

Conceitos de tensão

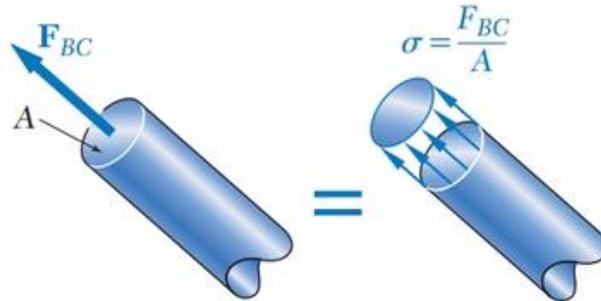


Tensão axial

Já vimos que as forças calculadas para as barras da treliça têm a direção dos eixos das barras.

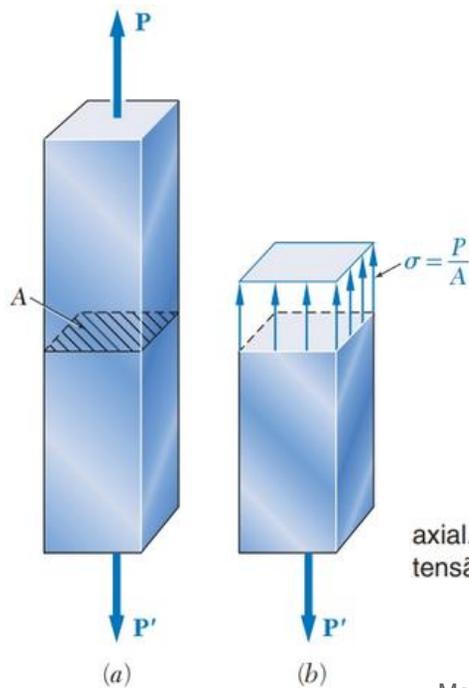
Dizemos então que as barras estão sob ação de forças axiais, e a tensão axial média para a seção transversal de uma barra é dada por:

$$\sigma = \frac{P}{A}$$



A força axial representa a resultante das forças elementares distribuídas.

Mecânica dos Materiais – Beer & Johnston

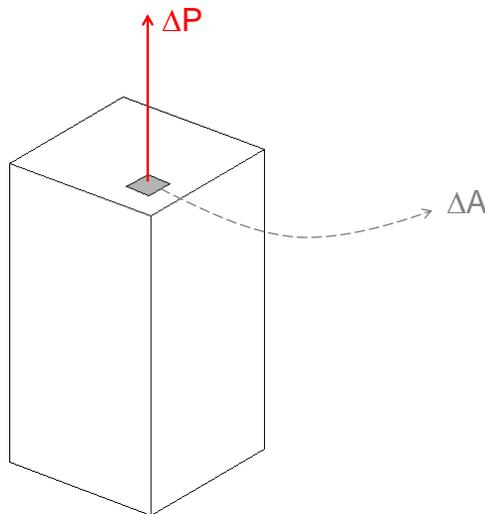


(a) Barra submetida a uma carga axial. (b) Distribuição uniforme ideal da tensão em uma seção arbitrária.

Mecânica dos Materiais – Beer & Johnston

A fórmula apresentada representa o valor médio das tensões na seção transversal, e não o valor específico da tensão em um ponto determinado da seção.

Para se obter a tensão num ponto determinado Q da seção transversal, devemos considerar uma pequena área que contém esse ponto:



A área ΔA contém o ponto Q .

Dividindo-se a intensidade de ΔP por ΔA , tem-se o valor médio da tensão em ΔA . Fazendo ΔA tender a zero, obtém-se a tensão no ponto Q .

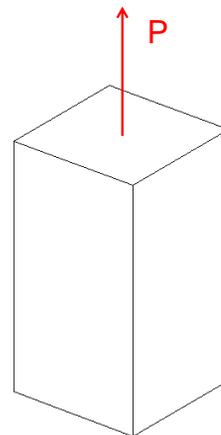
$$\sigma = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta P}{\Delta A}$$

Assim:

$$P = \int dP = \int_A \sigma dA$$

Na prática, assumimos que a distribuição das tensões é uniforme em uma barra carregada axialmente, com exceção das seções nas vizinhanças do ponto de aplicação da carga.

