

**SAPATAS**  
**AULA 04**  
**DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL**

Victor S. Terra  
Mecânica dos Solos e Fundações  
1º Semestre/ 2016

# MÉTODO DAS BIELAS

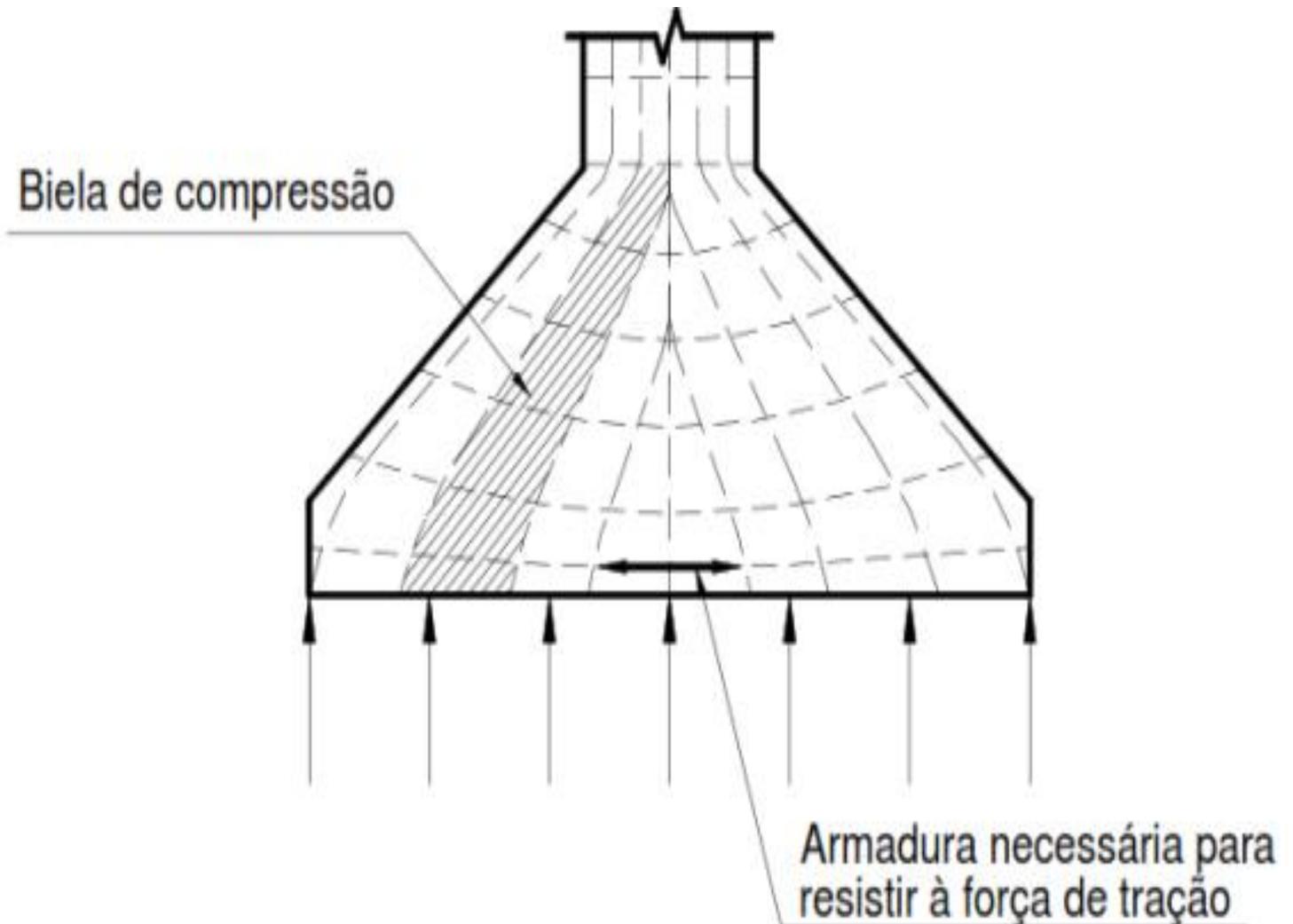
## Definição:

O método das bielas consiste em calcular um elemento estrutural rígido. A carga é transferida do pilar para a base da sapata por meio de bielas de concreto comprimido, que induzem tensões de tração na base da sapata, que devem ser resistidas pela armadura.

