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

Caracterização de compósitos cerâmicos ZrO_2–TiO_2–CeO_2 para aplicações em barreiras térmicas aeroespaciais

Helena Gico Lima Frangakis[1]; Gisele Macedo de Araujo[1]; Natasha Lopes Gomes[2]; Renata Oliveira Domingues[3]; Yogendra Prasad Yadava[1]
1. Universidade Federal de Pernambuco; 2. Instituto Federal de Alagoas; 3. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Introdução

- O aumento da Temperatura de Entrada da Turbina (TIT) exige materiais com maior resistência térmica e durabilidade.
- Revestimentos de barreira térmica (TBCs) protegem os componentes metálicos, porém os convencionais à base de 8YSZ apresentam limitações acima de 1200 °C.
- Compósitos ZrO_2–TiO_2–CeO_2 surgem como alternativa promissora para TBCs de próxima geração.

Objetivos

- Desenvolver e caracterizar compósitos cerâmicos ZrO_2–TiO_2–CeO_2 para aplicação como revestimentos de barreira térmica em sistemas de exaustão de turbinas aeroespaciais;
- Investigar a influência das diferentes proporções dos óxidos nas propriedades térmicas, mecânicas e microestruturais;
- Avaliar o potencial das formulações desenvolvidas para aplicações em ambientes de elevada temperatura.

Metodologia

Composição	ZrO_2	TiO_2	CeO_2
C1	70%	20%	10%
C2	75%	17,5%	7,5%
C3	80%	15%	5%

Tabela 1 – Composições estudadas (% em massa).

Processamento dos compósitos:
- Homogeneização e moagem dos pós em moinho de bolas.
- Compactação por prensagem uniaxial.
- Sinterização a 1350 °C durante 24 horas.

Técnicas de caracterização:
- Análise de tamanho de partículas (ATP).
- Análises termogravimétrica e termodiferencial (TG/ATD).

Resultados e Discussão

Distribuição do tamanho de partículas:
- As três composições apresentaram distribuição granulométrica predominantemente submicrométrica.
- A composição C3 apresentou menor contribuição de partículas de maiores dimensões.

Composição	D10	D50	D90
C1	0,067	0,139	3,710
C2	0,068	0,142	5,210
C3	0,069	0,144	0,774

Tabela 2 – Distribuição granulométrica (Valores em µm).

Comportamento térmico:
- A composição C3 apresentou a menor perda de massa, indicando maior estabilidade de massa durante o aquecimento.

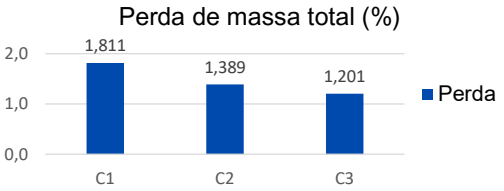


Figura 1 – Perda de massa durante o aquecimento até aproximadamente 1000 °C.

Conclusões

- O processamento termomecânico permitiu a obtenção dos compósitos ZrO_2–TiO_2–CeO_2, com distribuição granulométrica predominantemente submicrométrica e baixa perda de massa até 1000 °C.
- A composição C3 destacou-se pela menor contribuição de partículas de maiores dimensões e pela menor perda de massa.
- Os compósitos apresentam potencial para aplicação como TBCs aeroespaciais, dependendo da confirmação de suas propriedades mecânicas e térmicas.

Referências

CHOWDHURY, T. S. et al. A critical review on gas turbine cooling performance and failure analysis of turbine blades. International Journal of Thermofluids, v. 18, p. 100329, 2023. DOI: 10.1016/j.ijft.2023.100329.
MONDAL, K.; NUÑEZ, L. I.; DOWNEY, C. M.; VAN ROOYEN, I. J. Thermal Barrier Coatings Overview: Design, Manufacturing, and Applications in High-Temperature Industries. Industrial & Engineering Chemistry Research, v. 60, n. 17, p. 6061–6077, 2021. DOI: 10.1021/acs.iecr.1c00788.
BOGDAN, M.; PETER, I. A Comprehensive Understanding of Thermal Barrier Coatings (TBCs): Applications, Materials, Coating Design and Failure Mechanisms. Metals, v. 14, n. 5, p. 575, 2024. DOI: 10.3390/met14050575.

Agradecimentos

Este estudo foi financiado pelo CNPq Brasil, por meio de uma bolsa de pós-graduação concedida à Helena Gico Lima Frangakis, sob o número de processo 131446/2026-8.