Para isso, a resultante das forças internas (P) deve estar aplicada no centróide da seção transversal.



Unidades:

No Sistema Internacional, a força P é expressa em Newton (N), e a área A em metros quadrados (m^2).

As tensões normais e tangenciais são expressas em N/m^2 , unidade que é denominada **Pascal (Pa)**. Na prática, o Pascal se revela uma unidade muito pequena, e então são empregados os seus múltiplos, como o **quiloPascal (kPa)**, o **megaPascal (MPa)** e o **gigaPascal (GPa)**.

$$1 \text{ kPa} = 10^3 \text{ Pa} = 10^3 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa} = 10^6 \text{ N/m}^2$$

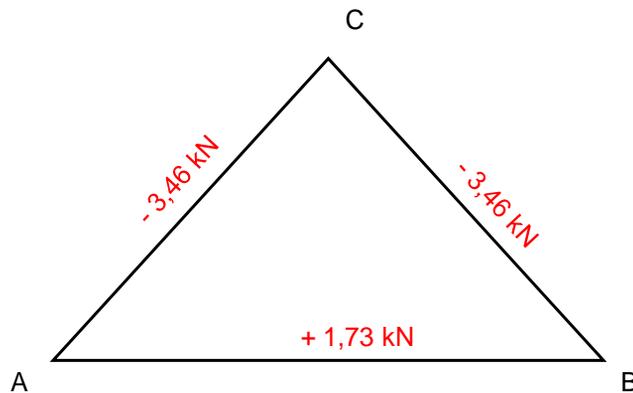
$$1 \text{ GPa} = 10^9 \text{ Pa} = 10^9 \text{ N/m}^2$$

Como convenção de sinais, as tensões de tração têm sinal positivo, e as tensões de compressão têm sinal negativo:

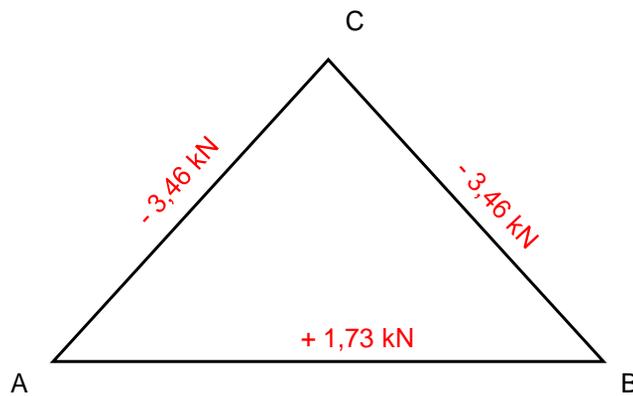
Tração $\rightarrow + \sigma$

Compressão $\rightarrow - \sigma$

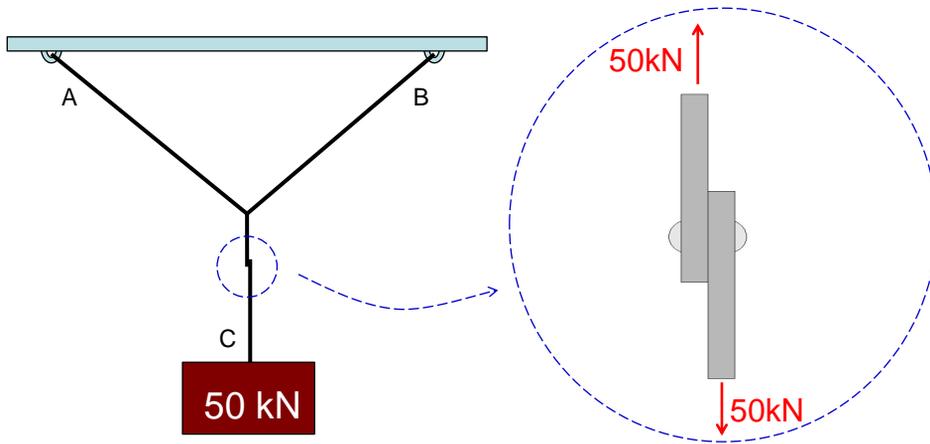
Problema: calcule as tensões axiais nas barras AB, AC e BC, sabendo que cada uma possui seção transversal quadrada de 10mm x 10mm.



