

**BAIRRO SÃO FRANCISCO**  
**MURIAÉ - MG**  
**CÁLCULO ESTRUTURAL**  
**RESERVATÓRIO SEMI-ENTERRADO (RSE)**

**1 - CONCEPÇÃO ESTRUTURAL E MODELAGEM DE CÁLCULO**

Idealizou-se um reservatório em concreto armado composto de laje de cobertura, paredes e laje de fundo. A laje de cobertura será reforçada com vigas e pilares. As fundações serão compostas pela sua própria laje de fundo e os pilares sustentados por blocos de fundações em concreto simples.

**2 - CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO**

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| Resistencia característica do Concreto ( $F_{ck}$ ) | 30,0 MPa                    |
| Resistencia característica do Aço ( $F_{yk}$ )      | 500,0 MPa                   |
| Módulo de elasticidade do concreto                  | $3,4E+07$ kN/m <sup>2</sup> |
| Módulo de elasticidade do aço                       | 210,0 GPa                   |
| Peso específico do concreto                         | 25,00 kN/m <sup>3</sup>     |
| Peso específico da pedra britada                    | 16,00 kN/m <sup>3</sup>     |
| Peso específico da argamassa de impermeabilização   | 19,00 kN/m <sup>3</sup>     |
| Abertura máxima das fissuras do concreto            | 0,2 mm                      |

**3- INFORMAÇÕES GEOTÉCNICAS DO LOCAL DA OBRA**

|   |   |
|---|---|
| Tipo de solo  | Silte arenoso                             |
| Profundidade do nível d'água no solo  | $H_{NA} = 10,00$ m                        |
| Densidade do solo   | $\gamma_{SOLO} = 18,00$ kN/m <sup>3</sup> |
| Tensão máxima admitida no solo  | $\sigma = 1,50$ kN/m <sup>2</sup>         |
| Coesão  | $C = 0,00$ kN/m <sup>2</sup>              |
| Ângulo de atrito interno do solo  | $\varphi = 30,00$ °                       |
| Ângulo de atrito entre o concreto e o solo  | $\phi = 25,00$ °                          |
| Coefficiente de empuxo ativo  | $k_a = 0,33$                              |
| Coefficiente de empuxo passivo  | $k_p = 3,00$                              |
| Em apenso apresenta-se o boletim de sondagem realizada na área do empreendimento. |   |

**4 - NÍVEIS E DIMENSÕES DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS**

|                                    |                 |
|------------------------------------|-----------------|
| Cota da laje de tampa              | 271,800 m       |
| Cota do $NA_{máx}$ do reservatório | 271,200 m       |
| Cota do terrapleno                 | 270,200 m       |
| Cota da laje de fundo              | 266,000 m       |
| Altura livre do reservatório       | 0,40 m          |
| Altura útil do reservatório        | 5,20 m          |
| Altura do terrapleno               | 4,20 m          |
| Pé direito do reservatório         | 5,60 m          |
| Espessura das lajes de cobertura   | 0,20 m          |
| Espessura das lajes de fundo       | 0,30 m          |
| Espessura das paredes              | 0,30 m          |
| Largura das vigas da cobertura     | 0,25 m          |
| Altura das vigas da cobertura      | 0,50 m          |
| Seção dos pilares                  | 0,30 m x 0,30 m |
| Largura das vigas de fundação      | 0,25 m          |
| Altura das vigas de fundação       | 0,50 m          |

**BAIRRO SÃO FRANCISCO**  
**MURIAÉ - MG**  
**CÁLCULO ESTRUTURAL**  
**RESERVATÓRIO SEMI-ENTERRADO (RSE)**

|                              |                       |
|------------------------------|-----------------------|
| Comprimento total            | 5,50 m                |
| Diâmetro das bases           | 1,20 m                |
| Altura das bases             | 1,10 m                |
| Perímetro do reservatório    | 54,85 m               |
| Área total do reservatório   | 181,77 m <sup>2</sup> |
| Área interna do reservatório | 165,70 m <sup>2</sup> |
| Volume correspondente        | 861,64 m <sup>3</sup> |

**5 - CARGAS APLICADAS À ESTRUTURA**

**3.1 - Cargas verticais**

|  |                         |
|--|-------------------------|
| Espessura da camada de proteção térmica  | 0,07 m                  |
| Espessura da camada de impermeabilização | 0,03 m                  |
| Espessura da lâmina d'água               | 5,20 m                  |
| Peso específico da água                  | 10,00 kN/m <sup>3</sup> |
| Sobre carga considerada                  | 0,50 kN/m <sup>2</sup>  |
| Peso próprio da estrutura                |                         |

**3.2 - Cargas horizontais**

|   |         |        |                   |
|---|---------|--------|-------------------|
| Pressão de empuxo hidráulico no fundo do reservatório | $P_h =$ | 52,00  | kN/m <sup>2</sup> |
| Pressão de empuxo ativo no fundo da escavação         | $P_a =$ | 25,20  | kN/m <sup>2</sup> |
| Pressão de empuxo passivo no fundo da escavação       | $P_p =$ | 226,80 | kN/m <sup>2</sup> |

**6 - CARREGAMENTOS, ESFORÇOS SOLICITANTES ARMADURAS E REAÇÕES DE APOIO**

**6.1 - Laje de cobertura**

|                   |      |   |       |   |                        |
|-------------------|------|---|-------|---|------------------------|
| Peso próprio      | 0,20 | x | 25,00 | = | 5,00 kN/m <sup>2</sup> |
| Proteção térmica  | 0,07 | x | 16,00 | = | 1,12 kN/m <sup>2</sup> |
| Impermeabilização | 0,04 | x | 19,00 | = | 0,76 kN/m <sup>2</sup> |
| Sobrecarga        |      |   |       |   | 0,50 kN/m <sup>2</sup> |

|                    |                              |
|--------------------|------------------------------|
| <b>Carga total</b> | <b>7,38 kN/m<sup>2</sup></b> |
|--------------------|------------------------------|

| Laje: 1          | Coeficientes<br>adimensionais<br>tab. de Bares | Momentos fletores<br>kN.m/m |      | Barras<br>$\phi$<br>(mm) | Área de aço<br>(cm <sup>2</sup> /m) |       | Espaçamento<br>(cm) |        |
|------------------|--|-----------------------------|------|--------------------------|-------------------------------------|-------|---------------------|--------|
| Tipo: 3          |  |                             |      |                          | Min.                                | Calc. | Máx.                | Calc.  |
| Parâmetros       |  |                             |      |                          |                                     |       |                     |        |
| Lx = 2,15        | $\mu_x = 7,03$                                 | Mx =                        | 2,40 | 8,0                      | 3,00                                | 0,52  | 16,76               | 97,24  |
| Ly = 7,40        | $\mu'_x = 12,50$                               | Xx =                        | 4,26 | 10,0                     |                                     | 0,93  | 26,18               | 84,31  |
| $\lambda = 3,44$ | $\mu_y = 1,60$                                 | My =                        | 0,55 | 8,0                      |                                     | 0,12  | 16,76               | 428,59 |
| P = 7,38         | $\mu'_y = 8,20$                                | Xy =                        | 2,80 | 10,0                     |                                     | 0,61  | 26,18               | 128,84 |

