



PEF2603
Estruturas na Arquitetura III -
Sistemas Reticulados e Laminares



Cisalhamento na Torção

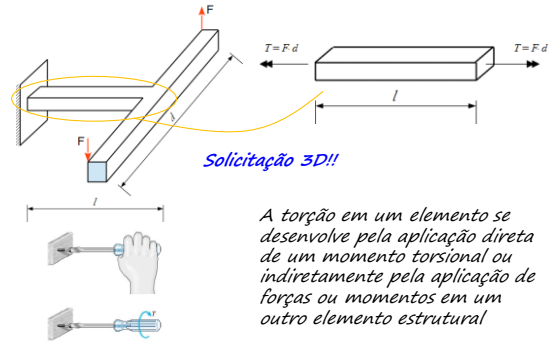
(13/03/2017)

Professores

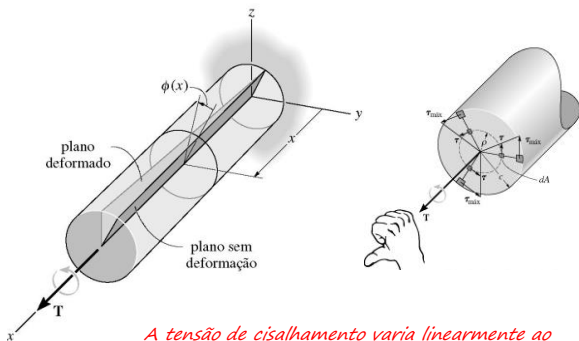
Ruy Marcelo O. Pauletti, Leila Cristina Meneghetti, Luís Bitencourt

1º Semestre 2017

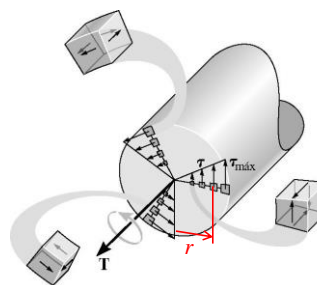
TENSÕES de CISALHAMENTO na TORÇÃO



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



Cisalhamento na torção

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

T Momento torsor

r Raio

J_o Momento Polar de inércia

$$J_o = I_{y_o} + I_{z_o}$$

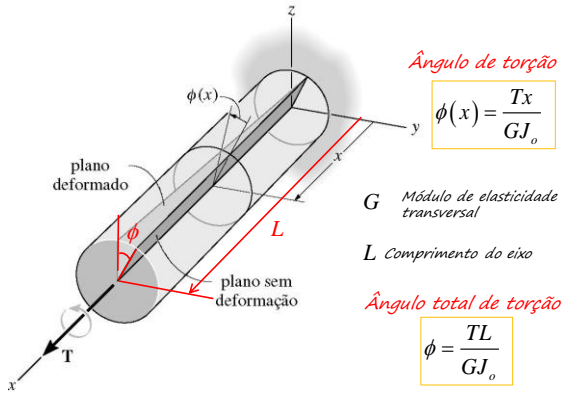


PEF2603 - Estruturas na Arquitetura III - Sistemas Reticulados e Laminares



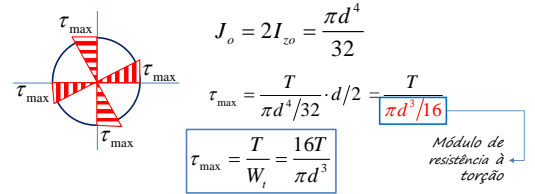
PEF2603 - Estruturas na Arquitetura III - Sistemas Reticulados e Laminares



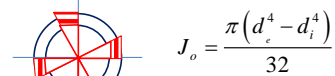


PEF2603 - Estruturas na Arquitetura III - Sistemas Reticulados e Laminares

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



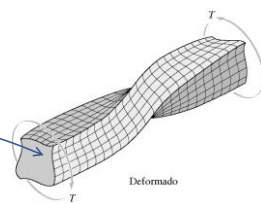
Seção coroa circular



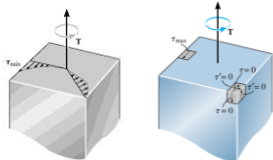
PEF2603 - Estruturas na Arquitetura III - Sistemas Reticulados e Laminares

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"

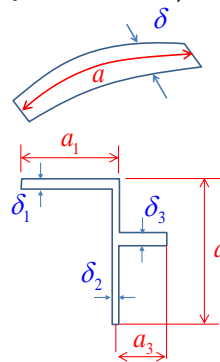
$$\tau_{max} = \frac{T}{0,208 \cdot a^3}$$

Seções retangulares:

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

PEF2603 - Estruturas na Arquitetura III - Sistemas Reticulados e Laminares

Seções abertas de parede fina



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

$$\phi = \frac{TL}{GI_t} \quad I_t = \frac{a\delta^3}{3}$$

$$I_t = \sum \frac{a_i \delta_i^3}{3} \quad W_t = \frac{I_t}{\delta_{max}}$$

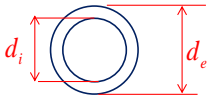
τ_{max} ocorre na parede de maior espessura!

PEF2603 - Estruturas na Arquitetura III - Sistemas Reticulados e Laminares

Exemplo:

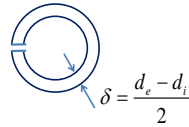
Comparar a rigidez e a resistência de um tubo íntegro e um tubo cortado longitudinalmente

(1) Tubo íntegro



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

(2) Tubo cortado



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

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

PEF2603 - Estruturas na Arquitetura III - Sistemas Retiçulados e Laminares

Exemplo:

Rigidez:

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

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

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

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 Retiçulados e Laminares

Exemplo:

Resistência: Tubo íntegro:

$$\tau_{\max,1} = \frac{T}{I_p} \cdot \frac{d_e}{2}$$

Tubo cortado

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

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

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

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

PEF2603 - Estruturas na Arquitetura III - Sistemas Retiçulados e Laminares