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

# Avaliação da eficácia ao ataque por CMAS de camada protetora de $Al_2O_3$ aplicada sobre revestimentos de barreira térmica

Lucas Henrique Silva Barros[1]; Prof. Dr. Carlos Roberto Camello Lima[1]
[1]Universidade Presbiteriana Mackenzie, PPGEMN

## Introdução

A crescente demanda por alto desempenho impulsionou a evolução dos revestimentos de barreira térmica (TBC) aplicados por aspersão térmica para proteger componentes mecânicos em turbinas a gás sob temperaturas extremas. Esses sistemas multicamadas reduzem a transferência de calor ao substrato e os danos por corrosão. Contudo, a infiltração de compostos fundidos de cálcio-magnésio-alumínio-silicato (CMAS) durante a operação provoca degradação mecânica, ataque químico, reduzindo a eficácia e a vida dos revestimentos.

## Objetivos

- Principal: avaliar o desempenho de camadas adicionais cerâmicas de proteção aplicadas por aspersão térmica a plasma sobre revestimentos de barreira térmica convencionais submetidos ao ataque corrosivo por silicatos fundidos.
- Específicos:
  - ✓Estudar a melhor composição de CMAS para simular os ataques corrosivos.
  - ✓Caracterizar as amostras revestidas quanto à microestrutura e propriedades mecânicas.
  - ✓Avaliar a dinâmica de penetração dos silicatos nas camadas de proteção externas.

## Metodologia

A superliga Inconel 625 foi usada como substrato. A camada de ligação metálica foi NiCoCrAlTaY depositada por aspersão Oxicombustível de Alta Velocidade (HVOF) usando uma tocha DJH2700. Como camada externa cerâmica $Zr_2O_5$-20%$Y_2O_3$ foi aplicada usando uma tocha de plasma F4 MB acoplada a um robô Kuka de 6 eixos.

Posteriormente, foi aplicada uma camada adicional de $Al_2O_3$ por plasma com uma tocha SG100. Os sistemas de revestimento obtidos foram caracterizados em relação à microestrutura, propriedades mecânicas e quanto à resistência corrosiva ao ataque por CMAS.

## Resultados e Discussão

Após o período no forno e o subsequente resfriamento, o registro macroscópico revelou uma molhabilidade completa do CMAS sobre as superfícies das amostras, após exposição a 1250 ºC, além do ponto de fusão do CMAS. No estado líquido, o vidro mantém a sua baixa viscosidade e alta molhabilidade e, com isso, existe a rápida penetração pela estrutura da camada cerâmica por capilaridade. A Figura 1 mostra uma imagem da superfície das amostras antes e após o ataque por CMAS e exposição em alta temperatura. A Figura 2 mostra a seção transversal da amostra com alguma degradação estrutural resultante do ataque realizado por CMAS e da exposição em forno.

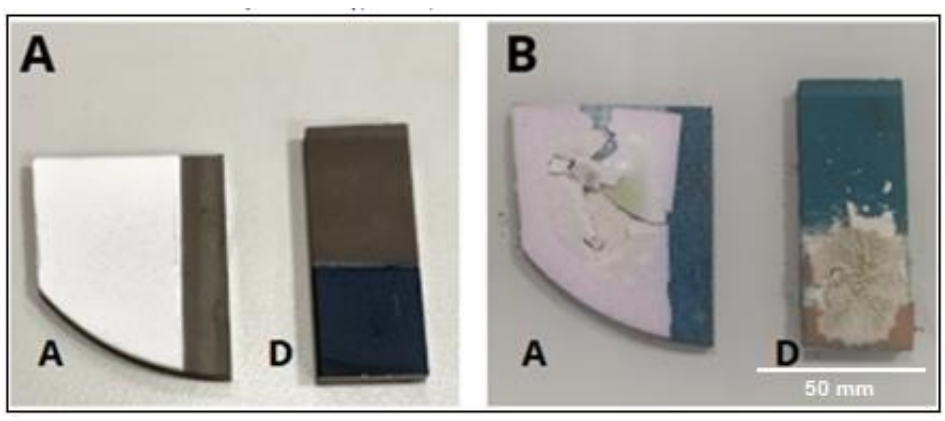



Figura 1. Amostras A) pré-ataque por CMAS; B) pós-ataque por CMAS.

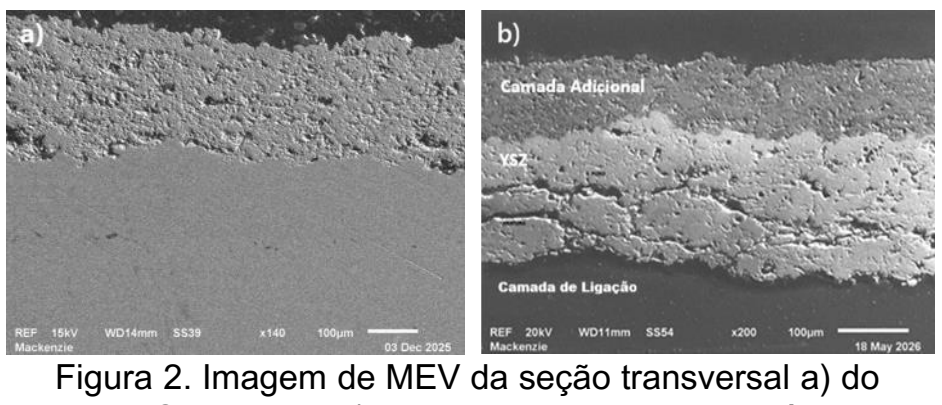



Figura 2. Imagem de MEV da seção transversal a) do TBC original e b) com a camada externa após o ataque com CMAS

## Conclusões

Os resultados demonstraram a eficácia da camada adicional, reduzindo a infiltração capilar dos silicatos na camada de Zircônia e, consequentemente, melhorando o desempenho do revestimento de barreira térmica, permitindo aumento da vida útil dos componentes revestidos.

## Referências

Jackson, R.W.; Zaleski, E.M.; Poerschke, D.L.; Hazel, B.T.; Begley, M.R.; Levi, C.G. Interaction of molten silicates with thermal barrier coatings under temperature gradients. Acta Materialia, v. 89, p. 396–407, 2015. http://doi.org/10.1016/j.actamat.2015.01.038.

LV, K. et al. First-principles analysis of phase stability and transformation suppression for hydrogen-doped alumina. Coatings, v. 15, n. 5, p. 545, 2025. https://doi.org/10.3390/coatings15050545.

Martins, R. F. et al. Study on the attack of molten silicates on plasma-sprayed thermal barrier coatings. Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering, v. 11, p. 115–130, 2023. https://doi.org/10.4236/jmmce.2023.115010