UNIVERSIDADE POSITIVO

Engenharia Civil
Prova Bimestral: 1 / 1° Semestre de 2019 **AM191-B1-B**
Disciplina : Estruturas de Aço e Madeira I

Nota:

Turma

Nome: GABARITO Matrícula:

Orientações:
- Leia atentamente todas as instruções da prova.
- Não é permitida a comunicação entre os alunos durante a realização da prova.
- **Respostas das questões com alternativas devem ser assinaladas com caneta azul ou preta na própria questão.**
- **Respostas das questões abertas devem ser escritas com caneta azul ou preta nas linhas abaixo de cada questão.**
- Aparelhos de comunicação deverão ser desligados e mantidos dentro das malas, que deverão ser deixadas na frente do salão de provas. Caso algum aluno seja flagrado portando um celular em salão de provas, mesmo que este esteja desligado, isto será considerado como tentativa de cola e o aluno terá sua prova recolhida e será atribuída nota zero na avaliação.
- **É obrigatória a CONSULTA A UMA FOLHA SULFITE A4 BRANCA FRENTE E VERSO MANUSCRITA a ser entregue junto com a prova.**
- **RESPOSTAS SEM OS RESPECTIVOS CÁLCULOS SERÃO AVALIADAS COM CONCEITO ZERO.**
- **Para todos os cálculos nas questões utilize 5 algarismos significativos.**
- Na correção dos valores numéricos das questões abertas será utilizada uma margem de erro de 5 por cento (para mais ou para menos).
- **A sigla N.D.A. significa nenhuma das alternativas elencadas para a questão.**

Problema A : [0.625 pontos por questão]

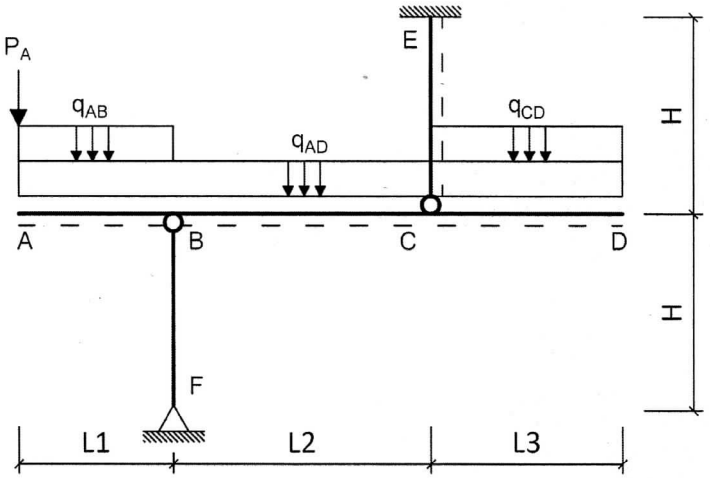
Considerando o modelo estrutural de pórtico plano esboçado ao lado, e que será executado em perfis metálicos, proceda:

a) A determinação do máximo esforço axial solicitante que ocorre na barra CE (maior esforço de tração que ocorre na barra);

b) A determinação do mínimo esforço axial solicitante que ocorre na barra BF (maior esforço de compressão que ocorre na barra);

c) A verificação da barra CE quanto ao escoamento de seção bruta, ruptura de seção líquida efetiva e colapso por rasgamento (cisalhamento de bloco);

d) A verificação da barra BF como peça em compressão simples, considerando a flambagem local de elementos AA e AL (enrijecidos e não enrijecidos) e flambagem por flexão.



