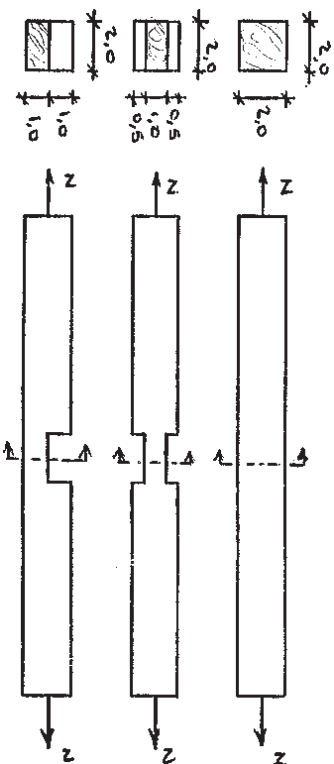


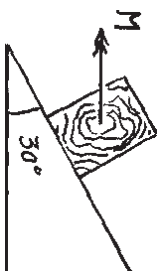
## PEF-2301 – Resistência dos Materiais e Estática das Construções II

Lista de Exercícios 4 — Solicitações Combinadas<sup>1</sup>

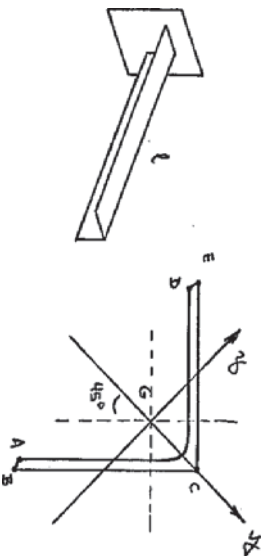
1. (*Tensões*, van Langendonck, T., p. 245, §119) Compare as tensões extremas que se verificam nas três barras representadas abaixo, das quais a primeira tem seção constante e as demais são iguais à primeira, mas com ranhuras, dispostas diferentemente, embora ambas reduzindo à metade a área útil da seção ( $N = 20 \text{ kN}$ ; medidas em cm).



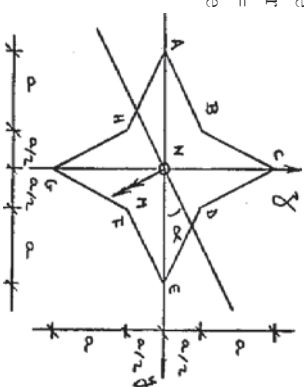
2. (*Tensões*, van Langendonck, T., p. 240, §116) Determine as tensões máximas e a posição da linha neutra (LN) na seção transversal retangular da terça da figura, com 10 cm de largura e 15 cm de altura, inclinada de  $30^\circ$  sobre a horizontal e solicitada pelo momento fletor, agente em plano vertical, de 1,5 kN m.



3. (*Résistance des Matériaux*, Féodosiev, V. p. 159, ex. 4.11; ou *Resistencia de Materiales*, Feodosiev, V. pp.164-165, ex.4.12) Uma viga com seção transversal em forma de cantoneira, engastada numa extremidade, é solicitada por seu peso próprio. Determine a máxima tensão de compressão no engastamento. São dados:  $\ell = 3 \text{ m}$ ,  $q = 1,51 \text{ N/cm}$ ,  $I_y = I_x = 284 \text{ cm}^4$ ,  $I_z = I_y = 74,1 \text{ cm}^4$ . Coordenadas no referencial  $G_{yz}$  em cm: A:(-3,6; -6,4), B:(-3,4; -6,6), C:(3,6; 0), D:(-3,6; 6,4), E:(-3,4; 6,6).

