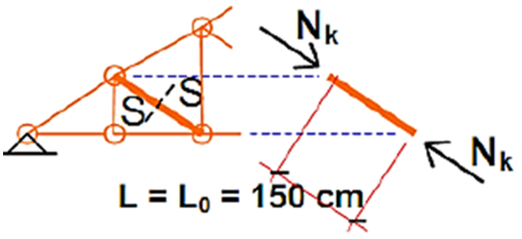
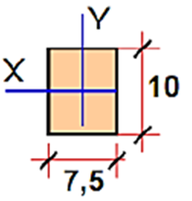
SE2_E14-01



Verificar a condição de segurança da peça comprimida de madeira, indicada nas figuras, submetida a esforço de compressão:
a) Madeira dicotiledônea Eucalipto Dunii;
b) Dimensões em centímetros;
c) Esforços característicos:

$NGk := 8\ kN \quad (permanente)$
$NQk := 20\ kN \quad (acidental)$

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



Seção Transversal

Combinação de Ações (Normal em ELU):

$\gamma g := 1,4 \qquad \gamma q := 1,4$

$Ncsd := \gamma g \cdot NGk + \gamma q \cdot NQk = 39,2\ kN$

Tensão Resistente de Compressão Paralela às Fibras:

Da norma NBR 7190:1997: Eucalipto Dunii $Ec0m := 18029\ MPa$ $fc0m := 48,9\ MPa$

$$f_{ck,12} = 0,7 \cdot f_{c,média,12\%}$$
$$f_{tk,12} = 0,7 \cdot f_{t,média,12\%}$$
$$f_{vk,12} = 0,54 \cdot f_{v,média,12\%}$$

$fc0k := 0,7 \cdot fc0m = 34,23\ MPa$

Classe de carregamento: Longa Duração; $kmod1 := 0,7$

Classe de Umidade: Classe 1; $kmod2 := 1,0$

Classificação Estrutural: 2a categoria; $kmod3 := 0,8$

$kmod := kmod1 \cdot kmod2 \cdot kmod3 = 0,56$

Peças em compressão paralela às fibras: $\gamma w := 1,4$

$fc0d := kmod \cdot \frac{fc0k}{\gamma w} = 1,3692\ \frac{kN}{cm^2}$ $fc0d = 13,692\ MPa$

Módulo de elasticidade efetivo:

$Ec0ef := kmod \cdot Ec0m = 1009,6\ \frac{kN}{cm^2}$ $Ec0ef = 10,096\ GPa$

Análise da Geometria da Seção Transversal:

$hx := 10\ cm \qquad hy := 7,5\ cm$

$Ag := hx \cdot hy = 75\ cm^2$

$Ix := \frac{hy \cdot hx^3}{12} = 625\ cm^4$ $Iy := \frac{hx \cdot hy^3}{12} = 351,56\ cm^4$

$rx := \sqrt{\frac{Ix}{Ag}} = 2,8868 \text{ cm}$ $ry := \sqrt{\frac{Iy}{Ag}} = 2,1651 \text{ cm}$

$Lox := 150 \text{ cm}$ $Loy := 150 \text{ cm}$

$\lambda x := \frac{Lox}{rx} = 51,962$ $\lambda y := \frac{Loy}{ry} = 69,282$

*** Como os comprimentos de flambagem (Lox e Loy) são iguais e o problema é de compressão simples, basta proceder a análise de estabilidade do eixo que apresenta o menor raio de giração.

*** Para comprimentos de flambagem diferentes nos eixos principais de inércia é necessário calcular o índice de esbeltez de cada eixo para então descobrir qual eixo será o determinante da verificação (eixo de maior índice de esbeltez).

No presente caso o eixo y apresenta o maior índice de esbeltez.
E como λy é maior do 40 e menor ou igual a 80, temos uma peça medianamente esbelta.

Análise de Estabilidade do Eixo Y - Peça Medianamente Esbelta.

Peças Medianamente Esbeltas ($40 < \lambda \leq 80$):

$$e_a = \frac{L_0}{300} \geq \frac{h}{30} \qquad e_i = \frac{M_{1d}}{N_{Sd}} \geq \frac{h}{30}$$

$$e_1 = e_i + e_a$$

$$F_E = \frac{\pi^2 \cdot E_{c0,ef} \cdot I}{L_0^2}$$

$$M_{Sd} = N_{Sd} \cdot e_1 \cdot \left(\frac{F_E}{F_E - N_{Sd}}\right)$$

$$\sigma_{Nsd} = \frac{N_{Sd}}{A}$$

$$\sigma_{Msd} = \frac{M_{Sd}}{I} \cdot y = \frac{M_{Sd}}{W}$$

$$\frac{\sigma_{Nsd}}{f_{c0d}} + \frac{\sigma_{Msd}}{f_{c0d}} \leq 1$$

$\frac{hy}{30} = 0,25 \text{ cm}$

$eay := \text{if } \frac{Loy}{300} \geq \frac{hy}{30} = 0,5 \text{ cm}$
$\quad \frac{Loy}{300}$
$\quad \text{else}$
$\quad \frac{hy}{30}$

Compressão Simples: $M1d := 0 \text{ kN cm}$

$eiy := \text{if } \frac{M1d}{Ncsd} \geq \frac{hy}{30} = 0,25 \text{ cm}$
$\quad \frac{M1d}{Ncsd}$
$\quad \text{else}$
$\quad \frac{hy}{30}$

$e1y := eay + eiy = 0,75 \text{ cm}$

$FEy := \frac{\pi^2 \cdot Ec0ef \cdot Iy}{Loy^2} = 155,7 \text{ kN}$

$Ncsd \cdot e1y = 29,4 \text{ kN cm}$ $\frac{FEy}{FEy - Ncsd} = 1,3365$

$Msdy_final := Ncsd \cdot e1y \cdot \left(\frac{FEy}{FEy - Ncsd}\right) = 39,293 \text{ kN cm}$

$\sigma_{Nsd} := \frac{Ncsd}{Ag} = 0,52267 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$

$Wy := \frac{Iy}{\frac{hy}{2}} = 93,75 \text{ cm}^3$

$\sigma_{Msdy} := \frac{Msdy_final}{Wy} = 0,41912 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$

$\frac{\sigma_{Nsd}}{fc0d} = 0,38173$ A tensão solicitante devido à carga centrada de compressão é 38,17% da tensão resistente de compressão paralela as fibras.

$\frac{\sigma_{Msdy}}{fc0d} = 0,3061$ A tensão solicitante devido ao momento final resultante das excêntricidades consideradas no problema, correspondem à 30,61% da tensão resistente de compressão paralela as fibras.

$\frac{\sigma_{Nsd}}{fc0d} + \frac{\sigma_{Msdy}}{fc0d} = 0,68784$ < 1 Conclusão: OK! a peça atende à verificação de estabilidade.
