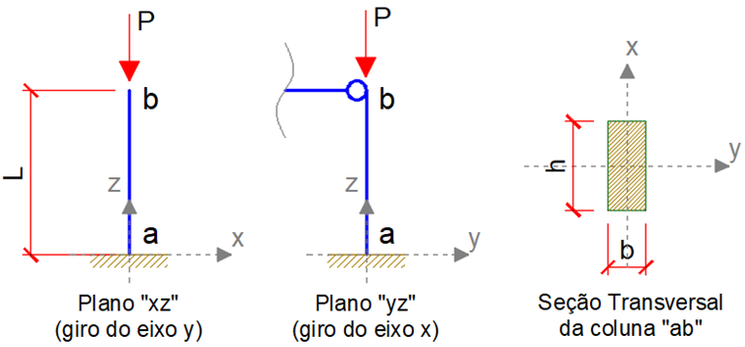
B1T5NA0914A

Determinar as dimensões de seção transversal "h" e "b" de modo que a peça tenha menor seção transversal possível porém mantendo-se no limite de peça medianamente esbelta para então verificar a condição de estabilidade da barra "ab".



- Combinações normais em ELU considerando edificação do tipo garagem;
- Madeira Dicotiledônea Classe C30;
- Ambiente Classe 2 de umidade;
- Carregamentos de longa duração;
- Peças de 1a categoria;
- Não há excentricidade de carga em relação ao giro dos eixos principais de inércia no pilar "ab";

Cargas em valor característico:

a) peso próprio: $P1 := 30\ kN$

b) acidental de ocupação: $P2 := 60\ kN$

Dados geométricos: $L := 300\ cm$

Q01) Qual a mínima dimensão "h" da seção transversal de modo que o pilar "ab" ainda seja uma peça medianamente esbelta? [em modulação de 0,5 cm]
Q02) Qual a mínima dimensão "b" da seção transversal de modo que o pilar "ab" ainda seja uma peça medianamente esbelta? [em modulação de 0,5 cm]
Q03) Qual o valor da carga crítica de flambagem para o eixo principal de inércia mais desfavorável do pilar "ab"? [em KN]
Q04) Qual o valor da relação "tensão solicitante"/"tensão resistente" na verificação de estabilidade do pilar "ab"? [adimensional]

Combinações de Ações:

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

$Ncsd := \gamma g \cdot P1 + \gamma q \cdot P2 = 126\ kN$ $Q01 := Ncsd = 126\ kN$

Propriedades da Madeira:

$fc0k := 30\ MPa$
$kmod1 := 0,7$ (carregamentos de longa duração)
$kmod2 := 1,0$ (ambiente Classe 2 de umidade)
$kmod3 := 1,0$ (dicotiledônea de 1a categoria)

$kmod := kmod1 \cdot kmod2 \cdot kmod3 = 0,7$
$\gamma w := 1,4$

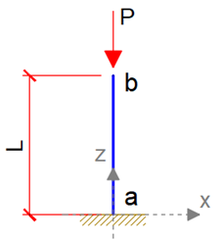
$fc0d := kmod \cdot \frac{fc0k}{\gamma w} = 1,5 \ \frac{kN}{cm^2}$

$Ec0m := 14,5 \ GPa$

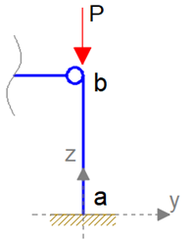
$Ec0ef := kmod \cdot Ec0m = 1015 \ \frac{kN}{cm^2}$

Análise da Geometria do Pilar "ab"

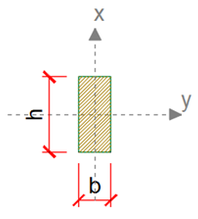
O Pilar "ab" tem que ser medianalmente esbelto (no limite máximo da esbeltez para este caso) em ambos eixos principais de inércia.



Plano "xz"
(giro do eixo y)



Plano "yz"
(giro do eixo x)



Seção Transversal
da coluna "ab"

Para o giro do eixo "x":

$Ix = \frac{h \cdot b^3}{12} \qquad Ag := b \cdot h$

$rx = \sqrt{\frac{Ix}{Ag}} \ \text{---} > \ rx = \sqrt{\frac{\frac{h \cdot b^3}{12}}{b \cdot h}} \ \text{---} >$

$rx = \sqrt{\frac{h \cdot b^3}{12} \cdot \left(\frac{1}{b \cdot h}\right)} \ \text{---} > rx = \sqrt{\frac{b^2}{12}} \ \text{---} > rx = \frac{b}{\sqrt{12}}$