| Laje: 2          | Coeficientes<br>adimensionais<br>tab. de Bares | Momentos fletores<br>kN.m/m |       | Barras<br>$\phi$<br>(mm) | Área de aço<br>(cm <sup>2</sup> /m) |       | Espaçamento<br>(cm) |       |
|------------------|--|-----------------------------|-------|--------------------------|-------------------------------------|-------|---------------------|-------|
| Tipo: 5B         |  |                             |       |                          | Min.                                | Calc. | Máx.                | Calc. |
| Parâmetros       |  |                             |       |                          |                                     |       |                     |       |
| Lx = 5,18        | $\mu_x = 3,02$                                 | Mx =                        | 5,98  | 8,0                      | 3,00                                | 1,30  | 16,76               | 38,75 |
| Ly = 5,85        | $\mu'_x = 6,99$                                | Xx =                        | 13,84 | 10,0                     |                                     | 3,08  | 26,18               | 25,53 |
| $\lambda = 1,13$ | $\mu_y = 1,84$                                 | My =                        | 3,64  | 8,0                      |                                     | 0,79  | 16,76               | 63,86 |
| P = 7,38         | $\mu'_y = 5,70$                                | Xy =                        | 11,29 | 10,0                     |                                     | 2,50  | 26,18               | 31,45 |

BAIRRO SÃO FRANCISCO  
MURIAÉ - MG  
CÁLCULO ESTRUTURAL  
RESERVATÓRIO SEMI-ENTERRADO (RSE)

| Laje: 3          | Coeficientes<br>adimensionais<br>tab. de Bares | Momentos fletores<br>kN.m/m |       | Barras<br>$\phi$<br>(mm) | Área de aço<br>(cm <sup>2</sup> /m) |       | Espaçamento<br>(cm) |       |
|------------------|--|-----------------------------|-------|--------------------------|-------------------------------------|-------|---------------------|-------|
| Tipo: 5B         |  |                             |       |                          | Min.                                | Calc. | Máx.                | Calc. |
| Parâmetros       |  |                             |       |                          |                                     |       |                     |       |
| Lx = 5,18        | $\mu_x = 2,70$                                 | Mx =                        | 5,35  | 8,0                      | 3,00                                | 1,16  | 16,76               | 43,39 |
| Ly = 5,48        | $\mu'_x = 6,47$                                | Xx =                        | 12,81 | 10,0                     |                                     | 2,84  | 26,18               | 27,63 |
| $\lambda = 1,06$ | $\mu_y = 1,97$                                 | My =                        | 3,90  | 8,0                      |                                     | 0,84  | 16,76               | 59,62 |
| P = 7,38         | $\mu'_y = 5,56$                                | Xy =                        | 11,01 | 10,0                     |                                     | 2,43  | 26,18               | 32,26 |

| Laje: 4          | Coeficientes<br>adimensionais<br>tab. de Bares | Momentos fletores<br>kN.m/m |       | Barras<br>$\phi$<br>(mm) | Área de aço<br>(cm <sup>2</sup> /m) |       | Espaçamento<br>(cm) |       |
|------------------|--|-----------------------------|-------|--------------------------|-------------------------------------|-------|---------------------|-------|
| Tipo: 3          |  |                             |       |                          | Min.                                | Calc. | Máx.                | Calc. |
| Parâmetros       |  |                             |       |                          |                                     |       |                     |       |
| Lx = 5,23        | $\mu_x = 3,65$                                 | Mx =                        | 7,23  | 8,0                      | 3,00                                | 1,57  | 16,76               | 31,99 |
| Ly = 6,40        | $\mu'_x = 8,69$                                | Xx =                        | 17,21 | 10,0                     |                                     | 3,85  | 26,18               | 20,41 |
| $\lambda = 1,22$ | $\mu_y = 2,92$                                 | My =                        | 5,78  | 8,0                      |                                     | 1,25  | 16,76               | 40,09 |
| P = 7,38         | $\mu'_y = 7,63$                                | Xy =                        | 15,11 | 10,0                     |                                     | 3,37  | 26,18               | 23,33 |

| Laje: 5          | Coeficientes<br>adimensionais<br>tab. de Bares | Momentos fletores<br>kN.m/m |       | Barras<br>$\phi$<br>(mm) | Área de aço<br>(cm <sup>2</sup> /m) |       | Espaçamento<br>(cm) |       |
|------------------|--|-----------------------------|-------|--------------------------|-------------------------------------|-------|---------------------|-------|
| Tipo: 5B         |  |                             |       |                          | Min.                                | Calc. | Máx.                | Calc. |
| Parâmetros       |  |                             |       |                          |                                     |       |                     |       |
| Lx = 5,23        | $\mu_x = 3,16$                                 | Mx =                        | 6,26  | 8,0                      | 3,00                                | 1,36  | 16,76               | 37,02 |
| Ly = 6,40        | $\mu'_x = 7,22$                                | Xx =                        | 14,30 | 10,0                     |                                     | 3,18  | 26,18               | 24,70 |
| $\lambda = 1,22$ | $\mu_y = 1,77$                                 | My =                        | 3,51  | 8,0                      |                                     | 0,76  | 16,76               | 66,40 |
| P = 7,38         | $\mu'_y = 5,75$                                | Xy =                        | 11,39 | 10,0                     |                                     | 2,52  | 26,18               | 31,18 |

| Laje: 6          | Coeficientes<br>adimensionais<br>tab. de Bares | Momentos fletores<br>kN.m/m |       | Barras<br>$\phi$<br>(mm) | Área de aço<br>(cm <sup>2</sup> /m) |       | Espaçamento<br>(cm) |       |
|------------------|--|-----------------------------|-------|--------------------------|-------------------------------------|-------|---------------------|-------|
| Tipo: 3          |  |                             |       |                          | Min.                                | Calc. | Máx.                | Calc. |
| Parâmetros       |  |                             |       |                          |                                     |       |                     |       |
| Lx = 4,74        | $\mu_x = 4,24$                                 | Mx =                        | 8,40  | 8,0                      | 3,00                                | 1,83  | 16,76               | 27,48 |
| Ly = 6,40        | $\mu'_x = 9,65$                                | Xx =                        | 19,11 | 10,0                     |                                     | 4,29  | 26,18               | 18,31 |
| $\lambda = 1,35$ | $\mu_y = 2,45$                                 | My =                        | 4,85  | 8,0                      |                                     | 1,05  | 16,76               | 47,86 |
| P = 7,38         | $\mu'_y = 7,88$                                | Xy =                        | 15,60 | 10,0                     |                                     | 3,48  | 26,18               | 22,57 |