O projeto da treliça prevê que as três barras serão construídas com um material que suporta 20 MPa na tração e na compressão. Você aprova o emprego desse material?

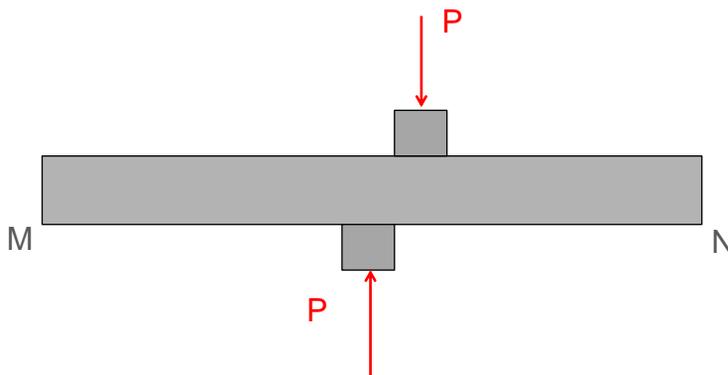


Estudo de caso: que tipo de esforço o pino da emenda está sujeito? Se o pino quebrar, como isso ocorre?

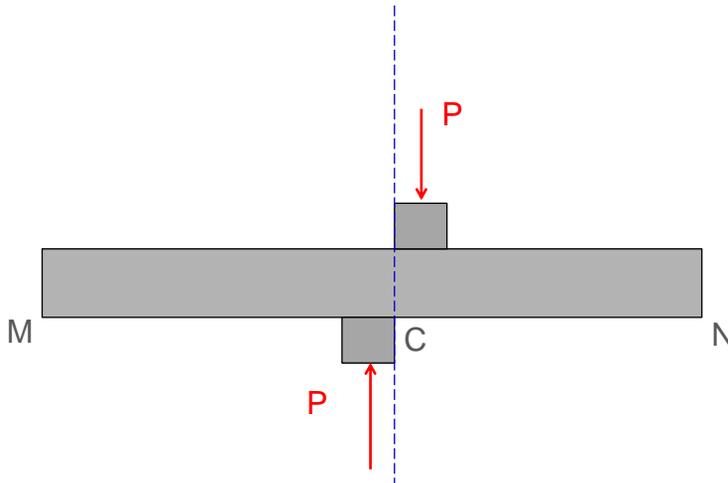


Tensão de cisalhamento

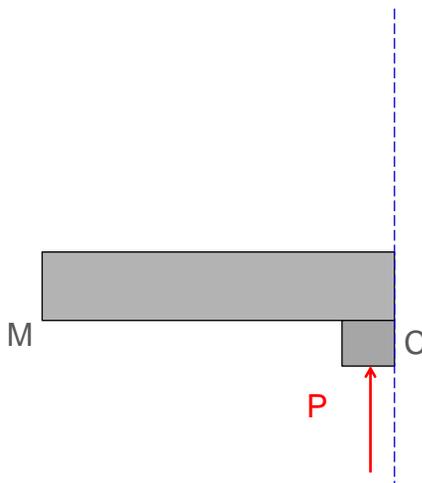
Quando duas forças são aplicadas a uma barra como a do exemplo seguinte, ocorre um tipo de tensão diferente da estudada anteriormente.

