

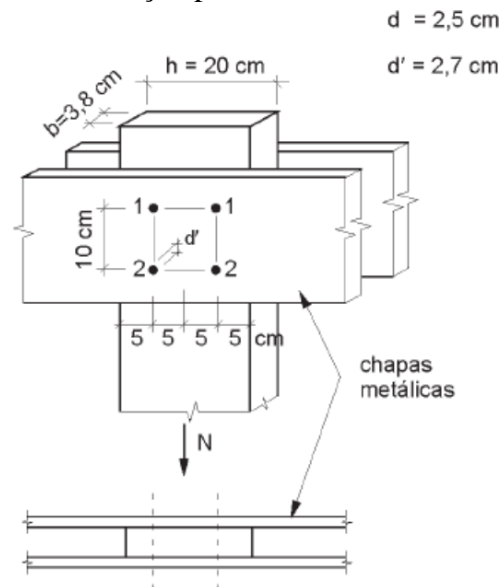
## Prova Modelo – Estruturas de Madeira

1) Um pendural de pinho brasileiro de segunda categoria usado em ambiente de classe 3 de umidade, está ligado por parafusos 25 mm a duas talas laterais metálicas. O pendural está sujeito aos seguintes esforços de tração, oriundos de ações de construção (cargas de média duração):

$N_g$  (carga de gravidade) = 15 kN

$N_q$  (carga variável) = 10 kN

Verificar a segurança do pendural em tração paralela às fibras.



$$N_d = \gamma_g \times N_g + \gamma_q \times N_q = 1,3 \times 15 + 1,2 \times 10 = 31,5 \text{ kN}$$

$$f_{td} = k_{\text{mod}} \frac{f_{tk}}{\gamma_w} = 0,80 \times 0,80 \times 0,80 \times \frac{0,70 \times 93,1}{1,8} = 18,50 \text{ MPa}$$

$$A_n = b(h - 2d') = 3,8 \times (20 - 2 \times 2,7) = 55,5 \text{ cm}^2$$

$$N_{\text{dres}} = A_n f_{td} = 55,5 \times 1,85 = 102,7 \text{ kN} > N_d$$

2) Determinar a carga uniformemente distribuída máxima de uma viga de  $7,5 \times 15 \text{ cm}^2$ , vão de 3 m, em Cupiúba de 2ª categoria, classe de umidade 2. Considere carga de longa duração.

$$f_{cd} = k_{\text{mod}} \frac{f_{ck}}{\gamma_w} = 0,70 \times 1,0 \times 0,80 \times \frac{0,70 \times 54,4}{1,4} = 15,23 \text{ MPa}$$

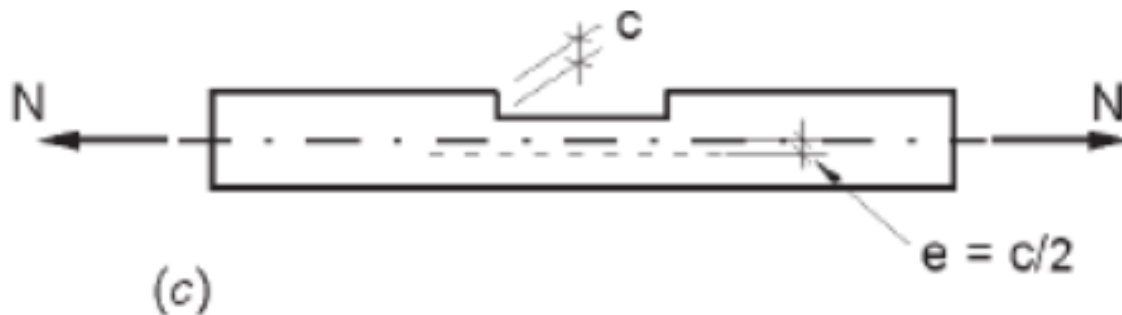
$$\frac{M_d}{W} \leq f_{cd} \Rightarrow \frac{q_d L^2}{\frac{8}{bh^2}} \leq f_{cd}$$

$$\frac{q_d (300 \text{ cm})^2}{\frac{8}{(7,5 \text{ cm})(15 \text{ cm})^2}} \leq 15,23 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \Rightarrow q_d = 0,0381 \frac{\text{kN}}{\text{cm}}$$

$$q_d = 3,81 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

## Prova Modelo – Estruturas de Madeira

3) Um pranchão de Ipê de  $7,5 \text{ cm} \times 23 \text{ cm}$  com  $f_{td} = 16,9 \text{ MPa}$  está sujeito a um esforço de tração axial de  $100 \text{ kN}$ , originado de carga de longa duração. Verificar a segurança à flexotração numa seção que tenha uma entendação de profundidade  $c = 3 \text{ cm}$  (Fig. 5.2c), segundo a altura da seção.



