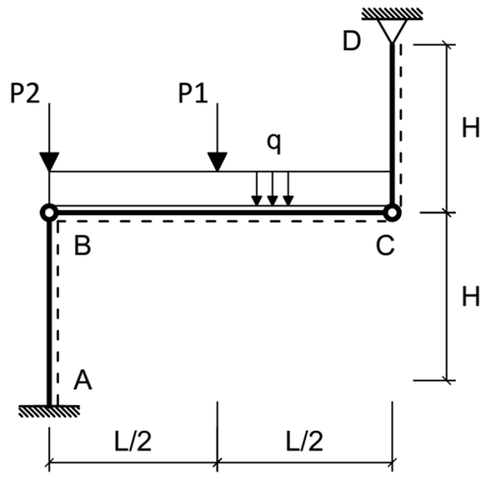
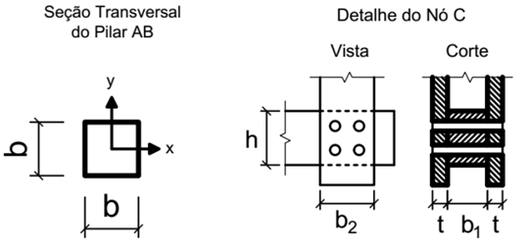
B2T5MA1112A

Proceder as verificações de compressão da barra AB, resistência da ligação parafusada no ponto C e de momentos fletores, esforços cortantes e flechas para a viga BC;



- Todas as cargas do problema são permanentes;
- Considerar combinações de ações normais para ELU e de longa duração para ELUti;
- Madeira conífera classe C30 em ambiente de umidade classe 1;
- Considerar que os furos tem diâmetro exatamente igual ao dos parafusos;
- Vinculações válidas para ambos eixos principais de inércia no pilar "AB";



Dados Geométricos:

$L := 520\ \text{cm}$ $H := 320\ \text{cm}$

$b := 16\ \text{cm}$ $b1 := 10\ \text{cm}$ $b2 := 12\ \text{cm}$

$h := 25\ \text{cm}$ $t := 5\ \text{cm}$

$d := 19\ \text{mm}$ (diâmetro dos parafusos)

Cargas em Valor Característico (Todas Permanentes):

$P1 := 10\ \text{kN}$ $P2 := 40\ \text{kN}$ $q := 2,50\ \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Q01) - O máximo esforço de compressão solicitante que incide no pilar AB é ? [em kN]
Q02) - A relação Esforço Solicitante / Esforço Resistente em termos da verificação de momentos fletores para a viga " BC" é ? [adimensional]
Q03) - A relação Esforço Solicitante / Esforço Resistente em termos da verificação de esforços cortantes para a viga " BC" é ? [adimensional]
Q04) - A relação Flecha Calculada / Flecha Limite para a viga "BC" é ? [adimensional]
Q05) - A relação Tensão Solicitante / Tensão Resistente em termos da verificação de estabilidade do eixo mais desfavorável do pilar "AB" é? [adimensional]
Q06) - A relação Esforço Solicitante / Esforço Resistente para a ligação no ponto "C" é ? [adimensional]

Propriedades da Madeira:

---

* Buscar nas tabelas da norma as propriedades do Pinho do Paraná.

$fc0k := 30\ \text{MPa}$ $fv0k := 6\ \text{MPa}$ $Ec0m := 14,5\ \text{GPa}$

$kmod1 := 0,6$ Carregamentos Permanentes
$kmod2 := 1,0$ Classe 1 de umidade
$kmod3 := 0,8$ Conífera

$kmod := kmod1 \cdot kmod2 \cdot kmod3 = 0,48$

$fc0d := kmod \cdot \frac{fc0k}{1,4} = 1,0286\ \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$ $fv0d := kmod \cdot \frac{fv0k}{1,8} = 0,16\ \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$ $Ec0ef := kmod \cdot Ec0m = 696\ \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$

Combinações de Ações (ELU) e Solicitações Máximas:

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

$Ncsd := \gamma g \cdot \left(P2 + \frac{P1}{2} + q \cdot \frac{L}{2} \right) = 72,1 \text{ kN}$

