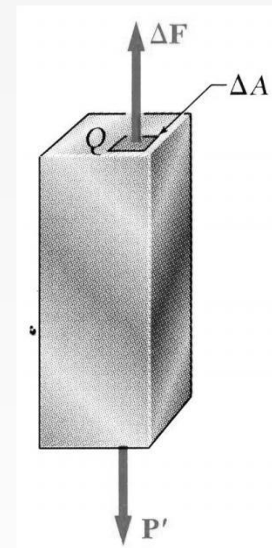
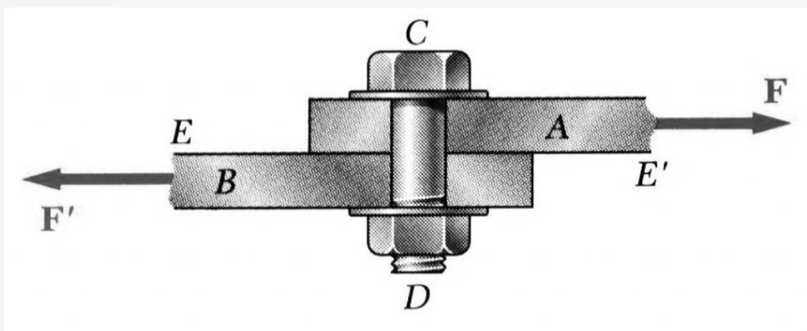
POLITÉCNICO DE LEIRIA
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA E GESTÃO

Resistência dos Materiais

Capítulo 2 Elasticidade Linear



- Conceito de Tensão

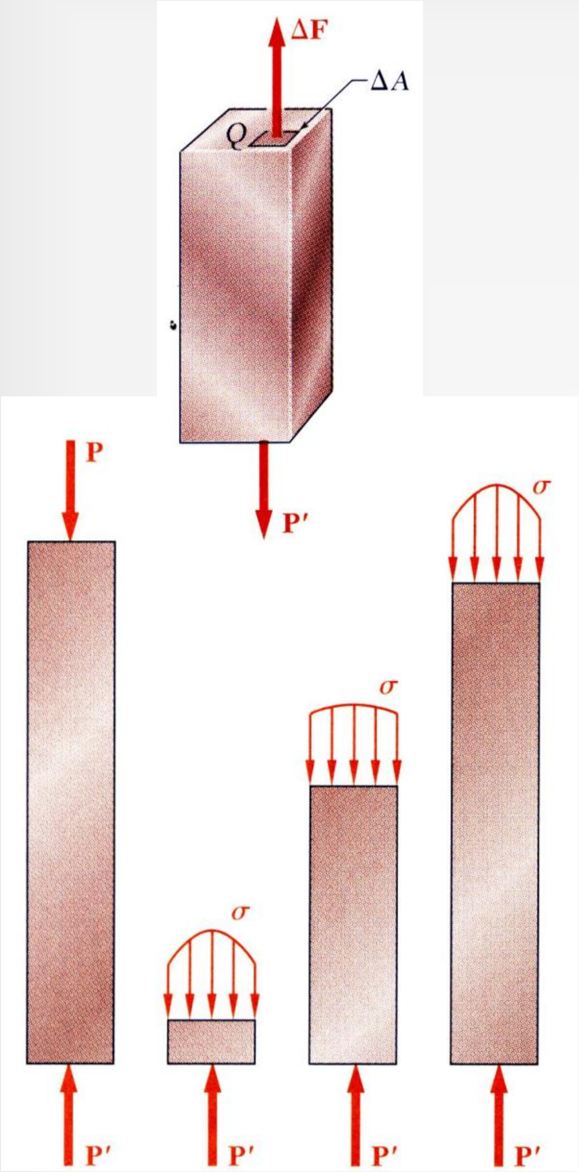


Acetatos baseados nos livros:
- Mechanics of Materials - Beer & Jonhson
- Mecânica e Resistência dos Materiais – V. Dias da Silva

Fernando Batista - Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Leiria - 2019

Índice

Carregamento Axial: Tensão Normal



A resultante das forças internas num elemento solicitado axialmente é **normal** a qualquer secção perpendicular ao eixo longitudinal do elemento.

