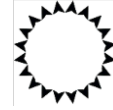




PEF2603  
Estruturas na Arquitetura III -  
Sistemas Reticulados e Laminares



## Cisalhamento na Torção

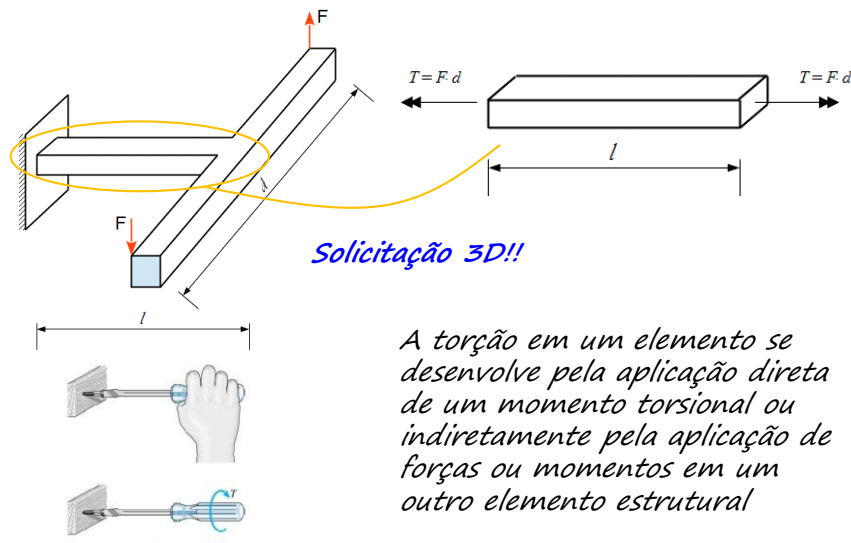
(13/03/2017)

Professores

Ruy Marcelo O. Pauletti, Leila Cristina Meneghetti, Luís Bitencourt

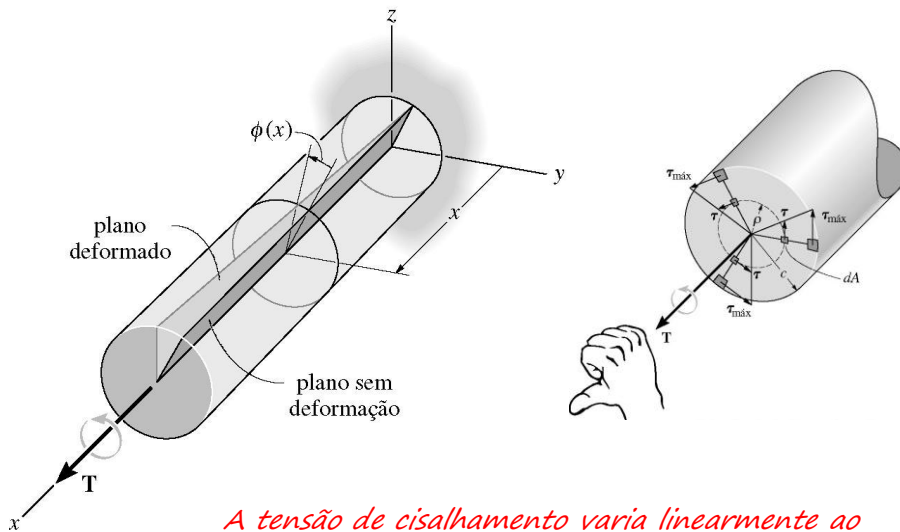
1º Semestre 2017

### TENSÕES de CISALHAMENTO na TORÇÃO



PEF2603 : Estruturas na Arquitetura III - Sistemas Reticulados e Laminares





*A tensão de cisalhamento varia linearmente ao longo de cada reta radial da seção transversal, e é proporcional à distância ao baricentro da seção transversal*



