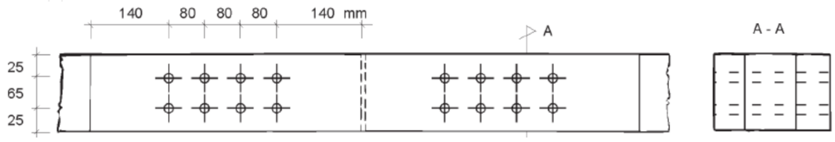
Tipo 1

1) Duas peças tracionadas (115 mm × **42** mm) de **Angelim-ferro** de segunda categoria usado em ambiente de classe 2 de umidade, estão ligadas por parafusos de d=19 mm (d'=20 mm) à duas talas laterais metálicas. Considere carga de longa duração. Calcular o esforço normal resistente de tração paralela às fibras de projeto, N_{dres}.

N_{dres}=80,8 kN



$$A_n = (h - 2d')b \qquad N_{dres} = A_n\, f_{td}$$

Solução:

$$f_{td} = k_{mod}\frac{f_{tk}}{\gamma_w} = 0{,}70\times 1{,}0\times 0{,}80\times\frac{0{,}70\times 117{,}8}{1{,}8} = 25{,}65\ \text{MPa}$$

$$A_n = (h - 2d') = (11{,}5 - 2\times 2{,}0)\times 4{,}2 = 31{,}5\ \text{cm}^2$$

$$N_{dres} = A_n\, f_{td} = 31{,}5\times 2{,}565 = 80{,}8\ \text{kN}$$

2) Determinar a carga concentrada máxima de projeto, P_d, no meio de um vão de **360** cm, de uma viga de 9,0 cm × 18,0 cm, em **Branquilho** de 2ª categoria, classe de umidade 2. Considere carga de longa duração.

P_d= 7,27 kN

$$\frac{M_d}{W} \le f_{cd}$$

Solução:

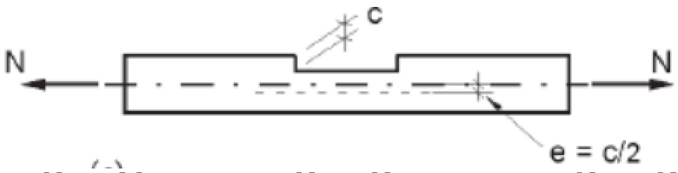
$$f_{cd} = k_{mod}\frac{f_{ck}}{\gamma_w} = 0{,}70\times1{,}0\times0{,}80\times\frac{0{,}70\times48{,}1}{1{,}4} = 13{,}47\text{MPa}$$

$$\frac{M_d}{W} \le f_{cd} \Rightarrow \frac{\frac{P_d L}{4}}{\frac{bh^2}{6}} \le f_{cd}$$

$$\frac{\frac{P_d(360\text{ cm})}{4}}{\frac{(9{,}0\text{ cm})(18\text{ cm})^2}{6}} \le 1{,}347\frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \qquad P_d = 7{,}27\text{ kN}$$

3) Um pranchão de **Canafistula** de 2ª categoria, classe de umidade 2, de 8,0 cm × **23,5** cm está sujeito a um esforço de tração, originado de carga de longa duração. Calcular o esforço normal de tração paralela às fibras resistente de projeto, N_d, com segurança à flexotração numa seção que tenha uma endentação de profundidade c = 3,5 cm segundo a altura da seção. Considere carga de longa duração.

