

Mecânica dos Sólidos I

Capítulo 1 – Tensão

1.1 Resistência dos Materiais (Mecânica dos Sólidos)

Estuda relações entre **cargas externas** aplicadas a um corpo deformável e a intensidade das **forças internas** que atuam dentro desse corpo (em um ponto desse corpo).

1.2 Equilíbrio de Um Corpo Deformável - Carregamentos internos obtidos a partir de carregamentos externos.

Figura 1.2(a) – carregamento externo e uma seção transversal de interesse,

Figura 1.2(b) – esforços internos sobre a seção transversal escolhida,

Figura 1.2(c) – esforços resultantes (força e momento) no ponto O escolhido sobre a seção transversal e

Figura 1.2 (d) – classificação dos esforços internos.

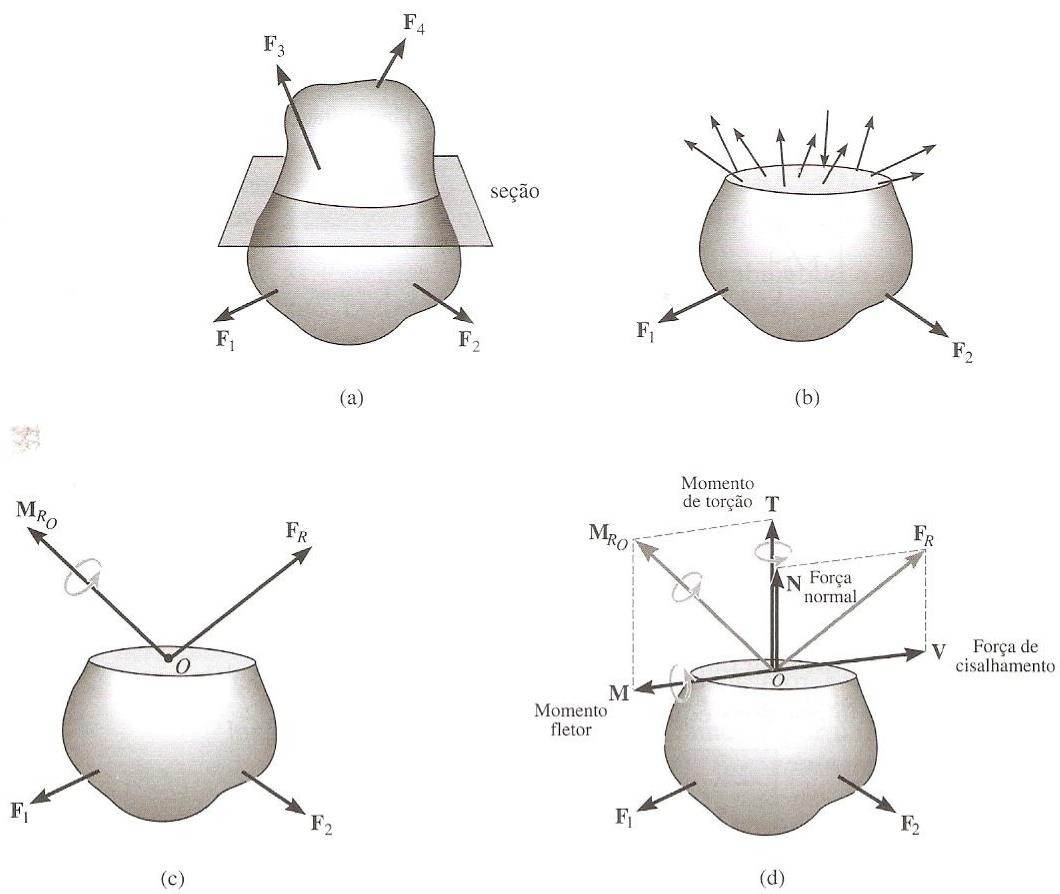


Figura 1.2

No plano

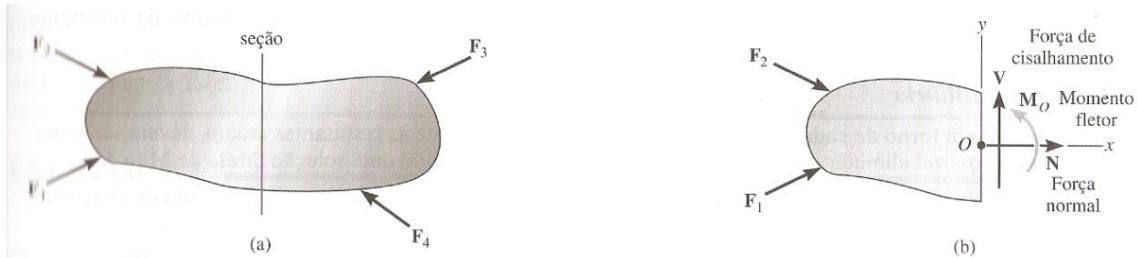


Figura 1.3

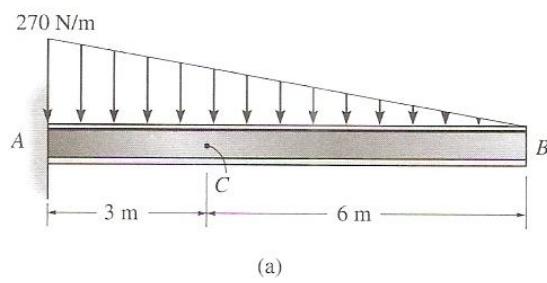
Figura 1.3 – sentidos positivos de N , V e M_O .

Lista de Exercícios – Exemplos 1.1, 1.2, 1.3 e 1.5.

Problemas – 1.1, 1.9, 1.26 e 1.29.