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

$$\frac{N_d}{b h} + \frac{N_d e}{\frac{b h^2}{6}} \leq f_{td} \Rightarrow \frac{1,4 \times 100 \text{ kN}}{(7,5 \text{ cm})(20 \text{ cm})} + \frac{(1,4 \times 100 \text{ kN}) \times 1,5 \text{ cm}}{\frac{(7,5 \text{ cm})(20 \text{ cm})^2}{6}} \leq 1,69 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$1,35 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \leq 1,69 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad \text{ok!}$$

4) Para um caibro ( $7,5 \text{ cm} \times 7,5 \text{ cm}$ ) de pinho-do-paraná de 2ª categoria, classe de umidade 2, sujeito à compressão simples, calcular a carga máxima de projeto  $N_d$  para a peça com  $\ell_{fl} = 170 \text{ cm}$ . Considere carga de longa duração.

$$40 < \lambda \leq 80$$

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

$$e = \frac{L_{fl}}{300}$$

$$\lambda = \frac{L_{fl}}{r}$$

A) Propriedades Mecânicas

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

$$f_{cd} = k_{mod} \frac{f_{ck}}{\gamma_w} = 0,56 \times \frac{0,70 \times 40,9}{1,4} = 11,45 \text{ MPa}$$

$$E_{c,ef} = k_{mod} E_c = 0,56 \times 15225 = 8526 \text{ MPa}$$

B) Propriedades Geométricas

$$A = b h = (7,5 \text{ cm})^2 = 56,25 \text{ cm}^2$$

$$I = \frac{b h^3}{12} = \frac{(7,5 \text{ cm})^4}{12} = 263,67 \text{ cm}^4$$

$$W = \frac{b h^2}{6} = \frac{(7,5 \text{ cm})^3}{6} = 70,3125 \text{ cm}^3$$

$$r = \sqrt{\frac{b h^3}{12}} = \frac{7,5 \text{ cm}}{\sqrt{12}} = 2,165 \text{ cm}^3$$
$$\lambda = \frac{170 \text{ cm}}{2,165 \text{ cm}} = 78,5$$

C) Cálculo de  $N_d$  para coluna medianamente esbelta

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L_{fl}^2} = \frac{\pi^2 \times 852,6 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \times 263,67 \text{ cm}^4}{(170 \text{ cm})^2} = 76,77 \text{ cm}^2$$

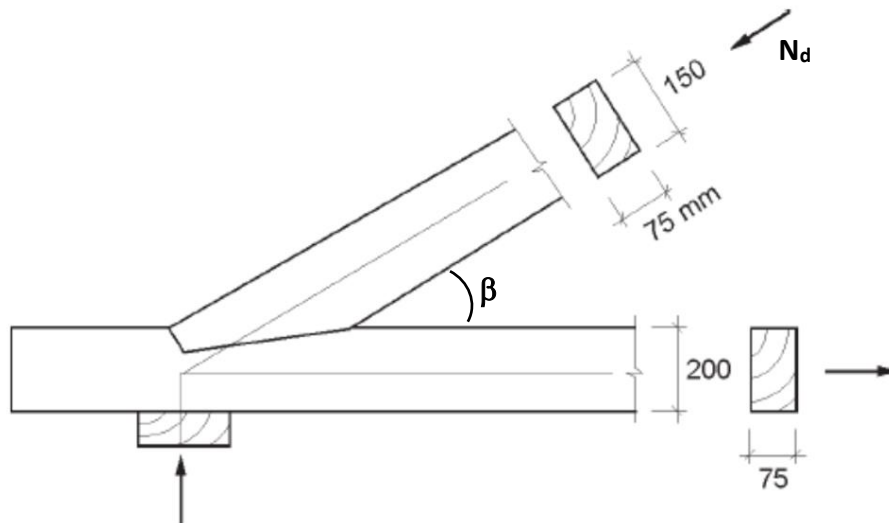
$$e = \frac{170 \text{ cm}}{300} = 0,5667 \text{ cm}$$

$$\frac{N_d}{56,25 \times 1,145} + \frac{N_d \times 0,5667}{70,3125 \times 1,145} \left( \frac{76,77}{76,77 - N_d} \right) \leq 1,0$$

$$N_d \leq 35,1 \text{ kN}$$

## Prova Modelo – Estruturas de Madeira

5) Dimensionar a ligação por entalhe do nó extremo de uma treliça de madeira Maçaranduba (2ª categoria, classe 3 de umidade) conforme ilustra a figura. Os esforços indicados na figura decorrem de uma combinação normal de ações. Adote  $\beta=32^\circ$  e  $N_d=28$  kN.



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

$$f_{\text{ed}} = f_{\text{cd}} = k_{\text{mod}} \frac{f_{\text{ck}}}{\gamma_w} = 0,448 \times \frac{0,70 \times 82,9}{1,4} = 18,57 \text{ MPa}$$

$$f_{\text{vd}} = k_{\text{mod}} \frac{f_{\text{vk}}}{\gamma_w} = 0,448 \times \frac{0,54 \times 14,9}{1,8} = 2,00 \text{ MPa}$$

$$f_{\text{cnd}} = 0,25 \times f_{\text{cd}} = 0,25 \times 18,57 = 4,64 \text{ MPa}$$

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

$$f_{\text{c}\beta\text{d}} = \frac{f_{\text{cd}} \times f_{\text{cnd}}}{f_{\text{cd}} \times \sin^2(\beta) + f_{\text{cnd}} \times \cos^2(\beta)} = \frac{18,57 \times 4,64}{18,57 \times \sin^2(32^\circ) + 4,64 \times \cos^2(32^\circ)} = 10,08 \text{ MPa}$$

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

$$t \geq \frac{N_d \cos(\beta)}{b f_{\text{c}\beta\text{d}}} = \frac{28000 \cos(32^\circ)}{75 \times 10,08} = 31,4 \text{ mm} \cong 4 \text{ cm} < h/4$$

$$a > \frac{N_d \cos(\beta)}{b f_{\text{vd}}} = \frac{28000 \cos(32^\circ)}{75 \times 2,00} = 158 \text{ mm} \cong 16 \text{ cm}$$