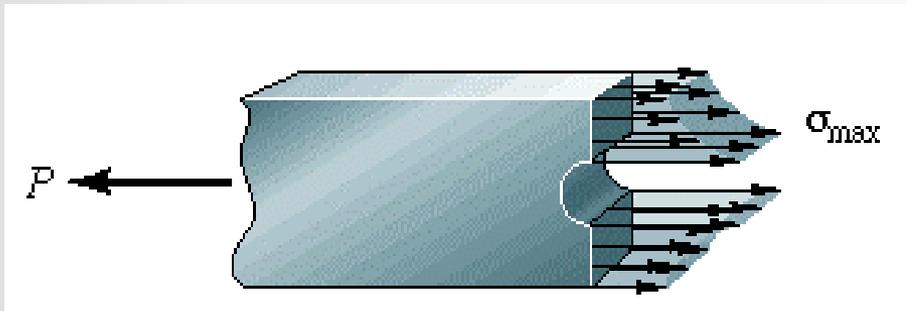


Elementos de Máquinas

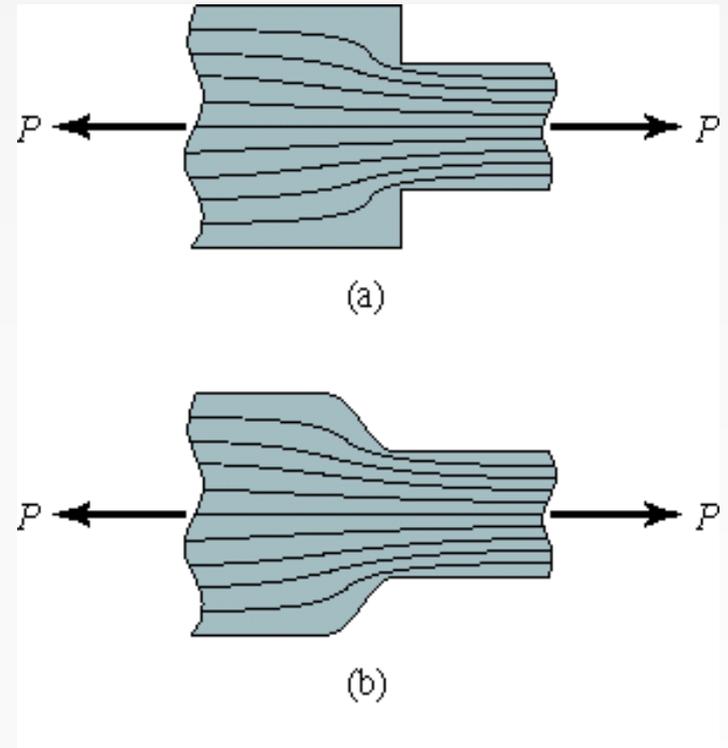
Capítulo 1 Projeto Estático

- Concentração de tensões



Acetatos e imagens baseados nos livros:

- Mechanics of Materials - Beer & Johnson
- Projeto de Máquinas - Robert L. Norton
- Fundamentals of Machine Elements - Bernard J. Hamrock