Exemplo 1.1

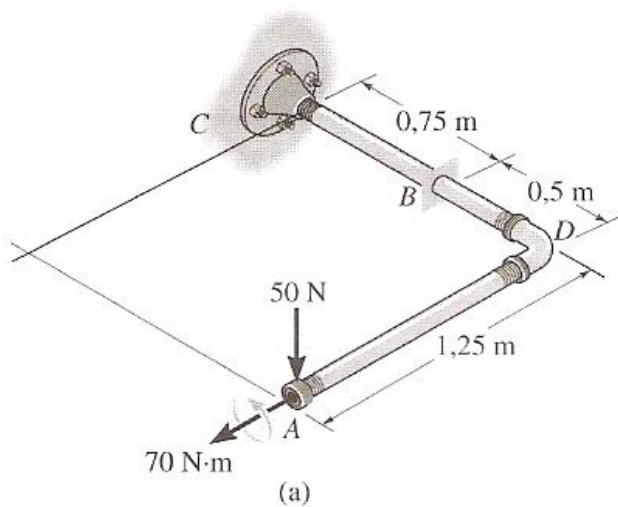
Determinar a resultante das cargas internas que atuam na seção transversal em C da viga mostrada na Figura 1.4a.



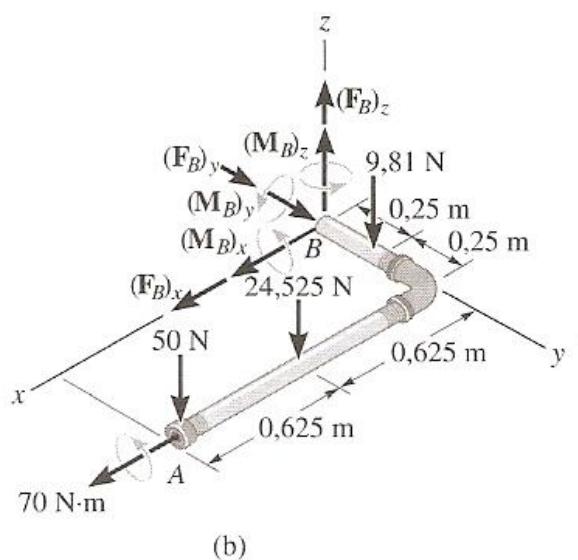
(a)

Figura 1.4

Exemplo 1.5 – Determine a resultante das cargas externas na seção transversal no ponto B. O tubo tem massa de 2 Kg/m e está submetido a uma força de 50 N e um conjugado de 70 N.m na extremidade.



(a)



(b)

Figura 1.8

1.3 Tensão

F_R e M_{Ro} são forças internas resultantes atuando no ponto O da seção transversal

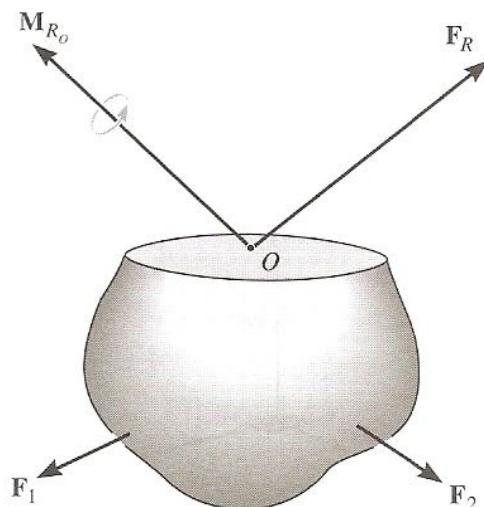


Figura 1.9

Hipótese – material é contínuo (distribuição uniforme da matéria) e coeso (sem vazios).

ΔA - elemento de área

ΔF , ΔF_x , ΔF_y e ΔF_z – forças elementares atuando em ΔA

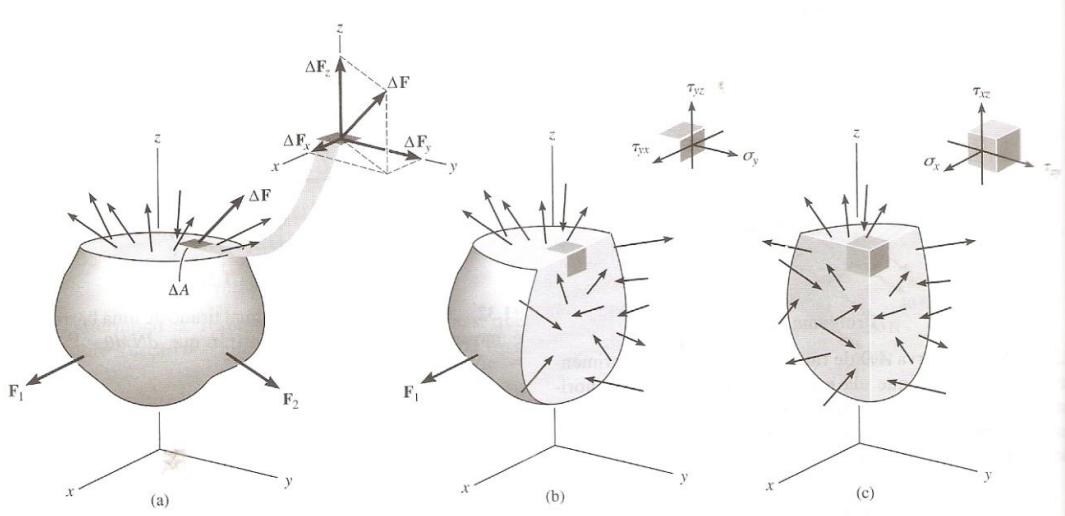


Figura 1.10

Figura 1.10(a) – Corte perpendicular a direção z

$\sigma_z = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F_z}{\Delta A}$ (tensão normal – normal à seção transversal)

