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

Efeito do processo de laminação na liga do sistema Ti-Mo-Nb: Microestrutura e Propriedades

João de Ataíde Garcia Precioso[1*] ; Caio Marcello Felbinger Azevedo Cossú[2] ; Aline Raquel Vieira Nunes[3] ; Ana Isabel de Carvalho Santana[3] ; Luiz Henrique de Almeida[4] ; Carlos Angelo Nunes[5] ; Sinara Borborema[1,2]

1.Universidade do Estado do Rio de Janeiro - IPRJ, Nova Friburgo, RJ, Brasil; 2.Universidade do Estado do Rio de Janeiro - FAT, Resende, RJ, Brasil; 3.Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Campus Zona Oeste, RJ, Brasil; 4. Universidade Federal do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro, RJ, Brasil; 5.Universidade de São Paulo - EEL, Lorena, SP, Brasil

*** joao.precioso@iprj.uerj.br**

Introdução

Ligas de Titânio β metaestáveis contendo elementos não tóxicos (Mo, Nb) surgiram como materiais promissores para implantes ortopédicos devido às suas propriedades superiores, que incluem biocompatibilidade, módulo de elasticidade reduzido e maior resistência mecânica. Em contrapartida, materiais comerciais, como a liga Ti-6Al-4V, apresentam desvantagens. A liberação de íons de Al e V tem sido associada a efeitos citotóxicos e representa riscos à saúde; além disso, a elevada rigidez (~110 GPa), em comparação ao osso cortical (~30 GPa), provoca o efeito de "blindagem de tensões" (stress shielding), resultando em reabsorção óssea e falhas de implantes. Em novas ligas de Ti-β é possível obter um módulo de elasticidade reduzido associado a uma maior resistência mecânica, utilizando um processo de laminação a frio, capaz de promover a precipitação de uma fase α″ e ativar mecanismos de deformação plástica.

Objetivos

Investigar os efeitos da laminação a frio na microestrutura e nas propriedades mecânicas da liga Ti-10Mo-20Nb, com o intuito de identificar material promissor para aplicações biomédicas.

Metodologia

Conclusões

A liga Ti-10Mo-20Nb, submetida a laminação a frio com 90% de redução na direção longitudinal, após tratamento de homogeneização (1000ºC/24h), apresentou em sua microestrutura uma matriz de fase β com precipitados da fase α", um módulo de elasticidade de 68,4 GPa e uma dureza Vickers de 324,6 HV. Observou-se uma relação H/E mais elevada (4,75) em comparação com o Ti comercialmente puro (CP-Ti) e a liga Ti-6Al-4V, o que indica propriedades mecânicas superiores. Os resultados mostram que a liga estudada é uma candidata promissora para implantes ortopédicos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio do CNPq, FAPERJ e CAPES.

Resultados e Discussão

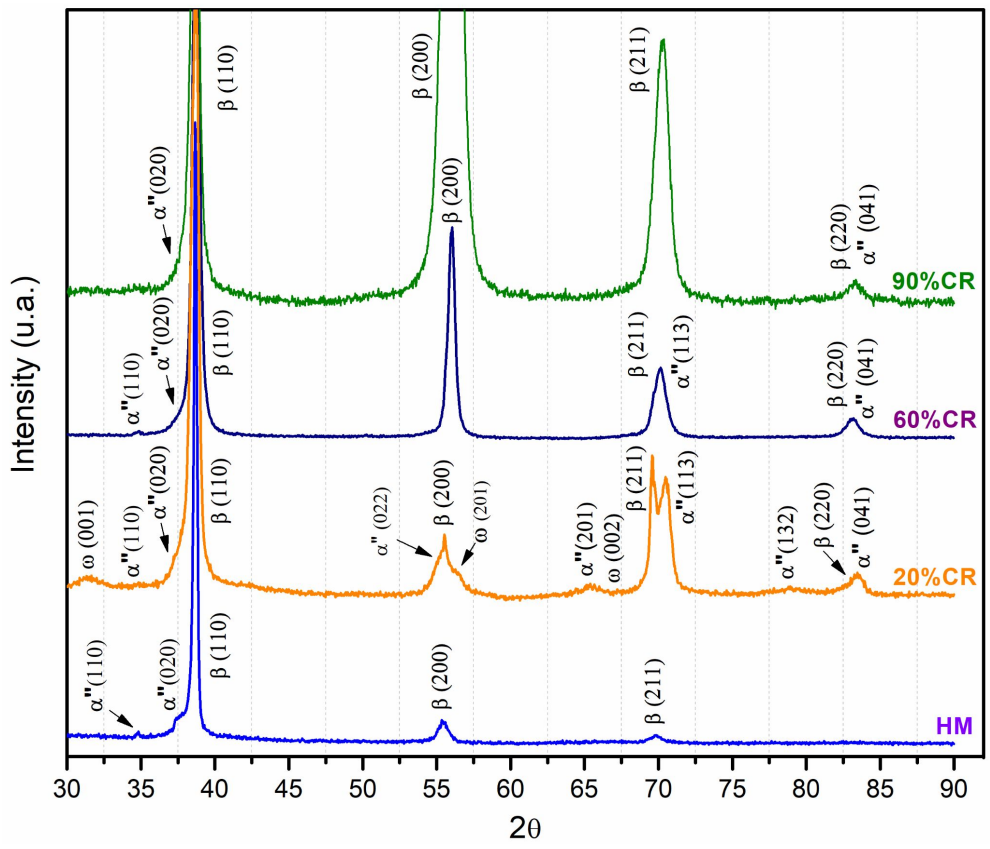


Figura 1 - Difratometria de Raios X da liga Ti-10Mo-20Nb nas condições Homogeneizada (HM) e laminada a frio (CR), com 20%, 60% e 90% de redução em espessura

