



---

# Estabilidade

Marcio Varela



# Tensões e Deformações

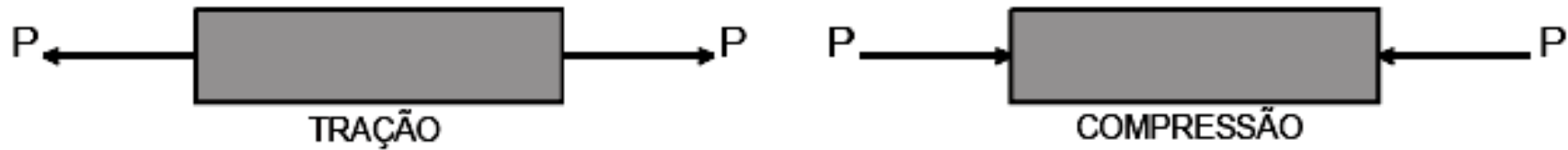
---

- ***Esforços internos***
  - **O objetivo principal deste módulo é estudar os esforços ou efeitos internos de forças que agem sobre um corpo. Os corpos considerados não são supostos perfeitamente rígidos; são corpos deformáveis de diferentes formas e submetidos a diferentes carregamentos.**

# Tensões e Deformações

---

- *Barra carregada axialmente*



**Figura 1.1** – Carregamento axial

# Tensões e Deformações

- *Barra carregada axialmente*

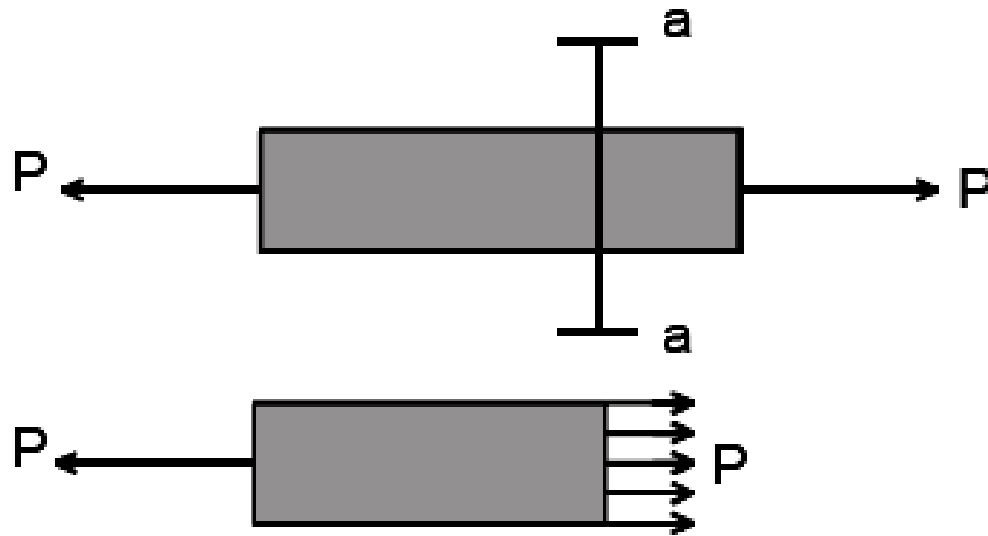


Figura 1.2 – Esforço Interno



# Tensões e Deformações

---

- ***Distribuição dos esforços internos***

- ***Tensão normal***

$$\sigma = P/A$$

- ***Onde:***

- ***$\sigma$  é a tensão normal ( $N/m^2$ ,  $ton/m^2$ ,  $kg/m^2$ ;  $g/cm^2$ );***
- ***$P$  é a força aplicada na seção transversal (N);***
- ***$A$  é a área da seção transversal ( $m^2$ ).***
- ***Se a força  $P$  é de tração, a tensão normal é de tração.***
- ***Se a força  $P$  é de compressão, a tensão normal é de compressão.***

