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

Comportamento frente à oxidação e revestimento de alumínio das ligas refratárias multicomponentes NbMoTaW e VNbMoTaW

Danusa Araújo de Moura[1]; Diogo Pedrigo Braga[1]; Guilherme Sabio Antonio[1]; Guilherme dos Santos Vacchi[1]; Carlos Alberto Della Rovere[1].

1. Laboratório de Corrosão Munir Rachid, Departamento de Engenharia de Materiais, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, SP, Brasil.

Introdução

As ligas refratárias multicomponentes (LRMs) apresentam elevado potencial para aplicações em altas temperaturas, devido à sua resistência mecânica. Entretanto, a baixa resistência à oxidação limita sua utilização, tornando necessário o desenvolvimento de estratégias de proteção superficial.

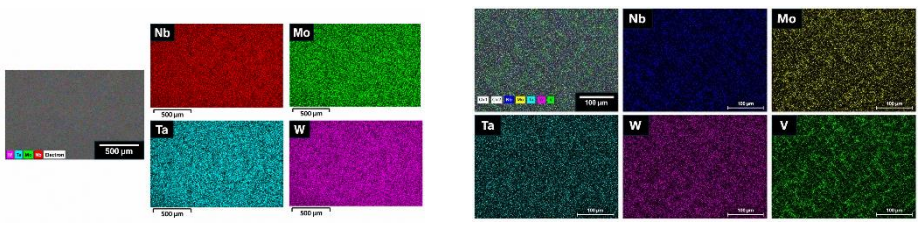
Objetivos

Avaliar o comportamento frente à oxidação das ligas NbMoTaW e VNbMoTaW a 1000 °C e investigar a eficiência de revestimentos à base de alumínio na melhoria da resistência à oxidação.

Metodologia

As ligas foram produzidas por fusão a arco e homogeneizadas a 1000 °C por 24 h. A caracterização microestrutural foi realizada por MEV/EDS, EBSD e DRX. Ensaios de oxidação isotérmica foram conduzidos a 1000 °C, em ar atmosférico, por até 100 h. Revestimentos de Al (~50 µm) foram aplicados por cementação em caixa ativada por halogenetos (HAPC), a 950 °C por 4 h.

Resultados e Discussão



Liga	Nb	Mo	Ta	W
NbMoTaW	25.04	25.7	25.1	24.2

Liga	V	Nb	Mo	Ta	W
VNbMoTaW	14.1	21.3	21.6	21.3	21.6

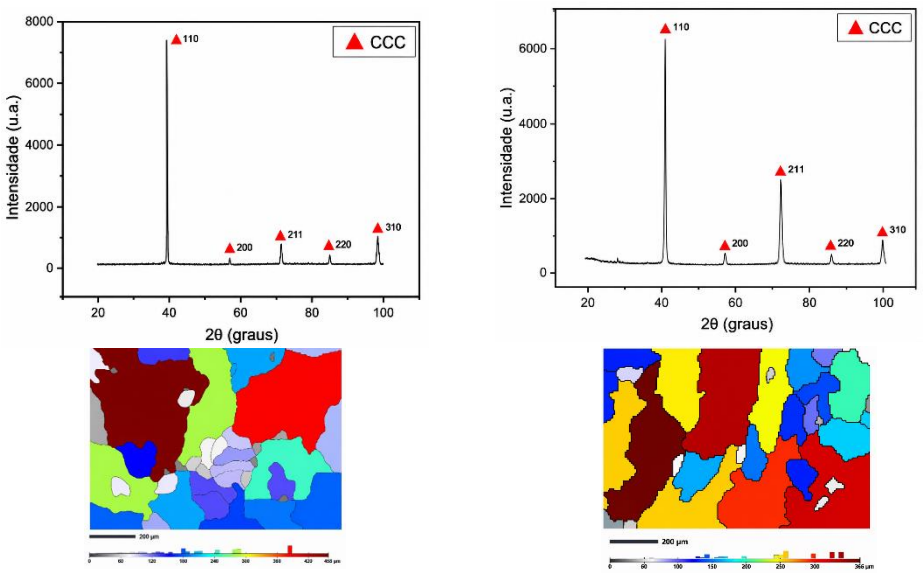


Figura 1. Caracterização das ligas NbMoTaW e VNbMoTaW por MEV/EDS, composição química (at.%), difratogramas de DRX e mapas de orientação cristalográfica obtidos por EBSD.

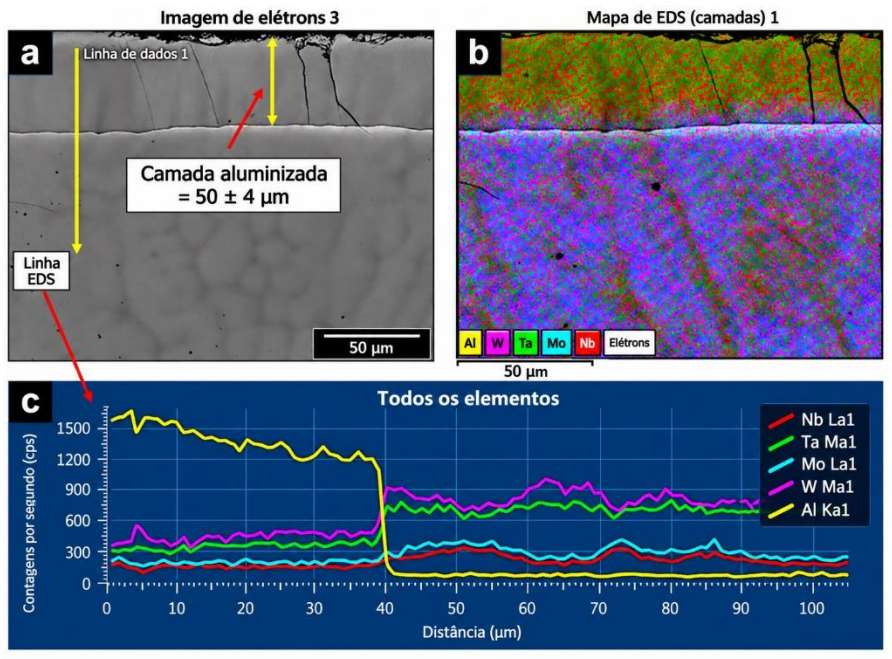


Figura 2. Seção transversal da liga NbMoTaW após aluminização, evidenciando camada rica em Al (50 ± 4 µm), interface definida e presença de trincas no revestimento.

