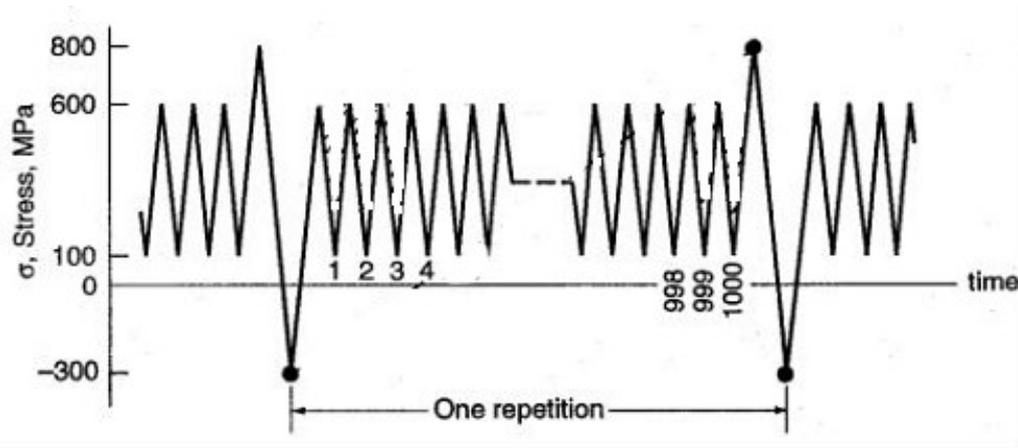


LISTA DE EXERCÍCIOS DE FADIGA

Obs: Para resolução dos exercícios é preciso consultar tabelas e dados do livro:

- Mechanical Behavior of Materials: Engineering Methods for Deformation, Fracture and Fatigue. **Norman E. Dowling.**

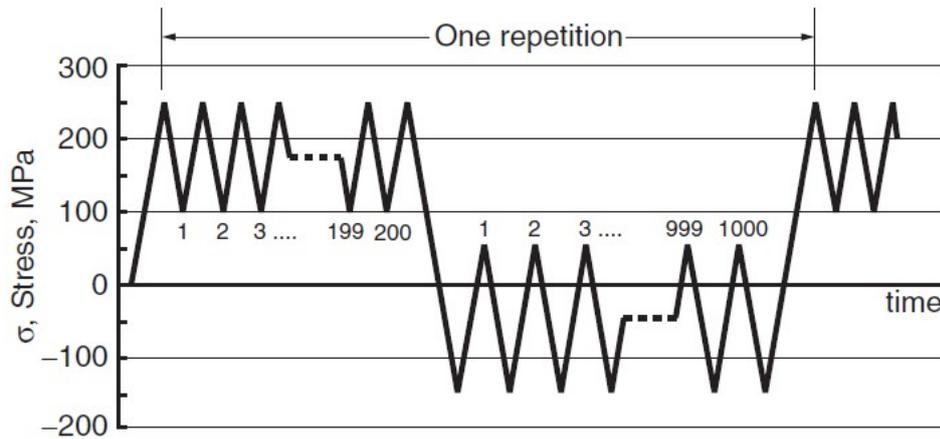
- 1) Uma determinada peça de uma aeronave, fabricada de uma liga Ti-6Al-4V, é submetida uma história de carregamentos repetitivos axiais mostrado na figura abaixo. Estime o número de repetições necessárias para causar a falha por fadiga. Dados $\sigma'_f = 2030$ MPa e $b = -0,104$. Use SWT para efeito da tensão média.