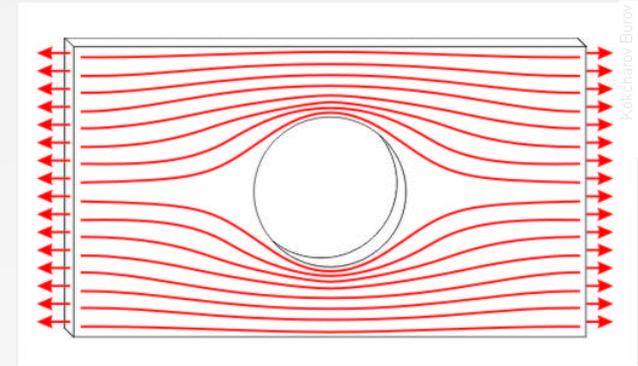
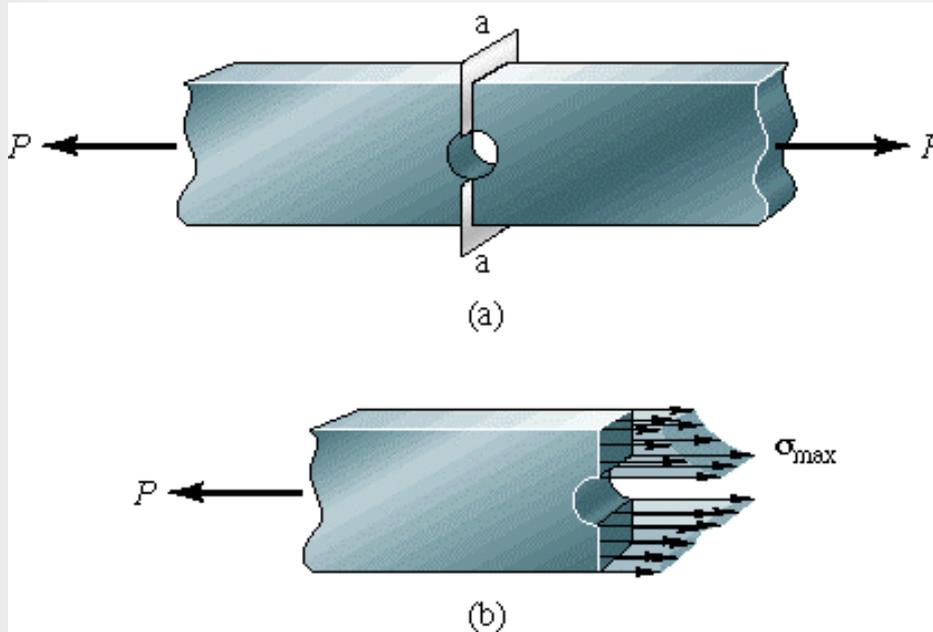




Concentração de tensões K_t - Tração

Capítulo 1

Elementos de Máquinas



$$K_t = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_0}$$

σ_0 - Tensão média na secção de referência

A concentração de tensões pode ocorrer:

- Nas discontinuidades, como furos ou variação brusca de secção, que são designados de acidentes geométricos de uma peça.
- Na vizinhança dos pontos onde os esforços são aplicados