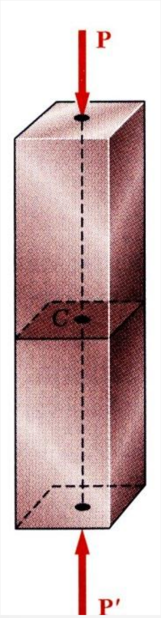
A intensidade da força naquela secção é definida como **tensão normal**:

$$\sigma = \lim_{\Delta A \to 0} \frac{\Delta F}{\Delta A} \qquad \boxed{\sigma_{média} = \frac{F}{A}}$$

A tensão normal num dado ponto pode não ser igual à tensão média, mas a resultante da distribuição de tensão deve verificar o seguinte:

$$P = \sigma_{média} \mathrm{A} = \int dF = \int_A \sigma dA$$

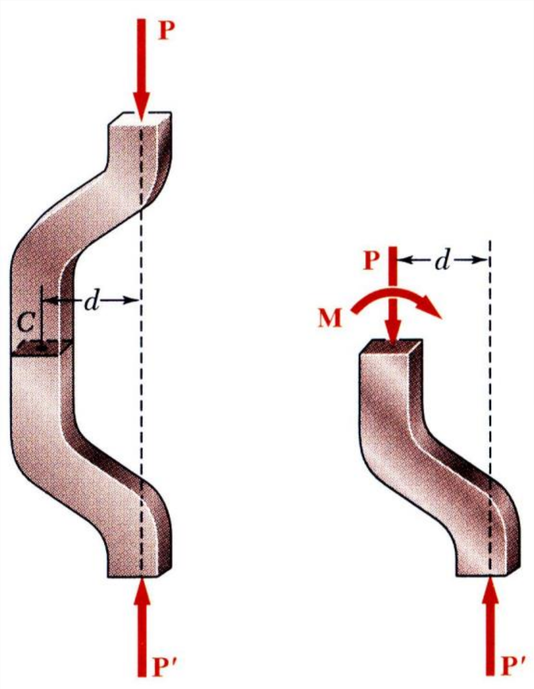
Carregamento Centrado e Descentrado



Carregamento Centrado

Uma distribuição uniforme da tensão numa dada secção pressupõe que a linha de ação da resultante das forças internas passa pelo centróide da secção.

Isto só é possível se as cargas concentradas existentes nas extremidades do elemento estiverem aplicadas no centróide das secções.

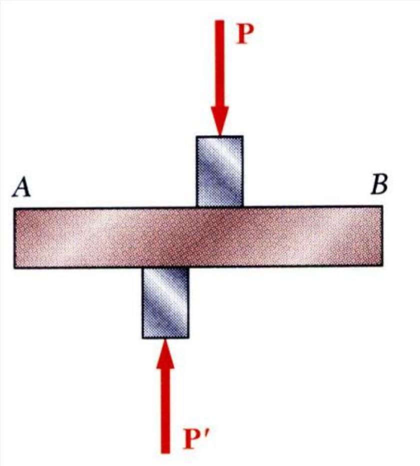


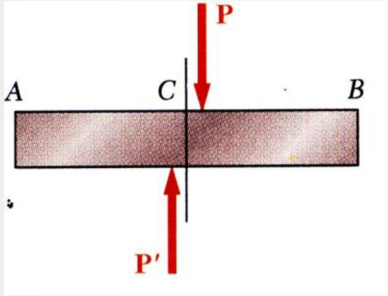
Carregamento Descentrado

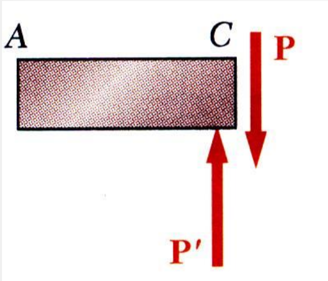
Se, por outro lado, o elemento estiver sujeito a Carregamento Descentrado, então a tensão resultante numa dada secção é provocada por um esforço axial e por um momento.

