



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia Mecânica

PME-3210 - Mecânica dos Sólidos I

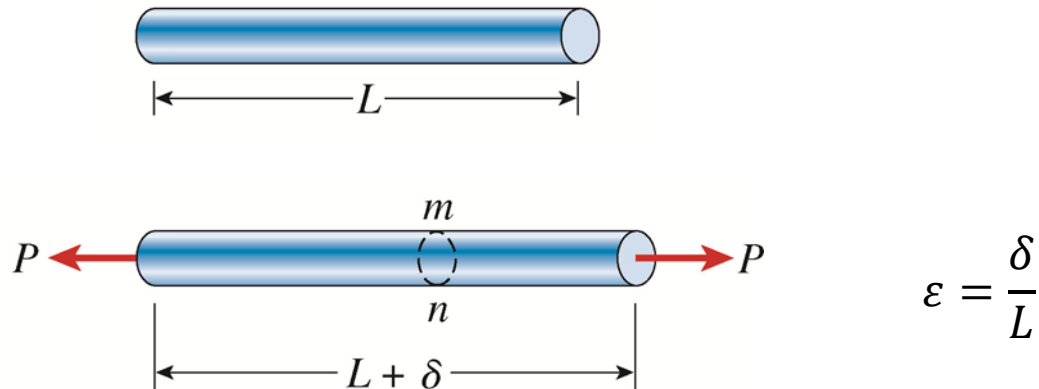
Aula #02

Prof. Dr. Clóvis de Arruda Martins

24/03/2023



1.2. Deformação Normal



- Se $\varepsilon > 0$ houve um aumento de comprimento da barra
- Se $\varepsilon < 0$ houve uma redução no comprimento da barra
- Se $\varepsilon = 0$ não houve alteração no comprimento da barra
- ε é adimensional

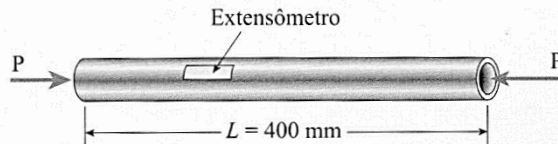


Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia Mecânica

1.2-4 Um tubo circular de alumínio de comprimento $L = 400 \text{ mm}$ é carregado em compressão por forças P (veja a figura). Os diâmetros externo e interno têm 60 mm e 50 mm, respectivamente. Um medidor de deformação é colocado na superfície externa da barra para medir deformações normais na direção longitudinal.

(a) Se a deformação medida é $\varepsilon = 550 \times 10^{-6}$, qual é o encurtamento δ da barra?

(b) Se a tensão de compressão na barra deve ser de 40 MPa, qual deveria ser a carga P ?



$$\text{a)} \quad \varepsilon = \frac{\delta}{L} \quad \Rightarrow \delta = L \varepsilon$$