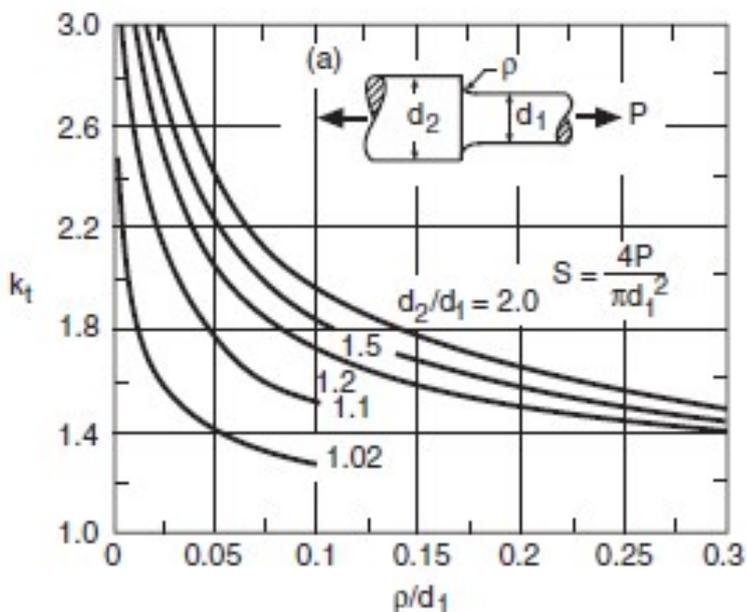
- 2) Corpos de prova de uma liga de Al 2024 foram carregados axialmente com tensão média igual a zero e os resultados são apresentados na Tabela I abaixo.
- Determine os parâmetros A e B da curva S-N para este material.
 - Caso o histórico de carregamentos apresentados na figura abaixo for aplicado, quantas repetições do histórico de carregamentos serão necessárias para causar falha do componente? Caso o projeto necessite de no mínimo 500 repetições, quais seriam os fatores de segurança em tensão e em vida?

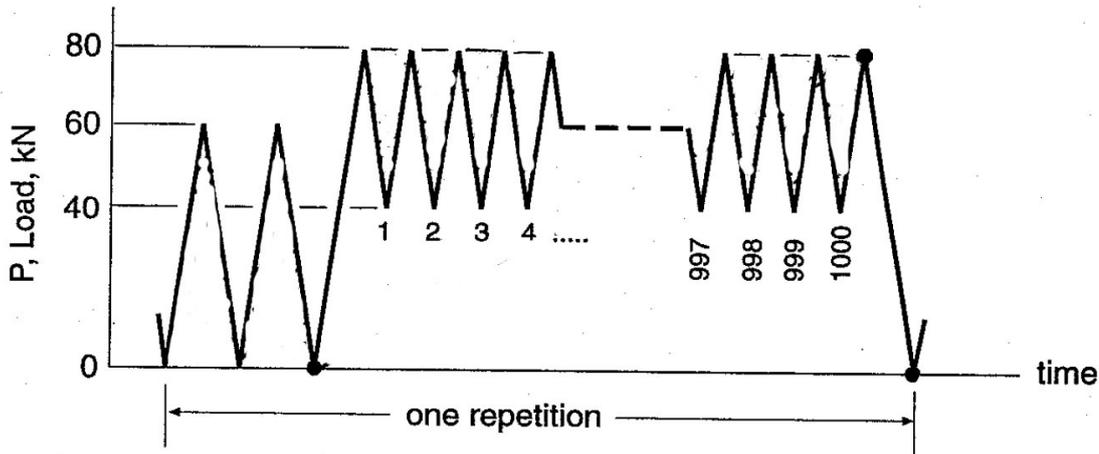
Tabela I:

σ_a MPa	N_f cycles
331	43 000
276	112 000
241	172 000
207	231 000
190	546 000
179	1165 000



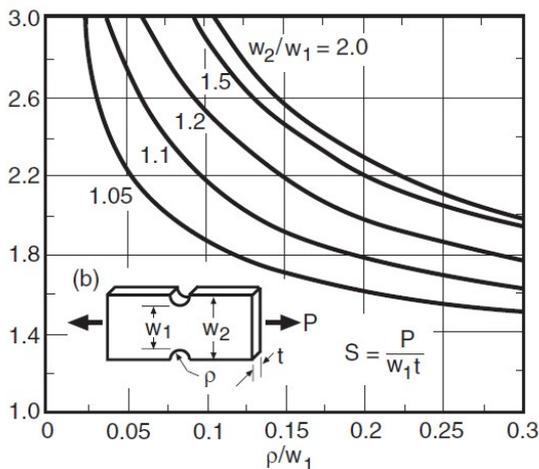
- 3) Um eixo circular feito de aço SAE 4142 (450 HB) é carregado axialmente e possui uma variação de diâmetro. As dimensões como definidas pela Figura são $d_1=15$ mm, $d_2 = 18$ mm e $\rho = 1$ mm, sendo que o raio de concordância é retificado (grounded).
- Usando as estimativas de Juvinal determine os fatores de segurança em vida e em tensão se uma vida de 30000 ciclos é esperada, sendo $P_{min} = 0$ e $P_{max} = 70$ kN.
 - Caso o projeto deseje um fator de segurança de 1,7, está o projeto adequado. Caso não apresente uma solução e execute-a usando o mínimo possível para atender este fator de segurança.
 - Caso este componente seja carregado com um histórico de carregamento como apresentado abaixo, determine o número de repetições que pode ser aplicado até a falha do mesmo. Caso o projeto exija uma vida de 100 repetições quais são os fatores de segurança em vida e em tensão?

