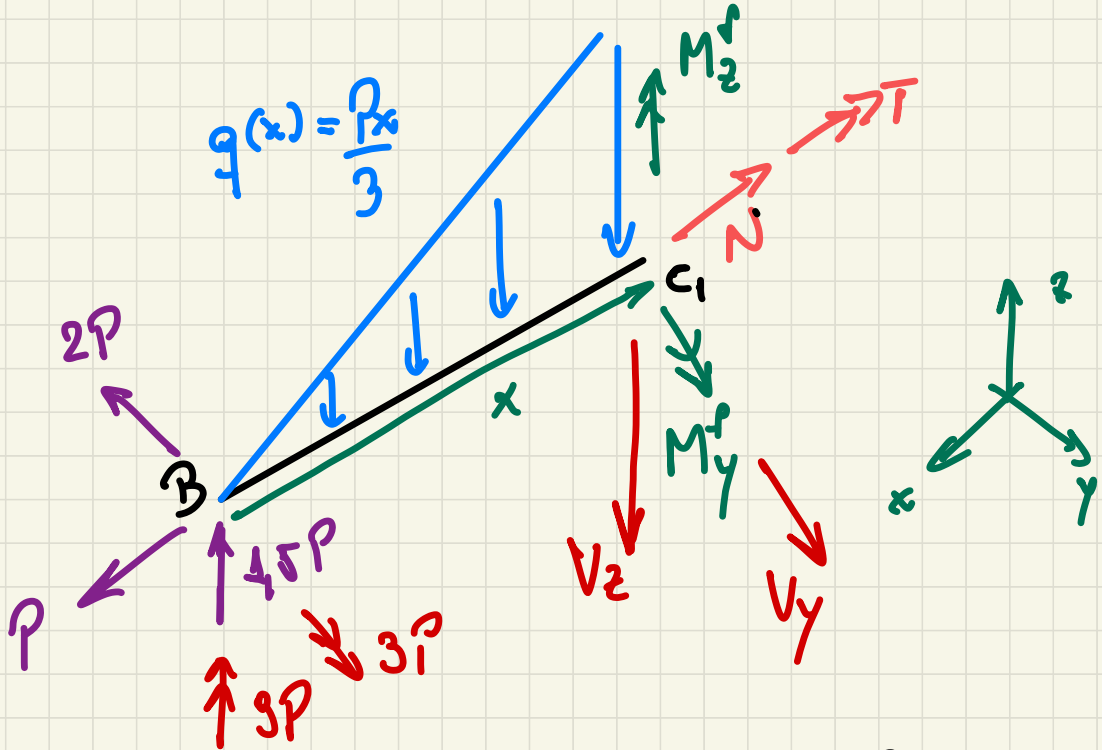




Equilibrium

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow N = P$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow V_y = 2P$$

$$\sum F_z = 0 \Rightarrow 1.5P - \frac{Px \cdot x}{3} - V_z = 0$$

$$\Rightarrow V_z = -\frac{Px^2}{6} + 1.5P$$

$$\Rightarrow \sum M_{C1}^x = 0 \Rightarrow \boxed{T=0}$$

$$\sum M_{C1}^y = 0 \Rightarrow 3P + \frac{Px}{3} \cdot \frac{x}{2} \cdot \frac{x}{3} - 1.5x + M_y^f = 0$$

