

Lista 3

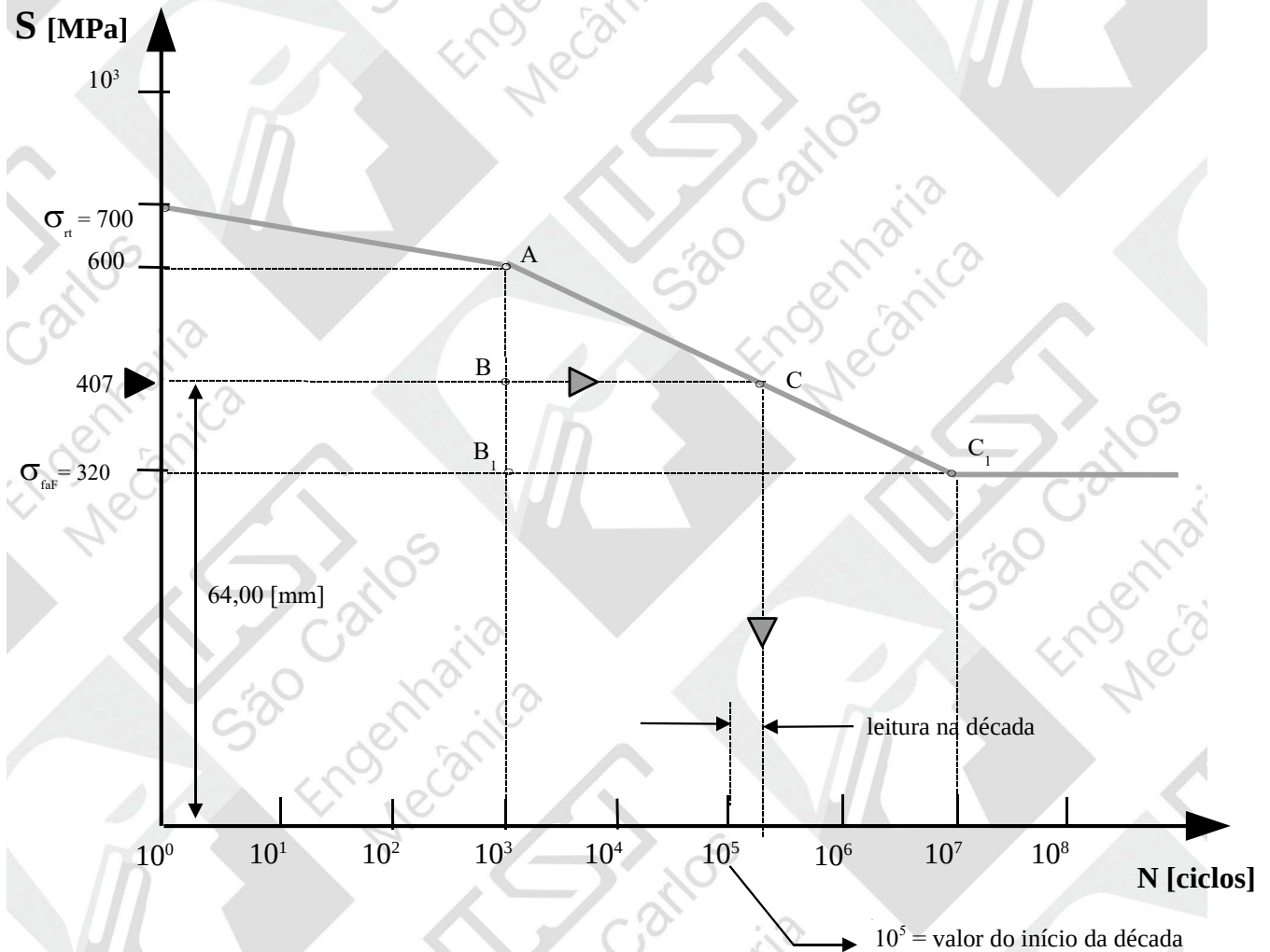
Teoria de fadiga dos materiais metálicos

3.1 Exercícios propostos

- 1) Cite, comentando, cinco fatores que influem na fadiga dos materiais.
- 2) Qual a influência sobre a fadiga da temperatura de trabalho e da frequência de aplicação da tensão [Hz]?
- 3) Comente a diferença de comportamento à fadiga entre o aço e o alumínio.
- 4) Trace o diagrama de WÖHLER para um aço com tensão de ruptura à tração de 700 [MPa] e tensão limite de resistência à fadiga por flexão 320 [MPa] para $N_c = 10^7$ [ciclos], sabendo que para 1000 ciclos de flexão o corpo de prova rompe a 600 [MPa].
- 5) Um eixo liso, bi-apoiado, com carga no meio do vão de 1 [m] no valor de 20000 [N] e de diâmetro 50 [mm], feito do aço do exemplo 4, gira a 2000 [rpm].
 - a) Qual a vida do eixo em horas?
 - b) Qual deve ser o valor da carga para se ter vida infinita?
- 6) [2, pág. 173] Um aço tem tensão de ruptura de $\sigma_{rt} = 55$ [kgf/mm²], tensão limite de resistência à fadiga alternada simétrica $S_F = 27,6$ [kgf/mm²] a $N_c = 10^6$ [ciclos]. Se uma peça feita deste aço for submetida a $\sigma_l = 41,3$ [kgf/mm²] por $n_l = 3000$ [ciclos], qual será o novo limite de fadiga?
- 7) Qual será a vida que resta ao eixo do exercício 5 depois de girar por 50 [h] com 16000 [N] de carga?
- 8) Idem ao caso do exercício 5, sendo que o eixo gira por 50 [h] com 16.000 [N]. Qual será a vida que resta ao mesmo se a carga mudar para 17.000 [N] ?