$\tau_{zx} = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F_x}{\Delta A}$ (tensão de cisalhamento – tangente à seção transversal)

$\tau_{zy} = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F_y}{\Delta A}$ (tensão de cisalhamento – tangente à seção transversal)

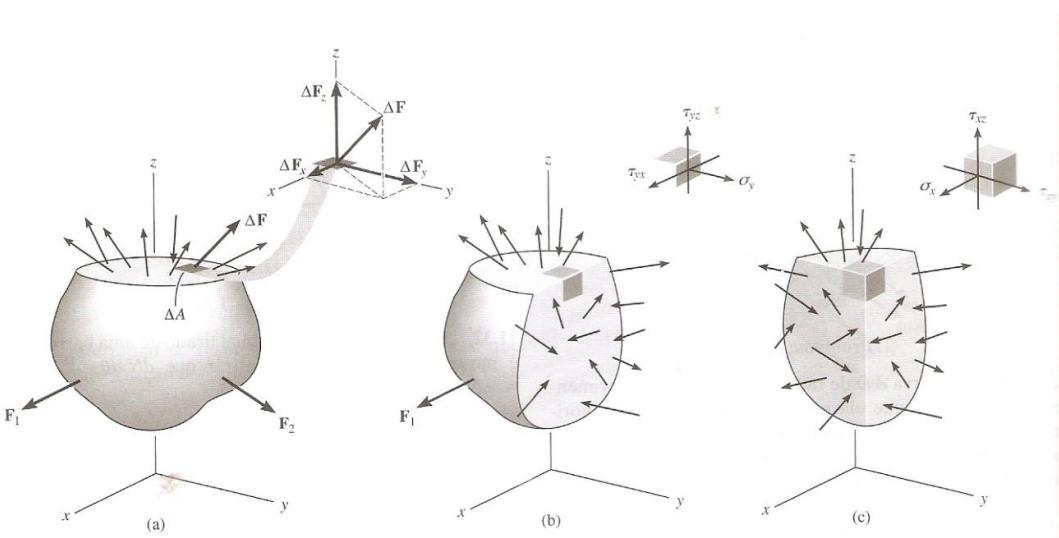


Figura 1.10

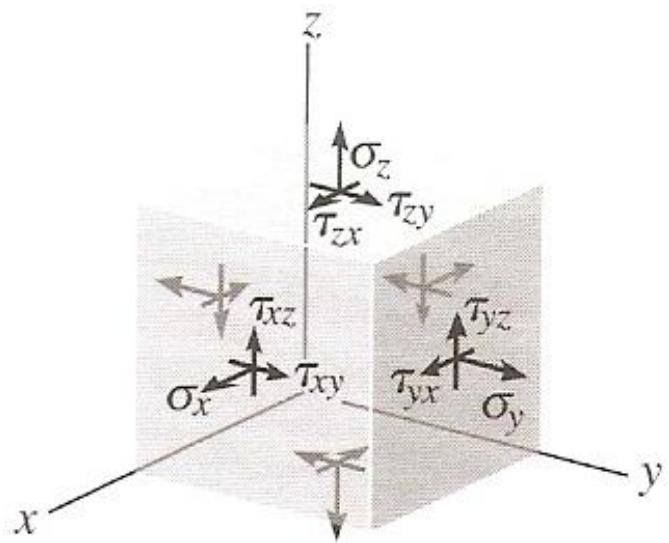
Figura 1.10 (b) – Corte perpendicular a direção y. De maneira análoga a pensada no corte perpendicular ao eixo z, obtém se as seguintes tensões,

$$\sigma_y, \tau_{yx} \text{ e } \tau_{yz}$$

Figura 1.10 (c) – Corte perpendicular a direção x. De maneira análoga a pensada nos cortes perpendiculares aos eixo z e y , obtém se as seguintes tensões,

$$\sigma_x, \tau_{xy} \text{ e } \tau_{xz}$$

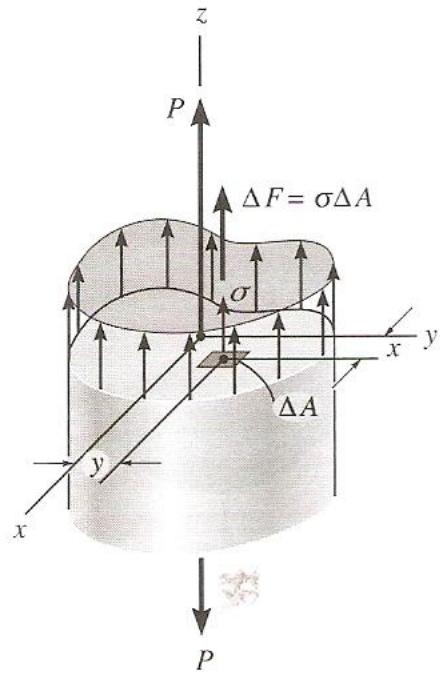
Resumo – Figura 1.12



Estado geral da tensão

Figura 1.12

1.4 Tensão Normal Média em Uma Barra Axial



(d)

