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

Processamento por metalurgia do pó elementar de uma liga biomédica Ti-19Nb-10Zr-6Sn-2.5Fe: microestrutura, desempenho mecânico e eletroquímico

Prandi, G. V.[1]; Valentim, M.[1]; Rodrigues, J. F. Q[1]; Borrás, V. A. [3]; Escuder, A. V.[3]; Cremasco, A.[2]; Caram, R.[1]

[1] Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP, Campinas, Brasil,
[2] Faculdade de Ciências Aplicadas, UNICAMP, Limeira, Brasil
[3] Instituto de Tecnología de Materiales, Universitat Politècnica de València, Espanha

Introdução

O elevado módulo de elasticidade da Ti-6Al-4V pode favorecer o fenômeno de blindagem e reabsorção óssea [1]. Além disso, a possível liberação de íons de Al e V pode comprometer a viabilidade celular, especialmente pela citotoxicidade associada ao V [2]. Nesse contexto, ligas Ti-Nb-Zr-Sn-Fe buscam combinar baixo módulo de elasticidade, resistência mecânica e estabilidade eletroquímica [3].

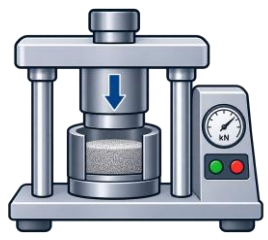
Objetivos

Desenvolver uma liga de Ti por metalurgia do pó elementar, buscando aliar desempenho mecânico e eletroquímico à redução de custos, mediante o uso de Fe para reduzir o teor de Nb e a eliminação de Ta.

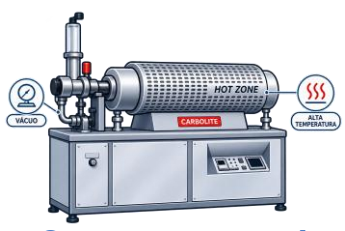
Metodologia



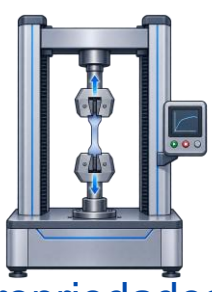
Mistura de pós
45 min



Compactação
700 MPa - 15 s



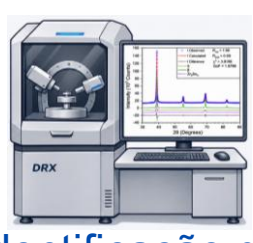
Sinterização à vácuo



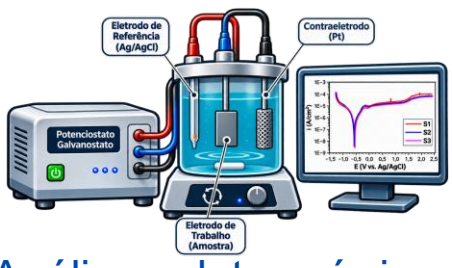
Propriedades Mecânicas
Tração, Compressão e Small Punch



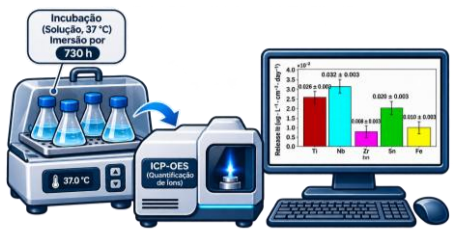
Microestrutura



Identificação de fases



Análises eletroquímicas
Polarização em Solução Ringers



Liberação Iônica
Análise pós imersão por 730h em solução Ringers

Resultados e Discussão

A liga TNZSF apresentou microestrutura α+β, com porosidade de 2,5 ± 0,2%. Os ensaios revelaram módulo elástico de 65 ± 3 GPa e resistências à tração e à flexão de 583 ± 4 MPa e 1130 ± 9 MPa, respectivamente. A baixa corrente de corrosão (0,700 ± 0,070 μA/cm²), a passivação e a reduzida liberação iônica (0,008–0,032 $\mu g \cdot cm^{-2} \cdot dia^{-1}$) indicam comportamento eletroquímico favorável nas condições avaliadas.