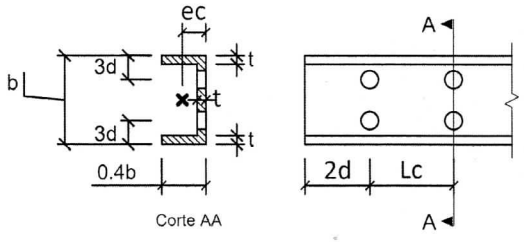
Dimensões das Barras:
L1 = (3.00 4.00 4.50) m
L2 = (4.00 5.50 7.00) m
L3 = (3.00 4.00 5.00) m
H = 3.00 m

Cargas em valor característico:
q_{AD} = 10.0 kN/m : peso próprio de estrutura metálica
q_{AB} = 5.00 kN/m : peso próprio de equipamentos fixos
q_{CD} = 8.00 kN/m : acidental de ocupação (ψ_o = 0.7)
P_A = 50.0 kN : acidental de ocupação (ψ_o = 0.7)

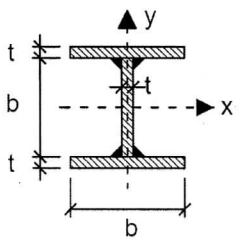
Dimensões Relativas aos Perfis :
d = (16.0 12.5 10.0) mm : diâmetro dos parafusos
b = (100 150 180) mm
t = 5.00 mm
Lc = 200 mm

$$ec = \frac{0.16b^2 + 0.5bt - t^2}{1.8b - 2t}$$

Detalhes da Ponta do Barra CE (Perfil U)



Seção Transversal da Barra BF (Perfil I Soldado)



Dados :
i. Considerar furos padrão.
ii. Aço **AR350** para todos perfis metálicos utilizados.
iii. Considerar que as vinculações indicadas no modelo estrutural são válidas para todos os eixos principais de inércia.
iv. Adotar os valores recomendados (e não os teóricos) do coeficiente K para determinação dos comprimentos de flambagem.
v. Considerar edificação comercial e combinações normais em ELU.

Q01 – O máximo esforço axial solicitante de tração que ocorre na barra CE é [em kN]?

184,69

Q02 – O máximo esforço axial solicitante de compressão que ocorre na barra BF é [em kN]?

263,57

Q03 – A força resistente de tração relativa a verificação ESB na barra CE é [em kN] ?

499,55

Q04 – A força resistente de tração relativa a verificação RSL na barra CE é [em kN] ?

528,34

Q05 – A área líquida de tração da barra CE relativa a verificação de cisalhamento de bloco é [em cm²] ?

5,325

Q06 – A área líquida de cisalhamento da barra CE relativa a verificação de cisalhamento de bloco é [em cm²]?

19,975

Q07 – O máximo esforço axial solicitante de tração possível de ser aplicado na barra CE é [em kN]?

430,5

Q08 – A verificação determinante da capacidade resistente à tração da barra CE é :
(A) ESB (B) RSL (C) Cisalhamento de Bloco (D) Índice de Esbeltez Limite

Q09 – O índice de esbeltez "λ" da barra BF com relação ao eixo X é [adim.] ?

36,912

Q10 – O fator de redução de resistência "Qa" relativo à flambagem local de elementos AA na barra BF é [adim.] ?

0,99570

Q11 – O fator de redução de resistência "Qs" relativo à flambagem local de elementos AL na barra BF é [adim.] ?

0,81555

Q12 – O índice de esbeltez reduzido "λ_o" relativo à flambagem por flexão da barra BF em seu eixo mais desfavorável é [adim.] ?

0,84831

Q13 – O fator de redução "χ" relativo à flambagem por flexão da barra BF em seu eixo mais desfavorável é [adim.] ?

0,73993

Q14 – A carga resistente de compressão da barra BF é [em kN] ?

516,18 kN

Q15 – O momento de inércia da seção transversal da barra BF em relação ao eixo X é [em cm⁴] ?

1783,5 cm⁴

Q16 – Assinale "V" para verdadeiro ou "F(" para falso em relação as afirmações abaixo:

(V) - Na barra CE a verificação de cisalhamento de bloco resultou numa capacidade resistente maior do que a verificação RSL.
(F) - Na barra BF não ocorre flambagem local do tipo AL.
(F) - Na barra BF não ocorre flambagem local do tipo AA.
(V) - A barra CE atende a verificação ESB.
(V) - A barra CE atende a verificação RSL.
(V) - A barra CE atende a verificação de Cisalhamento de Bloco.
(V) - A barra BF atende a verificação de Compressão Simples.