## Hipótese

### simplificadora:

Considera-se a sapata um elemento estrutural rígido.



# MÉTODO DAS BIELAS

## Condições a serem atendidas:

❖ 1º passo: Calcula-se a altura  $d$  (m):

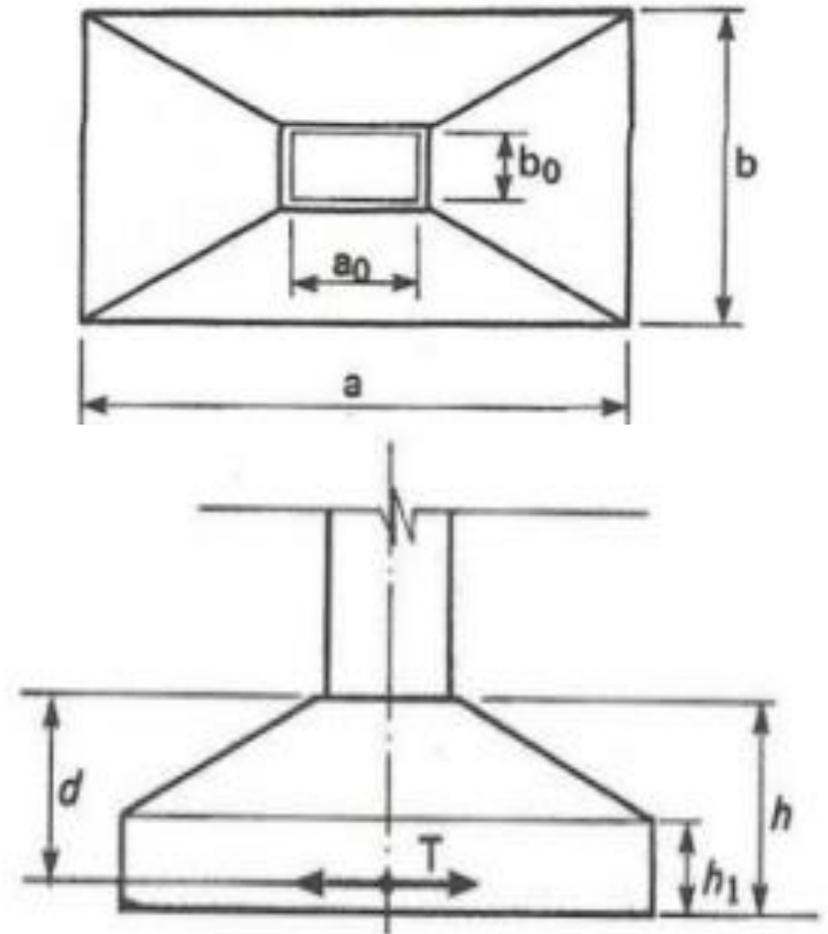
$$d \geq \left\{ \begin{array}{l} \rightarrow \frac{a - a_0}{4} \\ \rightarrow \frac{b - b_0}{4} \\ \rightarrow 1,44 \sqrt{\frac{P_{proj}}{\sigma_a}} \end{array} \right.$$

Onde:  $\sigma_a$  = tensão admissível no concreto.

$$\sigma_a = 0,85 \frac{f_{ck}}{1,96}$$

**Atenção!** Entra-se com o valor do  $f_{ck}$  do concreto em kPa!

**Atenção!**  $a_0$  e  $b_0$  são dimensões do pilarete, e não do pilar. O pilarete pode ser calculado acrescentando-se 20 cm nas dimensões dos pilares.



# MÉTODO DAS BIELAS

## Condições a serem atendidas:

- ❖ **2º passo:** Calcula-se os esforços de Tração  $T_x$  e  $T_y$  (kN):

