INSTITUTO FEDERAL
Sul-rio-grandense
Câmpus Passo Fundo

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS
Prof. Dr. Rodrigo Bordignon

Lista de Exercícios - 04

Observações:

(a) A literatura e os exercícios abaixo indicados são considerados básicos. Recomenda-se que outros títulos também sejam consultados.

Literatura de Referência:

BEER, F. P., JOHNSTON, E. R., DEWOLF, J. T., MAZUREK, D. F. **Mecânica dos Materiais**. 5.ed. Porto Alegre: AMGH, 2011. 800p.

Tensão de Cisalhamento em Vigas: [p.391]											
6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.13	6.14	6.29	6.30	6.31

6.1

6.1 Uma viga caixão quadrada é feita de duas pranchas de 20 × 80 mm e duas pranchas de 20 × 120 mm pregadas entre si, como mostra a figura. Sabendo que o espaçamento entre os pregos é s = 50 mm e que a força cortante admissível em cada prego é de 300 N, determine (a) a maior força cortante vertical admissível na viga e (b) a tensão de cisalhamento máxima correspondente.

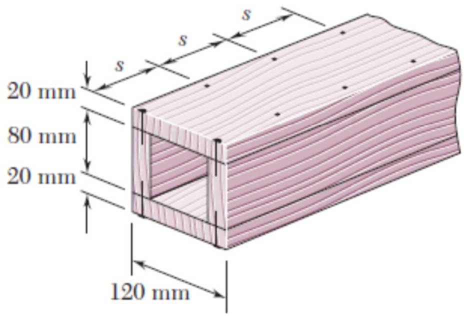
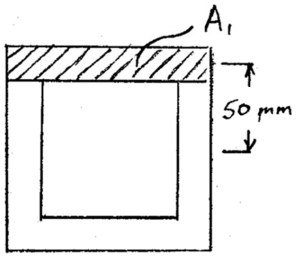


Fig. P6.1 e P6.2



(a) $A_1 = (120)(20) = 2400\ mm^2$

$\bar{y}_1 = 50\ mm$

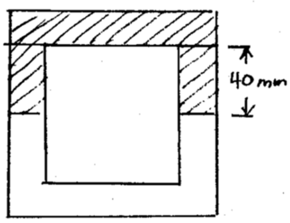
$Q_1 = A_1\bar{y}_1 = 120\times10^3\ mm^3 = 120\times10^{-6}\ m^3$

$$q_{all} = \frac{2F_{nail}}{s} = \frac{(2)(300)}{50\times10^{-3}} = 12\times10^3\ N$$

$$q = \frac{VQ}{I}$$

$$V = \frac{qI}{Q} = \frac{(12\times10^3)(13.8667\times10^{-6})}{120\times10^{-6}}$$

$= 1.38667\times10^3\ N = 1.387\ kN$



(b) $Q = Q_1 + (2)(20)(40)(20)$

$= 120\times10^3 + 32\times10^3 = 152\times10^3\ mm^3$

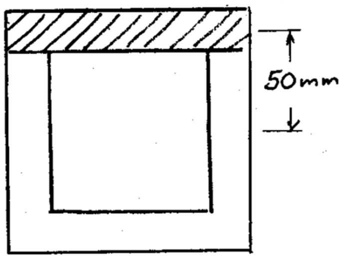
$= 152\times10^{-6}\ m^3$

$$\tau_{max} = \frac{VQ}{It} = \frac{(1.38667\times10^3)(152\times10^{-6})}{(13.8667\times10^{-6})(2\times20\times10^{-3})}$$

$= 380\times10^3\ Pa$ 380 kPa

6.2

6.2 Uma viga caixão quadrada é feita de duas pranchas de 20 × 80 mm e duas pranchas de 20 × 120 mm pregadas entre si, como mostra a figura. Sabendo que o espaçamento entre os pregos é $s = 30$ mm e que a força cortante vertical na viga é $V = 1\,200$N, determine (*a*) a força cortante em cada prego e (*b*) a tensão de cisalhamento máxima na viga.



