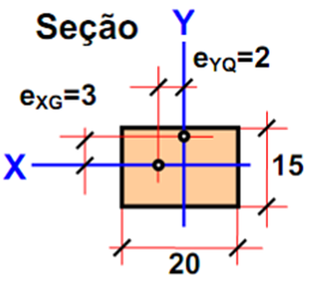
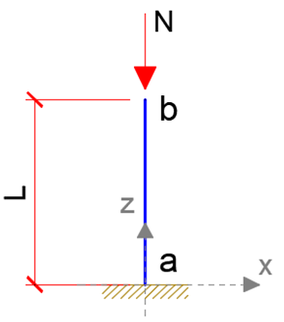
B2T5MA1022A

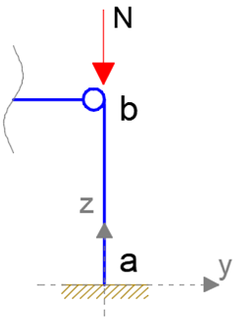
Verificar a condição de segurança da peça sujeita a flexocompressão indicada nas figuras.

Dados:
- ELU Combinação Normal;
- Dicotiledônea C-40;
- kmod = 0,56;
- Dimensões em "cm";





Plano "xz"
(giro do eixo y)



Plano "yz"
(giro do eixo x)

$e_{xG} := 3\ cm$

$N_{Gkx} := 30\ kN$ (permanente)

$e_{yQ} := 2\ cm$

$N_{Qky} := 60\ kN$ (variável)

$L := 230\ cm$

Q01) Qual o resultado numérico da aplicação da expressão de verificação de flexão composta oblíqua? [adimensional]
Q02) Qual o resultado numérico da aplicação da expressão de verificação de estabilidade do eixo "x" ? [adimensional]
Q03) Qual o resultado numérico da aplicação da expressão de verificação de estabilidade do eixo "y" ? [adimensional]

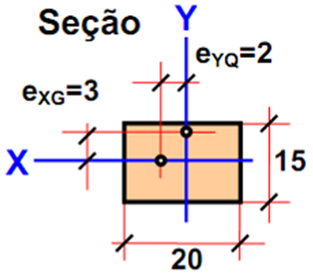
Propriedades da Madeira:

$fc0k := 40\ MPa$ $fv0k := 6\ MPa$ $Ec0m := 19,5\ GPa$

$kmod := 0,56$

$fc0d := kmod \cdot \frac{fc0k}{1,4} = 1,6\ \frac{kN}{cm^2}$ $Ec0ef := kmod \cdot Ec0m = 1092\ \frac{kN}{cm^2}$

Combinações de Ações (ELU):



$e_{xG} := 3\ cm$

$N_{Gkx} := 30\ kN$ (permanente) $\gamma g := 1,4$

$e_{yQ} := 2\ cm$

$N_{Qky} := 60\ kN$ (variável) $\gamma q := 1,4$

$Ncsd := \gamma g \cdot N_{Gkx} + \gamma q \cdot N_{Qky} = 126\ kN$

$Msdx1 := \gamma g \cdot N_{Gkx} \cdot e_{xG} = 126\ kN\ cm$

$Msdy1 := \gamma q \cdot N_{Qky} \cdot e_{yQ} = 168\ kN\ cm$

Verificação de Resistência em Flexocompressão Oblíqua:

$$\left(\frac{\sigma_{Nc,d}}{f_{c0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{Mx,d}}{f_{c0,d}} + k_M \frac{\sigma_{My,d}}{f_{c0,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{Nc,d}}{f_{c0,d}}\right)^2 + k_M \frac{\sigma_{Mx,d}}{f_{c0,d}} + \frac{\sigma_{My,d}}{f_{c0,d}} \leq 1$$

$k_M = 0,5$: para seção retangular

$k_M = 1,0$: para outras seções transversais

$b := 20\ cm$

$h := 15\ cm$

$Ag := b \cdot h = 300\ cm^2$

$Ix := \frac{b \cdot h^3}{12} = 5625\ cm^4$ $\quad Wx := \frac{b \cdot h^2}{6} = 750\ cm^3$ $\quad Wx := \frac{Ix}{0,5 \cdot h} = 750\ cm^3$

$Iy := \frac{h \cdot b^3}{12} = 10000\ cm^4$ $\quad Wy := \frac{h \cdot b^2}{6} = 1000\ cm^3$ $\quad Wy := \frac{Iy}{0,5 \cdot b} = 1000\ cm^3$

$\sigma Ncd := \frac{Ncsd}{Ag} = 0,42\ \frac{kN}{cm^2}$ $\quad \sigma Mxd := \frac{Msdx1}{Wx} = 0,168\ \frac{kN}{cm^2}$ $\quad \sigma Myd := \frac{Msdy1}{Wy} = 0,168\ \frac{kN}{cm^2}$

$Verif_Res_1 := \left(\frac{\sigma Ncd}{fc0d}\right)^2 + \frac{\sigma Mxd}{fc0d} + 0,5 \cdot \frac{\sigma Myd}{fc0d} = 0,2264$ $\quad < 1$ logo: OK! Verifica!