K_t é independente do material da peça

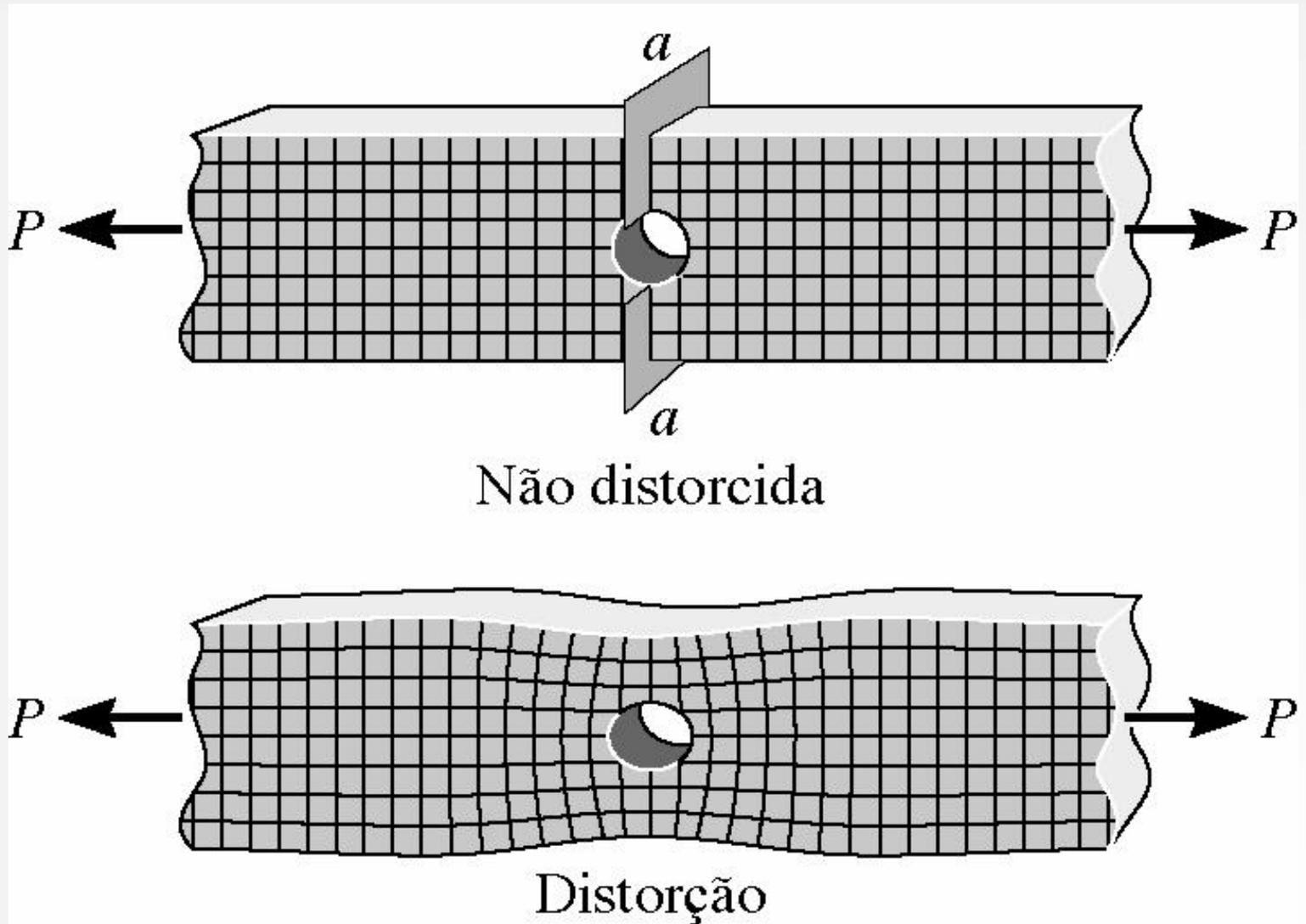
K_t varia com o tipo de:

- Carga aplicada
- Acidente geométrico



Concentração de tensões K_t - Plata com um furo

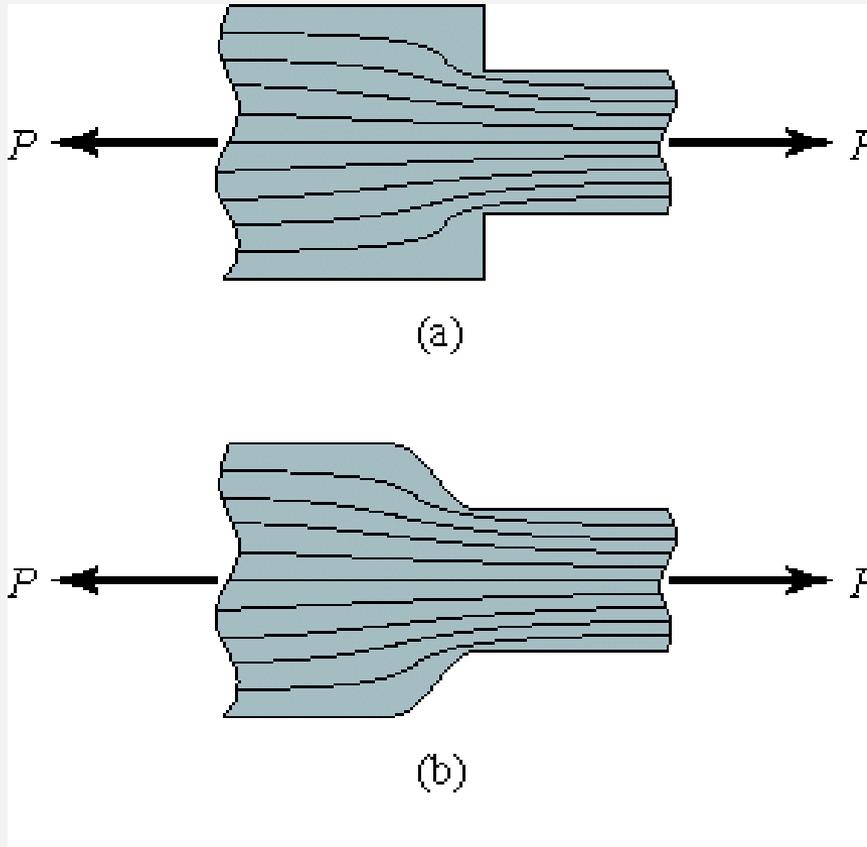
Capítulo 1





Concentração de tensões K_t - Influência geométrica

Capítulo 1



k_t é determinado (3 formas):

de forma Analítica
(elasticidade avançada)

de forma Numérica
(elementos finitos)

de formas Experimental
(Análise experimental de tensões)

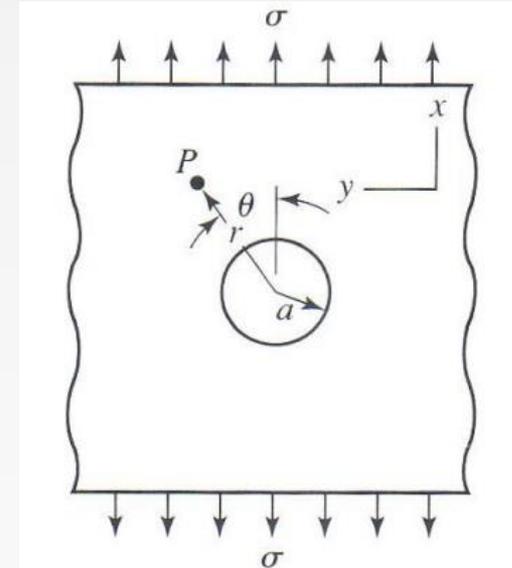
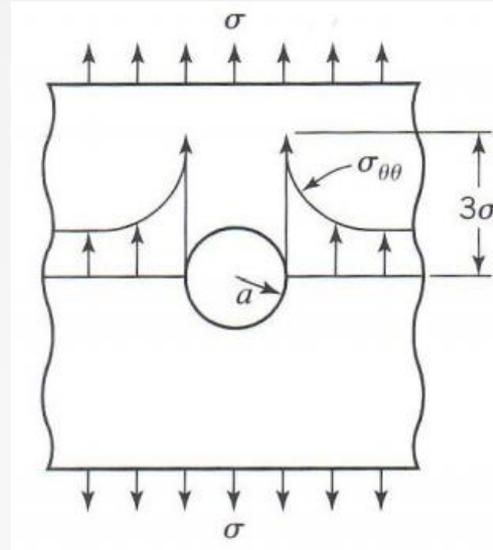
$$k_t^{(a)} > k_t^{(b)}$$



Concentração de tensões K_t - Plata com um furo

Capítulo 1

Solução Analítica



Coordenadas polares

$$\sigma_{rr} = \frac{\sigma}{2} \left(1 - \frac{a^2}{r^2} \right) + \frac{\sigma}{2} \left(1 - \frac{a^2}{r^2} \right) \left(1 - \frac{3a^2}{r^2} \right) \cos 2\theta$$

$$\sigma_{\theta\theta} = \frac{\sigma}{2} \left(1 + \frac{a^2}{r^2} \right) - \frac{\sigma}{2} \left(1 + \frac{3a^4}{r^4} \right) \cos 2\theta$$

$$\sigma_{r\theta} = -\frac{\sigma}{2} \left(1 - \frac{a^2}{r^2} \right) \left(1 + \frac{3a^2}{r^2} \right) \cos 2\theta$$

