

## **MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO**

### **PROJETO ESTRUTURAL**

**OBRA: Edificação Residencial**

**Ref.: PROJETO ESTRUTURAL**

#### **A- APRESENTAÇÃO**

O presente memorial técnico descritivo refere-se ao projeto estrutural de um muro de arrimo (contenção), em concreto armado do tipo contínuo, junto ao lote da Prefeitura Municipal, na testada deste com a Rua Sebastião Rocha dos Santos.

O referido muro será executado em concreto armado, com comprimento de 60.8 metros lineares e alturas variáveis, sendo: 12.5 ml com nível de 139 cm, 12 ml com nível de 210 cm, 12 ml com nível de 281 cm, 12 ml com nível de 352 cm e 12.3 ml com nível de 425 cm. Todos os níveis são em relação ao lote de propriedade da Prefeitura Municipal de Sete de setembro.

#### **B- RELAÇÃO DE DOCUMENTOS**

Fazem parte do projeto estrutural:

- 02 pranchas com detalhamentos de formas e armaduras dos elementos estruturais;
  - M-004-01-0
  - M-004-02-0
- Memorial descritivo;
- Memorial de cálculo;
- ART de projeto estrutural.

#### **C- PROCEDIMENTOS DE PROJETO**

O presente projeto foi elaborado de acordo com as seguintes normas e códigos:

- ABNT NBR 6118/2014 – Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimentos
- ABNT NBR 6120/2019 – Ações para o cálculo de estrutura de edificações
- ABNT NBR 7480/2022 – Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado - Requisitos
- ABNT NBR 8681/2003 – Ações e segurança nas estruturas - Procedimentos

#### **D- CARREGAMENTOS**

Os carregamentos utilizados para dimensionamento do muro de arrimo foram os seguintes:

- Solo
  - Peso específico do solo: 1600 kgf/m<sup>3</sup>
  - Tensão admissível do solo: 2 kgf/cm<sup>2</sup>
  - Ângulo de talude natural: 30°
- Cargas adicionais
  - Sobrecarga no terreno devido a via pública (rua): 1000 kgf/m<sup>2</sup>
- Materiais
  - Peso específico do concreto armado: 2500 kgf/m<sup>3</sup>
  - Peso específico da alvenaria: 1400 kgf/m<sup>3</sup>

#### **E- FORMAS**

As formas deverão ser de madeira, com escoramento e espaçamento adequados. Todas as formas deverão seguir rigorosamente as medidas indicadas em planta.

## **F- CONCRETO**

O concreto a ser utilizado deve ser usinado, com especificação C-30 ( $FCK = 300 \text{ kgf/cm}^2$ ) aos 28 dias em todos os elementos estruturais. É de responsabilidade do engenheiro executor exigir os ensaios de corpo de prova a concreteira contratada, de modo a garantir a resistência mínima exigida.

## **G- AÇO**

O aço a ser utilizado será CA-50 e CA-60, conforme especificações indicadas nas pranchas de armadura. Todas as medidas devem ser conferidas antes do corte e dobra da armadura. Também deverá ser observado o número e bitola de cada barra de aço e sua posição específica em cada elemento estrutural.

## **H- IMPERMEABILIZAÇÃO E DRENAGEM**

A impermeabilização do muro no lado em contato com o solo deverá ser executada com, no mínimo, duas demãos de pintura impermeabilizante hidroasfáltica, conforme prescrições do fabricante. Após, deverá ser aplicada manta geotêxtil e tubo PVC Ø 100 mm, corrugado e perfurado, envolto na manta geotêxtil, com 40 cm de brita 01. Entre a camada de brita e o solo natural escavada, deve-se continuar posicionando a manta geotêxtil, de modo que esta forme um invólucro para a camada de brita existente.

08 de Outubro de 2014.



Documento assinado digitalmente  
**SÍLVIO MAURÍCIO BECK**  
Data: 16/06/2023 19:02:24-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Sílvio Maurício Beck**  
Ms. ENG.º CIVIL – CREA/RS 117086-D

**MARCIO**  
**POLITOWSKI:**  
**96036419015**

Assinado de forma  
digital por MARCIO  
POLITOWSKI-960364190  
15  
Dados: 2023.06.27  
14:27:24 -03'00'

MURO DE FLEXÃO EM CONCRETO ARMADO

PROPRIETÁRIO: PREFEITURA MUNICIPAL DE SETE DE SETEMBRO  
OBRA NÚMERO: 006/2023

H = 139 cm

|             |  |
|-------------|--|
| PREENCHER   |  |
| CORRIGIR    |  |
| RESULTADOS  |  |
| VERIFICAÇÃO |  |

1.DADOS SOLO:

ÂNGULO DE TALUDE NATURAL:  
PESO ESPECÍFICO DO SOLO:  
TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO:

|      |             |
|------|-------------|
| 30   | φ (°)       |
| 1600 | γt (kgf/m³) |
| 2    | σ (kgf/cm²) |

2.CARGAS ADICIONAIS:

SOBRECARGA NO TERRENO:  
C1- muro alvenaria e= 0.15 h=1

|      |              |
|------|--------------|
| 1000 | q (kgf/m²)   |
| 0.15 | e (m)        |
| 1    | h (m)        |
| 1400 | Tak (kgf/m²) |

3.ESPECIFICAÇÕES:

AÇO CA 50

CONCRETO

|      |               |      |    |
|------|---------------|------|----|
| 5000 | Fy (kgf/cm²)  | 1.15 | Ys |
| 300  | Fck (kgf/cm²) | 1.4  | Yc |

|         |               |
|---------|---------------|
| 4347.83 | Fyd (kgf/cm²) |
| 214.29  | Fcd (kgf/cm²) |

4.MURO:

ALTURA REAL  
ESPESSURA TOPO  
PESO ESPECÍFICO CONCRETO

|      |        |
|------|--------|
| 1.39 | h (m)  |
| 0.2  | do (m) |
| 2500 | kfg/m³ |

(128)

5.DIMENSÕES:

→ EMPUXO DE TERRA:  
ALTURA EQUIVALENTE A SOBRECARGA:  
COEFICIENTE DE EMPUXO:  
ALTURA TOTAL:  
GRANDEZA DE EMPUXO  
PONTO DE APLICAÇÃO

|        |           |      |               |
|--------|-----------|------|---------------|
| 0.63   | h0 (m)    | 0.65 | CORRIGIDO (m) |
| 0.333  | k         |      |               |
| 2.04   | H (m)     |      |               |
| 997.02 | E (kgf/m) |      |               |
| 0.58   | y (m)     |      |               |

→ M. F. NA BASE DO MURO DEVIDO AO EMPUXO  
MOMENTO  
BASE DO MURO (altura útil da seção concreto)

|        |                |     |                |
|--------|----------------|-----|----------------|
| 573.58 | M (kgfm/m)     |     |                |
| 7.57   | d (cm)         | 20  | CORRIGIDO (cm) |
| 0.03   | Cobrimento (m) |     |                |
| 0.28   | di (cm)        | 0.2 | CORRIGIDO (m)  |
| 0.20   | ds (m)         |     |                |

TOPO DO MURO (> 0,15 m)

SAPATA

• LARGURA

|      |        |      |               |
|------|--------|------|---------------|
| 0.70 | bs (m) | 1.05 | CORRIGIDO (m) |
| 0.23 | r (m)  | 0.35 | CORRIGIDO (m) |
| 0.20 | t (m)  | 0.50 | CORRIGIDO (m) |
| 0.25 | ds (m) | 0.25 | CORRIGIDO (m) |

• ESPESSURA: (ds > di)  
(nas extremidades adotar mínimo 15 cm)

VERIFICAÇÃO DO CONJUNTO

A- CARGAS VERTICAIS

Alvenaria  
Peso do muro  
Peso da sapata  
Peso de terra sobre o talão

|        |            |
|--------|------------|
| 210    | Go (kgf/m) |
| 695.00 | Gm (kgf/m) |
| 656.25 | Gs (kgf/m) |
| 0.50   | a (m)      |
| 1112   | Gt (kgfm)  |

B- CARGA HORIZONTAL

Empuxo ativo

|        |          |
|--------|----------|
| 997.02 | E (kgfm) |
|--------|----------|

C- BRAÇOS DE MOMENTO

Parapeito (alvenaria)  
Muro  
Sapata  
Terra sobre talão da sapata  
Empuxo

|       |        |
|-------|--------|
| 0.45  | go (m) |
| 0.10  | xm (m) |
| 0.45  | gn (m) |
| 0.525 | gs (m) |
| 0.25  | xr (m) |
| 0.80  | gr (m) |
| 0.83  | y' (m) |

D- MOMENTOS FLETORES

|       |         |          |
|-------|---------|----------|
| Go.go | 94.50   | (kgfm/m) |
| Gm.gm | 312.75  | (kgfm/m) |
| Gs.gs | 344.53  | (kgfm/m) |
| Gt.gt | 889.60  | (kgfm/m) |
| MI    | 1641.38 | (kgfm/m) |
| Me    | 822.83  | (kgfm/m) |
| M     | 818.55  | (kgfm/m) |