COMBINAÇÕES DE AÇÕES:

- Barra CE:

$\Sigma M_B = 0 \circlearrowleft\oplus \quad N_{CE} \times 7m - q_{AD} \times 16{,}5m \times (16{,}5m/2 - 4{,}5m) = 0$

$N_{CE_{qAD}} = 1/7\,(10 \times 16{,}5\,(16{,}5/2 - 4{,}5)) = \underline{88{,}393\,kN}\ (+)$

$\Sigma M_B = 0 \circlearrowleft\oplus \quad N_{CE} \times 7m + q_{AB} \times (4{,}5m)^2/2 = 0$

$N_{CE_{qAB}} = 1/7\,(-5 \times 4{,}5^2/2) = \underline{-7{,}2321\,kN}\ (-)$

$\Sigma M_B = 0 \circlearrowleft\oplus \quad N_{CE} \times 7m - q_{CD} \times 5m \times (7m + 5m/2) = 0$

$N_{CE_{qCD}} = 1/7\,(+8 \times 5 \times (7 + 2{,}5)) = \underline{+54{,}286\,kN}\ (+)$

$\Sigma M_B = 0 \circlearrowleft\oplus \quad N_{CE} \times 7m + P_A \times 4{,}5m = 0$

$N_{CE_{PA}} = 1/7\,(-4{,}5 \times 50) = \underline{-32{,}143\,kN}\ (-)$

- Barra BF:

$\Sigma M_C = 0 \circlearrowleft\oplus \quad N_{BF} \times 7m + q_{AD} \times 16{,}5 \times (16{,}5m/2 - 5) = 0$

$N_{BF_{qAD}} = 1/7\,(-10 \times 16{,}5 \times (16{,}5/2 - 5)) = \underline{-76{,}607\,kN}\ (-)$

$\Sigma M_C = 0 \circlearrowleft\oplus \quad N_{BF} \times 7m + q_{AB} \times 4{,}5m \times (4{,}5m/2 + 7m) = 0$

$N_{BF_{qAB}} = 1/7\,(-5 \times 4{,}5 \times (4{,}5/2 + 7)) = \underline{-29{,}732\,kN}\ (-)$

$\Sigma M_C = 0 \circlearrowleft\oplus \quad N_{BF} \times 7m - q_{CD} \times (5m)^2/2 = 0$

$N_{BF_{qCD}} = 1/7\,(+8 \times 25/2) = \underline{+14{,}286\,kN}\ (+)$

$\Sigma M_C = 0 \circlearrowleft\oplus \quad N_{BF} \times 7m + P_A \times (7m + 4{,}5m) = 0$

$N_{BF_{PA}} = 1/7\,(-50 \times 11{,}5) = \underline{-82{,}143\,kN}\ (-)$

	N_{CE}	N_{BF}	γ	ψ_0
q_{AD} :	+88,393	−76,607	1,25	−
q_{AB} :	−7,2321	−29,732	1,50	−
q_{CD} :	+54,286	+14,286	1,50	0,7
P_A :	−32,143	−82,143	1,50	0,7

Barra CE:

COMB 1 : $1,25 \times 88,393 + 1,0(-7,2321) + 1,5 \times 54,286 = +184,69 kN$

Barra BF:

COMB 1 : $1,25 \times (-79,607) + 1,5(-29,732) + 1,5 \times (-82,143) = -263,57 kN$

VERIFICAÇÕES DE TRAÇÃO EM CE:

$A_g = (0,4 \times 18cm \times 0,5cm) \times 2 + (18cm - 1cm) \times 0,95cm = 15,7 cm^2$

