

## VALIDAÇÃO EXPERIMENTAL DE REVESTIMENTO DE BARREIRA TÉRMICA (YSZ/NiCrAlY) DEPOSITADO POR APS SOB FLUXO DE CALOR REPRESENTATIVO DE REENTRADA ORBITAL BAIXA

Nazir Monteiro dos Santos<sup>1</sup>; Roberson José da Silva<sup>2</sup>; Agatha Coelho Corrêa<sup>1,3</sup>; Vera Lúcia Othéro Brito<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Estudos Avançados ([nazirmonteiro@gmail.com](mailto:nazirmonteiro@gmail.com)).

<sup>2</sup> Instituto de Estudos Avançados ([roberson123@gmail.com](mailto:roberson123@gmail.com)).

<sup>3</sup> FATEC Prof. Jessen Vidal ([agathacoelho.correa@gmail.com](mailto:agathacoelho.correa@gmail.com)).

<sup>4</sup> Instituto de Estudos Avançados ([vlobrito.ieav@gmail.com](mailto:vlobrito.ieav@gmail.com)).

**Resumo:** O desenvolvimento de sistemas de proteção térmica confiáveis é estratégico para turbinas a gás, sistemas de propulsão aeroespacial e estruturas submetidas a ambientes de alta entalpia, como aqueles experimentados durante a reentrada atmosférica. Revestimentos de barreira térmica (*Thermal Barrier Coatings* – TBCs) são amplamente empregados para reduzir a carga térmica sobre substratos metálicos, aumentar a vida útil em serviço e ampliar margens operacionais sob gradientes térmicos severos. Um sistema típico de TBC integra uma camada de ligação metálica do tipo NiCrAlY, responsável por promover aderência e resistência à oxidação e corrosão; uma camada de óxido termicamente crescido (TGO), predominantemente  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, formada durante a exposição em serviço; e uma camada cerâmica superior de zircônia estabilizada com ítria (YSZ), cuja baixa difusividade térmica e elevada estabilidade termoquímica garantem isolamento térmico eficiente e tolerância a choque térmico. Este trabalho teve como objetivo validar experimentalmente o desempenho de um sistema YSZ/NiCrAlY depositado por aspersão a plasma atmosférico (APS) sobre substratos de Ti-6Al-4V (Ti64), sob fluxos térmicos representativos de regiões de estagnação durante reentrada orbital baixa (*Low Earth Orbit* – LEO), tipicamente da ordem de 0,5 a 3,0 MW·m<sup>-2</sup>. Os revestimentos foram produzidos por deposição sequencial das camadas NiCrAlY e YSZ via APS. A avaliação térmica foi conduzida utilizando tocha de plasma de arco não transferido, operando em pressão atmosférica e regime subsônico (Mach 0,4), com parâmetros otimizados para reproduzir fluxos térmicos transitórios de até 2,0 MW·m<sup>-2</sup> por 20 s. As amostras foram caracterizadas antes e após os ensaios por microscopia eletrônica de varredura com emissão de campo (MEV-FEG), espectroscopia por dispersão de energia (EDS), difração de raios X (DRX) e análises termofísicas. A microestrutura revelou morfologia lamelar típica de revestimentos APS, com interfaces bem definidas e adequada aderência da camada de ligação ao substrato. Ensaios de ablação demonstraram que o sistema revestido manteve integridade estrutural sob fluxo de calor de 2,0 MW·m<sup>-2</sup> por 20 s, enquanto o Ti64 não revestido apresentou degradação acelerada quando exposto a 1,5 MW·m<sup>-2</sup> por 15 s, evidenciando intensa oxidação e dano térmico. Observou-se redução aproximada de 60% na difusividade térmica do sistema revestido em comparação ao substrato metálico, além de elevada emissividade superficial (0,90–0,94), confirmando o efeito isolante e a estabilidade térmica do conjunto multicamadas. Os resultados demonstram que o revestimento de barreira térmica YSZ/NiCrAlY depositado por APS fornece proteção térmica eficaz em regimes transitórios de fluxo elevado característicos de reentrada orbital baixa, evidenciando viabilidade tecnológica para aplicações em turbinas, sistemas de propulsão aeroespacial e componentes estruturais sujeitos a cargas térmicas intensas de curta duração.

**Palavras-chave:** Revestimento de Barreira Térmica; Aspersão a Plasma Atmosférico; Reentrada Atmosférica; YSZ; Ablação.