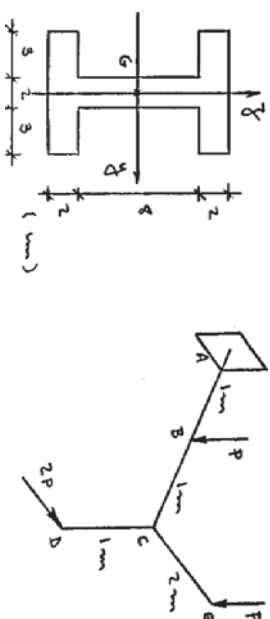


4. (Prova de 21/11/77) Indique o vértice em que ocorre a máxima tensão de compressão e calcule o valor correspondente. Dados:  $N = 0,2 P$  (tração),  $M = Pa/\sqrt{5}$ , e o ângulo que define o plano de ação de  $M$ ,  $\alpha = \arctan(1/2)$ .



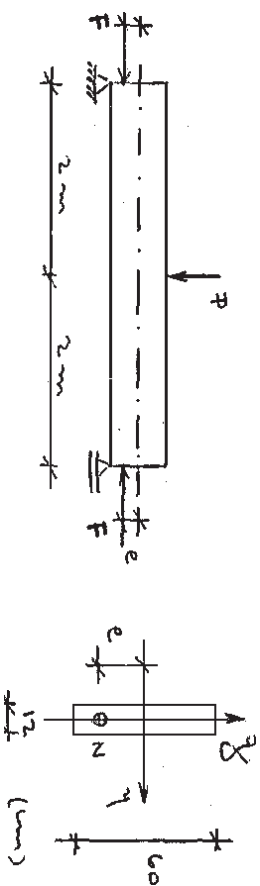
5. (*Tensões*, van Langendonck, T., p. 239, §115) Determine as dimensões (largura  $b$  e altura  $h$ ) da seção retangular mais econômica para resistir aos momentos fletores  $M$  (atante em plano paralelo à altura  $h$ ) e  $M^*$  (atante em plano paralelo à largura  $b$ ) que a solicitem sucessivamente, conhecida a tensão admissível  $\bar{\sigma}$ . Compare com o caso em que a solicitação seja simultânea. Aplique ao caso em que  $\bar{\sigma} = 0,80 \text{ kN/cm}^2$ ,  $M = 1200 \text{ kN cm}$ , e  $M^* = 400 \text{ kN cm}$ .

6. (1<sup>a</sup> prova, 2<sup>a</sup> semestre de 1982) As seções transversais das barras da estrutura da figura são formadas por dois perfis H unidos por meio de solda de modo que as seções resultantes tenham dois eixos de simetria. Determine o máximo valor de  $P$ , sabendo que as tensões admissíveis do material da estrutura são  $\bar{\sigma}_t = \bar{\sigma}_c = 12 \text{ kN/cm}^2$ . As características geométricas do perfil I são as seguintes:  $I_y = 896 \text{ cm}^4$ ,  $I_z = 176 \text{ cm}^4$ ,  $A = 48 \text{ cm}^2$ .

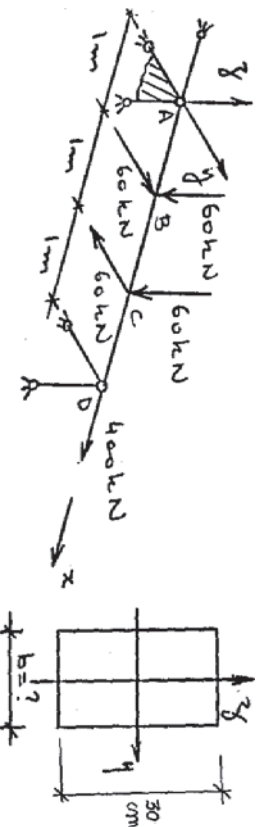


<sup>1</sup>Lista originalmente elaborada pelo Prof. Henrique Lindenberg Neto.

7. Determine os valores da força de protensão  $F$  e da excentricidade  $e$  que possibilitam a aplicação do maior carregamento possível na viga da figura, fornecendo o valor máximo de  $P$ . As tensões de ruptura do material da viga são  $\sigma_{rc} = -20 \text{ kN/cm}^2$  e  $\sigma_{rt} = 4 \text{ kN/cm}^2$ , e os coeficientes de segurança são  $\gamma_c = 2,0$  e  $\gamma_t = 2,5$ .