(a) $A_1 = (120)(20) = 2400 \text{ mm}^2$

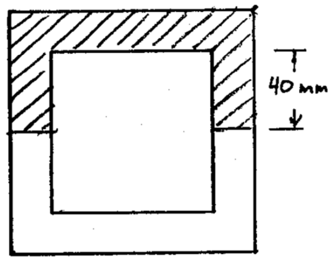
$\bar{y}_1 = 50 \text{ mm}$

$Q_1 = A_1\bar{y}_1 = 120\times10^3 \text{ mm}^3 = 120\times10^{-6} \text{ m}^3$

$$q = \frac{VQ}{I} = \frac{(1200)(120\times10^{-6})}{13.8667\times10^{-6}} = 10.385\times10^3 \text{ N/m}$$

$qs = 2F_{nail}$

$$F_{nail} = \frac{qs}{2} = \frac{(10.385\times10^3)(30\times10^{-3})}{2} = 155.8 \text{ N}$$



(b) $Q = Q_1 + (2)(20)(40)(20)$

$= 120\times10^3 + 32\times10^3 = 152\times10^3 \text{ mm}^3$

$= 152\times10^{-6} \text{ m}^3$

$$\tau_{max} = \frac{VQ}{It} = \frac{(1200)(152\times10^{-6})}{(13.8667\times10^{-6})(2\times20\times10^{-3})}$$

$= 329\times10^3$ Pa $\qquad$ 329 kPa

6.3

6.3 Três tábuas, cada uma com 50,8 mm de espessura, são pregadas entre si para formar uma viga que está submetida a uma força cortante vertical. Sabendo que a força cortante admissível em cada prego é de 667 N, determine a força cortante admissível se o espaçamento *s* entre os pregos for de 76,2 mm.

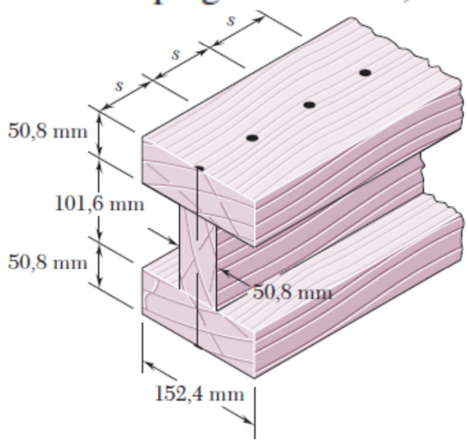


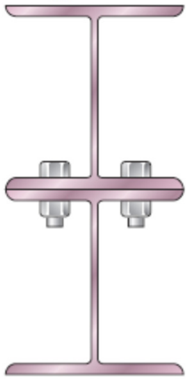
Fig. P6.3 e *P6.4*

6.4

6.4 Três tábuas, cada uma com espessura de 50,8 mm, são pregadas para formar uma viga que está submetida a uma força cortante vertical de 1 334 N. Sabendo que a força cortante admissível em cada prego é de 445 N, determine o maior espaçamento longitudinal *S* entre os pregos que poderá ser utilizado.

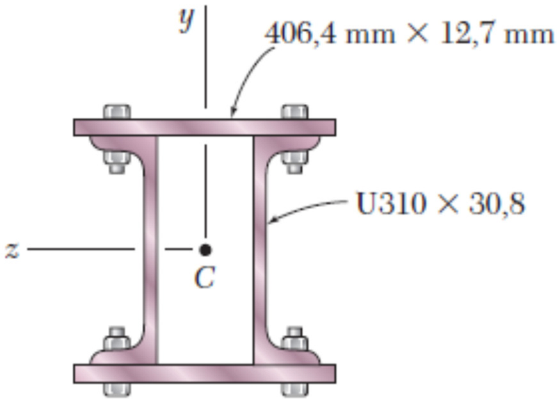
6.5

6.5 A viga de seção composta mostrada foi fabricada conectando dois perfis laminados W150 × 29,8 por meio de parafusos com 15,88 mm de diâmetro colocados longitudinalmente e espaçados em 152,4 mm. Sabendo que a tensão de cisalhamento média admissível para os parafusos é igual a 72,4 MPa, determine a máxima força cortante vertical admissível para essa viga.



