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 estrutural e termomecânico de compósitos cerâmicos Zircônia–Alumina (ZrO_2–Al_2O_3) reforçados com óxido de terra rara Lantânia (La_2O_3) para revestimento para barreira térmica do sistema de exaustão de turbinas à gás.

Wellington Minhaqui Júnior[1]; Filipe Eliakine Santos[1]; Sâmara do Carmo Alves[1]; Helena Gico Lima Frangakis[1]; Gisele Macêdo de Araújo[1]; Yogendra Prasad Yadava[1]

[1] Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

Introdução

Bocais de exaustão de turbinas a gás do setor aeroespacial operam sob condições extremas de temperatura e pressão. Produzidos com superligas de níquel e cobalto, esses componentes exigem proteção contra a fadiga térmica. Compósitos cerâmicos combinam resistência térmica e à corrosão com tenacidade à fratura, tornando-se candidatos a revestimentos de barreira térmica (TBC).

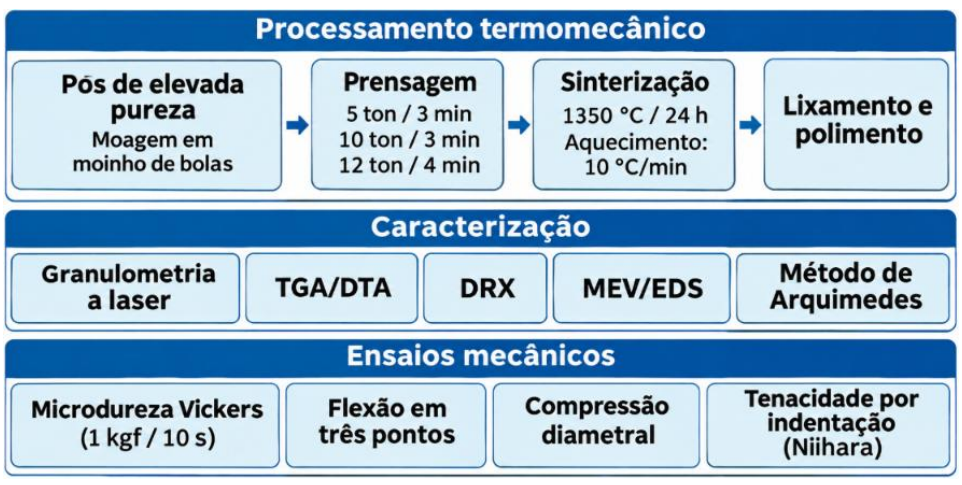
Objetivos

Produzir e caracterizar compósitos ZrO_2–Al_2O_3 reforçados com La_2O_3, avaliando seu potencial como revestimentos de barreira térmica em bocais de exaustão aeroespaciais.

Metodologia

Composições estudadas (%)

Amostra	ZrO_2	Al_2O_3	La_2O_3
C1	60	30	10
C2	50	40	10



Resultados e Discussão

O DRX confirmou as fases dos óxidos constituintes em ambas as composições. O EDS identificou Zr, Al, La e O, sem detecção de contaminantes. A C1 apresentou maior densificação e microdureza, associadas a cinética de sinterização e ao controle do crescimento de grão.

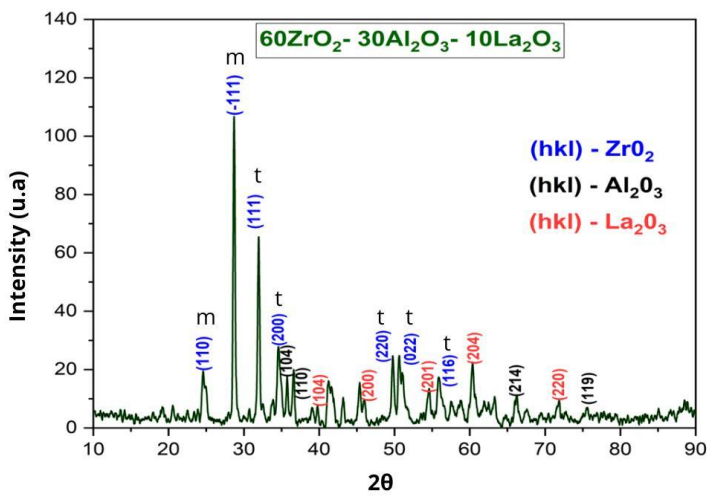


Figura 1 – Difratograma da composição C1.

Tabela 1 – Comparação entre as composições.

Propriedade	C1	C2
D_{50} (μm)	3,48	14,2
Densidade (g/cm³)	4,8217	4,3589
Densificação relativa (%)	≈ 85	≈ 77
Resistência à flexão (MPa)	31,85	21,05
Módulo de elasticidade (GPa)	7,53	4,88
Tração indireta (MPa)	0,172 ± 0,038	0,102 ± 0,022
Microdureza Vickers (HV)	190,1 ± 59,5	150,1 ± 46,3
Tenacidade (MPa·m$^{1/2}$)	≈ 0,46	0,32

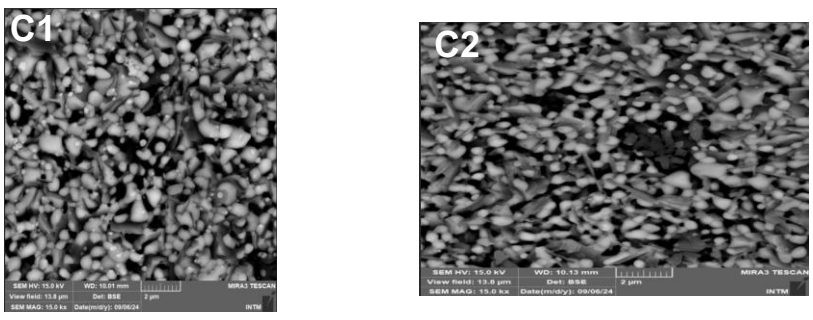


Figura 2 – Micrografias de C1 e C2.

A C1 apresentou microestrutura mais homogênea e refinada, maior resistência à flexão e aumento de cerca de 68,6% na resistência à tração.

Conclusões

A C1 (60% ZrO_2–30% Al_2O_3–10% La_2O_3) apresentou o melhor desempenho global, com tenacidade de aproximadamente 0,46 MPa·m$^{1/2}$, indicando maior potencial como TBC em bocais de exaustão aeroespaciais.

Referências

CLARKE, D. R.; LEVI, C. G. Materials design for the next generation thermal barrier coatings. **Annual Review of Materials Research**, v. 33, p. 383–417, 2003. DOI: 10.1146/annurev.matsci.33.011403.113718.

LAKIZA, S. M.; LOPATO, L. M. Phase diagram of the Al_2O_3–ZrO_2–La_2O_3 system. **Journal of the European Ceramic Society**, v. 25, n. 8, p. 1373–1380, 2005. DOI: 10.1016/j.jeurceramsoc.2005.01.014.

PADTURE, N. P.; GELL, M.; JORDAN, E. H. Thermal barrier coatings for gas-turbine engine applications. **Science**, v. 296, n. 5566, p. 280–284, 2002. DOI: 10.1126/science.1068609.

Agradecimentos

CNPq, PPGEA/UFPE, Laboratório de Cerâmicas Especiais, INTM/UFPE e Engenharia de Minas/UFPE.