Figura 1.13

$$\sum F_z = F_{R_z} \text{ ou } \sigma dA = dF \text{ (a nível elementar)}$$

$$\int \sigma dA = \int dF \quad (\sigma \text{ é invariante em } dA)$$

$$\sigma A = P$$

ou

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

O estado de tensão normal devido força normal

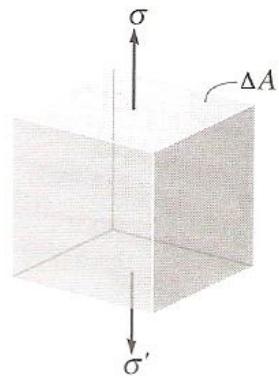


Figura 1.14

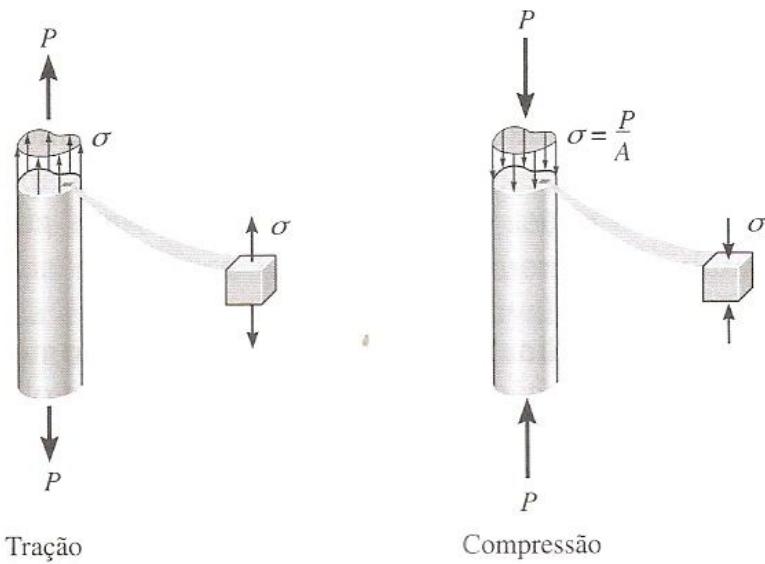


Figura 1.15

Lista de Exercícios – Exemplos 1.6, 1.7, 1.8 e 1.9

Exemplo 1.7

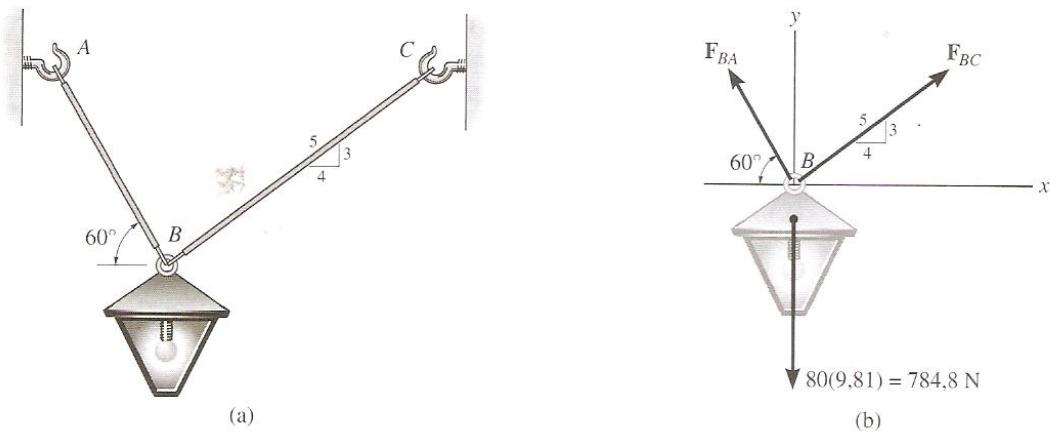


Figura 1.17

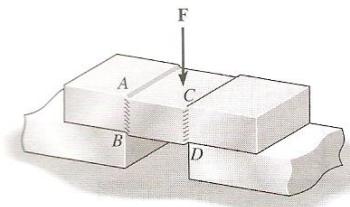
1.5 Tensão de Cisalhamento Média

Tensão de cisalhamento média

$$\tau_{\text{med}} = \frac{V}{A}$$

V: força de cisalhamento A: área da seção

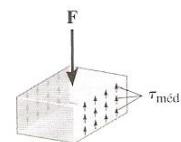
Vide Figura 1.20



(a)



(b)



(c)