$$T_x = \frac{P_{proj} (a - a_0)}{8d}$$

→ Tração na direção paralela ao lado **a**

$$T_y = \frac{P_{proj} (b - b_0)}{8d}$$

→ Tração na direção paralela ao lado **b**

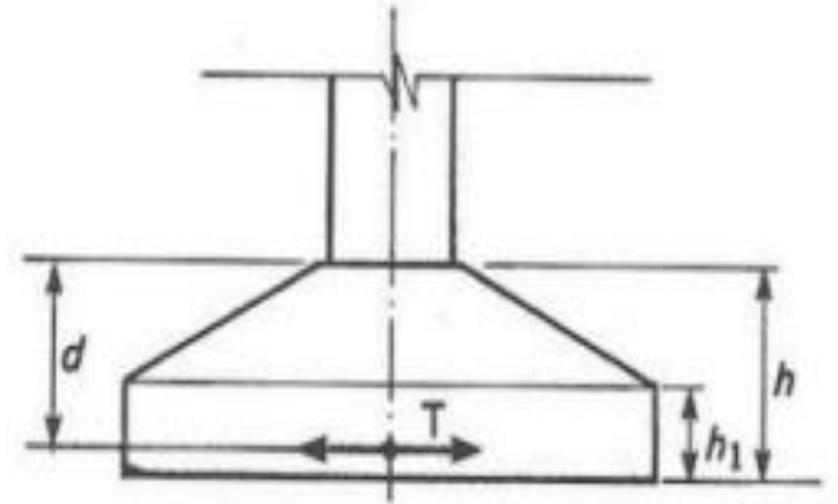
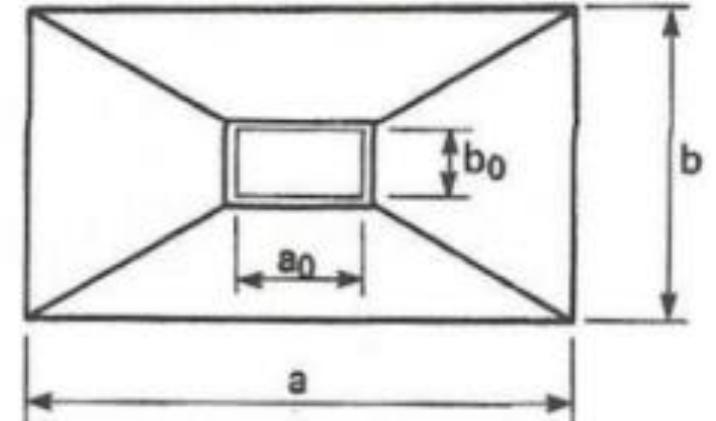
- ❖ **3º passo:** Calcula-se a área de aço ( $A_s$ ) nas direções x e y:

$$A_{sx} = \frac{1,61 \times T_x}{f_{yk}}$$

→ Armadura paralela ao lado **a** (**cm<sup>2</sup>**)

$$A_{sy} = \frac{1,61 \times T_y}{f_{yk}}$$

→ Armadura paralela ao lado **b** (**cm<sup>2</sup>**)



# MÉTODO DAS BIELAS

## Observação:

- ❖ O valor de resistência do aço tomado é referente ao início do escoamento do aço. Este valor é tratado estatisticamente de modo a obter-se a grandeza característica.

Tipo de aço	fyk (kPa)
CA25	250 000
CA50	500 000
CA60	600 000

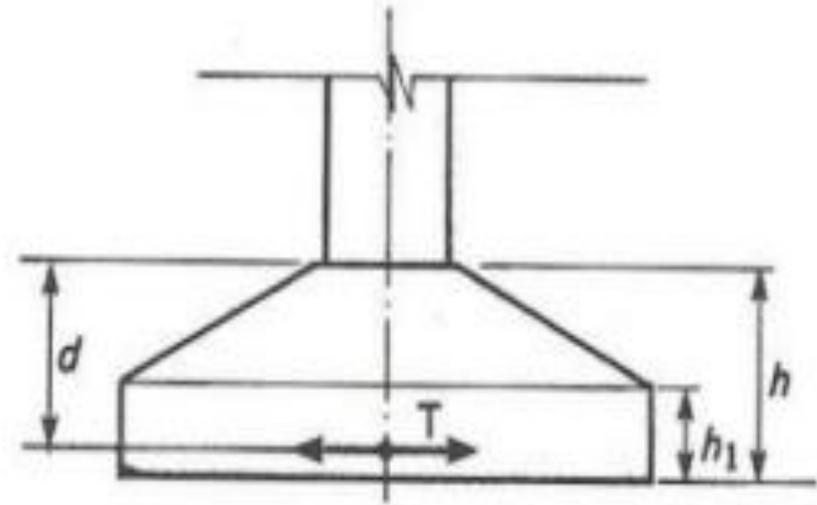
**Atenção!!! No cálculo da área aço para obtenção da Área em cm<sup>2</sup> é necessário dividir o fyk por 10 000! Por exemplo, para aço CA50 adotar fyk = 50!**