N_d= 194,0 kN



$$\sigma_{td} + \sigma_{Md} \le f_{td} \Rightarrow \frac{N_d}{A} + \frac{M_d}{W} \le f_{td} \Rightarrow \frac{N_d}{A} + \frac{N_d\,e}{W} \le f_{td} \Rightarrow \frac{N_d}{b\,h} + \frac{N_d\,e}{\frac{bh^2}{6}} \le f_{td}$$

Solução:

$$f_{td} = k_{mod}\frac{f_{tk}}{\gamma_w} = 0{,}70\times1{,}0\times0{,}80\times\frac{0{,}70\times84{,}9}{1{,}8} = 18{,}49\text{ MPa}$$

$$\sigma_{td} + \sigma_{Md} \le f_{td} \Rightarrow \frac{N_d}{A} + \frac{M_d}{W} \le f_{td} \Rightarrow \frac{N_d}{A} + \frac{N_d\,e}{W} \le f_{td} \Rightarrow$$

$$\frac{N_d}{b\,h} + \frac{N_d\,e}{\frac{bh^2}{6}} \le f_{td} \Rightarrow \frac{\mathbf{N_d}}{(8{,}0\text{ cm})(20{,}0\text{ cm})} + \frac{\mathbf{N_d}\times1{,}75\text{ cm}}{\frac{(8{,}0\text{ cm})(20{,}0\text{ cm})^2}{6}} \le 1{,}849\frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\mathbf{N_d} \le 194{,}0\ \textbf{kN}$$

4) Para uma coluna (**9,0** cm × 12,0 cm) de **Sucupira** de 2ª categoria, classe de umidade 2, sujeito à compressão simples, calcular a carga máxima de projeto N_d para a peça com $\ell_{f\ell}$ = 205 cm. Considere carga de longa duração.

$$40 < \lambda \leq 80 \Rightarrow \sigma_{td} + \sigma_{Md} \leq f_{cd} \Rightarrow \frac{N_d}{A} + \frac{M_d}{W} \leq f_{cd} \Rightarrow \frac{N_d}{A\, f_{cd}} + \frac{N_d\, e}{W\, f_{cd}}\left(\frac{N_{cr}}{N_{cr} - N_d}\right) \leq 1{,}0$$

$$e = \frac{L_{fl}}{300} \qquad I = \frac{b\, h^3}{12} \qquad W = \frac{b\, h^2}{6} \qquad r = \sqrt{\frac{I}{A}} = \frac{h}{\sqrt{12}} \qquad N_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L_{fl}^2} \qquad \lambda = \frac{L_{fl}}{r}$$

Solução:

A) Propriedades Mecânicas

$$k_{mod} = 0{,}70 \times 1{,}0 \times 0{,}80 = 0{,}56$$

$$f_{cd} = k_{mod} \frac{f_{ck}}{\gamma_w} = 0{,}56 \times \frac{0{,}70 \times 95{,}2}{1{,}4} = 26{,}66\ \text{MPa}$$

$$E_{c,ef} = k_{mod}\, E_C = 0{,}56 \times 21724{,}0 = 12165{,}44\ \text{MPa}$$

B) Propriedades Geométricas

$$A = b\, h = 12\ \text{cm} \times 9{,}0\ \text{cm} = 108{,}0\ \text{cm}^2$$

$$I = \frac{b\, h^3}{12} = \frac{12\ \text{cm} \times (9{,}0\ \text{cm})^3}{12} = 729{,}0\ \text{cm}^4$$

$$W = \frac{b\, h^2}{6} = \frac{12\ \text{cm} \times (9{,}0\ \text{cm})^2}{6} = 162{,}0\ \text{cm}^3$$

$$r = \sqrt{\frac{\frac{b\, h^3}{12}}{b\, h}} = \frac{9{,}0\ \text{cm}}{\sqrt{12}} = 2{,}598\ \text{cm}^3$$

