Prefeitura municipal
Itaguaçu

## CONTRATANTE

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAGUAÇU

_____

DARLY DETTMANN
CNPJ n° 27.167.451/0001-74

# INFRAESTRUTURA LOTEAMENTO SOLAR
# CONTRATO: ITA 053-25
# MEMORIAL DE CÁLCULO
# CONTENÇÃO
# PROJETO EXECUTIVO

## CONTROLE DE EMISSÕES

| DATA | REVISÃO |
|---|---|
| 12/2025 | R0 – EMISSÃO INICIAL |
| | |

## ELABORAÇÃO

AMÉRICA LATINA
ENGENHARIA

CNPJ n° 10.568.340/0001-77

## RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

### COORDENAÇÃO DO CONTRATO

Documento assinado digitalmente
gov.br
RAFAEL AMARAL MATHIELO ALTOE
Data: 13/12/2025 15:03:30-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

RAFAEL AMARAL MATHIELO ALTOÉ
CREA ES-0049064/D
ENGENHEIRO CIVIL

### RESPONSÁVEL TÉCNICO

Documento assinado digitalmente
gov.br
CASSIO FABRE PEREIRA DOS SANTOS
Data: 13/12/2025 15:47:12-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

CÁSSIO FABRE PEREIRA DOS SANTOS
CREA ES-0049064/D
ENGENHEIRO CIVIL

**CON-ITA_053_25_02-PE-CAL-R0-01-06**

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 1 / 181

## Sumário

1. INTRODUÇÃO ..... 2
2. SOFTWARES, NORMAS E MATERIAIS ..... 2
2.1. Softwares ..... 2
2.2. Normas ..... 2
2.3. Materiais ..... 3
3. DEFINIÇÕES ..... 3
3.1. Parâmetros do Solo ..... 3
3.2. Empuxo ..... 5
3.3. Cargas Devidas ao Peso Próprio ..... 6
3.4. Verificação de Tensões na Fundação ..... 6
3.5. Ensaio de solo ..... 6
4. DIMENSIONAMENTO ..... 7
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 7

## Lista de Tabelas

Tabela 3.1 – Parâmetros do solo – Joppert Jr – Adaptada ..... 4

## Lista de Figuras

Figura 1 – Locação dos furos de sondagem ..... 7

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 2 / 181

# 1. INTRODUÇÃO

Este documento apresenta a memória de cálculo referente ao dimensionamento das estruturas de contenção necessárias para a implantação do **Loteamento Solar**, situado na Rodovia Gumercindo Moura Nunes (ES-164), no município de Itaguaçu – ES. A intervenção é necessária devido à conformação topográfica original da gleba, que exigiu ta execução de cortes e aterros para o nivelamento das quadras e abertura de vias, gerando desníveis artificiais que requerem estabilização mecânica.

Considerando os desníveis variáveis gerados pela terraplenagem, que em pontos críticos demandam contenções robustas, a execução destes muros é imprescindível para garantir a estabilidade global dos maciços, a segurança das futuras edificações e a integridade da infraestrutura viária adjacente.

O presente projeto propõe a execução de **muros de gravidade** e **muros de flexão**, conforme seção específica, dimensionados para suportar os empuxos ativos provenientes do solo.

# 2. SOFTWARES, NORMAS E MATERIAIS

## 2.1. Softwares

- AutoCAD 2025 – Software para detalhamento geral;
- Microsft Excel – Software para dimensionamento e verificação dos elementos.
- Cype3D 2026.a – Software para análise de esforços dos elementos.

## 2.2. Normas

- ABNT NBR 6118/2023 – Projeto de Estruturas de Concreto;
- ABNT NBR 6120/2019 – Ações para o cálculo de estruturas de edificações;
- ABNT NBR 6122/2019 – Projeto e execução de fundações;
- ABNT NBR 11682/2009 – Estabilidade de encostas.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 3 / 181

### 2.3. Materiais

- Argamassa fck mínimo de 15MPa composta de cal, cimento e areia;
- Rocha granito ou similar com consumo mínimo de 70% e peso específico de 2,85 T/m³;
- Concreto para muros de flexão fck mínimo de 30MPa e aço CA-50.

## 3. DEFINIÇÕES

### 3.1. Parâmetros do Solo

Os parâmetros do solo necessários para os cálculos geotécnicos podem ser determinados através de ensaios laboratoriais de amostra indeformável. Contudo, na prática esse tipo de ensaio é restrito a obras específicas de grande complexidade. No caso geral, a ensaio disponível para determinação destes valores é o ensaio de SPT.

Diversos autores se propuseram a determinar equações que pudessem fazer correlação entre os números de golpes apontados no ensaio e os valores dos parâmetros de solo necessários para os cálculos.

Serão adotados os valores definidos por Ivan Joppert Jr na página 99 do livro Fundações e contenções de edifícios – Qualidade total na gestão do projeto e execução. A seguir é descrita a tabela com os valores determinados pelo autor.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 4 / 181

| Tipo de solo | Faixa de SPT | Módulo de Elasticidade t/m² | Peso específico (g) | | Ângulo de atrito efetivo f | Coesão efetiva tf/m² |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Natural t/m³ | Saturado t/m³ | | |
| Areia pouco siltosa / pouco argilosa | 0 - 4 | 2000 - 5000 | 1,70 | 1,80 | 25° | - |
| | 5 - 8 | 4000 - 8000 | 1,80 | 1,90 | 30° | - |
| | 9 - 18 | 5000 - 10000 | 1,90 | 2,00 | 32° | - |
| | 19 - 41 | 8000 - 15000 | 2,00 | 2,10 | 35° | - |
| | > 41 | 16000 - 20000 | 2,00 | 2,10 | 38° | - |
| Areia média e fina / muito argilosa | 0 - 4 | 2000 | 1,70 | 1,80 | 25° | 0,00 |
| | 5 - 8 | 4000 | 1,80 | 1,90 | 28° | 0,50 |
| | 9 - 18 | 5000 | 1,90 | 2,00 | 30° | 0,75 |
| | 19 - 41 | 10000 | 2,00 | 2,10 | 32° | 1,00 |
| Argilosa porosa vermelha e amarela | 0 - 2 | 200 - 500 | 1,50 | 1,70 | 20° | 0,75 |
| | 3 - 5 | 500 - 1000 | 1,60 | 1,70 | 23° | 1,50 |
| | 6 - 10 | 1000 - 2000 | 1,70 | 1,80 | 25° | 3,00 |
| | > 10 | 2000 - 3000 | 1,80 | 1,90 | 25° | 3,0 a 7,0 |
| Argila siltosa pouco arenosa (terciário) | 0 - 2 | 100 | 1,70 | 1,80 | 20° | 0,75 |
| | 3 - 5 | 100 - 250 | 1,80 | 1,90 | 23° | 1,50 |
| | 6 - 10 | 250 - 500 | 1,90 | 1,90 | 24° | 2,00 |
| | 11 - 19 | 500 - 1000 | 1,90 | 1,90 | 24° | 3,00 |
| | 20 - 30 | 3000 - 10000 | 2,00 | 2,00 | 25° | 4,00 |
| | > 30 | 10000 - 15000 | 2,00 | 2,00 | 25° | 5,00 |
| Argila arenosa pouco siltosa | 0 - 2 | 500 | 1,50 | 1,70 | 15° | 1,00 |
| | 3 - 5 | 500 - 1500 | 1,70 | 1,80 | 15° | 2,00 |
| | 6 - 10 | 1500 - 2000 | 1,80 | 1,90 | 18° | 3,50 |
| | 11 - 19 | 2000 - 3500 | 1,90 | 1,90 | 20° | 5,00 |
| | > 19 | 3500 - 5000 | 2,00 | 2,00 | 25° | 6,50 |
| Turfa/argila orgânica (quaternário) | 0 - 1 | 40 - 100 | 1,10 | 1,10 | 15° | 0,50 |
| | 2 - 5 | 100 - 150 | 1,20 | 1,20 | 15° | 1,00 |
| Silte arenoso pouco argiloso (residual) | 5 - 8 | 8000 | 1,80 | 1,90 | 25° | 1,50 |
| | 9 - 18 | 10000 | 1,90 | 2,00 | 26° | 2,00 |
| | 19 - 41 | 15000 | 2,00 | 2,00 | 27° | 3,00 |
| | > 41 | 20000 | 2,10 | 2,10 | 28° | 5,00 |

Tabela 3.1 – Parâmetros do solo – Joppert Jr – Adaptada

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 5 / 181

## 3.2. Empuxo

### a) Solo

Para estimativa do empuxo atuante na estrutura foi utilizada a teoria de Rankine, amplamente difundida. As equações principais são descritas a seguir.

$$K_a = cos\,\beta * \frac{cos\,\beta - \sqrt{cos^2\,\beta - cos^2\,\emptyset}}{cos\,\beta + \sqrt{cos^2\,\beta - cos^2\,\emptyset}}$$

$$K_p = cos\,\beta * \frac{cos\,\beta + \sqrt{cos^2\,\beta - cos^2\,\emptyset}}{cos\,\beta - \sqrt{cos^2\,\beta - cos^2\,\emptyset}}$$

$$E_a = \left(K_a * \gamma * H_a - 2 * C * \sqrt{K_a}\right) * \frac{H_a}{2}$$

$$E_p = \left(K_p * \gamma * H_p + 2 * C * \sqrt{K_p}\right) * \frac{H_p}{2}$$

$$E_h = E_a * cos\,\beta$$

$$E_v = E_a * sin\,\beta$$

Onde:

- $K_a$ = Coeficiente de empuxo ativo;
- $K_p$ = Coeficiente de empuxo passivo;
- $E_a$ = Empuxo ativo;
- $E_p$ = Empuxo passivo;
- $E_h$ = Resultante horizontal do empuxo ativo;
- $E_v$ = Resultante vertical do empuxo ativo.

### b) Sobrecarga

A determinação do empuxo referente à sobrecarga é feita através da transformação do esforço horizontal atuante no maciço de solo em horizontal na parede da contenção. A equação que define esta variável é dada a seguir.

$$E_{SC} = \left(K_a * SC - \frac{2 * C}{\gamma * \sqrt{K_a}}\right) * H$$

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 6 / 181

### 3.3. Cargas Devidas ao Peso Próprio

As cargas de peso próprio referentes aos materiais utilizados no projeto serão definidas conforme as Tabelas 1 e A.1 da NBR 6120/2019.

### 3.4. Verificação de Tensões na Fundação

As fundações, em geral feitas com sapata corrida, serão verificadas pelo método das tensões admissíveis quanto à relação entre a tensão máxima atuante na base da sapata e a tensão máximo admissível pelo solo.

A tensão admissível será calculada pelo método de Berberian, que correlaciona o SPT médio com um coeficiente tabelado que varia com o tipo de solo e capacidade de golpes, pela equação a seguir.

$$\sigma_a = \frac{N_{72,médio}}{K_{Berb}}$$

As tensões máximas e mínimas atuantes na base da sapata serão definidas pelas equações seguintes.

$$\sigma_{max} = \frac{P_T}{B} + \frac{6M}{B^2}$$

$$\sigma_{min} = \frac{P_T}{B} - \frac{6M}{B^2}$$

A relação entre a tensão admissível e a máxima não deve ser inferior a 1 e a tensão mínima não deve ser inferior a 0.

$$\frac{\sigma_a}{\sigma_{max}} \geq 1 \; ; \; \sigma_{min} \geq 0$$

### 3.5. Ensaio de solo

Foram realizados no local de implantação do loteamento um total de 17 furos de sondagem, locados conforma e Figura 1 a seguir.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 7 / 181

Figura 1 – Locação dos furos de sondagem




A aplicação dos valores de cada furo será feita oportunamente nos anexos indicados no Item 4.

## 4. DIMENSIONAMENTO

Os dimensionamentos serão apresentados em anexos, conforme descritos a seguir.

- Anexo I – Contenções Quadra A;
- Anexo II – Contenções Quadra B;
- Anexo III – Contenções Quadra C;
- Anexo IV – Contenções Quadra D;
- Anexo V – Contenções Quadra E.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os elementos componentes da estrutura foram verificados para as cargas que constam nesta memória de cálculo, após a análise dos resultados

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 8 / 181

obtidos, verificou-se que a estrutura se encontra dentro dos limites preconizados pelas normas enumeradas no subitem 2.2.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 9 / 181

Prefeitura municipal
Itaguaçu

## CONTRATANTE

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAGUAÇU

_____

DARLY DETTMANN
CNPJ n° 27.167.451/0001-74

# INFRAESTRUTURA LOTEAMENTO SOLAR
# CONTRATO: ITA 053-25
# MEMORIAL DE CÁLCULO – ANEXO I
# CONTENÇÃO
# PROJETO EXECUTIVO

## CONTROLE DE EMISSÕES

| DATA | REVISÃO |
|---|---|
| 12/2025 | R0 – EMISSÃO INICIAL |
| | |

## ELABORAÇÃO

AMÉRICA LATINA
ENGENHARIA

CNPJ n° 10.568.340/0001-77

## RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

### COORDENAÇÃO DO CONTRATO

Documento assinado digitalmente
gov.br
RAFAEL AMARAL MATHIELO ALTOE
Data: 13/12/2025 15:03:30-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

RAFAEL AMARAL MATHIELO ALTOÉ
CREA ES-0049064/D
ENGENHEIRO CIVIL

### RESPONSÁVEL TÉCNICO

Documento assinado digitalmente
gov.br
CASSIO FABRE PEREIRA DOS SANTOS
Data: 13/12/2025 15:47:12-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

CÁSSIO FABRE PEREIRA DOS SANTOS
CREA ES-0049064/D
ENGENHEIRO CIVIL



2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 10 / 181

## Sumário

1. INTRODUÇÃO ..... 2
2. CARACTERÍSTICAS DO SOLO ..... 2
2.1. Tensão admissível da fundação ..... 2
2.2. Reaterro ..... 4
2.3. Propriedades do solo ..... 4
3. DIMENSIONAMENTO ..... 5
3.1. Seção teórica ..... 5
3.2. Altura máxima de 1,15m ..... 5
3.3. Altura máxima de 1,50m ..... 10
3.4. Altura máxima de 1,75m ..... 15
3.5. Altura máxima de 2,10m ..... 20
3.6. Altura máxima de 2,40m ..... 26

## Lista de Figuras

Figura 1 – Furos de sondagem Quadra A ..... 2
Figura 2 – SP-04 ..... 3
Figura 3 – Coeficiente $K_{Berb}$ ..... 4
Figura 4 – Seção modelo ..... 5
Figura 5 – Seção transversal altura máxima de 1,15m ..... 6
Figura 6 – Seção transversal altura máxima de 1,50m ..... 10
Figura 7 – Seção transversal altura máxima de 1,75m ..... 16
Figura 8 – Seção transversal altura máxima de 2,10m ..... 21
Figura 9 – Seção transversal altura máxima de 2,40m ..... 26

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 11 / 181

# 1. INTRODUÇÃO

O presente memorial anexo tem como finalidade apresentar, de forma detalhada, o dimensionamento e a verificação dos elementos estruturais que compõem as contenções da Quadra A do Loteamento Solar.

