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

ESTUDO DA RESISTÊNCIA A FADIGA DE ESTRUTURA TRABECULAR DA LIGA Ti6Al4V CONSOLIDADA POR FUSÃO SELETIVA A LASER EM LEITO DE PÓ

SILVA, M. P. da[1]; BORDINASSI, E. C.[2]; NEVES, M. D. M.[3]

1. Mestre em Ciências pelo IPEN Tecnologia Nuclear: Materiais, Instituto Mauá de Tecnologia;
2. Departamento de Engenharia Mecânica, Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia;
3. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)

Introdução

A estrutura em treliça pode ser usada para reduzir o peso, no entanto, as estruturas reticulares podem servir a outros propósitos funcionais, por exemplo, na integração de tecido biológico em aplicações de dispositivos médicos. Os componentes com a liga de titânio Ti6Al4V via processo de manufatura aditiva ou fusão seletiva a laser em leito de pó (LPBF) permite a obtenção de estruturas trabeculares. A sua integridade estrutural é influenciada pelos parâmetros de processamento, que podem induzir a formação de vazios internos, que atuam como concentradores de tensão, nucleando precocemente trincas sob fadiga. Diante disso, investiga-se a correlação entre a morfologia e o comportamento mecânico.

Objetivos

Os objetivos foram realizar o processo de manufatura aditiva, integrando a caracterização físico-química da matéria-prima à análise da integridade estrutural correlacionando os parâmetros de processamento, microestrutura e desempenho mecânico. Para isso foi realizado ensaio de tração, dureza e fadiga.

Metodologia

Fluxograma das atividades experimentais, para análise de propriedades de estrutura trabecular consolidadas por LPBF, a partir do pó de Ti6Al4V.

- Caracterização da matéria-prima
  - Caracterização do pó da liga ASTM F136
  - → FRX elementos inorgânicos
  - Análise elementar Carbono, e oxigênio
- Processo de manufatura aditiva
  - Definição dos parâmetros da manufatura aditiva
  - → Dimensão de hachura, potência e velocidade do laser, densidade de energia volumétrica (VED) e densidade geométrica
- Caractrização do consolidado
  - Ensaios de módulo de elasticidade, microestrutura, tração, dureza e fadiga.
  - → •E (Young) dinâmico por excitação por impulso
  - •fadiga de força axial
  - •HV Q=300g, 10-15s
  - •MO e MEV

Resultados e Discussão

A análise química por fluorescência de Raios X e elementar por combustão indicou:

Ti	Al	V	Fe	C	O
90,30%	5.66%	3.51%	0.22%	0.07%	0,18%

A condição de fabricação que inclui hachura de 50 µm, potência de 150 W e velocidade do feixe laser de 500 mm/s foi a que proporcionou a maior densidade geométrica.

Observou-se valores de dureza na estrutura trabecular de 346 ± 2,8 HV e a redução do módulo de elasticidade para 54 GPa.

Os resultados dos ensaios de tração apresentaram uma tensão de escoamento de 315 ± 20 MPa com alongamento para 3,26%.

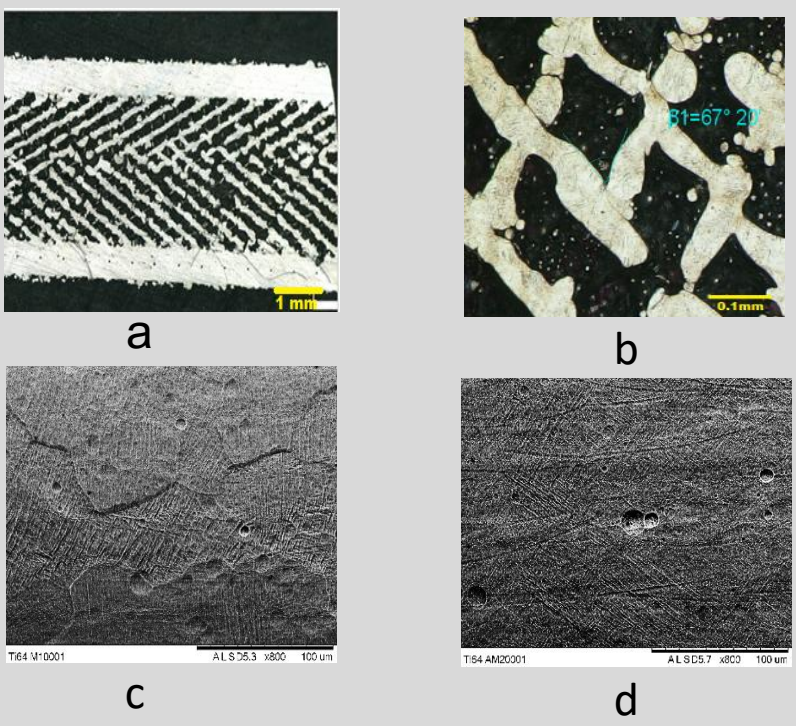


Figura 1. MO - (a) Estrutura trabecular, contornos da linha de fusão; (b) linhas de material fundido; MEV - (c) detalhe do contorno de grão e (d) marcas de linhas de fusão indicações de poros.

Conclusões

A resistência à fadiga e o limite de vida foram menores nas amostras de estrutura trabecular. Amostras de estrutura trabecular com carregamento de 20 % da tensão de escoamento (63 MPa) não falharam no limite de 300.000 ciclos, enquanto amostras de seção contínua chegaram a 1.000.000 de ciclos.

A rigidez da estrutura de rede trabecular foi de 54 GPa, valor que pode ser adequado para aplicações em tecidos duros, pois contribui para a redução do módulo de elasticidade dos implantes.

Referências e Agradecimentos

(1) (MAHMOUD, 2021), (2) (YIN-ZE XIONG, 2020), (3) (CAMBRE et al., 2019) e (4) (FALKOWSKA A., 2022)

Ao Instituto Mauá de Tecnologia, IPEN, e FEI
À Fapesp Processo nº 2020/09163-3