$$\Rightarrow \delta = 0,22 \text{ mm}$$

$$\text{b)} \quad P = \sigma A \quad A = \frac{\pi}{4} (d_{ext}^2 - d_{int}^2)$$

$$\Rightarrow P = 34,6 \text{ kN}$$



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia Mecânica

1.3. Propriedades Mecânicas dos Materiais



Ensaio de tração

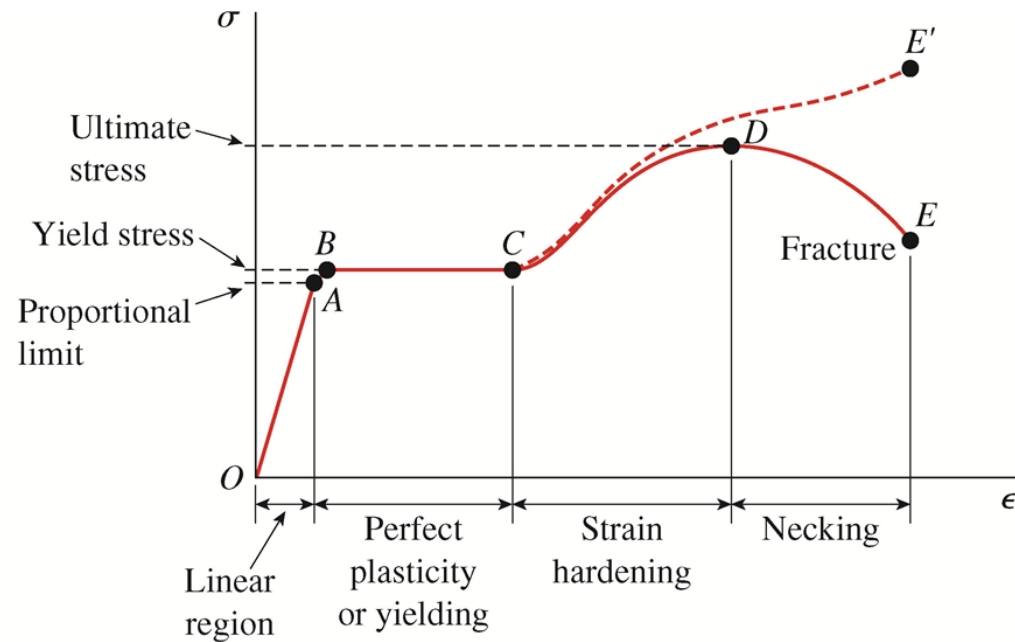
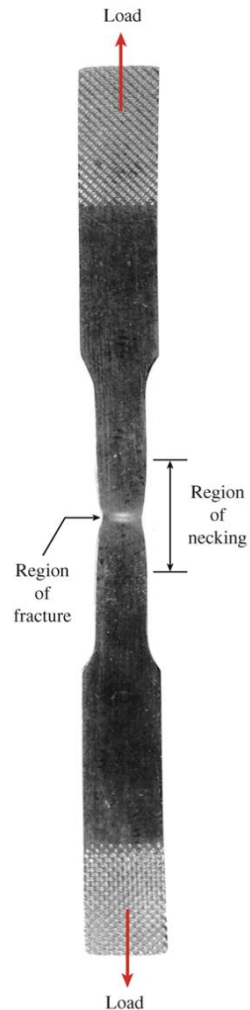