Figura 1.20

Junta de Cisalhamento Simples – Figura 1.21

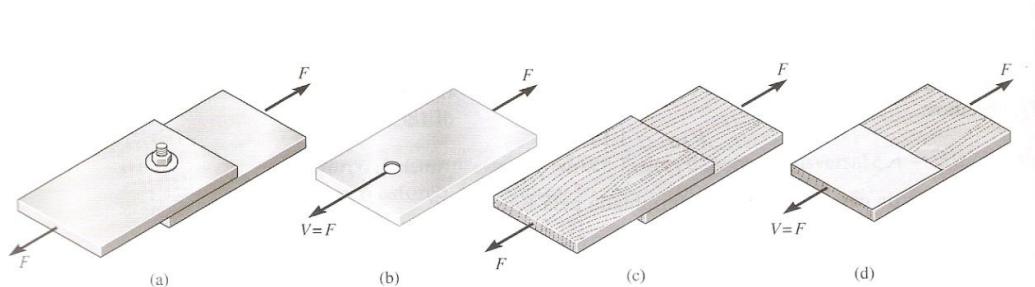


Figura 1.21

Junta de Cisalhamento Duplo - Figura 1.22

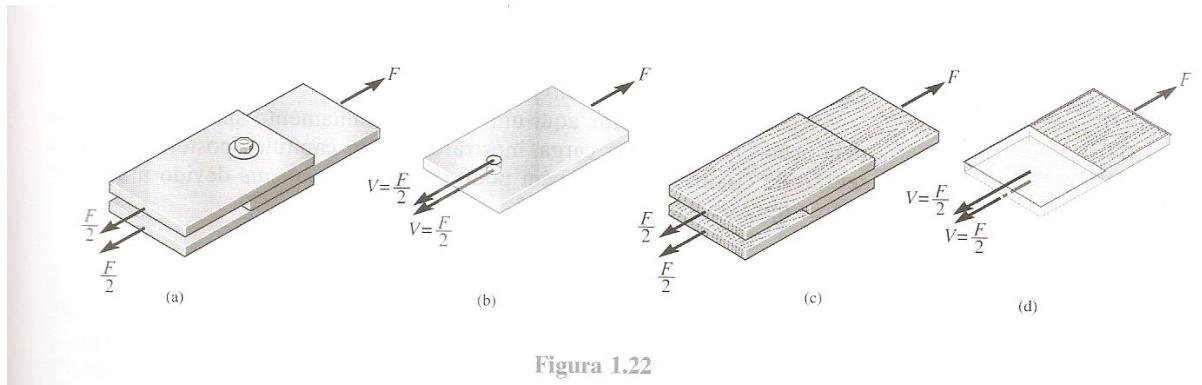


Figura 1.22

Figura 1.23 - Elemento do estado de tensão para o cisalhamento puro

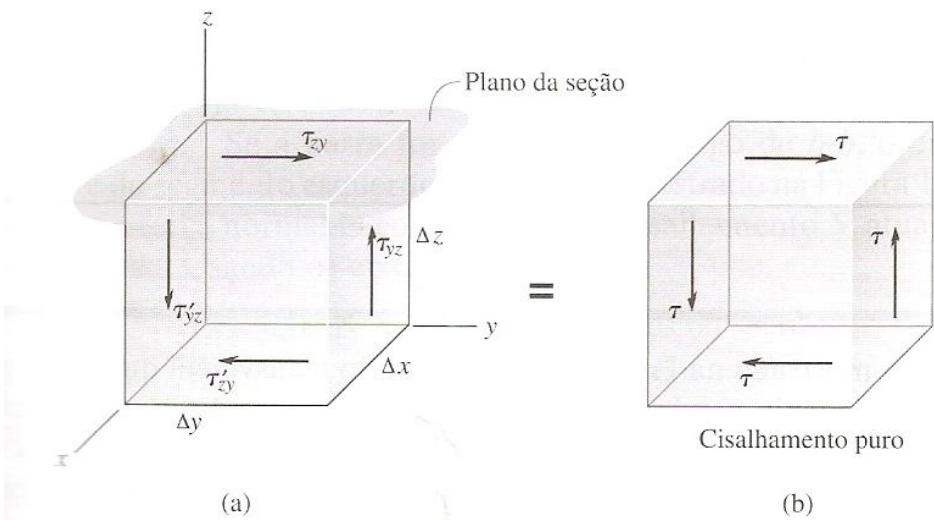


Figura 1.23

**Lista de Exercícios – Exemplos: 1.10, 1.11 e
1.12**

Problemas: 1.39, 1.42 e 1.43

EXEMPLO 1.10

A barra mostrada na Figura 1.24a tem seção transversal quadrada para a qual a profundidade e a largura são de 40 mm. Supondo que seja aplicada uma força axial de 800 N ao longo do eixo do centróide da área da seção transversal da barra, determinar a tensão normal média e a tensão de cisalhamento média que atuam sobre o material (a) no plano da seção $a-a$ e (b) no plano da seção $b-b$.

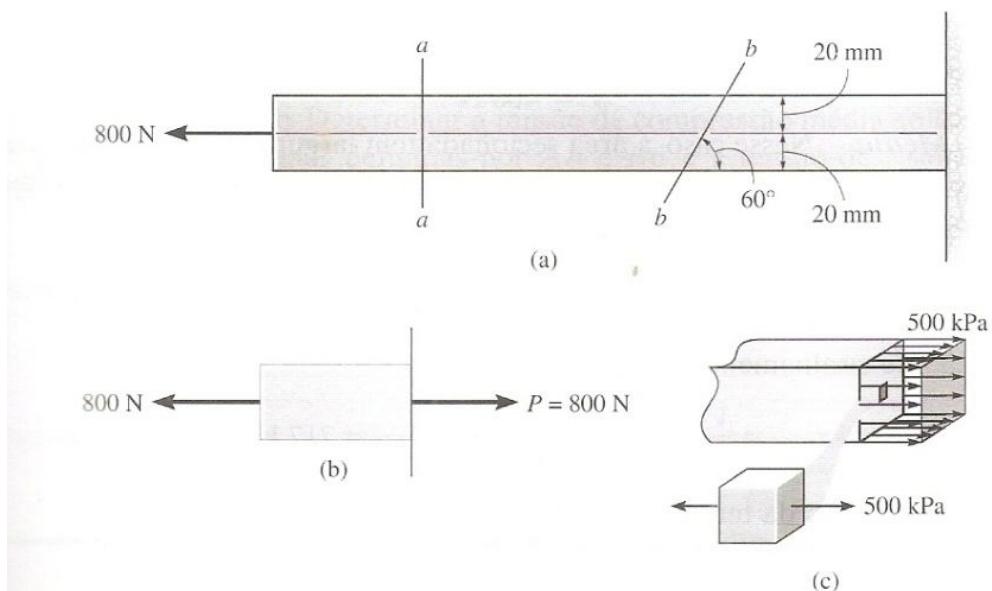
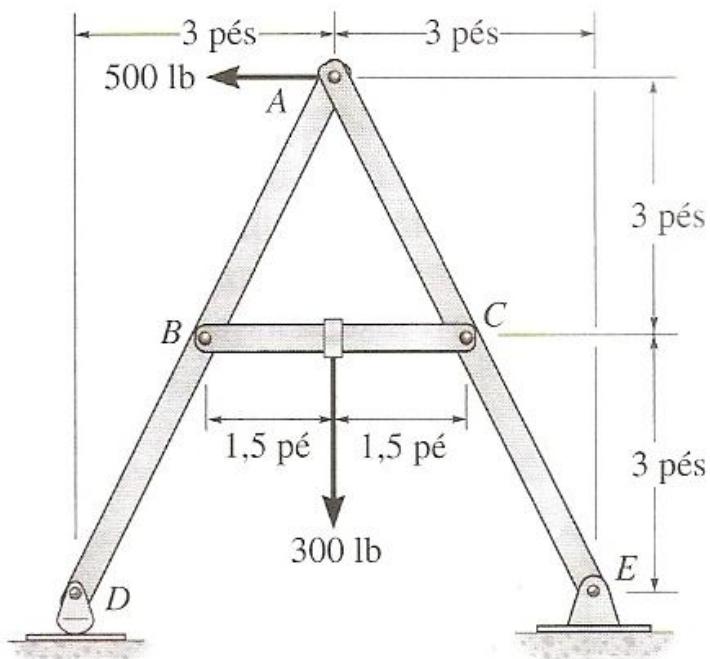