E- COMPONENTES

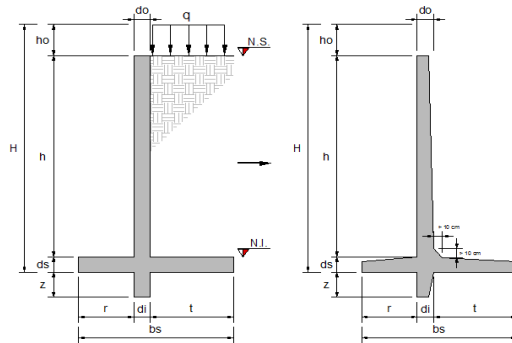
|            |         |           |
|------------|---------|-----------|
| NORMAL     | 2673.25 | N (kgf/m) |
| TANGENCIAL | 997.02  | T (kgf/m) |

F- POSIÇÃO CENTRO DE PRESSÃO  
(APLICAÇÃO DA RESULTANTE)

|      |       |
|------|-------|
| 0.31 | u (m) |
|------|-------|

G- EXCENTRICIDADE

|      |       |
|------|-------|
| 0.22 | e (m) |
|------|-------|



| RESUMO DIMENSÕES |      |
|------------------|------|
| h (m)            | 1.39 |
| do (m)           | 0.20 |
| di (m)           | 0.20 |
| bs (m)           | 1.05 |
| r (m)            | 0.35 |
| t (m)            | 0.50 |
| ds (m)           | 0.25 |
| ds (m)           | 0.20 |
| z (m)            | 0.35 |

EQUILÍBRIO ESTATICO

A- VERIFICAÇÃO AO ESCORREGAMENTO (E1)

Coeficiente de segurança para garantir a estabilidade estática  
Coeficiente de atrito: concreto sobre terra seca (μ)

|      |    |
|------|----|
| 1.50 |    |
| 0.55 |    |
| 1.47 | E1 |

Coeficiente de empuxo passivo (Ko)  
EMPUXO PASSIVO

Corrigindo componente tangencial/  
Verificando equilíbrio estático (E1)

|          |                   |
|----------|-------------------|
| 3.00     |                   |
| 863.8768 | Es (kgf/m)        |
| 133.15   | T (kgf/m)         |
| 11.04    | Se E1 > 1.50 → OK |

Se E1 > 1.50 → OK

Se E1 < 1.50 → CORRIGIR

→ DENTE NA SAPATA

Aproveitamento do empuxo passivo

Altura do dente

|      |        |
|------|--------|
| 0.35 | z (m)  |
| 0.60 | zo (m) |

Corrigindo os momentos: Me → aumenta

Ponto de aplicação do empuxo passivo

Empuxo passivo corrigido

MOMENTO M

Corrigindo a excentricidade

|        |            |
|--------|------------|
| 0.20   | yo (m)     |
| 129.58 | Ei (kgf/m) |
| 688.97 | M (kgfm)   |

|      |       |
|------|-------|
| 0.28 | u (m) |
| 0.27 | e (m) |

B- VERIFICAÇÃO AO TOMBAMENTO (ROTAÇÃO)(E2)

Se E2 > 1.50 → OK

|         |           |
|---------|-----------|
| 1641.38 | MI (kgfm) |
| 693.25  | Me (kgfm) |
| 2.37    | > 1.50    |

EQUILÍBRIO ELÁSTICO

→ TENSÃO MURO

→ 6e/bs

|             |          |
|-------------|----------|
| 2545.952381 | (kgf/m²) |
| 1.53        | X        |
| 0.28        | (m)      |

A- TENSÃO MÁXIMA

|         |             |         |       |                |
|---------|-------------|---------|-------|----------------|
| 6434.33 | σ1 (kgf/m²) | < σsolo | 20000 | σsolo (kgf/m²) |
|---------|-------------|---------|-------|----------------|

B- TENSÃO MÍNIMA

|          |             |     |        |
|----------|-------------|-----|--------|
| -3481.98 | σ2 (kgf/m²) | < 0 | TRAÇÃO |
|----------|-------------|-----|--------|

C- TENSÃO MÁXIMA ZONA EXCLUINDO A ZONA TRACIONADA

|           |      |           |
|-----------|------|-----------|
| bo        | 0.77 | (m)       |
| σmax      | 0.69 | (kgf/cm²) |
| < σsolo = | 2    | (kgf/cm²) |

CÁLCULO DOS ESFORÇOS INTERNOS SOLICITANTES NO MURO

MOMENTO MÁXIMO

CORTANTE MÁXIMO

|        |          |
|--------|----------|
| 573.58 | (kgfm/m) |
| 997.02 | (kgf/m)  |

Ps

Pi

|         |          |
|---------|----------|
| 346.64  | (kgf/m²) |
| 1087.92 | (kgf/m²) |

3.47 Se a altura do muro for superior a 2m:  
10.88 • dividir a armadura principal para redução da bitola da armadura.

• calcular armadura a com M a uma altura X do gráfico

M

Md

d

fy

fyd

|        |        |
|--------|--------|
| 6.9    | (kN/m) |
| 0.0069 | (MN/m) |
| 0.0096 | (MN/m) |
| 0.14   | (m)    |
| 500    | (MPa)  |
| 434.78 | (MPa)  |

ARMAÇÃO

As

As dist

As retr

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| 0.000198375 | (m²/m)              |
| 1.98        | (cm²/m)             |
| 0.50        | (cm²/m)             |
| 2           | (cm²/m)(2 direções) |

Mx

Md

d

fy

fyd

|        |        |
|--------|--------|
| 0.5    | (kN/m) |
| 0.0005 | (MN/m) |
| 0.0007 | (MN/m) |
| 0.2    | (m)    |
| 500    | (MPa)  |
| 434.78 | (MPa)  |

As comp

|             |         |
|-------------|---------|
| 1.00625E-05 | (m²/m)  |
| 0.10        | (cm²/m) |

ARMADURA AS

AS distribuída

AS retração

(2 direções)

AS complementar

(M distância X m)

|           |             |
|-----------|-------------|
| Ø 6.3 mm  | 15.63 (cm)  |
| Ø 8 mm    | 25.20 (cm)  |
| Ø 10 mm   | 40.33 (cm)  |
| Ø 12.5 mm | 63.01 (cm)  |
| Ø 16 mm   | 100.82 (cm) |
| Ø 20 mm   | 161.31 (cm) |
| Ø 5 mm    | 40.33 (cm)  |
| Ø 6.3 mm  | 62.51 (cm)  |
| Ø 8 mm    | 100.82 (cm) |
| Ø 10 mm   | 161.31 (cm) |
| Ø 5 mm    | 10.00 (cm)  |
| Ø 6.3 mm  | 15.50 (cm)  |
| Ø 8 mm    | 25.00 (cm)  |
| Ø 10 mm   | 40.00 (cm)  |
| Ø 8 mm    | 496.89 (cm) |
| Ø 10 mm   | 795.03 (cm) |

|           |              |
|-----------|--------------|
| Ø 12.5 mm | 1242,24 (cm) |
| Ø 16 mm   | 1967,58 (cm) |
| Ø 20 mm   | 3180,12 (cm) |

