

HIBBELER, R.C. *Resistência dos materiais*, 7ª ed. Rio de Janeiro: Pearson Prentice Hall, 2010

[www.profwillian.com](http://www.profwillian.com)  
[willian@profwillian.com](mailto:willian@profwillian.com)

## Ementa

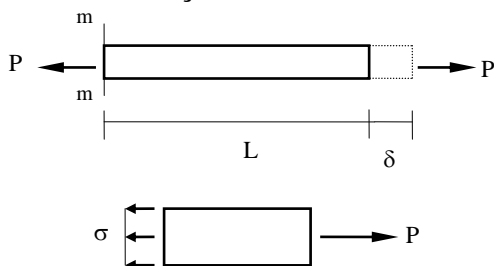
Tensões e Deformações. Convenções Gerais, Solicitações Axial de Tração e Compressão, Flexão, Cisalhamento, Torção, Solicitações Compostas, Energia de Deformação e Flambagem

## 1.1 Introdução

**Resistência dos Materiais** estuda o comportamento dos sólidos quando estão sujeitos a diferentes tipos de carregamentos. Esta ciência é conhecida como Mecânica dos Sólidos e Mecânica dos Corpos Deformáveis. Os sólidos considerados aqui são barras carregadas axialmente, eixos, vigas e colunas. O material das barras será suposto homogêneo e isótropo.

O lugar geométrico dos centros de gravidade das seções transversais chama-se eixo da barra. A barra é reta quando seu eixo é retilíneo, e prismático quando, além de reta tem todas as seções transversais iguais.

## 1.2 Tensões e Deformações



Barra Prismática sob tração

$\delta$  - delta

$\epsilon$  - épsilon

$\sigma$  - sigma

**Tensão** - É a força **P** por unidade de área **A**, sendo comumente designada pela letra grega  $\sigma$  (sigma minúscula). Quando a barra da figura está sendo alongada pela força **P**, a tensão resultante é uma tensão de tração; se as forças tiverem o sentido oposto, comprimindo a barra, a tensão é de compressão.

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (1-1) \quad \text{A unidade no S.I. para tensão é o Pascal (Pa), ou seja, } 1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pa}$$

Veja alguns exemplos (tração):

Material	Tensão Máxima de Ruptura (MPa)
Aço	350 a 700
Alumínio	210
Cobre	210 a 420
Concreto	14 a 70

Note que 1 MPa (um mega Pascal) =  $1 \times 10^6 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ milhão de N/m}^2$ . Outros múltiplos estão na tabela abaixo:

Nome	Símbolo	Fator pelo qual a Unidade é Multiplicada
exa	E	$10^{18} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$
peta	P	$10^{15} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$
tera	T	$10^{12} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000$
giga	G	$10^9 = 1\ 000\ 000\ 000$
mega	M	$10^6 = 1\ 000\ 000$
quilo	k	$10^3 = 1\ 000$

Outras unidades são encontradas na literatura:

Nome da Unidade	Símbolo	Valor em Unidades SI
atmosfera	atm	101325 Pa
bar	bar	10 <sup>5</sup> Pa
milímetro de mercúrio	mmHg	133,322 Pa
libra-força por polegada quadrada	psi	6867 Pa
metro coluna d'água	m.c.a.	10 <sup>4</sup> Pa

**Deformação** - É o alongamento  $\delta$  por unidade de comprimento  $L$ . Se a barra estiver sob tração, teremos uma deformação de tração; se a barra estiver sob compressão tem-se uma deformação de compressão.

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L} \quad (1-2) \quad \text{Note que a unidade é m/m, ou seja, a deformação é adimensional.}$$

**Exemplo:**

Uma barra prismática, com seção retangular (**25 mm x 50 mm**) e comprimento  $L=3,6$  m, está sujeita a uma força axial de tração 100000 N. O alongamento da barra é de 1,2 mm. Calcular a tensão de tração e a deformação unitária da barra.

**Solução:**

Aplicando diretamente a definição de tensão, temos:

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{100000 \text{ N}}{25 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}} = \frac{100000 \text{ N}}{1250 \text{ mm}^2} = 80 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Como **1 N/mm<sup>2</sup> = 1 MPa**, temos a resposta:

$$\sigma = 80 \text{ MPa}$$

Aplicando diretamente a definição de deformação unitária, temos:

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L} = \frac{1,2 \text{ mm}}{3600 \text{ mm}} = 3,33 \times 10^{-4}$$

Assim:

$$\varepsilon = 3,33 \times 10^{-4} \text{ ou } 0,0333 \% \text{ ou } 0,333 \text{‰} \quad (\text{porcento e por mil, respectivamente})$$

- 1 kip = 1000 lbf
- 1 lbf = 0,45359237 kgf  $\Rightarrow$  4,44822161526 N
- 1 kgf = 9,80665 N
- 1 tf = 1000 kgf
- 1 in = 2,54 cm  $\Rightarrow$  1 pol = 25,4 mm
- 1 ft = 12 in  $\Rightarrow$  1 pé = 12 pol
- 1 m = 100 cm
- 1 cm = 10 mm
- 1  $\pi$  rad = 180°
- 1 min = 60 s
- 1 Pa = 1 N/m<sup>2</sup>
- 1 MPa = 1 x 10<sup>6</sup> N/m<sup>2</sup>
- 1 MPa = 1 N/mm<sup>2</sup>
- 1 GPa = 1000 MPa
- 1 ksi = 1000 psi  $\Rightarrow$  1 ksi = 6,89475729317 MPa
- 1 psi = 1 lbf/pol<sup>2</sup>  $\Rightarrow$  1 psi = 6894,75729317 Pa
- 1 hp = 550 lbf.pé/s
- 1 hp = 745,6987 W
- 1 W = 1 N.m/s