| Laje 01 | p = 7,38 kN/m <sup>2</sup> |              |      |      |      | $\lambda = 3,44$ |      |      |      |
|---------|----------------------------|--------------|------|------|------|------------------|------|------|------|
| Lx      | Ly                         | vx           | v'x  | vy   | v'y  | Rx               | R'x  | Ry   | R'y  |
| (m)     |                            | Adimensional |      |      |      | Reações (kN/m)   |      |      |      |
| 2,15    | 7,40                       | 4,38         | 6,25 | 2,17 | 3,17 | 6,95             | 9,92 | 3,44 | 5,03 |

| Laje 02 | p = 7,38 kN/m <sup>2</sup> |              |      |      |     | $\lambda = 1,13$ |       |      |      |
|---------|----------------------------|--------------|------|------|-----|------------------|-------|------|------|
| Lx      | Ly                         | vx           | v'x  | vy   | v'y | Rx               | R'x   | Ry   | R'y  |
| (m)     |                            | Adimensional |      |      |     | Reações (kN/m)   |       |      |      |
| 5,18    | 5,85                       |              | 3,25 | 1,71 | 2,5 | 0,00             | 12,42 | 6,54 | 9,56 |

| Laje 03 | p = 7,38 kN/m <sup>2</sup> |              |      |      |     | $\lambda = 1,06$ |       |      |      |
|---------|----------------------------|--------------|------|------|-----|------------------|-------|------|------|
| Lx      | Ly                         | vx           | v'x  | vy   | v'y | Rx               | R'x   | Ry   | R'y  |
| (m)     |                            | Adimensional |      |      |     | Reações (kN/m)   |       |      |      |
| 5,18    | 5,48                       |              | 3,12 | 1,71 | 2,5 | 0,00             | 11,93 | 6,54 | 9,56 |

**BAIRRO SÃO FRANCISCO**  
**MURIAÉ - MG**  
**CÁLCULO ESTRUTURAL**  
**RESERVATÓRIO SEMI-ENTERRADO (RSE)**

|         |                            |      |      |      |      |                |       |      |       |
|---------|----------------------------|------|------|------|------|----------------|-------|------|-------|
| Laje 04 | p = 7,38 kN/m <sup>2</sup> |      |      |      |      | λ = 1,22       |       |      |       |
| Lx      | Ly                         | vx   | v'x  | vy   | v'y  | Rx             | R'x   | Ry   | R'y   |
| (m)     | Adimensional               |      |      |      |      | Reações (kN/m) |       |      |       |
| 5,23    | 6,40                       | 2,53 | 3,70 | 2,17 | 3,17 | 9,77           | 14,28 | 8,38 | 12,24 |

|         |                            |    |      |      |     |          |       |      |      |
|---------|----------------------------|----|------|------|-----|----------|-------|------|------|
| Laje 05 | p = 7,38 kN/m <sup>2</sup> |    |      |      |     | λ = 1,22 |       |      |      |
| Lx      | Ly                         | vx | v'x  | vy   | v'y | Rx       | R'x   | Ry   | R'y  |
| (m)     | Adimensional               |    |      |      |     | kN/m     |       |      |      |
| 5,23    | 6,40                       |    | 3,36 | 1,71 | 2,5 | 0,00     | 12,97 | 6,60 | 9,65 |

|         |                            |      |      |      |      |                |       |      |       |
|---------|----------------------------|------|------|------|------|----------------|-------|------|-------|
| Laje 06 | p = 7,38 kN/m <sup>2</sup> |      |      |      |      | λ = 1,35       |       |      |       |
| Lx      | Ly                         | vx   | v'x  | vy   | v'y  | Rx             | R'x   | Ry   | R'y   |
| (m)     | Adimensional               |      |      |      |      | Reações (kN/m) |       |      |       |
| 4,74    | 6,40                       | 2,73 | 3,99 | 2,17 | 3,17 | 9,55           | 13,96 | 7,59 | 11,09 |

## 6.2 - Dimensionamento das vigas

| Viga | Reações de apoio das lajes |   |       |   |            |       |
|------|----------------------------|---|-------|---|------------|-------|
| V1-a | 11,12                      | + | 12,42 | = | 23,54 kN/m | 23,30 |
| V1-b | 11,12                      | + | 11,93 | = | 23,05 kN/m |       |
| V2-a | 12,42                      | + | 12,24 | = | 24,66 kN/m |       |
| V2-b | 12,42                      | + | 9,65  | = | 22,07 kN/m | 22,83 |
| V2-c | 11,93                      | + | 9,65  | = | 21,58 kN/m |       |
| V2-d | 11,93                      | + | 11,09 | = | 23,02 kN/m |       |
| V3   | 14,28                      | + | 12,97 | = | 27,25 kN/m |       |
| V4   | 9,56                       | + | 9,56  | = | 19,11 kN/m |       |
| V5   | 12,97                      | + | 13,96 | = | 26,93 kN/m |       |

### Viga 01 (25/50)

Carregamento (tramo a = b)

Peso próprio 25,00 x 0,25 x 0,50 = 3,13 kN/m

Reação de apoio 23,30 kN/m

**Carga total 26,42 kN/m**

|   |       |             |                 |
|---|-------|-------------|-----------------|
|   | 26,42 | 26,42       |                 |
|   |       |             |                 |
| P | Par 5 | 4,38        | P1 4,38 Par 1/2 |
| X | 0,00  | 63,36       | 0,00            |
| M | 35,64 | 35,64       |                 |
| Q | 43,40 | 72,33 72,33 | 43,40           |
| R | 43,40 | 144,65      | 43,40           |

25/50

Piaredes e pilares

kN.m

kN.m

kN

kN

|                                 |                  |      |                    |   |   |      |                   |      |                 |
|---------------------------------|------------------|------|--------------------|---|---|------|-------------------|------|-----------------|
| Armadura positiva de flexão (a) | A <sub>s</sub> = | 2,65 | cm <sup>2</sup>    | 4 | Ø | 10,0 | A <sub>SR</sub> = | 3,14 | cm <sup>2</sup> |
| Armadura positiva de flexão (b) | A <sub>s</sub> = | 2,65 | cm <sup>2</sup>    | 4 | Ø | 10,0 | A <sub>SR</sub> = | 3,14 | cm <sup>2</sup> |
| Armadura negativa de flexão (1) | A <sub>s</sub> = | 5,39 | cm <sup>2</sup>    | 5 | Ø | 12,5 | A <sub>SR</sub> = | 6,14 | cm <sup>2</sup> |
| Armadura de cisalhamento        | A <sub>s</sub> = | 2,90 | cm <sup>2</sup> /m | 1 | Ø | 6,3  | a cada            | 21,5 | cm              |