Figura 1.24

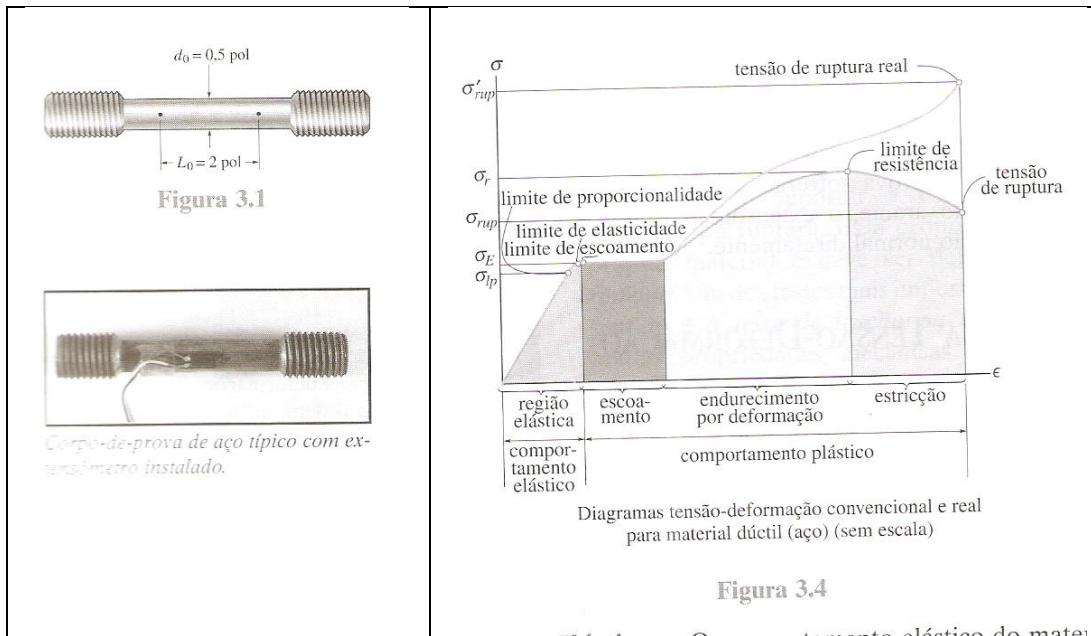
Problema 1.43



Problemas 1.43/1.44/1.45/1.46

1.6 Tensão Admissível

Ensaio de tração e Diagrama Tensão – Deformação – Material Dúctil



$$\sigma = \frac{P}{A_0}$$

Tensão normal no ensaio de tração

A_0 : área da seção transversal inicial do corpo de prova

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L_0}$$

Deformação (%)

δ : variação no comprimento do corpo de prova. **O quanto o corpo de prova deformou**

L_0 - comprimento inicial do corpo de prova

σ_E - tensão de escoamento do material

AIS

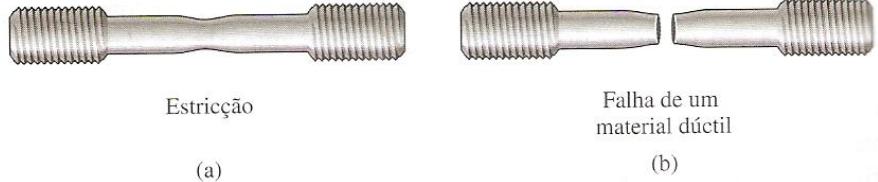
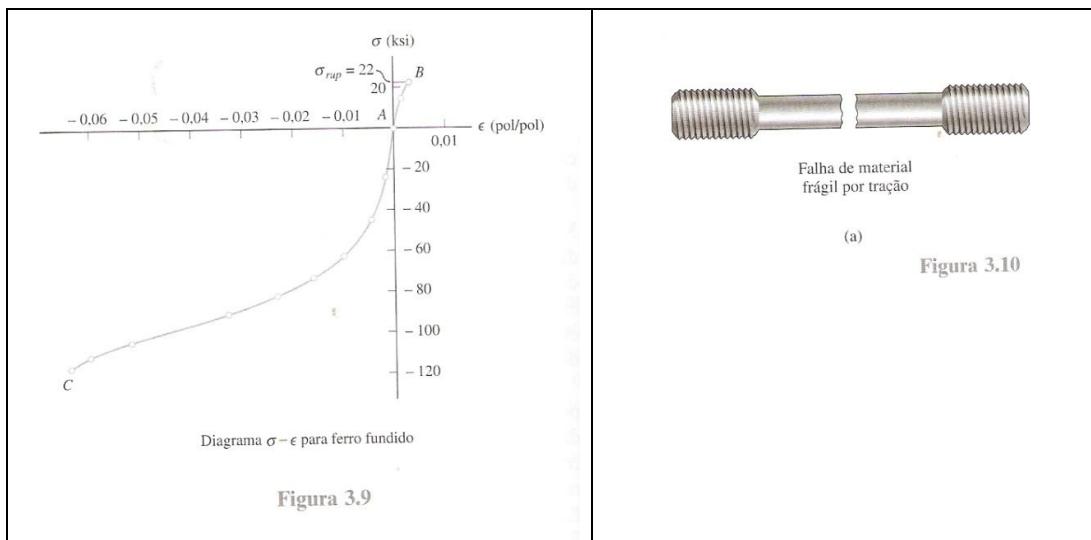