CÁLCULO DOS ESFORÇOS INTERNOS SOLICITANTES NA SAPATA

|                       |  |                 |                   |                  |                       |
|-----------------------|--|-----------------|-------------------|------------------|-----------------------|
| A- REAÇÕES DO SOLO    |  | $\sigma_1$      | 0,69 (kgf/cm²)    | 6914,97 (kgf/m²) | 69,15 (kN/m²)         |
|                       |  | $\sigma_2$      | 0 (kgf/cm²)       | 0,00 (kgf/m²)    | 0,00 (kN/m²)          |
|                       |  | $\sigma_3$      | 0,38 (kgf/cm²)    | 3784,72 (kgf/m²) | 37,85 (kN/m²)         |
|                       |  | $\sigma_4$      | 0,20 (kgf/cm²)    | 1996,01 (kgf/m²) | 19,96 (kN/m²)         |
| B- CARGAS VERTICAIS   |  |                 |                   |                  |                       |
| Na ponta (trecho 1-3) |  | $\sigma_p$      | 625 (kgf/m²)      |                  |                       |
| No talão(trecho 4-2)  |  | $\sigma_t$      | 2849 (kgf/m²)     |                  |                       |
| C- CARGAS NA SAPATA   |  |                 |                   |                  |                       |
| Na ponta (trecho 1-3) |  | $\sigma_i$      | 6289,97 (kgf/m²)  | 62,90 (kN/m²)    |                       |
|                       |  | $\sigma_{ii}$   | 3159,72 (kgf/m²)  | 31,60 (kN/m²)    |                       |
| No talão(trecho 4-2)  |  | $\sigma_{iv}$   | -852,99 (kgf/m²)  | -8,53 (kN/m²)    |                       |
|                       |  | $\sigma_{ii}$   | -2849 (kgf/m²)    | -28,49 (kN/m²)   |                       |
| DADOS                 |  |                 |                   |                  |                       |
| Gráficos → F-TOOL     |  | M (trecho 1-3)  | 4,9 (kN/m)        | ARMADURA AS      | Ø 8 mm 48,17 (cm)     |
|                       |  |                 | 0,0049 (MN/m)     |                  | Ø 10 mm 77,07 (cm)    |
|                       |  | Md              | 0,00696 (MN/m)    |                  | Ø 12,5 mm 120,42 (cm) |
|                       |  | d               | 0,19 (m)          |                  | Ø 16 mm 192,67 (cm)   |
|                       |  | f <sub>y</sub>  | 500 (MPa)         |                  | Ø 20 mm 308,28 (cm)   |
|                       |  | f <sub>yd</sub> | 434,78 (MPa)      |                  | Ø 5 mm 19,27 (cm)     |
|                       |  |                 |                   | AS distribuida   | Ø 5 mm 77,07 (cm)     |
|                       |  | As              | 0,0001038 (m²/m)  |                  | Ø 6,3 mm 119,46 (cm)  |
|                       |  |                 | 1,04 (cm²/m)      |                  | Ø 8 mm 192,67 (cm)    |
|                       |  | As dist         | 0,26 (cm²/m)      |                  | Ø 10 mm 308,28 (cm)   |
| DADOS                 |  |                 |                   |                  |                       |
| Gráficos → F-TOOL     |  | M (trecho 4-2)  | 3,7 (kN/m)        | ARMADURA AS      | Ø 8 mm 63,79 (cm)     |
|                       |  |                 | 0,0037 (MN/m)     |                  | Ø 10 mm 102,06 (cm)   |
|                       |  | Md              | 0,00518 (MN/m)    |                  | Ø 12,5 mm 159,48 (cm) |
|                       |  | d               | 0,19 (m)          |                  | Ø 16 mm 255,16 (cm)   |
|                       |  | f <sub>y</sub>  | 500 (MPa)         |                  | Ø 20 mm 408,26 (cm)   |
|                       |  | f <sub>yd</sub> | 434,78 (MPa)      |                  |                       |
|                       |  |                 |                   | AS distribuida   | Ø 5 mm 102,06 (cm)    |
|                       |  | As              | 7,8382E-05 (m²/m) |                  | Ø 6,3 mm 158,20 (cm)  |
|                       |  |                 | 0,78 (cm²/m)      |                  | Ø 8 mm 255,16 (cm)    |
|                       |  | As dist         | 0,20 (cm²/m)      |                  | Ø 10 mm 408,26 (cm)   |

## MURO DE FLEXÃO EM CONCRETO ARMADO

PROPRIETÁRIO: PREFEITURA MUNICIPAL DE SETE DE SETEMBRO  
OBRA NÚMERO: 006/2023

H = 210 cm

|             |  |
|-------------|--|
| PREENCHER   |  |
| CORRIGIR    |  |
| RESULTADOS  |  |
| VERIFICAÇÃO |  |

### 1.DADOS SOLO:

ÂNGULO DE TALUDE NATURAL:  
PESO ESPECÍFICO DO SOLO:  
TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO:

|      |             |
|------|-------------|
| 30   | φ (°)       |
| 1600 | γt (kgf/m³) |
| 2    | σ (kgf/cm²) |

### 2.CARGAS ADICIONAIS:

SOBRECARGA NO TERRENO:  
C1- muro alvenaria e= 0.15 h=1

|      |              |
|------|--------------|
| 1000 | q (kgf/m²)   |
| 0.15 | e (m)        |
| 1    | h (m)        |
| 1400 | Tak (kgf/m²) |

### 3.ESPECIFICAÇÕES:

AÇO CA 50

CONCRETO

|      |               |      |    |
|------|---------------|------|----|
| 5000 | Fy (kgf/cm²)  | 1.15 | Ys |
| 300  | Fck (kgf/cm²) | 1.4  | Yc |

|         |               |
|---------|---------------|
| 4347.83 | Fyd (kgf/cm²) |
| 214.29  | Fcd (kgf/cm²) |

### 4.MURO:

ALTURA REAL  
ESPESURA TOPO  
PESO ESPECÍFICO CONCRETO

|      |        |
|------|--------|
| 2.1  | h (m)  |
| 0.2  | do (m) |
| 2500 | kfg/m³ |

(128)

### 5.DIMENSÕES:

→ EMPUXO DE TERRA:

ALTURA EQUIVALENTE A SOBRECARGA:  
COEFICIENTE DE EMPUXO:  
ALTURA TOTAL:  
GRANDEZA DE EMPUXO  
PONTO DE APLICAÇÃO

|         |           |      |               |
|---------|-----------|------|---------------|
| 0.63    | h0 (m)    | 0.65 | CORRIGIDO (m) |
| 0.333   | k         |      |               |
| 2.75    | H (m)     |      |               |
| 1903.86 | E (kgf/m) |      |               |
| 0.83    | y (m)     |      |               |

→ M. F. NA BASE DO MURO DEVIDO AO EMPUXO

MOMENTO  
BASE DO MURO (altura útil da seção concreto)

|         |                |     |                |
|---------|----------------|-----|----------------|
| 1587.49 | M (kgfm/m)     |     |                |
| 12.66   | d (cm)         | 20  | CORRIGIDO (cm) |
| 0.03    | Cobrimento (m) |     |                |
| 0.28    | di (cm)        | 0.2 | CORRIGIDO (m)  |
| 0.20    | do (m)         |     |                |

TOPO DO MURO (> 0,15 m)

SAPATA

• LARGURA

|      |        |      |               |
|------|--------|------|---------------|
| 1.08 | bs (m) | 1.40 | CORRIGIDO (m) |
| 0.35 | r (m)  | 0.45 | CORRIGIDO (m) |
| 0.44 | t (m)  | 0.75 | CORRIGIDO (m) |
| 0.25 | ds (m) | 0.25 | CORRIGIDO (m) |

• ESPESURA: (ds > di)  
(nas extremidades adotar mínimo 15 cm)

### VERIFICAÇÃO DO CONJUNTO

#### A- CARGAS VERTICAIS

Alvenaria  
Peso do muro  
Peso da sapata  
Peso de terra sobre o talão

|         |            |
|---------|------------|
| 210     | Go (kgf/m) |
| 1050.00 | Gm (kgf/m) |
| 875     | Gs (kgf/m) |
| 0.75    | a (m)      |
| 2520    | Gt (kgfm)  |

#### B- CARGA HORIZONTAL

Empuxo ativo

|         |          |
|---------|----------|
| 1903.86 | E (kgfm) |
|---------|----------|

#### C- BRAÇOS DE MOMENTO

Parapeito (alvenaria)  
Muro  
Sapata  
Terra sobre talão da sapata  
Empuxo

|      |        |
|------|--------|
| 0.55 | go (m) |
| 0.10 | Xm (m) |
| 0.55 | gn (m) |
| 0.7  | gs (m) |
| 0.38 | Kr (m) |
| 1.03 | qr (m) |
| 1.08 | y' (m) |

#### D- MOMENTOS FLETORES

|       |         |          |
|-------|---------|----------|
| Go.go | 115.50  | (kgfm/m) |
| Gm.gm | 577.50  | (kgfm/m) |
| Gs.gs | 612.50  | (kgfm/m) |
| Gt.gt | 2583.00 | (kgfm/m) |
| Mi    | 3888.50 | (kgfm/m) |
| Me    | 2063.45 | (kgfm/m) |
| M     | 1825.05 | (kgfm/m) |

#### E- COMPONENTES

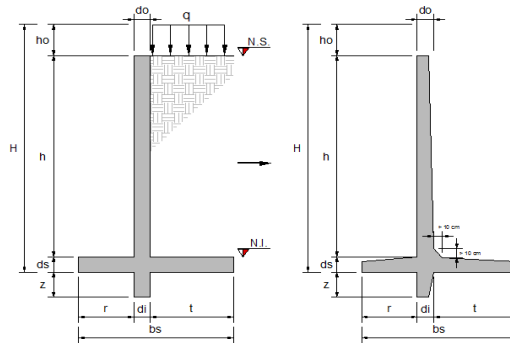
|            |         |           |
|------------|---------|-----------|
| NORMAL     | 4655.00 | N (kgf/m) |
| TANGENCIAL | 1903.86 | T (kgf/m) |

F- POSIÇÃO CENTRO DE PRESSÃO  
(APLICAÇÃO DA RESULTANTE)

|      |       |
|------|-------|
| 0.39 | u (m) |
|------|-------|

#### G- EXCENTRICIDADE

|      |       |
|------|-------|
| 0.31 | e (m) |
|------|-------|



| RESUMO DIMENSÕES |      |
|------------------|------|
| h (m)            | 2.10 |
| do (m)           | 0.20 |
| di (m)           | 0.20 |
| bs (m)           | 1.40 |
| r (m)            | 0.45 |
| t (m)            | 0.75 |
| ds (m)           | 0.25 |
| do (m)           | 0.20 |
| z (m)            | 0.35 |