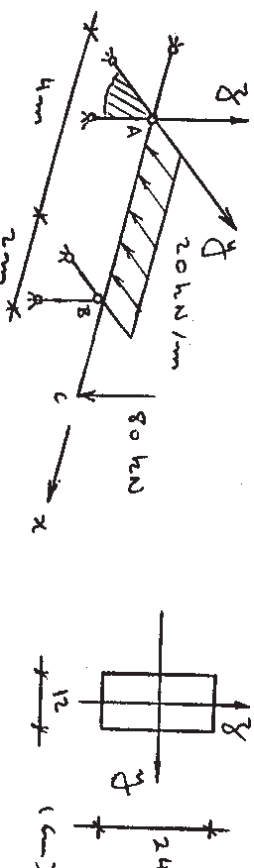
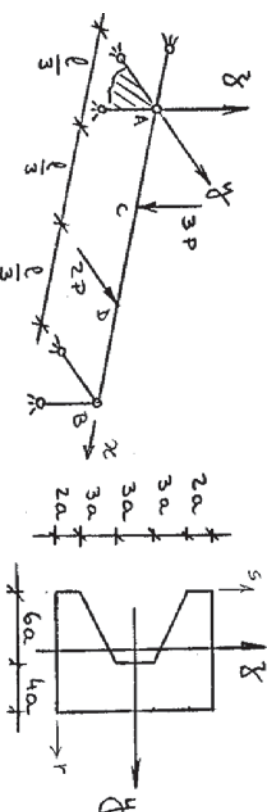
8. (1ª prova, 2º semestre de 1981) Determine qual deve ser a largura  $b$  da viga da figura, sabendo que as tensões admissíveis à tração e à compressão de seu material são  $\bar{\sigma}_t = 10 \text{ kN/cm}^2$ . Os vínculos em A impedem as translações nas direções dos eixos  $x$ ,  $y$  e  $z$ , e a rotação em torno do eixo  $x$ ; os vínculos em D impedem as translações nas direções dos eixos  $y$  e  $z$ . Com o valor de  $b$  encontrado, trace a linha neutra da seção que foi utilizada para dimensionar a viga.



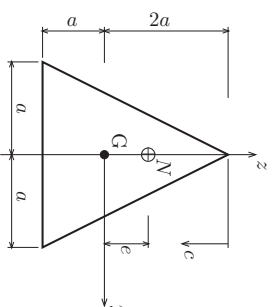
9. (Prova de 6/11/76) Dadas a estrutura da figura abaixo e a seção transversal da barra AB:

- determine o CG e os eixos centrais de inércia da seção transversal;
- determine a abscissa  $x$  para a qual a tensão de tração na ST é máxima;
- determine a inclinação da LN para essa abscissa;
- para  $\gamma = 1,5$ , determine  $a$ , sendo dados:  $\ell = 3 \text{ m}$ ,  $P = 150 \text{ kN}$ ,  $\sigma_{rt} = 22,5 \text{ kN/cm}^2$  e  $\sigma_{rc} = -21 \text{ kN/cm}^2$ .

10. (1ª prova, 1º semestre de 1982) Determine as tensões extremas de tração e de compressão que atuam nas seções transversais da viga da figura.

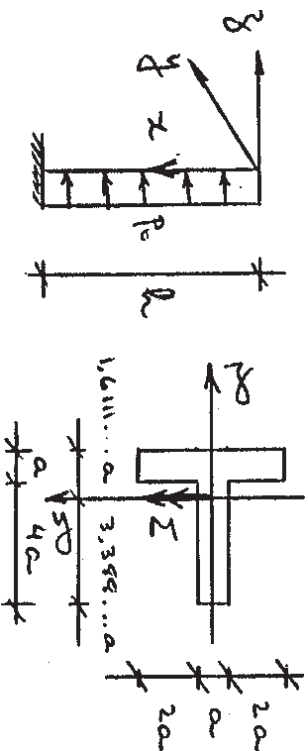


11. (Prova de 21/11/77) Uma barra, cuja seção transversal se indica na figura, é constituída por material não-resistente à tração e é solicitada por compressão excêntrica ( $N$  sobre  $Oz$ ). Determine a posição da linha neutra,  $c$ , e a tensão na borda comprimida. Dados:  $N$ ,  $e$  e  $a$ .

