Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia Mecânica

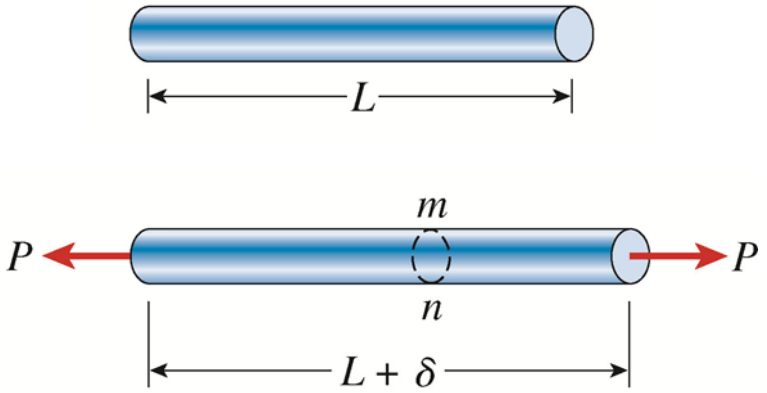
PME-3210 - Mecânica dos Sólidos I

Aula #02

Prof. Dr. Clóvis de Arruda Martins

25/03/2022

1.2. Deformação Normal



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

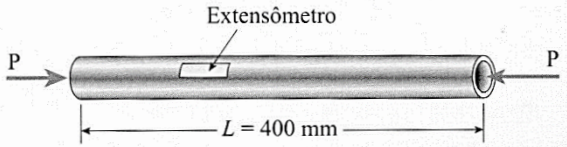
- Se $\varepsilon > 0$ houve um aumento de comprimento da barra
- Se $\varepsilon < 0$ houve uma redução no comprimento da barra
- Se $\varepsilon = 0$ não houve alteração no comprimento da barra

- ε é adimensional

1.2-4 Um tubo circular de alumínio de comprimento $L = 400$ 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?



a) $\varepsilon = \dfrac{\delta}{L} \qquad \Rightarrow \delta = L\,\varepsilon$

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

b) $P = \sigma\, A \qquad A = \dfrac{\pi}{4}(d_{ext}^2 - d_{int}^2)$

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

1.3. Propriedades Mecânicas dos Materiais

Ensaio de tração

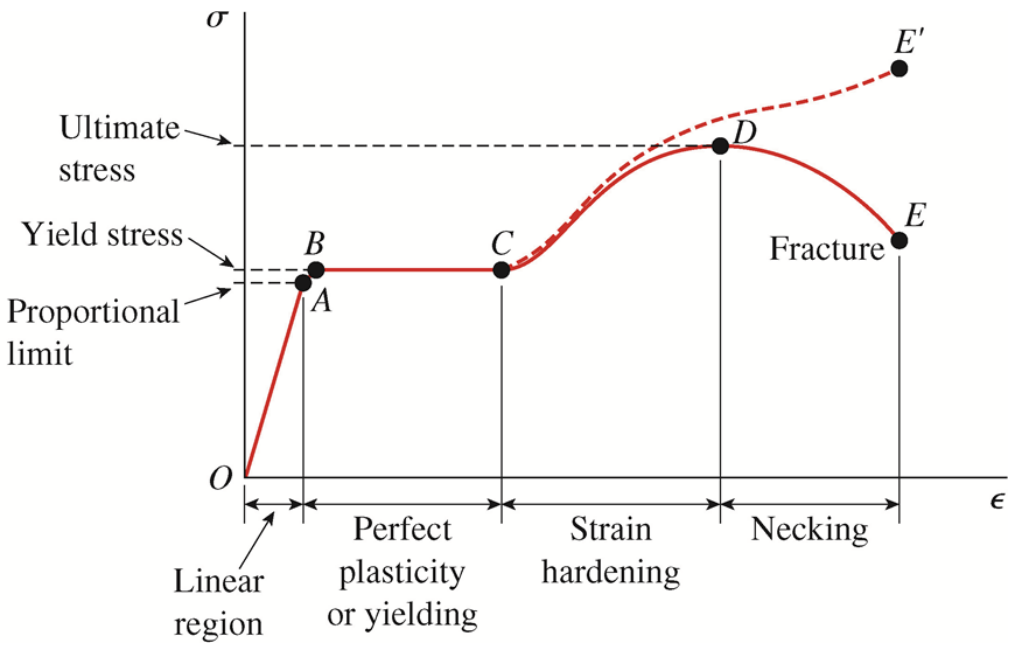
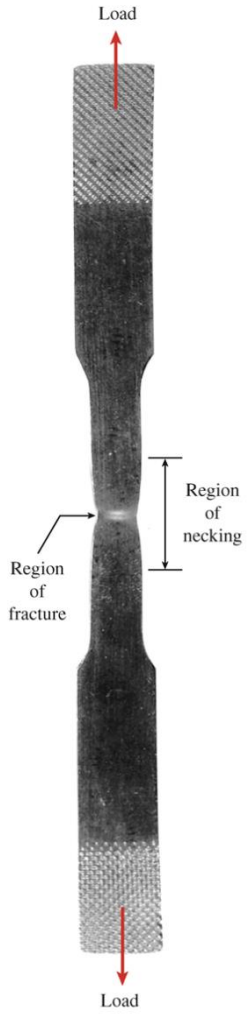