### EQUILÍBRIO ESTATICO

#### A- VERIFICAÇÃO AO ESCORREGAMENTO (E1)

Coefficiente de segurança para garantir a estabilidade estática  
Coefficiente de atrito: concreto sobre terra seca (μ)

|      |
|------|
| 1.50 |
| 0.55 |
| 1.34 |

Se E1 > 1.50 → OK

Se E1 < 1.50 → CORRIGIR

→ DENTE NA SAPATA

Aproveitamento do empuxo passivo  
Altura do dente

|      |        |
|------|--------|
| 0.35 | z (m)  |
| 0.60 | zo (m) |

Coefficiente de empuxo passivo (Ko)

EMPUXO PASSIVO

Corrigindo componente tangencial

Verificando equilíbrio estático (E1)

|          |                   |
|----------|-------------------|
| 3,00     |                   |
| 863,8768 | Eo (kgf/m)        |
| 1039,99  | T (kgf/m)         |
| 2,46     | Se E1 > 1,50 → OK |

Corrigindo os momentos: Me → aumenta

Ponto de aplicação do empuxo passivo  
Empuxo passivo corrigido

MOMENTO M

Corrigindo a excentricidade

|         |            |
|---------|------------|
| 0.20    | yo (m)     |
| 129.58  | Ei (kgf/m) |
| 1695.47 | M (kgfm)   |

|      |       |
|------|-------|
| 0.38 | u (m) |
| 0.34 | e (m) |

#### B- VERIFICAÇÃO AO TOMBAMENTO (ROTAÇÃO)(E2)

Se E2 > 1.50 → OK

|         |           |
|---------|-----------|
| 3888.50 | Mi (kgfm) |
| 1933.87 | Me (kgfm) |
| 2.01    | > 1.50    |

### EQUILÍBRIO ELÁSTICO

→ TENSÃO MURO

→ 6e/bs

|      |          |
|------|----------|
| 3325 | (kgf/m²) |
| 1.44 |          |

X 0.31 (m)

A- TENSÃO MÁXIMA

|         |             |         |       |                |
|---------|-------------|---------|-------|----------------|
| 8109.80 | σ1 (kgf/m²) | < σsolo | 20000 | σsolo (kgf/m²) |
|---------|-------------|---------|-------|----------------|

B- TENSÃO MÍNIMA

|          |             |     |
|----------|-------------|-----|
| -3360.69 | σ2 (kgf/m²) | < 0 |
|----------|-------------|-----|

TRAÇÃO

C- TENSÃO MÁXIMA ZONA EXCLUINDO A ZONA TRACIONADA

|           |      |           |
|-----------|------|-----------|
| bo        | 1.09 | (m)       |
| σmax      | 0.85 | (kgf/cm²) |
| < σsolo = | 2    | (kgf/cm²) |

### CÁLCULO DOS ESFORÇOS INTERNOS SOLICITANTES NO MURO

MOMENTO MÁXIMO

CORTANTE MÁXIMO

|         |          |
|---------|----------|
| 1587.49 | (kgfm/m) |
| 1903.86 | (kgf/m)  |

Ps

Pi

|         |          |
|---------|----------|
| 346.64  | (kgf/m²) |
| 1466.56 | (kgf/m²) |

3.47 Se a altura do muro for superior a 2m:

14.67 • dividir a armadura principal para redução da bitola da armadura.  
• calcular armadura a com M a uma altura X do gráfico

M

Md

d

fy

fyd

|         |        |
|---------|--------|
| 17.9    | (kN/m) |
| 0.0179  | (MN/m) |
| 0.02506 | (MN/m) |
| 0.14    | (m)    |
| 500     | (MPa)  |
| 434.78  | (MPa)  |

ARMAÇÃO

As

As dist

As retr

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| 0.000514625 | (m²/m)              |
| 5.15        | (cm²/m)             |
| 1.29        | (cm²/m)             |
| 2           | (cm²/m)(2 direções) |

Mx

Md

d

fy

fyd

|         |        |
|---------|--------|
| 1.3     | (kN/m) |
| 0.0013  | (MN/m) |
| 0.00182 | (MN/m) |
| 0.2     | (m)    |
| 500     | (MPa)  |
| 434.78  | (MPa)  |

As comp

|             |         |
|-------------|---------|
| 2.61625E-05 | (m²/m)  |
| 0.26        | (cm²/m) |

ARMADURA AS

AS distribuída

AS retração

AS complementar

(M distância X m)

|           |             |
|-----------|-------------|
| ø 8 mm    | 9.72 (cm)   |
| ø 10 mm   | 15.55 (cm)  |
| ø 12.5 mm | 24.29 (cm)  |
| ø 16 mm   | 38.86 (cm)  |
| ø 20 mm   | 62.18 (cm)  |
| ø 5 mm    | 15.55 (cm)  |
| ø 6.3 mm  | 24.10 (cm)  |
| ø 8 mm    | 38.86 (cm)  |
| ø 10 mm   | 62.18 (cm)  |
| ø 5 mm    | 10.00 (cm)  |
| ø 6.3 mm  | 15.50 (cm)  |
| ø 8 mm    | 25.00 (cm)  |
| ø 10 mm   | 40.00 (cm)  |
| ø 8 mm    | 191.11 (cm) |
| ø 10 mm   | 305.78 (cm) |

CÁLCULO DOS ESFORÇOS INTERNOS SOLICITANTES NA SAPATA

|                       |                       |                   |                       |                      |
|-----------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|----------------------|
| A- REAÇÕES DO SOLO    | σ <sub>1</sub>        | 0,85 (kgf/cm²)    | 8520,38 (kgf/m²)      | 85,20 (kN/m²)        |
|                       | σ <sub>2</sub>        | 0 (kgf/cm²)       | 0,00 (kgf/m²)         | 0,00 (kN/m²)         |
|                       | σ <sub>3</sub>        | 0,50 (kgf/cm²)    | 5011,40 (kgf/m²)      | 50,11 (kN/m²)        |
|                       | σ <sub>4</sub>        | 0,35 (kgf/cm²)    | 3451,85 (kgf/m²)      | 34,52 (kN/m²)        |
| B- CARGAS VERTICAIS   |                       |                   |                       |                      |
| Na ponta (trecho 1-3) | σ <sub>p</sub>        | 625 (kgf/m²)      |                       |                      |
| No talão(trecho 4-2)  | σ <sub>t</sub>        | 3985 (kgf/m²)     |                       |                      |
| C- CARGAS NA SAPATA   |                       |                   |                       |                      |
| Na ponta (trecho 1-3) | σ <sub>i</sub>        | 7895,38 (kgf/m²)  | 78,95 (kN/m²)         |                      |
|                       | σ <sub>ii</sub>       | 4386,40 (kgf/m²)  | 43,86 (kN/m²)         |                      |
| No talão(trecho 4-2)  | σ <sub>iv</sub>       | -533,15 (kgf/m²)  | -5,33 (kN/m²)         |                      |
|                       | σ <sub>ii</sub>       | -3985 (kgf/m²)    | -39,85 (kN/m²)        |                      |
| DADOS                 | <b>M</b> (trecho 1-3) | 9,6 (kN/m)        | <b>ARMADURA AS</b>    | Ø 8 mm 24,59 (cm)    |
| Gráficos → F-TOOL     |                       | 0,0096 (MN/m)     |                       | Ø 10 mm 39,34 (cm)   |
|                       |                       | Md 0,01344 (MN/m) |                       | Ø 12.5 mm 61,46 (cm) |
|                       |                       | d 0,19 (m)        |                       | Ø 16 mm 98,34 (cm)   |
|                       |                       | fy 500 (MPa)      |                       | Ø 20 mm 157,35 (cm)  |
|                       |                       | fyd 434,78 (MPa)  |                       |                      |
| ARMAÇÃO               | <b>As</b>             | 0,00020337 (m²/m) | <b>AS distribuida</b> | Ø 5 mm 39,34 (cm)    |
|                       |                       | 2,03 (cm²/m)      |                       | Ø 6.3 mm 60,97 (cm)  |
|                       |                       | 0,51 (cm²/m)      |                       | Ø 8 mm 98,34 (cm)    |
|                       | <b>As dist</b>        |                   |                       | Ø 10 mm 157,35 (cm)  |
| DADOS                 | <b>M</b> (trecho 4-2) | 9,7 (kN/m)        | <b>ARMADURA AS</b>    | Ø 8 mm 24,33 (cm)    |
| Gráficos → F-TOOL     |                       | 0,0097 (MN/m)     |                       | Ø 10 mm 38,93 (cm)   |
|                       |                       | Md 0,01358 (MN/m) |                       | Ø 12.5 mm 60,83 (cm) |
|                       |                       | d 0,19 (m)        |                       | Ø 16 mm 97,33 (cm)   |
|                       |                       | fy 500 (MPa)      |                       | Ø 20 mm 155,73 (cm)  |
|                       |                       | fyd 434,78 (MPa)  |                       |                      |
| ARMAÇÃO               | <b>As</b>             | 0,00020549 (m²/m) | <b>AS distribuida</b> | Ø 5 mm 38,93 (cm)    |
|                       |                       | 2,05 (cm²/m)      |                       | Ø 6.3 mm 60,34 (cm)  |
|                       |                       | 0,51 (cm²/m)      |                       | Ø 8 mm 97,33 (cm)    |
|                       | <b>As dist</b>        |                   |                       | Ø 10 mm 155,73 (cm)  |

