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

Comportamento Eletroquímico das Ligas de Titânio Grau 23 e Grau 29 em Meio Contendo Cloretos

Brenda J. M. Freitas[1]; Guilherme Yuuki Koga[1]; André Luiz Vidilli[1], Arthur de Bribean Guerra[1], Elielson Alves dos Santos[1], Thiago Roberto Felisardo Cavalcante[1], Claudemiro Bolfarini[1]
1.Departamento de Engenharia de Materiais (DEMa) - UFSCar

Introdução

As ligas de titânio são amplamente utilizadas no setor *offshore* devido à elevada resistência mecânica e à excelente resistência à corrosão [1,2]. Entretanto, seu desempenho pode ser comprometido em ambientes ácidos agressivos, especialmente em temperaturas elevadas [3]. Pequenas adições de rutênio (Ru) têm sido propostas para melhorar a resistência à corrosão, devido à sua contribuição para a estabilização da camada passiva [4]. Contudo, a eficácia dessa adição ainda não está completamente esclarecida, especialmente em diferentes condições de temperatura e agressividade do meio [5].

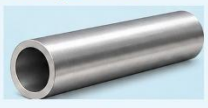
Objetivos

Avaliar comparativamente a resistência à corrosão das ligas de titânio Grau 23 (Ti-6Al-4V ELI) e Grau 29 (Ti-6Al-4V-0,1Ru) em meios contendo cloretos e ácidos, à temperatura ambiente e a 80 °C, visando investigar a influência da adição de rutênio (Ru) no comportamento eletroquímico e nas taxas de corrosão das ligas.

Metodologia

MATERIAIS

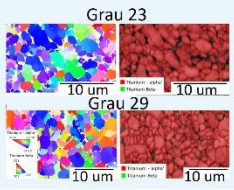
Tubos forjados



- Ti Grau 23 Ti-6Al-4V ELI
- Ti Grau 29 Ti-6Al-4V-0,1Ru

MICROESTRUTURA

- DRX, MEV



ENSAIOS ELETROQUÍMICOS E GRAVIMÉTRICOS

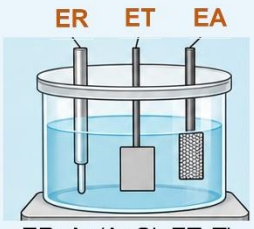
- **Meios:** NaCl 0,6 M, HCl 10%, e H_2SO_4 10% (v/v)
- **Temperaturas:** ambiente
- **Sequência:** OCP (1 h) → CPP
- **Perda de massa** → HCl 10% e H_2SO_4 10% (v/v), 80°C taxa de corrosão (ASTM G31)

CPP

E inicial: OCP − 250 mV

0,5 mV/s

Inversão: 10^{-3} A/cm²



ER: Ag/AgCl, ET: Ti, EA: Pt

Resultados e Discussão

As curvas de polarização à temperatura ambiente (Fig. 1) indicam comportamento passivo das duas ligas nos diferentes meios.

