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

Ligas de Titânio-β com Baixo Módulo de Elasticidade para Aplicações Biomédicas

Henrique Leal Nunes Mazera[1]; Athos Henrique Plaine[1].
1. Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
E-mail: henrique.mazera1@edu.udesc.br

Introdução

O módulo de elasticidade da Ti-6Al-4V (~110 GPa) é superior ao do osso cortical (30 ~ 40 Gpa), o que favorece o *stress shielding* e o afrouxamento de implantes. Ligas de titânio β com Nb, Zr e Ta são alternativas promissoras, pois combinam biocompatibilidade e baixo módulo, cujo valor depende da estabilidade da fase β e da formação de fases como α″ e ω. Como essa estabilidade varia com a composição, a laminação a frio e o envelhecimento podem alterar a microestrutura e as propriedades mecânicas. Nesse contexto, este trabalho investiga o efeito desses processos nas ligas TN, TNZ e TNZT.

Objetivos

Avaliar o efeito da laminação a frio (90% de redução de espessura) e do envelhecimento sobre a microestrutura e as propriedades mecânicas das ligas TN, TNZ e TNZT, com foco no baixo módulo de elasticidade para aplicações biomédicas.

Metodologia

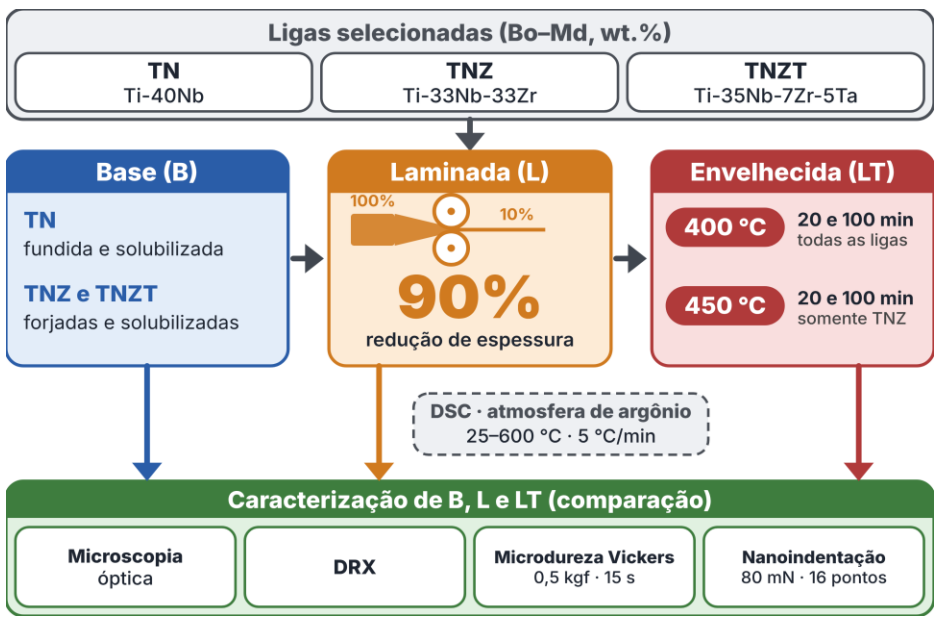

Figura 1. Fluxograma dos Materiais e Métodos

Liga	Microdureza (HV)			Módulo (GPa)	
	B	L	LT (400 °C)	B	L
TN	174 ± 3	224 ± 4	267 ± 15	75 ± 8 [2]	57 ± 2
TNZ	247 ± 14	284 ± 5	240 ± 8	79 ± 5 [1]	71 ± 1
TNZT	141 ± 3 [3]	202 ± 6	223 ± 7	74.4 ± 0,3 [3]	55 ± 2

Tabela 1. Microdureza e Módulo de Elasticidade.

