UNIVERSIDADE POSITIVO

Engenharia Civil 2
Avaliação Bimestral : 1 / 2018
Disciplina : Estruturas de Aço e Madeira

AM18-AB-B2b
Versão 1

Nota:

Turma

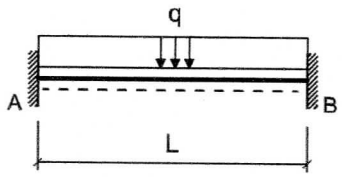
Nome:

Matrícula:

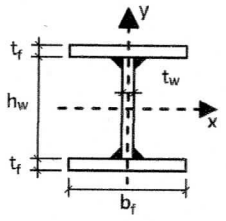
Orientações:
- Leia atentamente todas as instruções da prova.
- Não é permitida a comunicação entre os alunos durante a realização da prova.
- **Respostas das questões com alternativas devem ser escritas assinaladas com caneta azul ou preta na própria questão.**
- **Respostas das questões abertas devem 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 permitida a CONSULTA A UM CONJUNTO ÚNICO DE FOLHAS ENCADERNADAS EM ESPIRAL. Folhas soltas serão consideradas cola e o aluno terá sua prova recolhida e será atribuída nota zero na avaliação.**
- **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 esboçado ao lado e os dados elencados proceda as verificações: **FLM, deslocamentos máximos e FLT,** para viga AB construída em **perfil I soldado**;



Seção Transversal da Viga AB
(Perfil Soldado)



Dados geométricos: **L = 9.00 m**
hw = 200.0 mm **tw = 8.0 mm**
bf = 200.0 mm **tf = 12.5 mm**

Cargas:
q1 = 7.00 kN/m (Peso próprio de Estruturas Metálicas)
q2 = 25.00 kN/m (Ocupação)

Dados Adicionais:
- Viga de piso com travamento lateral somente nos pontos A e B feita em aço AR-350;
- Combinações Normais para ELU e Frequentes para ELS sendo a edificação uma biblioteca;

Q01 – O momento resistente da viga conforme a verificação FLM é [em kNm]:
(A) 194.49 (B) 305.85 (C) 429.94 (D) 639.94 (E) 366.31 (F) N.D.A.

Q02 – A máxima flecha elástica (calculada) para a viga em questão em face das combinações de ações ELS é [em mm e com (+) para baixo]:
33,844

Q03 – O momento resistente da viga conforme a verificação FLT é [em kNm]:
(A) 194.49 (B) N.D.A. (C) 254.13 (D) 639.94 (E) 284.85 (F) 366.31

Q04 – O fator Cb para a verificação FLT é [adimensional]:
2,3810

Q05 – O momento de plastificação total da seção transversal é [em kNm]:
(A) 472.94 (B) N.D.A. (C) 402.94 (D) 703.94 (E) 213.94 (F) 336.44

Q06 – O índice de esbeltez da viga em termos da verificação FLT, é [adimensional] :
(A) 199.53 (B) 108.12 (C) 118.66 (D) N.D.A. (E) 179.05 (F) 189.57

Q07 – O máximo momento solicitante que atua na viga é [em kNm e em módulo]:
312,19

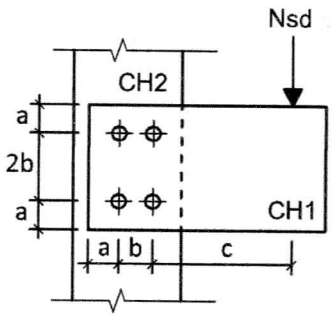
Q08 – A carga referente a máxima combinação de ações ELS para a viga em questão é [em kN/m] :
24,5

Q09 – Analise as afirmações abaixo:
I A viga atende a verificação FLM.
II A viga atende a verificação FLT.
III A viga atende a verificação de deslocamentos máximos.
IV Em termos da verificação FLT a viga é CURTA.
V Em termos da verificação FLM a mesa da viga é semi-compacta.
VI A flecha limite imposta pela norma para o caso é inferior à 2.00 cm.

