cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

# Produção e Caracterização de Estruturas CDG/CFLE para Aplicação como Catodo em PaCOS-TI

Slavson S. Motta[1], Evanildo S. Leite[1], Herval R. Paes Jr.[2]
1. Instituto Federal Fluminense (IFF/Campos Centro); 2. Laborat. de Materiais Avançados (LAMAV / UENF)

## Introdução

As Pilhas a Combustível de Óxido Sólido de Temperatura Intermediária (PaCOS-TI, 500-800 °C) exigem catodos com elevada condutividade mista iônica-eletrônica (MIEC) e alta atividade catalítica. A cobaltita férrica de lantânio dopada com estrôncio (CFLE) como estrutura perovskita destaca-se como promissor material catódico sobre eletrólito de céria dopada com gadolínio (CDG).

## Objetivos

O objetivo deste trabalho é a avaliação da influência dos parâmetros de deposição (ver Tabela 1) na morfologia e condutividade elétrica dos filmes.

**Tabela 1: Parâmetros fixos e variáveis do sistema de deposição DSP.**

| Parâmetro | Símbolo | Valores Investigados |
|---|---|---|
| Fluxo de solução | Fs | 1,0 ; 2,0 ; 3,0 mL/min |
| Pressão do gás de arraste | Pg | 1,5 kgf/cm² |
| Tempo de deposição | td | 20 e 30 min |
| Distância bico-substrato | d | 30 cm |
| Temperatura do substrato | Ts | 400 e 450 °C |
| Concentração da solução | C | 0,03 mol/L |

## Metodologia

• Substratos de CDG: Prensagem uniaxial (100 MPa) sinterização a 1000°C por 6h (dens. relat. 90,01%).
• Deposição Spray-Pirólise (DSP): Variação de **temperatura de substrato (Ts), fluxo de solução (Fs) e tempo de deposição (td).**
• Tratamento Térmico: A 800°C por 4h para consolidação da fase perovskita.
A tabela 2 ilustra os parâmetros e respectivas amostras.

**Tabela 2: Matriz de amostras preparadas via DSP (Ts - Fs - td).**

| Amostra | Ts (°C) | Fs (mL/min) | td (min) |
|---|---|---|---|
| **400-1-20** | 400 | 1,0 | 20 |
| **400-1-30** | 400 | 1,0 | 30 |
| **450-1-20** | 450 | 1,0 | 20 |
| **450-1-30** | 450 | 1,0 | 30 |
| **400-2-20** | 400 | 2,0 | 20 |
| **450-2-20** | 450 | 2,0 | 20 |
| **450-2-30** | 450 | 2,0 | 30 |
| **450-3-20** | 450 | 3,0 | 20 |

## Resultados e Discussão

• Análise Estrutural (DRX): Formação da fase perovskita rhomboédrica policristalina de CFLE. Tamanho médio de cristalito de 19,25nm (450°C).
• Morfologia (Figura 1): Algumas amostras apresentaram microtrincas que são prejudiciais ao transporte elétrico (Ex. Amostra 450-2-30).
• Condutividade Elétrica em função da temperatura (Figura 2) apresenta comportamento semicondutor. A Tabela 3 apresenta a condutividade e a energia de ativação das respectivas amostras.

