UNIVERSIDADE POSITIVO

**Engenharia Civil**
Avaliação Bimestral: 3 / 2017 **AM17-AB-B3a**
Disciplina: Est. de Aço e Madeira

Nota:

Turma:

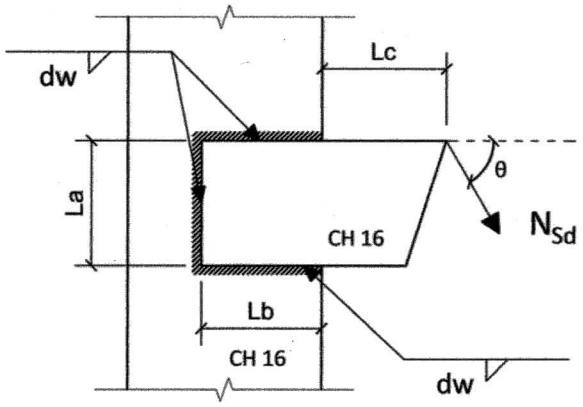
Nome: GABARITO VERSÃO 1 Matrícula:

**Orientações:**

- Não é permitida a comunicação entre os alunos durante a realização da prova.
- Respostas das **QUESTÕES COM ALTERNATIVAS devem ser MARCADAS NA PRÓPRIA QUESTÃO COM CANETA AZUL OU PRETA** - marcação dupla implicará em atribuição de nota zero na questão.
- Respostas das **QUESTÕES ABERTAS devem ser ESCRITAS COM CANETA AZUL OU PRETA NA LINHA ABAIXO DE CADA QUESTÃO**, ou no caso de diagramas, nos espaços em branco destinados à resolução do problema.
- A prova contém 16 QUESTÕES com valor 0.625 cada, sendo estas relativas aos problemas nomeados por A, B, C e etc. A correção da prova será feita sem a consideração de valores parciais da nota de 0.625 de cada questão.
- **RESPOSTAS de questões abertas ou com alternativas, DESPROVIDAS DOS CÁLCULOS PERTINENTES SERÃO AVALIADAS COM NOTA ZERO**, sendo portanto obrigatória a apresentação de todos os cálculos nos espaços destinados para tal fim.
- Caso alguma questão com alternativas apresente problemas em seu enunciado ou nas alternativas propostas, esta questão será anulada bem como também serão anuladas outras questões que "dependam invariavelmente" da resposta da questão inadequada. Com a anulação, o peso das demais questões não afetadas será aumentado passando cada uma a valer conforme a divisão da nota 10 pelo total de questões então válidas.
- 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, porém não obrigatória, a CONSULTA A UM ÚNICO CONJUNTO DE FOLHAS ENCADERNADAS EM ESPIRAL, OU, UM ÚNICO LIVRO (EM BROCHURA), OU, UM ÚNICO CADERNO ESPIRALADO.**
- **FOLHAS SOLTAS e POST-IT's serão considerados como COLA e o aluno terá sua prova recolhida e será atribuída nota zero na avaliação.**
- **É TERMINANTEMENTE PROIBIDO DESMONTAR ESTE CADERNO DE PROVA pois folhas soltas serão consideradas COLA.**
- Ao ser constatado no início da realização da prova (entrega das folhas de provas aos alunos) que o aluno está com MATERIAL DE CONSULTA INADEQUADO, o mesmo terá direito a adequar seu material às regras, antes de receber a folha de prova, ou realizar a prova sem consulta. A insistência na utilização de material de consulta inadequado, ou utilização furtiva deste após entrega da folha de prova, implicará no recolhimento da prova e atribuição de nota zero na avaliação.
- Para todos os cálculos nas questões utilize 5 algarismos significativos.
- **A sigla N.D.A. significa nenhuma das alternativas elencadas para a questão.**

**Problema A: [ Valor 3.125 pontos – 0.625 pontos cada questão ]**

Determinar qual a mínima perna de solda (em modulação de 1mm) necessária para que o conjunto de filetes de solda indicado atenda as verificações de Ruptura do Metal de Solda e Escoamento / Ruptura do Metal Base (considerando a face de fusão como sendo a área de metal base).




