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

Fadiga em Torção da Liga de Titânio Ti-15Mo

Wagner Hermes[1]; Tatiane Haskel[1]; Athos Henrique Plaine[1]; Renato Barbieri[1]
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais
Universidade do Estado de Santa Catarina

Introdução

A fadiga constitui um dos principais mecanismos de falha de implantes ortopédicos. Entretanto, ainda são poucos os estudos sobre a resistência à fadiga por torção de novas ligas de titânio de composição não tóxica, como a Ti-15Mo. Este trabalho investigou o comportamento dessa liga sob carregamento torsional cíclico, correlacionando as propriedades mecânicas e características microestruturais com a vida em fadiga e os mecanismos de nucleação e propagação de trincas, a fim de ampliar a compreensão de seu potencial de aplicação como biomaterial.

Objetivos

Avaliar o comportamento da liga Ti-15Mo sob carregamentos cíclicos de torção reversa e construir a curva tensão–vida a partir dos resultados dos ensaios de fadiga. Adicionalmente, buscou-se ajustar os modelos matemáticos de Basquin e Kohout-Věchet aos dados experimentais, determinando seus parâmetros e estimando os respectivos limites de fadiga. Por fim, foram analisadas as superfícies de fratura para identificar os mecanismos de nucleação e propagação de trincas e caracterizar o comportamento da liga durante a fadiga.

Metodologia

Os ensaios de fadiga torcional foram realizados à temperatura ambiente em duas máquinas customizadas, sob carregamentos cíclicos de torção reversa (R=-1) e torque médio próximo de zero. A falha por fadiga foi definida como o instante em que o torque registrado apresentava redução de 10% em relação ao valor máximo observado durante o regime estacionário. Para o cálculo das tensões, considerou-se a seção central de menor diâmetro dos corpos de prova com geometria em ampulheta. Por fim, os dados experimentais obtidos foram utilizados para construir as curvas tensão–vida (S–N).

Resultados e Discussão

Os modelos de Basquin e Kohout-Věchet apresentaram bom ajuste aos dados experimentais na faixa de $5x10^3$ a 10^6 ciclos, com coeficientes de determinação (R^2) superiores a 0.9, sendo os limites de fadiga estimados em 182 MPa e 189 MPa, respectivamente. Na fadiga de alto ciclo, a propagação das trincas ocorreu principalmente a aproximadamente 45° em relação ao eixo longitudinal, característica do modo I, enquanto, na fadiga de baixo ciclo, predominou a propagação a aproximadamente 90°, associada ao modo III.

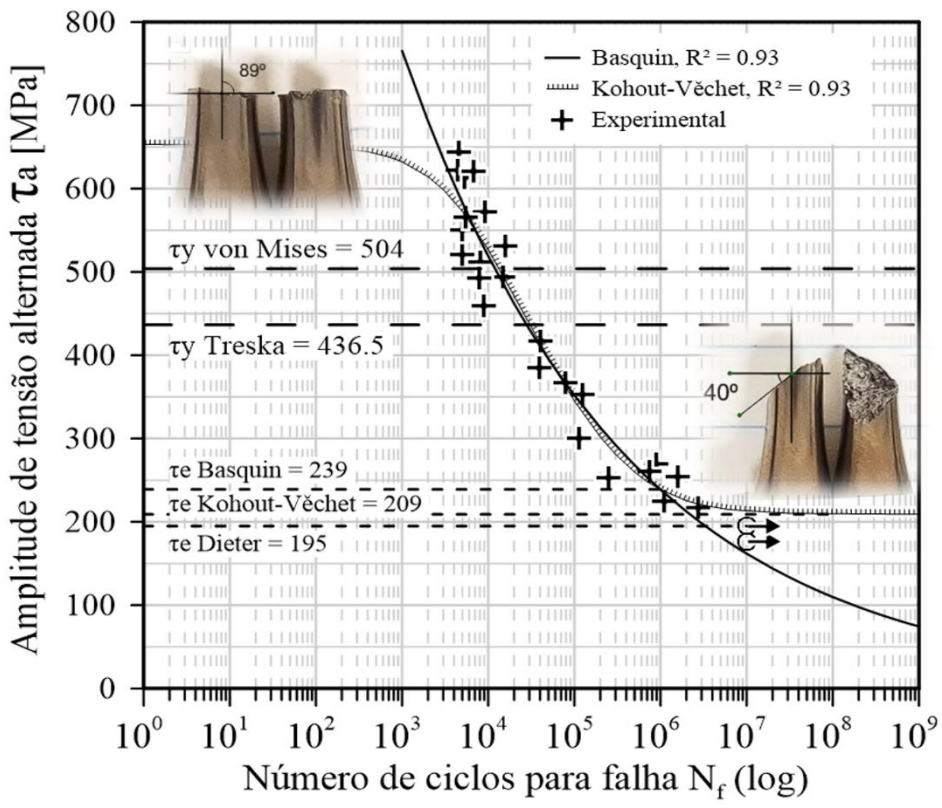

Figura 1. Curvas S–N da liga Ti-15Mo e padrões das fratura.

Conclusões

A liga Ti-15Mo deste trabalho apresentou relação entre o limite de fadiga torcional e a tensão última do ensaio de torção superior a outras ligas de titânio estudadas para aplicações médicas. Foi observado que a maioria das trincas foi nucleada na superfície dos corpos de prova, justamente onde a tensão cisalhante é máxima para carregamentos de torção pura, se propagando no interior dos corpos de prova pelo modos I em altos ciclos e modo III em baixos ciclos.

Referências e Agradecimentos

1. HERMES, W et al. Torsional fatigue of Ti15Mo titanium alloy. Materials Research, doi.org/10.1590/1980-5373-MR-2024-0358. 2. CAMPANELLI, L. C. et al. The role of twinning and nano-crystalline ω phase on the fatigue behavior of the metastable β Ti-15Mo alloy. Materials Science and Engineering: A, doi.org/10.1016/j.msea.2018.05.069. 3. KOHOUT, J. et al.. A new function for fatigue curves characterization and its multiple merits. International Journal of Fatigue, doi.org/10.1016/S0142-1123(00)00082-7.

Os autores agradecem à FAPESC, à CAPES e ao CNPq pelo apoio e fomento à pesquisa científica.