As distribuições de tensão em elementos sujeitos a Carregamento Descentrado não são uniformes nem simétricas.

Tensão de Corte







As forças P e P' estão aplicadas transversalmente ao elemento AB.

As correspondentes forças internas atuam no plano da secção *C* e são designadas por forças de corte.

A resultante da distribuição da força interna de corte é designada por corte da secção e é igual à carga *P*.

A **tensão de corte** média é dada por:

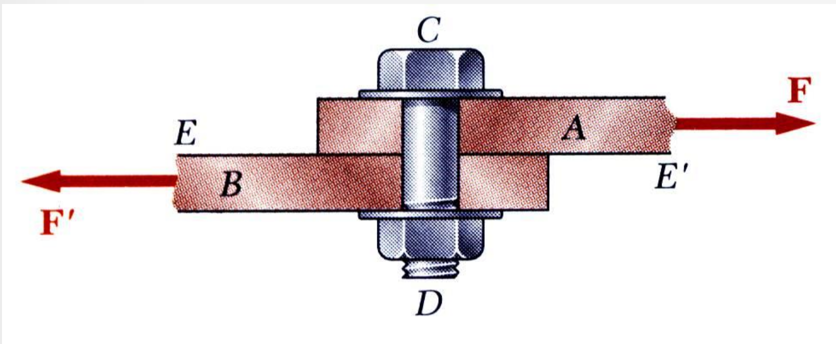
$$\boxed{\tau_{média} = \frac{P}{A}}$$

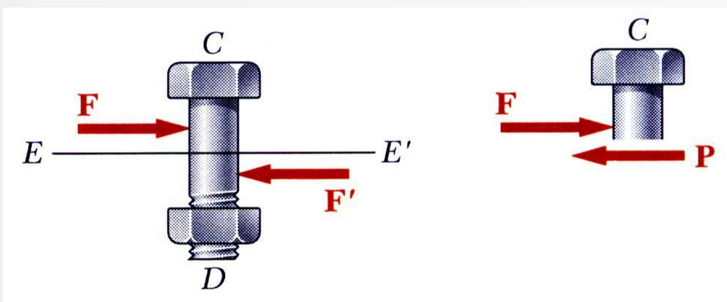
A distribuição da tensão de corte varia de zero (à superfície dos elementos) a valores muito superiores ao valor médio (no interior).

Por isso, a distribuição da tensão de corte não pode ser assumida como uniforme.