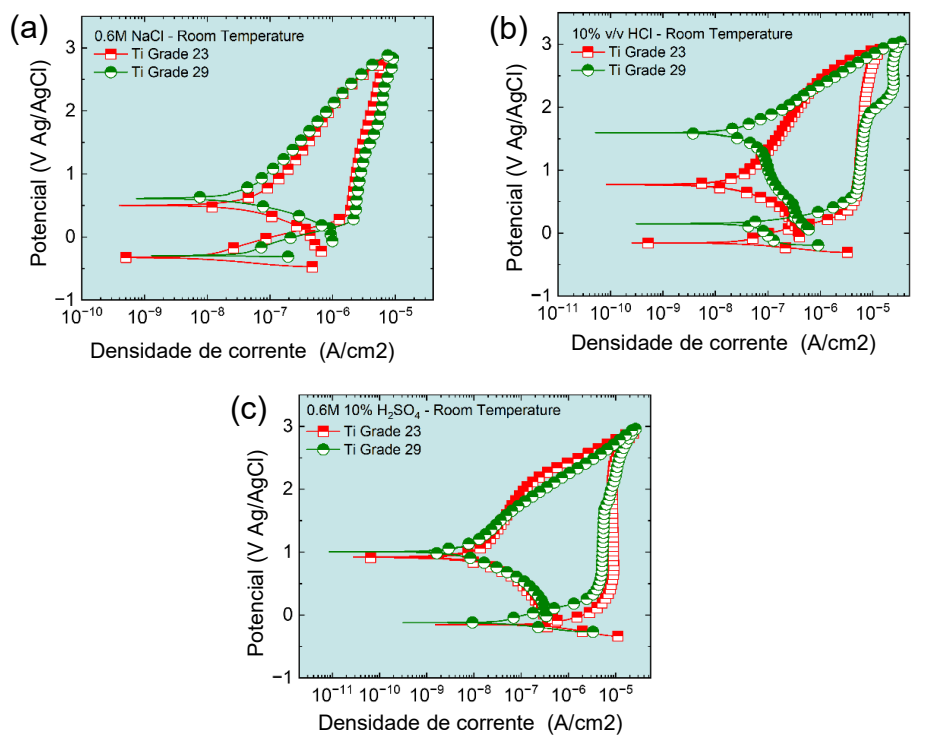


Figura 1. Curvas de polarização cíclica das ligas de titânio Graus 23 e 29 em (a) NaCl 0,6 M, (b) HCl 10% v/v e (c) H_2SO_4 10% v/v, à temperatura ambiente.

Nos ensaios gravimétricos a 80 °C (Fig. 2), a Grau 29 apresentou menores perdas de massa em HCl e H_2SO_4 ao longo de todo o período avaliado, evidenciando o efeito benéfico da adição de Ru nessas condições

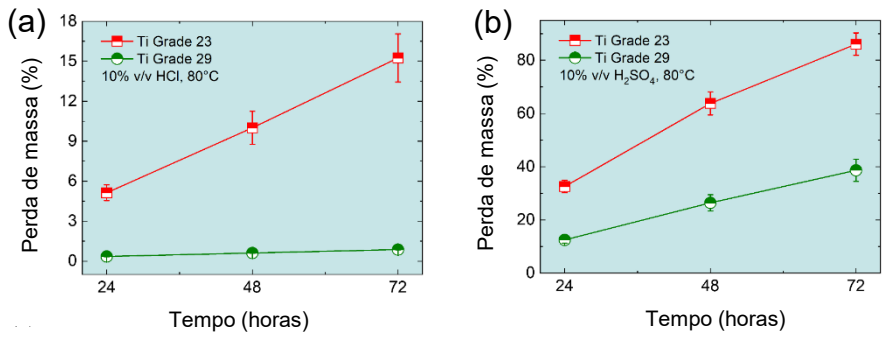


Figura 2. Perda de massa das ligas de titânio Graus 23 e 29 em função do tempo de imersão a 80 °C em: (a) HCl 10% v/v e (b) H_2SO_4 10% v/v.

Conclusões

O benefício da adição de Ru foi mais evidente nos ensaios de imersão prolongada em meios ácidos a 80 °C. Esse resultado é consistente com a desestabilização do filme passivo e a dissolução preferencial do Ti, favorecendo o enriquecimento superficial em Ru. Assim, ensaios de polarização de curta duração podem não capturar plenamente essa evolução superficial e seu efeito sobre a resistência à corrosão.

Referências e Agradecimentos

[1] SEAGLE, S. R. The state of the USA titanium industry in 1995. Materials Science and Engineering: A, v. 213, p. 1–7, 1996.
[2] GORYNIN, I. Titanium alloys for marine application. Materials Science and Engineering: A, v. 263, p. 112–116, 1999.
[3] YANG, J. et al. Research progress on the corrosion behavior of titanium alloys. Corrosion Reviews, v. 41, n. 1, p. 5–20, 2023.
[4] SCHUTZ, R.; WATKINS, H. Recent developments in titanium alloy application in the energy industry. Materials Science and Engineering: A, v. 243, p. 305–315, 1998.
[5] WANG, L. et al. Revealing the role of Ru in improving corrosion resistance of titanium alloys in HCl solution. Heat Treatment and Surface Engineering, v. 1, p. 97–108, 2019.