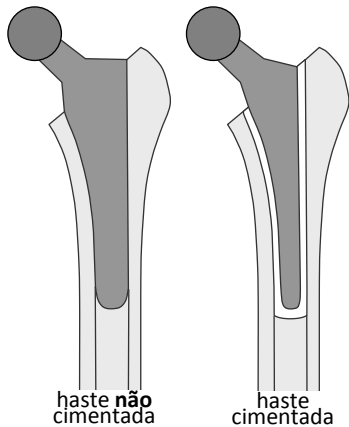


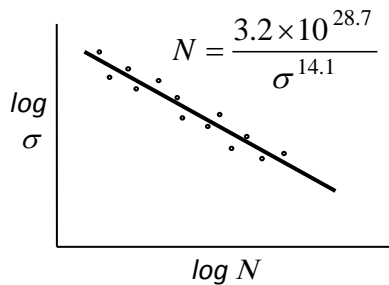
Problema 1



Na variante cimentada do implante femoral, o cimento ósseo é interposto entre o implante metálico e o osso. Para qual das duas variantes (cimentada ou não cimentada) será mais evidente o fenômeno de “stress shielding” (“blindagem” de tensões). Justifique a sua resposta.

Nota: O cimento ósseo é um material com uma rigidez inferior ao da haste metálica. Considere que o diâmetro do canal medular é idêntico nas duas variantes e que a haste metálica cimentada tem um menor diâmetro de que o diâmetro da haste não cimentada.

Problema 2



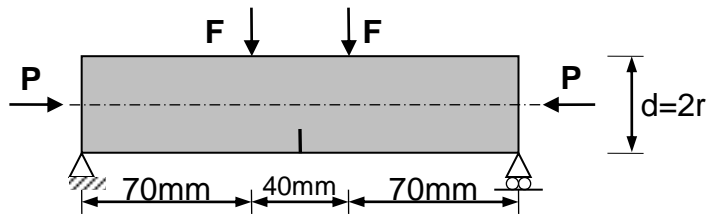
Um ensaio de fadiga permite relacionar uma tensão alternada nominal aplicada a um provete com o número de ciclos suportados até este atingir a rotura. Um ensaio de fadiga do córtex de um fêmur, realizado com uma frequência de 2 Hz em níveis super-fisiológicos de esforço, conduziu à seguinte relação:

$$N = \frac{3.2 \times 10^{28.7}}{\sigma^{14.1}}$$

expressão onde a tensão σ está expressa em MPa e N representa o número de ciclos. Considere a relação constitutiva $\sigma = E \cdot \varepsilon$, onde ε representa a extensão normal e admita para o osso cortical um módulo de Young $E = 20 \text{ GPa}$.

- Perante uma solicitação de extensão super-fisiológica de $3000 \mu\varepsilon$ ($= 0.3\%$), indique o valor do número de ciclos para o qual ocorre a falha.
- Extrapolando o resultado do ensaio de fadiga para uma situação de uma pessoa a caminhar normalmente (solicitação correspondente a um valor fisiológico de esforço) e admitindo uma actividade regular, resultaria uma falha para um número de ciclos correspondente a vários anos de caminhada. Será válido fazer esta extrapolação? De que modo a remodelação óssea irá alterar ou influenciar o resultado da extrapolação? Justifique.

Problema 3



Um provete cilíndrico de osso compacto bi-apoiado (com diâmetro $d=32$ mm, área $A=0.6 \times 10^3 \text{ mm}^2$, segundo momento de área $I=48.3 \times 10^3 \text{ mm}^4$), está sujeito a um carregamento axial P e transversal F (ver figura).

- a) Considere $P = 20 \text{ kN}$,
 $F = 3 \text{ kN}$. Para a secção a meio vão ($x = 90 \text{ mm}$), calcule a máxima tensão de tracção e a máxima tensão de compressão devido à acção combinada de P e de F (tensão devido à carga axial $\sigma = P/A$; tensão de flexão $\sigma = M \cdot r/I$, onde M representa o momento flector).
- b) Considere o osso como material isotrópico com um valor de tensão de falha à tracção $\sigma_{\text{tf}} = 133 \text{ MPa}$ e tensão de falha à compressão $\sigma_{\text{cf}} = 195 \text{ MPa}$. Verifique se existem condições para a falha do provete; utilize o critério de Mohr ($\sigma_1/\sigma_{\text{tf}} - \sigma_3/\sigma_{\text{cf}} = 1$, onde σ_1 e σ_3 são a maior e a menor tensão principal)
- c) Considere apenas a actuação da carga transversal $F = 3 \text{ kN}$. Considere a existência duma fenda semicircular de raio $a = 1 \text{ mm}$ a meio vão na extremidade sujeita à máxima tensão normal de tracção (ver figura). Para a geometria e carregamentos considerados, o factor intensidade de tensão é obtido através de $K = 2.05 \sigma (a/\pi)^{1/2}$. Considerando que o osso tem um valor mínimo de tenacidade à fractura $K_{\text{C}} = 2.2 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$, verifique se existem condições para uma propagação catastrófica da fenda.