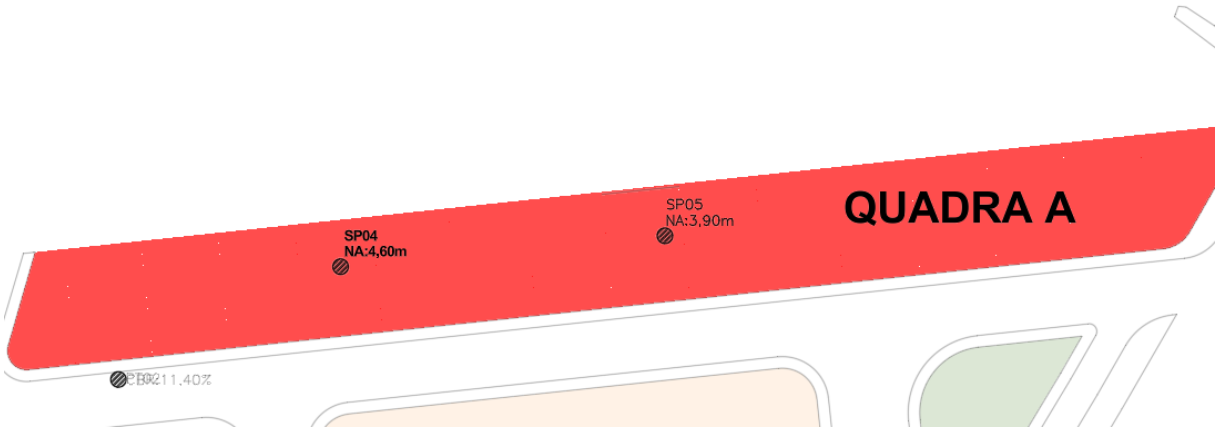
O muro assentado em conta mínimo de 0,50m em relação ao nível natural do solo.

# 2. CARACTERÍSTICAS DO SOLO

## 2.1. Tensão admissível da fundação

Na área da Quadra A, conforme indicado na Figura 1 a seguir, foram feitos os furos SP-04 e SP-05. Por apresentar menor número de golpes, será utilizado o SP-04 no dimensionamento da tensão admissível do solo.

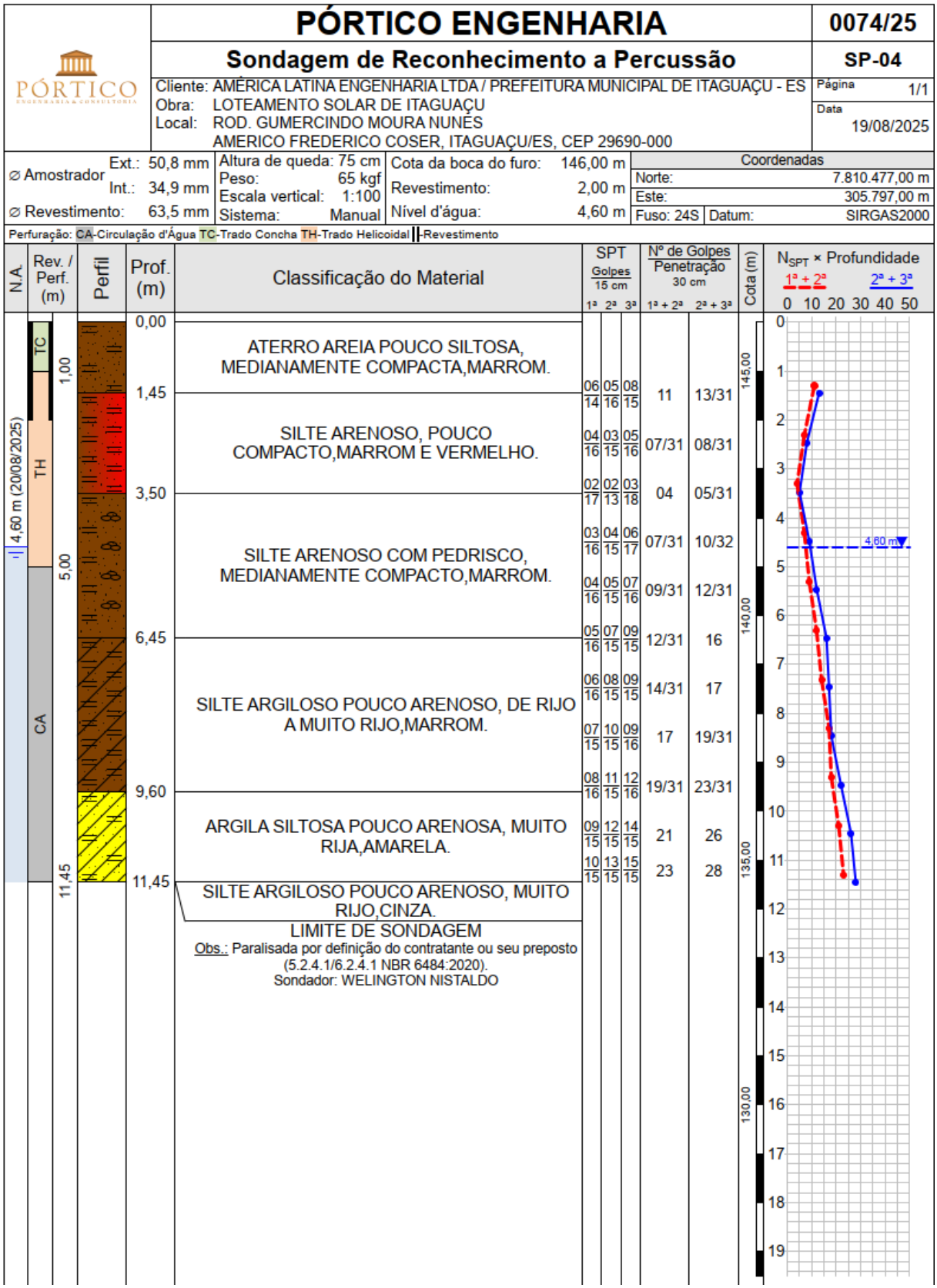
Figura 1 – Furos de sondagem Quadra A




Fonte: Autor, 2025

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 12 / 181

Figura 2 – SP-04




Fonte: Autor, 2025

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 13 / 181

O bulbo de tensões considerado será de 3m de profundidade. O SPT médio considerado é dado a seguir.

$$SPT_{med} = \frac{13 + 8 + 5}{3} \therefore SPT_{med} = 8$$

O valor do coeficiente $K_{Berb}$ está definido na Figura 3 a seguir.

Figura 3 – Coeficiente $K_{Berb}$

Coeficiente $K_{BASE}$ de acordo com o tipo de solo e o SPT – Berberian (2015) 1/3

| SOLO | Class. Berb. | SPT ($N_{72}$ Brasileiro) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Silte ( Mó ) | M | 5,45 | 5,71 | 5,63 | 5,63 | 5,63 | 5,63 | 5,59 | 5,71 | 5,82 | 5,92 | 6,00 | 5,63 |
| Silte Muito Pco.. Arenoso | M3S | 5,00 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,60 | 4,67 | 4,74 | 4,80 | 4,86 |
| Silte Pco. Arenoso | M4S | 5,00 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,60 | 4,67 | 4,74 | 4,80 | 4,86 |
| Silte Arenoso | M5S | 4,10 | 4,40 | 4,64 | 4,84 | 5,01 | 4,62 | 4,62 | 4,62 | 4,62 | 4,35 | 4,40 | 4,45 |
| Silte Muito Arenoso | M6S | 5,00 | 5,28 | 5,28 | 5,28 | 5,28 | 5,28 | 4,50 | 4,58 | 4,65 | 4,72 | 4,78 | 4,83 |
| Silte Mto Pco.. Argiloso | M3C | 5,34 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,18 | 5,22 |
| Silte Pco. Argiloso | M4C | 5,34 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,18 | 5,22 |
| Silte Argiloso | M5C | 5,20 | 5,62 | 5,77 | 5,53 | 5,53 | 5,53 | 5,52 | 5,62 | 5,70 | 5,77 | 5,84 | 5,53 |
| Silte Muito Argiloso | M6C | 5,34 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,18 | 5,22 |

Fonte: Autor, 2025

Assim, a tensão admissível é dada a seguir.

$$\sigma_{adm} = \frac{8}{4{,}84} \therefore \sigma_{adm} = 1{,}653 \frac{kgf}{cm^2}$$

## 2.2. Reaterro

O reaterro compactado será considerado com resistência equivalente a um solo com SPT de 5 golpes.

## 2.3. Propriedades do solo

Conforme indicado no item 3.1 do memorial de cálculo, o solo de reaterro e fundação terão as seguintes características adotadas.

| Propriedade | Aterro | Fundação | Und. |
|---|---|---|---|
| Ângulo de atrito: | 25,00 | 25,00 | ° |
| Peso específico: | 1,90 | 1,90 | tf/m³ |
| Coesão: | 0,00 | 0,00 | tf/m² |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 14 / 181

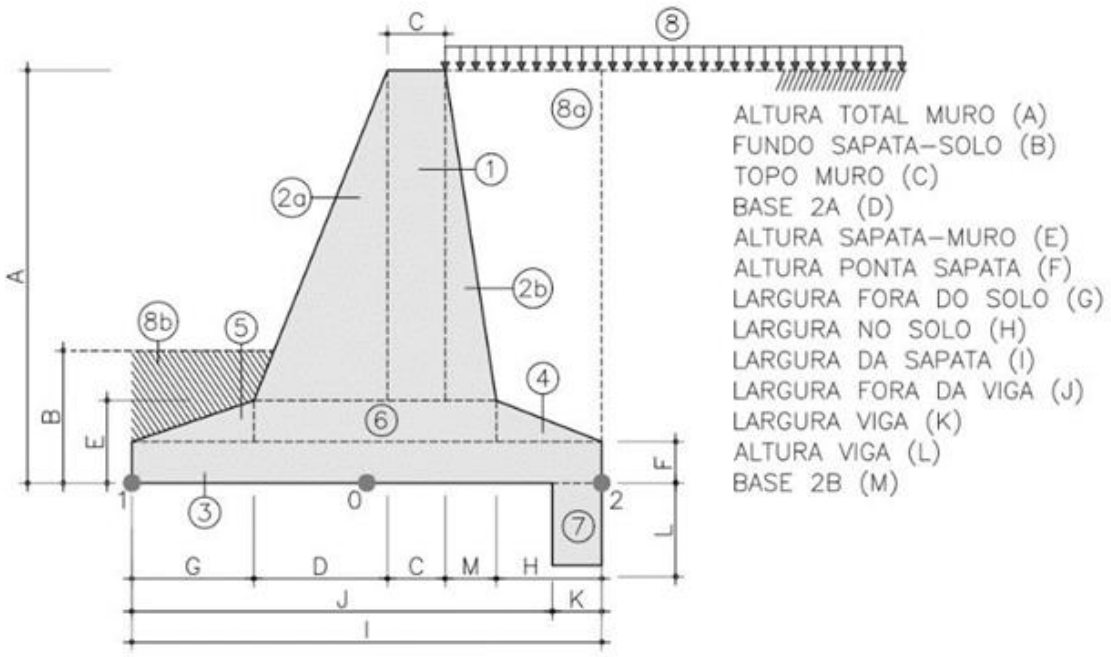
| | | | |
|---|---|---|---|
| Ángulo talude: | 0,00 | | ° |

## 3. DIMENSIONAMENTO

### 3.1. Seção teórica

A seção modelo adotada para esta contenção é dada na Figura 4 a seguir.

Figura 4 – Seção modelo




Fonte: Autor, 2025

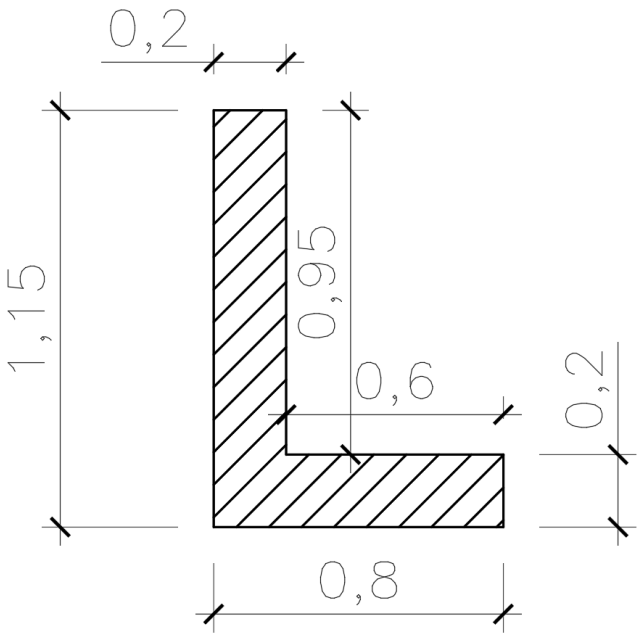
### 3.2. Altura máxima de 1,15m

#### 3.2.1. Dados básicos

A seção real do muro é a apresentada na Figura 5 a seguir.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 15 / 181

