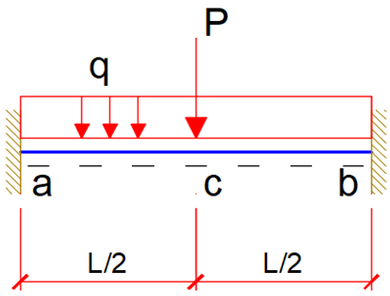
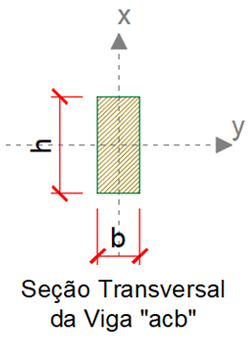
B2T5MA1001A





Seção Transversal da Viga "acb"

- Madeira Dicotiledônea Classe C40;
- Ambiente Classe 2 de umidade;
- Peças de 1ª categoria;
- Combinações Normais em ELU;
- Combinações de Longa Duração em ELUti;
- Edificação Comercial;
- Viga travada lateralmente somente nos pontos "a" e "b";

Cargas em valor característico:

a) peso próprio: $q := 2 \frac{kN}{m}$

b) acidental de ocupação: $P := 10\ kN$

Dados geométricos: $b := 12\ cm$ $h := 20\ cm$

Q01) Qual o máximo vão teórico "L" que o modelo de viga pode ter de modo que a verificação de flexão ainda seja atendida ? [em modulação de 5 cm]
Q02) Qual o máximo vão teórico "L" que o modelo de viga pode ter de modo que a verificação de deformação excessiva (flecha) ainda seja atendida ? [em modulação de 5 cm]
Q03) Qual o máximo vão teórico "L" que o modelo de viga pode ter de modo que seja dispensada a verificação de flambagem lateral (considerando os dois critérios apresentados na norma e a condição de pelo menos um deles ser atendido) ? [em modulação de 5 cm]

Propriedades da Madeira:

$fc0k := 40\ MPa$
$kmod1 := 0,7$ (carregamentos de longa duração)
$kmod2 := 1,0$ (ambiente Classe 2 de umidade)
$kmod3 := 1,0$ (dicotiledônea de 1a categoria)

$kmod := kmod1 \cdot kmod2 \cdot kmod3 = 0,7$

$\gamma w := 1,4$

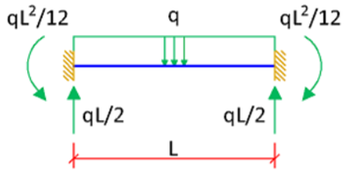
$fc0d := kmod \cdot \frac{fc0k}{\gamma w} = 2 \frac{kN}{cm^2}$

$Ec0m := 19,5\ GPa$

$Ec0ef := kmod \cdot Ec0m = 1365 \frac{kN}{cm^2}$ $Ec0ef = 13,65\ GPa$

Solicitações Máximas em Módulo e Combinações de Ações:

Equação e Momentos para Carga "q" fazendo: $L := 2\ m$



$$Mac_q(x) := -\frac{q \cdot L^2}{12} + \frac{q \cdot L}{2} \cdot x - \frac{q \cdot x^2}{2}$$

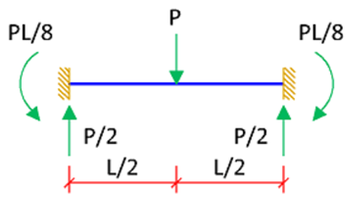
$$Maq := Mac_q(0) = -0,66667\ kN\ m$$

$$Mcq := Mac_q\left(\frac{L}{2}\right) = 0,3333\ kN\ m$$

$$Mcq := Mac_q(L) = -0,6667\ kN\ m$$

Momentos FItetores em Módulo nos pontos "a" e "b" serão sempre o dobro do que em "c"