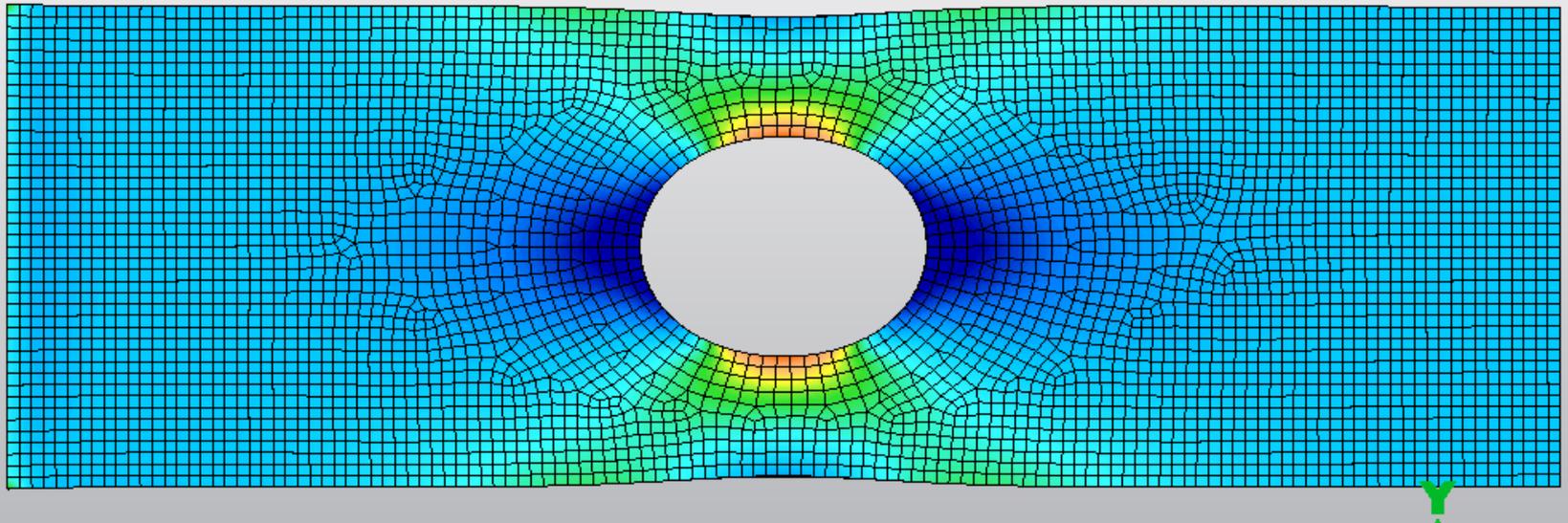


Concentração de tensões K_t - Plata com um furo

Capítulo 1

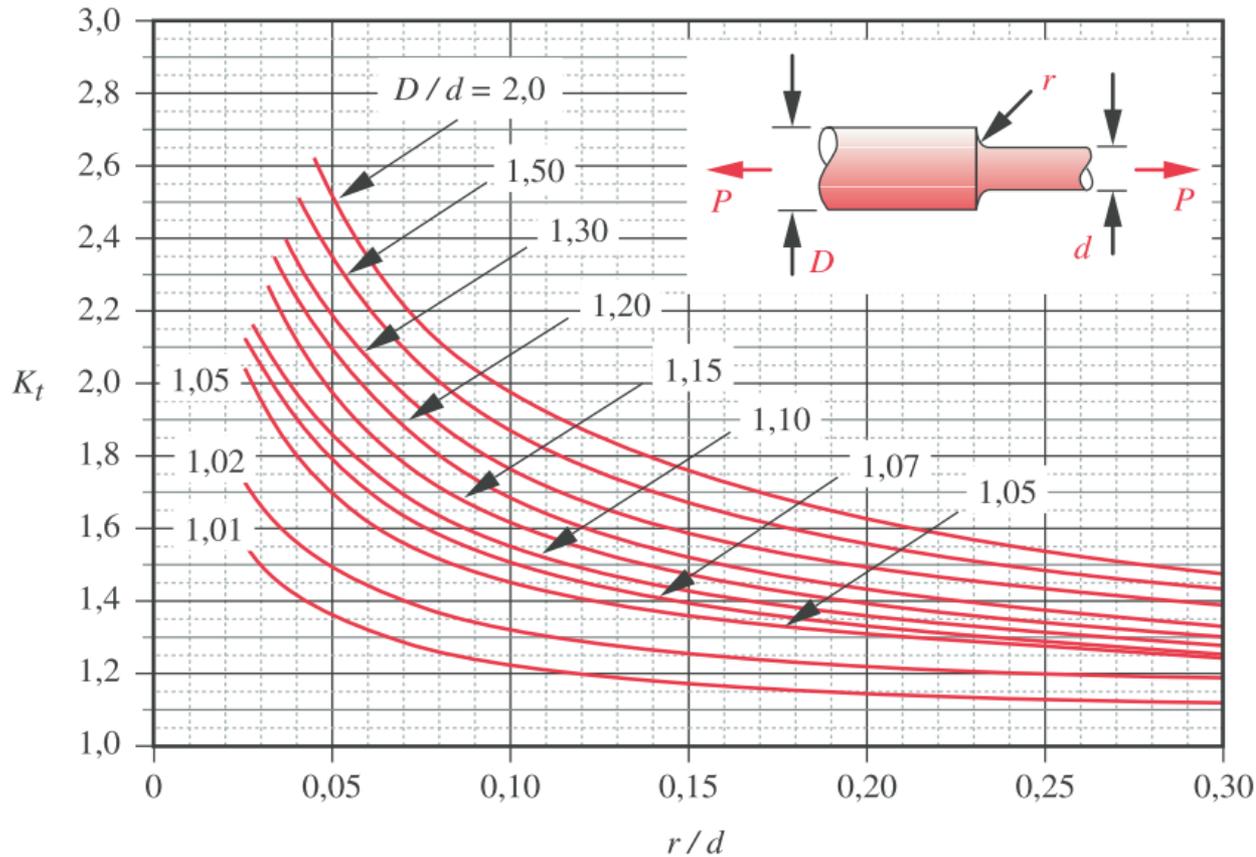
Solução Numérica

Resultados obtidos por métodos numéricos aproximados





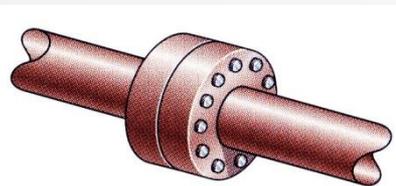
Concentração de tensões - Tração



$$K_t \cong A \left(\frac{r}{d} \right)^b$$

onde:

D/d	A	b
2,00	1,01470	-0,30035
1,50	0,99957	-0,28221
1,30	0,99682	-0,25751
1,20	0,96272	-0,25527
1,15	0,98084	-0,22485
1,10	0,98450	-0,20818
1,07	0,98498	-0,19548
1,05	1,00480	-0,17076
1,02	1,01220	-0,12474
1,01	0,98413	-0,10474