$$\lambda = \frac{205\ \text{cm}}{2{,}598\ \text{cm}} = 78{,}9$$

C) Cálculo de N_d para coluna medianamente esbelta

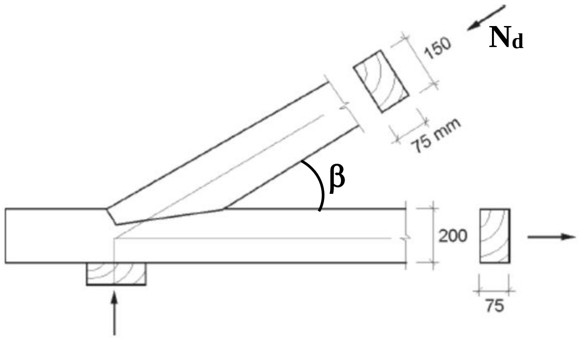
$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L_{fl}^2} = \frac{\pi^2 \times 1216{,}544 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \times 729{,}0\ \text{cm}^4}{(205\ \text{cm})^2} = 208{,}2799\ \text{cm}^2$$

$$e = \frac{205\ \text{cm}}{300} = 0{,}683\ \text{cm}$$

$$\frac{\mathbf{N_d}}{108{,}0 \times 2{,}666} + \frac{\mathbf{N_d} \times 0{,}683}{162{,}0 \times 2{,}666}\left(\frac{208{,}2799}{208{,}2799 - \mathbf{N_d}}\right) \leq 1{,}0$$

$$\mathbf{N_d} \leq 130{,}1\ \mathbf{kN}$$

5) Dimensionar a ligação por entalhe do nó extremo de uma treliça de madeira **Tatajuba** (2ª categoria, classe 3 de umidade) conforme ilustra a figura. Os esforços indicados na figura decorrem de uma combinação normal de ações. Adote β=**33º** e N_d=28 kN.



$$f_{cnd} = 0{,}25 \times f_{cd}$$

$$f_{c\beta d} = \frac{f_{cd} \times f_{cnd}}{f_{cd} \times sen^2(\beta) + f_{cnd} \times cos^2(\beta)}$$

$$\mathbf{t} \geq \frac{N_d \cos(\beta)}{b\, f_{c\beta d}} = \mathbf{3{,}32\ cm}$$

$$\mathbf{a} \geq \frac{N_d \cos(\beta)}{b\, f_{vd}} = \mathbf{19{,}1\ cm}$$

Solução:

$$k_{mod} = 0{,}70 \times 0{,}8 \times 0{,}8 = 0{,}448$$

$$f_{ed} = f_{cd} = k_{mod} \frac{f_{ck}}{\gamma_w} = 0{,}448 \times \frac{0{,}70 \times 79{,}50}{1{,}4} = 17{,}81 \text{ MPa}$$

$$f_{vd} = k_{mod} \frac{f_{vk}}{\gamma_w} = 0{,}448 \times \frac{0{,}54 \times 12{,}20}{1{,}8} = 1{,}640 \text{ MPa}$$

$$f_{cnd} = 0{,}25 \times f_{cd} = 0{,}25 \times 17{,}81 = 4{,}45 \text{ MPa}$$

A tensão resistente $f_{c\beta d}$ para uma face inclinada de 32° pode ser calculada por:

$$f_{c\beta d} = \frac{f_{cd} \times f_{cnd}}{f_{cd} \times sen^2(\beta) + f_{cnd} \times cos^2(\beta)} =$$

$$f_{c\beta d} = \frac{17{,}81 \times 4{,}45}{17{,}81 \times sen^2(33^o) + 4{,}45 \times cos^2(33^o)} = 9{,}42 \text{ MPa}$$

A tensão $f_{c\beta d}$ aplica-se à peça horizontal, na qual a face de apoio é inclinada de β. obtêm-se:

$$\mathbf{t} \geq \frac{N_d \cos(\beta)}{b\, f_{c\beta d}} = \frac{28000 \cos(33^o)}{75 \times 9{,}42} = 33{,}2 \text{ mm} = 3{,}32 \text{ }\mathbf{cm}$$

$$\mathbf{a} \geq \frac{N_d \cos(\beta)}{b\, f_{vd}} = \frac{28000 \cos(33^o)}{75 \times 1{,}640} = 191 \text{ mm} = 19{,}1 \text{ }\mathbf{cm}$$