$\phi_{pad} = 1,0cm + 0,35cm = 1,35cm$

$A_n = 15,7cm^2 - 2 \times 1,35cm \times 0,5cm = 14,35cm^2$

$e_c = \dfrac{0,16 \times (15cm)^2 + 0,5 \times 15cm \times 0,5cm - (0,5cm)^2}{1,8 \times 15cm - 2 \times 0,5cm} = 1,5192cm$

$C_t = 1 - e_c/L_c = 1 - 1,5192cm/20cm = 0,92404 \rightsquigarrow 0,90$

$A_e = 0,90 \times 14,35 cm^2 = 12,915 cm^2$

ESB: $15,7 cm^2 \times 35 kN/cm^2 / 1,1 = 499,55 kN$ //

RSL: $12,915 cm^2 \times 45 kN/cm^2 / 1,35 = 430,5 kN$ //

$A_{nt} = (18cm - 6 \times 1cm - 1,35cm) \times 0,5cm = 5,325 cm^2$

$A_{gv} = (2 \times 10cm + 20cm) \times 0,5cm = 11 cm^2 \times 2 = 22 cm^2$

$A_{nv} = 22 cm^2 - 3 \times 1,35cm \times 0,5cm = 19,975 cm^2$

CIS:

MÍNIMO

$$\frac{1}{1,35}\left(0,6 \times 45 kN/cm^2 \times 19,975 cm^2 + 1 \times 5,325 cm^2 \times 45 \frac{kN}{cm^2}\right) = 577 kN$$

$$\frac{1}{1,35}\left(0,6 \times 35 kN/cm^2 \times 22 cm^2 + 1 \times 5,325 cm^2 \times 45 \frac{kN}{cm^2}\right) = 519,72 kN$$

VERIFICAÇÃO DE COMPRESSÃO BARRA BF

$A_g = 18 \times 0{,}5 \times 3 = 27\,cm^2$

$I_x = \frac{18\times(18+1)^3}{12} - \frac{(18-0{,}95)\times 18^3}{12} = 1783{,}5\,cm^4$

$I_y = \frac{0{,}95\times 18^3}{12}\times 2 + \frac{18\times 0{,}95^3}{12} = 486{,}19\,cm^4$

$r_x = \sqrt{\frac{1783{,}5}{27}} = 8{,}1275\,cm \qquad r_y = \sqrt{\frac{486{,}19}{27}} = 4{,}2435\,cm$

$k_x = k_y = 1{,}0$

$\lambda_x = 1{,}0\times 300\,cm / 8{,}1275\,cm = 36{,}912$

$\lambda_y = 1{,}0\times 300\,cm / 4{,}2435\,cm = \boxed{70{,}696}$ EIXO MAIS DESFAV.

FATOR Qa: $b/t = 180\,mm / 5\,mm = 36$

$b/t_{lim} = 1{,}49\sqrt{\frac{20000}{35}} = 35{,}618$

} OCORRE FL AA

$b_{ef} = 1{,}92\times 0{,}95\,cm\times\sqrt{\frac{20000}{35}}\left[1 - \frac{0{,}34}{36}\sqrt{\frac{20000}{35}}\right] = 17{,}767\,cm$

$A_{ef} = 27\,cm^2 - (18 - 17{,}767)\times 0{,}5\,cm^2 = 26{,}884\,cm^2$

$Q_a = 26{,}884/27 = \underline{0{,}99570}$

FATOR Qs: $b/t = 0{,}5\times 180\,mm / 5\,mm = 18$

$k_c = 4/\sqrt{36} =$ $\qquad b/t_{lim} = 0{,}64\sqrt{\frac{20000}{35/2{,}3}} = 12{,}492$

$b/t_e = 1{,}17\sqrt{\frac{20000}{35/2{,}3}} = 22{,}836$: FL AL INELÁSTICA

$Q_s = 1{,}415 - 0{,}65\times 18\sqrt{\frac{35}{2/3\,20000}} = \underline{0{,}81555}$