$Verif_Res_2 := \left(\frac{\sigma Ncd}{fc0d}\right)^2 + 0,5 \cdot \frac{\sigma Mxd}{fc0d} + \frac{\sigma Myd}{fc0d} = 0,2264$

$Q01 := \max([\ Verif_Res_1\ \ Verif_Res_2\ ]) = 0,22641$

Análise da Geometria do Problema:

$rx := \sqrt{\frac{Ix}{Ag}} = 4,3301\ cm$ $\quad ry := \sqrt{\frac{Iy}{Ag}} = 5,7735\ cm$

$Lox := L = 230\ cm$ $\quad Loy := 2 \cdot L = 460\ cm$

$\lambda x := \frac{Lox}{rx} = 53,1162$ $\quad \lambda y := \frac{Loy}{ry} = 79,6743$

* Peça Medianamente Esbelta para ambos eixos principais de inércia.

Verificação de Estabilidade do Eixo X:

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

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

$e_1 = e_i + e_a$

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

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

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

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

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

$hx := h = 15\ cm$

$eax := \text{if}\ \frac{Lox}{300} \geq \frac{hx}{30} = 0,7667\ cm$
$\quad \frac{Lox}{300}$
$\quad \text{else}$
$\quad \frac{hx}{30}$

$FEx := \frac{\pi^2 \cdot Ec0ef \cdot Ix}{Lox^2} = 1146,0122\ kN$

$Msdx1 = 126\ kN\ cm$

$eix := \text{if}\ \frac{Msdx1}{Ncsd} \geq \frac{hx}{30} = 1\ cm$
$\quad \frac{Msdx1}{Ncsd}$
$\quad \text{else}$
$\quad \frac{hx}{30}$

$e1x := eax + eix = 1,7667\ cm$

$\frac{FEx}{FEx - Ncsd} = 1,1235$ $\quad Msdx_final := Ncsd \cdot e1x \cdot \left(\frac{FEx}{FEx - Ncsd}\right) = 250,0973\ kN\ cm$

$\sigma Nsd := \frac{Ncsd}{Ag} = 0,42\ \frac{kN}{cm^2}$ $\quad \sigma Msdx_final := \frac{Msdx_final}{Wx} = 0,3335\ \frac{kN}{cm^2}$

Equação de Interação:

$\frac{\sigma_{Nsd}}{f_{c0d}} + \frac{\sigma_{Msd}}{f_{c0d}} \leq 1$ $\quad Verif_EstX := \frac{\sigma Nsd}{fc0d} + \frac{\sigma Msdx_final}{fc0d} = 0,4709$ $\quad < 1$ OK ! Verifica !

$Q02 := Verif_EstX = 0,47091$

Verificação de Estabilidade do Eixo Y:

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

$hy := b = 20\ cm$ $\quad FEy := \frac{\pi^2 \cdot Ec0ef \cdot Iy}{Loy^2} = 509,3388\ kN$

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

$e_1 = e_i + e_a$

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

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

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

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

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

$eay := \text{if}\ \frac{Loy}{300} \geq \frac{hy}{30} = 1,5333\ cm$
$\quad \frac{Loy}{300}$
$\quad \text{else}$
$\quad \frac{hy}{30}$

$Msdy1 = 168\ kN\ cm$

$eiy := \text{if}\ \frac{Msdy1}{Ncsd} \geq \frac{hy}{30} = 1,3333\ cm$
$\quad \frac{Msdy1}{Ncsd}$
$\quad \text{else}$
$\quad \frac{hy}{30}$

$e1y := eay + eiy = 2,8667\ cm$

$\frac{FEy}{FEy - Ncsd} = 1,3287$ $\quad Msdy_final := Ncsd \cdot e1y \cdot \left(\frac{FEy}{FEy - Ncsd}\right) = 479,9232\ kN\ cm$

$\sigma Nsd := \frac{Ncsd}{Ag} = 0,42\ \frac{kN}{cm^2}$ $\quad \sigma Msdy_final := \frac{Msdy_final}{Wy} = 0,4799\ \frac{kN}{cm^2}$

Equação de Interação:

$\frac{\sigma_{Nsd}}{f_{c0d}} + \frac{\sigma_{Msd}}{f_{c0d}} \leq 1$ $\quad Verif_EstY := \frac{\sigma Nsd}{fc0d} + \frac{\sigma Msdy_final}{fc0d} = 0,5625$ $\quad < 1$ OK ! Verifica !

$Q03 := Verif_EstY = 0,56245$

Respostas:

$Q01 = 0,22641$
$Q02 = 0,4709$
$Q03 = 0,5625$