Figura 5 – Seção transversal altura máxima de 1,15m



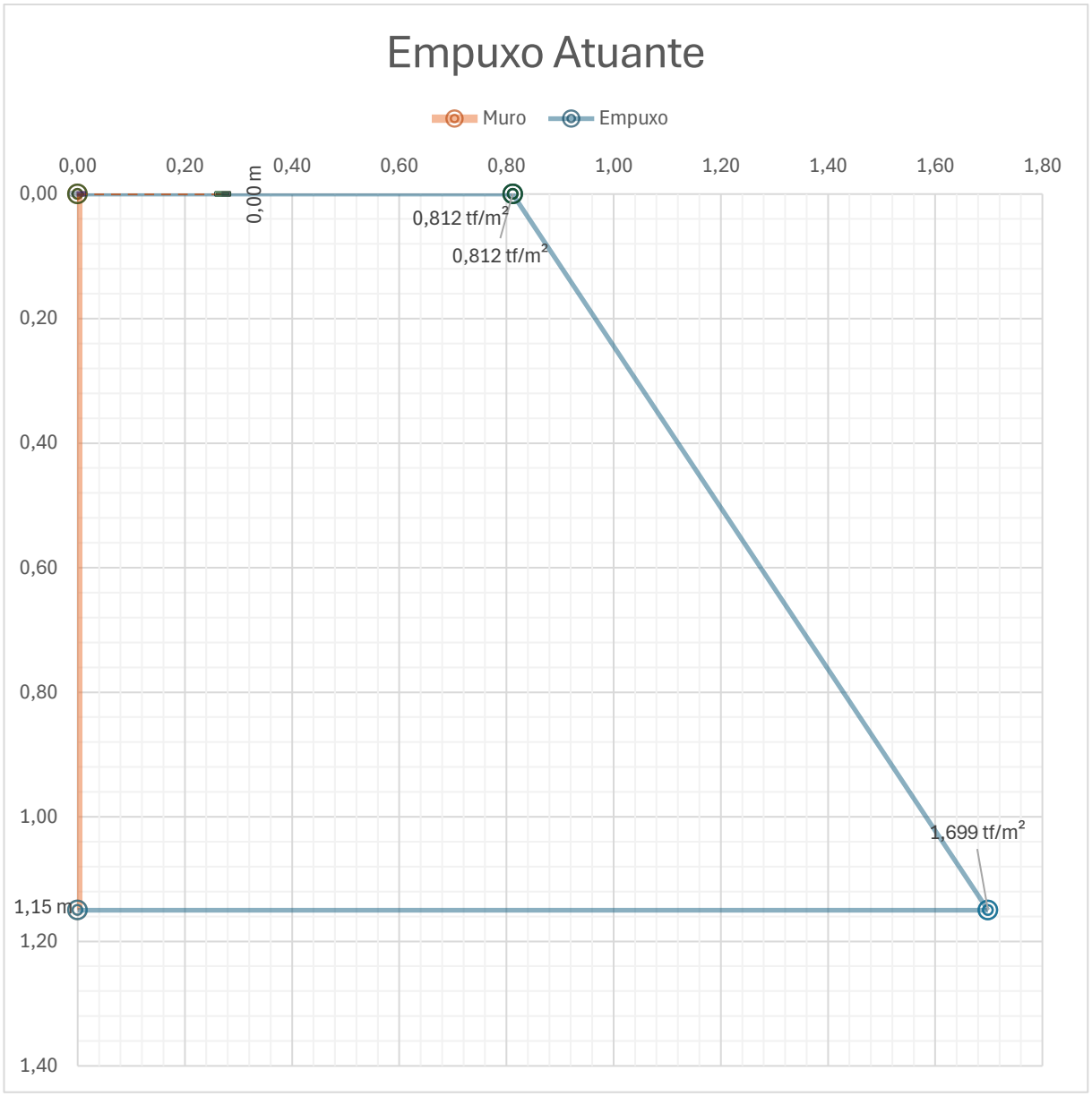

Fonte: Autor, 2025

O muro será de concreto ciclópico, composto de 70% de rocha (granito, sienito ou pórfiro), com peso estimado de 2,85 tf/m³, e 30% de argamassa, com peso estimado de 1,90 tf/m³. O peso do muro é de 2,57 tf/m³. A sobre-carga considerada foi de 2,00 tf/m², conforme item 7.3.3 da NBR 11682/2009.

### 3.2.2. Empuxo

| | | |
|---|---|---|
| Ka: | 0,406 | |
| Kp: | 2,464 | |
| Pceosão: | 0,000 | tf/m² |
| zc: | 0,000 | m |
| Pativo: | 0,887 | tf/m² |
| Esc: | 0,812 | tf/m² |
| Etopo: | 0,812 | tf/m² |
| Ebase: | 1,699 | tf/m² |
| Epassivo: | 1,170 | tf/m² |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 16 / 181




### 3.2.3. Carga permanente dos elementos

| Parte | Peso tf/m |
|---|---|
| 1 | 0,487 |
| 3 | 0,410 |
| 8a | 1,083 |
| 9 | 1,200 |
| Total | **3,181** |

### 3.2.4. Verificação do deslizamento

$$Fa = (1{,}699 + 0{,}812) * \frac{1{,}15}{2} \therefore Fa = 1{,}443\ tf/m$$

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 17 / 181

$$Fr = 3{,}181 * 0{,}9 * \tan(25) + 1{,}170 \therefore Fr = 2{,}505\ tf/m$$

$$FS = \frac{2{,}505}{1{,}443} \therefore FS = 1{,}735$$

### 3.2.5. Verificação ao tombamento

$$Ma = 1{,}15 * \left(\frac{0{,}933}{2} + \frac{0{,}510}{3}\right) \therefore Ma = 0{,}732\ tfm/m$$

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento Resistente |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 1 | tfm/m |
| 1 | 0,487 | 0,100 | 0,049 |
| 3 | 0,410 | 0,400 | 0,164 |
| 8a | 1,083 | 0,500 | 0,542 |
| 9 | 1,200 | 0,500 | 0,600 |
| Totais | **3,181** | | **1,354** |

$$FS = \frac{1{,}354}{0{,}732} \therefore FS = 1{,}849$$

### 3.2.6. Verificação estrutural

| **SEÇÃO** | | **GEOMETRIA** | | **EMPUXO** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seção | Profundidade | h real | b | Ea | Eh | Ev |
| | m | m | m | tf/m | tf/m | tf/m |
| 1 | 0,190 | 0,190 | 0,200 | 0,014 | 0,014 | 0,000 |
| 2 | 0,380 | 0,380 | 0,200 | 0,056 | 0,056 | 0,000 |
| 3 | 0,570 | 0,570 | 0,200 | 0,125 | 0,125 | 0,000 |
| 4 | 0,760 | 0,760 | 0,200 | 0,223 | 0,223 | 0,000 |
| 5 | 0,950 | 0,950 | 0,200 | 0,348 | 0,348 | 0,000 |

| **MOMENTOS** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M0c | M0s | M0sc | M0ev | Mr | M0 |
| tfm | tfm | tfm | tfm | tfm | tfm |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,001 |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,007 |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,024 |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,056 |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,110 |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 18 / 181

| TENSÃO NA SEÇÃO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P | W | fcd | fctd | σ1 | σ2 | σ1,calc | σ2,calc | σc,Rd | σct,Rd |
| tf | m³ | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² |
| 0,097 | 0,007 | 892,857 | 76,028 | 0,620 | 0,355 | 0,867 | 0,497 | 758,929 | 64,623 |
| 0,195 | 0,007 | | | 2,033 | -0,083 | 2,846 | -0,116 | | |
| 0,292 | 0,007 | | | 5,032 | -2,108 | 7,045 | -2,951 | | |
| 0,390 | 0,007 | | | 10,412 | -6,513 | 14,577 | -9,119 | | |
| 0,487 | 0,007 | | | 18,965 | -14,092 | 26,552 | -19,729 | | |

| Status | | | |
|---|---|---|---|
| σ1 | | σ2 | |
| 0,114% | OK | 0,066% | OK |
| 0,375% | OK | 0,180% | OK |
| 0,928% | OK | 4,567% | OK |
| 1,921% | OK | 14,110% | OK |
| 3,499% | OK | 30,529% | OK |

| CISALHAMENTO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vsd | Twd | Tw,Rd | Status | |
| tf | tf/m² | tf/m² | | |
| 0,019 | 0,146 | 22,808 | 0,641% | OK |
| 0,078 | 0,585 | | 2,563% | OK |
| 0,175 | 1,315 | | 5,767% | OK |
| 0,312 | 2,338 | | 10,252% | OK |
| 0,487 | 3,654 | | 16,019% | OK |

### 3.2.7. Verificação da fundação

A tensão atuante na fundação é dada pela relação indicada em 3.4 do memorial de cálculo.

#### a) Tensão atuante

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 0 | tfm/m |
| 1 | 0,487 | 0,300 | 0,146 |
| 8a | 1,083 | -0,100 | -0,108 |
| 9 | 1,200 | -0,100 | -0,120 |
| Totais | **3,181** | | **-0,082** |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 19 / 181

| TENSÕES NA BASE | | |
|---|---|---|
| M0: | 0,113 | tfm/m |
| W: | 0,107 | m³ |
| σ1: | 0,504 | kgf/cm² |
| σ2: | 0,291 | kgf/cm² |

**b) Verificação**

A tensão máxima $\sigma_1 = 0{,}504\ kgf/cm^2$ é inferior à tensão admissível $\sigma_{adm} = 1{,}653\ kgf/cm^2$ apresentada em 2.1.

A tensão minima $\sigma_2 = 0{,}291\ kgf/cm^2$ é superior a $0{,}00\ kgf/cm^2$, indicando que não há levantamento da fundação.

### 3.2.8. Conclusão

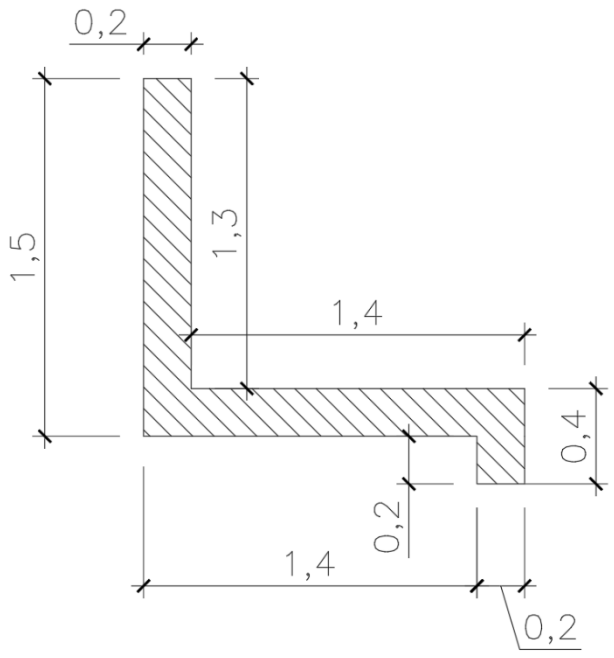
Dadas as verificações apresentadas ao longo deste item, a contenção está aprovada no dimensionamento.

## 3.3. Altura máxima de 1,50m

### 3.3.1. Dados básicos

A seção real do muro é a apresentada na Figura 6 a seguir.

Figura 6 – Seção transversal altura máxima de 1,50m




Fonte: Autor, 2025

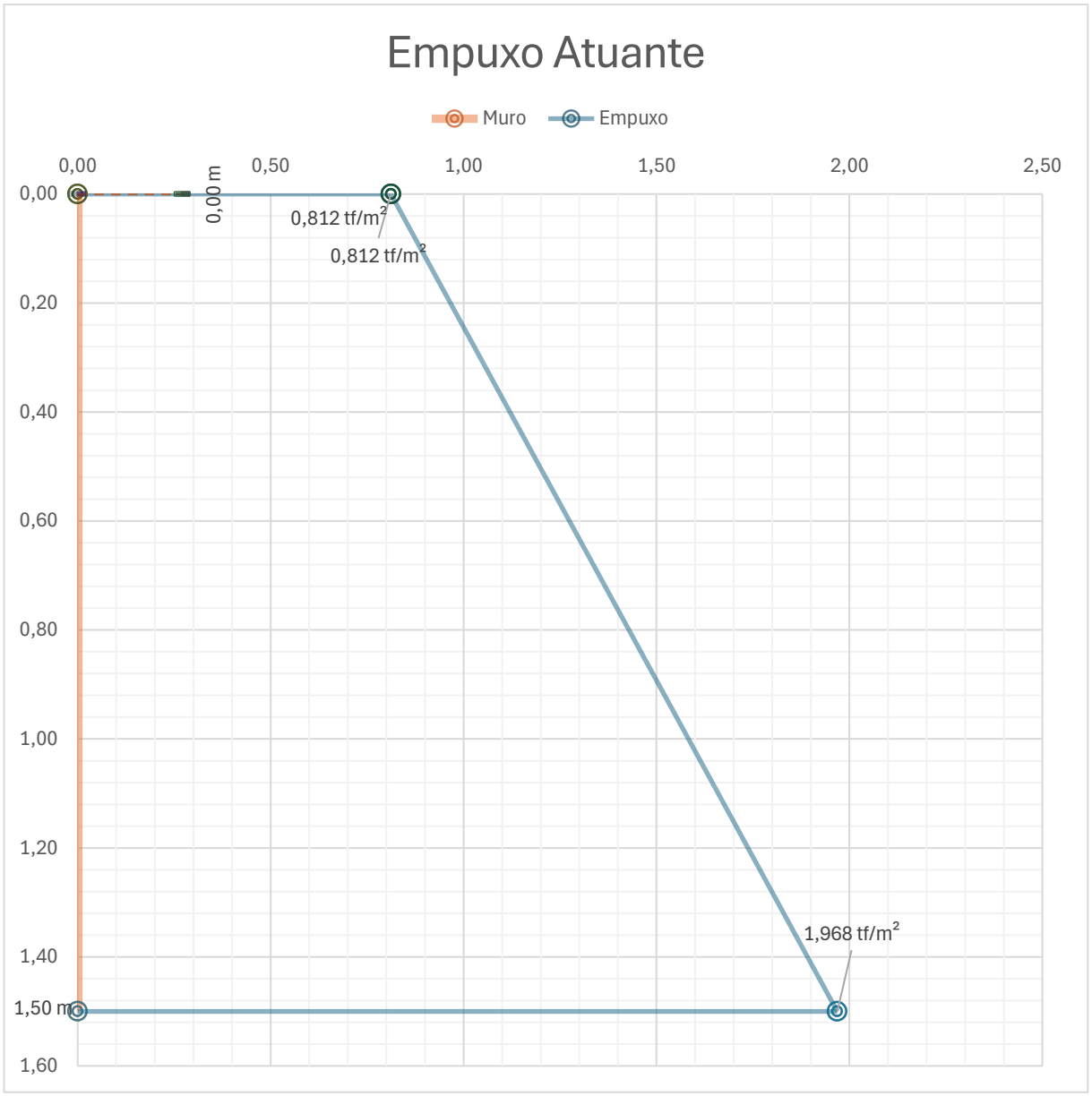
2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 20 / 181

O muro será de concreto ciclópico, composto de 70% de rocha (granito, sienito ou pórfiro), com peso estimado de 2,85 tf/m³, e 30% de argamassa, com peso estimado de 1,90 tf/m³. O peso do muro é de 2,57 tf/m³. A sobre-carga considerada foi de 2,00 tf/m², conforme item 7.3.3 da NBR 11682/2009.