**BAIRRO SÃO FRANCISCO**  
**MURIAÉ - MG**  
**CÁLCULO ESTRUTURAL**  
**RESERVATÓRIO SEMI-ENTERRADO (RSE)**

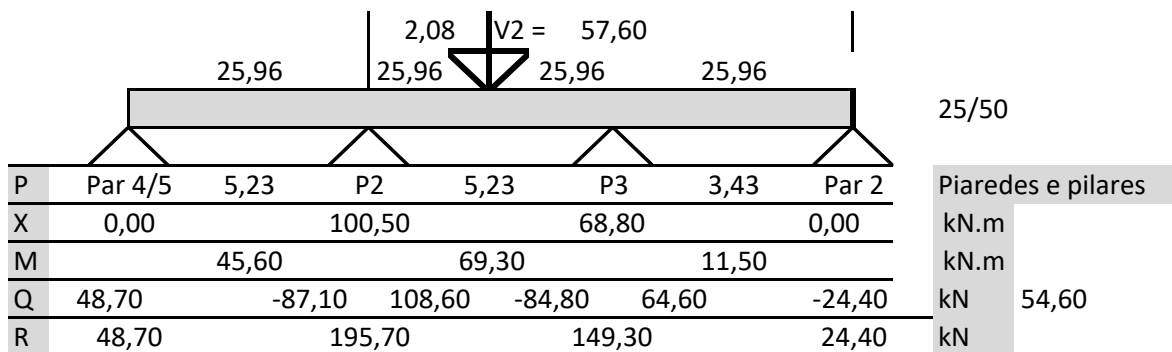
**Viga 02 (25/50)**

Carregamento (tramos a = b/c = d)

Peso próprio  $25,00 \times 0,25 \times 0,50 = 3,13 \text{ kN/m}$

Reação de apoio  $22,83 \text{ kN/m}$

**Carga total  $25,96 \text{ kN/m}$**



|                                 |         |      |                    |   |   |      |            |       |                 |
|---------------------------------|---------|------|--------------------|---|---|------|------------|-------|-----------------|
| Armadura positiva de flexão (a) | $A_s =$ | 3,82 | cm <sup>2</sup>    | 4 | Ø | 12,5 | $A_{SR} =$ | 4,91  | cm <sup>2</sup> |
| Armadura positiva de flexão (b) | $A_s =$ | 5,70 | cm <sup>2</sup>    | 5 | Ø | 12,5 | $A_{SR} =$ | 6,14  | cm <sup>2</sup> |
| Armadura positiva de flexão (c) | $A_s =$ | 0,84 | cm <sup>2</sup>    | 2 | Ø | 10,0 | $A_{SR} =$ | 1,57  | cm <sup>2</sup> |
| Armadura negativa de flexão (1) | $A_s =$ | 8,17 | cm <sup>2</sup>    | 5 | Ø | 16,0 | $A_{SR} =$ | 10,05 | cm <sup>2</sup> |
| Armadura negativa de flexão (2) | $A_s =$ | 5,68 | cm <sup>2</sup>    | 5 | Ø | 12,5 | $A_{SR} =$ | 6,14  | cm <sup>2</sup> |
| Armadura de cisalhamento        | $A_s =$ | 2,90 | cm <sup>2</sup> /m | 1 | Ø | 6,3  | a cada     | 21,5  | cm              |

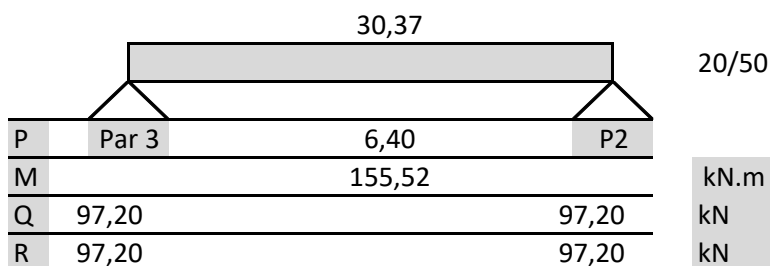
**Viga 03 (25/50)**

Carregamento

Peso próprio  $25,00 \times 0,25 \times 0,50 = 3,13 \text{ kN/m}$

Reação de apoio  $27,25 \text{ kN/m}$

**Carga total  $30,37 \text{ kN/m}$**



|                             |         |       |                    |   |   |      |            |       |                 |
|-----------------------------|---------|-------|--------------------|---|---|------|------------|-------|-----------------|
| Armadura positiva de flexão | $A_s =$ | 12,89 | cm <sup>2</sup>    | 5 | Ø | 20,0 | $A_{SR} =$ | 15,71 | cm <sup>2</sup> |
| Armadura de cisalhamento    | $A_s =$ | 2,90  | cm <sup>2</sup> /m | 1 | Ø | 6,3  | a cada     | 21,5  | cm              |

**Viga 04 (25/50)**

Carregamento

Peso próprio  $25,00 \times 0,25 \times 0,50 = 3,13 \text{ kN/m}$

Reação de apoio  $19,11 \text{ kN/m}$

**Carga total  $22,24 \text{ kN/m}$**

**BAIRRO SÃO FRANCISCO**  
**MURIAÉ - MG**  
**CÁLCULO ESTRUTURAL**  
**RESERVATÓRIO SEMI-ENTERRADO (RSE)**

|   |       |       |       |       |  |       |      |
|---|-------|-------|-------|-------|--|-------|------|
|   |       | 22,24 |       |       |  | 20/50 |      |
|   |       |       |       |       |  |       |      |
| P | V2    | 5,18  |       | P1    |  |       |      |
| M |       |       | 74,59 |       |  |       | kN.m |
| Q | 57,60 |       |       | 57,60 |  |       | kN   |
| R | 57,60 |       |       | 57,60 |  | kN    |      |

|                             |         |      |                    |   |   |      |            |      |                 |
|-----------------------------|---------|------|--------------------|---|---|------|------------|------|-----------------|
| Armadura positiva de flexão | $A_s =$ | 5,95 | cm <sup>2</sup>    | 5 | Ø | 12,5 | $A_{SR} =$ | 6,14 | cm <sup>2</sup> |
| Armadura de cisalhamento    | $A_s =$ | 2,90 | cm <sup>2</sup> /m | 1 | Ø | 6,3  | a cada     | 21,5 | cm              |