Dentre as afirmações elencadas estão corretas somente:
(A) Todas (B) I II III VI (C) III (D) I (E) Nenhuma (F) I III

Problema B : **[0.625 pontos por questão]**

Verificar se a ligação por atrito esboçada ao lado (que também deve atender as verificações de uma ligação do tipo contato) é capaz de resistir aos esforços indicados desprezando as verificações dos elementos de ligação (verificar somente o meio ligante, ou seja, os parafusos e a furação).



Dimensões:
a = 50.0 mm; **b = 100.0 mm;** **c = 150.0 mm**
CH1 = 16.0 mm; **CH2 = 20.0 mm;**

Dados:
- Tipo de aço das chapas componentes: **MR250;**
- **Nsd = 100 kN;**
- Parafusos **ASTM A490 com diâmetro nominal d = 1/2 polegada**;
- Furos tipo padrão,e combinações normais de ações em ELU;
- Superfícies jateadas sem pintura;
- A ovalização dos furos não deve ser permitida;

Q01 – Analise as afirmações e abaixo:

I Na ligação em questão é necessário proceder a verificação de corte nos parafusos.
II Na ligação em questão é necessário proceder a verificação de tração nos parafusos.
III Na ligação em questão é necessário proceder a verificação de tração e corte simultâneos nos parafusos.
IV Na ligação em questão é necessário proceder a verificação de deslizamento entre as chapas.
V Na ligação em questão é necessário proceder a verificação de rasgamento de chapa e pressão de apoio nos furos.

Dentre as afirmações elencadas estão corretas somente:
(A) II, III e IV (B) I, IV e V (C) I, II e III (D) II e III (E) II, IV e V (F) Todas (G) Nenhuma

Q02 – O esforço de corte resistente de um único parafuso da ligação, considerando plano de corte passante na rosca, é [em kN]:

38,848

Q03 – O esforço de corte que incide no parafuso mais solicitado do conjunto é [em kN]:

60,208

Q04 – O esforço resistente ao deslizamento relativo ao cojunto de todos os parafusos instalados é [em kN e em valor de cálculo conforme a simplificação prevista na NBR 8800: 2008 de que a solicitação característica pode ser tomada como sendo igual a 70% da solicitação de cálculo] :

150,86

Q05 – O esforço resistente correlato à verificação de rasgamento de chapa e pressão de apoio nos furos por furo é [em kN] :

144,5

Q06 – A força de protensão mínima necessária para instalação dos parafusos é [em kN] :

66

Q07 – Analise as afirmações abaixo:

I A ligação atende a verificação de corte dos parafusos.
II A ligação atende a verificação de pega longa.
III A ligação atende a verificação de deslizamento de chapa.
IV A ligação atende a verificação de rasgamento de chapa e pressão de apoio
V O esforço de tração nos parafusos é nulo.

Dentre as afirmações elencadas estão corretas somente:
(A) Todas (B) II, IV e V (C) Nenhuma (D) I, II, III e V (E) I, II, IV e V (F) I, II e V

UNIVERSIDADE POSITIVO

Engenharia Civil 2
Avaliação Bimestral : 1 / 2018
Disciplina : Estruturas de Aço e Madeira

AM18-AB-B2b
Versão 1

Nota:

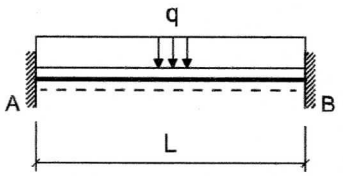
Turma

Nome: Matrícula:

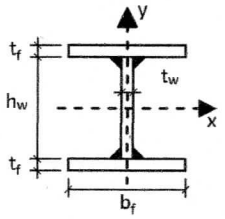
Orientações:
- Leia atentamente todas as instruções da prova.
- Não é permitida a comunicação entre os alunos durante a realização da prova.
- **Respostas das questões com alternativas devem ser escritas assinaladas com caneta azul ou preta na própria questão.**
- **Respostas das questões abertas devem 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 permitida a CONSULTA A UM CONJUNTO ÚNICO DE FOLHAS ENCADERNADAS EM ESPIRAL. Folhas soltas serão consideradas cola e o aluno terá sua prova recolhida e será atribuída nota zero na avaliação.**
- **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 esboçado ao lado e os dados elencados proceda as verificações: **FLM, deslocamentos máximos e FLT,** para viga AB construída em **perfil I soldado**;