Figura 3.5

Ensaio de tração e Diagrama Tensão – Deformação – Material Frágil



σ_{rup} : Tensão de ruptura

Fator de Segurança (FS)

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_E}{FS} \quad \text{para materiais dúcteis}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{rup}}{FS} \quad \text{para materiais frágeis}$$

Justificativas para o uso do fator de segurança:

- não se dispõe de valores exatos para esforços aplicados
- as peças não tem composição uniforme de material
- corrosão
- para limitar deformações

1.7 Projeto de Acoplamentos Simples

Barra carregada axialmente

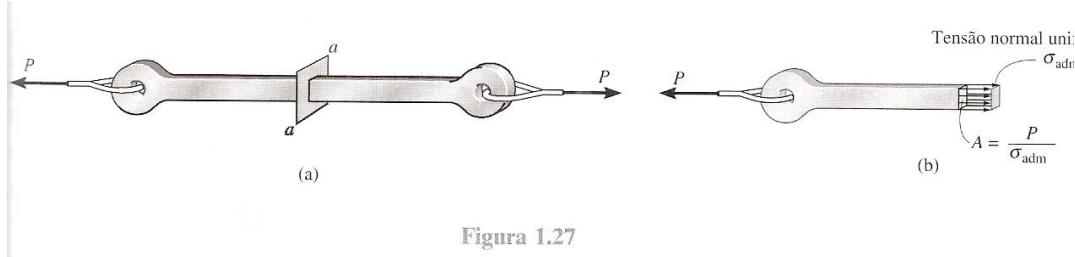


Figura 1.27

$$\sigma_{max} = \frac{P}{A} = \sigma_{adm}$$

$$A = \frac{P}{\sigma_{adm}}$$

Dimensionamento de Pinos, parafusos, etc.