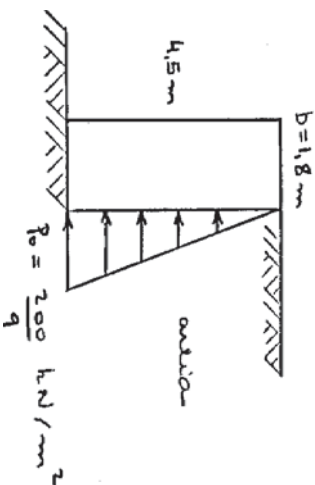


12. (Prova de 6/11/76) O pilar da figura abaixo, de altura  $h$ , é constituído de material não-resistente à tração de peso específico  $\mu$ , e está sujeito a carregamento uniformemente distribuído  $p_0$ , conforme se indica. Sua seção transversal está representada à direita.

- Calcule  $a$  de forma que para  $x = \frac{23}{27}h$  toda a mesa, e somente ela, esteja comprimida.
- Calcule a tensão extrema de compressão que ocorre na peça. Admitir para  $a$  o resultado do item anterior.



13. Um muro constituído por material não-resistente à tração, com 1,80 m de largura e 4,50 m de altura, é sollicitado pelo empuxo de areia indicado na figura.



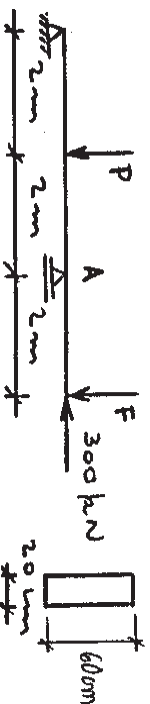
- (a) Determine a máxima tensão de compressão na base do muro, sendo seu peso específico  $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$  (Sugestão: trabalhe com uma faixa unitária de muro).
- (b) Determine a largura  $b$  do muro que elimina a fissuração.

14. (Prova de 28/6/76 e de 24/6/77) Para a estrutura da figura:

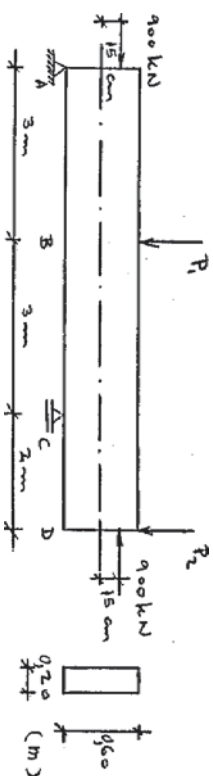
- (a) determine o valor de  $F$  para o qual, na seção A-A da barra horizontal, uma das tensões extremas é nula; determine em A-A a correspondente tensão extrema de compressão;

- (b) para o valor de  $F$  determinado em (a), calcule o máximo valor de  $P$ .

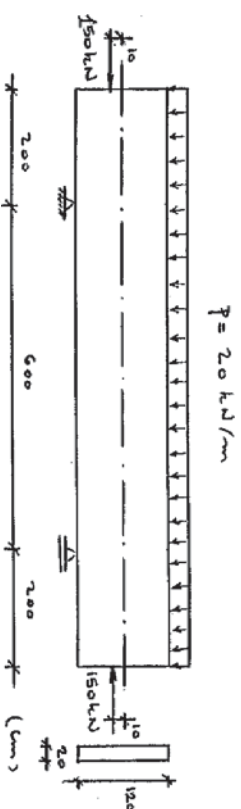
O material da viga é não-resistente à tração e sua tensão admissível à compressão é  $\bar{\sigma}_c = -10 \text{ MPa}$ . Determine a altura  $c$  da região comprimida na seção do meio do vão.