# MÉTODO DAS BIELAS

## Condições a serem atendidas:

❖ 4º passo: Detalhamento das armaduras:

Bitola (mm)	Área da seção (cm <sup>2</sup> )	Kg/m
4.8	0.181	0.140
6.3	0.312	0.248
8	0.503	0.393
10	0.785	0.624
12.5	1.227	0.988
16	2.011	1.570
20	3.142	2.480
25	4.909	3.930
32	8.042	6.240
40	12.566	9.880



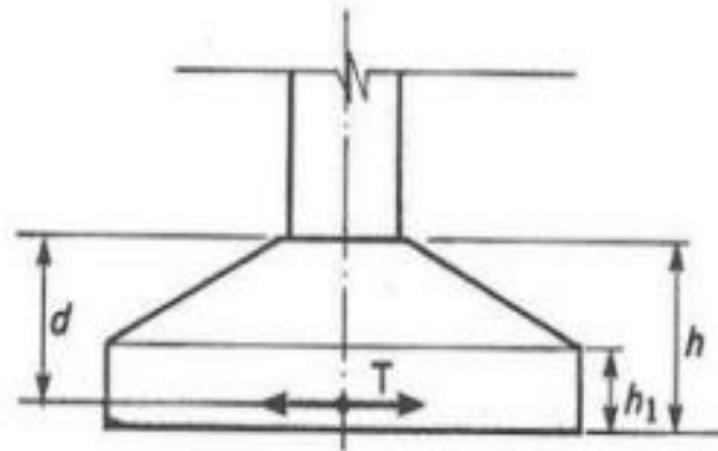
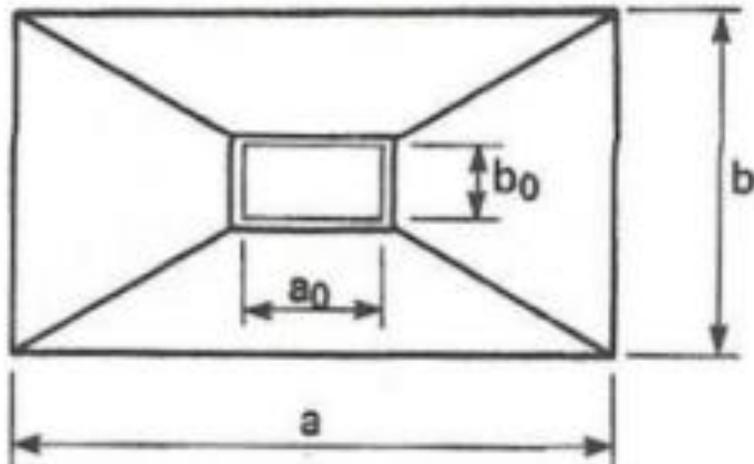
### Atenção!!!

- As barras longitudinais não devem ter diâmetros superiores a 1/8 da espessura do rodapé;
- O espaçamento máximo entre as barras não deve ser superior a 20 cm ou 2h, prevalecendo o menor desses dois valores.

# MÉTODO DAS BIELAS

**Exemplo 01.** Calcular a armação de uma sapata quadrada, com 2,10 m de lado, que recebe um pilar, também quadrado, com 40 cm de lado, e uma carga de projeto de 1000 kN. Adotar: Aço CA50 5 cm,  $f_{ck} = 20\text{MPa}$ .

Dimensões do pilarete:  $a_0=b_0=40+20= 60\text{cm}$



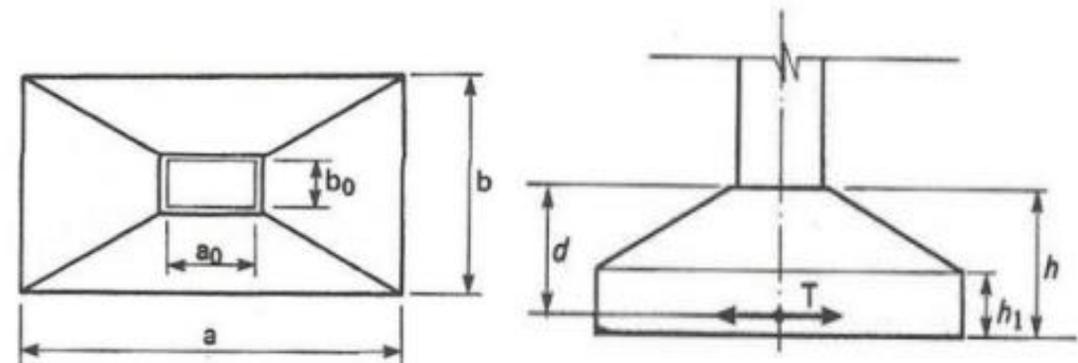
# MÉTODO DAS BIELAS

**Exemplo 01.** Calcular a armação de uma sapata quadrada, com 2,10 m de lado, que recebe um pilar, também quadrado, com 40 cm de lado, e uma carga de projeto de 1000 kN. Adotar: Aço CA50 5 cm,  $f_{ck} = 20\text{MPa}$ .