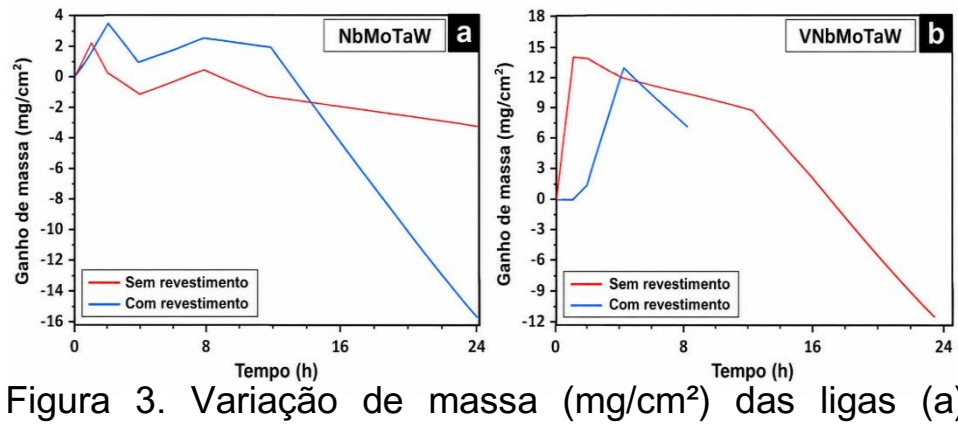


Figura 3. Variação de massa (mg/cm²) das ligas (a) NbMoTaW e (b) VNbMoTaW, com e sem revestimento de Al, durante oxidação a 1000 °C por até 24 h.

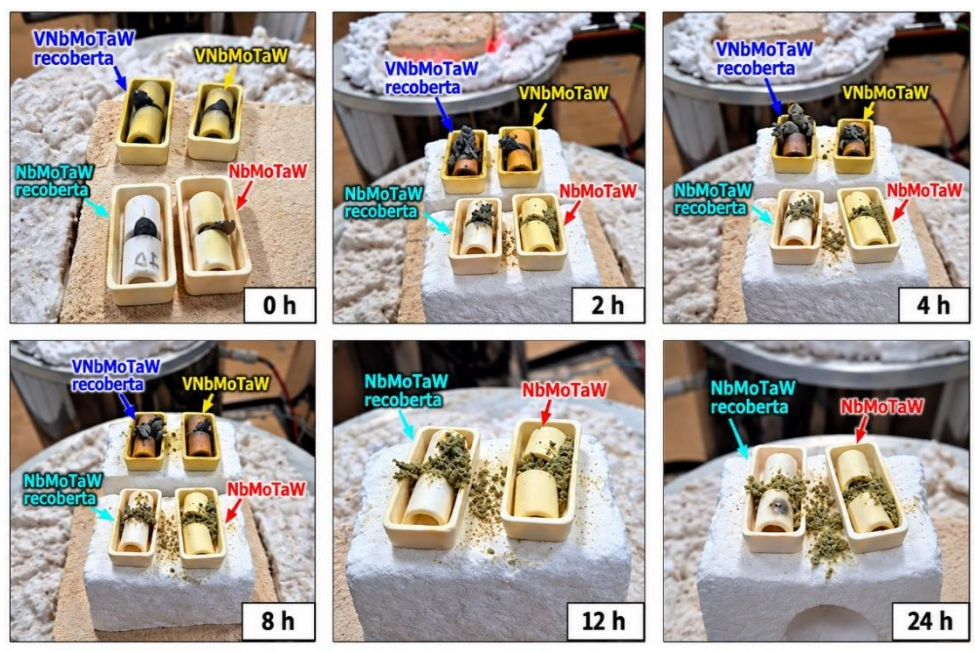


Figura 4. Evolução macroscópica das ligas NbMoTaW e VNbMoTaW, com e sem revestimento de Al, durante oxidação a 1000 °C (0–24 h), evidenciando a degradação progressiva e a formação de produtos de oxidação.

Conclusões

A adição de V melhorou a integridade estrutural durante a oxidação, mas não impediu a formação de óxidos não protetores. O revestimento de Al proporcionou proteção temporária, evidenciando a necessidade de otimizar o processo de revestimento para aumentar a resistência à oxidação em altas temperaturas.

Referências e Agradecimentos

[1] CANTOR, B. et al. Microstructural development in equiatomic multicomponent alloys. Mater. Sci. Eng. A, v. 375–377, p. 213–218, 2004.
[2] GORR, B. et al. Current Status of Research on the Oxidation Behavior of Refractory High Entropy Alloys. Adv. Eng. Mater., v. 23, 2021.
[3] KUBASCHEWSKI, O.; HOPKINS, B. E. Oxidation mechanisms of niobium, tantalum, molybdenum and tungsten. J. Less Common Met., v. 2, p. 172–180, 1960.

DEMa Departamento de Engenharia de Materiais - UFSCar
ppgcem Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais
CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
FAPESP Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
CAPES