997.