Tensão de Corte

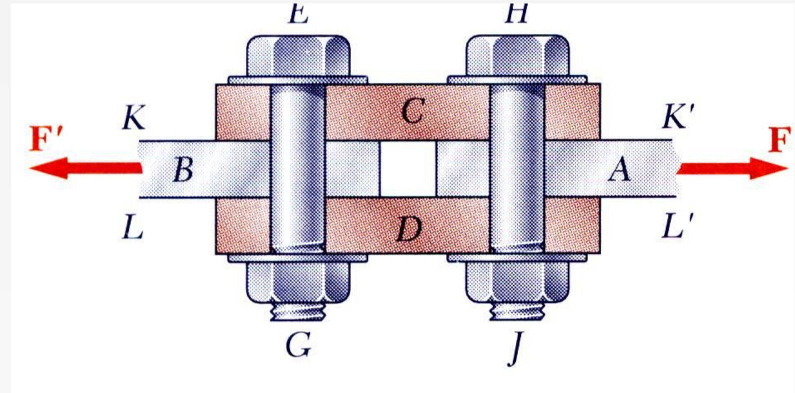
Corte Simples

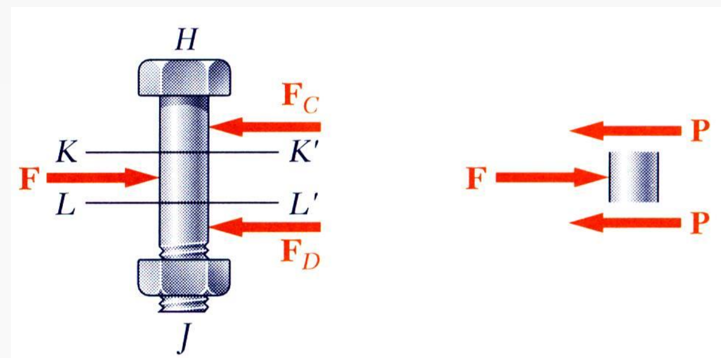




$$\tau_{média} = \frac{P}{A} = \frac{F}{A}$$

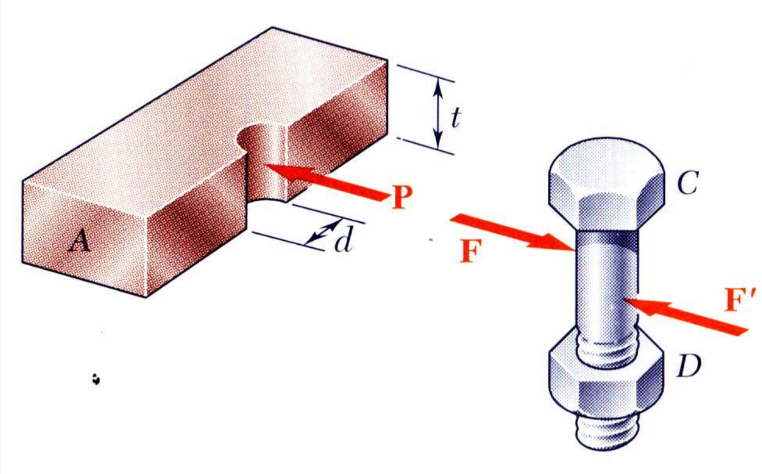
Corte Duplo





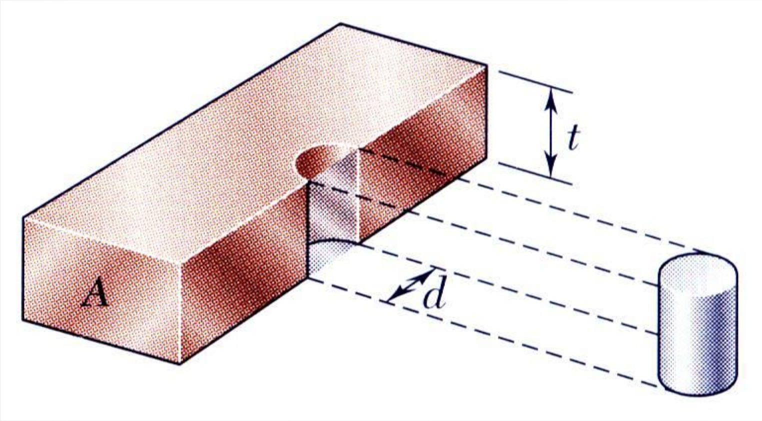
$$\tau_{média} = \frac{P}{A} = \frac{F}{2A}$$

Tensões de Esmagamento em Ligações



Parafusos, rebites, e pinos criam tensões nas superfícies de contacto ou superfícies de esmagamento dos membros que estão a ligar, por exemplo: chapas

A resultante de forças na superfície é igual e de sentido oposto à força exercida no pino.