$Vsd := \gamma g \cdot \left(\frac{P1}{2} + q \cdot \frac{L}{2} \right) = 16,1 \text{ kN}$

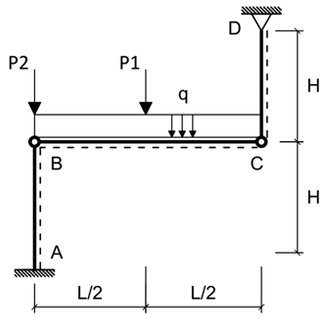
$Msd := \gamma g \cdot \left(P1 \cdot \left(\frac{L}{2} \right) \cdot \left(\frac{L}{2} \right) \cdot \frac{1}{L} + \frac{q \cdot L^2}{8} \right) = 3003 \text{ kN cm}$

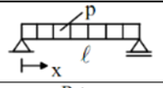
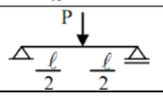
$Tsd := Vsd = 16,1 \text{ kN}$

$Q01 := Ncsd = 72,1 \text{ kN}$

$Ix := \frac{b1 \cdot h^3}{12} = 13021 \text{ cm}^4$

$\delta calc := \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot Ec0ef \cdot Ix} + \frac{P1 \cdot L^3}{48 \cdot Ec0ef \cdot Ix} = 0,058587 \text{ m}$



	$\frac{5}{384}\frac{pL^4}{EI}$	0,5 L
	$\frac{1}{48}\frac{PL^3}{EI}$	0,5 L

Deformações axiais das barras "AB" e "CD" são desprezíveis.

Verificação de Flecha:

$\delta lim := \frac{L}{200} = 2,6 \text{ cm} \qquad Q04 := \frac{\delta calc}{\delta lim} = 2,2533$

Verificação de Flexão:

$Mrd := \frac{fc0d \cdot b1 \cdot h^2}{6} = 1071,4 \text{ kN cm} \qquad Q02 := \frac{Msd}{Mrd} = 2,8028$

Verificação de Cisalhamento:

$Vrd := \frac{2}{3} \cdot b1 \cdot h \cdot fv0d = 26,6667 \text{ kN} \qquad Q03 := \frac{Vsd}{Vrd} = 0,6038$

Verificação de Estabilidade do Pilar "AB":

$Ag := b^2 = 256 \text{ cm}^2 \qquad I := \frac{b^4}{12} = 5461,3 \text{ cm}^4 \qquad W := \frac{b^3}{6} = 682,67 \text{ cm}^3$

$Lo := H = 3,2 \text{ m} \qquad r := \sqrt{\frac{I}{Ag}} = 4,6188 \text{ cm} \qquad \lambda := \frac{Lo}{r} = 69,282$ Peça Medianamente Esbelta

$h := b = 16 \text{ cm} \qquad FE := \frac{\pi^2 \cdot Ec0ef \cdot I}{Lo^2} = 366,3597 \text{ kN} \qquad Msd1 := 0 \text{ kN cm}$

$ea := \text{if } \frac{Lo}{300} \geq \frac{h}{30} = 1,0667 \text{ cm}$
$\quad \frac{Lo}{300}$
$\quad \text{else}$
$\quad \frac{h}{30}$

$ei := \text{if } \frac{Msd1}{Ncsd} \geq \frac{h}{30} = 0,5333 \text{ cm}$
$\quad \frac{Msd1}{Ncsd}$
$\quad \text{else}$
$\quad \frac{h}{30}$

$e1 := ea + ei = 1,6 \text{ cm}$

$\frac{FE}{FE - Ncsd} = 1,245$ $\quad Msd_final := Ncsd \cdot e1 \cdot \left(\frac{FE}{FE - Ncsd}\right) = 143,6257\ kN\ cm$

$\sigma Nsd := \frac{Ncsd}{Ag} = 0,2816\ \frac{kN}{cm^2}$ $\quad \sigma Msd_final := \frac{Msd_final}{W} = 0,2104\ \frac{kN}{cm^2}$

Equação de Interação:

$\frac{\sigma_{Nsd}}{f_{c0d}} + \frac{\sigma_{Msd}}{f_{c0d}} \leq 1$ $\quad Q05 := \frac{\sigma Nsd}{fc0d} + \frac{\sigma Msd_final}{fc0d} = 0,4784$