## MURO DE FLEXÃO EM CONCRETO ARMADO

PROPRIETÁRIO: PREFEITURA MUNICIPAL DE SETE DE SETEMBRO  
OBRA NÚMERO: 006/2023

**H = 281 cm**

|             |  |
|-------------|--|
| PREENCHER   |  |
| CORRIGIR    |  |
| RESULTADOS  |  |
| VERIFICAÇÃO |  |

### 1.DADOS SOLO:

ÂNGULO DE TALUDE NATURAL:  
PESO ESPECÍFICO DO SOLO:  
TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO:

|      |             |
|------|-------------|
| 30   | φ (°)       |
| 1600 | γt (kgf/m³) |
| 2    | σ (kgf/cm²) |

### 2.CARGAS ADICIONAIS:

SOBRECARGA NO TERRENO:  
C1- muro alvenaria e= 0.15 h=1

|      |              |
|------|--------------|
| 1000 | q (kgf/m²)   |
| 0.15 | e (m)        |
| 1    | h (m)        |
| 1400 | Tak (kgf/m²) |

### 3.ESPECIFICAÇÕES:

AÇO CA 50

CONCRETO

|      |               |      |    |
|------|---------------|------|----|
| 5000 | Fy (kgf/cm²)  | 1.15 | Ys |
| 300  | Fck (kgf/cm²) | 1.4  | Yc |

|         |               |
|---------|---------------|
| 4347.83 | Fyd (kgf/cm²) |
| 214.29  | Fcd (kgf/cm²) |

### 4.MURO:

ALTURA REAL  
ESPESSURA TOPO  
PESO ESPECÍFICO CONCRETO

|      |        |
|------|--------|
| 2.81 | h (m)  |
| 0.25 | do (m) |
| 2500 | kfg/m³ |

### 5.DIMENSÕES:

→ EMPUXO DE TERRA:

ALTURA EQUIVALENTE A SOBRECARGA:  
COEFICIENTE DE EMPUXO:  
ALTURA TOTAL:  
GRANDEZA DE EMPUXO  
PONTO DE APLICAÇÃO

|         |           |      |               |
|---------|-----------|------|---------------|
| 0.63    | h0 (m)    | 0.65 | CORRIGIDO (m) |
| 0.333   | k         |      |               |
| 3.46    | H (m)     |      |               |
| 3079.54 | E (kgf/m) |      |               |
| 1.08    | y (m)     |      |               |

→ M. F. NA BASE DO MURO DEVIDO AO EMPUXO  
MOMENTO  
BASE DO MURO (altura útil da seção concreto)

|         |                |      |                |
|---------|----------------|------|----------------|
| 3340.69 | M (kgf/m)      |      |                |
| 18.28   | d (cm)         | 20   | CORRIGIDO (cm) |
| 0.03    | Cobrimento (m) |      |                |
| 0.26    | di (cm)        | 0.25 | CORRIGIDO (m)  |
| 0.25    | do (m)         |      |                |

TOPO DO MURO (> 0,15 m)

SAPATA

• LARGURA

|      |        |      |               |
|------|--------|------|---------------|
| 1.43 | bs (m) | 1.60 | CORRIGIDO (m) |
| 0.47 | r (m)  | 0.6  | CORRIGIDO (m) |
| 0.68 | t (m)  | 0.75 | CORRIGIDO (m) |
| 0.38 | ds (m) | 0.35 | CORRIGIDO (m) |

• ESPESSURA: (ds > di)  
(nas extremidades adotar mínimo 15 cm)

### VERIFICAÇÃO DO CONJUNTO

#### A- CARGAS VERTICAIS

Alvenaria  
Peso do muro  
Peso da sapata  
Peso de terra sobre o talão

|         |            |
|---------|------------|
| 210     | Go (kgf/m) |
| 1756.25 | Gm (kgf/m) |
| 1400    | Gs (kgf/m) |
| 0.75    | a (m)      |
| 3372    | Gt (kgf/m) |

#### B- CARGA HORIZONTAL

Empuxo ativo

|         |           |
|---------|-----------|
| 3079.54 | E (kgf/m) |
|---------|-----------|

#### C- BRAÇOS DE MOMENTO

Parapeito (alvenaria)  
Muro  
Sapata  
Terra sobre talão da sapata  
Empuxo

|       |        |
|-------|--------|
| 0.725 | go (m) |
| 0.13  | xm (m) |
| 0.73  | gn (m) |
| 0.8   | gs (m) |
| 0.38  | kr (m) |
| 1.23  | qr (m) |
| 1.43  | y' (m) |

#### D- MOMENTOS FLETORES

|       |         |         |
|-------|---------|---------|
| Go.go | 152.25  | (kgf/m) |
| Gm.gm | 1273.28 | (kgf/m) |
| Gs.gs | 1120.00 | (kgf/m) |
| Gt.gt | 4130.70 | (kgf/m) |
| MI    | 6676.23 | (kgf/m) |
| Me    | 4418.53 | (kgf/m) |
| M     | 2257.70 | (kgf/m) |

#### E- COMPONENTES

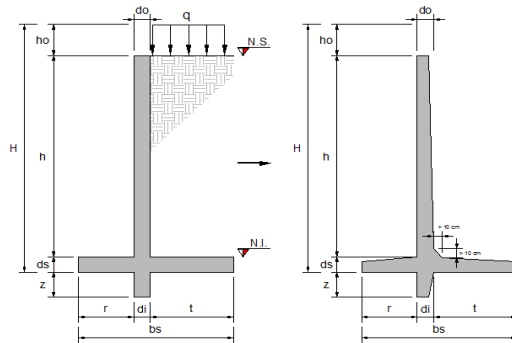
|            |         |           |
|------------|---------|-----------|
| NORMAL     | 6738.25 | N (kgf/m) |
| TANGENCIAL | 3079.54 | T (kgf/m) |

F- POSIÇÃO CENTRO DE PRESSÃO  
(APLICAÇÃO DA RESULTANTE)

|      |       |
|------|-------|
| 0.34 | u (m) |
|------|-------|

#### G- EXCENTRICIDADE

|      |       |
|------|-------|
| 0.46 | e (m) |
|------|-------|



| RESUMO DIMENSÕES |      |
|------------------|------|
| h (m)            | 2.81 |
| do (m)           | 0.25 |
| di (m)           | 0.25 |
| bs (m)           | 1.60 |
| r (m)            | 0.60 |
| t (m)            | 0.75 |
| ds (m)           | 0.35 |
| do (m)           | 0.25 |
| z (m)            | 0.35 |

### EQUILÍBRIO ESTATICO

#### A- VERIFICAÇÃO AO ESCORREGAMENTO (E1)

Coefficiente de segurança para garantir a estabilidade estática  
Coefficiente de atrito: concreto sobre terra seca (μ)

|      |    |
|------|----|
| 1.50 | E1 |
| 0.55 |    |
| 1.20 |    |

Coefficiente de empuxo passivo (Ko)

EMPUXO PASSIVO

Corrigindo componente tangencial

Verificando equilibrio estático (E1)

|          |                   |
|----------|-------------------|
| 3.00     |                   |
| 1175.832 | Es (kgf/m)        |
| 1903.71  | T (kgf/m)         |
| 1.95     | Se E1 > 1.50 → OK |

Se E1 > 1.50 → OK

Se E1 < 1.50 → CORRIGIR

→ DENTE NA SAPATA

Aproveitamento do empuxo passivo

Altura do dente

|      |        |
|------|--------|
| 0.35 | z (m)  |
| 0.70 | zo (m) |

Corrigindo os momentos: Me → . aumenta

Ponto de aplicação do empuxo passivo

Empuxo passivo corrigido

MOMENTO M

Corrigindo a excentricidade

|         |            |
|---------|------------|
| 0.23    | yo (m)     |
| 137.18  | Ei (kgf/m) |
| 2120.53 | M (kgf/m)  |

|      |       |
|------|-------|
| 0.31 | u (m) |
| 0.49 | e (m) |

#### B- VERIFICAÇÃO AO TOMBAMENTO (ROTAÇÃO)(E2)

Se E2 > 1.50 → OK

|         |            |
|---------|------------|
| 6676.23 | MI (kgf/m) |
| 4281.35 | Me (kgf/m) |
| 1.56    | > 1.50     |

### EQUILÍBRIO ELÁSTICO

→ TENSÃO MURO

→ 6e/bs

|            |          |
|------------|----------|
| 4211.40625 | (kgf/m²) |
| 1.82       | X        |
| 0.66       | (m)      |

A- TENSÃO MÁXIMA

|          |             |         |       |                |
|----------|-------------|---------|-------|----------------|
| 11875.65 | σ1 (kgf/m²) | < σsolo | 20000 | σsolo (kgf/m²) |
|----------|-------------|---------|-------|----------------|

B- TENSÃO MÍNIMA

|          |             |     |        |
|----------|-------------|-----|--------|
| -2355.76 | σ2 (kgf/m²) | < 0 | TRAÇÃO |
|----------|-------------|-----|--------|

C- TENSÃO MÁXIMA ZONA EXCLUINDO A ZONA TRACIONADA

|           |      |           |
|-----------|------|-----------|
| bo        | 0.94 | (m)       |
| σmax      | 1.43 | (kgf/cm²) |
| < σsolo = | 2    | (kgf/cm²) |

### CÁLCULO DOS ESFORÇOS INTERNOS SOLICITANTES NO MURO

MOMENTO MÁXIMO

CORTANTE MÁXIMO

|         |         |
|---------|---------|
| 3340.69 | (kgf/m) |
| 3079.54 | (kgf/m) |

Ps

Pi

|         |          |
|---------|----------|
| 346.64  | (kgf/m²) |
| 1845.20 | (kgf/m²) |

3,47 Se a altura do muro for superior a 2m:  
18,45 • dividir a armadura principal para redução da bitola da armadura.

(F-TOOL)

• calcular armadura a com M a uma altura X do gráfico

M

Md

d

fy

fyd

|         |        |
|---------|--------|
| 37.8    | (kN/m) |
| 0.0378  | (MN/m) |
| 0.05292 | (MN/m) |
| 0.19    | (m)    |
| 500     | (MPa)  |
| 434.78  | (MPa)  |

ARMAÇÃO

As

As dist

As retr

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| 0,000800763 | (m²/m)              |
| 8,01        | (cm²/m)             |
| 2,00        | (cm²/m)             |
| 2,5         | (cm²/m)(2 direções) |

Mx

Md

d

fy

fyd

|         |        |
|---------|--------|
| 6.6     | (kN/m) |
| 0.0066  | (MN/m) |
| 0.00924 | (MN/m) |
| 0.2     | (m)    |
| 500     | (MPa)  |
| 434.78  | (MPa)  |

As comp

|             |         |
|-------------|---------|
| 0.000132825 | (m²/m)  |
| 1.33        | (cm²/m) |

ARMADURA AS

ARMADURA AS

ARMADURA AS

ARMADURA AS

ARMADURA AS

ARMADURA AS

ARMADURA AS

ARMADURA AS

ARMADURA AS

ARMADURA AS

ARMADURA AS

ARMADURA AS

ARMADURA AS

ARMADURA AS

ARMADURA AS

ARMADURA AS

ARMADURA AS

ARMADURA AS

ARMADURA AS

ARMADURA AS

ARMADURA AS

CÁLCULO DOS ESFORÇOS INTERNOS SOLICITANTES NA SAPATA

|                       |                       |                   |                       |                      |
|-----------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|----------------------|
| A- REAÇÕES DO SOLO    | σ <sub>1</sub>        | 1,43 (kgf/cm²)    | 14274,47 (kgf/m²)     | 142,74 (kN/m²)       |
|                       | σ <sub>2</sub>        | 0 (kgf/cm²)       | 0,00 (kgf/m²)         | 0,00 (kN/m²)         |
|                       | σ <sub>3</sub>        | 0,52 (kgf/cm²)    | 5202,66 (kgf/m²)      | 52,03 (kN/m²)        |
|                       | σ <sub>4</sub>        | 0,14 (kgf/cm²)    | 1422,73 (kgf/m²)      | 14,23 (kN/m²)        |
| B- CARGAS VERTICAIS   |                       |                   |                       |                      |
| Na ponta (trecho 1-3) | σ <sub>p</sub>        | 875 (kgf/m²)      |                       |                      |
| No talão(trecho 4-2)  | σ <sub>t</sub>        | 537,1 (kgf/m²)    |                       |                      |
| C- CARGAS NA SAPATA   |                       |                   |                       |                      |
| Na ponta (trecho 1-3) | σ <sub>i</sub>        | 13399,47 (kgf/m²) | 133,99 (kN/m²)        |                      |
|                       | σ <sub>ni</sub>       | 4327,66 (kgf/m²)  | 43,28 (kN/m²)         |                      |
| No talão(trecho 4-2)  | σ <sub>iv</sub>       | -3948,27 (kgf/m²) | -39,48 (kN/m²)        |                      |
|                       | σ <sub>ii</sub>       | -537,1 (kgf/m²)   | -53,71 (kN/m²)        |                      |
| DADOS                 | <b>M</b> (trecho 1-3) | 25,6 (kN/m)       | <b>ARMADURA AS</b>    | Ø 8 mm 14,07 (cm)    |
| Gráficos → F-TOOL     |                       | 0,0256 (MN/m)     |                       | Ø 10 mm 22,52 (cm)   |
|                       |                       | Md 0,03584 (MN/m) |                       | Ø 12.5 mm 35,18 (cm) |
|                       |                       | d 0,29 (m)        |                       | Ø 16 mm 56,29 (cm)   |
|                       |                       | fy 500 (MPa)      |                       | Ø 20 mm 90,06 (cm)   |
|                       |                       | fyd 434,78 (MPa)  |                       |                      |
| ARMAÇÃO               | <b>As</b>             | 0,00035531 (m²/m) | <b>AS distribuida</b> | Ø 5 mm 22,52 (cm)    |
|                       |                       | 3,55 (cm²/m)      |                       | Ø 6.3 mm 34,90 (cm)  |
|                       | <b>As dist</b>        | 0,89 (cm²/m)      |                       | Ø 8 mm 56,29 (cm)    |
|                       |                       |                   |                       | Ø 10 mm 90,06 (cm)   |
| DADOS                 | <b>M</b> (trecho 4-2) | 18 (kN/m)         | <b>ARMADURA AS</b>    | Ø 8 mm 20,01 (cm)    |
| Gráficos → F-TOOL     |                       | 0,018 (MN/m)      |                       | Ø 10 mm 32,02 (cm)   |
|                       |                       | Md 0,0252 (MN/m)  |                       | Ø 12.5 mm 50,03 (cm) |
|                       |                       | d 0,29 (m)        |                       | Ø 16 mm 80,06 (cm)   |
|                       |                       | fy 500 (MPa)      |                       | Ø 20 mm 128,09 (cm)  |
|                       |                       | fyd 434,78 (MPa)  |                       |                      |
| ARMAÇÃO               | <b>As</b>             | 0,00024963 (m²/m) | <b>AS distribuida</b> | Ø 5 mm 32,02 (cm)    |
|                       |                       | 2,50 (cm²/m)      |                       | Ø 6.3 mm 49,63 (cm)  |
|                       | <b>As dist</b>        | 0,62 (cm²/m)      |                       | Ø 8 mm 80,06 (cm)    |
|                       |                       |                   |                       | Ø 10 mm 128,09 (cm)  |



|           |            |
|-----------|------------|
| Ø 12.5 mm | 35,70 (cm) |
| Ø 16 mm   | 57,11 (cm) |
| Ø 20 mm   | 91,38 (cm) |

CÁLCULO DOS ESFORÇOS INTERNOS SOLICITANTES NA SAPATA

|                       |                 |                   |                   |                      |
|-----------------------|-----------------|-------------------|-------------------|----------------------|
| A- REAÇÕES DO SOLO    | σ <sub>1</sub>  | 1,55 (kgf/cm²)    | 15472,39 (kgf/m²) | 154,72 (kN/m²)       |
|                       | σ <sub>2</sub>  | 0 (kgf/cm²)       | 0,00 (kgf/m²)     | 0,00 (kN/m²)         |
|                       | σ <sub>3</sub>  | 0,80 (kgf/cm²)    | 8049,77 (kgf/m²)  | 80,50 (kN/m²)        |
|                       | σ <sub>4</sub>  | 0,41 (kgf/cm²)    | 4052,97 (kgf/m²)  | 40,53 (kN/m²)        |
| B- CARGAS VERTICAIS   |                 |                   |                   |                      |
| Na ponta (trecho 1-3) | σ <sub>p</sub>  | 875 (kgf/m²)      |                   |                      |
| No talão(trecho 4-2)  | σ <sub>t</sub>  | 6507 (kgf/m²)     |                   |                      |
| C- CARGAS NA SAPATA   |                 |                   |                   |                      |
| Na ponta (trecho 1-3) | σ <sub>i</sub>  | 14597,39 (kgf/m²) | 145,97 (kN/m²)    |                      |
|                       | σ <sub>ni</sub> | 7174,77 (kgf/m²)  | 71,75 (kN/m²)     |                      |
| No talão(trecho 4-2)  | σ <sub>iv</sub> | -2454,03 (kgf/m²) | -24,54 (kN/m²)    |                      |
|                       | σ <sub>ti</sub> | -6507 (kgf/m²)    | -65,07 (kN/m²)    |                      |
| DADOS                 | M (trecho 1-3)  | 37,6 (kN/m)       | ARMADURA AS       | Ø 8 mm 9,58 (cm)     |
| Gráficos → F-TOOL     |                 | 0,0376 (MN/m)     |                   | Ø 10 mm 15,33 (cm)   |
|                       |                 | Md 0,05264 (MN/m) |                   | Ø 12.5 mm 23,95 (cm) |
|                       |                 | d 0,29 (m)        |                   | Ø 16 mm 38,32 (cm)   |
|                       |                 | fy 500 (MPa)      |                   | Ø 20 mm 61,32 (cm)   |
|                       |                 | fyd 434,78 (MPa)  |                   |                      |
| ARMAÇÃO               | As              | 0,00052186 (m²/m) | AS distribuida    | Ø 5 mm 15,33 (cm)    |
|                       |                 | 5,22 (cm²/m)      |                   | Ø 6.3 mm 23,76 (cm)  |
|                       | As dist         | 1,30 (cm²/m)      |                   | Ø 8 mm 38,32 (cm)    |
|                       |                 |                   |                   | Ø 10 mm 61,32 (cm)   |
| DADOS                 | M (trecho 4-2)  | 33,8 (kN/m)       | ARMADURA AS       | Ø 8 mm 10,66 (cm)    |
| Gráficos → F-TOOL     |                 | 0,0338 (MN/m)     |                   | Ø 10 mm 17,05 (cm)   |
|                       |                 | Md 0,04732 (MN/m) |                   | Ø 12.5 mm 26,65 (cm) |
|                       |                 | d 0,29 (m)        |                   | Ø 16 mm 42,63 (cm)   |
|                       |                 | fy 500 (MPa)      |                   | Ø 20 mm 68,21 (cm)   |
|                       |                 | fyd 434,78 (MPa)  |                   |                      |
| ARMAÇÃO               | As              | 0,00046912 (m²/m) | AS distribuida    | Ø 5 mm 17,05 (cm)    |
|                       |                 | 4,69 (cm²/m)      |                   | Ø 6.3 mm 26,43 (cm)  |
|                       | As dist         | 1,17 (cm²/m)      |                   | Ø 8 mm 42,63 (cm)    |
|                       |                 |                   |                   | Ø 10 mm 68,21 (cm)   |

## MURO DE FLEXÃO EM CONCRETO ARMADO

PROPRIETÁRIO: PREFEITURA MUNICIPAL DE SETE DE SETEMBRO  
OBRA NÚMERO: 006/2023

**H = 425 cm**

|             |  |
|-------------|--|
| PREENCHER   |  |
| CORRIGIR    |  |
| RESULTADOS  |  |
| VERIFICAÇÃO |  |

### 1.DADOS SOLO:

ÂNGULO DE TALUDE NATURAL:  
PESO ESPECÍFICO DO SOLO:  
TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO:

|      |             |
|------|-------------|
| 30   | φ (°)       |
| 1600 | γt (kgf/m³) |
| 2    | σ (kgf/cm²) |

### 2.CARGAS ADICIONAIS:

SOBRECARGA NO TERRENO:  
C1- muro alvenaria e= 0.15 h=1

|      |              |
|------|--------------|
| 1000 | q (kgf/m²)   |
| 0.15 | e (m)        |
| 1    | h (m)        |
| 1400 | Tak (kgf/m²) |

### 3.ESPECIFICAÇÕES:

AÇO CA 50

CONCRETO

|      |               |      |    |
|------|---------------|------|----|
| 5000 | Fy (kgf/cm²)  | 1.15 | Ys |
| 300  | Fck (kgf/cm²) | 1.4  | Yc |

|         |               |
|---------|---------------|
| 4347.83 | Fyd (kgf/cm²) |
| 214.29  | Fcd (kgf/cm²) |

### 4.MURO:

ALTURA REAL  
ESPESSURA TOPO  
PESO ESPECÍFICO CONCRETO

|      |        |
|------|--------|
| 4.25 | h (m)  |
| 0.2  | do (m) |
| 2500 | kfg/m³ |

= (J28)

### 5.DIMENSÕES:

→ EMPUXO DE TERRA:

ALTURA EQUIVALENTE A SOBRECARGA:  
COEFICIENTE DE EMPUXO:  
ALTURA TOTAL:  
GRANDEZA DE EMPUXO  
PONTO DE APLICAÇÃO

|         |           |      |               |
|---------|-----------|------|---------------|
| 0.63    | h0 (m)    | 0.65 | CORRIGIDO (m) |
| 0.333   | k         |      |               |
| 4.90    | H (m)     |      |               |
| 6289.55 | E (kgf/m) |      |               |
| 1.58    | y (m)     |      |               |

→ M. F. NA BASE DO MURO DEVIDO AO EMPUXO  
MOMENTO  
BASE DO MURO (altura útil da seção concreto)

|         |                |
|---------|----------------|
| 9953.73 | M (kgf/m)      |
| 31.55   | d (cm)         |
| 0.03    | Cobrimento (m) |
| 0.36    | di (m)         |
| 0.20    | do (m)         |

TOPO DO MURO (> 0,15 m)

SAPATA

• LARGURA

|      |        |      |               |
|------|--------|------|---------------|
| 2.13 | bs (m) | 2.30 | CORRIGIDO (m) |
| 0.71 | r (m)  | 0.75 | CORRIGIDO (m) |
| 1.06 | t (m)  | 1.20 | CORRIGIDO (m) |
| 0.35 | ds (m) | 0.35 | CORRIGIDO (m) |

• ESPESSURA: (ds > di)  
(nas extremidades adotar mínimo 15 cm)

### VERIFICAÇÃO DO CONJUNTO

#### A- CARGAS VERTICAIS

Alvenaria  
Peso do muro  
Peso da sapata  
Peso de terra sobre o talão

|         |            |
|---------|------------|
| 210     | Go (kgf/m) |
| 2921.88 | Gm (kgf/m) |
| 2012.5  | Gs (kgf/m) |
| 1.35    | a (m)      |
| 8670    | Gt (kgf/m) |

#### B- CARGA HORIZONTAL

Empuxo ativo

|         |           |
|---------|-----------|
| 6289.55 | E (kgf/m) |
|---------|-----------|

#### C- BRAÇOS DE MOMENTO

Parapeito (alvenaria)  
Muro  
Sapata  
Terra sobre talão da sapata  
Empuxo

|      |        |
|------|--------|
| 0.85 | go (m) |
| 0.14 | Xm (m) |
| 0.89 | gn (m) |
| 1.15 | gs (m) |
| 0.64 | Xs (m) |
| 1.66 | qs (m) |
| 1.93 | y' (m) |

#### D- MOMENTOS FLETORES

|       |          |         |
|-------|----------|---------|
| Go.go | 178.50   | (kgf/m) |
| Gm.gm | 2603.13  | (kgf/m) |
| Gs.gs | 2314.38  | (kgf/m) |
| Gt.gt | 14407.50 | (kgf/m) |
| MI    | 19503.50 | (kgf/m) |
| Me    | 12155.08 | (kgf/m) |
| M     | 7345.42  | (kgf/m) |

#### E- COMPONENTES

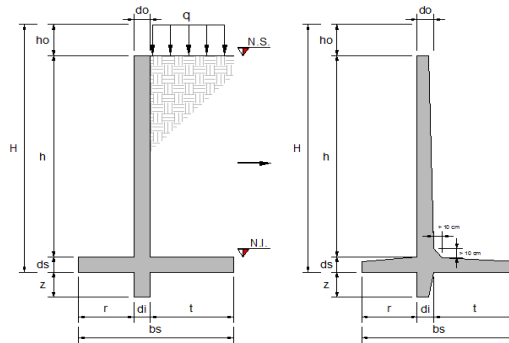
|            |          |           |
|------------|----------|-----------|
| NORMAL     | 13814.38 | N (kgf/m) |
| TANGENCIAL | 6289.55  | T (kgf/m) |

F- POSIÇÃO CENTRO DE PRESSÃO  
(APLICAÇÃO DA RESULTANTE)

|      |       |
|------|-------|
| 0.53 | u (m) |
|------|-------|

#### G- EXCENTRICIDADE

|      |       |
|------|-------|
| 0.62 | e (m) |
|------|-------|



| RESUMO DIMENSÕES |      |
|------------------|------|
| h (m)            | 4.25 |
| do (m)           | 0.20 |
| di (m)           | 0.35 |
| bs (m)           | 2.30 |
| r (m)            | 0.75 |
| t (m)            | 1.20 |
| ds (m)           | 0.35 |
| do (m)           | 0.20 |
| z (m)            | 0.50 |

### EQUILÍBRIO ESTATICO

#### A- VERIFICAÇÃO AO ESCORREGAMENTO (E1)

Coefficiente de segurança para garantir a estabilidade estática  
Coefficiente de atrito: concreto sobre terra seca (μ)

|      |    |
|------|----|
| 1.50 | E1 |
| 0.55 |    |
| 1.21 |    |

Coefficiente de empuxo passivo (Ko)

EMPUXO PASSIVO

Corrigindo componente tangencial

Verificando equilíbrio estático (E1)

|          |                   |
|----------|-------------------|
| 3.00     |                   |
| 1733.753 | Es (kgf/m)        |
| 4555.80  | T (kgf/m)         |
| 1.67     | Se E1 > 1.50 → OK |