Seção Transversal da Viga AB
(Perfil Soldado)



Dados geométricos: **L = 9.00 m**
hw = 300.0 mm **tw = 8.0 mm**
bf = 200.0 mm **tf = 12.5 mm**

Cargas:
q1 = 7.00 kN/m (Peso próprio de Estruturas Metálicas)
q2 = 25.00 kN/m (Ocupação)

Dados Adicionais:
- Viga de piso com travamento lateral somente nos pontos A e B feita em aço AR-350;
- Combinações Normais para ELU e Frequentes para ELS sendo a edificação uma biblioteca;

Q01 – O momento resistente da viga conforme a verificação FLM é [em kNm]:
(A) 194.49 (B) 305.85 (C) 429.94 (D) 639.94 (E) 366.31 (F) N.D.A.

Q02 – A máxima flecha elástica (calculada) para a viga em questão em face das combinações de ações ELS é [em mm e com (+) para baixo]:
14,936

Q03 – O momento resistente da viga conforme a verificação FLT é [em kNm]:
(A) 194.49 (B) N.D.A. (C) 254.13 (D) 639.94 (E) 284.85 (F) 366.31

Q04 – O fator Cb para a verificação FLT é [adimensional]:
2,3810

Q05 – O momento de plastificação total da seção transversal é [em kNm]:
(A) 472.94 (B) N.D.A. (C) 402.94 (D) 703.94 (E) 213.94 (F) 336.44

Q06 – O índice de esbeltez da viga em termos da verificação FLT, é [adimensional] :
(A) 199.53 (B) 108.12 (C) 118.66 (D) N.D.A. (E) 179.05 (F) 189.57

Q07 – O máximo momento solicitante que atua na viga é [em kNm e em módulo]:
312,19

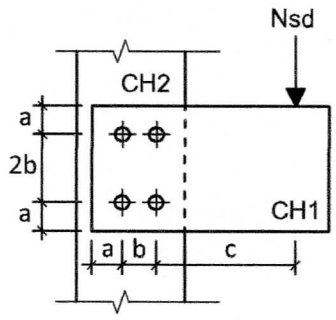
Q08 – A carga referente a máxima combinação de ações ELS para a viga em questão é [em kN/m] :
24,5

Q09 – Analise as afirmações abaixo:
I A viga atende a verificação FLM.
II A viga atende a verificação FLT.
III A viga atende a verificação de deslocamentos máximos.
IV Em termos da verificação FLT a viga é CURTA.
V Em termos da verificação FLM a mesa da viga é semi-compacta.
VI A flecha limite imposta pela norma para o caso é inferior à 2.00 cm.

Dentre as afirmações elencadas estão corretas somente:
(A) Todas (B) I II III VI (C) III (D) I (E) Nenhuma (F) I III

Problema B : **[0.625 pontos por questão]**

Verificar se a ligação por atrito esboçada ao lado (que também deve atender as verificações de uma ligação do tipo contato) é capaz de resistir aos esforços indicados desprezando as verificações dos elementos de ligação (verificar somente o meio ligante, ou seja, os parafusos e a furação).



Dimensões:
a = 50.0 mm; **b = 100.0 mm;** **c = 150.0 mm**
CH1 = 16.0 mm; **CH2 = 20.0 mm;**

Dados:
- Tipo de aço das chapas componentes: **MR250;**
- **Nsd = 100 kN;**
- Parafusos **ASTM A490 com diâmetro nominal d = 5/8 polegada**;
- Furos tipo padrão,e combinações normais de ações em ELU;
- Superfícies jateadas sem pintura;
- A ovalização dos furos não deve ser permitida;

Q01 – Analise as afirmações e abaixo:

I Na ligação em questão é necessário proceder a verificação de corte nos parafusos.
II Na ligação em questão é necessário proceder a verificação de tração nos parafusos.
III Na ligação em questão é necessário proceder a verificação de tração e corte simultâneos nos parafusos.
IV Na ligação em questão é necessário proceder a verificação de deslizamento entre as chapas.
V Na ligação em questão é necessário proceder a verificação de rasgamento de chapa e pressão de apoio nos furos.