$$M_y^f = 1,5x - \frac{P_0^3}{18} - 3P$$

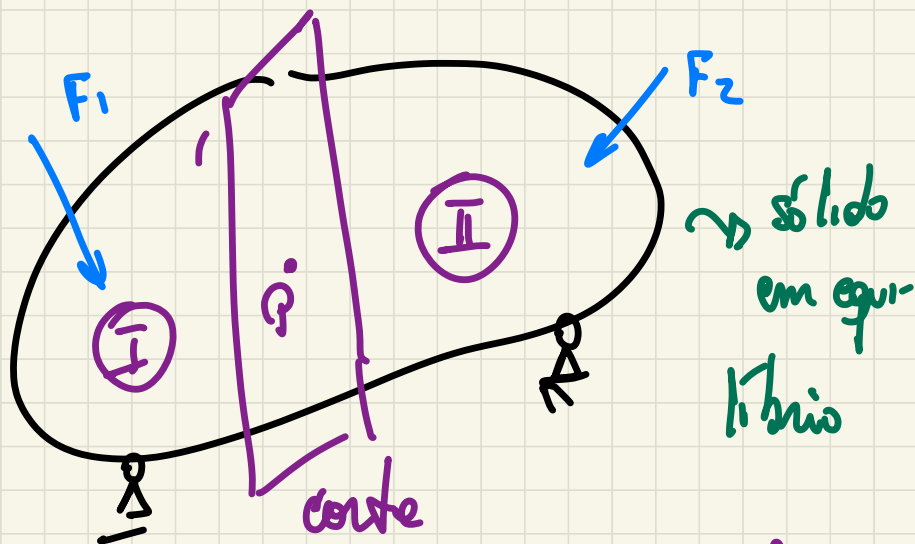
$$\sum M_{c_1}^f = 0 \Rightarrow 9P - 2P_x + M_z^f = 0$$

$$\Rightarrow M_z^f = -9P + 2P_x$$

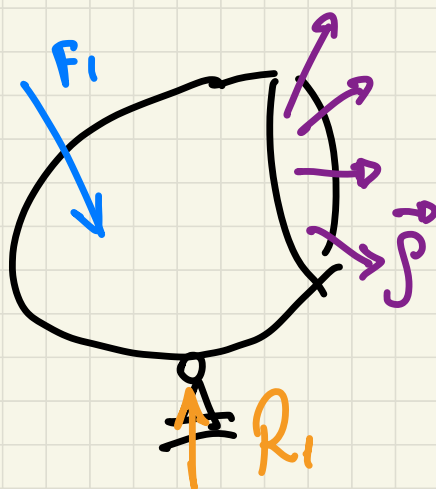
REF 3208

Tensões e Deformações

Vimos



Olho para a (I)



$\vec{p}$ vetor tensão
força por unidade de área

Preciso que

$$\vec{F}_1 + \vec{R}_1 + \iint_S \vec{p} dA = 0$$

Não existe um único plano de corte passando por P . O vetor tensão em P depende do plano de corte (representado por sua normal externo $\underline{n}$). Mostra-se que

$$\underline{\sigma} = \underline{T} \underline{n}$$

Tensor das tensões
no ponto P
" Visto em outros
cursos

Tensão normal em P ?

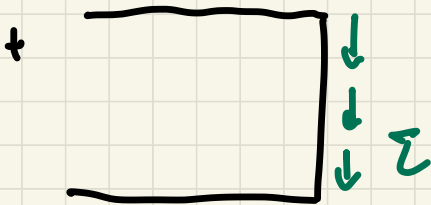
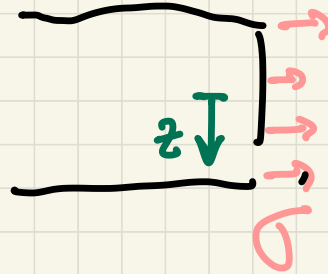
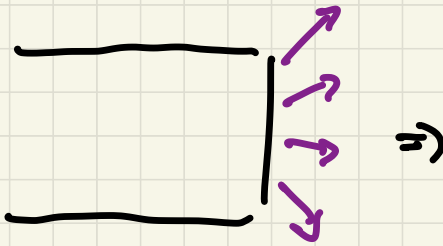
$$\sigma = \underline{\sigma} \cdot \underline{n}$$

Tensão tangencial (ou de cisalhamento)

$$\underline{\tau} = \underline{\sigma} - \sigma \underline{n}$$

Em barras no plano

* Seção transversal



de cisalhamento))