PEF2603 : Estruturas na Arquitetura III – Sistemas Reticulados e Laminares



### *Cisalhamento na torção*

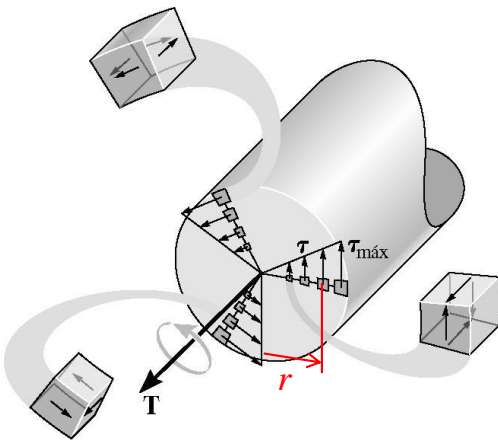
$$\tau_{(r)} = \frac{T}{J_o} r$$

$T$  Momento torsor

$r$  Raio

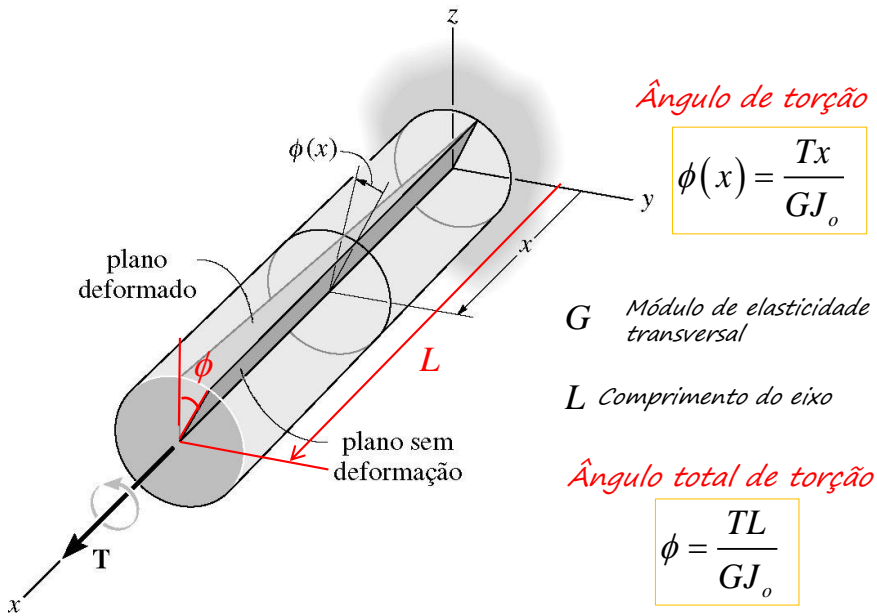
$J_o$  Momento Polar de inércia

$$J_o = I_{y0} + I_{z0}$$



PEF2603 : Estruturas na Arquitetura III – Sistemas Reticulados e Laminares

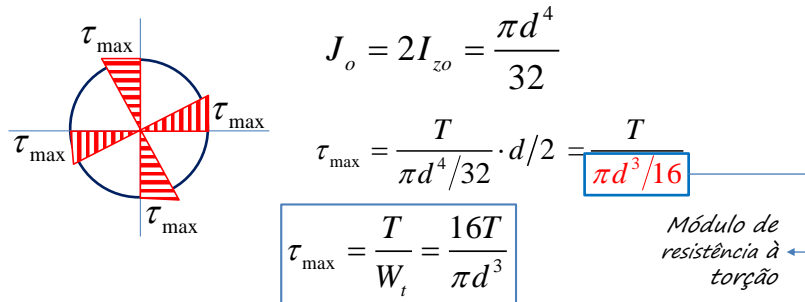




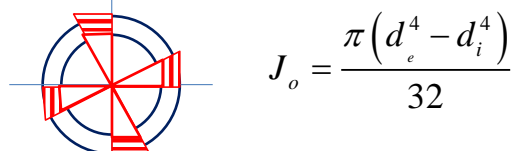
PEF2603 : Estruturas na Arquitetura III - Sistemas Reticulados e Laminares



Tensões de cisalhamento devidas à torção em uma barra de seção transversal circular:



Seção coroa circular

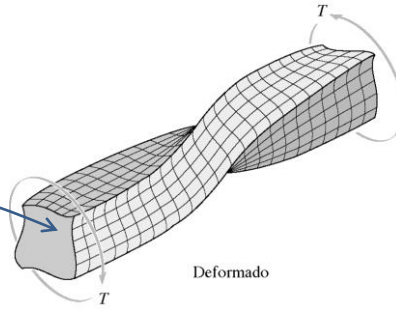


PEF2603 : Estruturas na Arquitetura III - Sistemas Reticulados e Laminares



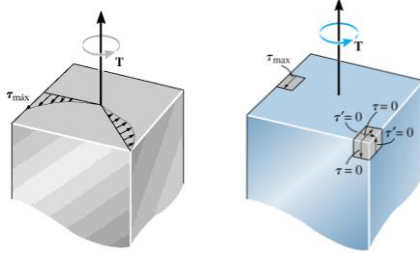
A análise torção em eixos de seção não circular torna-se mais complexa

Empenamento:  
seção transversal deixa de ser plana!