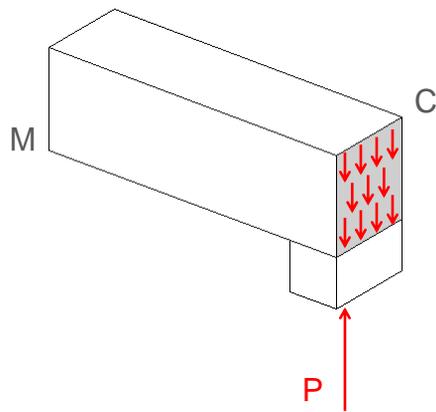
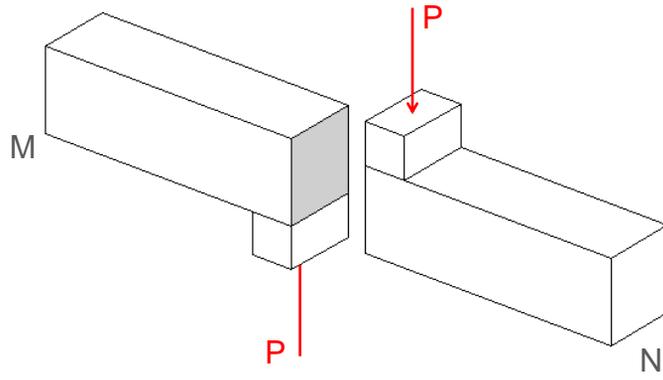


Se cortarmos a barra no ponto C, entre os pontos de aplicação das forças, podemos isolar um dos lados:

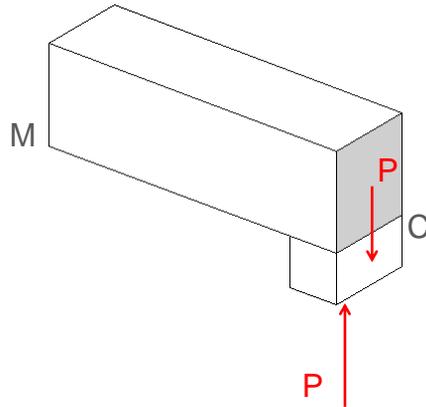


E concluímos que para o trecho isolado da barra ficar em equilíbrio, é preciso que forças internas na seção transversal atuem na barra:



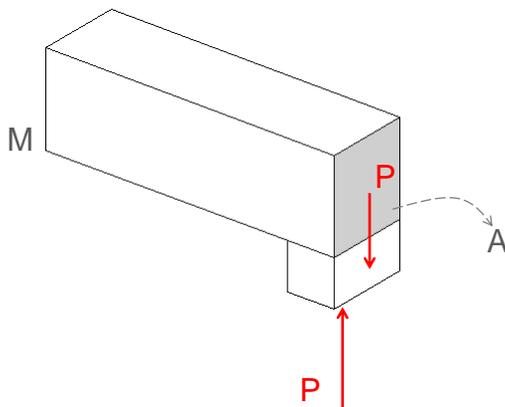


A força P é a resultante das forças internas na seção:

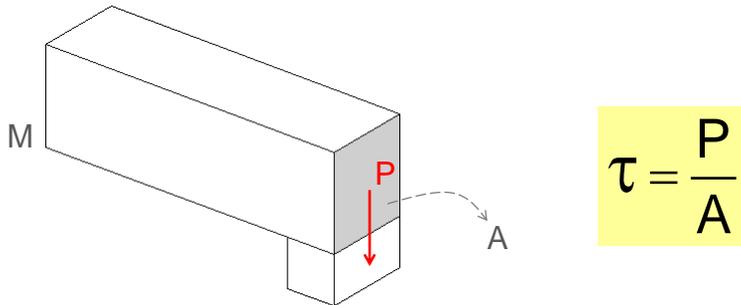


A força P é chamada de *força cortante* na seção.

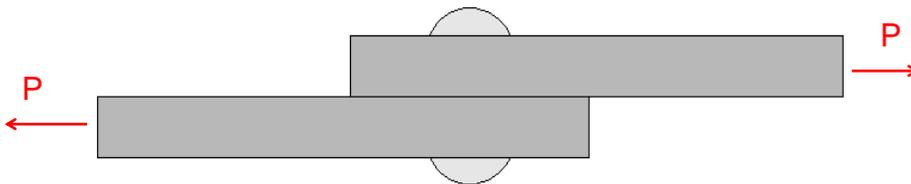
Dividindo a força P pela área da seção transversal A , obtemos a *tensão média de cisalhamento* na seção.



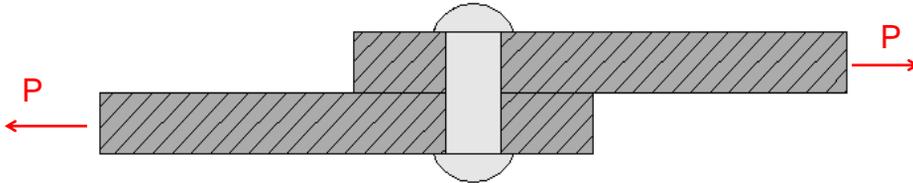
A *tensão média de cisalhamento* é indicada pela letra grega tau (τ):



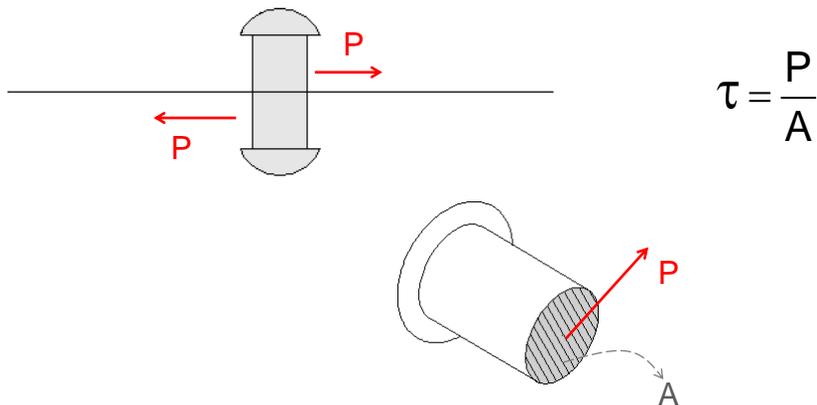
A *tensão de cisalhamento* ocorre comumente em parafusos, pregos, rebites e pinos metálicos que ligam as diversas partes das máquinas e estruturas.

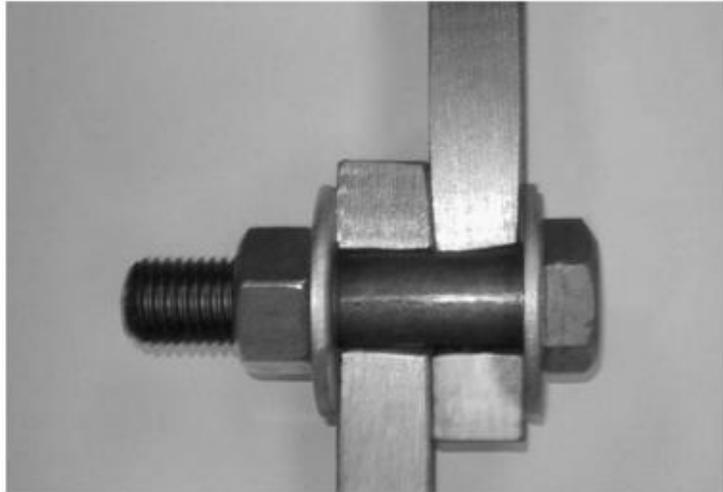


A *tensão de cisalhamento* ocorre comumente em parafusos, pregos, rebites e pinos metálicos que ligam as diversas partes das máquinas e estruturas.



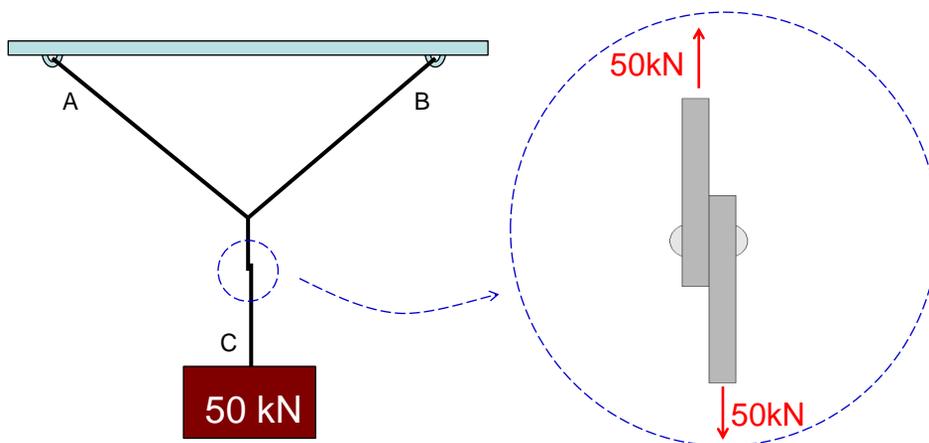
As placas tracionadas provocam tensão de cisalhamento no rebite. Essa tensão é obtida dividindo-se a força P pela área da seção transversal do rebite:

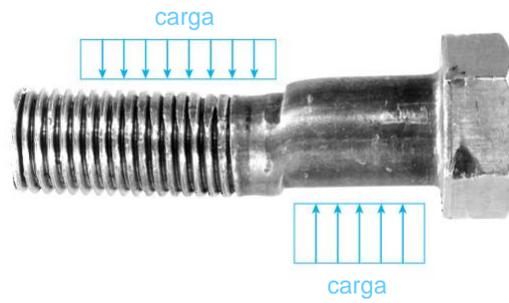




Vista em corte de uma conexão com um parafuso em cisalhamento.

Problema: um tirante para suporte de uma máquina de 50kN possui uma emenda que contém um pino de 15mm de diâmetro. Determine a tensão de cisalhamento no pino.





Falha de um parafuso em cisalhamento simples



Parafuso em cisalhamento duplo



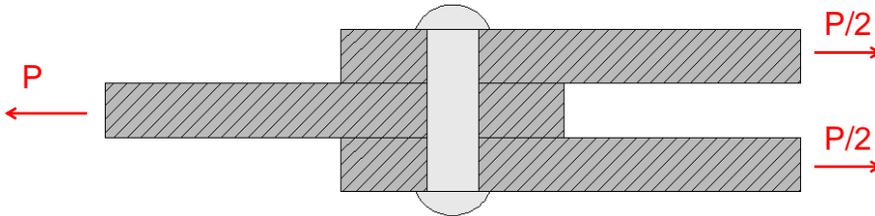
29

Parafuso em cisalhamento duplo

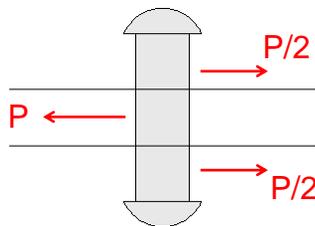


Parafuso em cisalhamento duplo

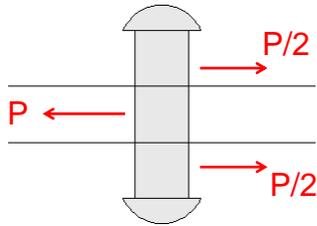
Veamos agora o caso de um rebite sujeito a um cisalhamento duplo:



Veamos agora o caso de um rebite sujeito a um cisalhamento duplo:

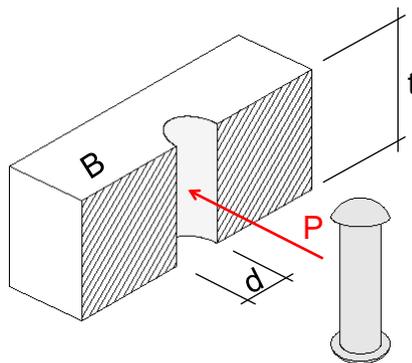


E a tensão de cisalhamento em cada um dos planos de corte do rebite é dada por:



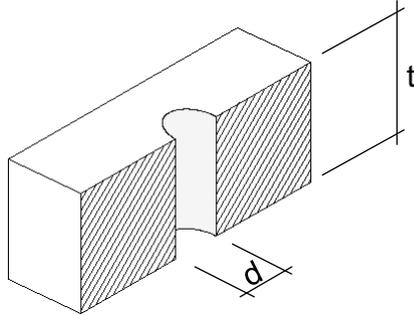
$$\tau = \frac{P}{2} \cdot \frac{1}{A} = \frac{P}{2A}$$

Estudo de caso: se o pino é metálico e a peça B é de uma madeira considerada “mole”, o que pode acontecer na madeira?