Dentre as afirmações elencadas estão corretas somente:
(A) II, III e IV (B) I, IV e V (C) I, II e III (D) II e III (E) II, IV e V (F) Todas (G) Nenhuma

Q02 – O esforço de corte resistente de um único parafuso da ligação, considerando plano de corte passante na rosca, é [em kN]:

60,699

Q03 – O esforço de corte que incide no parafuso mais solicitado do conjunto é [em kN]:

60,208

Q04 – O esforço resistente ao deslizamento relativo ao cojunto de todos os parafusos instalados é [em kN e em valor de cálculo conforme a simplificação prevista na NBR 8800: 2008 de que a solicitação característica pode ser tomada como sendo igual a 70% da solicitação de cálculo] :

242,29

Q05 – O esforço resistente correlato à verificação de rasgamento de chapa e pressão de apoio nos furos por furo é [em kN] :

180,66

Q06 – A força de protensão mínima necessária para instalação dos parafusos é [em kN] :

106

Q07 – Analise as afirmações abaixo:

I A ligação atende a verificação de corte dos parafusos.
II A ligação atende a verificação de pega longa.
III A ligação atende a verificação de deslizamento de chapa.
IV A ligação atende a verificação de rasgamento de chapa e pressão de apoio
V O esforço de tração nos parafusos é nulo.

Dentre as afirmações elencadas estão corretas somente:
(A) Todas (B) II, IV e V (C) Nenhuma (D) I, II, III e V (E) I, II, IV e V (F) I, II e V

UNIVERSIDADE POSITIVO

Engenharia Civil
Avaliação Bimestral : 1 / 2018
Disciplina : Estruturas de Aço e Madeira

AM18-AB-B2b
Versão 1

Nota:

Turma

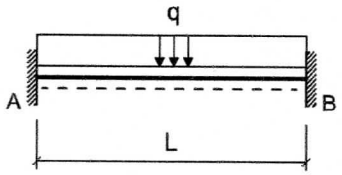
Nome:

Matrícula:

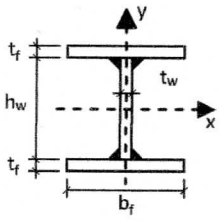
Orientações:
- Leia atentamente todas as instruções da prova.
- Não é permitida a comunicação entre os alunos durante a realização da prova.
- **Respostas das questões com alternativas devem ser escritas assinaladas com caneta azul ou preta na própria questão.**
- **Respostas das questões abertas devem 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 permitida a CONSULTA A UM CONJUNTO ÚNICO DE FOLHAS ENCADERNADAS EM ESPIRAL. Folhas soltas serão consideradas cola e o aluno terá sua prova recolhida e será atribuída nota zero na avaliação.**
- **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 esboçado ao lado e os dados elencados proceda as verificações: **FLM, deslocamentos máximos e FLT,** para viga AB construída em **perfil I soldado**;



Seção Transversal da Viga AB
(Perfil Soldado)



Dados geométricos: **L = 9.00 m**
hw = 400.0 mm **tw = 8.0 mm**
bf = 200.0 mm **tf = 12.5 mm**

Cargas:
q1 = 7.00 kN/m (Peso próprio de Estruturas Metálicas)
q2 = 25.00 kN/m (Ocupação)

Dados Adicionais:
- Viga de piso com travamento lateral somente nos pontos A e B feita em aço AR-350;
- Combinações Normais para ELU e Frequentes para ELS sendo a edificação uma biblioteca;

Q01 – O momento resistente da viga conforme a verificação FLM é [em kNm]:
(A) 194.49 (B) 305.85 (C) 429.94 (D) 639.94 (E) 366.31 (F) N.D.A.