Diagrama Tensão-Deformação de um Aço Estrutural Típico



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

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

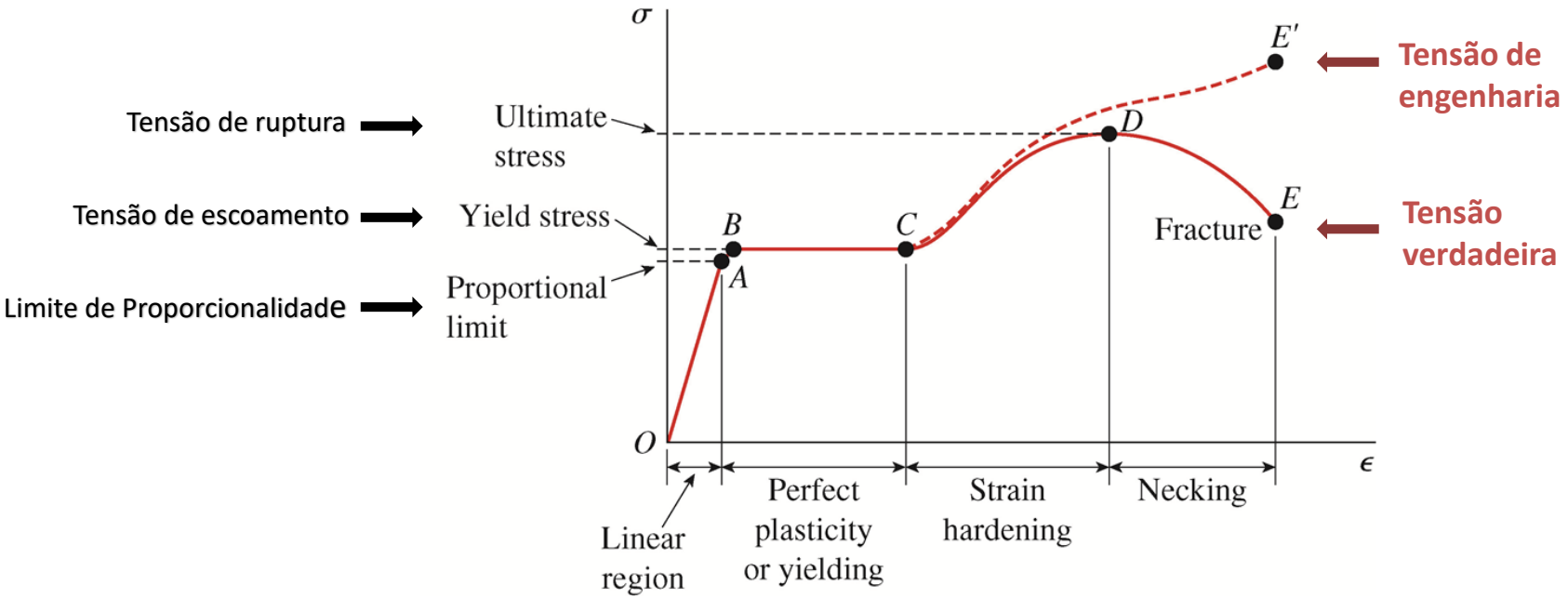


Diagrama Tensão-Deformação de um Aço Estrutural Típico

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 escoa 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).

$$\gamma_{aço} = 77kN/m^3$$

$$\gamma_{água} = 10{,}0kN\ /m^3$$