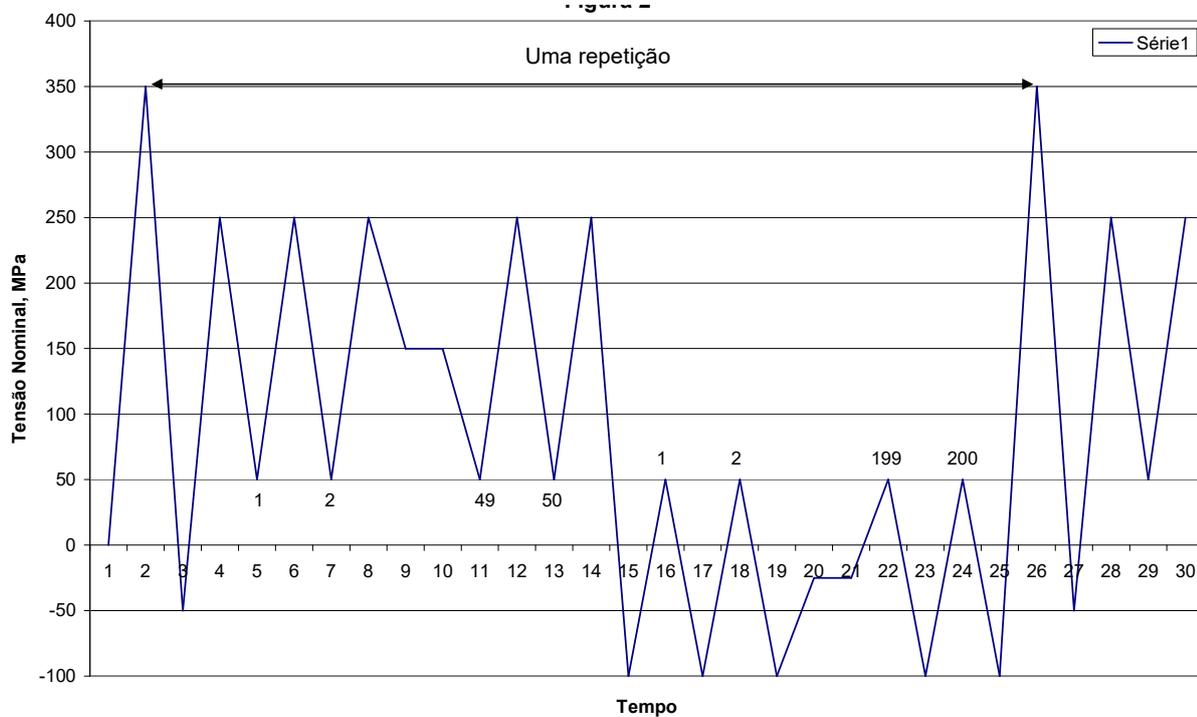




4) Uma placa de liga de Al 2024-T3 com entalhes laterais duplos como mostrado na figura abaixo, apresenta como dimensões: $w_1=38,1$; $w_2= 57,15$, $t= 2,29$ e $\rho= 8,06$ mm, o que produz um $k_t=2,15$. Esta placa quando submetida a carregamentos trativos de amplitudes constante, tem uma relação Amplitude de Tensão – Vida (S-N) da forma $S_{ar} = A(N_f)^B$, onde S_{ar} é fornecida pela relação de Walker, com os seguintes parâmetros para este material: $A= 1531$ MPa; $B= -0,217$ e $\gamma= 0,7326$. Assuma que esta placa será colocada na asa de uma aeronave que é carregada repetidamente em serviço com a história de carregamento mostrada abaixo.

- Estime o número de repetições da história de carregamento apresentada que será necessária para causar a falha da placa.
- Se 200 repetições da história de carregamento são esperadas serem suportadas pela placa durante o seu tempo em serviço, qual será o fator de segurança em vida?