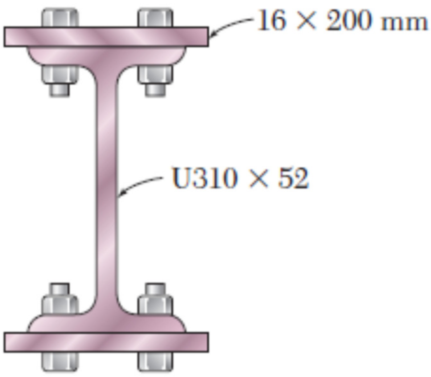
6.6

6.6 Uma coluna é fabricada conectando-se os perfis de aço laminado mostrados na figura por parafusos de 19,05 mm de diâmetro espaçados longitudinalmente a cada 190,5 mm. Determine a tensão de cisalhamento média nos parafusos provocada pela força cortante de 111,2 kN paralela ao eixo *y*.



6.7

6.7 A viga de aço laminado mostrada na figura foi reforçada acrescentando-lhe duas placas de 16 × 200 mm, usando parafusos de 18 mm de diâmetro espaçados longitudinalmente a cada 120 mm. Sabendo que a tensão de cisalhamento média admissível nos parafusos é de 90 MPa, determine a maior força cortante vertical admissível.



$$I = \Sigma A d^2 + \Sigma \bar{I} = 260.3 \times 10^6 \text{ mm}^4 = 260.3 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$Q = A_{plate}\, d_{plate} = (3200)(160.5) = 513.6 \times 10^3 \text{ mm}^3 = 513.6 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$A_{bolt} = \frac{\pi}{4} d_{bolt}^2 = \frac{\pi}{4}(18 \times 10^{-3})^2 = 254.47 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$F_{bolt} = \tau_{all} A_{bolt} = (90 \times 10^6)(254.47 \times 10^{-6}) = 22.90 \times 10^3 \text{ N}$$

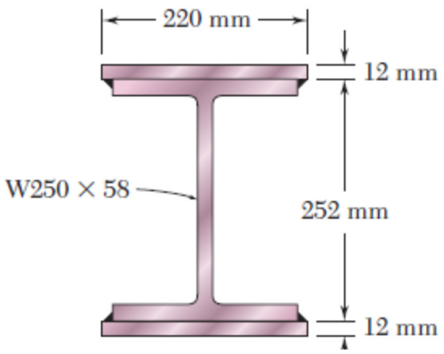
$$q s = 2 F_{bolt} \qquad q = \frac{2 F_{bolt}}{s} = \frac{(2)(22.90 \times 10^3)}{120 \times 10^{-3}} = 381.7 \times 10^3 \text{ N/m}$$

$$q = \frac{VQ}{I} \qquad V = \frac{Iq}{Q} = \frac{(260.3 \times 10^{-6})(381.7 \times 10^3)}{513.6 \times 10^{-6}} = 193.5 \times 10^3 \text{ N}$$

$$V = 193.5 \text{ kN}$$

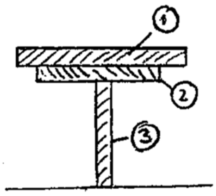
6.13

6.13 Duas placas de aço de 12 × 220 mm de seção transversal retangular são soldadas a um perfil W250 × 58 como mostra a figura. Determine a maior força cortante vertical admissível, para que a tensão de cisalhamento na viga não exceda 90 MPa.



$$I = \Sigma A d^2 + \Sigma \bar{I} = 179.362 \times 10^6 \text{ mm}^4 = 179.362 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