Resultados e Discussão

Na condição base, observaram-se grãos equiaxiais, enquanto a laminação a frio (L) promoveu alongamento dos grãos e bandas de deformação (Figura 1). O módulo de elasticidade diminuiu na TN (75 para 57 GPa), TNZT (74 para 55 GPa) e TNZ (79 para 71 GPa). Em contrapartida, a dureza aumentou nas três ligas, sobretudo na TNZT (141 para 202 HV). Após o envelhecimento a 400 °C e 100 minutos (LT), a dureza atingiu 267 HV na TN e 223 HV na TNZT, enquanto diminuiu para 240 HV na TNZ, possivelmente devido à possível recuperação microestrutural. Para a TNZT, a literatura associa o envelhecimento à precipitação de fases ω e α'' e relata módulo de 73 GPa[4] após 100 min. Após o envelhecimento, a estrutura deformada persistiu, com contraste mais definido, indicando possíveis mudanças microestruturais

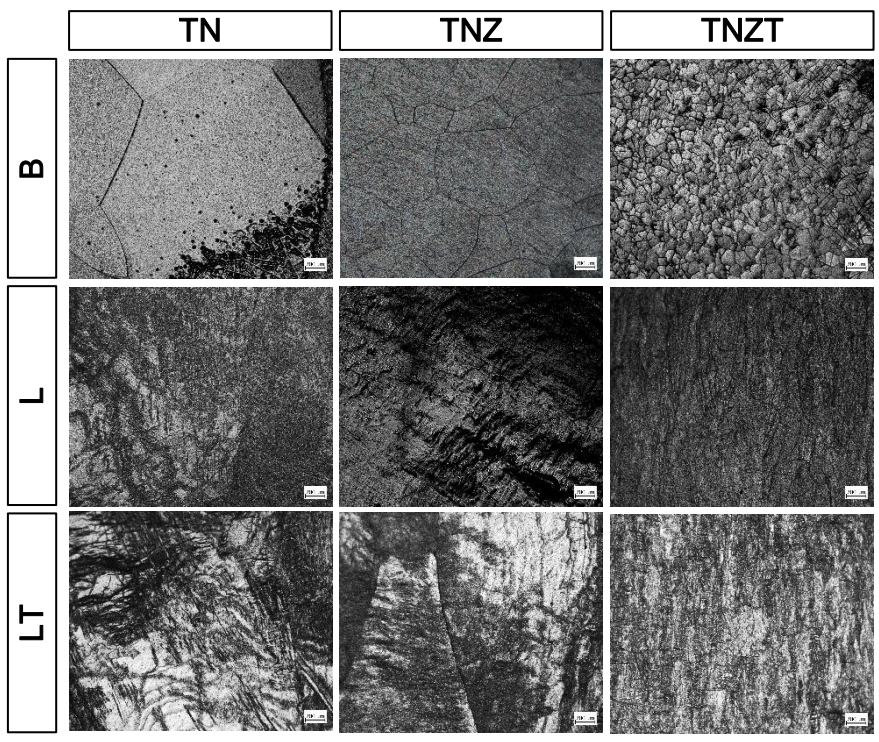

Figura 2. Micrografias ópticas das ligas TN, TNZ e TNZT em diferentes condições.

Conclusões

A laminação fragmentou os grãos e gerou bandas de deformação. Após o envelhecimento, a estrutura deformada persistiu, com contraste mais definido, elevando a dureza da TN e da TNZT e reduzindo a da TNZ, indicando sinais de uma pequena recuperação nessa última liga.

Referências e Agradecimentos

1. LOURENÇO, M. L. et al. Journal of Materials Science, 2026. doi.org/10.1007/s10853-026-12684-1. 2. SANTOS, R. F. M.; RICCI, V. P.; AFONSO, C. R. M. Journal of Materials Engineering and Performance, v. 30, p. 3363, 2021. 3. SILVA, R. et al. Journal of Materials Research and Technology, 2025. doi.org/10.1016/j.jmrt.2025.01.136. 4. PLAINE, A. H. et al. Materials Research, 2019. doi.org/10.1590/1980-5373-MR-2018-0462.

Os autores agradecem o aporte financeiro da CAPES - Codigo 001 e pela infraestrutura do Centro Multiusuário da Universidade do Estado de Santa Catarina (CMU/CCT/UDESC).