Equação e Momentos para Carga "P" fazendo: $L := 2\ m$



$$Mac_P(x) := -P \cdot \frac{L}{8} + \frac{P}{2} \cdot x$$

$$MaP := Mac_P(0) = -2,5\ kN\ m$$

$$McP := Mac_P\left(\frac{L}{2}\right) = 2,5\ kN\ m$$

Momentos FItetores em Módulo nos pontos "a", "b" e "c" serão sempre iguais em módulo

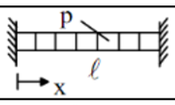
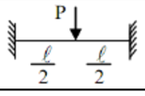
Conclusão: o máximo momento em módulo correrá nas extremidades:

$$Mq := \frac{q \cdot L^2}{12} \qquad MP := \frac{P \cdot L}{8}$$

Combinação de Ações Normais ELU:

$$\gamma g := 1,4 \qquad \gamma q := 1,4 \qquad Msd(L) := \gamma g \cdot \frac{q \cdot L^2}{12} + \gamma q \cdot \frac{P \cdot L}{8}$$

A máxima flecha para ambas cargas ocorre no meio da viga. $Ix := \frac{b \cdot h^3}{12} = 8000\ cm^4$

	$\frac{1}{384}\frac{pL^4}{EI}$	0,5 L
	$\frac{1}{192}\frac{pL^3}{EI}$	0,5 L

$$\delta q(L) := \frac{q \cdot L^4}{384 \cdot Ec0ef \cdot Ix}$$

$$\delta P(L) := \frac{P \cdot L^3}{192 \cdot Ec0ef \cdot Ix}$$

Edificação Comercial: $\psi 2 := 0,4$

$$\delta calc := \delta q(L) + \psi 2 \cdot \delta P(L)$$

$$\delta calc := \frac{q \cdot L^4}{384 \cdot Ec0ef \cdot Ix} + \psi 2 \cdot \frac{P \cdot L^3}{192 \cdot Ec0ef \cdot Ix}$$

Verificação de Flexão:

$$\frac{6 \cdot Msd}{b \cdot h^2} = fc0d \quad \text{---} > \quad Msd = \frac{fc0d \cdot b \cdot h^2}{6} \quad \text{---} > \quad \gamma g \cdot \frac{q \cdot L^2}{12} + \gamma q \cdot \frac{P \cdot L}{8} = \frac{fc0d \cdot b \cdot h^2}{6}$$

$$\gamma g \cdot \frac{q \cdot L^2}{12} + \gamma q \cdot \frac{P \cdot L}{8} - \frac{fc0d \cdot b \cdot h^2}{6} = 0$$

Equação de Segundo Grau em "L":

$$ca := \gamma g \cdot \frac{q}{12} \cdot \frac{cm}{kN} = 0,0023333$$

$$cb := \gamma q \cdot \frac{P}{8} \cdot \frac{1}{kN} = 1,75$$

$$cc := -\frac{fc0d \cdot b \cdot h^2}{6} \cdot \frac{1}{kN\ cm} = -1600$$

$L1 := \frac{-cb + \sqrt{cb^2 - 4 \cdot ca \cdot cc}}{2 \cdot ca} = 534,03$ $\qquad$ $L2 := \frac{-cb - \sqrt{cb^2 - 4 \cdot ca \cdot cc}}{2 \cdot ca} = -1284,0321$

$L_flexao := \max([\ L1\ \ L2\ ])\ \text{cm} = 534,03\ \text{cm}$ $\qquad$ $Q01 := 530\ \text{cm}$

Verificação de Flecha:

$\delta calc = \delta limite$

$\delta calc := \frac{q \cdot L^4}{384 \cdot Ec0ef \cdot Ix} + \psi 2 \cdot \frac{P \cdot L^3}{192 \cdot Ec0ef \cdot Ix}$ $\qquad$ $\delta limite := \frac{L}{200}$

Igualando:

$\frac{q \cdot L^4}{384 \cdot Ec0ef \cdot Ix} + \psi 2 \cdot \frac{P \cdot L^3}{192 \cdot Ec0ef \cdot Ix} = \frac{L}{200}$ $\qquad$ $\frac{q \cdot L^3}{384 \cdot Ec0ef \cdot Ix} + \psi 2 \cdot \frac{P \cdot L^2}{192 \cdot Ec0ef \cdot Ix} - \frac{1}{200} = 0$