$\lambda x = \frac{Lox}{rx} \ \text{---} > \lambda x = \frac{L}{\frac{b}{\sqrt{12}}} \ \text{---} > \lambda x = \frac{L \cdot \sqrt{12}}{b}$

Considerando que o limite de esbeltez para uma peça medianamente esbelta é 80:

$\frac{L \cdot \sqrt{12}}{b} = 80 \ \text{---} > \ b := \frac{L \cdot \sqrt{12}}{80} = 12,99 \ cm \ \text{===} > \ b := 13 \ cm \qquad Q02 := b = 13 \ cm$

Para o giro do eixo "y":

$Iy = \frac{b \cdot h^3}{12} \qquad ry = \sqrt{\frac{Iy}{Ag}} \ \text{---} > \ ry = \sqrt{\frac{\frac{b \cdot h^3}{12}}{b \cdot h}} \ \text{---} > \ ry = \sqrt{\frac{b \cdot h^3}{12} \cdot \left(\frac{1}{b \cdot h}\right)} \ \text{---} > ry = \sqrt{\frac{h^2}{12}} \ \text{---} > ry = \frac{h}{\sqrt{12}}$

$\lambda y = \frac{Loy}{ry} \ \text{---} > \lambda y = \frac{2 \cdot L}{\frac{h}{\sqrt{12}}} \ \text{---} > \lambda y = \frac{2 \cdot L \cdot \sqrt{12}}{h}$

Considerando que o limite de esbeltez para uma peça medianamente esbelta é 80:

$\frac{2 \cdot L \cdot \sqrt{12}}{h} = 80 \ \text{---} > h := \frac{2 \cdot L \cdot \sqrt{12}}{80} = 25,9808 \ cm \ \text{===} > \ h := 26 \ cm \qquad Q01 := h = 26 \ cm$

$\lambda x := \frac{L}{\frac{b}{\sqrt{12}}} = 79,941 \qquad \lambda y := \frac{2 \cdot L}{\frac{h}{\sqrt{12}}} = 79,941$

Verificação de Estabilidade do Eixo de Maior Índice de Esbeltez (Eixo X - altura de giro b):

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

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

$$e_1 = e_i + e_a$$

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

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

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

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

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

$hx := b = 13$ cm $hy := h = 26$ cm $Lox := L = 300$ cm

$\frac{hx}{30} = 0,43333$ cm $M1d := 0$ kN cm

$\frac{Lox}{300} = 1$ cm $\frac{M1d}{Ncsd} = 0$

$eax := \text{if } \frac{Lox}{300} \geq \frac{hx}{30} = 1$ cm
$\frac{Lox}{300}$
else
$\frac{hx}{30}$

$eix := \text{if } \frac{M1d}{Ncsd} \geq \frac{hx}{30} = 0,43333$ cm
$\frac{M1d}{Ncsd}$
else
$\frac{hx}{30}$

$e1x := eax + eix = 1,4333$ cm

$Ix := \frac{h \cdot b^3}{12} = 4760,2$ cm^4

$FEx := \frac{\pi^2 \cdot Ec0ef \cdot Ix}{Lox^2} = 529,84$ kN $Q03 := FEx = 529,84$ kN

$Ncsd \cdot e1x = 180,6$ kN cm $\frac{FEx}{FEx - Ncsd} = 1,312$

$Msdx_final := Ncsd \cdot e1x \cdot \left(\frac{FEx}{FEx - Ncsd}\right) = 236,95$ kN cm $Wx = \frac{Ix}{\frac{hx}{2}}$ ---> $\frac{\frac{hy \cdot hx^3}{12}}{\frac{hx}{2}} = \frac{hy \cdot hx^3}{12} \cdot \frac{2}{hx}$

$\sigma_{Nsd} := \frac{Ncsd}{Ag} = 0,37278 \frac{kN}{cm^2}$

$Wx := \frac{hy \cdot hx^2}{6} = 732,33$ cm^3

$\sigma_{Msdx} := \frac{Msdx_final}{Wx} = 0,32355 \frac{kN}{cm^2}$

$SporR := \frac{\sigma_{Nsd} + \sigma_{Msdx}}{fc0d} = 0,46422$ $\sigma_{Nsd} + \sigma_{Msdx} = 6,9633$ MPa

$fc0d = 15$ MPa $Q04 := SporR = 0,46422$

$Q01 = 26$ cm
$Q02 = 13$ cm
$Q03 = 529,84$ kN
$Q04 = 0,46422$