Q02 – A máxima flecha elástica (calculada) para a viga em questão em face das combinações de ações ELS é [em mm e com (+) para baixo]:

8,1941

Q03 – O momento resistente da viga conforme a verificação FLT é [em kNm]:
(A) 194.49 (B) N.D.A. (C) 254.13 (D) 639.94 (E) 284.85 (F) 366.31

Q04 – O fator Cb para a verificação FLT é [adimensional]:

2,3810

Q05 – O momento de plastificação total da seção transversal é [em kNm]:
(A) 472.94 (B) N.D.A. (C) 402.94 (D) 703.94 (E) 213.94 (F) 336.44

Q06 – O índice de esbeltez da viga em termos da verificação FLT, é [adimensional] :
(A) 199.53 (B) 108.12 (C) 118.66 (D) N.D.A. (E) 179.05 (F) 189.57

Q07 – O máximo momento solicitante que atua na viga é [em kNm e em módulo]:

312,19

Q08 – A carga referente a máxima combinação de ações ELS para a viga em questão é [em kN/m] :

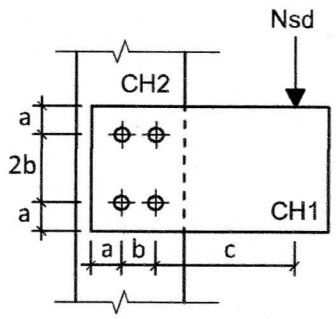
24,5

Q09 – Analise as afirmações abaixo:
- I A viga atende a verificação FLM.
- II A viga atende a verificação FLT.
- III A viga atende a verificação de deslocamentos máximos.
- IV Em termos da verificação FLT a viga é CURTA.
- V Em termos da verificação FLM a mesa da viga é semi-compacta.
- VI A flecha limite imposta pela norma para o caso é inferior à 2.00 cm.

Dentre as afirmações elencadas estão corretas somente:
(A) Todas (B) I II III VI (C) III (D) I (E) Nenhuma (F) I III

Problema B : **[0.625 pontos por questão]**

Verificar se a ligação por atrito esboçada ao lado (que também deve atender as verificações de uma ligação do tipo contato) é capaz de resistir aos esforços indicados desprezando as verificações dos elementos de ligação (verificar somente o meio ligante, ou seja, os parafusos e a furação).



Dimensões:
a = 50.0 mm; **b = 100.0 mm;** **c = 150.0 mm**
CH1 = 16.0 mm; **CH2 = 20.0 mm;**

Dados:
- Tipo de aço das chapas componentes; **MR250;**
- **Nsd = 100 kN;**
- Parafusos **ASTM A490 com diâmetro nominal d = 3/4 polegada**;
- Furos tipo padrão,e combinações normais de ações em ELU;
- Superfícies jateadas sem pintura;
- A ovalização dos furos não deve ser permitida;

Q01 – Analise as afirmações e abaixo:

I Na ligação em questão é necessário proceder a verificação de corte nos parafusos.
II Na ligação em questão é necessário proceder a verificação de tração nos parafusos.
III Na ligação em questão é necessário proceder a verificação de tração e corte simultâneos nos parafusos.
IV Na ligação em questão é necessário proceder a verificação de deslizamento entre as chapas.
V Na ligação em questão é necessário proceder a verificação de rasgamento de chapa e pressão de apoio nos furos.

Dentre as afirmações elencadas estão corretas somente:
(A) II, III e IV (B) I, IV e V (C) I, II e III (D) II e III (E) II, IV e V (F) Todas (G) Nenhuma

Q02 – O esforço de corte resistente de um único parafuso da ligação, considerando plano de corte passante na rosca, é [em kN]:

87,407

Q03 – O esforço de corte que incide no parafuso mais solicitado do conjunto é [em kN]:

60,208

Q04 – O esforço resistente ao deslizamento relativo ao cojunto de todos os parafusos instalados é [em kN e em valor de cálculo conforme a simplificação prevista na NBR 8800: 2008 de que a solicitação característica pode ser tomada como sendo igual a 70% da solicitação de cálculo] :