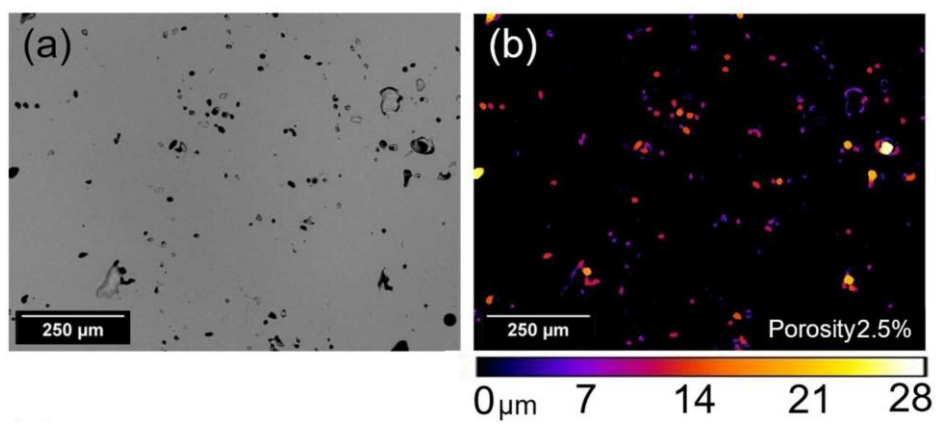


Figura 1. (a) MEV da superfície da liga com amostra polida. (b) Análise morfológica das porosidades.

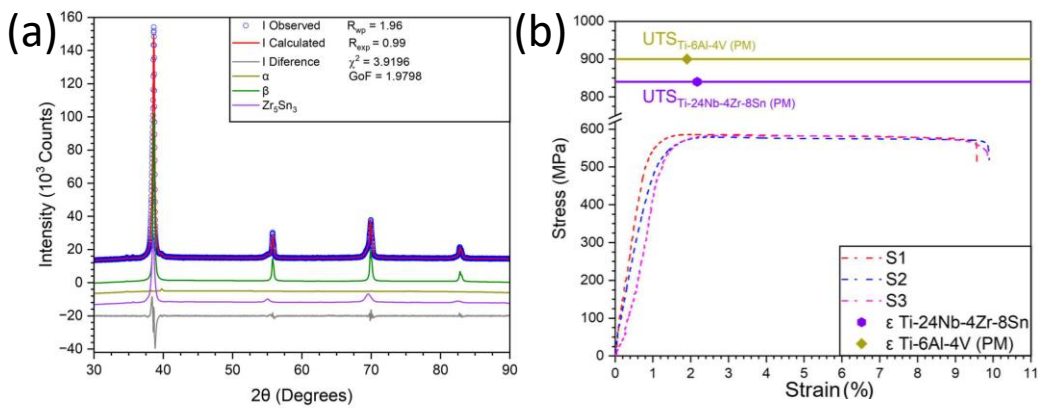


Figura 2. (a) Padrão de difração de raios X da liga sinterizada. (b) Ensaios de tração para três corpos de prova (S1–S3).

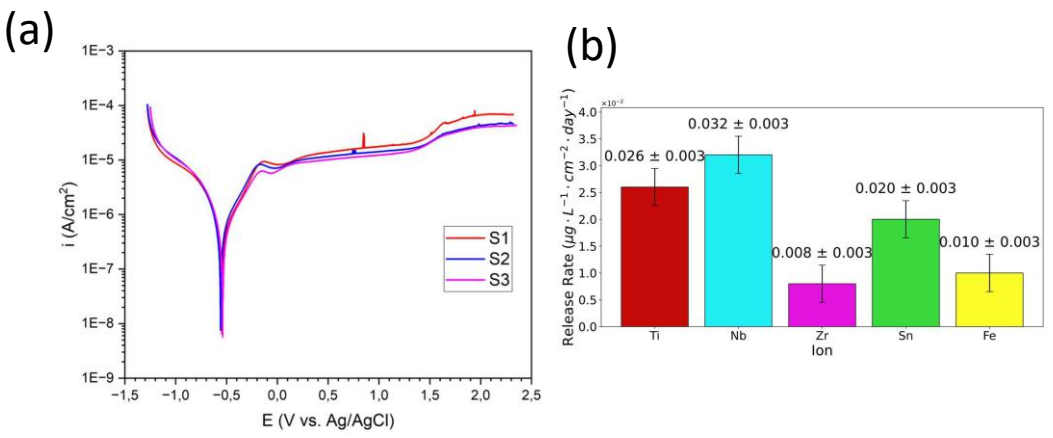


Figura 3. (a) Curva de polarização em solução de Ringer. (b) Taxas de liberação de íons de Ti, Nb, Zr, Sn e Fe.

Conclusões

A liga TNZSF apresentou combinação promissora de módulo de elasticidade reduzido, resistência mecânica e ductilidade, associada a comportamento eletroquímico favorável e baixa liberação iônica. Entretanto, sua aplicação biomédica requer estudos complementares de biocompatibilidade, resistência à fadiga e desempenho em condições fisiológicas.

Referências e Agradecimentos

[1] NOYAMA, Y. et al. Materials Transactions, 53, 565–570, 2012.
[2] COSTA, B. C. et al. Materials Science and Engineering: C, 96, 730–739, 2019.
[3] DAL BÓ, M. R. et al. Materials & Design, 160, 1186–1195, 2018.
[4] PRANDI, G. V. et al. Materialia, 50, 102899, 2026.

FAPESP
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
IUTM
LABMET
Laboratório de Metalúrgica Física