τ_{max} occurs at neutral axis. $\quad t = 8.0 \text{ mm} = 8.0 \times 10^{-3} \text{ m}$



Part	A (mm²)	$\bar{y}$ (mm)	$A\bar{y}$ (10^3 mm³)
① Top plate	2640	132	348.48
② Top flange	2740.5	119.25	326.805
③ Half web	900	56.25	50.625
Σ			725.91

Dimensions in mm: ① 12 × 220 ; ② 13.5 × 203 ; ③ 8.0 × 112.5

$$Q = \Sigma A\bar{y} = 725.91 \times 10^3 \text{ mm}^3 = 725.91 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\tau = \frac{VQ}{It} \qquad V = \frac{It\tau}{Q} = \frac{(179.362 \times 10^{-6})(8.0 \times 10^{-3})(90 \times 10^6)}{725.91 \times 10^{-6}}$$

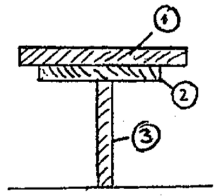
$$= 177.9 \times 10^3 \text{ N} \qquad V = 177.9 \text{ kN}$$

6.14

6.14 Resolva o Problema 6.13, considerando que as duas placas de aço sejam (*a*) substituídas por placas de 8 × 220 mm e (*b*) removidas.

$I = \Sigma A d^2 + \Sigma \bar{I} = 146.807 \times 10^6\ mm^4 = 146.807 \times 10^{-6}\ m^4$

τ_{max} occurs at neutral axis. $t = 8.0\ mm = 8.0 \times 10^{-3}\ m$



Part	$A\ (mm^2)$	$\bar{y}\ (mm)$	$A\bar{y}\ (10^3\ mm^3)$
① Top plate	1760	130	228.8
② Top flange	2740.5	119.25	326.805
③ Half web	900	56.25	50.625
Σ			606.23

Dimensions in mm: ① 8 × 220 ; ② 13.5 × 203 ; ③ 8.0 × 112.5

$Q = \Sigma A\bar{y} = 606.23 \times 10^3\ mm^3 = 606.23 \times 10^{-6}\ m^3$

$\tau = \dfrac{VQ}{It} \qquad V = \dfrac{It\tau}{Q} = \dfrac{(146.807 \times 10^{-6})(8.0 \times 10^{-3})(90 \times 10^6)}{606.23 \times 10^{-6}}$

$= 174.4 \times 10^3\ N \qquad V = 174.4\ kN$ ◄

b) With plates removed.

$I = 87.3 \times 10^6\ mm^4 = 87.3 \times 10^{-6}\ m^4 \qquad t = 8.0 \times 10^{-3}\ m$

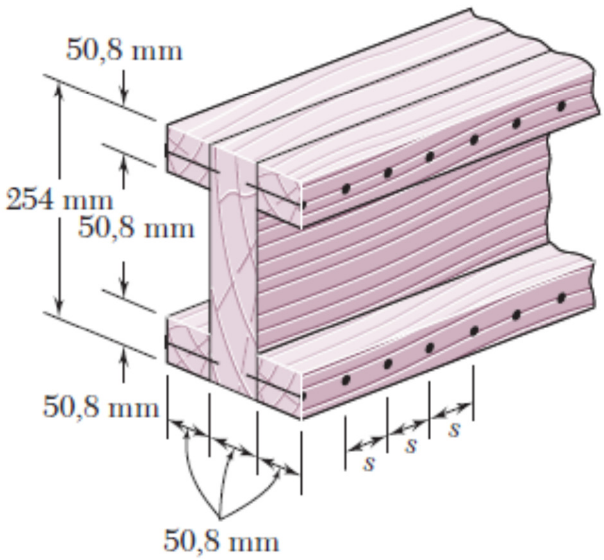
$Q = (326.805 + 50.625) \times 10^3 = 377.43 \times 10^3\ mm^3 = 377.43 \times 10^{-6}\ m^3$

