

# Importante Análise usando o método do estado limite Fórmulas PDF



**Fórmulas**  
**Exemplos**  
**com unidades**

**Lista de 11**  
**Importante Análise usando o método do estado limite**  
**Fórmulas**

## 1) Seções Retangulares Duplamente Armadas Fórmulas ↻

### 1.1) Capacidade de momento fletor da viga retangular Fórmula ↻

Fórmula

Avaliar Fórmula ↻

$$B_M = 0.90 \cdot \left( (A_{\text{steel required}} - A_s) \cdot f_{y\text{steel}} \cdot \left( D_{\text{centroid}} - \left( \frac{a}{2} \right) \right) + (A_s \cdot f_{y\text{steel}} \cdot (D_{\text{centroid}} - d')) \right)$$

Exemplo com Unidades

$$160.7422 \text{ kN}\cdot\text{m} = 0.90 \cdot \left( (35 \text{ mm}^2 - 20 \text{ mm}^2) \cdot 250 \text{ MPa} \cdot \left( 51.01 \text{ mm} - \left( \frac{9.432 \text{ mm}}{2} \right) \right) + (20 \text{ mm}^2 \cdot 250 \text{ MPa} \cdot (51.01 \text{ mm} - 50.01 \text{ mm})) \right)$$

### 1.2) Profundidade da Distribuição de Tensão Compressiva Retangular Equivalente Fórmula ↻

Fórmula

Exemplo com Unidades

Avaliar Fórmula ↻

$$a = \frac{(A_{\text{steel required}} - A_s) \cdot f_{y\text{steel}}}{f_c \cdot b}$$

$$9.434 \text{ mm} = \frac{(35 \text{ mm}^2 - 20 \text{ mm}^2) \cdot 250 \text{ MPa}}{15 \text{ MPa} \cdot 26.5 \text{ mm}}$$

## 2) Seções Flangeadas Fórmulas ↻

### 2.1) Distância quando o eixo neutro encontra-se no flange Fórmula ↻

Fórmula

Exemplo com Unidades

Avaliar Fórmula ↻

$$K_d = \frac{1.18 \cdot \omega \cdot d_{\text{eff}}}{\beta_1}$$

$$118 \text{ mm} = \frac{1.18 \cdot 0.06 \cdot 4 \text{ m}}{2.4}$$

### 2.2) Momento máximo quando o eixo neutro se encontra na web Fórmula ↻

Fórmula

Avaliar Fórmula ↻

$$M_u = 0.9 \cdot \left( (A - A_{st}) \cdot f_{y\text{steel}} \cdot \left( d_{\text{eff}} - \frac{D_{\text{equivalent}}}{2} \right) + A_{st} \cdot f_{y\text{steel}} \cdot \left( d_{\text{eff}} - \frac{t_f}{2} \right) \right)$$

Exemplo com Unidades

$$9\text{E}+9 \text{ N}\cdot\text{m} = 0.9 \cdot \left( (10 \text{ m}^2 - 0.4 \text{ m}^2) \cdot 250 \text{ MPa} \cdot \left( 4 \text{ m} - \frac{25 \text{ mm}}{2} \right) + 0.4 \text{ m}^2 \cdot 250 \text{ MPa} \cdot \left( 4 \text{ m} - \frac{99.5 \text{ mm}}{2} \right) \right)$$

### 2.3) Profundidade quando o eixo neutro está no flange Fórmula ↻

Fórmula

Exemplo com Unidades

Avaliar Fórmula ↻

$$d_{\text{eff}} = K_d \cdot \frac{\beta_1}{1.18 \cdot \omega}$$

$$3.3966 \text{ m} = 100.2 \text{ mm} \cdot \frac{2.4}{1.18 \cdot 0.06}$$



## 2.4) Valor de Ômega se o Eixo Neutro estiver no Flange Fórmula

Fórmula

$$\omega = K_d \cdot \frac{\beta 1}{1.18 \cdot d_{\text{eff}}}$$

Exemplo com Unidades

$$0.0509 = 100.2 \text{ mm} \cdot \frac{2.4}{1.18 \cdot 4 \text{ m}}$$

Avaliar Fórmula 

## 3) Estados Limite de Funcionamento - Deflexão e Rachaduras Fórmulas

### 3.1) Controle de Rachaduras de Membros Flexurais Fórmulas

#### 3.1.1) Equação para limites específicos de controle de rachadura Fórmula

Fórmula

$$z = f_s \cdot (d_c \cdot A)^{\frac{1}{3}}$$

Exemplo com Unidades

$$9043.907 \text{ lb}^{\text{tf}}/\text{in} = 3.56 \text{ kN}/\text{m}^2 \cdot (1000.3 \text{ in} \cdot 1000.2 \text{ in}^2)^{\frac{1}{3}}$$

Avaliar Fórmula 

#### 3.1.2) Tensão calculada no controle de fissuras Fórmula

Fórmula

$$f_s = \frac{z}{(d_c \cdot A)^{\frac{1}{3}}} / 3$$

Exemplo com Unidades

$$3.2045 \text{ kN}/\text{m}^2 = \frac{900 \text{ lb}^{\text{tf}}/\text{in}}{(1000.3 \text{ in} \cdot 1000.2 \text{ in}^2)^{\frac{1}{3}}} / 3$$

Avaliar Fórmula 

## 4) Seções Retangulares Armadas Simples Fórmulas

### 4.1) Capacidade de momento fletor de resistência máxima dada a área de armadura de tração Fórmula

Fórmula

$$B_M = 0.90 \cdot \left( A_{\text{steel required}} \cdot f_{y\text{steel}} \cdot \left( D_{\text{centroid}} - \left( \frac{a}{2} \right) \right) \right)$$