**Figura 1: Micrografias de microscopia confocal (1075x) dos filmes de**

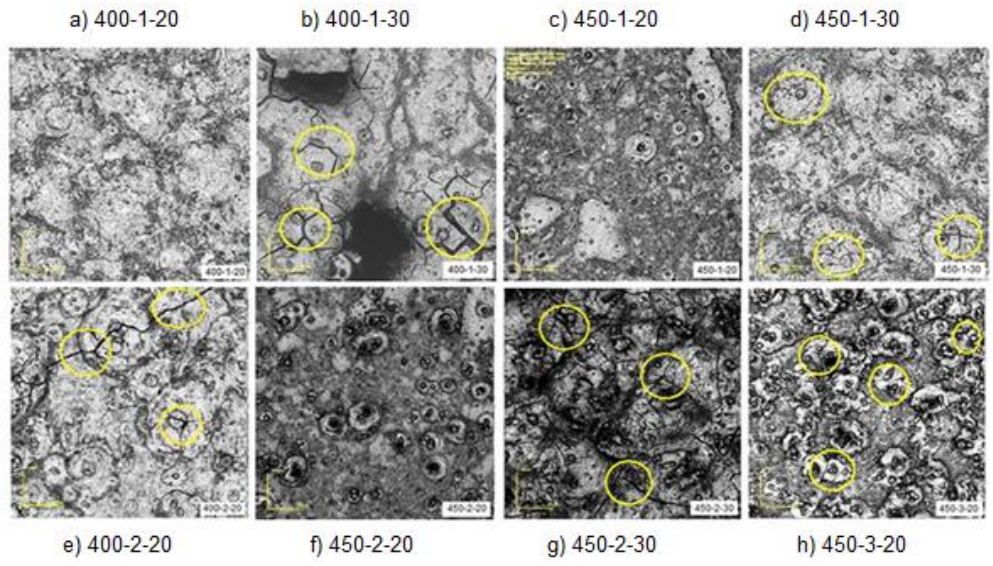



**Figura 2: Variação da condutividade elétrica em função da temperatura do substrato de CDG e dos filmes de CFLE.**

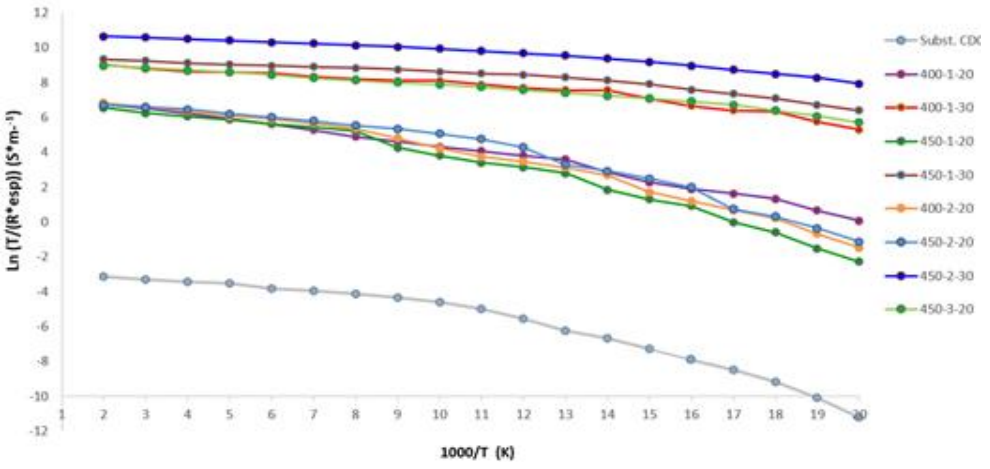



**Tabela 3: Condutividade elétrica a 600°C e energia de ativação.**

| Amostra | Condut. Elétr. 600°C (S/cm) | Energia de Ativaç. (eV) |
|---|---|---|
| **400-1-20** | 0,42 | 0,61 |
| **400-1-30** | 6,02 | 0,32 |
| **450-1-20** | 0,71 | 0,79 |
| **450-1-30** | **9,65** | **0,36** |
| **400-2-20** | 0,43 | 0,82 |
| **450-2-20** | 1,22 | 0,83 |
| **450-2-30** | 34,68 | 0,28 |
| **450-3-20** | 5,39 | 0,30 |

## Conclusões

• A técnica de Spray-Pirólise (DSP) mostrou-se altamente eficiente para a deposição de filmes finos catódicos de CFLE sobre substratos de CDG.
• Amostra 450-1-30 (Ts=450°C, Fs=1,0mL/min, td=30min) apresentou o melhor desempenho relativo entre condutividade e energia de ativação para a aplicação desejada.
• A estrutura otimizada atende aos requisitos microestruturais e elétricos para aplicação como catodo em PaCOS-TI.

## Referências

- MOTTA, S. S. Produção e caracterização de filmes de CFLE depositados sobre CDG e CFLE+CDG como catodo em PaCOS-TI. 141f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência dos Materiais do PPGECM/UENF) - UENF, Campos dos Goytacazes - RJ, 2018.
- MARIC, R., e MIRSHEKARI, G., Solid Oxide Fuel Cells - From Fundamental Principles to Complete Systems. Taylor & Francis Group, LLC, 2021.
- REOLON, R. P., HALMENSCHLAGER, C. M., NEAGU, R., MALFATTI, C. F., BERGMANN, C. P. (2014) Electrochemical performance of gadolinia-doped ceria (CGO) electrolyte thin films for ITSOFC deposited by spray pyrolysis. Journal of Power Sources. 261: 348-255. 2014.

## Agradecimentos:

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA FLUMINENSE
UENF Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro
CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico