

FABRICAÇÃO DE ÂNODOS PARA CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DE ÓXIDOS SÓLIDOS PELO MÉTODO DE IMPREGNAÇÃO

Loïc Bertrand e Fábio Coral Fonseca
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN

INTRODUÇÃO

Células combustíveis de óxidos sólidos (SOFCs) são dispositivos que produzem energia eletroquimicamente, combinando um combustível e um oxidante, por meio das propriedades dos materiais cerâmicos. O eletrólito encontra-se entre dois eletrodos porosos, o ânodo, onde o combustível (H_2) é injetado, oxidado e libera elétrons para o circuito externo, e o cátodo, onde o oxidante (O_2) recebe os elétrons do circuito externo e é reduzido. O fluxo de elétrons no circuito externo produz eletricidade em corrente contínua. Nas SOFCs, os materiais mais usados são: eletrólito de YSZ, ânodo composto YSZ/Ni e cátodo de LSM. [1-4]

A técnica “spin coating” é uma boa alternativa para a deposição de camadas para a fabricação da SOFC. [1,2] Esta técnica consiste na deposição da suspensão do material sobre o substrato, que é rotacionado a altas velocidades, distribuindo uniformemente a suspensão por meio da força centrífuga. Por outro lado, a técnica de impregnação é aplicada para depositar catalisadores metálicos nos eletrodos porosos de SOFCs. [3] A microestrutura do eletrodo impregnado é caracterizada por uma camada fina de partículas, uniformemente distribuída, em um esqueleto poroso do eletrodo. [3]

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento do ânodo funcional pela técnica de impregnação de solução de nitrato de níquel em um substrato

poroso de YSZ depositado por “spin coating”.

METODOLOGIA

Para preparar os eletrólitos, compactou-se substratos de YSZ em uma matriz de aço inox. Estes substratos foram pré-sinterizados, retificados com ferramenta adiamantada e sinterizados. Para preparar a camada porosa, dissolveu-se a etil celulose em uma solução de terpineol, sob aquecimento, e adicionou-se a esta solução uma mistura de grafite e YSZ. A suspensão resultante foi depositada por “spin-coating” sobre o substrato do eletrólito. A camada porosa foi sinterizada a $1500\text{ }^\circ\text{C}$, formando um “esqueleto” poroso de YSZ sobre o substrato denso do mesmo material.

Para a impregnação da solução de nitrato de níquel na camada porosa, dissolveu-se o nitrato em etanol, adicionou-se gota a gota da solução à camada porosa e calcinou-se o conjunto substrato-camada porosa impregnada a $450\text{ }^\circ\text{C}$. Este processo foi repetido até completar a massa de Ni necessária para se obter o ânodo funcional com composição YSZ/Ni (60:40 % massa).

A partir do conjunto eletrólito-ânodo funcional, montou-se a célula a combustível unitária, depositando-se o ânodo coletor de corrente (sobre a camada funcional) e o cátodo, utilizando suspensões previamente preparadas de Ni/YSZ e LSM, respectivamente. Para os testes de célula a combustível, foi fixada uma tela de platina coletora de corrente sobre cada eletrodo e selou-se a célula na extremidade de um tubo de alumina com um cimento refratário. Os testes de célula foram realizados entre $600\text{--}820\text{ }^\circ\text{C}$, usando H_2 e ar como gases reagentes.

RESULTADOS

A primeira etapa do estudo envolveu a determinação dos parâmetros da fabricação da camada porosa. Espera-se que, após a sinterização, a camada porosa do ânodo funcional tenha uma espessura de 10 μm com apenas uma etapa de deposição. Assim, para se determinar este parâmetro, foram preparadas quatro amostras com número de deposições diferentes, como mostra a tabela 1. Nota-se que, a partir da primeira deposição a espessura da camada aumenta linearmente a uma taxa de $\sim 11 \pm 1$ μm por etapa. Já a densidade decresce até a terceira etapa de deposição, mas na quarta etapa o valor praticamente não se altera, o que reflete o pequeno aumento de massa na quarta deposição. A partir desses resultados foi possível ajustar os principais parâmetros de deposição para se obter a camada porosa.

TABELA 1. Número de Etapas de Deposição, Massa, Espessura e Densidade Geométrica Estimadas da Camada Porosa.

Amostra	Nº de deposições	Massa (g)	Espessura (μm)	Densidade (g/cm^3)
1	1	0,0022	8	1,1
2	2	0,0029	17	0,67
3	3	0,0036	34	0,41
4	4	0,0039	40	0,39

Na amostra 4, com espessura de 40 μm , não foi depositada a camada de ânodo coletor de corrente, pois a camada depositada já apresenta uma espessura próxima à espessura total do ânodo. A amostra 1, por outro lado, possui espessura da camada funcional de 8 μm com YSZ/Ni na proporção 60:40 e foi depositada uma camada coletora de 30 μm com YSZ/Ni na proporção 40:60. As propriedades eletroquímicas de células produzidas a partir das amostras 1 e 4 foram comparadas, como mostram as

curvas de polarização medidas a 820 $^{\circ}\text{C}$, mostradas na Figura 1. Observa-se que a amostra 1 apresenta um desempenho eletroquímico muito superior ao da amostra 4. Isto se deve provavelmente à baixa condutividade do ânodo da amostra 4, que é composto apenas pela camada funcional. Apesar de ambas as amostras terem espessuras totais do ânodo comparáveis, a amostra 4 contém uma fração volumétrica Ni relativamente baixa. Portanto, é esperado que o ânodo da amostra 4 seja mais resistivo, dificultando o transporte de cargas neste eletrodo.

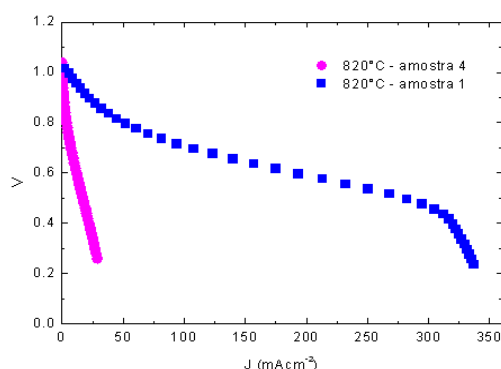


Figura 1. Comparação das Curvas de Polarização das Amostras 1 e 4 a 820 $^{\circ}\text{C}$.

CONCLUSÕES

A técnica de deposição da camada porosa por “spin coating” usada em conjunto com a impregnação da fase metálica se mostrou promissora para a fabricação da camada funcional do ânodo de SOFCs.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] N. Q. Minh. J.A.C.S. (1993) 76:563.
- [2] K. C. Wincewicz, J. S. Cooper. J. Power Sources. (2005) 140 - 280.
- [3] S. P. Jiang. Mat. Sci Eng. (2006) A 418:199–210.
- [4] N. Sammes, A. Smirnova, O. Vasylyev. NATO Sci Series, Math., Phys. Chem. (2005) 202:19–34.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPq, FINEP, IPEN-CNEN