**Viga 05 (25/50)**

Carregamento

Peso próprio  $25,00 \times 0,25 \times 0,50 = 3,13$  kN/m

Reação de apoio 26,93 kN/m

**Carga total 30,05 kN/m**

|   |        |       |  |       |  |       |  |      |
|---|--------|-------|--|-------|--|-------|--|------|
|   |        | 30,05 |  |       |  | 25/50 |  |      |
|   |        |       |  |       |  |       |  |      |
| P | Par 3  | 6,40  |  | P3    |  |       |  |      |
| M | 153,86 |       |  |       |  |       |  | kN.m |
| Q | 96,16  |       |  | 96,16 |  |       |  | kN   |
| R | 96,16  |       |  | 96,16 |  | kN    |  |      |

|                             |         |       |                    |   |   |      |            |       |                 |
|-----------------------------|---------|-------|--------------------|---|---|------|------------|-------|-----------------|
| Armadura positiva de flexão | $A_s =$ | 12,73 | cm <sup>2</sup>    | 5 | Ø | 20,0 | $A_{SR} =$ | 15,71 | cm <sup>2</sup> |
| Armadura de cisalhamento    | $A_s =$ | 2,90  | cm <sup>2</sup> /m | 1 | Ø | 6,3  | a cada     | 21,5  | cm              |

**6.3 - Carregamento vertical das paredes**

| Paredes                                  | carga linear |   | comprimento |   | Carga total |
|--|--------------|---|-------------|---|-------------|
| Par 1                                    | 6,95         | x | 7,65        | = | 53,17 kN    |
| Par 2-a                                  | 6,54         | x | 6,00        | = | 39,22 kN    |
| Par 2-b                                  | 9,55         | x | 7,00        | = | 66,85 kN    |
| Par 3-a                                  | 8,38         | x | 5,50        | = | 46,07 kN    |
| Par 3-b                                  | 6,60         | x | 5,50        | = | 36,30 kN    |
| Par 3-c                                  | 7,59         | x | 6,30        | = | 47,82 kN    |
| Par 4                                    | 9,77         | x | 6,65        | = | 64,94 kN    |
| Par 5-a                                  | 6,54         | x | 6,25        | = | 40,86 kN    |
| Par 5-b                                  | 3,44         | x | 4,25        | = | 14,63 kN    |
| Carga total distribuída sobre as paredes |              |   |             |   | kN          |

**6.4 - Resumo do carregamento**

|                         |      |        |    |      |        |        |      |        |    |
|-------------------------|------|--------|----|------|--------|--------|------|--------|----|
| Carga nos pilares       | P1 = | 202,25 | kN | P2 = | 292,90 | kN     | P3 = | 245,46 | kN |
| Carga total nos pilares |      |        |    |      | PT     | 740,61 | kN   | 49%    |    |

BAIRRO SÃO FRANCISCO  
MURIAÉ - MG  
CÁLCULO ESTRUTURAL  
RESERVATÓRIO SEMI-ENTERRADO (RSE)

|   |                             |      |
|---|-----------------------------|------|
| Cargas concentradas aplicadas nas paredes         | PC = 353,25 kN              |      |
| Cargas distribuidas aplicadas nas paredes         | PC = 409,85 kN              |      |
| Carga total nas paredes                           | PTP = 763,11 kN             | 51%  |
| Carga total devido a laje de tampa                | PTL = 1503,72 kN            | 100% |
| Verificação da carga distribuida na laje de tampa | P' = 8,27 kN/m <sup>2</sup> |      |

6.5 - Dimensionamento das paredes para o carregamento horizontal

Caixa vazia

| Parede 01  | Coeficientes<br>adimensionais<br>tab. de Bares | Momentos fletores<br><br>kN.m/m |       | Barras<br>ϕ<br>(mm) | Área de aço<br>(cm²/m) |       | Espaçamento<br>(cm) |       |
|------------|--|---------------------------------|-------|---------------------|------------------------|-------|---------------------|-------|
| Tipo: 16   |  |                                 |       |                     | Min.                   | Calc. | Máx.                | Calc. |
| Parâmetros |  |                                 |       |                     |                        |       |                     |       |
| La = 5,85  | μx = 1,75                                      | Mx =                            | 15,09 | 10,0                | 4,50                   | 1,98  | 17,45               | 39,62 |
| Lb = 7,65  | μ'x = 4,75                                     | Xx =                            | 40,96 | 16,0                |                        | 6,92  | 44,68               | 29,05 |
| λ = 0,76   | μy = 1,21                                      | My =                            | 10,44 | 10,0                |                        | 1,37  | 17,45               | 57,47 |
| P = 25,20  | μ'y = 3,38                                     | Xy =                            | 29,15 | 10,0                |                        | 3,86  | 17,45               | 20,33 |

| Parede 02  | Coeficientes<br>adimensionais<br>tab. de Bares | Momentos fletores<br><br>kN.m/m |       | Barras<br>ϕ<br>(mm) | Área de aço<br>(cm²/m) |       | Espaçamento<br>(cm) |       |
|------------|--|---------------------------------|-------|---------------------|------------------------|-------|---------------------|-------|
| Tipo: 16   |  |                                 |       |                     | Min.                   | Calc. | Máx.                | Calc. |
| Parâmetros |  |                                 |       |                     |                        |       |                     |       |
| La = 5,85  | μx = 2,98                                      | Mx =                            | 25,70 | 10,0                | 4,50                   | 3,40  | 17,45               | 23,11 |
| Lb = 13,00 | μ'x = 6,67                                     | Xx =                            | 57,52 | 16,0                |                        | 9,83  | 44,68               | 20,46 |
| λ = 0,45   | μy = 0,96                                      | My =                            | 8,28  | 10,0                |                        | 1,08  | 17,45               | 72,53 |
| P = 25,20  | μ'y = 3,60                                     | Xy =                            | 31,05 | 10,0                |                        | 4,12  | 17,45               | 19,06 |

| Parede 03  | Coeficientes<br>adimensionais<br>tab. de Bares | Momentos fletores<br><br>kN.m/m |       | Barras<br>ϕ<br>(mm) | Área de aço<br>(cm²/m) |       | Espaçamento<br>(cm) |       |
|------------|--|---------------------------------|-------|---------------------|------------------------|-------|---------------------|-------|
| Tipo: 16   |  |                                 |       |                     | Min.                   | Calc. | Máx.                | Calc. |
| Parâmetros |  |                                 |       |                     |                        |       |                     |       |
| La = 5,85  | μx = 2,98                                      | Mx =                            | 25,70 | 10,0                | 4,50                   | 3,36  | 17,45               | 23,35 |
| Lb = 17,00 | μ'x = 6,67                                     | Xx =                            | 57,52 | 16,0                |                        | 9,83  | 44,68               | 20,46 |
| λ = 0,34   | μy = 0,96                                      | My =                            | 8,28  | 10,0                |                        | 1,08  | 17,45               | 72,53 |
| P = 25,20  | μ'y = 3,60                                     | Xy =                            | 31,05 | 10,0                |                        | 4,12  | 17,45               | 19,06 |