356,67

Q05 – O esforço resistente correlato à verificação de rasgamento de chapa e pressão de apoio nos furos por furo é [em kN] :

216,75

Q06 – A força de protensão mínima necessária para instalação dos parafusos é [em kN] :

156

Q07 – Analise as afirmações abaixo:

I A ligação atende a verificação de corte dos parafusos.
II A ligação atende a verificação de pega longa.
III A ligação atende a verificação de deslizamento de chapa.
IV A ligação atende a verificação de rasgamento de chapa e pressão de apoio
V O esforço de tração nos parafusos é nulo.

Dentre as afirmações elencadas estão corretas somente:
(A) Todas (B) II, IV e V (C) Nenhuma (D) I, II, III e V (E) I, II, IV e V (F) I, II e V

AM18 - AB - B2b PROBLEMA A $L = 9\,m$ $h_w = 300\,mm$

1 COMB. DE AÇÕES

$q_{ELU} = 1{,}25 \times 7\,kN/m + 1{,}50 \times 25\,kN/m = 46{,}25\,kN/m = 0{,}4625\,kN/cm$

$q_{ELS} = 7\,kN/m + 0{,}7 \times 25\,kN/m = 24{,}50\,kN/m = 0{,}245\,kN/cm$

2 SOLICITAÇÕES

$M_{sd} = qL^2/12 = 46{,}25 \times 9^2/12 = 312{,}19\,kNm = 31219\,kNcm$

$\delta_{calc} = \dfrac{q_{ELS} L^4}{384\,EI}$ $I_x = 14013{,}5\,cm^4$ $I_y = 1667{,}95\,cm^4$

$r_x = 13{,}761\,cm$ $r_y = 4{,}7476\,cm$

$W_x = 862{,}37\,cm^3$ $Z_x = 961{,}25\,cm^3$

$\delta_{calc} = \dfrac{0{,}245\,kN/cm \times (900\,cm)^4}{384 \times 20000\,kN/cm^2 \times 14013{,}5\,cm^4} = 1{,}4936\,cm = \underline{14{,}936\,mm \downarrow}$

3 VERIF. FLM:

$\lambda_{FLM} = 0{,}5 \times 200\,mm / 12{,}5\,mm = 8$

$\lambda_{pFLM} = 0{,}38 \sqrt{\dfrac{20000}{35}} = 9{,}0837$

MESA COMPACTA P/ FLEXÃO

$M_{RdFLM} = M_{pl}/\gamma_{a1}$ $M_{pl} = Z_x f_y$

$M_{pl} = 961{,}25 \times 35 = 33644\,kNcm = 336{,}44\,kNm$

$M_{RdFLM} = 336{,}44/1{,}1 = \underline{305{,}85\,kNm} < M_{sd}$ FALHA

4 VERIF FLT:

$\lambda_{FLT} = L_b/r_y = 900/4{,}7476 = 189{,}57$ $C_w = 407214\,cm^6$

$J = 31{,}162\,cm^4$

$\lambda_{pFLT} = 1{,}76 \sqrt{\dfrac{20000}{35}} = 42{,}072$ $\beta_1 = 0{,}0339$

$\lambda_{rFLT} = \dfrac{1{,}38\sqrt{1668 \times 31{,}16}}{4{,}75 \times 31{,}16 \times 0{,}0339} \sqrt{1 + \sqrt{1 + \dfrac{27 \times 407214 \times 0{,}0339^2}{1668}}} = 117{,}43$

→ VIGA LONGA;

$M_R = 0{,}7 \times 35 \times 86237 = 21128 \text{ kN cm} = 211{,}28 \text{ kN m}$

Cb = ? $\quad M(x) = -qL^2/12 + qL/2\,x - qx^2/2$

P/x = 0 $\quad M = |-qL^2/12| = 675q$ ($M_{MÁX}$)

P/x = 1/4 L $\quad M = -qL^2/12 + qL/2\,L/4 - q/2\,L^2/16 = 0{,}84375q$ ($M_A = M_C$)

