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

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

Danusa Araújo de Moura[1]; Diogo Pedrino 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, São Carlos, SP, Brasil

Introdução

As ligas refratárias multicomponentes (LRMs) têm potencial para aplicações em altas temperaturas devido à sua resistência mecânica [1]. No entanto, a baixa resistência à oxidação limita seu uso [2,3], o que torna necessário desenvolver estratégias de proteção superficial.

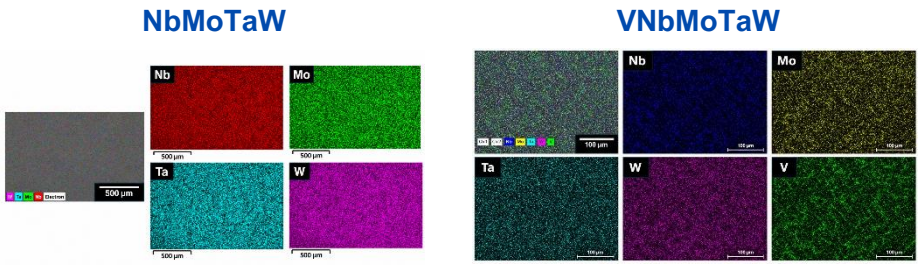
Objetivos

Avaliar o comportamento em oxidação das ligas NbMoTaW e VNbMoTaW a 1000 °C e a eficiência de revestimentos de alumínio para aumentar sua resistência à oxidação.

Metodologia

As ligas foram produzidas por fusão a arco e homogeneizadas a 1000 °C por 24 h. A caracterização microestrutural foi feita por MEV/EDS, EBSD e DRX. Os ensaios de oxidação isotérmica foram conduzidos a 1000 °C, ao ar, por até 100 h. Os revestimentos de Al (~50 µm) foram aplicados por cementação em caixa ativada por halogenetos (HAPC, *halide-activated pack cementation*) 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

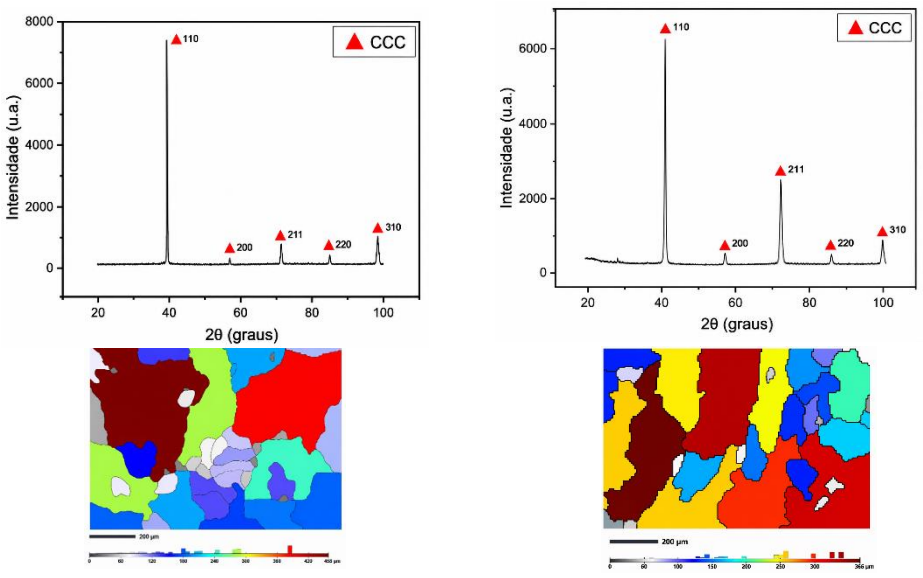


Figura 1. Caracterização das ligas NbMoTaW (esquerda) e VNbMoTaW (direita): mapas de MEV/EDS, composição química (% at.), difratogramas de DRX e mapas de orientação por EBSD.

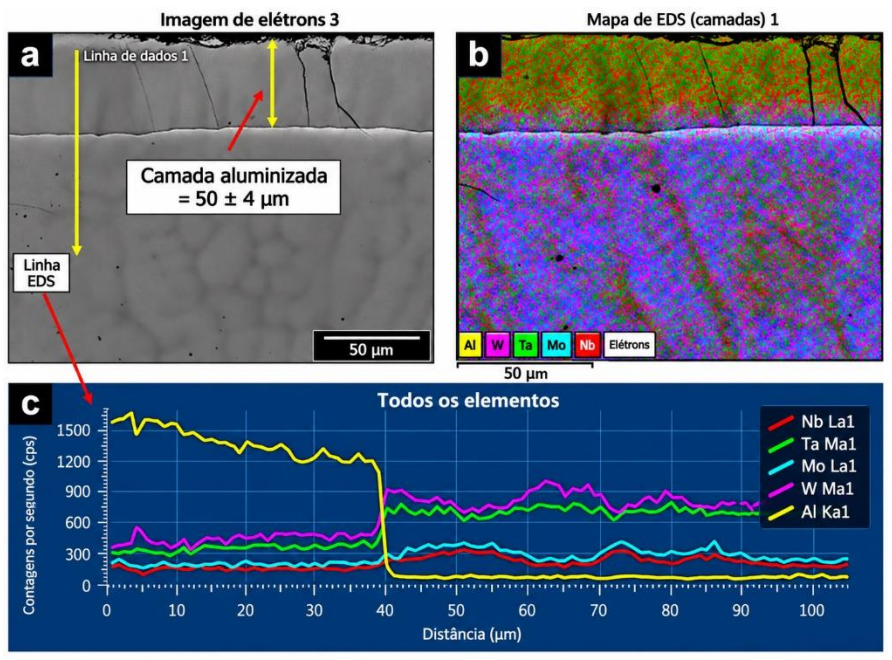


Figura 2. Seção transversal da liga NbMoTaW após a aluminização: (a) imagem de MEV com a camada rica em Al (50 ± 4 µm), (b) mapa de EDS e (c) perfil de EDS em linha. A interface é bem definida e há trincas no revestimento.

