

Equações Adimensionais Para Cálculo da Armadura de Aço do Concreto

$$K_{md} = \frac{M_d}{b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$$

$$A_s = \frac{M_d}{K_z \cdot d \cdot f_{yd}}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,4}$$

$$M_d = M_s \cdot 1,4$$

$$f_{yd} = \frac{f_y}{1,15}$$

f_{ck} = Resistência característica do concreto;

f_y = Resistência de cálculo do aço = 50 KN/cm²;

$$K_{mdlim} = 0,320;$$

$$k_z = 0,7485;$$

$$k_x = 0,6287$$

Unidades:

$$M_d = \text{kN.m}$$

$$F_{cd} = \text{kN/m}^2$$

$$A_s = \text{cm}^2$$

Caso: $K_{md} > K_{mdlim} = 0,320$

Neste caso não convém o dimensionamento com armadura simples, deve-se projetar armadura dupla. Ou aumentar a altura da viga.

Exercício: Determine a armadura de aço longitudinal para uma viga de seção retangular de concreto armado, 15 x 30 cm, sabendo-se que seu cobrimento e de 3 cm e está submetida a um momento fletor de 12,2 kN.m; o concreto possui $f_{ck} = 20$ MPa e aço CA 50.

$$K_{md} = \frac{M_d}{b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{12,2 \cdot 1,4}{0,15 \cdot 0,27^2 \cdot \frac{20000}{1,4}} = \frac{17,08}{156,21} = 0,11$$

Na tabela, temos:

$$K_z = 0,9305$$

$$A_s = \frac{M_d}{K_z \cdot d \cdot f_s} = \frac{12,2 \times 1,4}{0,9305 \times 0,27 \times \frac{50}{1,15}} = \frac{17,08}{10,92} = 1,564 \text{ cm}^2$$

Quantidade de ferros:

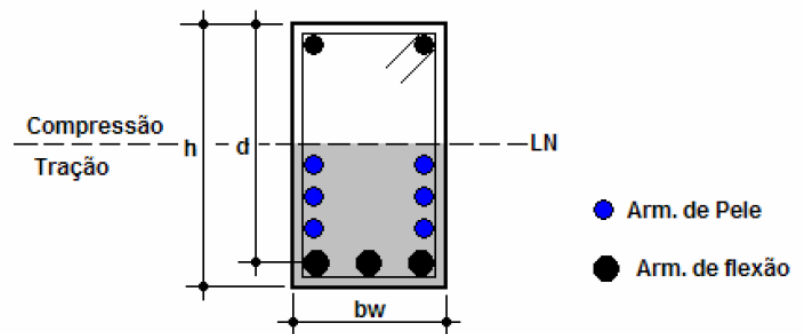
Adotando ferro de $\phi 10$ mm com área de $0,785 \text{ cm}^2$.

$$Q_{\phi 10} = \frac{1,566}{0,785} = 1,99 \text{ ferros} \cong 2\phi 10 \text{ mm}$$

Prescrições Normativas

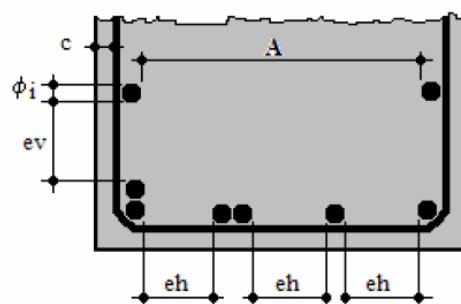
(NBR 6118 - item 17.3.5.2.3 e 18.3.5)

Quando a altura de uma viga ultrapassar 60 cm, deve-se dispor longitudinalmente uma armadura de pele, próxima a cada face lateral da alma, composta por barras de alta aderência ($\eta_1 = 2,25$). Essa armadura deve ter em cada face seção transversal igual a 0,10% de $A_{c,alma}$; ($b_w \cdot h$). O afastamento entre as barras não deve ultrapassar $d/3$ e/ou 20 cm.