Distribuição de tensões ao longo de duas retas radiais

Resolução numérica para uma seção quadrada de lado "a"



$$\tau_{\max} = \frac{T}{0,208 \cdot a^3}$$

Seções retangulares:

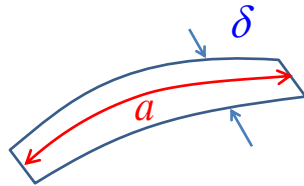
$$\tau = \frac{T}{\alpha hb^2}$$



PEF2603 : Estruturas na Arquitetura III - Sistemas Reticulados e Laminares



Seções abertas de parede fina

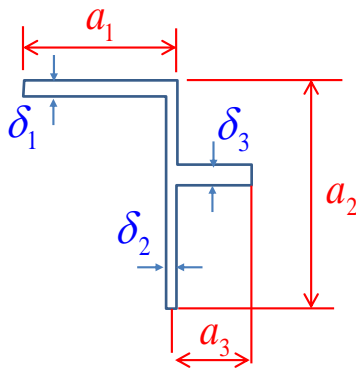


$$\tau = \frac{T}{W_t}$$

$$W_t = \frac{a\delta^2}{3}$$

$$\phi = \frac{TL}{GI_t}$$

$$I_t = \frac{a\delta^3}{3}$$



$$I_t = \sum \frac{a_i \delta_i^3}{3}$$

$$W_t = \frac{I_t}{\delta_{\max}}$$

$\tau_{\max}$  ocorre na parede de maior espessura!



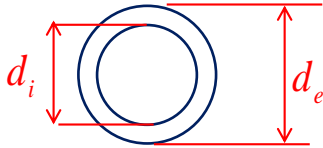
PEF2603 : Estruturas na Arquitetura III - Sistemas Reticulados e Laminares



Exemplo:

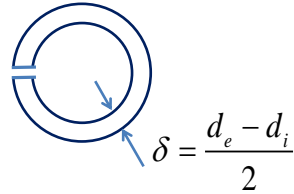
Comparar a rigidez e a resistência de um tubo íntegro e um tubo cortado longitudinalmente

(1) Tubo íntegro



$$\phi_1 = \frac{TL}{GI_p}$$

(2) Tubo cortado



$$\phi_2 = \frac{TL}{GI_t}$$

$$\frac{\phi_2}{\phi_1} = \frac{I_p}{I_t}$$



PEF2603 : Estruturas na Arquitetura III - Sistemas Reticulados e Laminares

Exemplo:

Rigidez:

$$I_p = \frac{\pi}{32}(d_e^4 - d_i^4)$$

$$I_t = \frac{a\delta^3}{3} = \frac{\pi}{3} \left( \frac{d_e + d_i}{2} \right) \left( \frac{d_e - d_i}{2} \right)^3 = \frac{\pi}{48} (d_e + d_i) (d_e - d_i)^3$$

$$\frac{\phi_2}{\phi_1} = \frac{3}{2} \frac{(d_e^4 - d_i^4)}{(d_e + d_i)(d_e - d_i)^3}$$

Por exemplo:  $d_e = 20\text{cm}$  ;  $d_i = 18\text{cm}$   $\therefore \frac{\phi_2}{\phi_1} = 271,5$



PEF2603 : Estruturas na Arquitetura III - Sistemas Reticulados e Laminares



Exemplo:

Resistência:      *Tubo íntegro:*                      *Tubo cortado*

$$\tau_{\max,1} = \frac{T}{I_p} \cdot \frac{d_e}{2} \qquad \tau_{\max,2} = \frac{T}{I_t} \cdot \delta = \frac{T}{I_t} \cdot \left( \frac{d_e - d_i}{2} \right)$$

$$\frac{\tau_{\max,2}}{\tau_{\max,1}} = \frac{I_p}{I_t} \cdot \frac{2\delta}{d_e} = \frac{I_p}{I_t} \cdot \frac{d_e - d_i}{d_e}$$

$$\frac{\tau_{\max,2}}{\tau_{\max,1}} = \frac{3}{2} \frac{(d_e^4 - d_i^4)}{(d_e + d_i)(d_e - d_i)^3} \frac{d_e - d_i}{d_e} = \frac{3}{2} \frac{(d_e^4 - d_i^4)}{d_e (d_e + d_i)(d_e - d_i)^2}$$

Para:  $d_e = 20\text{cm}$  ;  $d_i = 18\text{cm}$        $\therefore \frac{\tau_{\max,2}}{\tau_{\max,1}} = 27,15$