P/x = 1/2 L $\quad M = -qL^2/12 + qL/2 \cdot L/2 - q/2\,L^2/4 = 3{,}375q$ (M_B)

$$C_b = \frac{12{,}5 \times 6{,}75q}{2{,}5 \times 6{,}75q + 3 \times 0{,}84375q + 4 \times 3{,}375q + 3 \times 0{,}84375q} = 2{,}381$$

$$M_{CR} = \frac{2{,}381 \times \pi^2 \times 20000 \times 1668}{900^2} \sqrt{\frac{407214}{1668}\left(1 + \frac{0{,}039 \times 31{,}162 \times 900}{407214}\right)}$$

$M_{CR} = 27955 \text{ kN cm}$

$M_{Rd\,FLT} = M_{cr}/\gamma_{a1} = 279{,}55/1{,}1 = 254{,}14 \text{ kN m} < M_{sd}$ FALTA

(5) VERIF. DE FLECHA:

$\delta_{LIM} = L/350 = 900 \text{ cm}/350 = 2{,}5714 \text{ cm} = 25{,}714 \text{ mm}$

$\delta_{LIM} = 25{,}714 \text{ mm} > \delta_{acc} = 14{,}936 \text{ mm}$ ok!

AM18-AB-B2b PROBLEMA B $d = 5/8$

(1) SOLICITAÇÕES:

$N_{sd} = 100\,kN \times (15\,cm + 0{,}5 \times 10\,cm) = 2000\,kN\,cm$

$\Sigma r^2 = 4\left(\left(\frac{b}{2}\right)^2 + 5^2\right) = 4\left(\left(\frac{19}{2}\right)^2 + 10^2\right) = 500\,cm^2$

* Parafuso superior direito é o mais solicitado;

$F_{mx} = \frac{2000{,}0\,kN\,cm}{500\,cm^2} \times 10\,cm = 40\,kN$

$F_{my} = \frac{2000{,}0\,kN\,cm}{500\,cm^2} \times 5\,cm = 20\,kN$

$F_a = 100\,kN / (n=4) = 25\,kN$

$F_{v'sd} = \sqrt{40^2 + (25+20)^2} = 60{,}208\,kN$

(2) VERIF. DE CORTE: $d = \frac{5}{8} \times 2{,}54\,cm = 1{,}5875\,cm$

$A_b = \frac{\pi}{4} \times (1{,}5875\,cm)^2 = 1{,}9793\,cm^2$

$F_{v'Rd} = 0{,}4 \times 1{,}9793 \times 103{,}5 / 1{,}35 = \underline{60{,}699\,kN} > F_{v'sd}$ ok!

(3) VERIF. DE RASGAMENTO E PRESSÃO DE APOIO;

$l_f = 50\,mm - (15{,}875\,mm + 1{,}5\,mm)/2 = 41{,}313\,mm$

$F_{cRd} = \min \begin{cases} \frac{1{,}2 \times 4{,}1313\,cm \times 1{,}6\,cm \times 40\,kN/cm^2}{1{,}35} = 235{,}03\,kN \\ \frac{2{,}4 \times 1{,}5875\,cm \times 1{,}6\,cm \times 40\,kN/cm^2}{1{,}35} = \underline{180{,}66\,kN} \end{cases}$

$F_{c'Rd} = 180{,}66\,kN > F_{v'sd}$ ok!

(4) VERIF. DE DESLIZAMENTO

$\mu = 0,5 \quad ch = 1,0 \quad n_s = 1 \quad F_{TD} = 106\,kN$

$F_{fRK} = 0,8 \times 0,5 \times 1,0 \times 106 \times 1,0 = 42,4\,kN$

$F_{fRd} = 42,4\,kN / 0,7 = 60,571\,kN > F_{w'sd}$ ok!

$F_{fRd\ TOTAL} = 60,571 \times 4 = \underline{242,29\,kN}$

$PEGA\ LIM = 5d = 5 \times 15,875 = 79,375\,mm$
$PEGA = 16 + 20 = 36\,mm$ } ok!