A correspondente **tensão média de esmagamento** é dada por:

$$\boxed{\sigma_{média\ esmag.} = \frac{P}{A} = \frac{P}{td}}$$

Coeficiente de Segurança

Estruturas e sistemas mecânicos devem ser projetados por forma a que as tensões aplicadas sejam inferiores a tensão limite de cedência do material, pois estamos sempre a trabalhar em regime elástico.

n – **Coeficiente de segurança**

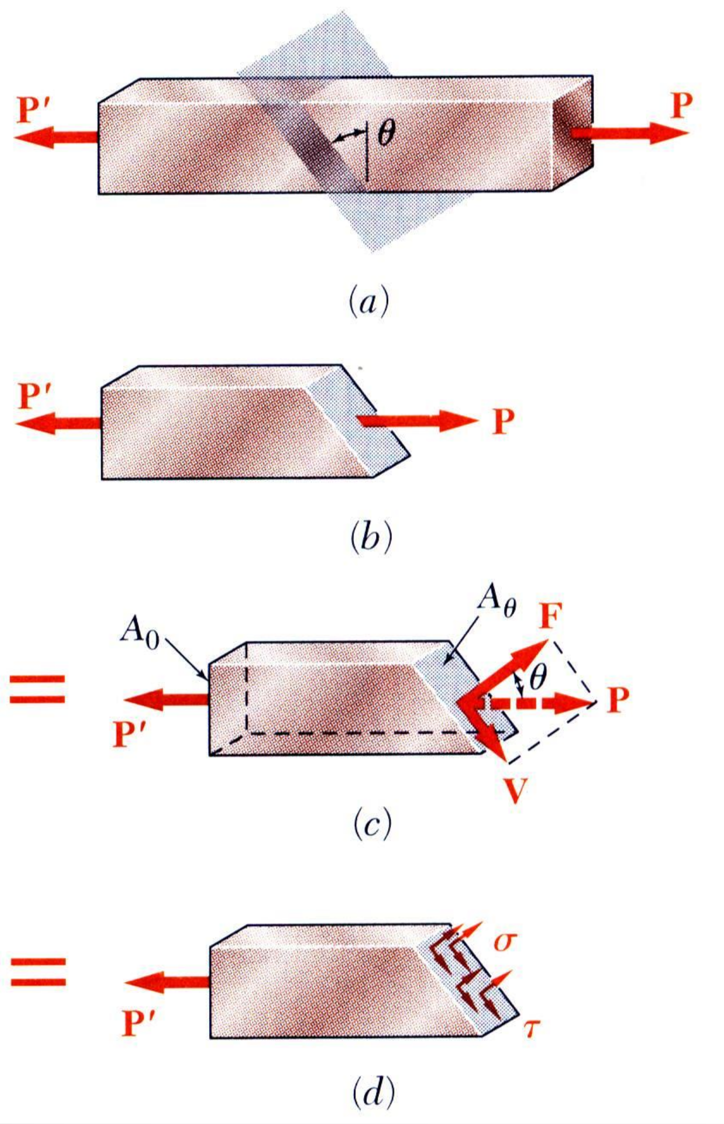
$$\boxed{n = \frac{\sigma_c}{\sigma_{adm}} = \frac{Tensão\ de\ Cedência}{Tensão\ Admissível}}$$

$$\boxed{\sigma_{adm} = \frac{\sigma_c}{n}}$$

Aspetos a considerar na definição do Coeficiente de Segurança:

- Incerteza nas propriedades do material
- Incerteza no Carregamento
- Incerteza na Análise
- Número de ciclos de carregamento
- Frequência de aplicação do carregamento
- Tipos de falhas
- Requisitos de Manutenção
- Influência da integridade de cada elemento no conjunto
- Risco de vida
- Influência na função do mecanismo

Tensões num Plano Oblíquo



Considerar uma secção do elemento que faça um ângulo θ com o plano normal ao eixo.

Das condições de equilíbrio, as forças distribuídas (tensões) no plano têm de ser equivalentes à força *P*.