VERIFICAÇÃO DA ESTABILIDADE DO EIXO Y

$$Q = 0{,}99570 \times 0{,}81555 = 0{,}81203$$

$$\lambda_{PL} = \sqrt{\frac{\pi^2 20000}{0{,}81204 \times 35}} = 83{,}337$$

$$\lambda_{oy} = \lambda_y / \lambda_{PL} = 70{,}696 / 83{,}337 = 0{,}84831$$

$$\chi_y = 0{,}658^{0{,}84831^2} = 0{,}73993$$

$$N_{crd\ y} = 0{,}73993 \times 0{,}81203 \times 27\,cm^2 \times 35\,kN/cm^2 / 1{,}1$$

$$N_{crd\ y} = 516{,}18\,kN$$

Dados :

Aco	= AR350
L1	= 3 m
L2	= 4 m
L3	= 3 m
H	= 3 m
d	= 16 mm
b	= 100 mm
t	= 5 mm
Lc	= 200 mm
qAD	= 10 kN/m
qAB	= 5 kN/m
qCD	= 8 kN/m
PA	= 50 kN
PD	= 0 kN

Respostas :

Q01) Ntsd_CE	= 106.38 kN
Q02) Ncsd_BF	= -224.69 kN
Q03) ESB_CE	= 270.45 kN
Q04) RSL_CE	= 196.5 kN
Q05) Ant_CE	= 0.825 cm²
Q06) Anv_CE	= 20.275 cm²
Q07) Ntrd	= 196.5 kN
Q08) Verif. TRac	= RSL
Q09) lbx	= 65.207
Q10) Qa	= 1
Q11) Qs	= 1
Q12) lb0_cri	= 1.6938
Q13) X_cri	= 0.3057
Q14) Ncrd_final	= 145.9 kN
Q15) Ix	= 317.5 cm^4
Q16) VF	= V V V V V V F

Dados :

Aco	= AR350
L1	= 4.5 m
L2	= 7 m
L3	= 5 m
H	= 3 m
d	= 10 mm
b	= 180 mm
t	= 5 mm
Lc	= 200 mm
qAD	= 10 kN/m
qAB	= 5 kN/m
qCD	= 8 kN/m
PA	= 50 kN
PD	= 0 kN

Respostas :

Q01) Ntsd_CE	= 184.69 kN
Q02) Ncsd_BF	= -263.57 kN
Q03) ESB_CE	= 499.55 kN
Q04) RSL_CE	= 430.5 kN
Q05) Ant_CE	= 5.325 cm²
Q06) Anv_CE	= 19.975 cm²
Q07) Ntrd	= 430.5 kN
Q08) Verif. TRac	= RSL
Q09) lbx	= 36.912
Q10) Qa	= 0.99569
Q11) Qs	= 0.81555
Q12) lb0_cri	= 0.84832
Q13) X_cri	= 0.73992
Q14) Ncrd_final	= 516.18 kN
Q15) Ix	= 1783.5 cm^4
Q16) VF	= V F F V V V V

Dados :

Aco	= AR350
L1	= 4 m
L2	= 5.5 m
L3	= 4 m
H	= 3 m
d	= 12.5 mm
b	= 150 mm
t	= 5 mm
Lc	= 200 mm
qAD	= 10 kN/m
qAB	= 5 kN/m
qCD	= 8 kN/m
PA	= 50 kN
PD	= 0 kN

Respostas :

Q01) Ntsd_CE	= 142.56 kN
Q02) Ncsd_BF	= -254.83 kN
Q03) ESB_CE	= 413.64 kN
Q04) RSL_CE	= 342 kN
Q05) Ant_CE	= 2.95 cm²
Q06) Anv_CE	= 20.1 cm²
Q07) Ntrd	= 342 kN
Q08) Verif. TRac	= RSL
Q09) lbx	= 44.086
Q10) Qa	= 1
Q11) Qs	= 0.93772
Q12) lb0_cri	= 1.0938
Q13) X_cri	= 0.60606
Q14) Ncrd_final	= 406.86 kN
Q15) Ix	= 1041.9 cm^4
Q16) VF	= V F V V V V V