### 3.3.2. Empuxo

| | | |
|---|---|---|
| Ka: | 0,406 | |
| Kp: | 2,464 | |
| Pceosão: | 0,000 | tf/m² |
| zc: | 0,000 | m |
| Pativo: | 1,157 | tf/m² |
| Esc: | 0,812 | tf/m² |
| Etopo: | 0,812 | tf/m² |
| Ebase: | 1,968 | tf/m² |
| Epassivo: | 2,294 | tf/m² |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 21 / 181




### 3.3.3. Carga permanente dos elementos

| Parte | Peso |
|---|---|
| | tf/m |
| 1 | 0,667 |
| 2a | 0,167 |
| 3 | 0,770 |
| 7 | 0,103 |
| 8b | 0,684 |
| Totais | **2,390** |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 22 / 181

### 3.3.4. Verificação do deslizamento

$$Fa = (1{,}968 + 0{,}812) * \frac{1{,}50}{2} \therefore Fa = 2{,}085\ tf/m$$

$$Fr = 2{,}390 * 0{,}9 * \tan(25) + 2{,}294 \therefore Fr = 3{,}297\ tf/m$$

$$FS = \frac{3{,}297}{2{,}085} \therefore FS = 1{,}581$$

### 3.3.5. Verificação ao tombamento

$$Ma = 1{,}50 * \left(\frac{1{,}218}{2} + \frac{0{,}868}{3}\right) \therefore Ma = 1{,}347\ tfm/m$$

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento Resistente |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 1 | tfm/m |
| 1 | 0,667 | 1,400 | 0,934 |
| 2a | 0,167 | 1,267 | 0,211 |
| 3 | 0,770 | 0,750 | 0,577 |
| 7 | 0,103 | 0,100 | 0,010 |
| 8b | 0,684 | 0,606 | 0,414 |
| Totais | **2,390** | | **2,147** |

$$FS = \frac{2{,}147}{1{,}347} \therefore FS = 1{,}593$$

### 3.3.6. Verificação estrutural

| **SEÇÃO** | | **GEOMETRIA** | | **EMPUXO** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seção | Prof. | h real | b | Ea | Eh | Ev |
| | m | m | m | tf/m | tf/m | tf/m |
| 1 | 0,260 | 0,260 | 0,220 | 0,026 | 0,026 | 0,000 |
| 2 | 0,520 | 0,520 | 0,240 | 0,104 | 0,104 | 0,000 |
| 3 | 0,780 | 0,780 | 0,260 | 0,235 | 0,235 | 0,000 |
| 4 | 1,040 | 1,040 | 0,280 | 0,417 | 0,417 | 0,000 |
| 5 | 1,300 | 1,300 | 0,300 | 0,652 | 0,652 | 0,000 |

| **MOMENTOS** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M0c | M0s | M0sc | M0ev | Mr | M0 |
| tfm | tfm | tfm | tfm | tfm | tfm |
| -0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | -0,001 | 0,002 |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 23 / 181

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| -0,003 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | -0,003 | 0,015 |
| -0,007 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | -0,007 | 0,054 |
| -0,012 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | -0,012 | 0,132 |
| -0,019 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | -0,019 | 0,263 |

| TENSÃO NA SEÇÃO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P | W | fcd | fctd | σ1 | σ2 | σ1,calc | σ2,calc | σc,Rd | σct,Rd |
| tf | m³ | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² |
| 0,097 | 0,007 | 892,857 | 76,028 | 0,620 | 0,355 | 0,867 | 0,497 | 758,929 | 64,623 |
| 0,195 | 0,007 | | | 2,033 | -0,083 | 2,846 | -0,116 | | |
| 0,292 | 0,007 | | | 5,032 | -2,108 | 7,045 | -2,951 | | |
| 0,390 | 0,007 | | | 10,412 | -6,513 | 14,577 | -9,119 | | |
| 0,487 | 0,007 | | | 18,965 | -14,092 | 26,552 | -19,729 | | |

| Status | | | |
|---|---|---|---|
| σ1 | | σ2 | |
| 0,153% | OK | 0,082% | OK |
| 0,518% | OK | 0,787% | OK |
| 1,217% | OK | 6,624% | OK |
| 2,292% | OK | 17,011% | OK |
| 3,746% | OK | 31,951% | OK |

| CISALHAMENTO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vsd | Twd | Tw,Rd | Status | |
| tf | tf/m² | tf/m² | | |
| 0,036 | 0,249 | 22,808 | 1,091% | OK |
| 0,146 | 0,912 | | 4,000% | OK |
| 0,328 | 1,895 | | 8,307% | OK |
| 0,584 | 3,128 | | 13,713% | OK |
| 0,912 | 4,561 | | 19,998% | OK |

### 3.3.7. Verificação da fundação

A tensão atuante na fundação é dada pela relação indicada em 3.4 do memorial de cálculo.

#### c) Tensão atuante

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento |
|---|---|---|---|

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 24 / 181

| | tf/m | ponto 0 | tfm/m |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,667 | -0,650 | -0,433 |
| 2a | 0,167 | -0,517 | -0,086 |
| 7 | 0,103 | 0,650 | 0,067 |
| 8b | 0,684 | 0,144 | 0,099 |
| Totais | **2,390** | | **-0,354** |

| **TENSÕES NA BASE** | | |
|---|---|---|
| M0: | 0,079 | tfm/m |
| W: | 0,375 | $m^3$ |
| σ1: | 0,181 | $kgf/cm^2$ |
| σ2: | 0,138 | $kgf/cm^2$ |

**d) Verificação**

A tensão máxima $\sigma_1 = 0{,}181\ kgf/cm^2$ é inferior à tensão admissível $\sigma_{adm} = 1{,}653\ kgf/cm^2$ apresentada em 2.1.

A tensão minima $\sigma_2 = 0{,}138\ kgf/cm^2$ é superior a $0{,}00\ kgf/cm^2$, indicando que não há levantamento da fundação.

### 3.3.8. Conclusão

Dadas as verificações apresentadas ao longo deste item, a contenção está aprovada no dimensionamento.

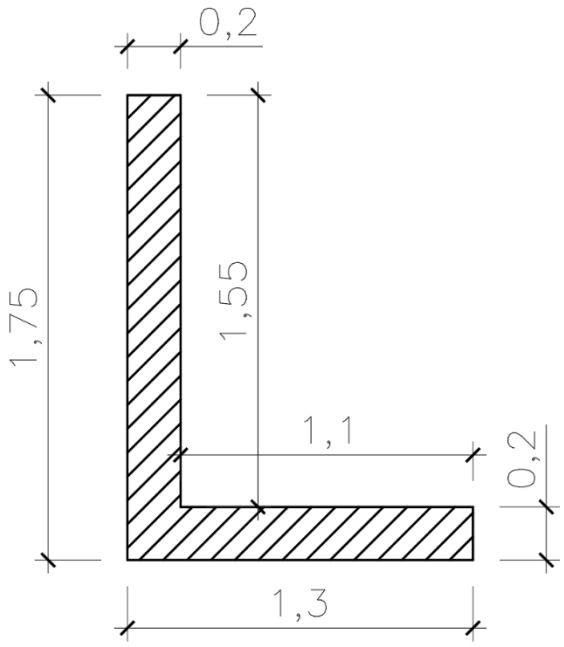
## 3.4. Altura máxima de 1,75m

### 3.4.1. Dados básicos

A seção real do muro é a apresentada na Figura 7 a seguir.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 25 / 181

Figura 7 – Seção transversal altura máxima de 1,75m



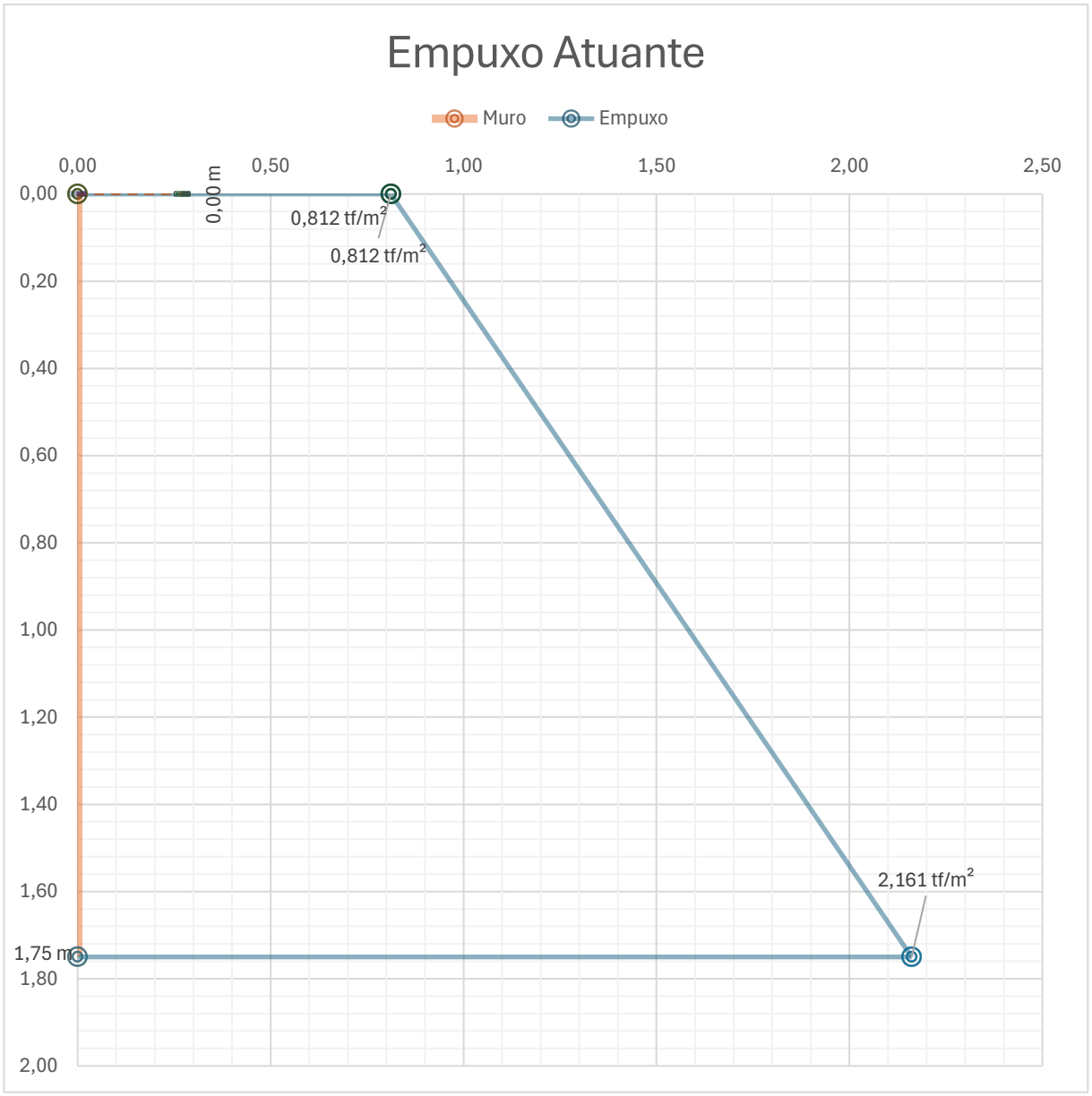

Fonte: Autor, 2025

O muro será de concreto ciclópico, composto de 70% de rocha (granito, sienito ou pórfiro), com peso estimado de 2,85 tf/m³, e 30% de argamassa, com peso estimado de 1,90 tf/m³. O peso do muro é de 2,57 tf/m³. A sobre-carga considerada foi de 2,00 tf/m², conforme item 7.3.3 da NBR 11682/2009.

### 3.4.2. Empuxo

| | | |
|---|---|---|
| Ka: | 0,406 | |
| Kp: | 2,464 | |
| Pceosão: | 0,000 | tf/m² |
| zc: | 0,000 | m |
| Pativo: | 1,349 | tf/m² |
| Esc: | 0,812 | tf/m² |
| Etopo: | 0,812 | tf/m² |
| Ebase: | 2,161 | tf/m² |
| Epassivo: | 1,170 | tf/m² |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 26 / 181




### 3.4.3. Carga permanente dos elementos

| Parte | Peso |
|---|---|
| | tf/m |
| 1 | 0,795 |
| 2b | 0,199 |
| 3 | 0,667 |
| 8a | 3,092 |
| 9 | 2,200 |
| Totais | **6,953** |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 27 / 181

### 3.4.4. Verificação do deslizamento

$$Fa = (2{,}161 + 0{,}812) * \frac{1{,}75}{2} \therefore Fa = 2{,}601\ tf/m$$

$$Fr = 6{,}953 * 0{,}9 * \tan(25) + 1{,}170 \therefore Fr = 4{,}088\ tf/m$$

$$FS = \frac{4{,}088}{2{,}601} \therefore FS = 1{,}571$$

### 3.4.5. Verificação ao tombamento

$$Ma = 1{,}75 * \left(\frac{1{,}421}{2} + \frac{1{,}181}{3}\right) \therefore Ma = 1{,}932\ tfm/m$$

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento Resistente |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 1 | tfm/m |
| 1 | 0,795 | 0,100 | 0,080 |
| 2b | 0,199 | 0,233 | 0,046 |
| 3 | 0,667 | 0,650 | 0,433 |
| 8a | 3,092 | 0,775 | 2,395 |
| 9 | 2,200 | 0,800 | 1,760 |
| Totais | **6,953** | | **4,715** |

$$FS = \frac{4{,}715}{1{,}932} \therefore FS = 2{,}44$$

### 3.4.6. Verificação estrutural

| **SEÇÃO** | | **GEOMETRIA** | | **EMPUXO** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seção | Prof. | h real | b | Ea | Eh | Ev |
| | m | m | m | tf/m | tf/m | tf/m |
| 1 | 0,310 | 0,310 | 0,220 | 0,037 | 0,037 | 0,000 |
| 2 | 0,620 | 0,620 | 0,240 | 0,148 | 0,148 | 0,000 |
| 3 | 0,930 | 0,930 | 0,260 | 0,333 | 0,333 | 0,000 |
| 4 | 1,240 | 1,240 | 0,280 | 0,593 | 0,593 | 0,000 |
| 5 | 1,550 | 1,550 | 0,300 | 0,926 | 0,926 | 0,000 |

| **MOMENTOS** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M0c | M0s | M0sc | M0ev | Mr | M0 |
| tfm | tfm | tfm | tfm | tfm | tfm |
| 0,001 | -0,001 | 0,004 | 0,000 | 0,004 | 0,008 |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 28 / 181

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,003 | -0,003 | 0,006 | 0,000 | 0,007 | 0,038 |
| 0,008 | -0,006 | 0,008 | 0,000 | 0,010 | 0,114 |
| 0,014 | -0,011 | 0,010 | 0,000 | 0,013 | 0,258 |
| 0,023 | -0,017 | 0,010 | 0,000 | 0,016 | 0,495 |

| TENSÃO NA SEÇÃO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P | W | fcd | fctd | σ1 | σ2 | σ1,calc | σ2,calc | σc,Rd | σct,Rd |
| tf | m³ | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² |
| 0,213 | 0,008 | 892,857 | 76,028 | 1,915 | 0,020 | 2,681 | 0,028 | 758,929 | 64,623 |
| 0,453 | 0,010 | | | 5,838 | -2,060 | 8,174 | -2,884 | | |
| 0,722 | 0,011 | | | 12,878 | -7,327 | 18,029 | -10,257 | | |
| 1,018 | 0,013 | | | 23,408 | -16,140 | 32,772 | -22,596 | | |
| 1,341 | 0,015 | | | 37,445 | -28,504 | 52,423 | -39,905 | | |

| Status | | | |
|---|---|---|---|
| σ1 | | σ2 | |
| 0,353% | OK | 0,004% | OK |
| 1,077% | OK | 4,462% | OK |
| 2,376% | OK | 15,872% | OK |
| 4,318% | OK | 34,965% | OK |
| 6,907% | OK | 61,750% | OK |

| CISALHAMENTO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vsd | Twd | Tw,Rd | Status | |
| tf | tf/m² | tf/m² | | |
| 0,052 | 0,354 | 22,808 | 1,551% | OK |
| 0,207 | 1,297 | | 5,686% | OK |
| 0,467 | 2,693 | | 11,809% | OK |
| 0,830 | 4,446 | | 19,494% | OK |
| 1,297 | 6,484 | | 28,429% | OK |

### 3.4.7. Verificação da fundação

A tensão atuante na fundação é dada pela relação indicada em 3.4 do memorial de cálculo.