**Dados:**

- **Nsd = 350 kN;**
- **La = 380 mm;**
- **Lb = 350 mm;**
- **Lc = 150 mm**
- **Aço MR 250 nas chapas;**
- **Eletrodo EXX 60;**
- **θ = 30 °;**

**A01** A Inércia Polar do conjunto de filetes considerando uma perna unitária (dw = 1 cm) é [ em $cm^4$ ] :

44531

**A02** A tensão solicitante máxima que ocorre no conjunto de filetes considerando perna de solda unitária (dw = 1 cm) e levando em conta os efeitos do corte excêntrico é [ em $kN/cm^2$ ] :

**(A)** 11,614 **(B)** 14.175 **(C)** 13.516 **(D)** 16.938 **(E)** 12.021 **(F)** N.D.A.

**A03** A tensão resistente do conjunto de filetes em relação à Ruptura do Metal de Solda por cisalhamento (com referência à área de metal base $A_{MB}$) é [ em $kN/cm^2$ ]:

12,911

**A04** O momento solicitante no centroide da ligação é [ em módulo e em kNcm ]:

**(A)** 9534.1 **(B)** 10706 **(C)** 12699 **(D)** 12524 **(E)** 11020 **(F)** N.D.A.

**A05** A mínima perna de solda necessária ao conjunto de filetes para que estes suportem a solicitação é [ em mm ]:

**(A)** 7 **(B)** 9 **(C)** 10 **(D)** 11 **(E)** 13 **(F)** N.D.A.

(1) Tensão solicitante máxima:

$I_p = \frac{(2b+d)^3}{12} - \frac{b^2(b+d)^2}{2b+d}$ $\quad b = 35cm \quad d = 38cm$

$I_p = \frac{(2\times35+38)^3}{12} - \frac{35^2(35+38)^2}{2\times35+38} = \boxed{44531\ cm^4}$

$\bar{y} = d/2 = 38/2 = \underline{19cm}$

$\bar{x} = \frac{b^2}{2b+d} = \frac{35^2}{2\times35+38} = \underline{11,343cm}$

$N_H = 350kN \times \cos 30^\circ = 303,11\ kN \rightarrow$

$N_V = 350kN \times \operatorname{sen} 30^\circ = 175,00\ kN \downarrow$

$M_H = 303,11kN \times 19cm = 5759,1\ kNcm$

$M_V = 175kN \times (15,0cm + (35cm - 11,343cm)) = 6765,0\ kNcm$

$M = 5759,1 + 6765,0 = \boxed{12524\ kNcm}$

$\sigma M_H = \frac{12524\ kNcm}{44531\ cm^4} \times 19cm = 5,3436\ kN/cm^2 \rightarrow$

$\sigma M_V = \frac{12524\ kNcm}{44531\ cm^4} \times (35-11,343)cm = 6,6533\ kN/cm^2 \downarrow$

$A_{MB1} = (35cm \times 2 + 38cm)\ 1cm = 108\ cm^2$

$\sigma N_H = 303,11\ kN / 108\ cm^2 = 2,8066\ kN/cm^2 \rightarrow$

$\sigma N_V = 175,11\ kN / 108\ cm^2 = 1,6214\ kN/cm^2 \downarrow$

$\sigma_{sd} = \sqrt{(5,3436+2,8066)^2 + (6,6533+1,6214)^2}$

$\sigma_{sd} = \boxed{11,614\ kN/cm^2}$

## (2) TENSÃO RESISTENTE:

- RUPTURA DA SOLDA:

$$f_{Rdw} = 0{,}6 \times 0{,}7 \times 41{,}5\ kN/cm^2 \,/\, 1{,}35 = \boxed{12{,}911\ kN/cm^2}$$

- ESCOAMENTO DO METAL BASE:

$$f_{RESC} = 0{,}6 \times 25\ kN/cm^2 \,/\, 1{,}1 = 13{,}636\ kN/cm^2$$

- RUPTURA DO METAL BASE:

$$f_{RRUP} = 0{,}6 \times 40\ kN/cm^2 \,/\, 1{,}35 = 17{,}778\ kN/cm^2$$

## (3) PERNA DE SOLDA:

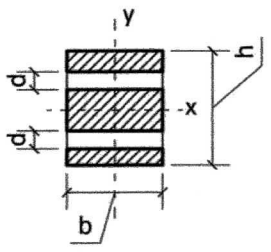
$$\frac{\tau_{sd}}{f_{Rdw}} = \frac{11{,}614\ kN/cm^2}{12{,}911\ kN/cm^2} = 0{,}89954 \simeq \boxed{9\ mm}$$

**Problema B: [ Valor 6.875 pontos – 0.6250 pontos cada questão ]**

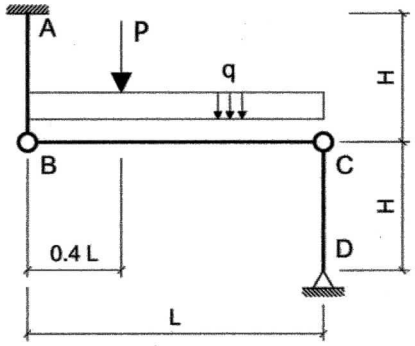
Efetuar as combinações de ações pertinentes e verificar se as barras AB e CD atendem as verificações de tração simples e compressão simples respectivamente.

**Dados:**

- **Madeira Dicotiledônea C30 em ambiente classe 2 de umidade e peças de 1ª categoria e cargas de longa duração;**
- **Combinações Normais em ELU;**
- **Diâmetro de furação d = 14 mm;**
- **b = 12.5 cm; h = 14.0 cm;**
- **L = 6.00 m; H = 2.80 m;**
- **As vinculações indicadas são válidas para ambos os eixos principais de inércia.**



Seção Transversal da Extremidade das Barras AB e CD




**Cargas incidentes (em valores característicos) :**
**q1 = 3.50 kN/m (permanente)**
**q2 = 7.00 kN/m (acidental de ocupação – ψ0 = 0.7)**
**q3 = 4.00 kN/m (vento em sentido gravitacional – ψ0 = 0.5)**
**P = 130 kN (acidental de equipamento – ψ0 = 0.7)**

**A01** O máximo esforço de tração simples solicitante que incide na barra AB é [ em kN ]:
**(A)** 178.08 **(B)** 161.28 **(C)** 203.28 **(D)** 230.79 **(E)** 152.88 **(F)** N.D.A.

**A02** O máximo esforço de compressão simples solicitante que incide na barra CD é [ em kN ]:
**(A)** 116.48 **(B)** 133.28 **(C)** 122.08 **(D)** 150.08 **(E)** 190.51 **(F)** N.D.A.

**A03** A força resistente de tração simples da barra AB é [ em kN ] :
**(A)** 212.12 **(B)** 220.83 **(C)** 191.61 **(D)** 240.97 **(E)** 201.10 **(F)** N.D.A.

**A04** A área útil de seção transversal da barra AB é [ em cm² ] :
140

**A05** A carga crítica de flambagem da barra CD em relação ao eixo mais desfavorável é [ em kN ]:
291,15

**A06** O momento fletor associado às excentricidades inerentes à análise de uma peça em compressão simples "não curta", com respeito ao eixo mais desfavorável da barra CD é [ em kNcm ]:
**(A)** 180.05 **(B)** 348.94 **(C)** 262.11 **(D)** 305.01 **(E)** 280.76 **(F)** N.D.A.

**A07** O índice de esbeltez relativo ao eixo X da barra CD é :
**(A)** 70.513 **(B)** 57.056 **(C)** 53.886 **(D)** 64.663 **(E)** 69.282 **(F)** N.D.A.

**A08** Assinale verdadeiro (V) ou falso (F) nas afirmações abaixo ( 1 errada anula 1 correta - deixe em branco caso tenha dúvidas ):
(F) A combinação de ações que provoca a máxima compressão em CD é a que tem por ação principal a carga q2;
(F) A combinação de ações que provoca a máxima tração em AB é a que tem por ação principal a carga q2;
(F) A combinação de ações que provoca a máxima compressão em CD é a que tem por ação principal a carga q1;
(V) A combinação de ações que provoca a máxima tração em AB é a que tem por ação principal a carga P;
(F) A combinação de ações que provoca a máxima tração em AB é a que tem por ação principal a carga q3;

**A09** Assinale verdadeiro (V) ou falso (F) nas afirmações abaixo ( 1 errada anula 1 correta - deixe em branco caso tenha dúvidas ):
(V) A barra AB resiste à solicitação de tração aplicada;
(F) A barra AB sofre tração somente devido as cargas distribuídas não sendo afetada pela carga concentrada P;
(V) A barra CD atende à verificação de compressão paralela às fibras;
(V) A barra CD em seu eixo mais desfavorável é classificada como uma peça MEDIANAMENTE ESBELTA;
(F) A Área Útil da seção transversal da barra AB pode ser tomada como sendo igual à Área Bruta dada uma redução inferior a 10%;

**A10** O coeficiente Kmod utilizado para o cálculo das propriedades da madeira no problema é :
0,7

**A11** Qual o Fator de Segurança da barra CD (Tensão Solicitante Total dividida pela Tensão Resistente):
0,91374

## (1) PROPRIEDADES DA MADEIRA:

$k_{mod} = 0,7 \times 1,0 \times 1,0 = 0,7$

$f_{cod} = 0,7 \times 3,0 / 1,4 = \underline{1,5\ kN/cm^2}$

$f_{tok} = 3,0 / 0,77 = 3,8961\ kN/cm^2$

$f_{tod} = 0,7 \times 3,8961 / 1,8 = \underline{1,5152\ kN/cm^2}$

$E_{cod} = 0,7 \times 1450\ kN/cm^2 = \underline{1015\ kN/cm^2}$

## (2) COMBINAÇÕES DE AÇÕES

COMB 1 (q2):

$S_{q2} = 1,4 \times 3,5\ kN/m + 1,4 \times 7\ kN/m + 1,4 \times 4\ kN/m \times 0,5 + 1,4 \times 130\ kN \times 0,7$

$S_{q2} = 17,5\ kN/m + 127,4\ kN$

COMB 2 (q3):

$S_{q3} = 1,4 \times 3,5\ kN/m + 1,4 \times 4\ kN/m \times 0,75 + 1,4 \times 7\ kN/m \times 0,7 + 1,4 \times 130\ kN \times 0,7$

$S_{q3} = 15,96\ kN/m + 127,4\ kN$

COMB 3 (P)

$S_P = 1,4 \times 3,5\ kN/m + 1,4 \times 130\ kN + 1,4 \times 7\ kN/m \times 0,7 + 1,4 \times 4\ kN/m \times 0,5$

$S_P = 14,56\ kN/m + 182\ kN$

- TRAÇÃO AB: $\Sigma M_C = 0$ ↻ (+) $-T_{AB} \times L + qL^2/2 + P\,0,6L = 0$

$T_{AB} = qL/2 + 0,6P$

$S_{q2} = 17,5 \times 6/2 + 0,6 \times 127,4 = 128,94\ kN$

$S_P = 14,56 \times 6/2 + 0,6 \times 182 = \underline{152,88\ kN}$ (MÁX TRAC.)

- COMPRESSÃO CD: $\Sigma M_B = 0$ ↺ (+)

$N_{CD} \times L - qL^2/2 - P \times 0,4L = 0$

$N_{CD} = qL/2 + 0,4L$

$S_{qz} = 17,5 \times 6/2 + 0,4 \times 127,4 = 103,46\ kN$

$S_p = 14,56 \times 6/2 + 0,4 \times 182 = \underline{116,48\ kN}$ (MÁX. COMP.)

(3) VERIFICAÇÃO DE TRAÇÃO:

$A_g = 12,5 \times 14 = 175\ cm^2$ $\quad A_{FURO} = 2 \times 12,5 \times 1,4 = 35\ cm^2$

$\frac{A_{FUROS}}{A_g} = \frac{35\ cm^2}{175\ cm^2} = 0,2\ (20\%)$

$A_{ÚTIL} = 175 - 35 = 140\ cm^2$

$T_{Rd} = 1,5152\ kN/cm^2 \times 140\ cm^2 = \boxed{212,13\ kN} > 152,88\ kN$ ok!

(4) VERIF. DE COMPRESSÃO SIMPLES:

$I_x = 12,5 \times 14^3/12 = 2858,3\ cm^4$

$I_y = 14 \times 12,5^3/12 = 2278,6\ cm^4$

$r_x = \sqrt{\frac{2858,3}{175}} = 4,0414\ cm$

$r_y = \sqrt{\frac{2278,6}{175}} = 3,6084\ cm$

$\lambda_x = 280\ cm / 4,0414\ cm = 69,283$

$\lambda_y = 280\ cm / 3,6084\ cm = 77,597$

} MEDIANAMENTE ESBELTA/ AMBOS EIXOS

→ ANALISANDO SOMENTE O EIXO Y (MAIS ESBELTO);

$e_{ay} = 280\ cm/300 = 0,93333\ cm$

$e_{iy} = 0\ cm / 116,48\ kN = 0$

} $h_y/30 = \frac{12,5\ cm}{30} = 0,41667\ cm$

$e_{1y} = 0,93333\ cm + 0,41667\ cm = 1,35\ cm$

$F_{Ey} = \frac{\pi^2 \times 1015\ kN/cm^2 \times 2278,6\ cm^4}{(280\ cm)^2} = \underline{291,15\ kN}$

$$M_{sd} = 116{,}48\ kN \times 1{,}35\ cm \times \left(\frac{291{,}15}{291{,}15 - 116{,}48}\right) = 262{,}11\ kN\,cm$$

$$\tau_{Nsd} = 116{,}48\ kN / 175\ cm^2 = 0{,}6656\ kN/cm^2$$

$$\tau_{Msd} = \frac{262{,}11\ kN\,cm}{2278{,}6\ cm^4} \times \frac{12{,}5\ cm}{2} = 0{,}71894\ kN/cm^2$$

$$\tau_{Total} = 0{,}6656 + 0{,}71894 = 1{,}3845\ kN/cm^2$$

$$FS = \frac{1{,}3845\ kN/cm^2}{1{,}5152\ kN/cm^2} = 0{,}91374 < 1{,}0 \quad ok!$$

UNIVERSIDADE POSITIVO

**Engenharia Civil**
Avaliação Bimestral: 3 / 2017 **AM17-AB-B3a**
Disciplina: Est. de Aço e Madeira

Nota:

Turma:

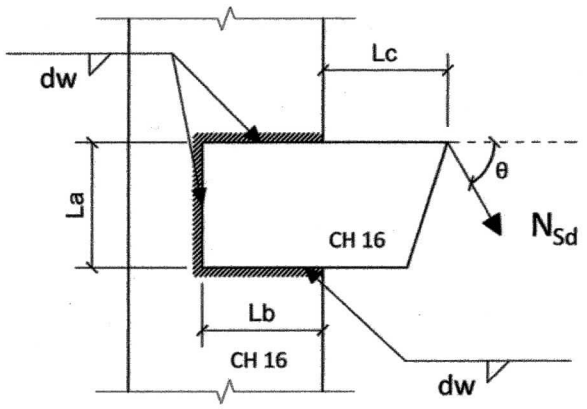
Nome: GABARITO VERSÃO 2 Matrícula:

**Orientações:**

- Não é permitida a comunicação entre os alunos durante a realização da prova.
- Respostas das **QUESTÕES COM ALTERNATIVAS devem ser MARCADAS NA PRÓPRIA QUESTÃO COM CANETA AZUL OU PRETA** - marcação dupla implicará em atribuição de nota zero na questão.
- Respostas das **QUESTÕES ABERTAS devem ser ESCRITAS COM CANETA AZUL OU PRETA NA LINHA ABAIXO DE CADA QUESTÃO**, ou no caso de diagramas, nos espaços em branco destinados à resolução do problema.
- A prova contém 16 QUESTÕES com valor 0.625 cada, sendo estas relativas aos problemas nomeados por A, B, C e etc. A correção da prova será feita sem a consideração de valores parciais da nota de 0.625 de cada questão.
- **RESPOSTAS de questões abertas ou com alternativas, DESPROVIDAS DOS CÁLCULOS PERTINENTES SERÃO AVALIADAS COM NOTA ZERO**, sendo portanto obrigatória a apresentação de todos os cálculos nos espaços destinados para tal fim.
- Caso alguma questão com alternativas apresente problemas em seu enunciado ou nas alternativas propostas, esta questão será anulada bem como também serão anuladas outras questões que "dependam invariavelmente" da resposta da questão inadequada. Com a anulação, o peso das demais questões não afetadas será aumentado passando cada uma a valer conforme a divisão da nota 10 pelo total de questões então válidas.
- 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, porém não obrigatória, a CONSULTA A UM ÚNICO CONJUNTO DE FOLHAS ENCADERNADAS EM ESPIRAL, OU, UM ÚNICO LIVRO (EM BROCHURA), OU, UM ÚNICO CADERNO ESPIRALADO.**
- **FOLHAS SOLTAS e POST-IT's serão considerados como COLA e o aluno terá sua prova recolhida e será atribuída nota zero na avaliação.**
- **É TERMINANTEMENTE PROIBIDO DESMONTAR ESTE CADERNO DE PROVA pois folhas soltas serão consideradas COLA.**
- Ao ser constatado no início da realização da prova (entrega das folhas de provas aos alunos) que o aluno está com MATERIAL DE CONSULTA INADEQUADO, o mesmo terá direito a adequar seu material às regras, antes de receber a folha de prova, ou realizar a prova sem consulta. A insistência na utilização de material de consulta inadequado, ou utilização furtiva deste após entrega da folha de prova, implicará no recolhimento da prova e atribuição de nota zero na avaliação.
- Para todos os cálculos nas questões utilize 5 algarismos significativos.
- **A sigla N.D.A. significa nenhuma das alternativas elencadas para a questão.**

**Problema A: [ Valor 3.125 pontos – 0.625 pontos cada questão ]**

Determinar qual a mínima perna de solda (em modulação de 1 mm) necessária para que o conjunto de filetes de solda indicado atenda as verificações de Ruptura do Metal de Solda e Escoamento / Ruptura do Metal Base (considerando a face de fusão como sendo a área de metal base).




**Dados:**

- **Nsd = 350 kN;**
- **La = 380 mm;**
- **Lb = 280 mm;**
- **Lc = 200 mm**
- **Aço AR 350 nas chapas;**
- **Eletrodo EXX 70;**
- **θ = 30 °;**

**A01** A Inércia Polar do conjunto de filetes considerando uma perna unitária (dw = 1 cm) é [ em $cm^4$ ] :

32884

**A02** A tensão solicitante máxima que ocorre no conjunto de filetes considerando perna de solda unitária (dw = 1 cm) e levando em conta os efeitos do corte excêntrico é [ em $kN/cm^2$ ] :

**(A)** 11,614 **(B)** 14.175 **(C)** 13.516 **(D)** 16.938 **(E)** 12.021 **(F)** N.D.A.

**A03** A tensão resistente do conjunto de filetes em relação à Ruptura do Metal de Solda por cisalhamento (com referência à área de metal base $A_{MB}$) é [ em $kN/cm^2$ ]:

15,089

**A04** O momento solicitante no centroide da ligação é [ em módulo e em kNcm ]:

**(A)** 9534.1 **(B)** 10706 **(C)** 12699 **(D)** 12524 **(E)** 11020 **(F)** N.D.A.

**A05** A mínima perna de solda necessária ao conjunto de filetes para que estes suportem a solicitação é [ em mm ]:

**(A)** 7 **(B)** 9 **(C)** 10 **(D)** 11 **(E)** 13 **(F)** N.D.A.

## (1) Tensão Solicitante Máxima

$b = 28\,cm \quad d = 38\,cm$

$$I_p = \frac{(2\times 28+38)^3}{12} - \frac{28^2(28+38)^2}{2\times 28+38} = 32884\,cm^4$$

$$\bar{x} = \frac{28^2}{2\times 28+38} = 8{,}3404\,cm \qquad \bar{y} = \frac{38}{2} = 19\,cm$$

$N_H = 350 \times \cos 30^\circ = 303{,}11\,kN$

$N_V = 350 \times \operatorname{sen} 30^\circ = 175\,kN$

$M_H = 303{,}11\,kN \times 19\,cm = 5759{,}1\,kN\,cm$

$M_V = 175\,kN \times (20\,cm + (28 - 8{,}3404)\,cm) = 6940{,}4\,kN\,cm$

$M_{sd} = 5759{,}1\,kN\,cm + 6940{,}4\,kN\,cm = 12699\,kN\,cm$

$A_{MB1} = 2\times 28 + 38 = 94\,cm^2$

$\sigma_{NH} = 303{,}11\,kN / 94\,cm^2 = 3{,}2246\,kN/cm^2 \rightarrow$

$\sigma_{NV} = 175\,kN / 94\,cm^2 = 1{,}8617\,kN/cm^2 \downarrow$

$\sigma_{MH} = \frac{12699\,kN\,cm}{32884\,cm^4} \times 19\,cm = 7{,}3373\,kN/cm^2 \rightarrow$

$\sigma_{MV} = \frac{12699\,kN\,cm}{32884\,cm^4} \times (28 - 8{,}3404)\,cm = 7{,}5921\,kN/cm^2 \downarrow$

$$\sigma_{sd} = \sqrt{\left(3{,}2246\frac{kN}{cm^2} + 7{,}3373\frac{kN}{cm^2}\right)^2 + \left(1{,}8617\frac{kN}{cm^2} + 7{,}5921\frac{kN}{cm^2}\right)^2}$$

$\sigma_{sd} = 14{,}175\,kN/cm^2$ //

## (2) TENSÃO RESISTENTE:

- RUPTURA DA SOLDA:

$$f_{RW} = 0,6 \times 0,7 \times 48,5\ kN/cm^2 / 1,35 = 15,089\ kN/cm^2$$

- ESCOAMENTO DO METAL BASE:

$$f_{RESC} = 0,6 \times 35\ kN/cm^2 / 1,1 = 19,091\ kN/cm^2$$

- RUPTURA DO METAL BASE:

$$f_{RRUP} = 0,6 \times 45\ kN/cm^2 / 1,35 = 20\ kN/cm^2$$

## (3) PERNA DE SOLDA:

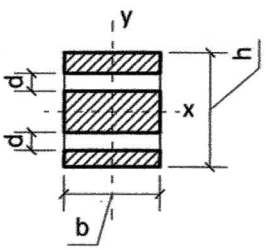
$$\frac{\tau_{sd}}{f_{Rd}} = \frac{14,175\ kN/cm^2}{15,089\ kN/cm^2} \times 10\ mm = 9,3942\ mm \approx \boxed{10\ mm}$$

**Problema B: [ Valor 6.875 pontos – 0.6250 pontos cada questão ]**

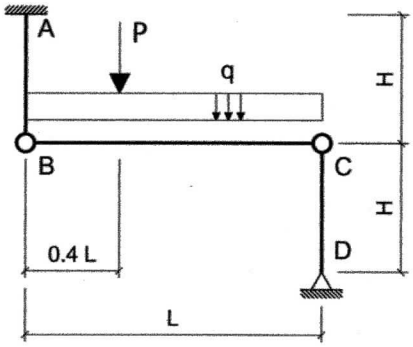
Efetuar as combinações de ações pertinentes e verificar se as barras AB e CD atendem as verificações de tração simples paralela às fibras e compressão simples paralela às fibras respectivamente.