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

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

$$\sigma_{máx} = \sigma_y \qquad L_{máx} = \frac{\sigma_y}{\gamma_{aço}}$$

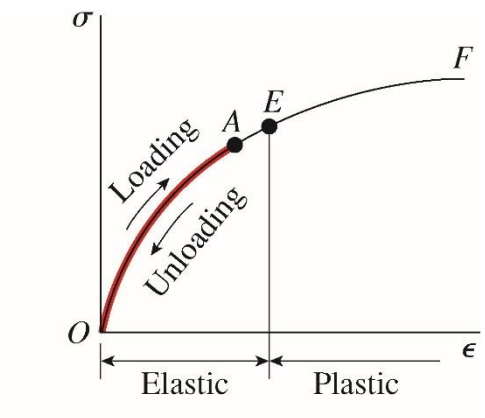
$$\Rightarrow L_{máx} = 3377m$$

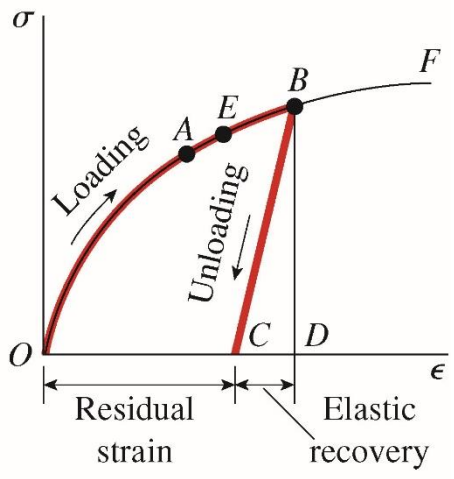
b) $$P = \left(\gamma_{aço} - \gamma_{água}\right) V$$

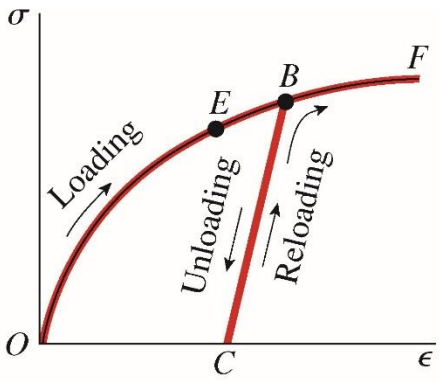
$$L_{máx} = \frac{\sigma_y}{\gamma_{aço} - \gamma_{água}}$$