#### e) Tensão atuante

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento Resistente | Braço (m) | Mo-mento |
|---|---|---|---|---|---|

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 29 / 181

| | tf/m | ponto 1 | tfm/m | ponto 0 | tfm/m |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,795 | 0,100 | 0,080 | 0,550 | 0,437 |
| 2b | 0,199 | 0,233 | 0,046 | 0,417 | 0,083 |
| 8a | 3,092 | 0,775 | 2,395 | -0,125 | -0,385 |
| 9 | 2,200 | 0,800 | 1,760 | -0,150 | -0,330 |
| Totais | **6,953** | | **4,715** | | **-0,195** |

| **TENSÕES NA BASE** | | |
|---|---|---|
| M0: | 0,494 | tfm/m |
| W: | 0,282 | $m^3$ |
| σ1: | 0,710 | $kgf/cm^2$ |
| σ2: | 0,360 | $kgf/cm^2$ |

### f) Verificação

A tensão máxima $\sigma_1 = 0{,}710\ kgf/cm^2$ é inferior à tensão admissível $\sigma_{adm} = 1{,}653\ kgf/cm^2$ apresentada em 2.1.

A tensão minima $\sigma_2 = 0{,}360\ kgf/cm^2$ é superior a $0{,}00\ kgf/cm^2$, indicando que não há levantamento da fundação.

### 3.4.8. Conclusão

Dadas as verificações apresentadas ao longo deste item, a contenção está aprovada no dimensionamento.

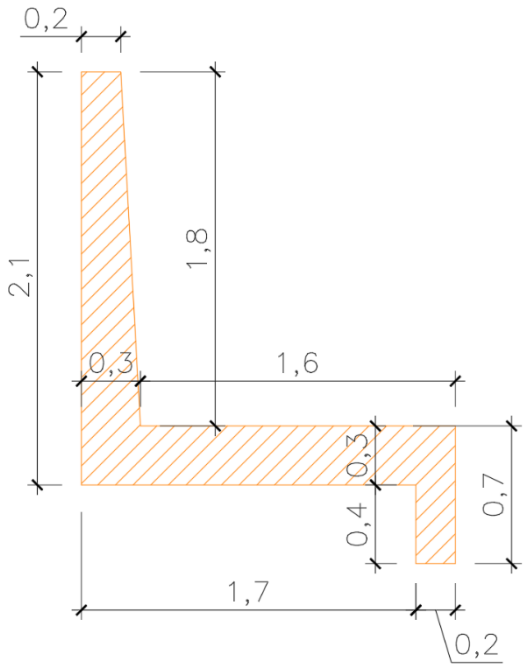
## 3.5. Altura máxima de 2,10m

### 3.5.1. Dados básicos

A seção real do muro é a apresentada na Figura 8 a seguir.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 30 / 181

Figura 8 – Seção transversal altura máxima de 2,10m



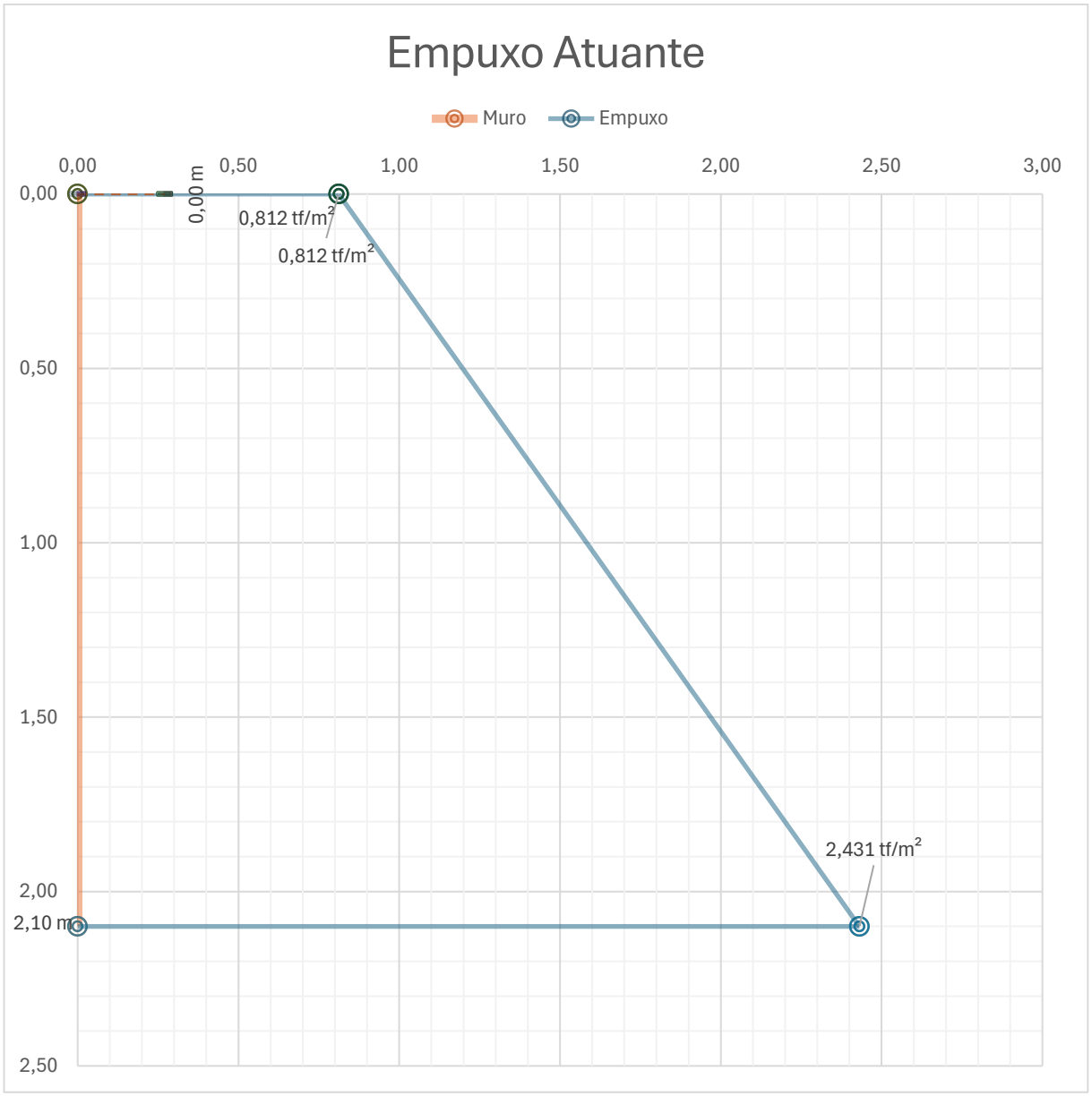

Fonte: Autor, 2025

O muro será de concreto ciclópico, composto de 70% de rocha (granito, sienito ou pórfiro), com peso estimado de 2,85 tf/m³, e 30% de argamassa, com peso estimado de 1,90 tf/m³. O peso do muro é de 2,57 tf/m³. A sobre-carga considerada foi de 2,00 tf/m², conforme item 7.3.3 da NBR 11682/2009.

### 3.5.2. Empuxo

| | | |
|---|---|---|
| Ka: | 0,406 | |
| Kp: | 2,464 | |
| Pceosão: | 0,000 | tf/m² |
| zc: | 0,000 | m |
| Pativo: | 1,619 | tf/m² |
| Esc: | 0,812 | tf/m² |
| Etopo: | 0,812 | tf/m² |
| Ebase: | 2,431 | tf/m² |
| Epassivo: | 3,792 | tf/m² |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 31 / 181




### 3.5.3. Carga permanente dos elementos

| Parte | Peso |
|---|---|
| | tf/m |
| 1 | 0,923 |
| 2a | 0,000 |
| 2b | 0,231 |
| 3 | 1,462 |
| 4 | 0,000 |
| 5 | 0,000 |
| 6 | 0,000 |
| 7 | 0,205 |
| 8a | 0,171 |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 32 / 181

| | |
|---|---|
| 8b | 0,608 |
| 9 | 0,200 |
| Totais | **3,801** |

### 3.5.4. Verificação do deslizamento

$$Fa = (2{,}431 + 0{,}812) * \frac{2{,}10}{2} \therefore Fa = 3{,}405\ tf/m$$

$$Fr = 3{,}801 * 0{,}9 * \tan(25) + 3{,}792 \therefore Fr = 5{,}387\ tf/m$$

$$FS = \frac{5{,}387}{3{,}405} \therefore FS = 1{,}582$$

### 3.5.5. Verificação ao tombamento

$$Ma = 2{,}10 * \left(\frac{1{,}705}{2} + \frac{1{,}700}{3}\right) \therefore Ma = 2{,}980\ tfm/m$$

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento Resistente |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 1 | tfm/m |
| 1 | 0,923 | 1,700 | 1,570 |
| 2b | 0,231 | 1,833 | 0,423 |
| 3 | 1,462 | 0,950 | 1,389 |
| 7 | 0,205 | 0,100 | 0,021 |
| 8a | 0,171 | 1,867 | 0,319 |
| 8b | 0,608 | 0,800 | 0,486 |
| 9 | 0,200 | 1,900 | 0,380 |
| Totais | **3,801** | | **4,588** |

$$FS = \frac{4{,}588}{2{,}980} \therefore FS = 1{,}539$$

### 3.5.6. Verificação estrutural

| SEÇÃO | | GEOMETRIA | | EMPUXO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seção | Prof. | h real | b | Ea | Eh | Ev |
| | m | m | m | tf/m | tf/m | tf/m |
| 1 | 0,360 | 0,360 | 0,220 | 0,050 | 0,050 | 0,000 |
| 2 | 0,720 | 0,720 | 0,240 | 0,200 | 0,200 | 0,000 |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 33 / 181

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 1,080 | 1,080 | 0,260 | 0,450 | 0,450 | 0,000 |
| 4 | 1,440 | 1,440 | 0,280 | 0,800 | 0,800 | 0,000 |
| 5 | 1,800 | 1,800 | 0,300 | 1,249 | 1,249 | 0,000 |

| MOMENTOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M0c | M0s | M0sc | M0ev | Mr | M0 |
| tfm | tfm | tfm | tfm | tfm | tfm |
| 0,001 | -0,001 | 0,004 | 0,000 | 0,004 | 0,010 |
| 0,004 | -0,003 | 0,006 | 0,000 | 0,007 | 0,055 |
| 0,009 | -0,007 | 0,008 | 0,000 | 0,011 | 0,173 |
| 0,017 | -0,012 | 0,010 | 0,000 | 0,014 | 0,398 |
| 0,027 | -0,020 | 0,010 | 0,000 | 0,017 | 0,767 |

| TENSÃO NA SEÇÃO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P | W | fcd | fctd | σ1 | σ2 | σ1,calc | σ2,calc | σc,Rd | σct,Rd |
| tf | m³ | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² |
| 0,241 | 0,008 | 892,857 | 76,028 | 2,315 | -0,126 | 3,240 | -0,176 | 758,929 | 64,623 |
| 0,514 | 0,010 | | | 7,910 | -3,630 | 11,074 | -5,082 | | |
| 0,819 | 0,011 | | | 18,475 | -12,177 | 25,865 | -17,048 | | |
| 1,156 | 0,013 | | | 34,565 | -26,308 | 48,391 | -36,832 | | |
| 1,525 | 0,015 | | | 56,186 | -46,017 | 78,660 | -64,424 | | |

| Status | | | |
|---|---|---|---|
| σ1 | | σ2 | |
| 0,427% | OK | 0,273% | OK |
| 1,459% | OK | 7,864% | OK |
| 3,408% | OK | 26,380% | OK |
| 6,376% | OK | 56,994% | OK |
| 10,365% | OK | 99,692% | OK |

| CISALHAMENTO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vsd | Twd | Tw,Rd | Status | |
| tf | tf/m² | tf/m² | | |
| 0,070 | 0,477 | 22,808 | 2,091% | OK |
| 0,280 | 1,749 | | 7,668% | OK |
| 0,630 | 3,632 | | 15,926% | OK |
| 1,119 | 5,996 | | 26,290% | OK |
| 1,749 | 8,745 | | 38,340% | OK |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 34 / 181

### 3.5.7. Verificação da fundação

A tensão atuante na fundação é dada pela relação indicada em 3.4 do memorial de cálculo.

#### g) Tensão atuante

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 0 | tfm/m |
| 1 | 0,923 | -0,750 | -0,693 |
| 2b | 0,231 | -0,883 | -0,204 |
| 7 | 0,205 | 0,850 | 0,174 |
| 8a | 0,171 | -0,917 | -0,157 |
| 8b | 0,608 | 0,150 | 0,091 |
| 9 | 0,200 | -0,950 | -0,190 |
| Totais | **3,801** | | **-0,978** |

| **TENSÕES NA BASE** | | |
|---|---|---|
| M0: | 0,213 | tfm/m |
| W: | 0,602 | $m^3$ |
| σ1: | 0,235 | $kgf/cm^2$ |
| σ2: | 0,165 | $kgf/cm^2$ |

#### h) Verificação

A tensão máxima $\sigma_1 = 0{,}235\ kgf/cm^2$ é inferior à tensão admissível $\sigma_{adm} = 1{,}653\ kgf/cm^2$ apresentada em 2.1.

A tensão minima $\sigma_2 = 0{,}165\ kgf/cm^2$ é superior a $0{,}00\ kgf/cm^2$, indicando que não há levantamento da fundação.

### 3.5.8. Conclusão

Dadas as verificações apresentadas ao longo deste item, a contenção está aprovada no dimensionamento.

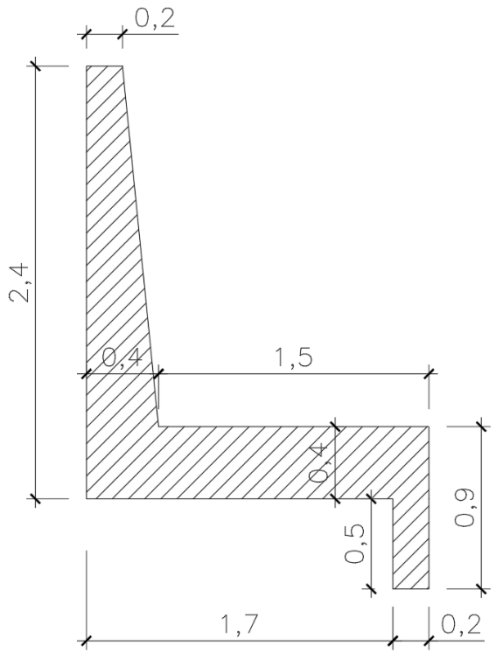
2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 35 / 181

## 3.6. Altura máxima de 2,40m

### 3.6.1. Dados básicos

A seção real do muro é a apresentada na Figura 9 a seguir.