3.2 Exercícios resolvidos

Exercício 4)



Obs.: - A escala é dada em mm/década

- Todas as dimensões relativas ao gráfico de WÖHLER são dadas em [mm]

Para se achar a coordenada de um ponto que se quer lançar no gráfico usa-se:

$$\log \left(\frac{S \text{ ou } N}{\text{valor início da década}} \right) \times \text{escala} = \text{valor da coordenada em [mm] a lançar no gráfico a partir do início da década}$$

Para se obter o valor da grandeza (S ou N) a partir da leitura no gráfico usa-se:

$$10^{\left(\frac{\text{leitura na década}}{\text{escala}} \right)} \times \text{valor do início da década} = \text{valor da grandeza}$$

No gráfico acima a escala horizontal é de 16 [mm/década] e a vertical é de 105 [mm/década]. Caso se queira achar a ordenada correspondente a $S = 407$ [MPa], tem-se:

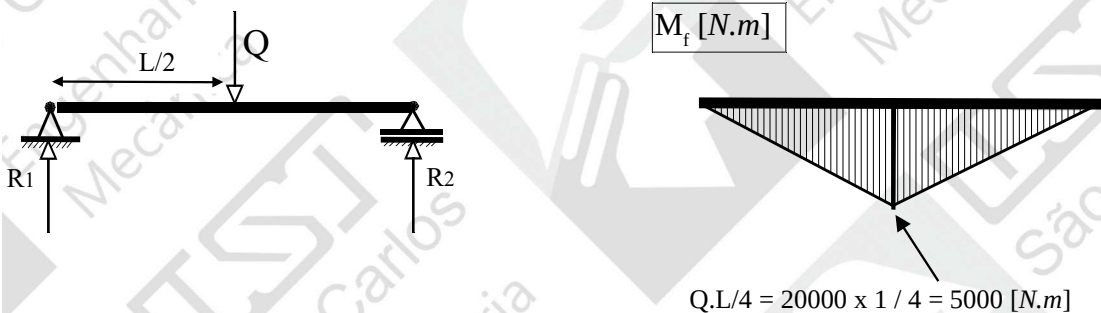
$$\log\left(\frac{407}{10^2}\right) \times 105 [\text{mm}] = 64,00 [\text{mm}]$$

Da mesma forma, se a leitura do número de ciclos na década correspondente for de 5,0 [mm], o número de ciclos com o qual romperá o corpo de prova submetido a 407 [MPa] será:

$$10^{\left(\frac{5[\text{mm}]}{16[\text{mm}]}\right)} \times 10^5 = 205.532 [\text{ciclos}]$$

Ressalte-se, entretanto, que o método gráfico é aproximado, não resultando em valores muito exatos.

Exercício 5)



Cálculo das reações:

$$\begin{cases} \sum F_v = 0 \Rightarrow R_1 + R_2 = Q \\ \sum M = 0 \Rightarrow Q \cdot \frac{L}{2} = R_2 \cdot L \Rightarrow R_2 = R_1 = \frac{Q}{2} = 10000 [\text{N}] \end{cases}$$

O diagrama acha-se acima.

a) O módulo de resistência à flexão é: $W_f = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = \frac{\pi \cdot (0,05[\text{m}])^3}{32} = 1,227 \times 10^{-5} [\text{m}^3]$

A tensão atuante no ponto mais crítico (meio do eixo) é:

$$\sigma = \frac{M_f}{W_f} = \frac{5000 [\text{N} \cdot \text{m}]}{1,227 \times 10^{-5} [\text{m}^3]} = 407,498 [\text{MPa}]$$

No exercício anterior, com a ajuda do gráfico, obteve-se aproximadamente 205325 ciclos de vida do eixo.

Entretanto, para obter um valor mais exato, pode-se calcular analiticamente. Usando a semelhança dos triângulos ΔABC e ΔAB_1C_1 escreve-se a expressão abaixo, não esquecendo, porém, que não se está no espaço euclidiano, mas sim no espaço bi-logarítmico:

$$\frac{\log N - \log 10^3}{\log 600 - \log 407,498} = \frac{\log 10^7 - \log 10^3}{\log 600 - \log 320,000}$$

$$\Rightarrow \log N = 5,461910 \Rightarrow N = 289.674 [\text{ciclos}]$$

Observe-se que o erro do método gráfico foi de 30%!

Lembrando-se agora que: 1 ciclo = 1 rotação, o eixo girando com $n = 2000 [rpm]$ é submetido a $60.n [ciclos/h]$. A vida do eixo será:

$$L_h = \frac{289674 [ciclos]}{2000 [rpm] \times 60} = 2,41 [horas]$$

b) Para vida infinita $\sigma \leq S_F = 320 [MPa] \Rightarrow \frac{M_f}{W_f} \leq 320 \times 10^6 [Pa]$.

Sabe-se que: $M_f = \frac{Q \cdot L}{4} \Rightarrow M_f \leq 320 \times 10^6 [Pa] \times 1,227 \times 10^{-5} [m^3]$

$$\Rightarrow Q \leq \frac{4 \times 320 \times 10^6 [Pa] \times 1,227 \times 10^{-5} [m^3]}{1,000 [m]} = 15705,6 [N]$$

Portanto, para vida infinita, a carga deverá ser menor que 15705,6 [N]