σ (tensão normal à ST) e τ (tensão de cisalhamento) podem variar

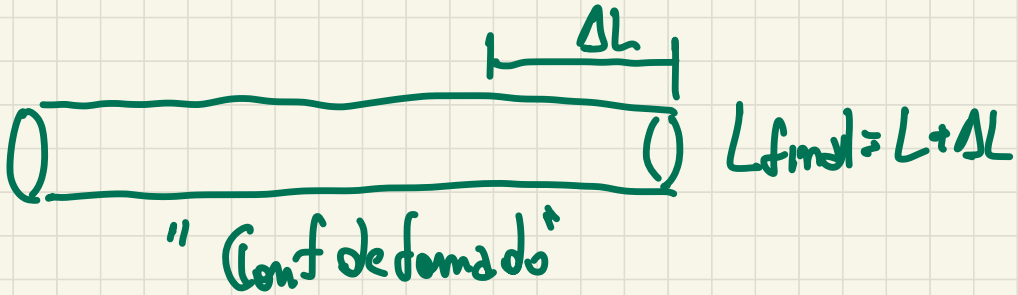
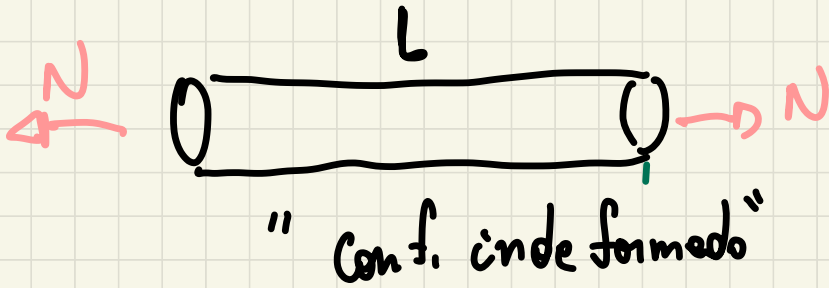
na ST.

$$N = \iint_{ST} \sigma dA ; V = \iint_{ST} \tau dA$$

$$M = \iint_{ST} \sigma z dA$$

Estado uniaxial de tensão

Por exemplo, ensaio de tração simples



Deformação $\epsilon = \frac{\Delta L}{L}$ "adimensional"

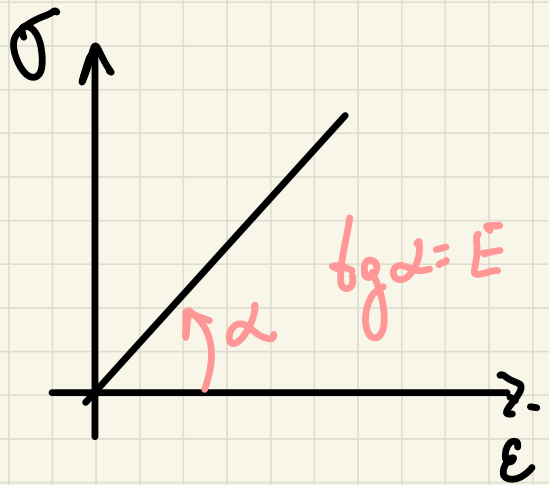
Lei Hooke : $\sigma = [E] \epsilon$

↳ módulo de elasticidade (ou de Young)

$$[\sigma] = \frac{N}{m^2} (SI)$$

$$[E] = \frac{N}{m^2} (SI)$$

$$\frac{1 \text{ N}}{\text{m}^2} = 1 \text{ Pa}$$



Veja que, em solicitação por força normal
apenas,

$$\boxed{\sigma} = E \boxed{\epsilon} \Rightarrow \boxed{\frac{N}{A}} = E \boxed{\frac{\Delta L}{L}}$$

$$\Rightarrow \boxed{N = \frac{EA}{L} \cdot \Delta L}$$

Além do alongamento do eixo da barra, temos uma diminuição das dimensões da ST. Devido deformação transversal com $\epsilon_t = \frac{\Delta \phi}{\phi}$