Verificação da Ligação:

$d = 19\ mm$

Resistência ao embutimento das peças laterais (ângulo das fibras em relação a solicitação é 0°):

$f_{e0d} = f_{c0d}$ $\quad fed_laterais := fc0d = 1,0286\ \frac{kN}{cm^2}$

Resistência ao embutimento da peça central (ângulo das fibras em relação a solicitação é 90°):

$f_{e90d} = 0,25 \cdot f_{c0d} \cdot \alpha_E$

Tabela para determinação do αE:

d(cm)	≤0,62	0,95	1,25	1,6	1,9	2,2	2,5	3,1	3,8	4,4	5,0	≥7,5
α_E	2,5	1,95	1,68	1,52	1,41	1,33	1,27	1,19	1,14	1,1	1,07	1,0

** OBS: na tabela acima a dimensão de 1/2 polegada (1,27 cm) é arredondada para 1,25 cm tal como outras dimensões em polegadas também são arredondadas para as dimensões em cm (1 polegada "2,54 cm" ---> 2,5 cm)

Logo: $\alpha_E := 1,41$

$fed_central := 0,25 \cdot fc0d \cdot \alpha_E = 0,3626\ \frac{kN}{cm^2}$

Esforço Resistente por Plano de Corte das Peças Laterais "RVd1_laterais": $tc_laterais := t = 5\ cm$

$\beta = \frac{t}{d}$ $\quad \beta_{lim} = 1,25\sqrt{\frac{f_{yd}}{f_{ed}}}$ $\quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1,1}$ $\quad fyd := \frac{240\ MPa}{1,1} = 21,8182\ \frac{kN}{cm^2}$

$\beta_laterais := \frac{tc_laterais}{d} = 2,6316$ $\quad \beta lim_laterais := 1,25 \cdot \sqrt{\frac{fyd}{fed_laterais}} = 5,7571$

Como β_laterais < βlim_laterais ---> Modo de Falha: EMBUTIMENTO DA MADEIRA

$R_{Vd1} = 0,40 . \frac{t^2}{\beta} \cdot f_{ed}$ $\quad RVd1_laterais := 0,40 \cdot \frac{tc_laterais^2}{\beta_laterais} \cdot fed_laterais = 3,9086\ kN$

Esforço Resistente por Plano de Corte da Peça Central "RVd1_central: $tc_central := \frac{b1}{2} = 5\ cm$

$\beta = \frac{t}{d}$ $\quad \beta_{lim} = 1,25\sqrt{\frac{f_{yd}}{f_{ed}}}$ $\quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1,1}$ $\quad fyd := \frac{240\ MPa}{1,1} = 21,8182\ \frac{kN}{cm^2}$

$\beta_central := \frac{tc_central}{d} = 2,6316$ $\beta lim_central := 1,25 \cdot \sqrt{\frac{fyd}{fed_central}} = 9,6967$

Como β_central < βlim_central ---> Modo de Falha: EMBUTIMENTO DA MADEIRA

$$R_{Vd1} = 0,40.\frac{t^2}{\beta}.f_{ed}$$

$RVd1_central := 0,40 \cdot \frac{tc_central^{\,2}}{\beta_central} \cdot fed_central = 1,3778\ kN$

Esforço Resistente por Plano de Corte da Ligação (Valor Final):

$RVd1 := \min([\ RVd1_laterais\ \ RVd1_central\ ]) = 1,3778\ kN$

Esforço Resistente por Parafuso:

Os parafusos instalados na ligação necessariamente atravessam as 3 peças gerando portanto 2 planos de corte por parafuso

$n_planos := 2$

$RVd_paraf := n_planos \cdot RVd1 = 2,7555\ kN$

$RVd_total := 4 \cdot RVd_paraf = 11,022\ kN$

$Q06 := \frac{Tsd}{RVd_total} = 1,4607$

Respostas:

$Q01 = 72,1\ kN$

$Q02 = 2,8028$

$Q03 = 0,60375$

$Q04 = 2,2533$

$Q05 = 0,47836$

$Q06 = 1,4607$