$$\sigma_{max} = K_t \sigma_0$$

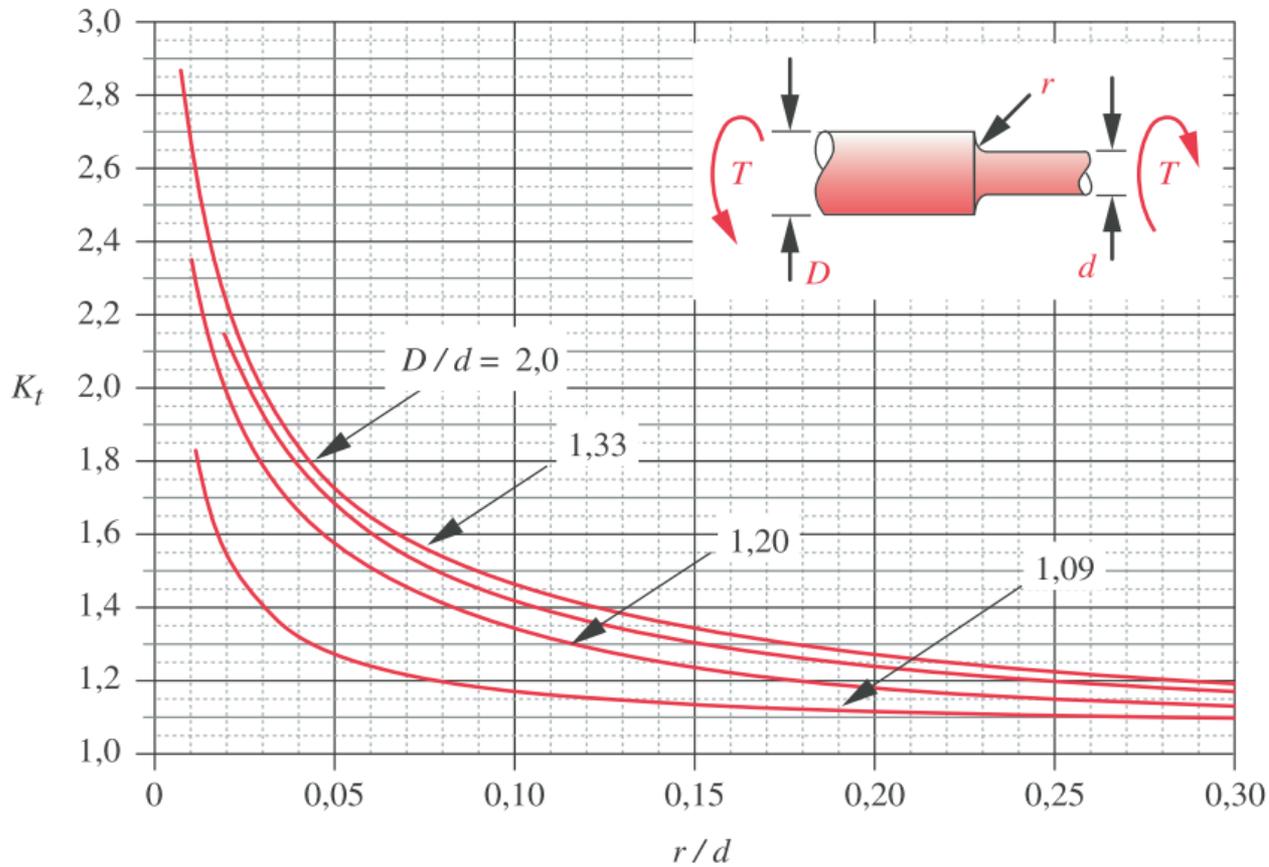
$$\sigma_0 = \frac{4P}{\pi d^2}$$



Concentração de tensões - Torção

Capítulo 1

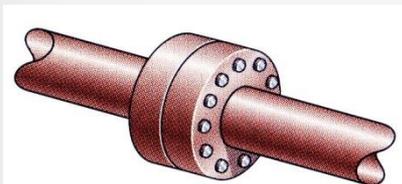
Elementos de Máquinas



$$K_t \cong A \left(\frac{r}{d} \right)^b$$

onde:

D/d	A	b
2,00	0,86331	-0,23865
1,33	0,84897	-0,23161
1,20	0,83425	-0,21649
1,09	0,90337	-0,12692