Verifica-se que $\epsilon_t = -\nu \epsilon$
↳ coef de Poisson
indica que $\epsilon > 0 \Rightarrow \epsilon_t < 0$

Materiais típicos de engenharia

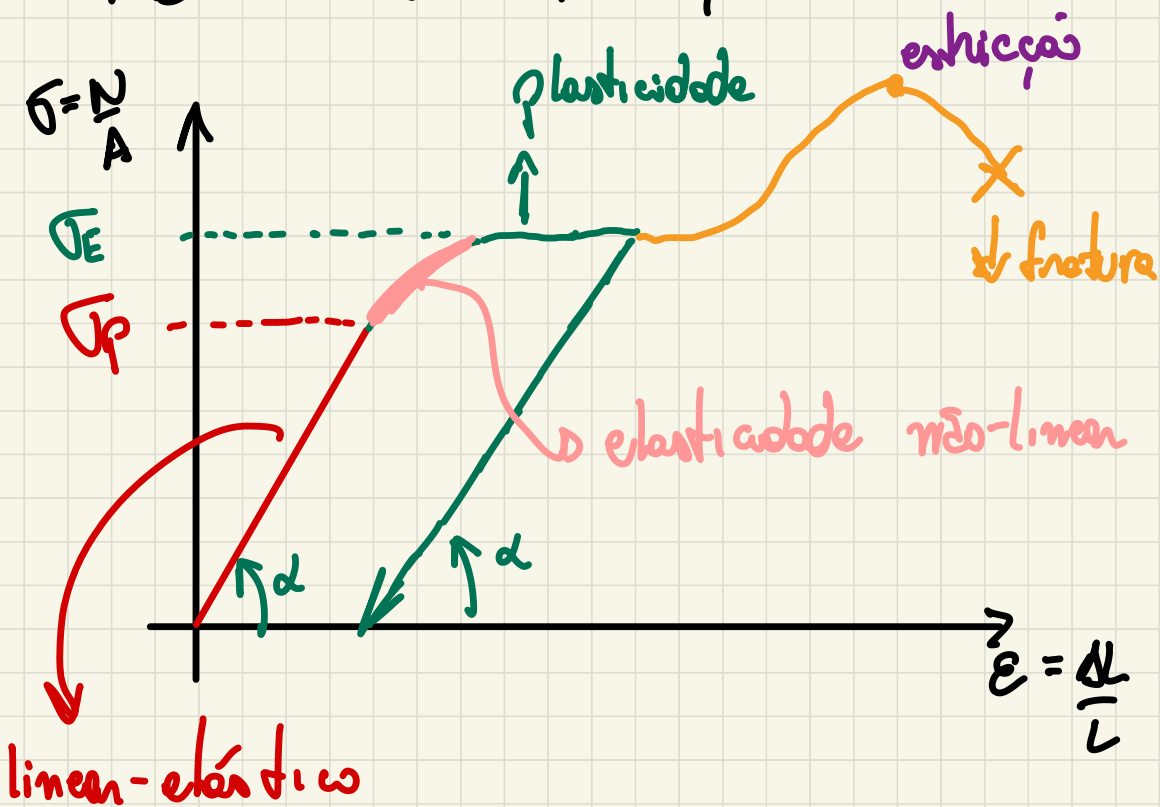
Material	E [GPa]	ν
Aço	210	0,3
Alumínio	70	0,25
Concreto	~ 25	0,15
Nylon	~ 2	0,42

$$1 \text{ GPa} = 10^9 \text{ Pa} = 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 10^3 \text{ MPa}$$

$$1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa} = 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{10^6 \text{ mm}^2} = 1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Classificação dos materiais

- Material dúctil (Aço estrutural)



σ_p tensão de proporcionalidade

σ_E tensão de escoamento