Decompondo *P* nas suas componentes normal e tangencial ao plano oblíquo vem,

$$F = P\cos(\theta) \qquad A_0 = A_\theta \cos(\theta)$$

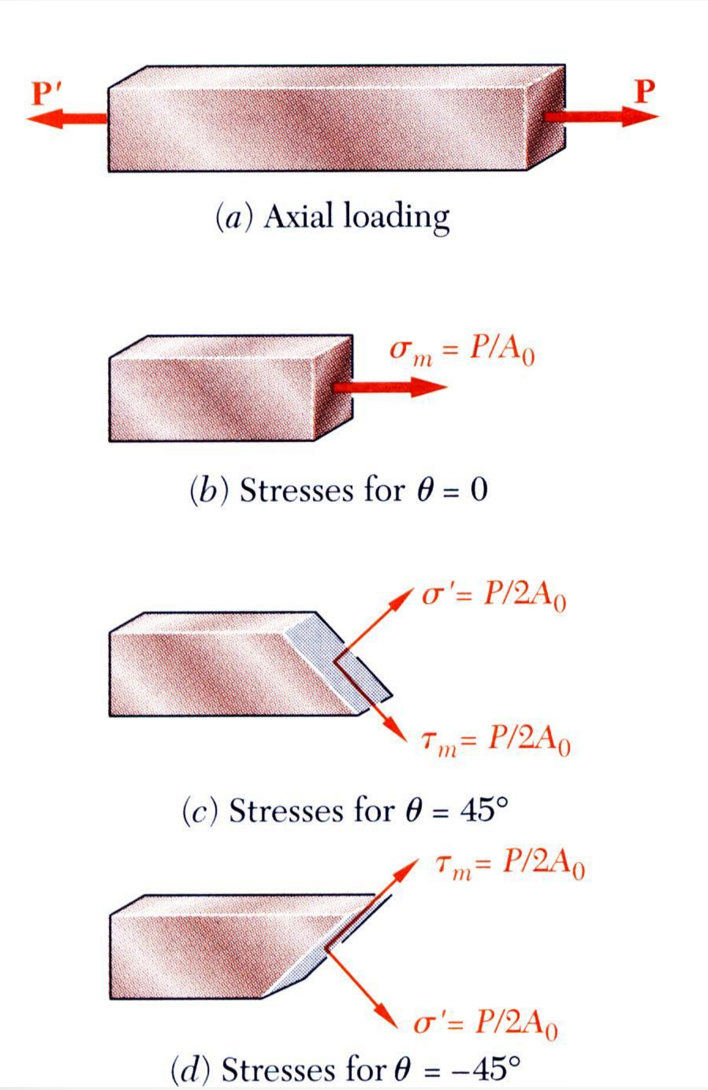
$$V = P\sin(\theta)$$

As tensões normais e de corte médias no plano oblíquo são:

$$\boxed{\sigma = \frac{F}{A_\theta} = \frac{P\cos(\theta)}{A_0/\cos(\theta)} = \frac{P}{A_0}\cos^2(\theta)}$$

$$\boxed{\tau = \frac{V}{A_\theta} = \frac{P\sin(\theta)}{A_0/\cos(\theta)} = \frac{P}{A_0}\sin(\theta)\cos(\theta)}$$

Tensões num Plano Oblíquo - Tensões Máximas



As tensões normais e de corte num plano oblíquo são dadas por,

$$\sigma = \frac{P}{A_0} cos^2(\theta) \qquad \tau = \frac{P}{A_0} sin(\theta)\, cos\,(\theta)$$

A **tensão normal máxima** ocorre na situação em que o plano de referência é perpendicular ao eixo do elemento em causa,

$$\boxed{\theta = 0} \qquad \boxed{\sigma_{max} = \frac{P}{A_0}; \tau = 0}$$

A **tensão corte máxima** verifica-se num plano a 45^0 com o eixo do elemento,

$$\boxed{\theta = 45^0} \qquad \tau_{max} = \sigma$$

$$\boxed{\tau_{max} = \frac{P}{A_0} sin\,(45^0)\, cos\,(45^0) = \frac{P}{2A_0}}$$