

CONCEITOS BÁSICOS EM ANÁLISE ESTRUTURAL

Tensão (σ ou τ): A força por unidade de área ou a intensidade das forças distribuídas numa certa seção transversal é chamada de tensão atuante. No sistema internacional de unidades a tensão é expressa em N/m^2 (Pa). Se as tensões são perpendiculares a seção transversal, as mesmas são denominadas: *Tensões normais*. Se as tensões são paralelas ao plano da seção transversal, as mesmas são denominadas: *Tensões de cisalhamento*.

Deformação (ϵ): Modificação nas dimensões de uma peça ou estrutura devido a um carregamento. As deformações lineares são definidas pela variação de uma dimensão dividida pelo valor original da mesma (antes da aplicação da carga). Para o comprimento l de uma barra tem-se:

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

Resistência: Carga ou tensão máxima suportada pelo material dentro de determinadas condições; por exemplo, resistência elástica, resistência a ruptura, resistência a carga máxima, etc.

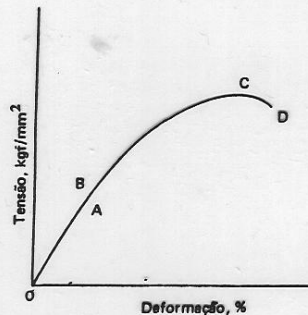
Fator de segurança: É um valor empírico pelo qual a resistência do material é dividida de maneira a obter-se uma tensão conservadora.

DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS MATERIAIS

As propriedades mecânicas dos materiais de construção mecânica são obtidas geralmente por meio de ensaios padronizados.

RESISTÊNCIA À TRACÇÃO E ENSAIO DE TRACÇÃO

Uma barra submetida a uma carga uniforme de intensidade crescente sofre deformação progressiva até a ruptura. Graficamente obtém-se a seguinte relação entre tensão e deformação.



O gráfico anterior foi obtido a partir de um ensaio padrão de um corpo de prova normalizado. Os pontos A, B, C, D correspondem a propriedades significativas do material. A tensão neste gráfico é calculada dividindo-se a carga aplicada pela área original da seção transversal do corpo de prova.

A - Limite de proporcionalidade (*proportional limit*): Tensão na qual as deformações deixam de ser proporcionais às tensões.

B - Limite de elasticidade: Máxima tensão que o material suporta sem sofrer deformação plástica.

C - Limite de resistência a tração (*tensile stress*): Tensão de tração que o material suporta.

D - Tensão de ruptura (*fracture stress*)

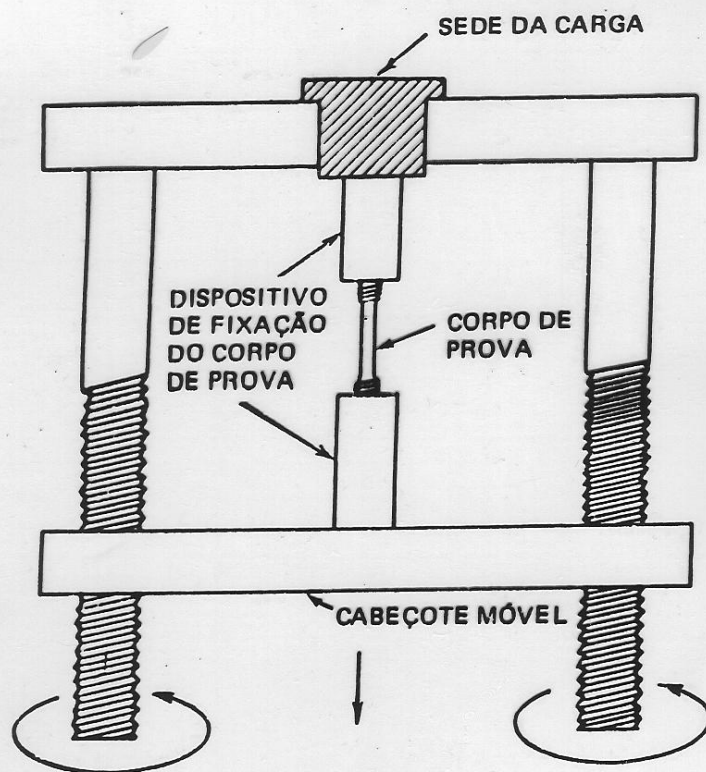


DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE UMA MÁQUINA DE ENSAIO DE TRAÇÃO

REGIME ELÁSTICO

No regime elástico a deformação, originária da aplicação da carga, cessa com a retirada do carregamento e a peça retorna às suas dimensões originais.