| Parede 04  | Coeficientes<br>adimensionais<br>tab. de Bares | Momentos fletores<br><br>kN.m/m |       | Barras<br>ϕ<br>(mm) | Área de aço<br>(cm²/m) |       | Espaçamento<br>(cm) |       |
|------------|--|---------------------------------|-------|---------------------|------------------------|-------|---------------------|-------|
| Tipo: 16   |  |                                 |       |                     | Min.                   | Calc. | Máx.                | Calc. |
| Parâmetros |  |                                 |       |                     |                        |       |                     |       |
| La = 5,85  | μx = 1,33                                      | Mx =                            | 11,47 | 10,0                | 4,50                   | 1,50  | 17,45               | 52,25 |
| Lb = 6,65  | μ'x = 3,89                                     | Xx =                            | 33,55 | 16,0                |                        | 5,64  | 44,68               | 35,65 |
| λ = 0,88   | μy = 1,23                                      | My =                            | 10,61 | 10,0                |                        | 1,39  | 17,45               | 56,53 |
| P = 25,20  | μ'y = 3,06                                     | Xy =                            | 26,39 | 10,0                |                        | 3,49  | 17,45               | 22,50 |

BAIRRO SÃO FRANCISCO  
MURIAÉ - MG  
CÁLCULO ESTRUTURAL  
RESERVATÓRIO SEMI-ENTERRADO (RSE)

| Parede 05  | Coeficientes<br>adimensionais<br>tab. de Bares | Momentos fletores<br><br>kN.m/m |       | Barras<br>ϕ<br>(mm) | Área de aço<br>(cm²/m) |       | Espaçamento<br>(cm) |       |
|------------|--|---------------------------------|-------|---------------------|------------------------|-------|---------------------|-------|
| Tipo: 16   |  |                                 |       |                     | Min.                   | Calc. | Máx.                | Calc. |
| Parâmetros | tab. de Bares                                  | kN.m/m                          |       | (mm)                | 4,50                   |       |                     |       |
| La = 5,85  | μx = 2,43                                      | Mx =                            | 20,96 | 10,0                |                        | 2,76  | 17,45               | 28,43 |
| Lb = 10,55 | μ'x = 5,90                                     | Xx =                            | 50,88 | 16,0                |                        | 8,65  | 44,68               | 23,23 |
| λ = 0,55   | μy = 0,93                                      | My =                            | 8,02  | 10,0                |                        | 1,05  | 17,45               | 74,88 |
| P = 25,20  | μ'y = 3,59                                     | Xy =                            | 30,96 | 10,0                |                        | 4,11  | 17,45               | 19,12 |

Caixa cheia

| Parede 01  | Coeficientes<br>adimensionais<br>tab. de Bares | Momentos fletores<br><br>kN.m/m |       | Barras<br>ϕ<br>(mm) | Área de aço<br>(cm²/m) |       | Espaçamento<br>(cm) |       |
|------------|--|---------------------------------|-------|---------------------|------------------------|-------|---------------------|-------|
| Tipo: 16   |  |                                 |       |                     | Min.                   | Calc. | Máx.                | Calc. |
| Parâmetros | tab. de Bares                                  | kN.m/m                          |       | (mm)                | 4,50                   |       |                     |       |
| La = 5,85  | μx = 1,75                                      | Mx =                            | 15,09 | 10,0                |                        | 1,98  | 17,45               | 39,62 |
| Lb = 7,65  | μ'x = 4,75                                     | Xx =                            | 40,96 | 16,0                |                        | 6,92  | 44,68               | 29,05 |
| λ = 0,76   | μy = 1,21                                      | My =                            | 10,44 | 10,0                |                        | 1,37  | 17,45               | 57,47 |
| P = 26,80  | μ'y = 3,38                                     | Xy =                            | 29,15 | 10,0                |                        | 3,86  | 17,45               | 20,33 |

| Parede 02  | Coeficientes<br>adimensionais<br>tab. de Bares | Momentos fletores<br><br>kN.m/m |       | Barras<br>ϕ<br>(mm) | Área de aço<br>(cm²/m) |       | Espaçamento<br>(cm) |       |
|------------|--|---------------------------------|-------|---------------------|------------------------|-------|---------------------|-------|
| Tipo: 16   |  |                                 |       |                     | Min.                   | Calc. | Máx.                | Calc. |
| Parâmetros | tab. de Bares                                  | kN.m/m                          |       | (mm)                | 4,50                   |       |                     |       |
| La = 5,85  | μx = 2,98                                      | Mx =                            | 25,70 | 10,0                |                        | 3,40  | 17,45               | 23,11 |
| Lb = 13,00 | μ'x = 6,67                                     | Xx =                            | 57,52 | 16,0                |                        | 9,83  | 44,68               | 20,46 |
| λ = 0,45   | μy = 0,96                                      | My =                            | 8,28  | 10,0                |                        | 1,08  | 17,45               | 72,53 |
| P = 26,80  | μ'y = 3,60                                     | Xy =                            | 31,05 | 10,0                |                        | 4,12  | 17,45               | 19,06 |

| Parede 03  | Coeficientes<br>adimensionais<br>tab. de Bares | Momentos fletores<br><br>kN.m/m |       | Barras<br>ϕ<br>(mm) | Área de aço<br>(cm²/m) |       | Espaçamento<br>(cm) |       |
|------------|--|---------------------------------|-------|---------------------|------------------------|-------|---------------------|-------|
| Tipo: 16   |  |                                 |       |                     | Min.                   | Calc. | Máx.                | Calc. |
| Parâmetros | tab. de Bares                                  | kN.m/m                          |       | (mm)                | 4,50                   |       |                     |       |
| La = 5,85  | μx = 2,98                                      | Mx =                            | 25,70 | 10,0                |                        | 3,40  | 17,45               | 23,11 |
| Lb = 17,00 | μ'x = 6,67                                     | Xx =                            | 57,52 | 16,0                |                        | 9,83  | 44,68               | 20,46 |
| λ = 0,34   | μy = 0,96                                      | My =                            | 8,28  | 10,0                |                        | 1,08  | 17,45               | 72,53 |
| P = 26,80  | μ'y = 3,60                                     | Xy =                            | 31,05 | 10,0                |                        | 4,12  | 17,45               | 19,06 |

| Parede 04  | Coeficientes<br>adimensionais<br>tab. de Bares | Momentos fletores<br><br>kN.m/m |       | Barras<br>ϕ<br>(mm) | Área de aço<br>(cm²/m) |       | Espaçamento<br>(cm) |       |
|------------|--|---------------------------------|-------|---------------------|------------------------|-------|---------------------|-------|
| Tipo: 16   |  |                                 |       |                     | Min.                   | Calc. | Máx.                | Calc. |
| Parâmetros | tab. de Bares                                  | kN.m/m                          |       | (mm)                | 4,50                   |       |                     |       |
| La = 5,85  | μx = 1,33                                      | Mx =                            | 11,47 | 10,0                |                        | 1,50  | 17,45               | 52,25 |
| Lb = 6,65  | μ'x = 3,89                                     | Xx =                            | 33,55 | 16,0                |                        | 5,64  | 44,68               | 35,65 |
| λ = 0,88   | μy = 1,23                                      | My =                            | 10,61 | 10,0                |                        | 1,39  | 17,45               | 56,53 |
| P = 26,80  | μ'y = 3,06                                     | Xy =                            | 26,39 | 10,0                |                        | 3,49  | 17,45               | 22,50 |