Diagrama Tensão-Deformação de um Aço Estrutural Típico



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia Mecânica



Tensão de engenharia:
(ou tensão nominal) $\sigma = \frac{P}{A_0}$

Tensão verdadeira: $\sigma_t = \frac{P}{A_f}$



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia Mecânica

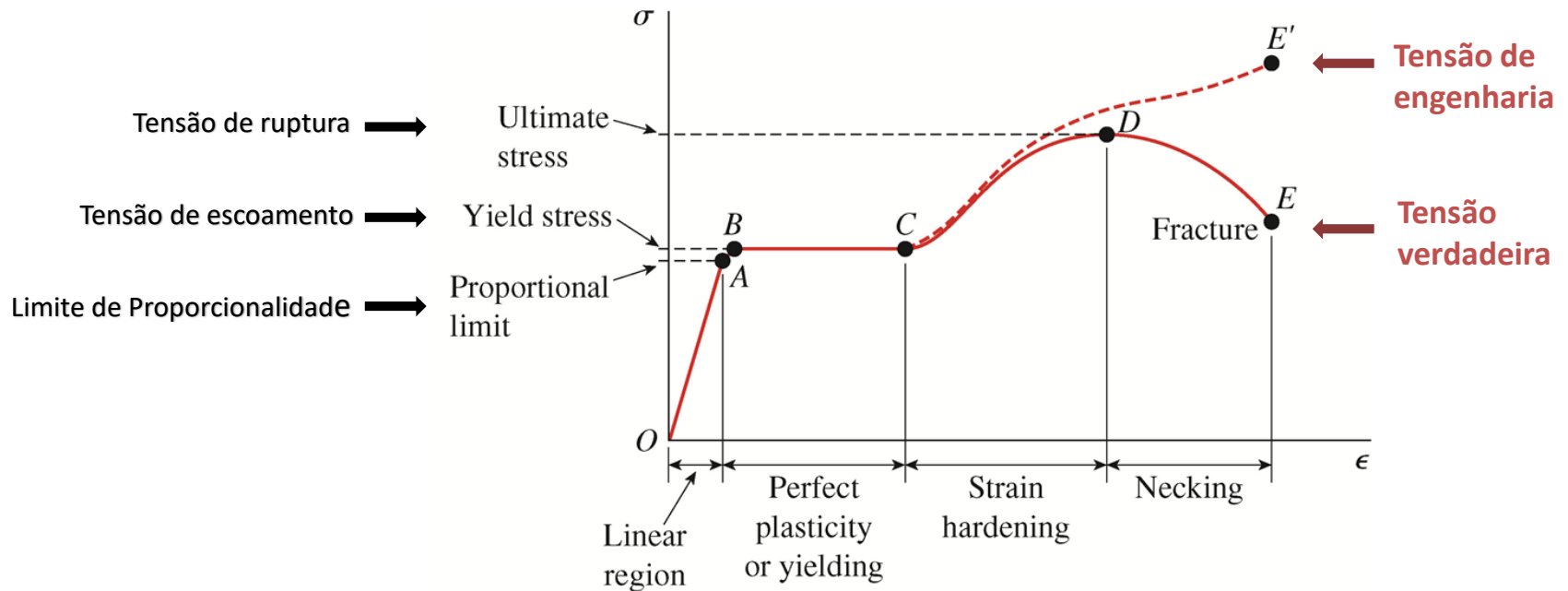


Diagrama Tensão-Deformação de um Aço Estrutural Típico



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia Mecânica

1.3-1 Imagine que um cabo de aço longo está pendurado verticalmente em um balão de grandes altitudes.

(a) Qual é o maior comprimento que ele pode ter (em metros) sem escoar se o aço escoar a 260 MPa?

(b) Se o mesmo cabo está pendurado em um navio no mar, qual é o maior comprimento? (Obtenha os *pesos específicos* do aço e da água do mar na Tabela H.1, Apêndice H).

$$\gamma_{aço} = 77 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{água} = 10,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{a) } P = \gamma_{aço} V = \gamma_{aço} L A$$

$$\sigma = \frac{P}{A} = \gamma_{aço} L$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \sigma_y \quad L_{m\acute{a}x} = \frac{\sigma_y}{\gamma_{aço}}$$

$$\Rightarrow L_{m\acute{a}x} = 3377 \text{ m}$$

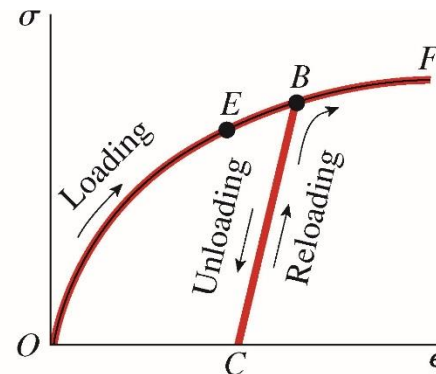
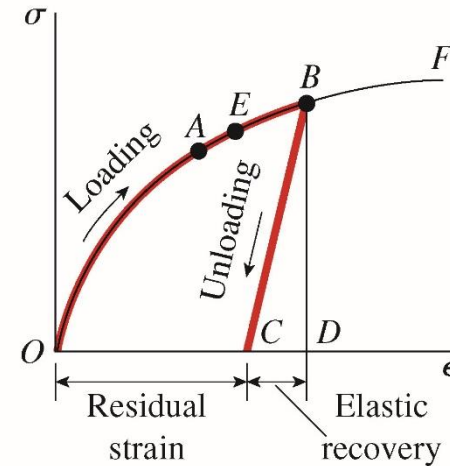
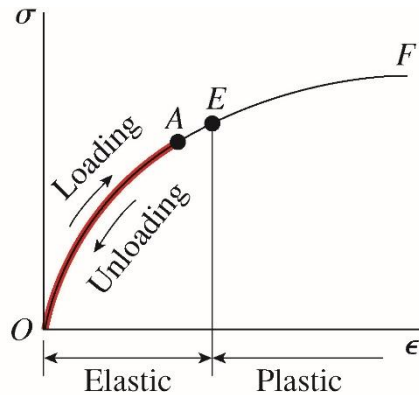
$$\text{b) } P = (\gamma_{aço} - \gamma_{água}) V$$