Alguns materiais apresentam regime elástico linear. Neste caso tensão (σ) e deformação (ϵ) são relacionadas por:

$$\sigma = E \cdot \epsilon$$

"E" é o módulo de elasticidade (módulo de Young), expresso em N/m² (Pa) e é outra propriedade característica dos materiais obtida do ensaio de tração.

TENSÃO DE ESCOAMENTO

Alguns materiais apresentam o fenômeno de escoamento durante o ensaio de tração, caracterizando o fim do regime elástico. Este fenômeno é caracterizado por uma grande deformação sem acréscimo na carga. Determina-se então o *limite de escoamento* (yield strength).

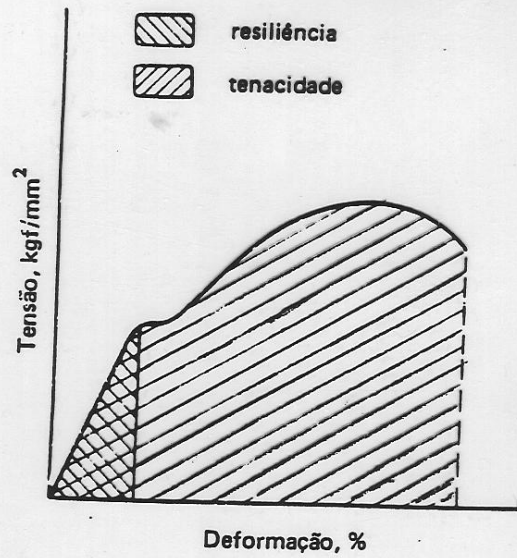
Certos materiais não apresentam o escoamento nítido. Define-se então o *limite convencional n* (offset yield strength), sendo n um número correspondente a uma deformação plástica de $n\%$. P.ex $\sigma_{0,2}$ = Limite de escoamento de 0,2%. Corresponde a uma deformação plástica de 0,2%.

RESILIÊNCIA

É definida como a capacidade de um material absorver energia quando deformado elasticamente.

TENACIDADE (Toughness)

É definida como a capacidade de um material absorver energia quando deformado plasticamente.



PROPRIEDADES MECÂNICAS DO AÇO

- Dependentes do teor de carbono e elementos de liga:
 - Tensão do escoamento.
 - Tensão de ruptura.
 - Resiliência.
 - Tenacidade.
- Independentes do teor de carbono e elementos de liga:
 - Módulo de elasticidade \Rightarrow No regime elástico linear as deformações numa estrutura em aço dependem apenas da carga e da geometria.
 - Para os aços: $E = 2,1 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ (210 GPa)
 - Coeficiente de Poisson

COEFICIENTE DE POISSON E DEFORMAÇÕES VOLUMÉTRICAS

As deformações longitudinais ϵ e são acompanhadas por deformações laterais μ . A relação entre μ e ϵ é denominada coeficiente de Poisson (ν).

$$\nu = \frac{\mu}{\epsilon}$$

- Deformação volumétrica:

É definida como o quociente da variação do volume de uma peça submetida a carregamento pelo volume original da mesma. Para esta deformação existem dois limites teóricos:

$$0 \leq \frac{\Delta V}{V} \leq \epsilon$$

Estes dois limites teóricos para a deformação volumétrica impõe limites para o coeficiente de Poisson. Sendo:

$$\frac{\Delta V}{V} = \varepsilon \cdot (1 - 2\nu)$$

Os valores limites para o coeficiente de Poisson são $\nu = 0$ e $\nu = 0,5$. Porém, na prática o coeficiente de Poisson apresenta uma pequena variação. Para os metais o valor do coeficiente de Poisson é aproximadamente igual a 0,3.

Material	Coef. de Poisson (ν)
Aços	0,3
Ligas de alumínio	0,33
Ferro fundido cinzento	0,26