$\text{solve}\left(\frac{200 \cdot q \cdot (L\ \text{m})^3}{384 \cdot Ec0ef \cdot Ix} + \psi 2 \cdot \frac{200 \cdot P \cdot (L\ \text{m})^2}{192 \cdot Ec0ef \cdot Ix} - 1;\ L\right)\text{m} = 898,51\ \text{cm}$

$L_flecha := 890\ \text{cm}$

$\delta calc(L) := \delta q(L) + \psi 2 \cdot \delta P(L)$

$\delta calc(890\ \text{cm}) = 4,3375\ \text{cm} \quad < \quad \frac{890\ \text{cm}}{2} = 445\ \text{cm}$ OK! Verifica! $\qquad Q02 := 890\ \text{cm}$

Limite para Dispensa da Verificação de Flambagem:

$$\beta_M = \frac{1}{0{,}26 \cdot \pi} \frac{\beta_E}{\gamma_f} \frac{\left(\frac{h}{b}\right)^{3/2}}{\left(\frac{h}{b} - 0{,}63\right)^{1/2}} \quad com \quad \beta_E = 4{,}0 \quad e \quad \gamma_f = 1{,}4$$

$\beta E := 4$ $\qquad$ $\gamma f := 1,4$

$\beta M := \frac{1}{0,26 \cdot \pi} \cdot \frac{\beta E}{\gamma f} \cdot \frac{\left(\frac{h}{b}\right)^{\frac{3}{2}}}{\left(\frac{h}{b} - 0,63\right)^{\frac{1}{2}}} = 7,392$

$$\frac{L_1}{b} \leq \frac{E_{c0,ef}}{\beta_M \cdot f_{c0,d}}$$

$L1 := \frac{b \cdot Ec0ef}{\beta M \cdot fc0d} = 1108\ \text{cm}$

$$\sigma_{c1,d} \leq \frac{E_{c0,ef}}{\left(\frac{L_1}{b}\right)\beta_M}$$

$\sigma cd1 = \frac{6 \cdot Msd}{b \cdot h^2}$ ---> $\sigma cd1 = \frac{6}{b \cdot h^2} \cdot \left(\gamma g \cdot \frac{q \cdot L^2}{12} + \gamma q \cdot \frac{P \cdot L}{8}\right)$ ---> $\frac{6}{b \cdot h^2} \cdot \left(\gamma g \cdot \frac{q \cdot L^2}{12} + \gamma q \cdot \frac{P \cdot L}{8}\right) = \frac{Ec0ef}{\frac{L}{b} \cdot \beta M}$

---> $\gamma g \cdot \frac{q \cdot L^2}{12} + \gamma q \cdot \frac{P \cdot L}{8} = \frac{Ec0ef}{\frac{L}{b} \cdot \beta M} \cdot \left(\frac{b \cdot h^2}{6}\right)$ ---> $\gamma g \cdot \frac{q \cdot L^3}{12} + \gamma q \cdot \frac{P \cdot L^2}{8} = \frac{Ec0ef}{\beta M} \cdot \left(\frac{b^2 \cdot h^2}{6}\right)$

$\text{solve}\left(\gamma g \cdot \frac{q \cdot (L\ \text{cm})^3}{12} + \gamma q \cdot \frac{P \cdot (L\ \text{cm})^2}{8} - \frac{Ec0ef}{\beta M} \cdot \left(\frac{b^2 \cdot h^2}{6}\right);\ L\right)\text{m} = 71912,3193\ \text{cm}$

$L_flamb := 1105\ cm$

$\frac{L_flamb}{b} = 92,083 \quad < \quad \frac{Ec0ef}{\beta M . fc0d} = 92,329$ Ok! $Q03 := L_flamb = 1105\ cm$

$Q01 = 530\ cm$
$Q02 = 890\ cm$
$Q03 = 1105,0\ cm$