$$L_{m\acute{a}x} = \frac{\sigma_y}{\gamma_{aço} - \gamma_{água}}$$

$$\Rightarrow L_{m\acute{a}x} = 3881 \text{ m}$$



1.4. Elasticidade, Plasticidade e Fluência

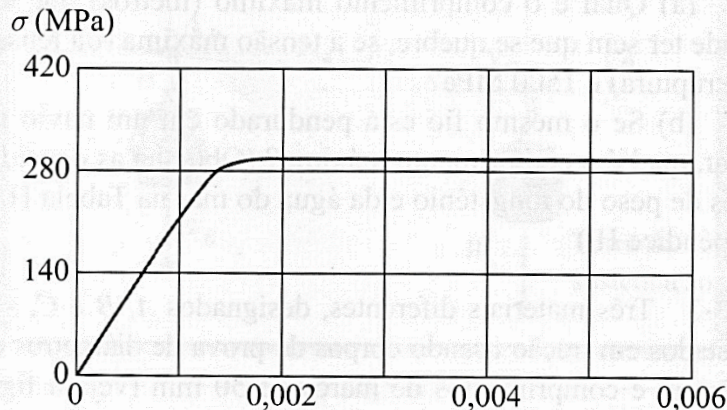




Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia Mecânica

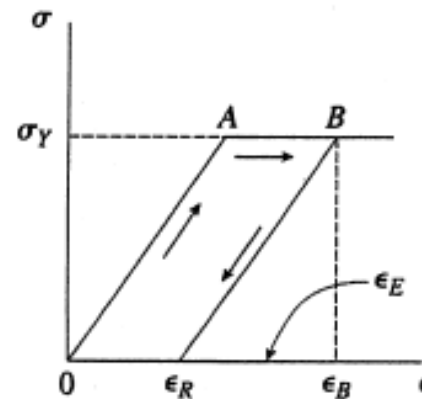
1.4-1 Uma barra de aço estrutural, com o diagrama de tensão-deformação mostrado na figura, tem um comprimento de 1,5 m. A tensão de escoamento do aço é de 290 MPa e a inclinação da parte linear inicial da curva de tensão-deformação (módulo de elasticidade) é de 207 MPa. A barra é carregada axialmente até ter um alongamento de 7,6 mm, e então a carga é removida.

Como o comprimento final da barra compara-se com o inicial? (*Sugestão*: Use os conceitos ilustrados na Figura 1.18b.)



Correção: $E=207\text{GPa}$

$$\varepsilon = \frac{7,6}{1500} = 0,00507 = \varepsilon_B$$



$$\varepsilon_E = \frac{\sigma_B}{E} = \frac{\sigma_y}{E} \\ = 0,00140$$

$$\varepsilon_R = \varepsilon_B - \varepsilon_E \\ = 0,00367$$

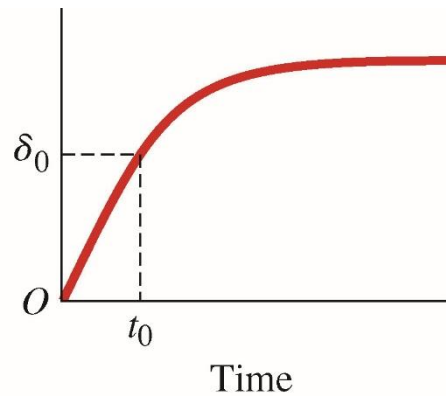
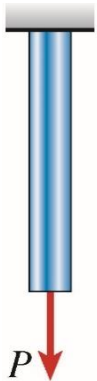
$$\delta = \varepsilon_R L$$

$$\Rightarrow \delta = 5,50\text{mm}$$

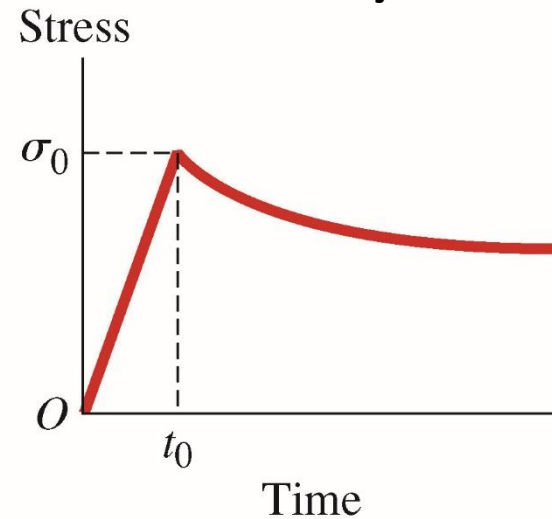


Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia Mecânica

Fluência



Relaxação





Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia Mecânica

Referência:

Gere, J.M., Goodno, B.J. Mecânica dos Materiais – Tradução da 7ª edição norte-americana. Cengage Learning, 2010, 860p, Capítulo 1.