Figura 9 – Seção transversal altura máxima de 2,40m



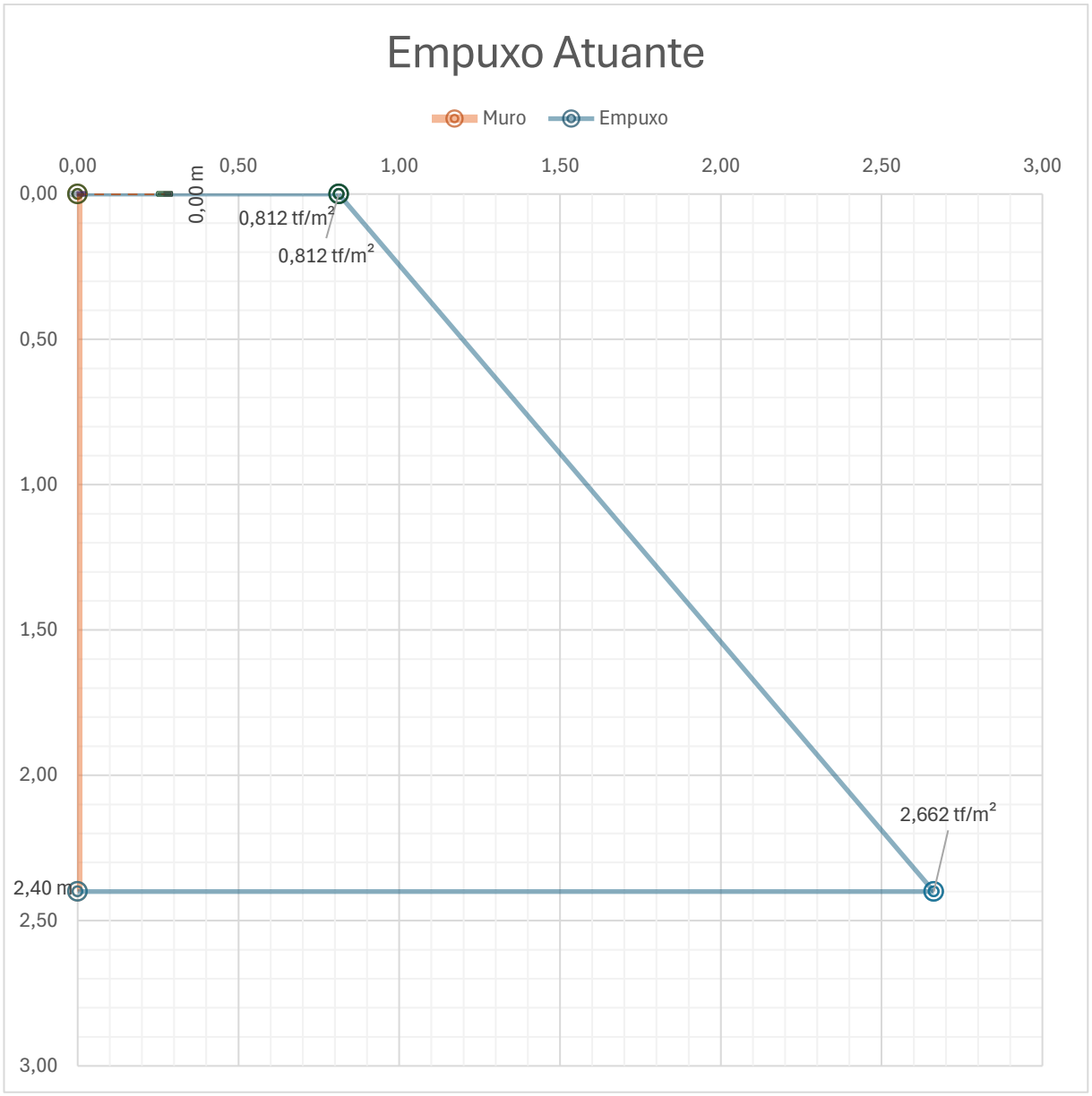

Fonte: Autor, 2025

O muro será de concreto ciclópico, composto de 70% de rocha (granito, sienito ou pórfiro), com peso estimado de 2,85 tf/m³, e 30% de argamassa, com peso estimado de 1,90 tf/m³. O peso do muro é de 2,57 tf/m³. A sobre-carga considerada foi de 2,00 tf/m², conforme item 7.3.3 da NBR 11682/2009.

### 3.6.2. Empuxo

| | | |
|---|---|---|
| Ka: | 0,406 | |
| Kp: | 2,464 | |
| Pceosão: | 0,000 | tf/m² |
| zc: | 0,000 | m |
| Pativo: | 1,851 | tf/m² |
| Esc: | 0,812 | tf/m² |
| Etopo: | 0,812 | tf/m² |
| Ebase: | 2,662 | tf/m² |
| Epassivo: | 4,681 | tf/m² |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 36 / 181




### 3.6.3. Carga permanente dos elementos

| Parte | Peso tf/m |
|---|---|
| 1 | 1,026 |
| 2b | 0,513 |
| 3 | 1,949 |
| 7 | 0,257 |
| 8a | 0,380 |
| 8b | 0,285 |
| 9 | 0,400 |
| Totais | **4,810** |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 37 / 181

### 3.6.4. Verificação do deslizamento

$$Fa = (2{,}662 + 0{,}812) * \frac{2{,}40}{2} \therefore Fa = 4{,}169\ tf/m$$

$$Fr = 4{,}810 * 0{,}9 * \tan(25) + 4{,}681 \therefore Fr = 6{,}700\ tf/m$$

$$FS = \frac{6{,}700}{4{,}169} \therefore FS = 1{,}607$$

### 3.6.5. Verificação ao tombamento

$$Ma = 2{,}40 * \left(\frac{1{,}948}{2} + \frac{2{,}221}{3}\right) \therefore Ma = 4{,}114\ tfm/m$$

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento Resistente |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 1 | tfm/m |
| 1 | 1,026 | 1,600 | 1,642 |
| 2b | 0,513 | 1,767 | 0,906 |
| 3 | 1,949 | 0,950 | 1,852 |
| 7 | 0,257 | 1,800 | 0,462 |
| 8a | 0,380 | 1,833 | 0,697 |
| 8b | 0,285 | 0,750 | 0,214 |
| 9 | 0,400 | 1,900 | 0,760 |
| Totais | **4,810** | | **6,532** |

$$FS = \frac{6{,}532}{4{,}114} \therefore FS = 1{,}587$$

### 3.6.6. Verificação estrutural

| SEÇÃO | | GEOMETRIA | | EMPUXO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seção | Prof. | h real | b | Ea | Eh | Ev |
| | m | m | m | tf/m | tf/m | tf/m |
| 1 | 0,400 | 0,400 | 0,240 | 0,062 | 0,062 | 0,000 |
| 2 | 0,800 | 0,800 | 0,280 | 0,247 | 0,247 | 0,000 |
| 3 | 1,200 | 1,200 | 0,320 | 0,555 | 0,555 | 0,000 |
| 4 | 1,600 | 1,600 | 0,360 | 0,987 | 0,987 | 0,000 |
| 5 | 2,000 | 2,000 | 0,400 | 1,542 | 1,542 | 0,000 |

| MOMENTOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M0c | M0s | M0sc | M0ev | Mr | M0 |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 38 / 181

| tfm | tfm | tfm | tfm | tfm | tfm |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,002 | -0,002 | 0,006 | 0,000 | 0,007 | 0,015 |
| 0,009 | -0,007 | 0,010 | 0,000 | 0,012 | 0,078 |
| 0,022 | -0,016 | 0,010 | 0,000 | 0,015 | 0,237 |
| 0,042 | -0,031 | 0,006 | 0,000 | 0,017 | 0,544 |
| 0,068 | -0,051 | 0,000 | 0,000 | 0,018 | 1,046 |

| TENSÃO NA SEÇÃO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P | W | fcd | fctd | σ1 | σ2 | σ1,calc | σ2,calc | σc,Rd | σct,Rd |
| tf | m³ | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² |
| 0,321 | 0,010 | 892,857 | 76,028 | 2,920 | -0,245 | 4,088 | -0,344 | 758,929 | 64,623 |
| 0,713 | 0,013 | | | 8,503 | -3,408 | 11,904 | -4,771 | | |
| 1,177 | 0,017 | | | 17,590 | -10,234 | 24,627 | -14,327 | | |
| 1,712 | 0,022 | | | 29,923 | -20,411 | 41,893 | -28,575 | | |
| 2,319 | 0,027 | | | 45,019 | -33,424 | 63,027 | -46,794 | | |

| Status | | | |
|---|---|---|---|
| σ1 | | σ2 | |
| 0,539% | OK | 0,532% | OK |
| 1,568% | OK | 7,383% | OK |
| 3,245% | OK | 22,170% | OK |
| 5,520% | OK | 44,217% | OK |
| 8,305% | OK | 72,410% | OK |

| CISALHAMENTO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vsd | Twd | Tw,Rd | Status | |
| tf | tf/m² | tf/m² | | |
| 0,086 | 0,540 | 22,808 | 2,367% | OK |
| 0,345 | 1,851 | | 8,114% | OK |
| 0,777 | 3,644 | | 15,975% | OK |
| 1,382 | 5,758 | | 25,244% | OK |
| 2,159 | 8,097 | | 35,500% | OK |

### 3.6.7. Verificação da fundação

A tensão atuante na fundação é dada pela relação indicada em 3.4 do memorial de cálculo.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 39 / 181

### i) Tensão atuante

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 0 | tfm/m |
| 1 | 1,026 | -0,650 | -0,667 |
| 2b | 0,513 | -0,817 | -0,419 |
| 7 | 0,257 | -0,950 | -0,244 |
| 8a | 0,380 | -0,883 | -0,336 |
| 8b | 0,285 | 0,200 | 0,057 |
| 9 | 0,400 | -0,950 | -0,380 |
| Totais | **4,810** | | **-1,988** |

| **TENSÕES NA BASE** | | |
|---|---|---|
| M0: | -0,212 | tfm/m |
| W: | 0,602 | $m^3$ |
| σ1: | 0,218 | $kgf/cm^2$ |
| σ2: | 0,288 | $kgf/cm^2$ |

### j) Verificação

A tensão máxima $\sigma_2 = 0{,}218\ kgf/cm^2$ é inferior à tensão admissível $\sigma_{adm} = 1{,}653\ kgf/cm^2$ apresentada em 2.1.

A tensão minima $\sigma_1 = 0{,}218\ kgf/cm^2$ é superior a $0{,}00\ kgf/cm^2$, indicando que não há levantamento da fundação.

## 3.6.8. Conclusão

Dadas as verificações apresentadas ao longo deste item, a contenção está aprovada no dimensionamento.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 40 / 181

Prefeitura municipal
Itaguaçu

| CONTRATANTE |
|---|
| PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAGUAÇU<br><br>_____<br>DARLY DETTMANN<br>CNPJ n° 27.167.451/0001-74 |

# INFRAESTRUTURA LOTEAMENTO SOLAR
# CONTRATO: ITA 053-25
# MEMORIAL DE CÁLCULO – ANEXO II
# CONTENÇÃO
# PROJETO EXECUTIVO

| CONTROLE DE EMISSÕES | |
|---|---|
| **DATA** | **REVISÃO** |
| 12/2025 | R0 – EMISSÃO INICIAL |
| | |

**ELABORAÇÃO**

AMÉRICA LATINA ENGENHARIA

CNPJ n° 10.568.340/0001-77

**RESPONSÁVEIS TÉCNICOS**

**COORDENAÇÃO DO CONTRATO**

gov.br Documento assinado digitalmente
RAFAEL AMARAL MATHIELO ALTOE
Data: 13/12/2025 15:03:30-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____
RAFAEL AMARAL MATHIELO ALTOÉ
CREA ES-0049064/D
ENGENHEIRO CIVIL

**RESPONSÁVEL TÉCNICO**

gov.br Documento assinado digitalmente
CASSIO FABRE PEREIRA DOS SANTOS
Data: 13/12/2025 15:47:12-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____
CÁSSIO FABRE PEREIRA DOS SANTOS
CREA ES-0049064/D
ENGENHEIRO CIVIL



2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 41 / 181

## Sumário

1. INTRODUÇÃO ..... 2
2. CARACTERÍSTICAS DO SOLO ..... 2
2.1. Tensão admissível da fundação ..... 2
2.2. Reaterro ..... 4
2.3. Propriedades do solo ..... 4
3. DIMENSIONAMENTO ..... 5
3.1. Seção teórica ..... 5
3.2. Altura máxima de 1,15m ..... 5
3.3. Altura máxima de 1,50m ..... 10

## Lista de Figuras

Figura 1 – Furos de sondagem Quadra B ..... 2
Figura 2 – SP-02 ..... 3
Figura 3 – Coeficiente $K_{Berb}$ ..... 4
Figura 4 – Seção modelo ..... 5
Figura 5 – Seção transversal altura máxima de 1,15m ..... 6
Figura 6 – Seção transversal altura máxima de 1,50m ..... 10

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 42 / 181

## 1. INTRODUÇÃO

O presente memorial anexo tem como finalidade apresentar, de forma detalhada, o dimensionamento e a verificação dos elementos estruturais que compõem as contenções da Quadra B do Loteamento Solar.

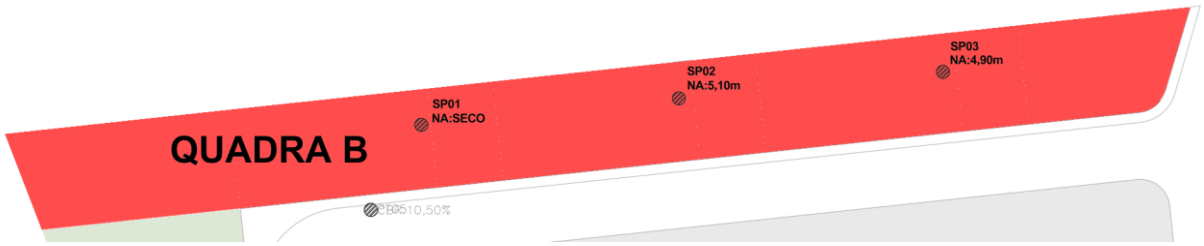
O muro assentado em conta mínimo de 0,50m em relação ao nível natural do solo.

## 2. CARACTERÍSTICAS DO SOLO

### 2.1. Tensão admissível da fundação

Na área da Quadra A, conforme indicado na Figura 1 a seguir, foram feitos os furos SP-01, SP-02 e SP-03. Por apresentar menor número de golpes, será utilizado o SP-02 no dimensionamento da tensão admissível do solo.