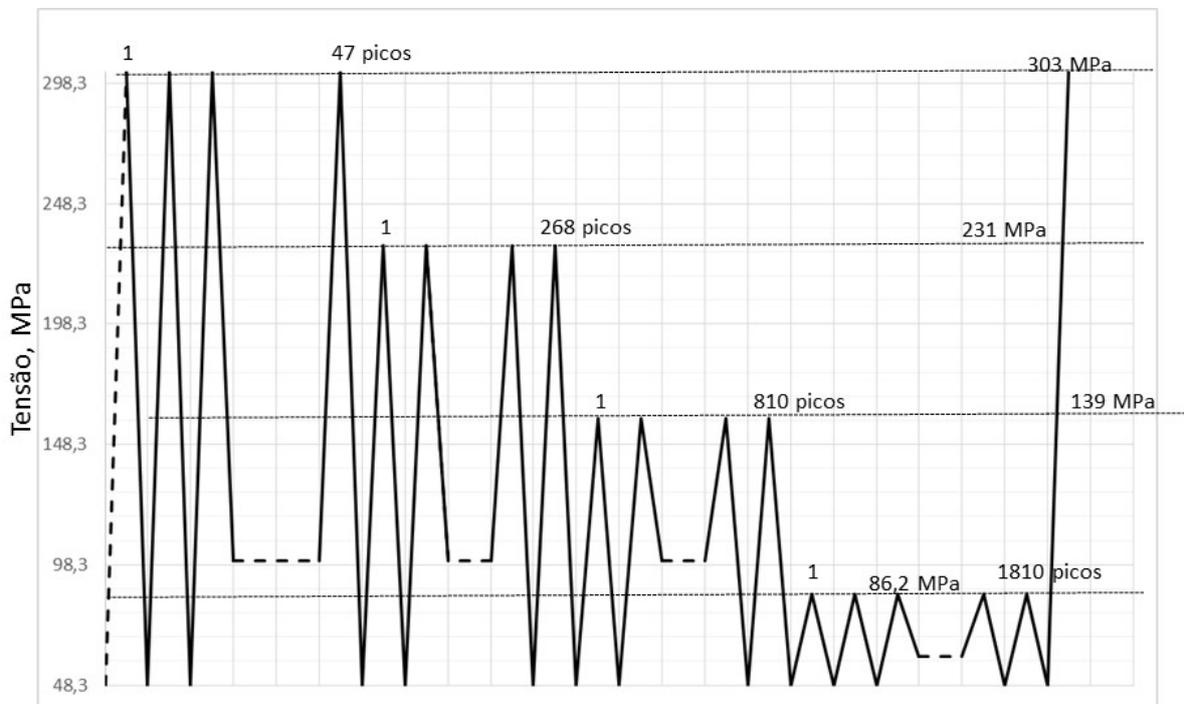
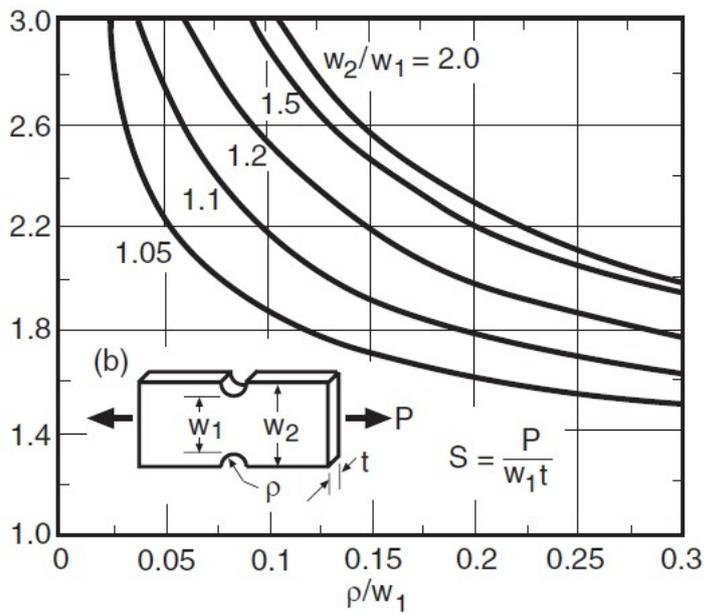
5) Uma placa com entalhes laterais duplos é fabricada de uma liga de Al 7075-T6 e é carregada axialmente como apresentado na tabela 10.22 abaixo, para diferentes combinações de S_{max} e S_m .