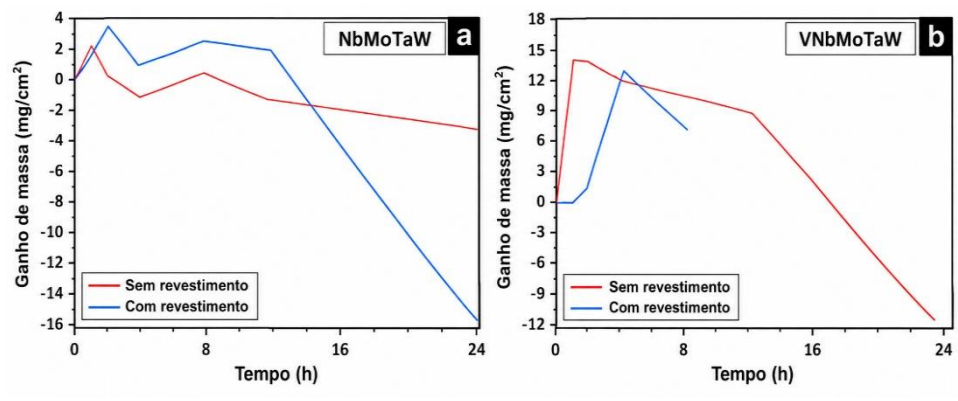


Figura 3. Variação de massa das ligas (a) NbMoTaW e (b) VNbMoTaW, com e sem revestimento de Al, durante a oxidação a 1000 °C por até 24 h.

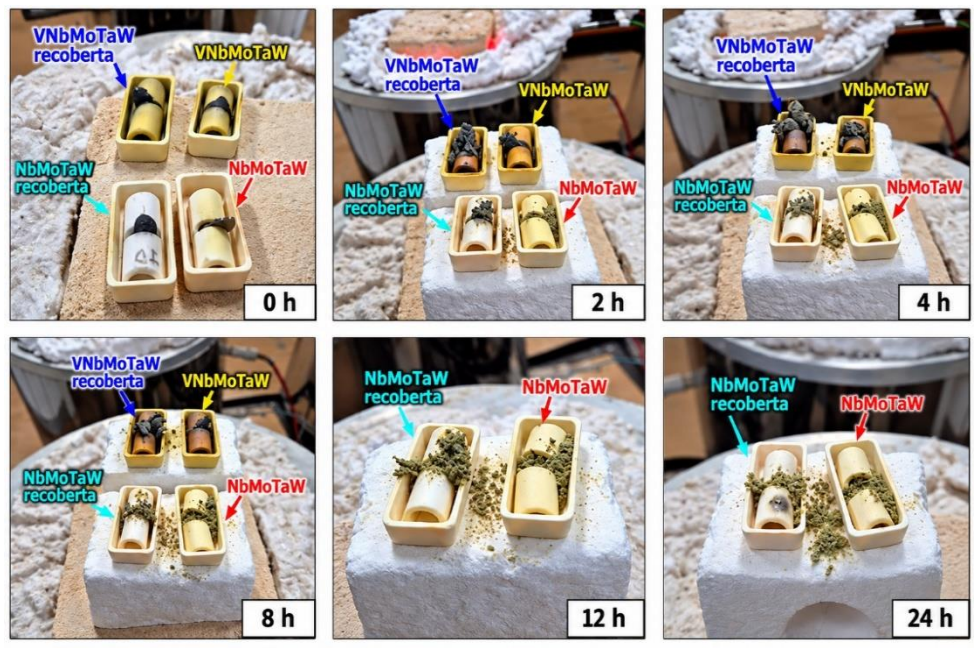


Figura 4. Aspecto macroscópico das ligas NbMoTaW e VNbMoTaW, com e sem revestimento de Al, durante a oxidação a 1000 °C (0 a 24 h). Há degradação progressiva e formação de produtos de oxidação.

Conclusões

A adição de V melhorou a integridade estrutural das amostras durante a oxidação, mas não impediu a formação de óxidos não protetores. O revestimento de Al deu proteção apenas temporária, e o processo de revestimento precisa ser otimizado para aumentar a resistência à oxidação dessas ligas em altas temperaturas.

Referências e Agradecimentos

[1] CANTOR, B. *et al.* Microstructural development in equiatomic multicomponent alloys. **Materials Science and Engineering 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. **Advanced Engineering Materials**, v. 23, art. 2001047, 2021.

[3] KUBASCHEWSKI, O.; HOPKINS, B. E. Oxidation mechanisms of niobium, tantalum, molybdenum and tungsten. **Journal of the Less-Common Metals**, 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