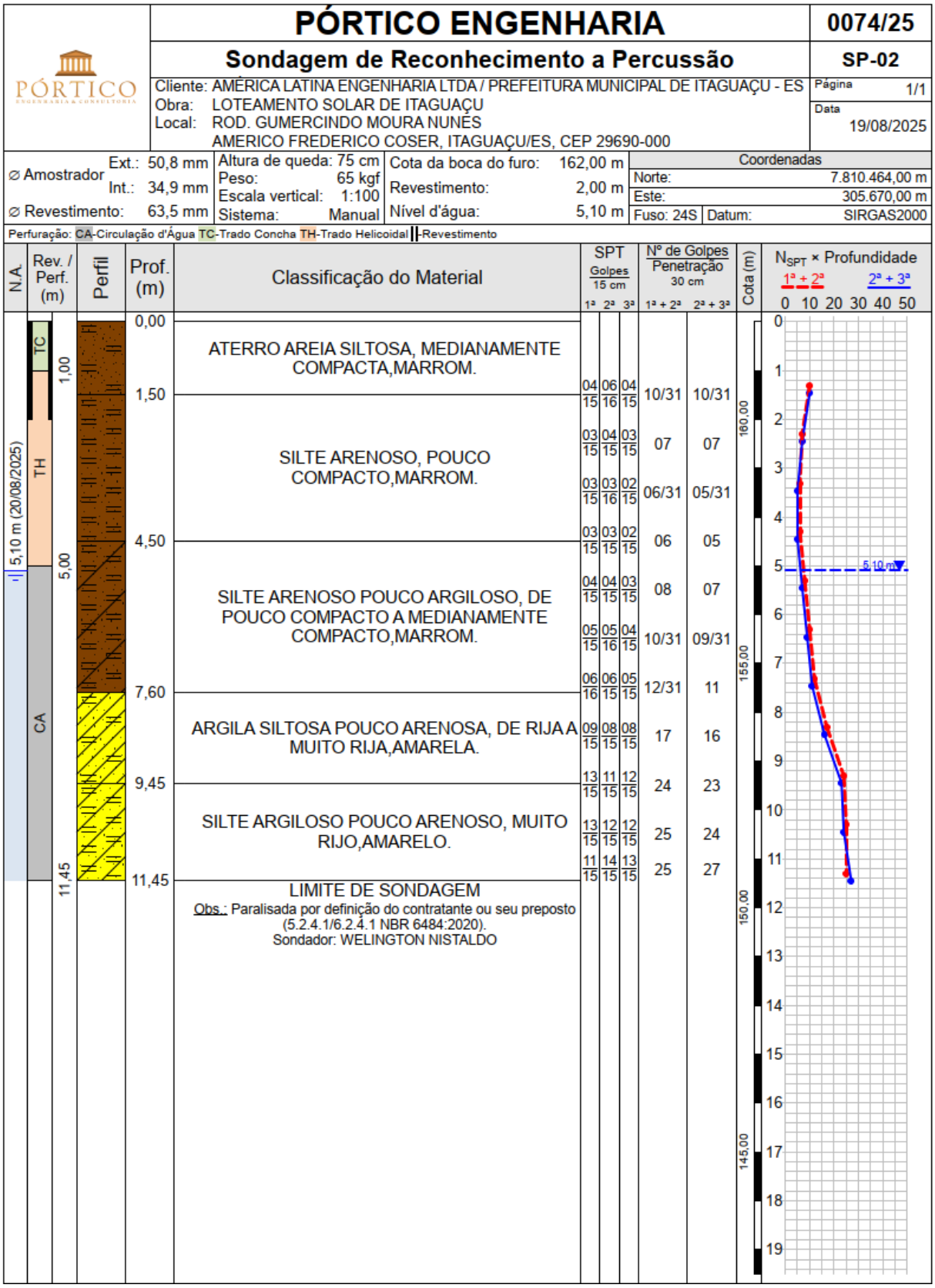
Figura 1 – Furos de sondagem Quadra B




Fonte: Autor, 2025

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 43 / 181

Figura 2 – SP-02




Fonte: Autor, 2025

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 44 / 181

O bulbo de tensões considerado será de 3m de profundidade. O SPT médio considerado é dado a seguir.

$$SPT_{med} = \frac{10 + 7 + 5}{3} \therefore SPT_{med} = 7$$

O valor do coeficiente $K_{Berb}$ está definido na Figura 3 a seguir.

Figura 3 – Coeficiente $K_{Berb}$

Coeficiente $K_{BASE}$ de acordo com o tipo de solo e o SPT – Berberian (2015) 1/3

| SOLO | Class. Berb. | SPT ($N_{72}$ Brasileiro) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Silte ( Mó ) | M | 5,45 | 5,71 | 5,63 | 5,63 | 5,63 | 5,63 | 5,59 | 5,71 | 5,82 | 5,92 | 6,00 | 5,63 |
| Silte Muito Pco.. Arenoso | M3S | 5,00 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,60 | 4,67 | 4,74 | 4,80 | 4,86 |
| Silte Pco. Arenoso | M4S | 5,00 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,60 | 4,67 | 4,74 | 4,80 | 4,86 |
| Silte Arenoso | M5S | 4,10 | 4,40 | 4,64 | 4,84 | 5,01 | 4,62 | 4,62 | 4,62 | 4,62 | 4,35 | 4,40 | 4,45 |
| Silte Muito Arenoso | M6S | 5,00 | 5,28 | 5,28 | 5,28 | 5,28 | 5,28 | 4,50 | 4,58 | 4,65 | 4,72 | 4,78 | 4,83 |
| Silte Mto Pco.. Argiloso | M3C | 5,34 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,18 | 5,22 |
| Silte Pco. Argiloso | M4C | 5,34 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,18 | 5,22 |
| Silte Argiloso | M5C | 5,20 | 5,62 | 5,77 | 5,53 | 5,53 | 5,53 | 5,52 | 5,62 | 5,70 | 5,77 | 5,84 | 5,53 |
| Silte Muito Argiloso | M6C | 5,34 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,18 | 5,22 |

Fonte: Autor, 2025

Assim, a tensão admissível é dada a seguir.

$$\sigma_{adm} = \frac{7}{4{,}64} \therefore \sigma_{adm} = 1{,}509 \frac{kgf}{cm^2}$$

## 2.2. Reaterro

O reaterro compactado será considerado com resistência equivalente a um solo com SPT de 5 golpes.

## 2.3. Propriedades do solo

Conforme indicado no item 3.1 do memorial de cálculo, o solo de reaterro e fundação terão as seguintes características adotadas.

| Propriedade | Aterro | Fundação | Und. |
|---|---|---|---|
| Ângulo de atrito: | 25,00 | 25,00 | ° |
| Peso específico: | 1,90 | 1,90 | tf/m³ |
| Coesão: | 0,00 | 0,00 | tf/m² |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 45 / 181

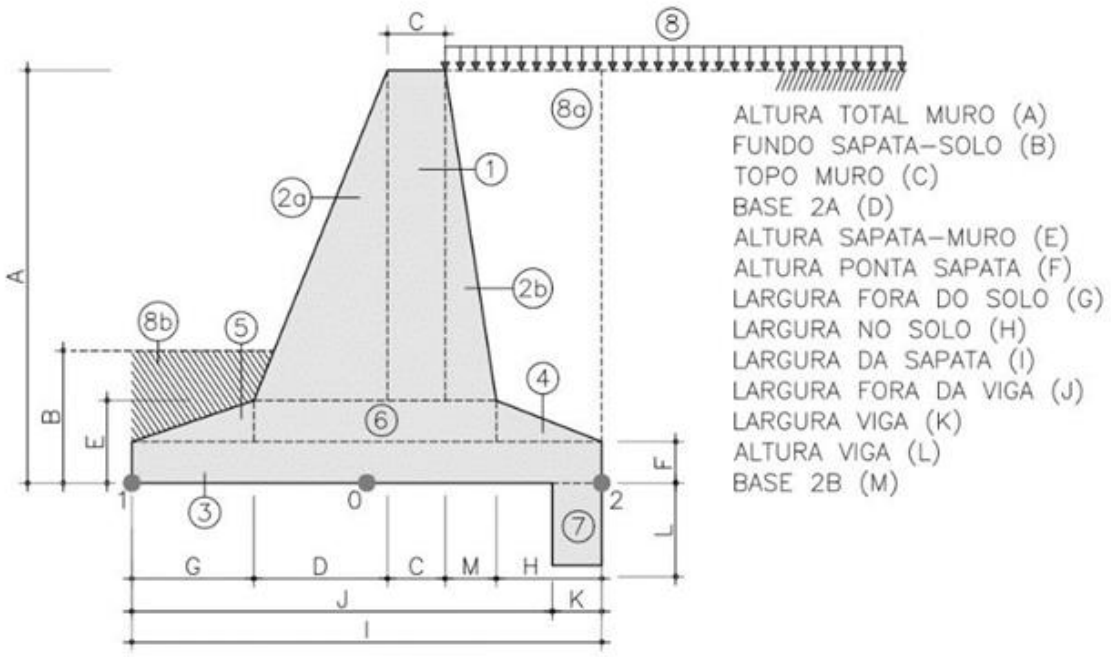
| | | | |
|---|---|---|---|
| Ángulo talude: | 0,00 | | ° |

## 3. DIMENSIONAMENTO

### 3.1. Seção teórica

A seção modelo adotada para esta contenção é dada na Figura 4 a seguir.

Figura 4 – Seção modelo




Fonte: Autor, 2025

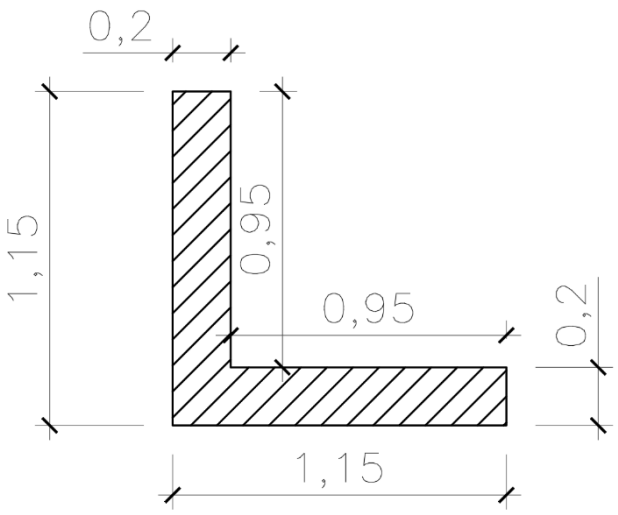
### 3.2. Altura máxima de 1,15m

#### 3.2.1. Dados básicos

A seção real do muro é a apresentada na Figura 5 a seguir.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 46 / 181

Figura 5 – Seção transversal altura máxima de 1,15m



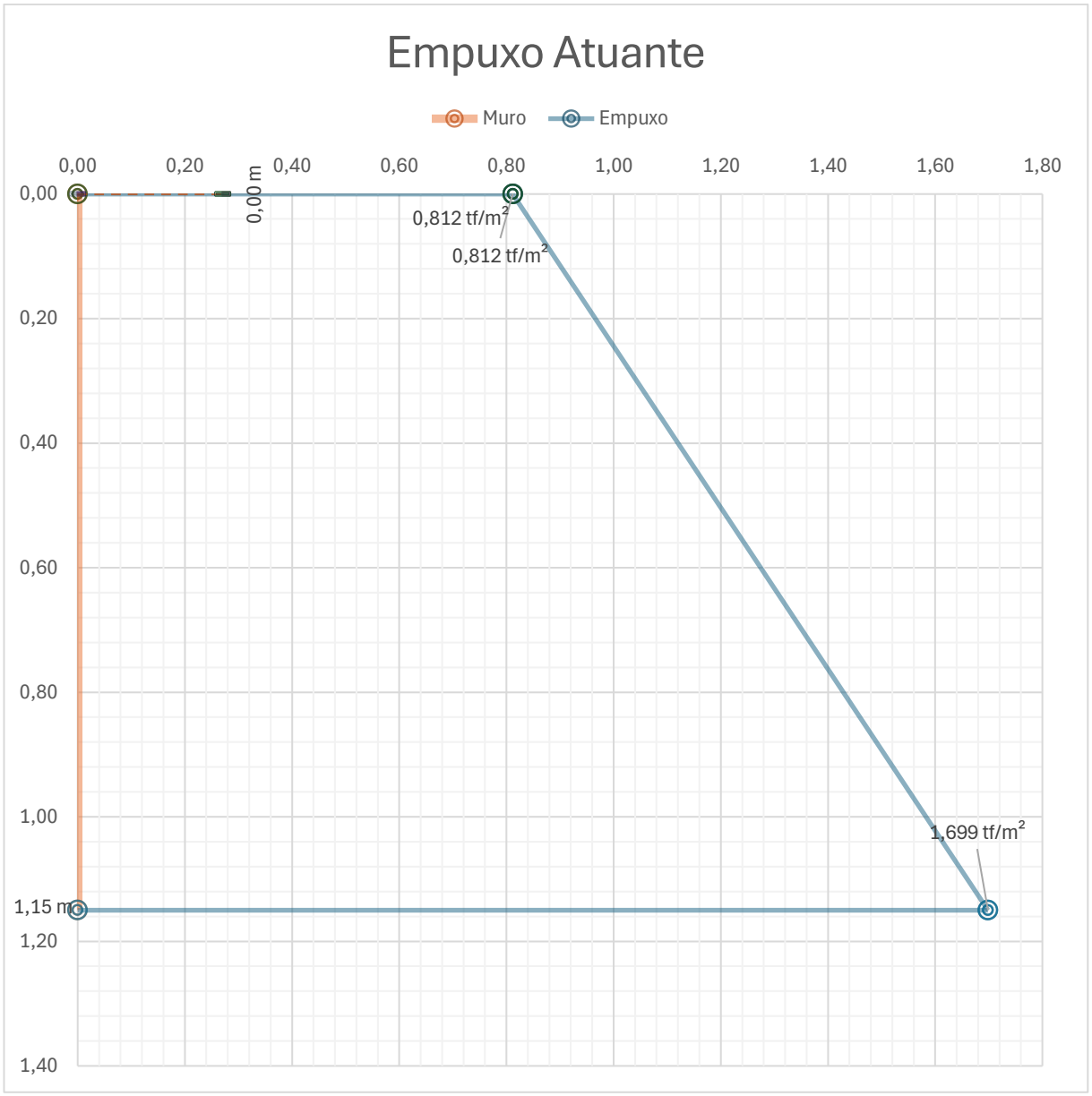

Fonte: Autor, 2025

O muro será de concreto ciclópico, composto de 70% de rocha (granito, sienito ou pórfiro), com peso estimado de 2,85 tf/m³, e 30% de argamassa, com peso estimado de 1,90 tf/m³. O peso do muro é de 2,57 tf/m³. A sobre-carga considerada foi de 2,00 tf/m², conforme item 7.3.3 da NBR 11682/2009.