$$\Rightarrow L_{máx} = 3881m$$

1.4. Elasticidade, Plasticidade e Fluência

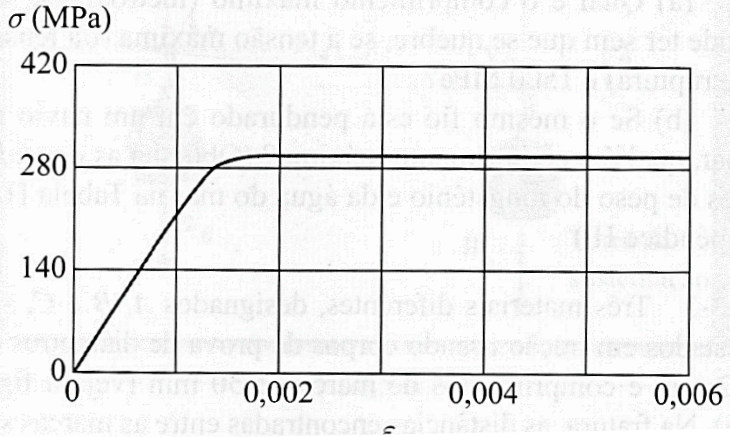






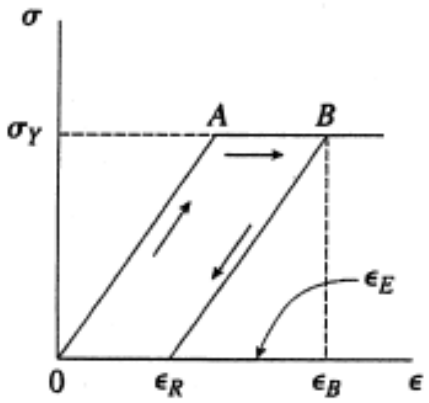
1.4-1 Uma barra de aço estrutural, com o diagrama de tensão-deformação mostrado na figura, tem um comprimento de 1,5 m. A tensão de escoamento do aço é de 290 MPa e a inclinação da parte linear inicial da curva de tensão-deformação (módulo de elasticidade) é de 207 MPa. A barra é carregada axialmente 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*=207GPa

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



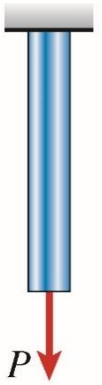
$$\varepsilon_E = \frac{\sigma_B}{E} = \frac{\sigma_y}{E} = 0{,}00140$$

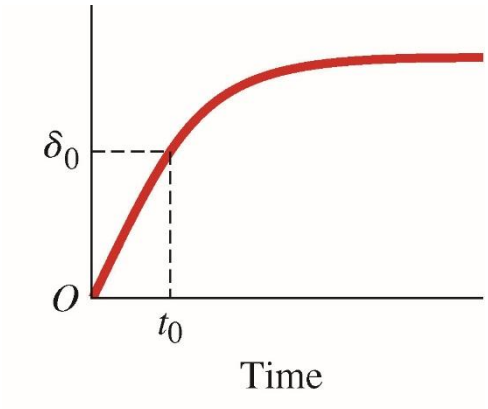
$$\varepsilon_R = \varepsilon_B - \varepsilon_E = 0{,}00367$$

$$\delta = \varepsilon_R L$$

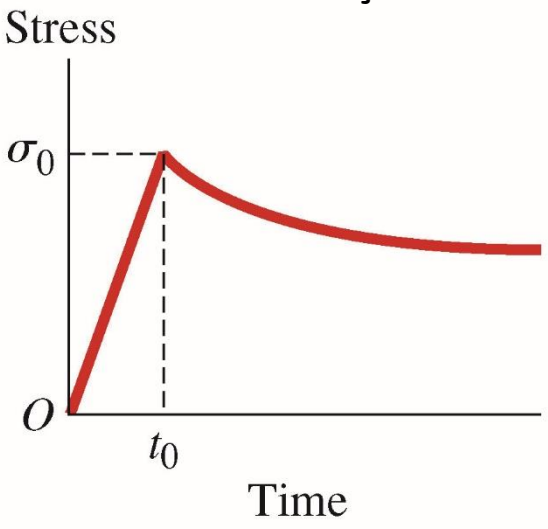
$$\Rightarrow \delta = 5{,}50mm$$

Fluência





Relaxação



Referência:

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