Dimensões do pilarete:  $a_0=b_0=40+20= 60\text{cm}$

❖ 1º passo: Altura  $d$  (m):

$$d \geq \begin{cases} \frac{a - a_0}{4} = \frac{2,1 - 0,6}{4} = 0,38\text{m} \\ \frac{b - b_0}{4} = \frac{2,1 - 0,6}{4} = 0,38\text{m} \\ 1,44 \sqrt{\frac{P_{proj}}{\sigma_a}} = 1,44 \sqrt{\frac{1000 \times 1,96}{0,85 \times 20}} = 0,49 \cong 0,50\text{m} \end{cases} \quad \therefore d \cong 0,50\text{m}$$



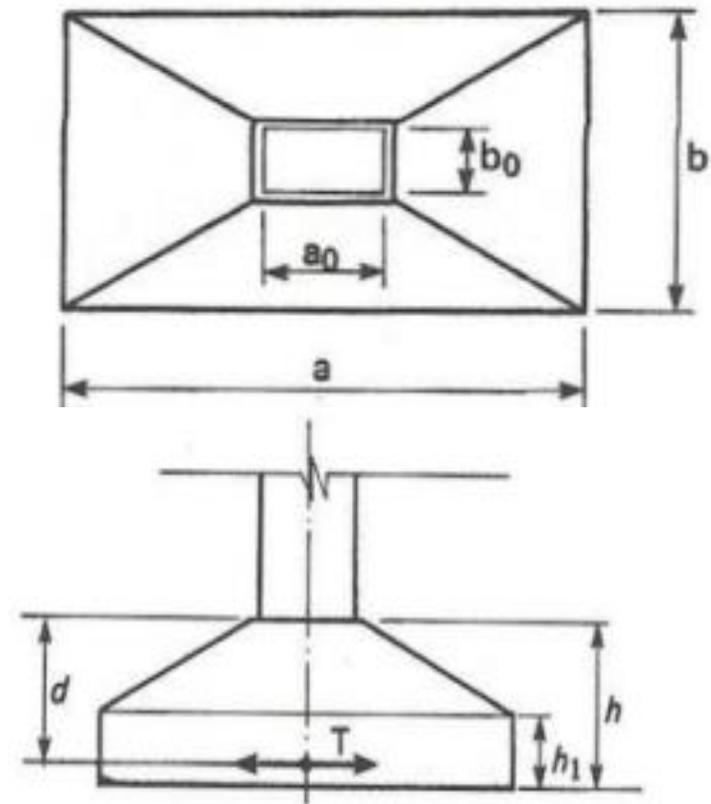
# MÉTODO DAS BIELAS

**Exemplo 01.** Calcular a armação de uma sapata quadrada, com 2,10 m de lado, que recebe um pilar, também quadrado, com 40 cm de lado, e uma carga de projeto de 1000 kN. Adotar: Aço CA50 5 cm,  $f_{ck} = 20\text{MPa}$ .

❖ 2º passo:  $T_x$  e  $T_y$  (kN):