Se E1 > 1.50 → OK

Se E1 < 1.50 → CORRIGIR

→ DENTE NA SAPATA

Aproveitamento do empuxo passivo

Altura do dente

|      |        |
|------|--------|
| 0.50 | z (m)  |
| 0.85 | zo (m) |

Corrigindo os momentos: Me → aumenta

Ponto de aplicação do empuxo passivo

Empuxo passivo corrigido

**MOMENTO M**

Corrigindo a excentricidade

|         |            |
|---------|------------|
| 0.28    | yo (m)     |
| 375.68  | Ea (kgf/m) |
| 6972.73 | M (kgf/m)  |

|      |       |
|------|-------|
| 0.50 | u (m) |
| 0.63 | e (m) |

#### B- VERIFICAÇÃO AO TOMBAMENTO (ROTAÇÃO)(E2)

Se E2 > 1.50 → OK

|          |            |
|----------|------------|
| 19503.50 | MI (kgf/m) |
| 11779.43 | Me (kgf/m) |
| 1.66     | > 1.50     |

### EQUILÍBRIO ELÁSTICO

→ TENSÃO MURO

→ 6e/bs

|         |          |
|---------|----------|
| 6006.25 | (kgf/m²) |
| 1.68    |          |
| 0.79    | (m)      |

A- TENSÃO MÁXIMA

|          |             |         |       |                |
|----------|-------------|---------|-------|----------------|
| 16116.37 | σ1 (kgf/m²) | < σsolo | 20000 | σsolo (kgf/m²) |
|----------|-------------|---------|-------|----------------|

B- TENSÃO MÍNIMA

|          |             |     |        |
|----------|-------------|-----|--------|
| -3938.45 | σ2 (kgf/m²) | < 0 | TRAÇÃO |
|----------|-------------|-----|--------|

C- TENSÃO MÁXIMA ZONA EXCLUINDO A ZONA TRACIONADA

|           |      |           |
|-----------|------|-----------|
| bo        | 1.51 | (m)       |
| σmax      | 1.82 | (kgf/cm²) |
| < σsolo = | 2    | (kgf/cm²) |

### CÁLCULO DOS ESFORÇOS INTERNOS SOLICITANTES NO MURO

MOMENTO MÁXIMO

CORTANTE MÁXIMO

|         |         |
|---------|---------|
| 9953.73 | (kgf/m) |
| 6289.55 | (kgf/m) |

Ps

Pi

|         |          |
|---------|----------|
| 346.64  | (kgf/m²) |
| 2613.15 | (kgf/m²) |

3.47 Se a altura do muro for superior a 2m:  
26.13 • dividir a armadura principal para redução da bitola da armadura.

(F=TOOL)

• calcular armadura a com M a uma altura X do gráfico

M

Md

d

fy

fyd

|         |        |
|---------|--------|
| 108.2   | (kN/m) |
| 0.1082  | (MN/m) |
| 0.15148 | (MN/m) |
| 0.29    | (m)    |
| 500     | (MPa)  |
| 434.78  | (MPa)  |

ARMAÇÃO

As

As dist

As retr

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| 0.001501741 | (m²/m)              |
| 15.02       | (cm²/m)             |
| 3.75        | (cm²/m)             |
| 2.75        | (cm²/m)(2 direções) |

Mx

Md

d

fy

fyd

|         |        |
|---------|--------|
| 36.3    | (kN/m) |
| 0.0363  | (MN/m) |
| 0.05082 | (MN/m) |
| 0.2     | (m)    |
| 500     | (MPa)  |
| 434.78  | (MPa)  |

As comp

|             |         |
|-------------|---------|
| 0.000730538 | (m²/m)  |
| 7.31        | (cm²/m) |
| X = 1.50 m  |         |

ARMADURA AS

AS distribuída

AS retração

(2 direções)

AS complementar

(M distância X m)

|           |            |
|-----------|------------|
| ø 8 mm    | 3.33 (cm)  |
| ø 10 mm   | 5.33 (cm)  |
| ø 12.5 mm | 8.32 (cm)  |
| ø 16 mm   | 13.32 (cm) |
| ø 20 mm   | 21.31 (cm) |
| ø 5 mm    | 5.33 (cm)  |
| ø 6.3 mm  | 8.26 (cm)  |
| ø 8 mm    | 13.32 (cm) |
| ø 10 mm   | 21.31 (cm) |
| ø 5 mm    | 7.27 (cm)  |
| ø 6.3 mm  | 11.27 (cm) |
| ø 8 mm    | 18.18 (cm) |
| ø 10 mm   | 29.09 (cm) |
| ø 8 mm    | 6.84 (cm)  |
| ø 10 mm   | 10.95 (cm) |

|           |            |
|-----------|------------|
| Ø 12.5 mm | 17,11 (cm) |
| Ø 16 mm   | 27,38 (cm) |
| Ø 20 mm   | 43,80 (cm) |

CÁLCULO DOS ESFORÇOS INTERNOS SOLICITANTES NA SAPATA

|                       |                 |                   |                   |                      |
|-----------------------|-----------------|-------------------|-------------------|----------------------|
| A- REAÇÕES DO SOLO    | σ <sub>1</sub>  | 1,82 (kgf/cm²)    | 18245,91 (kgf/m²) | 182,46 (kN/m²)       |
|                       | σ <sub>2</sub>  | 0 (kgf/cm²)       | 0,00 (kgf/m²)     | 0,00 (kN/m²)         |
|                       | σ <sub>3</sub>  | 0,92 (kgf/cm²)    | 9208,77 (kgf/m²)  | 92,09 (kN/m²)        |
|                       | σ <sub>4</sub>  | 0,50 (kgf/cm²)    | 4991,44 (kgf/m²)  | 49,91 (kN/m²)        |
| B- CARGAS VERTICAIS   |                 |                   |                   |                      |
| Na ponta (trecho 1-3) | σ <sub>p</sub>  | 875 (kgf/m²)      |                   |                      |
| No talão(trecho 4-2)  | σ <sub>t</sub>  | 7675 (kgf/m²)     |                   |                      |
| C- CARGAS NA SAPATA   |                 |                   |                   |                      |
| Na ponta (trecho 1-3) | σ <sub>i</sub>  | 17370,91 (kgf/m²) | 173,71 (kN/m²)    |                      |
|                       | σ <sub>ii</sub> | 8333,77 (kgf/m²)  | 83,34 (kN/m²)     |                      |
| No talão(trecho 4-2)  | σ <sub>iv</sub> | -2683,56 (kgf/m²) | -26,84 (kN/m²)    |                      |
|                       | σ <sub>ii</sub> | -7675 (kgf/m²)    | -76,75 (kN/m²)    |                      |
| DADOS                 | M (trecho 1-3)  | 57,8 (kN/m)       | ARMADURA AS       | Ø 8 mm 6,23 (cm)     |
| Gráficos → F-TOOL     |                 | 0,0578 (MN/m)     |                   | Ø 10 mm 9,97 (cm)    |
|                       |                 | Md 0,08092 (MN/m) |                   | Ø 12.5 mm 15,58 (cm) |
|                       |                 | d 0,29 (m)        |                   | Ø 16 mm 24,93 (cm)   |
|                       |                 | fy 500 (MPa)      |                   | Ø 20 mm 39,89 (cm)   |
|                       |                 | fyd 434,78 (MPa)  |                   |                      |
| ARMAÇÃO               | As              | 0,00080222 (m²/m) | AS distribuida    | Ø 5 mm 9,97 (cm)     |
|                       |                 | 8,02 (cm²/m)      |                   | Ø 6.3 mm 15,46 (cm)  |
|                       | As dist         | 2,01 (cm²/m)      |                   | Ø 8 mm 24,93 (cm)    |
|                       |                 |                   |                   | Ø 10 mm 39,89 (cm)   |
| DADOS                 | M (trecho 4-2)  | 53,8 (kN/m)       | ARMADURA AS       | Ø 8 mm 6,70 (cm)     |
| Gráficos → F-TOOL     |                 | 0,0538 (MN/m)     |                   | Ø 10 mm 10,71 (cm)   |
|                       |                 | Md 0,07532 (MN/m) |                   | Ø 12.5 mm 16,74 (cm) |
|                       |                 | d 0,29 (m)        |                   | Ø 16 mm 26,78 (cm)   |
|                       |                 | fy 500 (MPa)      |                   | Ø 20 mm 42,85 (cm)   |
|                       |                 | fyd 434,78 (MPa)  |                   |                      |
| ARMAÇÃO               | As              | 0,00074671 (m²/m) | AS distribuida    | Ø 5 mm 10,71 (cm)    |
|                       |                 | 7,47 (cm²/m)      |                   | Ø 6.3 mm 16,61 (cm)  |
|                       | As dist         | 1,87 (cm²/m)      |                   | Ø 8 mm 26,78 (cm)    |
|                       |                 |                   |                   | Ø 10 mm 42,85 (cm)   |