# Tensões e Deformações

- ***Distribuição dos esforços internos***

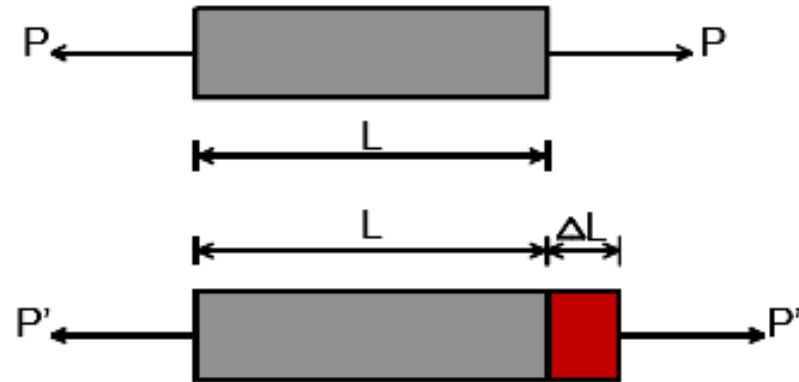


Figura 1.3 – Deformação Linear

- *Deformação linear*

$$\epsilon = \Delta L / L$$

- Onde:
- $\epsilon$  é a deformação linear (adimensional);
- $\Delta L$  é o acréscimo do comprimento do corpo de prova devido à aplicação da carga (m);
- $L$  é o comprimento inicial do corpo de prova (m).

# Tensões e Deformações

- Diagramas

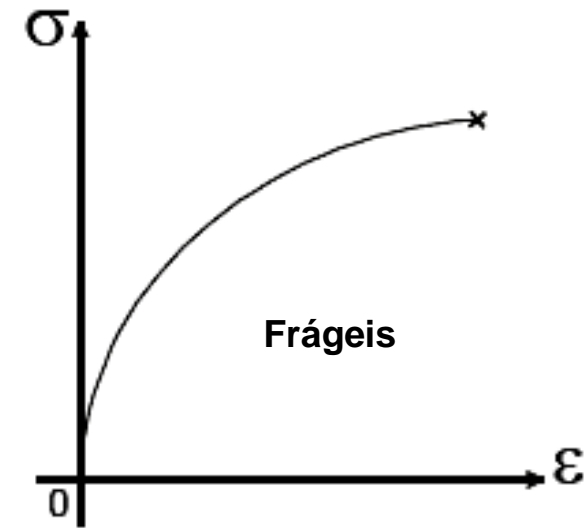
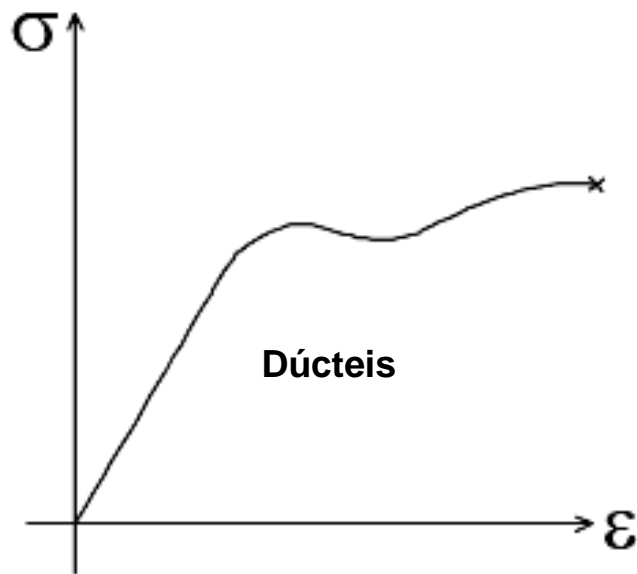


Figura 1.4 – Diagramas tensão x Deformação

# Tensões e Deformações

## ○ Lei de Hooke

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

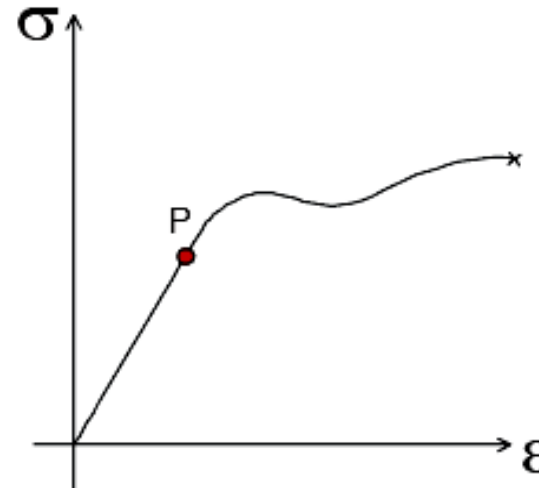


Figura 1.5 – Diagrama tensão x Deformação

$\sigma$  é a tensão normal (N/m<sup>2</sup>);

- E é o módulo de elasticidade do material (N/m<sup>2</sup>) e

representa a tangente do ângulo que a reta OP forma com o eixo

$\varepsilon$ ;

- $\varepsilon$  é a deformação linear (adimensional).





# Tensões e Deformações

---

- **Módulo de elasticidade**

- A constante **E** representa o módulo de elasticidade do material sob tração e também pode ser chamada de **Módulo de Young**. Tabelas com os módulos de elasticidade de diferentes materiais podem ser obtidas em manuais ou livros de engenharia.

# Tensões e Deformações

- Propriedades mecânicas

- **Limite de proporcionalidade:** Para um material frágil, não existe limite de proporcionalidade (**P**), o diagrama não apresenta parte reta.
- **Limite de elasticidade:** representa a tensão máxima que pode ser aplicada à barra sem que apareçam deformações residuais ou permanentes após a retirada integral da carga externa.

- **Região elástica**

- **Região plástica**

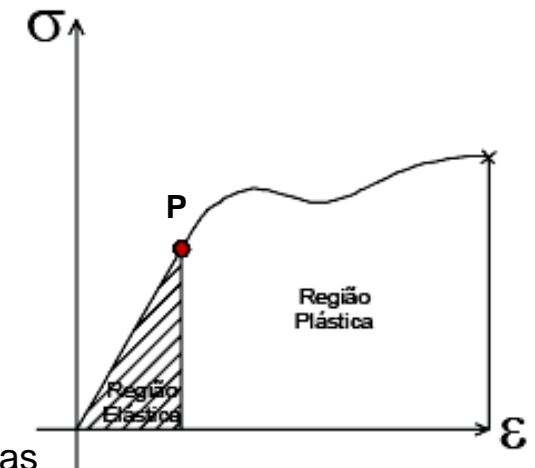


Figura 1.6 – Regiões Plásticas e Elásticas

# Tensões e Deformações

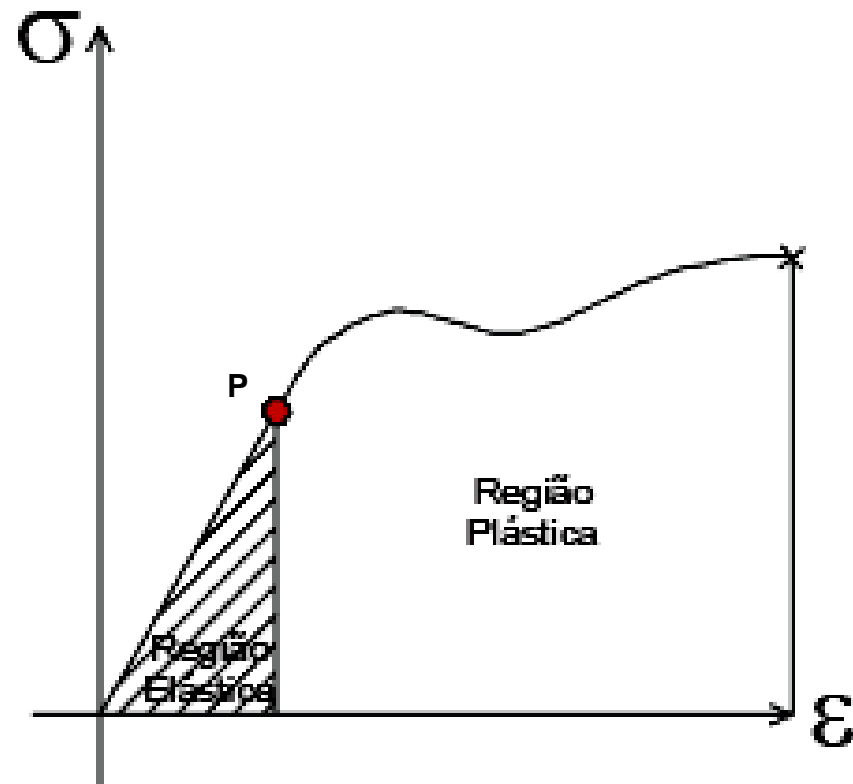
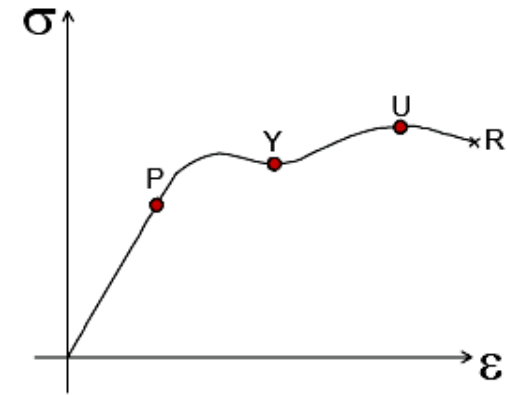


Figura 1.6 – Regiões Plásticas e Elásticas

# Tensões e Deformações

## ○ Propriedades mecânicas



- **Limite de escoamento:** A partir deste ponto (**Y**), aumentam as deformações sem que se altere praticamente o valor da tensão.
- **Limite de resistência:** A tensão correspondente ao ponto **U** recebe o nome de limite de resistência.
- **Limite de ruptura:** A tensão correspondente ao ponto **R** recebe o nome de limite de ruptura (ocorre a ruptura do corpo de prova).

# Tensões e Deformações

- Diagrama Tensão x Deformação

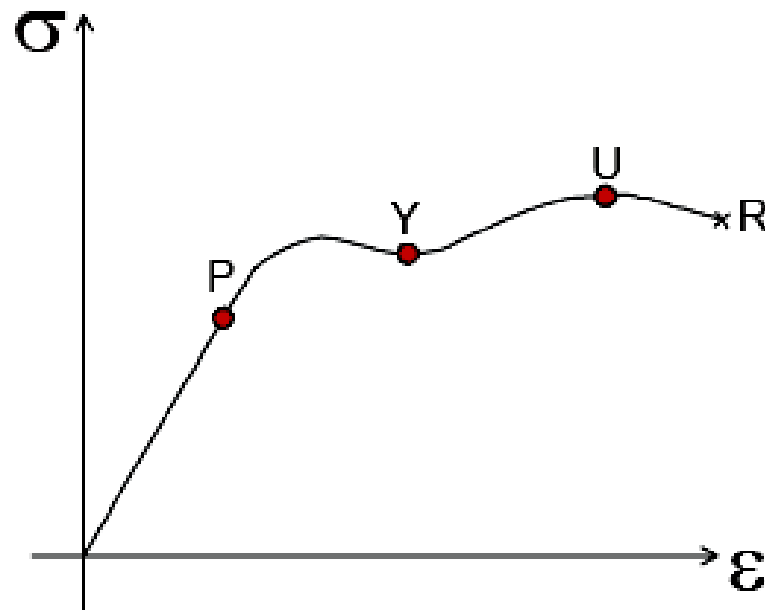


Figura 1.7 – Limites de Proporcionalidade, Escoamento, Resistência e Ruptura



# Tensões e Deformações

---

## ○ Tensão admissível

- $\sigma_{adm} = \sigma_{res}/S$

OU

- $\sigma_{adm} = \sigma_{esc}/S$

- Onde:
- $\sigma_{adm}$  = Tensão máxima admissível que poderá ocorrer na estrutura;
- **S** = Coeficiente de segurança adotado com base nas Normas em vigor.

# Tensões e Deformações

## ○ Limite de escoamento de materiais frágeis

- Fixa-se  $\epsilon_1$ , traça-se a reta tangente à curva partindo da origem, traça-se uma reta paralela à tangente passando por  $O'$ ; sua interseção com a curva determina o ponto Y que corresponde ao limite de escoamento procurado.

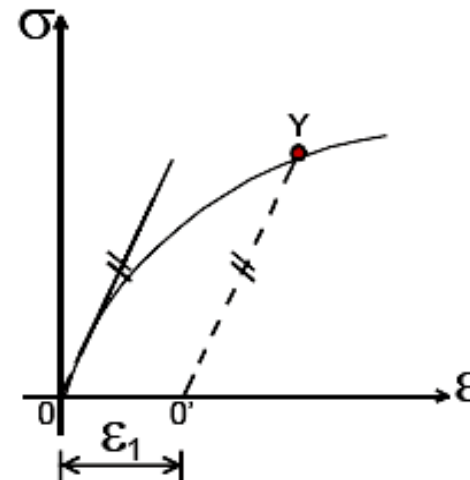


Figura 1.8 – Tensão Deformação de Materiais Frágeis



# Tensões e Deformações

---

- **Coefficiente de Poisson:**

- a relação entre a deformação transversal e a longitudinal verificada em barras tracionadas recebe o nome de coeficiente de Poisson ( $\nu$ ).

- Para diversos metais, o coeficiente de Poisson varia entre 0,25 e 0,35.

- $\nu = |\text{deformação específica transversal} / \text{deformação específica longitudinal}|$

- $\nu = |\epsilon_y / \epsilon_x|$  ou

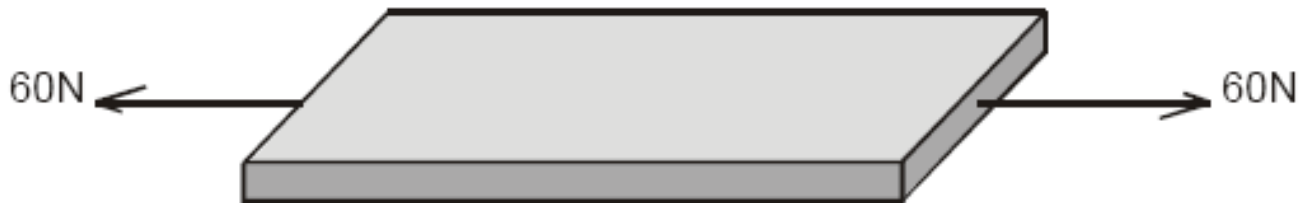
- $\nu = |\epsilon_z / \epsilon_x|$



# Exercícios

---

- 1) Uma barra de 3 metros de comprimento tem seção transversal retangular de 3 cm x 1 cm. Determinar o alongamento produzido pela carga axial de 60N. O módulo de elasticidade do material é de 200 KN/mm<sup>2</sup>.



# Exercícios

---

- 2) Uma barra de 30 cm de comprimento e diâmetro de 1 cm sofre um alongamento produzido por uma carga de 5 toneladas. O módulo de elasticidade do material é de  $150 \text{ KN/mm}^2$ . Determinar o alongamento da barra.





# Exercícios

---

- 3) Uma barra de 500 mm de comprimento e 16 mm de diâmetro é tracionada por uma carga axial de 12 kN. O seu comprimento aumenta em 0,3 mm e o seu diâmetro se reduz em 0,0024 mm. Determinar o módulo de elasticidade e o coeficiente de Poisson do material.



---

**Próxima Aula**  
**Introdução a Isostática.**