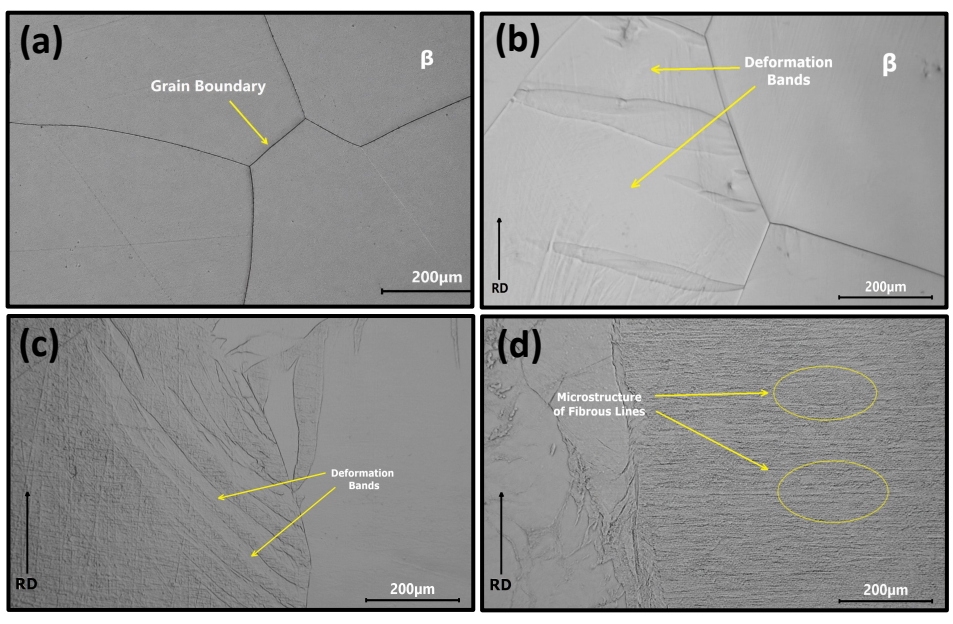


Figura 2 – Micrografias Ópticas (MO) da liga Ti-10Mo-20Nb homogeneizada (1000ºC/24h) (a) e laminada a frio com 20% (b), 60% (c) e 90% (d) de redução em espessura. As bandas de deformação podem ser observadas no interior dos grãos em (b) e (c).

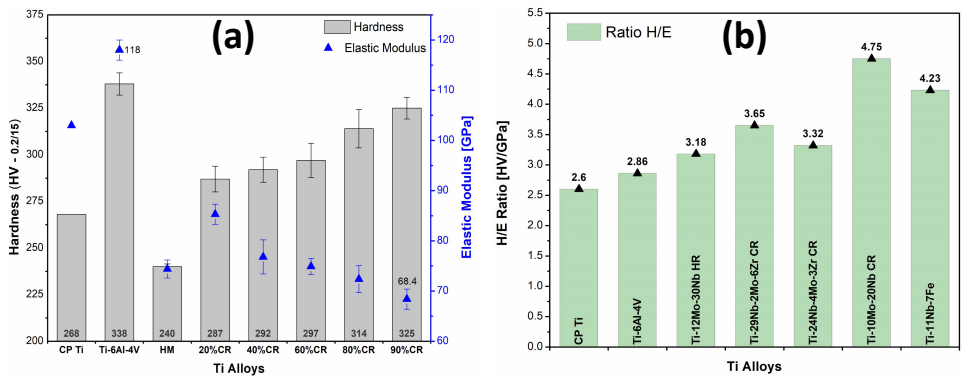


Figura 3 – Dureza Vickers e Módulo de Elasticidade do Ti-cp, da liga comercial Ti-6Al-4V e da liga Ti-10Mo-20Nb homogeneizada e laminada a frio, com graus de redução em espessura de 20%, 40%, 60%, 80% e 90% (a) e Razão dureza/módulo da liga estudada com outras ligas de referência (b).

Referências

[1] Nunes, A.R.V. *et al*. Production, microstructure and mechanical properties of cold-rolled Ti-Nb-Mo-Zr alloys for orthopedic applications. Journal of Alloys and Compounds, n. 743, p. 141-145, 2018.

[2] Borborema, S. *et al*. Influence of Nb Addition on α″ and ω Phase Stability and on Mechanical Properties in the Ti-12Mo-x Nb Stoichiometric System. Metals, v. 12, n. 9, p. 1508, 2022.

[3] Wang, L. *et al.* Microstructure and properties of cold rolled TiNbTaZr biomedical β titanium alloy, Mater. Sci. Eng. A, n.490, p. 421-426, 2008.