**BAIRRO SÃO FRANCISCO**  
**MURIAÉ - MG**  
**CÁLCULO ESTRUTURAL**  
**RESERVATÓRIO SEMI-ENTERRADO (RSE)**

| Parede 05        | Coeficientes<br>adimensionais<br>tab. de Bares | Momentos fletores<br>kN.m/m |       | Barras<br>$\phi$<br>(mm) | Área de aço<br>(cm <sup>2</sup> /m) |       | Espaçamento<br>(cm) |       |
|------------------|--|-----------------------------|-------|--------------------------|-------------------------------------|-------|---------------------|-------|
| Tipo: 16         |  |                             |       |                          |                                     |       |                     |       |
| Parâmetros       |  |                             |       |                          | Min.                                | Calc. | Máx.                | Calc. |
| La = 5,85        | $\mu_x = 2,43$                                 | Mx =                        | 20,96 | 10,0                     | 4,50                                | 2,76  | 17,45               | 28,43 |
| Lb = 10,55       | $\mu'_x = 5,90$                                | Xx =                        | 50,88 | 16,0                     |                                     | 8,65  | 44,68               | 23,23 |
| $\lambda = 0,55$ | $\mu_y = 0,93$                                 | My =                        | 8,02  | 10,0                     |                                     | 1,05  | 17,45               | 74,88 |
| P = 26,80        | $\mu'_y = 3,59$                                | Xy =                        | 30,96 | 10,0                     |                                     | 4,11  | 17,45               | 19,12 |

#### 6.6 - Verificação da pressão média aplicada ao solo

|                          |   |                               |
|--------------------------|---|-------------------------------|
| Peso próprio da laje     | 0,30 x 25,00 =                          | 7,50 kN/m <sup>2</sup>        |
| Peso próprio das paredes | 54,85 x 5,60 x 0,30 x 25,00 / 181,77    | 12,67 kN/m <sup>2</sup>       |
| Peso dos pilares         | 3 x 0,30 x 0,30 x 5,60 x 25,00 / 181,77 | 0,07 kN/m <sup>2</sup>        |
| Carga total nas paredes  | 763,11 / 181,77                         | 4,20 kN/m <sup>2</sup>        |
| Carga total dos pilares  | 740,61 / 181,77                         | 4,07 kN/m <sup>2</sup>        |
| Carga hidráulica         | 5,20 x 10,00                            | 52,00 kN/m <sup>2</sup>       |
| <b>Carga total</b>       |   | <b>80,52 kN/m<sup>2</sup></b> |

#### 6.7 - Dimensionamento da laje de fundo

|                          |                               |
|--------------------------|-------------------------------|
| Peso próprio das paredes | 12,67 kN/m <sup>2</sup>       |
| Carga total nas paredes  | 4,20 kN/m <sup>2</sup>        |
| <b>Carga total</b>       | <b>16,87 kN/m<sup>2</sup></b> |

| Laje: 1          | Coeficientes<br>adimensionais<br>tab. de Bares | Momentos fletores<br>kN.m/m |       | Barras<br>$\phi$<br>(mm) | Área de aço<br>(cm <sup>2</sup> /m) |       | Espaçamento<br>(cm) |       |
|------------------|--|-----------------------------|-------|--------------------------|-------------------------------------|-------|---------------------|-------|
| Tipo: 6          |  |                             |       |                          |                                     |       |                     |       |
| Parâmetros       |  |                             |       |                          | Min.                                | Calc. | Máx.                | Calc. |
| Lx = 6,15        | $\mu_x = 4,17$                                 | Mx =                        | 26,61 | 10,0                     | 4,50                                | 3,52  | 17,45               | 22,31 |
| Ly = 17,00       | $\mu'_x = 8,33$                                | Xx =                        | 53,16 | 16,0                     |                                     | 9,06  | 44,68               | 22,20 |
| $\lambda = 2,76$ | $\mu_y = 0,96$                                 | My =                        | 6,13  | 10,0                     |                                     | 0,80  | 17,45               | 98,16 |
| P = 16,87        | $\mu'_y = 5,72$                                | Xy =                        | 36,50 | 16,0                     |                                     | 6,15  | 44,68               | 32,70 |

|         |       |                |      |      |      |          |       |      |      |
|---------|-------|----------------|------|------|------|----------|-------|------|------|
| Laje 01 |       | p = 3,69 kN/m² |      |      |      | λ = 2,76 |       |      |      |
| Lx      | Ly    | vx             | v'x  | vy   | v'y  | Rx       | R'x   | Ry   | R'y  |
| (m)     |       | Adimensional   |      |      |      | kN/m     |       |      |      |
| 6,15    | 17,00 | 0,00           | 5,00 | 0,00 | 2,50 | 0,00     | 11,35 | 0,00 | 5,67 |

#### 6.8 - Dimensionamento dos pilares

Face a pequena diferença de cargas entre os três pilares será dimensionado apenas o pilar mais carregado que apresenta a carga de 292,90 kN. Armação pelo critério da taxa mínima

|                             |                  |      |                 |   |        |                   |      |                 |
|-----------------------------|------------------|------|-----------------|---|--------|-------------------|------|-----------------|
| Armadura positiva de flexão | A <sub>s</sub> = | 4,90 | cm <sup>2</sup> | 4 | Ø 12,5 | A <sub>lg</sub> = | 4,91 | cm <sup>2</sup> |
| Estribos                    |                  |      |                 | 1 | Ø 5,0  | a cada            | 15,0 | cm              |

### 7 - DIMENSIONAMENTO DAS FUNDAÇÕES

#### 7.1 - Vigas de fundações (25/50)

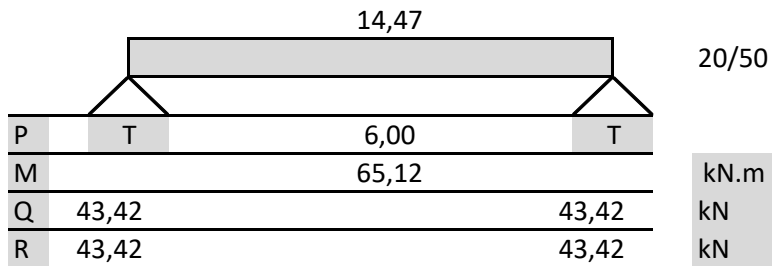
Carregamento

Peso próprio 25,00 x 0,25 x 0,50 = 3,13 kN/m

Reação de apoio 11,35 kN/m

**Carga total 14,47 kN/m**

## RESERVATÓRIO SEMI-ENTERRADO (RSE)



|                             |         |      |                    |   |   |      |            |      |                 |
|-----------------------------|---------|------|--------------------|---|---|------|------------|------|-----------------|
| Armadura positiva de flexão | $A_s =$ | 5,50 | cm <sup>2</sup>    | 5 | Ø | 12,5 | $A_{SR} =$ | 6,14 | cm <sup>2</sup> |
| Armadura de cisalhamento    | $A_s =$ | 2,90 | cm <sup>2</sup> /m | 1 | Ø | 6,3  | a cada     | 21,5 | cm              |