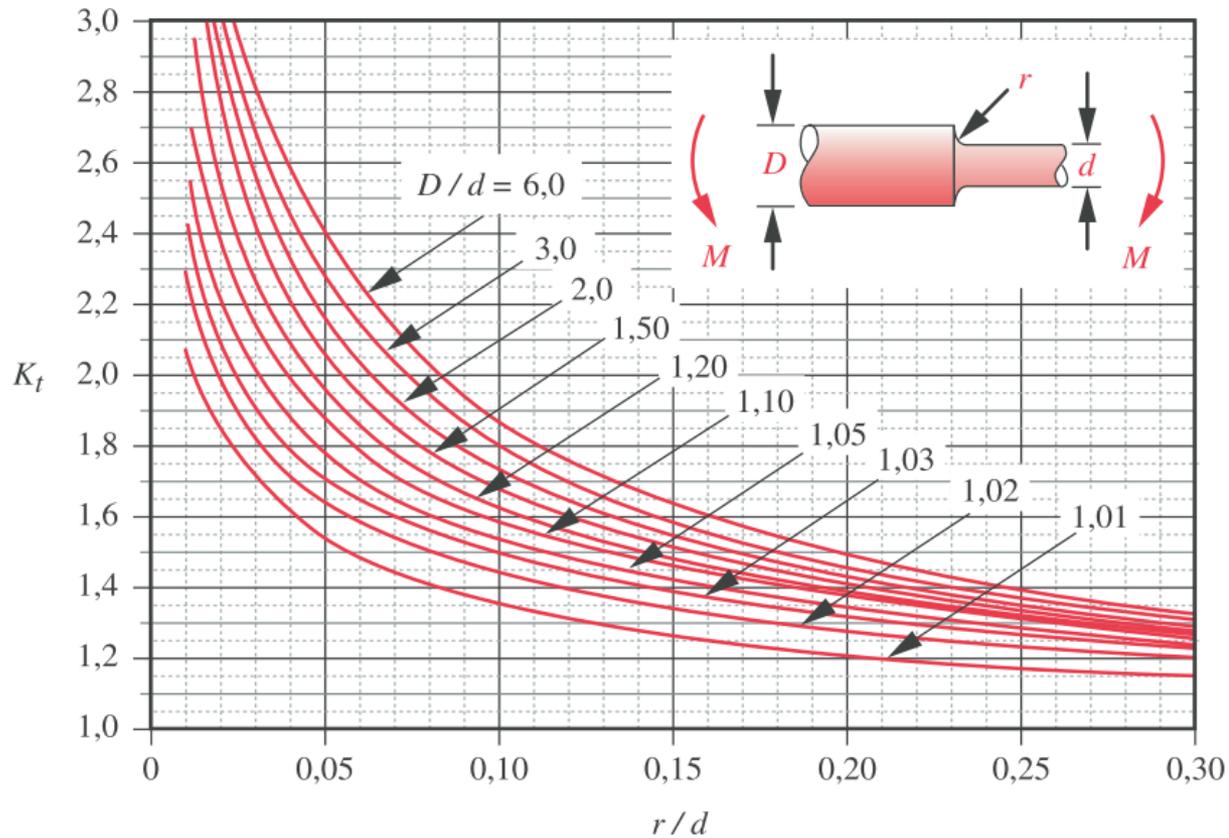


$$\tau_{max} = K_t \tau_0$$

$$\tau_0 = \frac{16T}{\pi d^3}$$



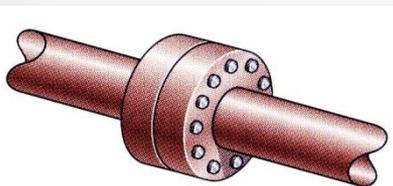
Concentração de tensões - Flexão



$$K_t \cong A \left(\frac{r}{d} \right)^b$$

onde:

D/d	A	b
6,00	0,87868	-0,33243
3,00	0,89334	-0,30860
2,00	0,90879	-0,28598
1,50	0,93836	-0,25759
1,20	0,97098	-0,21796
1,10	0,95120	-0,23757
1,07	0,97527	-0,20958
1,05	0,98137	-0,19653
1,03	0,98061	-0,18381
1,02	0,96048	-0,17711
1,01	0,91938	-0,17032



$$\sigma_{max} = K_t \sigma_0$$

$$\sigma_0 = \frac{32M}{\pi d^3}$$