15. (Prova de 29/6/82) Para a viga da figura, constituída de material não resistente à tração com tensão admissível à compressão  $\bar{\sigma}_c = 3 \text{ kN/cm}^2$ , determine os valores das máximas forças  $P_1$  e  $P_2$  que podem atuar simultaneamente. Desenhe a região fissurada da viga.



16. (Prova de 29/10/82) Na viga da figura, constituída de material não resistente à tração, determinar as regiões fissuradas numa vista lateral.



Respostas

- (a)  $\sigma = 5 \text{ kN/cm}^2$ ;      (b)  $\sigma = 10 \text{ kN/cm}^2$ ;      (c)  $\sigma' = 40 \text{ kN/cm}^2$ ,  
 $\sigma'' = -20 \text{ kN/cm}^2$ .
- $\sigma_{\text{max}} = 0,65 \text{ kN/cm}^2$ ,  $\alpha = -52^\circ 25'$  (inclinação da LN medida a partir de uma paralela ao plano inclinado no sentido horário).
- $\sigma_{\text{max}} = -3,42 \text{ kN/cm}^2$ .
- $\sigma_A = -\frac{13}{21} \frac{P}{a^2}$ .
- (a)  $h = 30,0 \text{ cm}$ ,  $b = 10,0 \text{ cm}$       (b)  $h = 37,8 \text{ cm}$ ,  $b = 12,6 \text{ cm}$   
(sucessivamente);      (simultaneamente).
- $\bar{P} = 4,6 \text{ kN}$ .
- $N = 3024 \text{ kN}$ ,  $e = 13,81 \text{ cm}$ ,  $P = 835,2 \text{ kN}$ .
- $b = 9,53 \text{ cm}$ ; LN na seção B:  $z = 3,30y + 5$ .

9. (a)  $r = 5,96 a$ ,  $z_G = 6,50 a$ ,  $I_y = 1695,83 a^4$ ,  $I_z = 673,16 a^4$ ;  
 (b)  $x = 2e/3$ ; (c)  $\alpha = 73,42^\circ$ ; (d)  $a \geq 2,56 \text{ cm}$ .

10. As tensões extremas ocorrem para  $x = 3,0 \text{ m}$ ;  $|\sigma_{\text{máx}}| = 15,625 \text{ kN/cm}^2$ .

11.  $c = 4a - 2e$ ;  $\sigma_0 = \frac{9N}{a^2} = \frac{9N}{(4a-2e)^2}$ , para  $e > \frac{b}{6}$ .

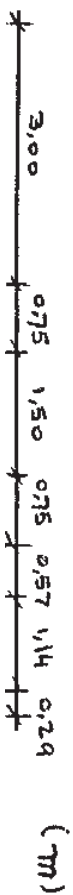
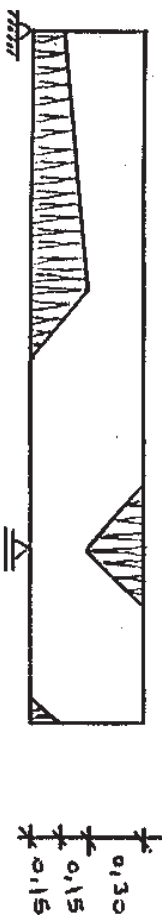
12.  $a = \frac{1}{3} \sqrt[3]{\frac{pbh}{\mu}}$ ;  $\sigma_{c\text{máx}} = 10,8 \mu h$ .

13. (a)  $\sigma_0 = 0,0247 \text{ kN/cm}^2$ ; (b)  $b = 2,24 \text{ m}$ .

14. (a)  $F = 15 \text{ kN}$ ,  $\sigma_c = 0,5 \text{ kN/cm}^2$ ; (b)  $\bar{P} = 75 \text{ kN}$ ,  $c = 0,3 \text{ m}$ .

15.  $P_1 = 135 \text{ kN}$ ,  $P_2 = 157,5 \text{ kN}$ .

Regiões fissuradas da viga:



16. Regiões fissuradas da viga:

