25.(TRT-18/FCC/2013) Uma barra de aço especial, de seção circular com extremidades rosqueadas é utilizada como tirante em uma estrutura metálica. O aço apresenta f_y = 242 MPa e f_u = 396 MPa.

Dados:
Coeficientes parciais de segurança aplicados às resistências para aço estrutural, pinos e parafusos para as combinações normais das ações:
No estado limite de escoamento $\Upsilon_{a1} = 1{,}10$
No estado limite de ruptura: $\Upsilon_{a2} = 1{,}35$

Se a força de tração de cálculo for 110 kN, a área do tirante, em cm^2 é
A) 5,0.
B) 4,5.
C) 3,0.
D) 2,5.
E) 7,5.

Resolução:
De acordo com a NBR 8800/2008 - Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios; 6 Condições específicas para o dimensionamento de ligações metálicas; 6.3 Parafusos e barras redondas rosqueadas; 6.3.2 Áreas de cálculo;
6.3.2.2 Área efetiva do parafuso ou barra redonda rosqueada, para tração
A área resistente ou área efetiva de um parafuso ou de uma barra redonda rosqueada (A_{be}), para tração, é um valor compreendido entre a área bruta e a área da raiz da rosca. Nesta Norma essa área é considerada igual a 0,75 A_b, sendo A_b a área bruta, baseada no diâmetro do parafuso ou no diâmetro externo da rosca da barra redonda rosqueada, d_b. Logo:
$A_{be} = 0{,}75\, A_b$
com $A_b = 0{,}25\, \pi\, d_b^2$

6.3.3 Força resistente de cálculo

6.3.3.1 Tração
A força de tração resistente de cálculo de um parafuso tracionado ou de uma barra redonda rosqueada tracionada é dada por (ver também 6.3.5):

$$F_{t,Rd} = \frac{A_{be} \cdot f_{ub}}{\gamma_{a2}}$$

onde: f_{ub} é a resistência à ruptura do material do parafuso ou barra redonda rosqueada à tração, especificada no Anexo A;
A_{be} é a área efetiva, definida em 6.3.2.2.
No caso de barras redondas rosqueadas, a força resistente de cálculo não deve ser superior a $A_b \cdot f_y / \gamma_{a1}$

Com o exposto pela Norma, descobrimos qual a área líquida efetiva (A_{be}):

$$A_{be} = \frac{F_{t,Rd} \cdot \gamma_{a2}}{f_{ub}} = \frac{110.10^3.(1{,}35)}{396.10^6} = 3{,}75.10^{-4} = 3{,}75cm^2$$

Visto que A_{be} = 0,75 A_b, então: $A_b = \frac{A_{be}}{0{,}75} = \frac{3{,}75}{0{,}75} = 5cm^2$

<u>Alternativa A é correta.</u>

83.(TCE-SC/FEPESE/2010) Assinale a afirmação verdadeira:
A) Uma estrutura no espaço possui sempre dois graus de liberdade.
B) Um engaste é um apoio de 1º gênero.
C) Os apoios têm função de impedir a deformação das estruturas.
D) Para decidir se uma estrutura é isostática, hiperestática ou hipostática, não baste comparar o número de reações de apoio com o grau de liberdade da estrutura.
E) se todas as peças que compõem uma estrutura apresentam uma dimensão muito pequena em relação às outras duas dimensões, dizemos que se trata de uma estrutura plana.

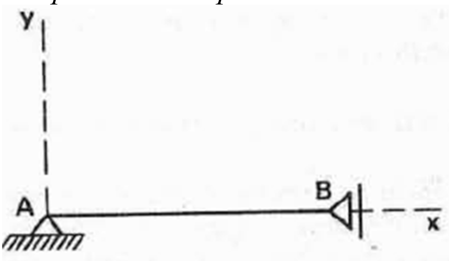
Resolução:
<u>Alternativa A</u> – Falsa: os graus de liberdade representam o

número de movimentos rígidos possíveis e independentes que um corpo pode executar. Uma estrutura no plano possui sempre sempre três graus de liberdade (duas translações e 1 rotação). Já no espaço, uma estrutura apresenta 6 graus de liberdade (3 rotações e 3 translações).

<u>Alternativa B</u> – Falsa: o engaste é um apoio de 3º gênero, pois restringe duas translações e uma rotação.

<u>Alternativa C</u> – Falsa: apoio (ou vínculo) é todo o elemento de ligação entre as partes de uma estrutura ou entre a estrutura e o meio externo, cuja finalidade é restringir um ou mais graus de liberdade de um corpo.

<u>Alternativa D</u> – Verdadeira: para classificar uma estrutura como hipostática, isostática ou hiperestática, não basta comparar o número de reações de apoio a determinar com o de graus de liberdade da estrutura; é necessário nos certificarmos também que os apoios restringem, de fato, os graus de liberdade da estrutura em questão (com isto que poderemos afastar completamente a possibilidade da estrutura ser hipostática).



Por exemplo, no caso da estrutura plana da figura acima que, como tal, possui três graus de liberdade, temos um apoio do 2º gênero e um apoio do 1º gênero, dando um total de três reações de apoio a determinar. Isto sugeriria que a estrutura fosse isostática, fato que não ocorre, entretanto, pois o apoio A impede translações nas direções Ax e Ay e o apoio B translação também na direção Ax. A rotação do sistema não está, pois, impedida e a estrutura é, então, hipostática (embora aparentemente isostática).

<u>Alternativa E</u> – Falsa: estrutura plana é aquela que se situa num plano, como por exemplo, a estrutura analisada na alternativa anterior (pertencente ao eixo xy). Se todas as peças que compõem

uma estrutura apresentam uma dimensão muito pequena em relação às outras duas dimensões de mesma ordem, dizemos que se trata de um elemento de superfície.

Alternativa D é correta.

43.(POL.CIVIL-RJ/IBFC/2013) Em uma visita a um galpão industrial, verificou-se que uma das peças da sua estrutura deveria ser analisada quanto à variação das suas dimensões. Esta peça, cujo módulo de elasticidade longitudinal é de 200 GPa (gigapascal), sofre um carregamento axial de compressão P de 200 kN (quilonewtons), aplicado no centroide da seção. A dimensão do comprimento é a = 2m (metros) e as dimensões da seção transversal são b = 100 mm (milímetros) e c = 200 mm (milímetros), conforme esquematizado na figura 5 a seguir.

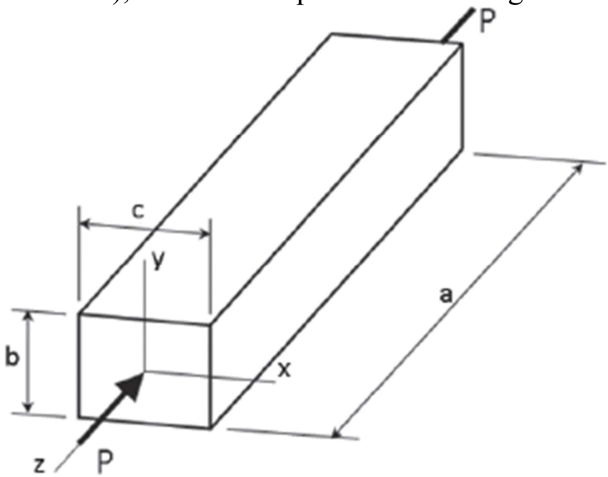


Figura 5. Representação da peça a ser analisada

Sabendo-se que o material se comporta elasticamente e que o coeficiente de Poisson desse material é 0,5, as variações em módulo dos comprimentos δa, δb e δc, em milímetros, são respectivamente:

A) δa = 0,1mm; δb = 0,0025mm; δc = 0,005mm
B) δa = 0,1mm; δb = 0,0000025mm; δc = 0,000005mm
C) δa = 100mm; δb = 2,5mm; δc = 5mm

D) δa = 0,00001mm; δb = 0,0025mm; δc = 0,005mm
E) δa = 1mm; δb = 0,025mm; δc = 0,05mm

Resolução:
Para um ponto material da barra, no caso de compressão (solicitação axial), não existe força nos eixos x e y, então: $\sigma_Y = \sigma_X = 0$. A tensão (σ_Z) aplicada na direção da força de compressão é dada como o quociente entre a força pela área da seção transversal ($\sigma_Z < 0$).
Para a compressão axial, o comprimento da peça diminui no sentido axial ($\varepsilon_Z < 0$), pois $\sigma_Z < 0$, e aumenta nos outros sentidos ($\varepsilon_X > 0$ e $\varepsilon_Y > 0$), pois $\sigma_X = \sigma_Y = 0$. Logo, para uma solicitação de compressão axial ($\varepsilon_x > 0$, $\varepsilon_y > 0$ e $\varepsilon_z < 0$).
A tensão (σ_Z) aplicada na direção da força (F) é dada como o quociente entre a força F pela área da seção transversal (0,1m x 0,2m), ou seja: $\sigma_Z = -F / A = -200.\ 10^3\ N / (0{,}1m \times 0{,}2m) = -10^7\ N/m^2$
Considerando-se que o corpo sofrerá deformações elásticas nas três direções, aplica-se o conceito de lei de Hooke generalizada, onde as deformações unitárias $\varepsilon_X, \varepsilon_Y, \varepsilon_Z$ dependem do coeficiente de Poisson (ν), das tensões σ_X, σ_Y e σ_Z e do módulo de elasticidade E. São expressas pelas seguintes fórmulas:
$\varepsilon_X = (\sigma_X - \nu.\sigma_Y - \nu.\sigma_Z) / E$
$\varepsilon_Y = (\sigma_Y - \nu.\sigma_X - \nu.\sigma_Z) / E$
$\varepsilon_Z = (\sigma_Z - \nu.\sigma_X - \nu.\sigma_Y) / E$

Deformação no eixo z (eixo de aplicação da força):
$\varepsilon_Z = [-10^7 - 0{,}5.\ (0) - 0{,}5.\ (0)] / 2.10^{11} = 5.10^{-5}$
Deformação no eixo y:
$\varepsilon_Y = [(0 - 0{,}5.\ (0) - 0{,}5\ (-10^7)] / 2.10^{11} = 2{,}5.10^{-5}$
Deformação no eixo x:
$\varepsilon_X = [0 - 0{,}5.\ (0) - 0{,}5\ (-10^7)] / 2.10^{11} = 2{,}5.10^{-5}$

Com as deformações calculadas, descobrimos os valores das variações de comprimentos δa, δb e δc:

$\delta a = \varepsilon_Z .\ a = -\ 5.10^{-5}.\ (2000\ mm) = -\ 0{,}1\ mm$
$\delta b = \varepsilon_Y .\ b = 2{,}5.10^{-5}.\ (100\ mm) = 0{,}0025\ mm$
$\delta c = \varepsilon_X .\ c = 2{,}5.10^{-5}.\ (200\ mm) = 0{,}005 mm$

Alternativa A é correta.