**Dados:**

- **Madeira Dicotiledônea C40 em ambiente classe 3 de umidade, peças de 2ª categoria e cargas de longa duração;**
- **Combinações Normais em ELU;**
- **Diâmetro de furação d = 14 mm;**
- **b = 14.0 cm; h = 15 cm;**
- **L = 6.00 m; H = 2.80 m;**
- **As vinculações indicadas são válidas para ambos os eixos principais de inércia.**



Seção Transversal da Extremidade das Barras AB e CD




**Cargas incidentes (em valores característicos) :**
**q1 = 3.50 kN/m (permanente)**
**q2 = 7.00 kN/m (acidental de ocupação – ψ0 = 0.7)**
**q3 = 4.00 kN/m (vento em sentido gravitacional – ψ0 = 0.5)**
**P = 190 kN (acidental de equipamento – ψ0 = 0.7)**

**A01** O máximo esforço de tração simples solicitante que incide na barra AB é [ em kN ]:
**(A)** 178.08 **(B)** 161.28 **(C)** 203.28 **(D)** 230.79 **(E)** 152.88 **(F)** N.D.A.

**A02** O máximo esforço de compressão simples solicitante que incide na barra CD é [ em kN ]:
**(A)** 116.48 **(B)** 133.28 **(C)** 122.08 **(D)** 150.08 **(E)** 190.51 **(F)** N.D.A.

**A03** A força resistente de tração simples da barra AB é [ em kN ] :
**(A)** 212.12 **(B)** 220.83 **(C)** 191.61 **(D)** 240.97 **(E)** 201.10 **(F)** N.D.A.

**A04** A área útil de seção transversal da barra AB é [ em cm² ] :

170,8

**A05** A carga crítica de flambagem da barra CD em relação ao eixo mais desfavorável é [ em kN ]:

377,22

**A06** O momento fletor associado às excentricidades inerentes à análise de uma peça em compressão simples "não curta", com respeito ao eixo mais desfavorável da barra CD é [ em kNcm ]:
**(A)** 180.05 **(B)** 348.94 **(C)** 262.11 **(D)** 305.01 **(E)** 280.76 **(F)** N.D.A.

**A07** O índice de esbeltez relativo ao eixo X da barra CD é :
**(A)** 70.513 **(B)** 57.056 **(C)** 53.886 **(D)** 64.663 **(E)** 69.282 **(F)** N.D.A.

**A08** Assinale verdadeiro (V) ou falso (F) nas afirmações abaixo ( 1 errada anula 1 correta - deixe em branco caso tenha dúvidas ):
(F) A combinação de ações que provoca a máxima compressão em CD é a que tem por ação principal a carga q2;
(F) A combinação de ações que provoca a máxima tração em AB é a que tem por ação principal a carga q2;
(F) A combinação de ações que provoca a máxima compressão em CD é a que tem por ação principal a carga q1;
(V) A combinação de ações que provoca a máxima tração em AB é a que tem por ação principal a carga P;
(F) A combinação de ações que provoca a máxima tração em AB é a que tem por ação principal a carga q3;

**A09** Assinale verdadeiro (V) ou falso (F) nas afirmações abaixo ( 1 errada anula 1 correta - deixe em branco caso tenha dúvidas ):
(V) A barra AB resiste à solicitação de tração aplicada;
(F) A barra AB sofre tração somente devido as cargas distribuídas não sendo afetada pela carga concentrada P;
(F) A barra CD atende à verificação de compressão paralela às fibras;
(V) A barra CD em seu eixo mais desfavorável é classificada como uma peça MEDIANAMENTE ESBELTA;
(F) A Área Útil da seção transversal da barra AB pode ser tomada como sendo igual à Área Bruta dada uma redução inferior a 10%;

**A10** O coeficiente Kmod utilizado para o cálculo das propriedades da madeira no problema é :

0,448

**A11** Qual o Fator de Segurança da barra CD (Tensão Solicitante Total dividida pela Tensão Resistente):

1,1147

## ① Prop. da Madeira

$K_{mod} = 0,7 \times 0,8 \times 0,8 = 0,448$

$f_{cod} = 0,448 \times 4\,kN/cm^2 / 1,4 = 1,28\,kN/cm^2$

$E_{cod} = 0,448 \times 1950\,kN/cm^2 = 873,6\,kN/cm^2$

## ② Comb. de Ações

$\Sigma M_C = 0 \circlearrowleft (+) \quad N_{AB} \times 6 - q\frac{6^2}{2} - P \times 0,6 \times 6 = 0$

$N_{AB} = \frac{1}{6} \times (18q + 3,6P) \qquad N_{AB} = 3q + 0,6P$ (Tração)