$$T_x = T_y = \frac{P_{proj} (a - a_0)}{8d}$$

$$T_x = T_y = \frac{1000(2,1 - 0,6)}{8 \times 0,50} = 375\text{kN}$$



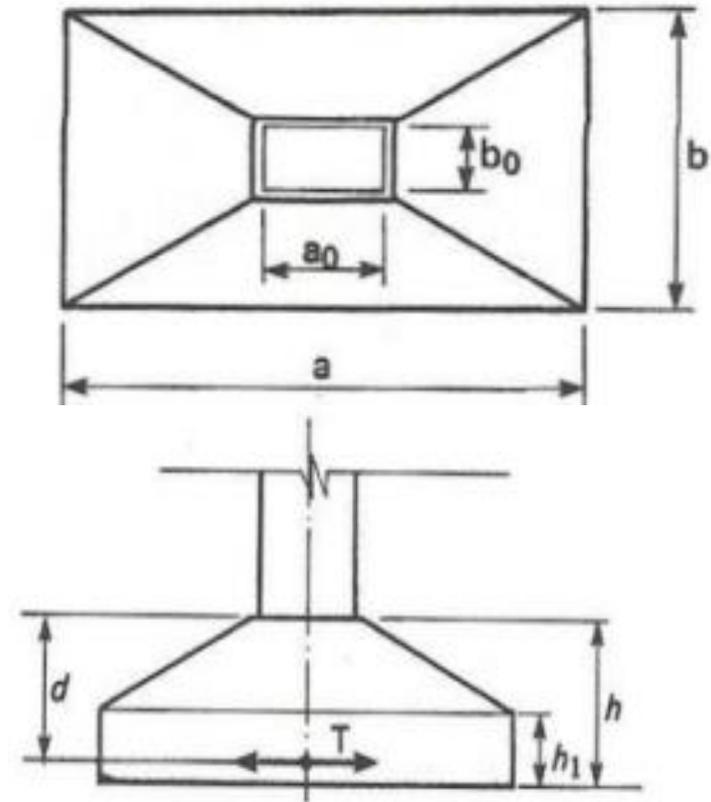
# MÉTODO DAS BIELAS

**Exemplo 01.** Calcular a armação de uma sapata quadrada, com 2,10 m de lado, que recebe um pilar, também quadrado, com 40 cm de lado, e uma carga de projeto de 1000 kN. Adotar: Aço CA50,  $f_{ck} = 20\text{MPa}$ .

❖ 3º passo: Área de aço  $A_s$  ( $\text{cm}^2$ ):

$$A_{sx} = A_{sy} = \frac{1,61 \times T_x}{f_{yk}}$$

$$A_{sx} = A_{sy} = \frac{1,61 \times 375}{50} = 12,075 \cong 12,1\text{cm}^2$$



# MÉTODO DAS BIELAS

**Exemplo 01.** Calcular a armação de uma sapata quadrada, com 2,10 m de lado, que recebe um pilar, também quadrado, com 40 cm de lado, e uma carga de projeto de 1000 kN. Adotar: Aço CA50,  $f_{ck} = 20\text{MPa}$ .

❖ 4º passo: Detalhamento:

→ Considerando  $\phi = 8\text{ mm}$ :

$$\frac{12,1}{0,503} = 24,05 \cong 25 \text{ barras de } 8\text{mm}$$

→ Espaçamento (Considerando 5 cm de cobrimento):

$$2,1 - 2 \times 0,05 = 2$$

$$\frac{2,0}{25} = 0,08\text{m} = 8\text{cm}$$

**Resposta:** 25  $\phi$  de 8mm espaçadas a cada 8 cm

Bitola (mm)	Área da seção (cm <sup>2</sup> )	Kg/m
4.8	0.181	0.140
6.3	0.312	0.248
8	0.503	0.393
10	0.785	0.624
12.5	1.227	0.988
16	2.011	1.570
20	3.142	2.480
25	4.909	3.930
32	8.042	6.240
40	12.566	9.880

# MÉTODO DAS BIELAS

**Exemplo 01.** Calcular a armação de uma sapata quadrada, com 2,10 m de lado, que recebe um pilar, também quadrado, com 40 cm de lado, e uma carga de projeto de 1000 kN. Adotar: Aço CA50,  $f_{ck} = 20\text{MPa}$ .

❖ 4º passo: Detalhamento:

→ Considerando  $\phi = 10\text{ mm}$ :

$$\frac{12,1}{0,785} = 15,41 \cong 16 \text{ barras de } 10\text{mm}$$

→ Espaçamento (Considerando 5 cm de cobrimento):

$$2,1 - 2 \times 0,05 = 2$$

$$\frac{2,0}{16} = 0,125\text{m} = 12,5\text{cm}$$

**Resposta:** 16  $\phi$  de 10mm espaçadas a cada 12,5 cm

Bitola (mm)	Área da seção (cm <sup>2</sup> )	Kg/m
4.8	0.181	0.140
6.3	0.312	0.248
8	0.503	0.393
10	0.785	0.624
12.5	1.227	0.988
16	2.011	1.570
20	3.142	2.480
25	4.909	3.930
32	8.042	6.240
40	12.566	9.880