Table P10.22

S_{max} , MPa	S_m , MPa	N_f , cycles	S_{max} , MPa	S_m , MPa	N_f , cycles
276	0	136	138	69	32 000
224	0	329	121	69	48 500
207	0	917	379	138	169
172	0	2 228	345	138	309
138	0	5 300	310	138	756
112	0	17 800	241	138	2 500
103	0	30 000	224	138	5 500
86.2	0	70 000	207	138	10 500
69.0	0	274 000	190	138	16 800
63.8	0	339 200	172	138	179 000
58.6	0	969 200	155	138	566 500
276	69	374	293	207	4 000
241	69	955	276	207	7 800
207	69	2 000	276	207	10 000
172	69	6 823	259	207	15 000
155	69	13 000	241	207	32 700

Source: Data in [Grover 51b], [Illg 56], and [Naumann 59].

As dimensões do corpo de prova são como as apresentadas na Figura abaixo, onde $w_1=38,1$, $w_2=57,15$, $t=2,19$ e $\rho=1,45$ mm. A tensão limite de escoamento para este material é de 521 MPa e a tensão limite de resistência é de 572 MPa. Considere a relação de SWT para o efeito da tensão média.



- Usando a relação de Goodman coloque em gráfico S_{ar} versus N_f para todos os dados da tabela 10.22. Comente a correlação dos dados com $\sigma_m = 0$ com os outros dados.
- Repita a) usando agora SWT.
- Compare o dado obtido com os apresentados na tabela 10.40(b)

Table P10.40(a)

S_{min} , MPa	S_{max} , MPa	No. of Peaks
48.3	303	47
48.3	231	268
48.3	159	810
48.3	86.2	1810

Table P10.40(b)

Test No.	Repetitions to Failure
1	18.7
2	18.0
3	18.0
4	18.0
5	16.0
6	15.0

Source: Data in [Naumann 62].

DADOS:

Table 10.1 Parameters for Estimating Fatigue Limits

Parameter	Applicability	Juvinall (2006)	Budynas (2011)
Bending fatigue limit factor: m_e	Steels, $\sigma_u \leq 1400$ MPa ¹	0.5	0.5
	High-strength steels	≤ 0.5	$\sigma_{erb} = 700$ MPa
	Cast irons; Al alloys if $\sigma_u \leq 328$ MPa	0.4	—
	Higher strength Al Magnesium alloys	$\sigma_{erb} = 131$ MPa 0.35	—
Load type factor: m_t	Bending	1.0	1.0
	Axial	1.0	0.85
	Torsion	0.58	0.59
Size (stress gradient) factor: m_d	Bending or torsion ^{2,3,4}	1.0 ($d < 10$ mm)	$1.24d^{-0.107}$
		0.9 ($10 \leq d < 50$)	($3 \leq d \leq 51$ mm)
	Axial ^{2,3}	0.7 to 0.9 ($d < 50$) ⁵	1.0
Surface finish factor: m_s	Polished	1.0	1.0
	Ground ⁶	See Fig. 10.10	$1.58\sigma_u^{-0.085}$
	Machined ⁶	See Fig. 10.10	$4.51\sigma_u^{-0.265}$
Life for fatigue limit point: N_e , cycles	Steels, cast irons	10^6	10^6
	Aluminum alloys	5×10^8	—
	Magnesium alloys	10^8	—

Notes:¹ Juvinall specifically gives a hardness limit, $HB \leq 400$. ² Diameter d is in mm units. ³ For Juvinall, for $50 \leq d < 100$ mm, decrease the values of m_d by 0.1 relative to the values for $d < 50$ mm, and for $100 \leq d < 150$ mm decrease by 0.2. ⁴ For Budynas, use $1.51d^{-0.157}$ for $51 < d \leq 254$ mm, and for nonrotating bending, replace d with $d_e = 0.37d$ for round sections, and with $d_e = 0.808\sqrt{ht}$ for rectangular sections (Fig. A.2). ⁵ Use 0.9 for accurately concentric loading, and a lower value otherwise. ⁶ For Budynas, substitute σ_u in MPa.

Table 10.2 Estimates of the $S-N$ Curve Point at 10^3 Cycles

Juvinall (2006) ¹	$m' = 0.9, k'_f = k_f$ (bending; torsion with τ_u replacing σ_u) $m' = 0.75, k'_f = k_f$ (axial)
Budynas (2011) ² (steel only)	$m' = 0.90$ ($\sigma_u < 483$ MPa) $m' = 0.2824x^2 - 1.918x + 4.012, x = \log \sigma_u$ ($\sigma_u \geq 483$ MPa) $k'_f = k_f$

Notes: ¹ Use the estimate $\tau_u \approx 0.8\sigma_u$ for steel, and $\tau_u \approx 0.7\sigma_u$ for other ductile metals. ² The equation for m' is a fit to the curve given in Budynas (2011)