$V = \dfrac{It\tau}{Q} = \dfrac{(87.3 \times 10^6)(8.0 \times 10^{-3})(90 \times 10^6)}{377.43 \times 10^{-6}}$

$= 166.5 \times 10^3\ N \qquad V = 166.5\ kN$ ◄

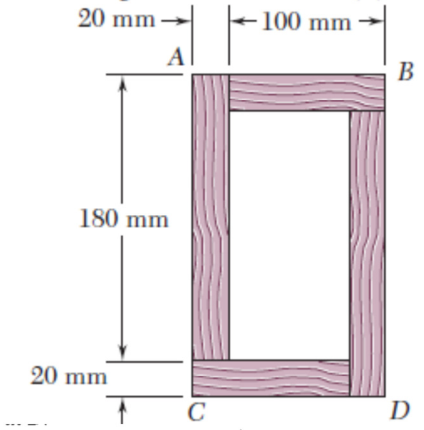
6.29

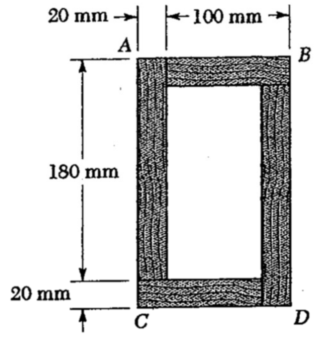
6.29 A viga de madeira mostrada na figura está submetida a uma força cortante vertical de 5,34 kN. Sabendo que a força cortante admissível nos pregos é 333,6 N, determine o maior espaçamento possível *s* dos pregos.



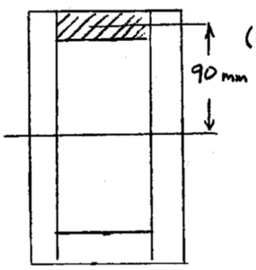
6.30

6.30 Duas placas de madeira compensada de 20 × 100 mm em duas tábuas de 20 × 180 mm são coladas para formar uma viga de seção caixão com 120 × 200 mm. Sabendo que a viga está submetida a uma carga de 3,5 kN, determine a tensão de cisalhamento média admissível nas juntas coladas (a) em A e (b) em B.





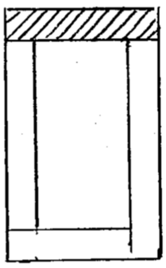
$$I = \frac{1}{12}(120)(200)^3 - \frac{1}{12}(80)(160)^3 = 52.693 \times 10^6 \text{ mm}^4$$
$$= 52.693 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$



(a) $Q_A = (80)(20)(90) = 144 \times 10^3 \text{ mm}^3$
$= 144 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

$t_A = (2)(20) = 40 \text{ mm} = 0.040 \text{ m}$

$$\tau_A = \frac{VQ_A}{I t_A} = \frac{(3.5\times 10^3)(144\times 10^{-6})}{(52.693\times 10^{-6})(0.040)}$$
$$= 239 \times 10^3 \text{ Pa} \qquad \tau_A = 239 \text{ kPa}$$



(b) $Q_B = (120)(20)(90) = 216 \times 10^3 \text{ mm}^3 = 216 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

$t_B = (2)(20) = 40 \text{ mm} = 0.040 \text{ m}$

$$\tau_B = \frac{VQ_B}{I t_B} = \frac{(3.5\times 10^3)(216\times 10^{-6})}{(52.693\times 10^{-6})(0.040)} = 359 \times 10^3 \text{ Pa}$$
$$\tau_B = 359 \text{ kPa}$$

6.31

6.31 A viga de madeira mostrada na figura está submetida a uma força cortante vertical de 6,67 kN. Sabendo que o espaçamento longitudinal dos pregos é s = 63,5 mm e que cada prego tem 88,9 mm de comprimento, determine a força cortante em cada um deles.