Exemplo com Unidades

$$364.5652 \text{ kN}^{\text{m}} = 0.90 \cdot \left( 35 \text{ mm}^2 \cdot 250 \text{ MPa} \cdot \left( 51.01 \text{ mm} - \left( \frac{9.432 \text{ mm}}{2} \right) \right) \right)$$

Avaliar Fórmula 

### 4.2) Capacidade do Momento de Flexão da Resistência Máxima dada a Largura da Viga Fórmula

Fórmula

$$B_M = 0.90 \cdot \left( A_{\text{steel required}} \cdot f_{y\text{steel}} \cdot D_{\text{centroid}} \cdot \left( 1 + \left( 0.59 \cdot \frac{(\rho_T \cdot f_{y\text{steel}})}{f_c} \right) \right) \right)$$

Exemplo com Unidades

$$51.3578 \text{ kN}^{\text{m}} = 0.90 \cdot \left( 35 \text{ mm}^2 \cdot 250 \text{ MPa} \cdot 51.01 \text{ mm} \cdot \left( 1 + \left( 0.59 \cdot \frac{(12.9 \cdot 250 \text{ MPa})}{15 \text{ MPa}} \right) \right) \right)$$

Avaliar Fórmula 

### 4.3) Distância da superfície de compressão extrema ao eixo neutro em falha de compressão Fórmula

Fórmula

$$c = \frac{0.003 \cdot d_{\text{eff}}}{\left( \frac{f_{PS}}{E_s} \right) + 0.003}$$

Exemplo com Unidades

$$157.4785 \text{ in} = \frac{0.003 \cdot 4 \text{ m}}{\left( \frac{24 \text{ kgf}/\text{m}^2}{1000 \text{ ksi}} \right) + 0.003}$$







Avaliar Fórmula 



## Variáveis usadas na lista de Análise usando o método do estado limite Fórmulas acima

- **a** Profundidade da Distribuição de Tensão Retangular (Milímetro)
- **A** Área de reforço de tensão (Metro quadrado)
- **A** Área de Tensão Efetiva do Concreto (Polegadas quadrada)
- **A<sub>s</sub>** Área de Reforço de Compressão (Milímetros Quadrados)
- **A<sub>st</sub>** Área de aço de tração para resistência (Metro quadrado)
- **A<sub>steel required</sub>** Área de aço necessária (Milímetros Quadrados)
- **b** Largura do Feixe (Milímetro)
- **B<sub>M</sub>** Momento fletor da seção considerada (Quilonewton medidor)
- **c** Profundidade do Eixo Neutro (Polegada)
- **d'** Cobertura Eficaz (Milímetro)
- **d<sub>C</sub>** Espessura da Cobertura de Concreto (Polegada)
- **D<sub>centroid</sub>** Distância Centroidal do Reforço de Tensão (Milímetro)
- **d<sub>eff</sub>** Profundidade efetiva do feixe (Metro)
- **D<sub>equivalent</sub>** Profundidade Equivalente (Milímetro)
- **E<sub>s</sub>** Módulo de elasticidade do aço (Kilopound por polegada quadrada)
- **f<sub>c</sub>** Resistência à compressão de 28 dias do concreto (Megapascal)
- **f<sub>s</sub>** Estresse no Reforço (Quilonewton por metro quadrado)
- **f<sub>TS</sub>** Tensão de tração em aço (Quilograma-força por metro quadrado)
- **f<sub>ysteel</sub>** Resistência ao escoamento do aço (Megapascal)
- **K<sub>d</sub>** Distância da fibra de compressão a NA (Milímetro)
- **M<sub>u</sub>** Momento Final Máximo (Medidor de Newton)
- **t<sub>f</sub>** Espessura flange (Milímetro)
- **z** Limites de Controle de Rachaduras (Libra-força por polegada)
- **β1** Constante β1
- **ρ<sub>T</sub>** Taxa de reforço de tensão
- **ω** Valor do ômega

## Constantes, funções, medidas usadas na lista de Análise usando o método do estado limite Fórmulas acima


- **Medição: Comprimento** in Milímetro (mm), Metro (m), Polegada (in)  
*Comprimento Conversão de unidades* 
- **Medição: Área** in Milímetros Quadrados (mm<sup>2</sup>), Metro quadrado (m<sup>2</sup>), Polegadas quadrada (in<sup>2</sup>)  
*Área Conversão de unidades* 
- **Medição: Pressão** in Quilonewton por metro quadrado (kN/m<sup>2</sup>), Quilograma-força por metro quadrado (kgf/m<sup>2</sup>), Kilopound por polegada quadrada (ksi)  
*Pressão Conversão de unidades* 
- **Medição: Tensão superficial** in Libra-força por polegada (lb\*f/in)  
*Tensão superficial Conversão de unidades* 
- **Medição: Momento de Força** in Quilonewton medidor (kN\*m), Medidor de Newton (N\*m)  
*Momento de Força Conversão de unidades* 
- **Medição: Estresse** in Megapascal (MPa)  
*Estresse Conversão de unidades* 



## Baixe outros PDFs de Importante Comportamento em Flexura

- [Importante Análise usando o método do estado limite Fórmulas](#) 
- [Importante Projeto de Viga e Laje Fórmulas](#) 

## Experimente nossas calculadoras visuais exclusivas

-  [Multiplicar fração](#) 
-  [MDC de três números](#) 

Por favor, COMPARTILHE este PDF com alguém que precise dele!

## Este PDF pode ser baixado nestes idiomas

[English](#) [Spanish](#) [French](#) [German](#) [Russian](#) [Italian](#) [Portuguese](#) [Polish](#) [Dutch](#)

7/8/2024 | 11:17:09 AM UTC