Dispor longitudinalmente duas barras de 12.5 mm na face superior para amarração dos estribos

## 7.2 - Blocos de fundações (25/50)

|                                     |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Carga no pilar mais carregado       | 292,90 kN                |
| Carga das vigas de fundações        | 86,83 kN                 |
| Carga total em cada bloco           | 379,73 kN                |
| Coeficiente de majoração das cargas | 1,40                     |
| Carga total majorada em cada bloco  | 531,62 kN                |
| SPT a 5 m de profundidade           | 16,00 golpes             |
| Tensão admissível no solo           | 320,00 kN/m <sup>2</sup> |
| Seção horizontal do bloco           | 1,66 m <sup>2</sup>      |
| Lado da seção admitida quadrada     | 1,29 m                   |
| Lado do pilar                       | 0,30 m                   |
| Altura do bloco                     | 0,86 m                   |

### Mediadas ajustadas dos blocos de fundações em concreto simples

|                           |                 |
|---------------------------|-----------------|
| Seção horizontal quadrada | 165 cm x 165 cm |
| Altura dos blocos         | 80 cm           |

**BAIRRO SÃO FRANCISCO**  
**MURIAÉ - MG**  
**CÁLCULO DE QUANTITATIVOS**  
**RESERVATÓRIO SEMI-ENTERRADO (RSE)**

**ÁREA DE FORMAS 987,61 m<sup>2</sup>**

|  |   |   |   |       |      |      |      |                        |
|--|---|---|---|-------|------|------|------|------------------------|
| Superfície de paredes internas               |   |   |   | 52,40 | x    | 6,00 | =    | 314,40 m <sup>2</sup>  |
| Superfície de paredes externas               |   |   |   | 54,87 | x    | 6,50 | =    | 356,65 m <sup>2</sup>  |
| Superfície horizontal laje de tampa          |   |   |   |       |      |      | =    | 165,70 m <sup>2</sup>  |
| Superfície de pilares                        | 3 | x | 4 | x     | 5,85 | x    | 0,30 | = 21,06 m <sup>2</sup> |
| Vigas da laje de tampa                       |   |   |   | 38,50 | x    | 0,85 | =    | 32,73 m <sup>2</sup>   |
| Vigas de fundações                           |   |   |   | 11,55 | x    | 0,40 | =    | 4,62 m <sup>2</sup>    |
| Blocos de fundações                          | 3 | x | 4 | x     | 1,65 | x    | 0,50 | = 9,90 m <sup>2</sup>  |
| Ressalto do alçapão                          |   |   | 4 | x     | 2,30 | x    | 0,15 | = 1,38 m <sup>2</sup>  |
| Superfície de paredes internas caixa manobra |   |   | 2 | x     | 4,15 | x    | 4,40 | = 36,52 m <sup>2</sup> |
| Superfície de paredes externas caixa manobra |   |   | 2 | x     | 4,75 | x    | 4,70 | = 44,65 m <sup>2</sup> |

**VOLUME DE CONCRETO 203,35 m<sup>3</sup>**

|                        |   |   |      |   |        |   |       |                        |
|------------------------|---|---|------|---|--------|---|-------|------------------------|
| Blocos de fundações    | 3 | x | 1,65 | x | 1,65   | x | 0,50  | = 4,08 m <sup>3</sup>  |
| Vigas de fundações     |   |   | 0,25 | x | 0,20   | x | 11,55 | = 0,58 m <sup>3</sup>  |
| Laje de fundo          |   |   |      |   | 181,77 | x | 0,30  | = 54,53 m <sup>3</sup> |
| Paredes                |   |   |      |   | 16,07  | x | 6,00  | = 96,42 m <sup>3</sup> |
| Pilares                | 3 | x | 0,30 | x | 0,30   | x | 5,85  | = 1,58 m <sup>3</sup>  |
| Vigas da laje de tampa |   |   | 0,30 | x | 0,25   | x | 38,50 | = 2,89 m <sup>3</sup>  |
| Laje de tampa          |   |   |      |   | 181,77 | x | 0,20  | = 36,35 m <sup>3</sup> |
| Ressalto do alçapão    |   |   |      |   | 0,15   | x | 0,69  | = 0,10 m <sup>3</sup>  |
| Fundo caixa            |   |   | 0,30 | x | 1,65   | x | 3,10  | = 1,53 m <sup>3</sup>  |
| Paredes caixa manobra  |   |   |      |   | 1,20   | x | 4,40  | = 5,28 m <sup>3</sup>  |

**MASSA DO AÇO 15.701,00 kg**

**TAXA DE ARMAÇÃO 77,21 kg/m<sup>3</sup>**

**IMPERMEABILIZAÇÃO INTERNA 736,10 m<sup>2</sup>**

|   |   |   |   |       |      |      |      |                        |
|---|---|---|---|-------|------|------|------|------------------------|
| Superfície de paredes internas                  |   |   |   | 52,40 | x    | 6,00 | =    | 314,40 m <sup>2</sup>  |
| Superfície horizontal lajes de tampa e de fundo |   |   |   |       |      |      | =    | 331,40 m <sup>2</sup>  |
| Superfície de pilares                           | 3 | x | 4 | x     | 5,85 | x    | 0,30 | = 21,06 m <sup>2</sup> |
| Vigas da laje de tampa                          |   |   |   | 38,50 | x    | 0,85 | =    | 32,73 m <sup>2</sup>   |
| Superfície de paredes internas caixa manobra    |   |   | 2 | x     | 4,15 | x    | 4,40 | = 36,52 m <sup>2</sup> |

**IMPERMEABILIZAÇÃO EXTERNA 376,05 m<sup>2</sup>**

|  |  |  |   |   |      |   |      |                        |
|--|--|--|---|---|------|---|------|------------------------|
| Superfície externa laje de tampa             |  |  |   |   |      |   | =    | 331,40 m <sup>2</sup>  |
| Superfície de paredes externas caixa manobra |  |  | 2 | x | 4,75 | x | 4,70 | = 44,65 m <sup>2</sup> |