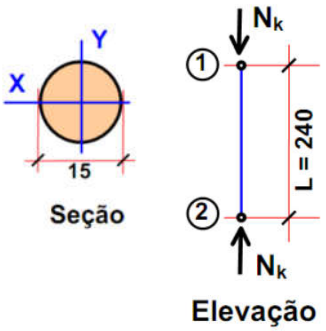
AM2-14.4

Verificar a condição de segurança da barra de madeira comprimida, indicadas nas figuras.
a) Dicotiledônea Classe C-40
b) Cargas:

N_{Gk} = 10 kN (permanente)
N_{Qk} = 30 kN (sobrecarga)



d) vinculação das extremidades da peça :
ponto 1 : indeslocável nos dois planos (XZ e YZ);
ponto 2 : deslocável no plano XZ;

d) Carregamentos de Longa Duração
e) Classe 1 de umidade
f) Madeira serrada de 2ª categoria
g) Combinações Normais

** Exercício extraído das notas de aula do Prof. Miguel Hilgenberg Neto (UFPR)*

Resolução:

(1) Propriedades da Madeira:

$k_{mod} = 0{,}56$

$f_{c0d} = k_{mod} \times f_{c0k} / \gamma_w = 0{,}56 \times 40{,}00\,MPa \;/\; 1{,}4 = 16{,}00\,MPa = 1{,}600\,kN/cm^2$

$E_{c0m} = 19500\,MPa = 1950\,kN/cm^2$

$E_{c0ef} = 0{,}56 \times 1950\,kN/cm^2 = 1092\,kN/cm^2$

(2) Combinações de Ações:

- ELU:

$F_{sd} = 1{,}4 \times G_k + 1{,}4 \times q_{wyk} = 1{,}4 \times 10\,kN + 1{,}4 \times 30\,kN = 56{,}0\,kN$

(3) Propriedades Geométricas:

$$A_g = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{\pi \times (15\,cm)^2}{4} = 176{,}71\,cm^2$$

$$I = \frac{\pi \times d^4}{64} = \frac{\pi \times (15\,cm)^4}{64} = 2485{,}0\,cm^4$$

$$W = \frac{I}{0{,}5 \times d} = \frac{2485{,}0\,cm^4}{0{,}5 \times 15\,cm} = 331{,}33\,cm^3$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A_g}} = \sqrt{\frac{2485{,}0\,cm^2}{176{,}71\,cm^2}} = 3{,}7500\,cm$$

$\lambda_{0x} = 240\,cm$

$\lambda_{0y} = 2 \times 240\,cm = 480\,cm$

$\lambda_y = \frac{480\,cm}{3{,}75\,cm} = 128 \quad 80 < \lambda_y \rightarrow$ *peça esbelta para o eixo* "y"

(3) Verificação de Estabilidade para Compressão Simples Paralela às Fibras (somente do eixo mais desfavorável – eixo Y):

$$e_{iy} = \frac{M_{1d}}{N_{sd}} \geq \frac{h_y}{30} \rightarrow \frac{0\,kNcm}{56\,kN} \geq \frac{15\,cm}{30}$$

$e_{iy} = 0\,cm \geq 0{,}5\,cm \rightarrow e_{iy} = 0{,}5\,cm$

$$e_{ay} = \frac{L_0}{300} \geq \frac{h_y}{30} \rightarrow \frac{480\,cm}{300} \geq \frac{15\,cm}{30}$$

$e_{ay} = 1{,}60\,cm \geq 0{,}5\,cm \rightarrow e_{ay} = 1{,}60\,cm$

$\phi = 0{,}8$

$[N_{gk} + (\psi_1 + \psi_2) \times N_{qk}] = [10\,kN + (0{,}3+0{,}2) \times 30\,kN] = 25\,kN$

$$F_{Ey} = \frac{\pi^2 \times E_{co,ef} \times I_y}{L_0^2} = \frac{\pi^2 \times 1092\,kN/cm^2 \times 2485{,}0\,cm^4}{(480\,cm)^2} = 116{,}24\,kN$$

$$C = \left(\frac{\phi \times [N_{gk} + (\psi_1 + \psi_2) \times N_{qk}]}{F_{Ey} - [N_{gk} + (\psi_1 + \psi_2) \times N_{qk}]} \right) = \left(\frac{0{,}8 \times 25\,kN}{116{,}24\,kN - 25\,kN} \right) = 0{,}21920$$

$$e_{ig} = 0 \ (compressão \ simples)$$

$$e_{cy} = (e_{ig} + e_{ay}) \times (e^{C} - 1) = (0 + 1{,}60\,cm) \times (e^{0{,}21920} - 1) = 0{,}39213\,cm$$

$$e_{1\,efy} = e_{ay} + e_{iy} + e_{cy} = 1{,}60\,cm + 0{,}5\,cm + 0{,}39213\,cm = 2{,}4921\,cm$$

$$M_{sdy} = N_{sd} \times e_{1\,efy} \times \left(\frac{F_{Ey}}{F_{Ey} - N_{sd}} \right) = 56{,}0\,kN \times 2{,}4921\,cm \times \left(\frac{116{,}24\,kN}{116{,}24\,kN - 56\,kN} \right) = 269{,}29\,kNcm$$

$$\sigma_{Nsd} = \frac{N_{sd}}{A_g} = \frac{56\,kN}{176{,}71\,cm^2} = 0{,}31690\,kN/cm^2$$

$$\sigma_{Msd} = \frac{M_{sdy}}{W} = \frac{269{,}29\,kN.cm}{331{,}33\,cm^3} = 0{,}81275\,kN/cm^2$$

Equação de Interação:

$$\frac{\sigma_{Nsd}}{f_{c0d}} + \frac{\sigma_{Msdy}}{f_{c0\,d}} \leq 1 \rightarrow \frac{0{,}31690}{1{,}60} + \frac{0{,}81275}{1{,}60} = 0{,}19806 + 0{,}50797 = 0{,}70603 \ (F.S.) < 1 \ \textit{Ok! Verifica!!!}$$