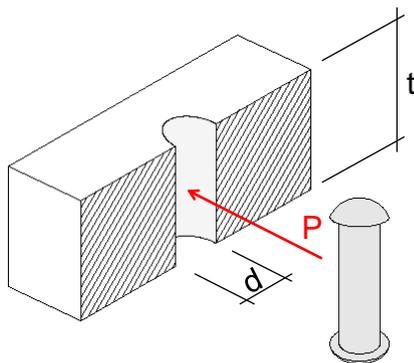


Tensão de esmagamento

Parafusos, pregos, rebites e pinos provocam tensões de esmagamento nas barras que estão ligando, ao longo da superfície de contato. Vejamos o exemplo:

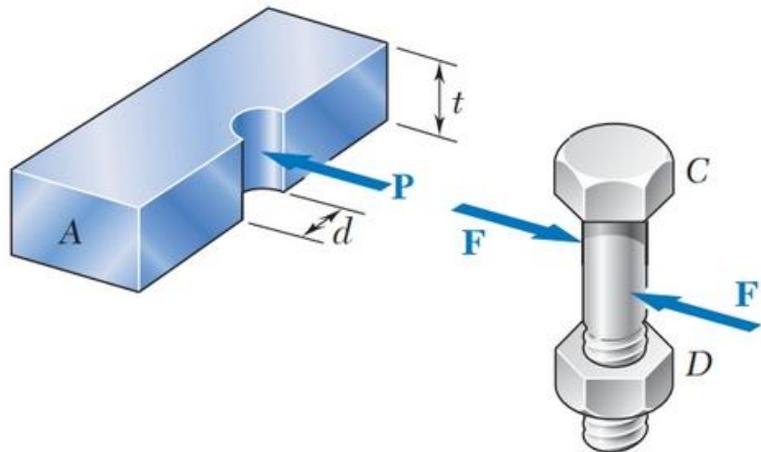
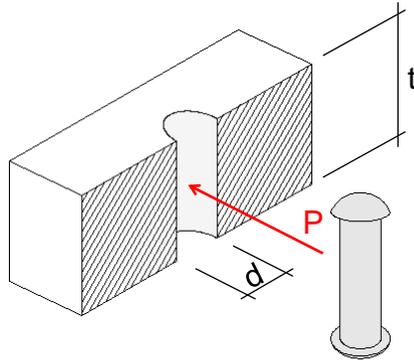


O rebite exerce na placa uma força P , que representa a resultante das forças elementares distribuídas ao longo da superfície interna do semicilindro de diâmetro d e comprimento t , igual à espessura da chapa.



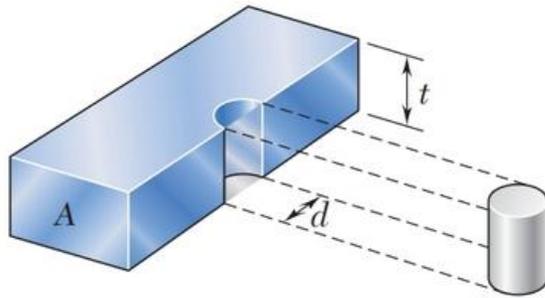
A tensão de esmagamento σ_E da chapa é dada por:

$$\sigma_E = \frac{P}{A} = \frac{P}{t \cdot d}$$



Forças iguais e opostas entre a placa e o parafuso, exercidas sobre as superfícies de esmagamento.

$$\sigma_E = \frac{P}{A} = \frac{P}{t \cdot d}$$



Valores para calcular a área de tensão de esmagamento.