$\Sigma M_B = 0 \circlearrowleft (+) \quad N_{CD} \times 6 - q\frac{6^2}{2} - P \times 0,4 \times 6 = 0$

$N_{CD} = \frac{1}{6} \times (18q + 2,4P) \qquad N_{CD} = 3q + 0,4P$ (Compressão)

Comb 1 (q2) $\left[1,4 \times 3,5\,\frac{kN}{m}\right] + 1,4 \times 7\,\frac{kN}{m} + \left[1,4 \times 4\,\frac{kN}{m} \times 0,5 + 1,4 \times 190\,kN \times 0,7\right]$

$Sd_{q2} = 17,5\,kN/m + 186,2\,kN$

Comb 2 (q3) $\left[1,4 \times 3,5\,\frac{kN}{m}\right] + 1,4 \times 4\,\frac{kN}{m} + \left[1,4 \times 7\,\frac{kN}{m} \times 0,7 + 1,4 \times 190\,kN \times 0,7\right]$

$Sd_{q3} = 17,36\,kN/m + 186,2\,kN$

Comb 3 (P) $\left[1,4 \times 3,5\,\frac{kN}{m}\right] + 1,4 \times 190\,kN + \left[1,4 \times 7\,\frac{kN}{m} \times 0,7 + 1,4 \times 4\,\frac{kN}{m} \times 0,5\right]$

$Sd_P = 14,56\,kN/m + 266\,kN$

Tração: $N_{AB\,q2} = 3 \times 17,5 + 0,6 \times 186,2 = 164,22\,kN$

$N_{AB\,P} = 3 \times 14,56 + 0,6 \times 266 = \boxed{203,28\,kN}$

Comp.: $N_{CD\,q2} = 3 \times 17,5 + 0,4 \times 186,2 = 126,98\,kN$

$N_{CD\,P} = 3 \times 14,56 + 0,4 \times 266 = \boxed{150,08\,kN}$

## (3) VERIFICAÇÃO DE TRAÇÃO PARALELA ÀS FIBRAS

$A_g = 14 \times 15 = 210\ cm^2$ $\quad A_{FUROS} = 2 \times 1,4 \times 14 = 39,2\ cm^2$

$\frac{A_{FUROS}}{A_g} = \frac{39,2}{210} = 0,18667 > 0,10$

$A_{ÚTIL} = 210\ cm^2 - 39,2\ cm^2 = 170,8\ cm^2$

$f_{tod} = 0,448 \times \frac{4\ kN/cm^2}{0,77 \times 1,8} = 1,2929\ kN/cm^2$

$T_{Rd} = 170,8\ cm^2 \times 1,2929\ kN/cm^2 = \underline{220,83\ kN} > 203,28$ ok!

## (4) VERIFICAÇÃO DE COMPRESSÃO PARALELA ÀS FIBRAS

$I_x = 14 \times 15^3/12 = 3937,5\ cm^4$

$I_y = 15 \times 14^3/12 = 3430,0\ cm^4$

$r_x = \sqrt{3937,5/210} = 4,3301\ cm$ $\quad \lambda_x = \frac{280}{4,3301} = 64,664$

$r_y = \sqrt{3430/210} = 4,0415\ cm$ $\quad \lambda_y = \frac{280}{4,0415} = 69,281$

PEÇA MEDIANAMENTE ESBELTA EM AMBOS EIXOS;

→ ANALISANDO SOMENTE O EIXO DE MAIOR ESBELTEZ, O EIXO Y:

$e_{ay} = 280\ cm / 300 = 0,93333\ cm$ $\quad h_y/30 = \frac{14}{30} = 0,46667\ cm$

$e_{1y} = 0$

$e_{1y} = 0,93333 + 0,46667 = 1,4\ cm$

$$F_{Ey} = \frac{\pi^2 \times 873{,}6\ kN/cm^2 \times 3430\ cm^4}{(280cm)^2} = \underline{377{,}22\ kN}$$

$$\left(\frac{F_E}{F_E - N_{sd}}\right) = \frac{377{,}22}{377{,}22 - 15908} = 1{,}6607$$

$$M_{sd} = 15908\ kN \times 1{,}4cm \times 1{,}6607 = 348{,}93\ kN\,cm$$

$$\tau_{Nsd} = 15908\ kN / 210cm^2 = 0{,}71467\ kN/cm^2$$

$$\tau_{Msd} = \frac{348{,}93\ kN\,cm}{3430\ cm^4} \times \frac{14cm}{2} = 0{,}71210\ kN/cm^2$$

$$FS = \frac{(0{,}71467 + 0{,}71210)\ kN/cm^2}{1{,}28\ kN/cm^2} = \underline{1{,}1147}$$