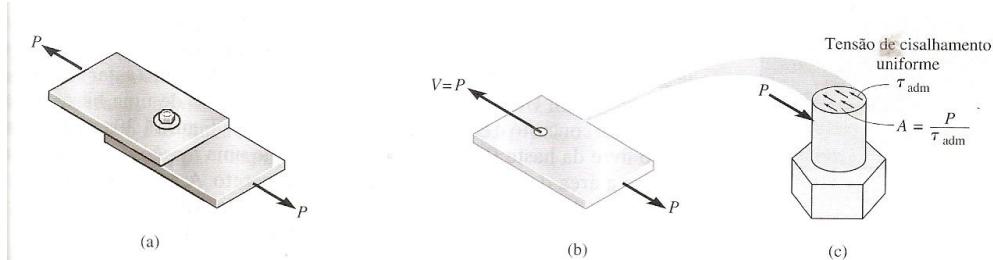


Figura 1.28

Esquema da Seção Transversal de um Acoplamento Submetido à Cisalhamento

$$\tau_{max} = \frac{P}{A} = \tau_{adm}$$

$$A = \frac{P}{\tau_{adm}}$$

Lista de Exercícios – Exemplos: 1.13, 1.14, 1.15, 1.16 e 1.17

Problemas – 1.85, 1.94 e 1.99

Exemplo 1.15

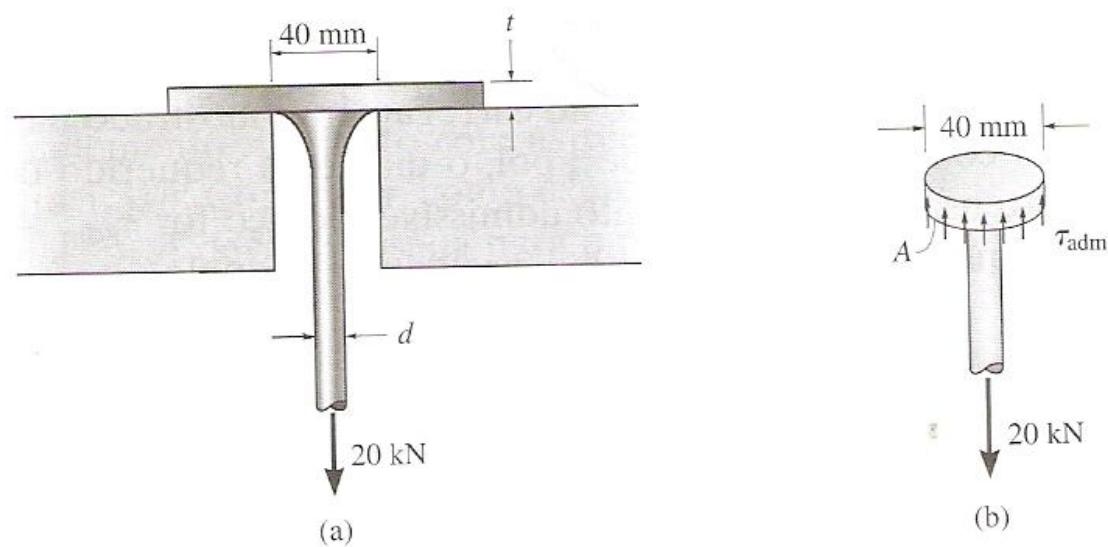
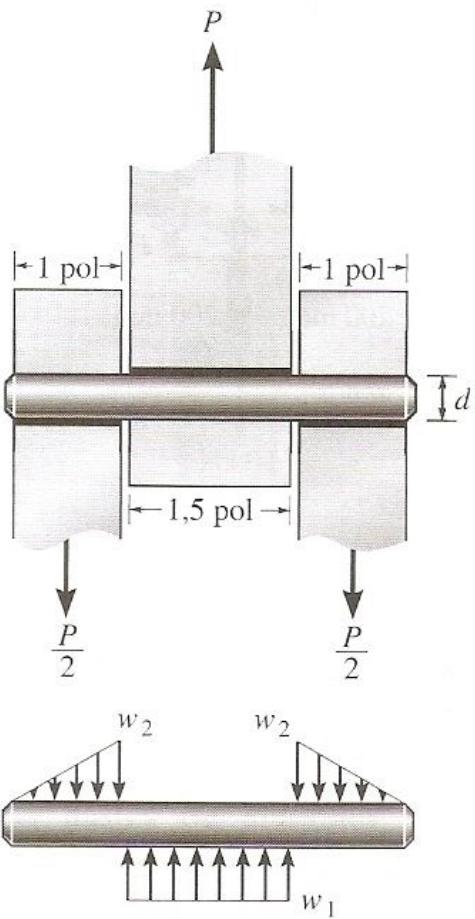


Figura 1.33

1.99. O pino está submetido a cisalhamento duplo, visto que é usado para acoplar os três elos. Devido ao desgaste, a carga é distribuída sobre as partes superior e inferior do pino como mostrado no diagrama de corpo livre. Determinar o diâmetro d do pino se a tensão de cisalhamento admissível for $\tau_{\text{adm}} = 10 \text{ ksi}$ e a carga $P = 8 \text{ kip}$. Determinar também as intensidades das cargas w_1 e w_2 .



Problema 1.99

Exemplo 1.13

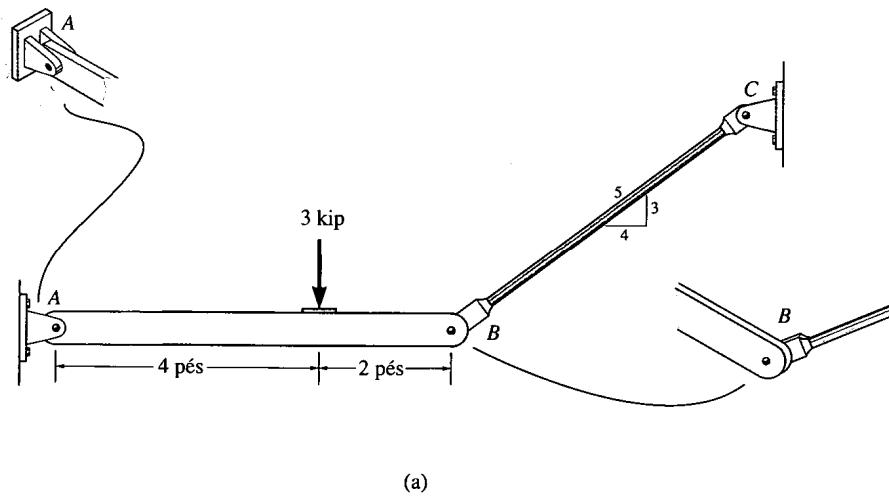


Figura 1.31

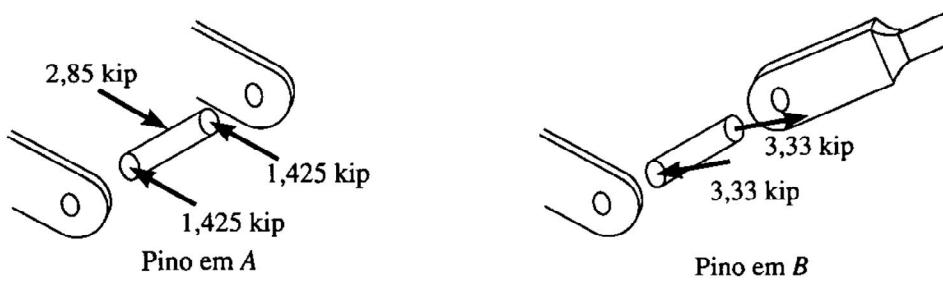
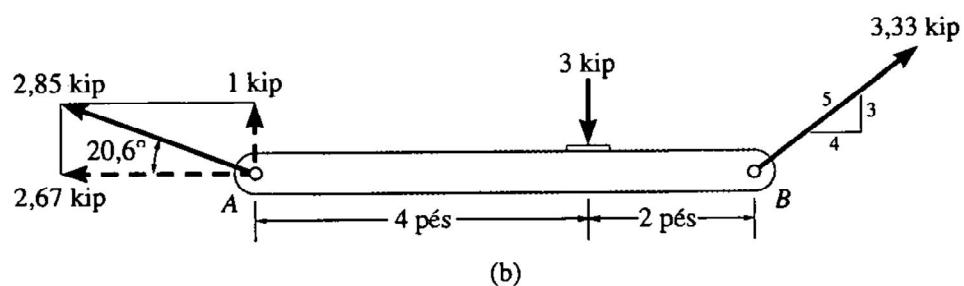


Figura 1.31