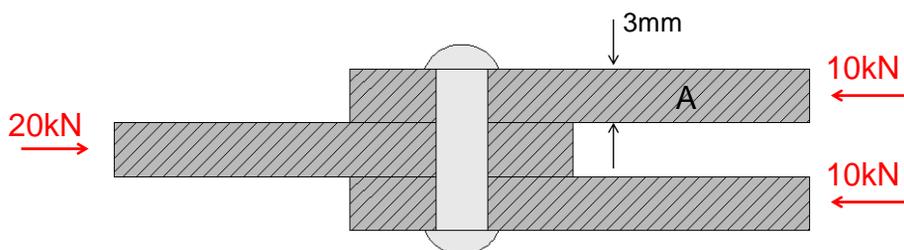
Ensaio de embutimento por pino metálico



“Rasgo” por embutimento de pino metálico.
 Houve esmagamento da porção superior do círculo do furo.

www.utfpr.br

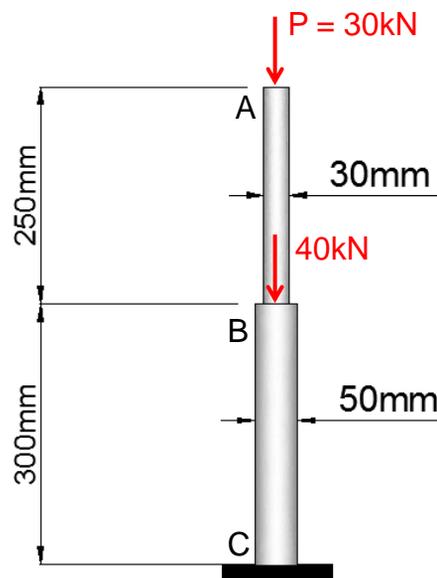
Problema: as chapas da figura estão ligadas por um pino de 10mm de diâmetro. Determine a tensão de cisalhamento no pino e a tensão de esmagamento na chapa A, sabendo que esta possui 3mm de espessura.



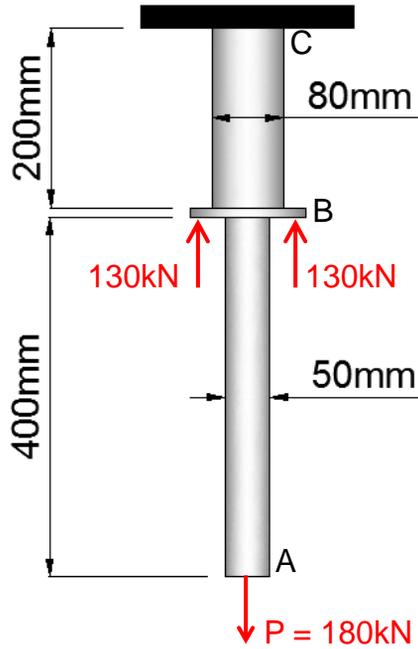
Problemas

Duas barras cilíndricas maciças (AB e BC) são soldadas no ponto B como indicado. Determine a tensão normal no ponto médio (em relação ao comprimento) de cada barra para cada caso apresentado.

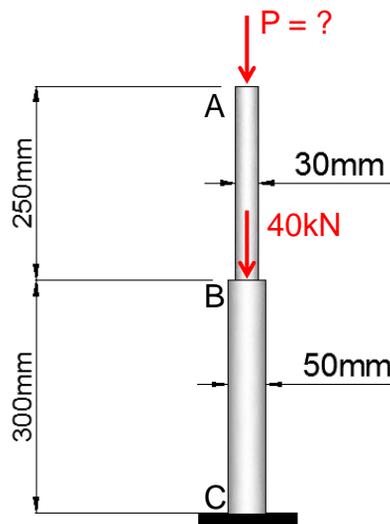
Caso a)



Caso b)



Caso c) Qual a intensidade da força P para que a tensão seja a mesma em ambas as barras?



Caso d) Qual a intensidade de P para que a tensão de tração em AB seja a mesma que a tensão de compressão em BC?