(NBR 6118 - item 18.3.2.2)

O espaçamento mínimo livre entre as faces das barras longitudinais, medido no plano da seção transversal, deve ser igual ou superior ao maior dos seguintes valores:



Arranjo das armadura na seção

a) na direção horizontal (a_h):

- 20 mm;

- diâmetro da barra, do feixe ou da luva; considere o diâmetro da barra sendo igual a: $\phi = \phi + 0,04.\phi$;

- 1,2 vezes o diâmetro máximo do agregado, nas camadas horizontais;

b) na direção vertical (a_v):

- 20 mm;

- diâmetro da barra, do feixe ou da luva; considere o diâmetro da barra sendo igual a: $\phi = \phi + 0,04.\phi$;

- 0,5 vezes o diâmetro máximo do agregado, nas camadas horizontais;

TIPO DE BRITA	DIÂMETRO (mm)
Brita 0	4,8 a 9,5
Brita 1	9,5 a 19
Brita 2	19 a 25
Brita 3	25 a 38

(NBR 6118 – item 17.3.5.2.1) Armaduras longitudinais máximas e mínimas

A ruptura frágil das seções transversais, quando da formação da primeira fissura, deve ser evitada considerando-se, para o cálculo das armaduras uma armadura mínima de tração determinada pelo momento fletor que produziria a ruptura da seção de concreto simples.

A especificação de valores máximos para as armaduras decorre da necessidade de assegurar condições de ductilidade e de se respeitar o campo de validade dos ensaios que deram origem às prescrições de funcionamento do conjunto aço-concreto.

Armadura Mínima: $A_{s,min} = \rho_{min} A_c$

Valores de ρ_{min} : consultar tabela abaixo (17.3 da norma).



Tabela 2 – Taxas mínimas de armaduras de flexão para vigas.

Forma da seção	Valores de ρ_{\min} (%) ¹							
	f_{ck} ω_{\min}	20	25	30	35	40	45	50
Retangular	0,035	0,150	0,150	0,173	0,201	0,230	0,259	0,288
T (mesa comprimida)	0,024	0,150	0,150	0,150	0,150	0,158	0,177	0,197
T (mesa tracionada)	0,031	0,150	0,150	0,153	0,178	0,204	0,229	0,255
Circular	0,070	0,230	0,288	0,345	0,403	0,460	0,518	0,575

1- os valores de ρ_{\min} estabelecidos nesta tabela pressupõem o uso de aço CA-50, $\gamma_c=1,4$ e $\gamma_s=1,15$. Caso esses fatores sejam diferentes, ρ_{\min} deve ser recalculado com base no valor de ω_{\min} dado.
Nota: nas seções tipo T, a área da seção a ser considerada deve ser caracterizada pela alma acrescida da mesa colaborante.

Armadura Máxima: A soma das armaduras, $(A_s + A_s')$, $A_{s,\max} \leq 4\% A_c$ (17.3.5.2.4).

Tabela de Aço:

DIÂMETRO		NOMINAL (mm)	VALORES NOMINAIS		
FIOS	BARRAS	ÁREA DA SEÇÃO (cm ²)	MASSA POR UNIDADE DE COMPRIMENTO (kg/m)	PERÍMETRO (mm)	
3,4		0,091	0,071	10,7	
4,2		0,139	0,109	13,2	
5,0	5,0	0,196	0,154	17,5	
6,0	-	-	-	-	
-	6,3	0,312	0,245	19,8	
8,0	8,0	0,503	0,395	25,1	
10,0	10,0	0,785	0,617	31,4	
	12,5	1,23	0,905	39,3	
	16,0	2,01	1,578	50,3	
	20,0	3,14	2,466	62,8	
	25,0	4,91	3,853	78,5	
	32,0	8,04	6,313	100,5	
	40,0	12,57	9,865	125,7	



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE

CURSO EDIFICAÇÕES

DISCIPLINA: ESTABILIDADE

PROFESSOR(A): MARCIO VARELA