### 3.2.2. Empuxo

| | | |
|---|---|---|
| Ka: | 0,406 | |
| Kp: | 2,464 | |
| Pceosão: | 0,000 | tf/m² |
| zc: | 0,000 | m |
| Pativo: | 0,887 | tf/m² |
| Esc: | 0,812 | tf/m² |
| Etopo: | 0,812 | tf/m² |
| Ebase: | 1,699 | tf/m² |
| Epassivo: | 1,858 | tf/m² |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 47 / 181




### 3.2.3. Carga permanente dos elementos

| Parte | Peso |
|---|---|
| | tf/m |
| 1 | 0,487 |
| 8b | 0,776 |
| Totais | **1,853** |

### 3.2.4. Verificação do deslizamento

$$Fa = (1{,}699 + 0{,}812) * \frac{1{,}15}{2} \therefore Fa = 1{,}443\ tf/m$$

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 48 / 181

$$Fr = 1{,}853 * 0{,}9 * \tan(25) + 1{,}858 \therefore Fr = 2{,}636\ tf/m$$

$$FS = \frac{2{,}636}{1{,}443} \therefore FS = 1{,}826$$

### 3.2.5. Verificação ao tombamento

$$Ma = 1{,}15 * \left(\frac{0{,}933}{2} + \frac{0{,}510}{3}\right) \therefore Ma = 0{,}732\ tfm/m$$

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento Resistente |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 1 | tfm/m |
| 1 | 0,487 | 1,050 | 0,512 |
| 8b | 0,776 | 0,475 | 0,369 |
| Totais | **1,853** | | **1,220** |

$$FS = \frac{1{,}220}{0{,}732} \therefore FS = 1{,}665$$

### 3.2.6. Verificação estrutural

| SEÇÃO | | GEOMETRIA | | EMPUXO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seção | Profundidade | h real | b | Ea | Eh | Ev |
| | m | m | m | tf/m | tf/m | tf/m |
| 1 | 0,190 | 0,190 | 0,200 | 0,014 | 0,014 | 0,000 |
| 2 | 0,380 | 0,380 | 0,200 | 0,056 | 0,056 | 0,000 |
| 3 | 0,570 | 0,570 | 0,200 | 0,125 | 0,125 | 0,000 |
| 4 | 0,760 | 0,760 | 0,200 | 0,223 | 0,223 | 0,000 |
| 5 | 0,950 | 0,950 | 0,200 | 0,348 | 0,348 | 0,000 |

| MOMENTOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M0c | M0s | M0sc | M0ev | Mr | M0 |
| tfm | tfm | tfm | tfm | tfm | tfm |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,001 |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,007 |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,024 |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,056 |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,110 |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 49 / 181

| TENSÃO NA SEÇÃO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P | W | fcd | fctd | σ1 | σ2 | σ1,calc | σ2,calc | σc,Rd | σct,Rd |
| tf | m³ | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² |
| 0,097 | 0,007 | 892,857 | 76,028 | 0,620 | 0,355 | 0,867 | 0,497 | 758,929 | 64,623 |
| 0,195 | 0,007 | | | 2,033 | -0,083 | 2,846 | -0,116 | | |
| 0,292 | 0,007 | | | 5,032 | -2,108 | 7,045 | -2,951 | | |
| 0,390 | 0,007 | | | 10,412 | -6,513 | 14,577 | -9,119 | | |
| 0,487 | 0,007 | | | 18,965 | -14,092 | 26,552 | -19,729 | | |

| Status | | | |
|---|---|---|---|
| σ1 | | σ2 | |
| 0,114% | OK | 0,066% | OK |
| 0,375% | OK | 0,180% | OK |
| 0,928% | OK | 4,567% | OK |
| 1,921% | OK | 14,110% | OK |
| 3,499% | OK | 30,529% | OK |

| CISALHAMENTO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vsd | Twd | Tw,Rd | Status | |
| tf | tf/m² | tf/m² | | |
| 0,019 | 0,146 | 22,808 | 0,641% | OK |
| 0,078 | 0,585 | | 2,563% | OK |
| 0,175 | 1,315 | | 5,767% | OK |
| 0,312 | 2,338 | | 10,252% | OK |
| 0,487 | 3,654 | | 16,019% | OK |

### 3.2.7. Verificação da fundação

A tensão atuante na fundação é dada pela relação indicada em 3.4 do memorial de cálculo.

#### a) Tensão atuante

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 0 | tfm/m |
| 1 | 0,487 | -0,475 | -0,231 |
| 8b | 0,776 | 0,100 | 0,078 |
| Totais | **1,853** | | **-0,154** |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 50 / 181

| TENSÕES NA BASE | | |
|---|---|---|
| M0: | 0,042 | tfm/m |
| W: | 0,220 | m³ |
| σ1: | 0,180 | kgf/cm² |
| σ2: | 0,142 | kgf/cm² |

**b) Verificação**

A tensão máxima $\sigma_1 = 0{,}180\ kgf/cm^2$ é inferior à tensão admissível $\sigma_{adm} = 1{,}509\ kgf/cm^2$ apresentada em 2.1.

A tensão minima $\sigma_2 = 0{,}142\ kgf/cm^2$ é superior a $0{,}00\ kgf/cm^2$, indicando que não há levantamento da fundação.

### 3.2.8. Conclusão

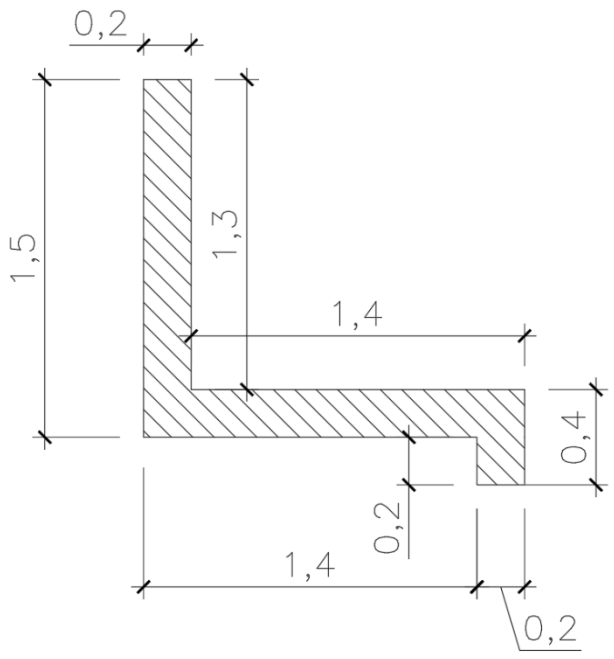
Dadas as verificações apresentadas ao longo deste item, a contenção está aprovada no dimensionamento.

## 3.3. Altura máxima de 1,50m

### 3.3.1. Dados básicos

A seção real do muro é a apresentada na Figura 6 a seguir.

Figura 6 – Seção transversal altura máxima de 1,50m




2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 51 / 181

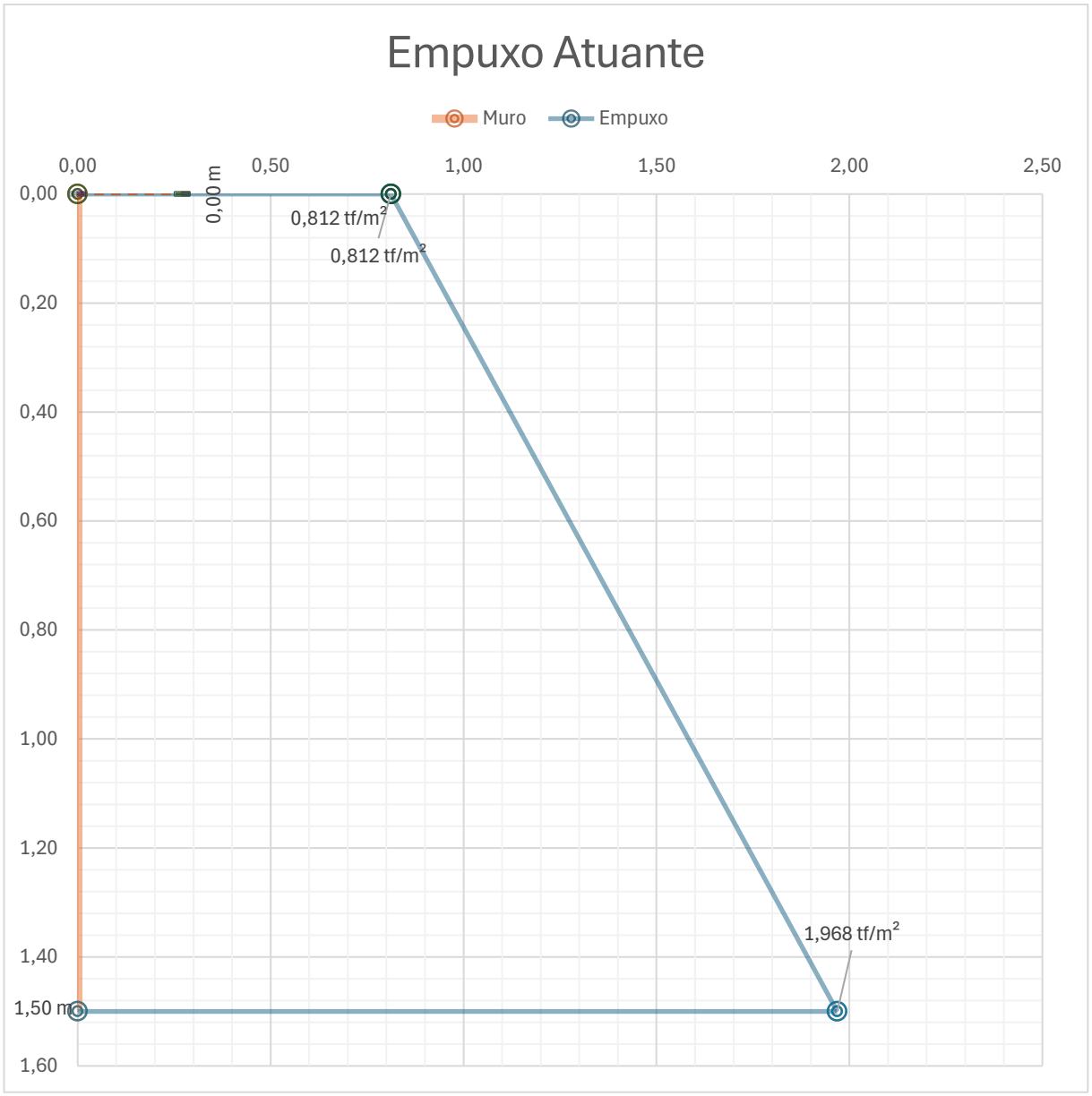
Fonte: Autor, 2025

O muro será de concreto ciclópico, composto de 70% de rocha (granito, sienito ou pórfiro), com peso estimado de 2,85 tf/m³, e 30% de argamassa, com peso estimado de 1,90 tf/m³. O peso do muro é de 2,57 tf/m³. A sobre-carga considerada foi de 2,00 tf/m², conforme item 7.3.3 da NBR 11682/2009.

### 3.3.2. Empuxo

| | | |
|---|---|---|
| Ka: | 0,406 | |
| Kp: | 2,464 | |
| Pceosão: | 0,000 | tf/m² |
| zc: | 0,000 | m |
| Pativo: | 1,157 | tf/m² |
| Esc: | 0,812 | tf/m² |
| Etopo: | 0,812 | tf/m² |
| Ebase: | 1,968 | tf/m² |
| Epassivo: | 2,294 | tf/m² |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 52 / 181




### 3.3.3. Carga permanente dos elementos

| Parte | Peso |
|---|---|
| | tf/m |
| 1 | 0,667 |
| 7 | 0,103 |
| 8b | 0,798 |
| Totais | **2,388** |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 53 / 181

### 3.3.4. Verificação do deslizamento

$$Fa = (1{,}968 + 0{,}812) * \frac{1{,}50}{2} \therefore Fa = 2{,}085\ tf/m$$

$$Fr = 2{,}388 * 0{,}9 * \tan(25) + 2{,}294 \therefore Fr = 3{,}296\ tf/m$$

$$FS = \frac{3{,}296}{2{,}085} \therefore FS = 1{,}580$$

### 3.3.5. Verificação ao tombamento

$$Ma = 1{,}50 * \left(\frac{1{,}218}{2} + \frac{0{,}868}{3}\right) \therefore Ma = 1{,}347\ tfm/m$$

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento Resistente |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 1 | tfm/m |
| 1 | 0,667 | 1,500 | 1,000 |
| 7 | 0,103 | 0,100 | 0,010 |
| 8b | 0,798 | 0,700 | 0,559 |
| Totais | **2,388** | | **2,226** |

$$FS = \frac{2{,}226}{1{,}347} \therefore FS = 1{,}652$$

### 3.3.6. Verificação estrutural

| SEÇÃO | | GEOMETRIA | | EMPUXO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seção | Prof. | h real | b | Ea | Eh | Ev |
| | m | m | m | tf/m | tf/m | tf/m |
| 1 | 0,260 | 0,260 | 0,200 | 0,026 | 0,026 | 0,000 |
| 2 | 0,520 | 0,520 | 0,200 | 0,104 | 0,104 | 0,000 |
| 3 | 0,780 | 0,780 | 0,200 | 0,235 | 0,235 | 0,000 |
| 4 | 1,040 | 1,040 | 0,200 | 0,417 | 0,417 | 0,000 |
| 5 | 1,300 | 1,300 | 0,200 | 0,652 | 0,652 | 0,000 |

| MOMENTOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M0c | M0s | M0sc | M0ev | Mr | M0 |
| tfm | tfm | tfm | tfm | tfm | tfm |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,002 |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,018 |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 54 / 181

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,061 |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,145 |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,282 |

| TENSÃO NA SEÇÃO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P | W | fcd | fctd | σ1 | σ2 | σ1,calc | σ2,calc | σc,Rd | σct,Rd |
| tf | m³ | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² |
| 0,133 | 0,007 | 892,857 | 76,028 | 1,006 | 0,328 | 1,408 | 0,459 | 758,929 | 64,623 |
| 0,267 | 0,007 | | | 4,044 | -1,377 | 5,662 | -1,928 | | |
| 0,400 | 0,007 | | | 11,149 | -7,148 | 15,609 | -10,007 | | |
| 0,534 | 0,007 | | | 24,353 | -19,018 | 34,094 | -26,625 | | |
| 0,667 | 0,007 | | | 45,689 | -39,020 | 63,964 | -54,628 | | |

| Status | | | |
|---|---|---|---|
| σ1 | | σ2 | |
| 0,186% | OK | 0,061% | OK |
| 0,746% | OK | 2,983% | OK |
| 2,057% | OK | 15,485% | OK |
| 4,492% | OK | 41,200% | OK |
| 8,428% | OK | 84,533% | OK |

| CISALHAMENTO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vsd | Twd | Tw,Rd | Status | |
| tf | tf/m² | tf/m² | | |
| 0,036 | 0,274 | 22,808 | 1,200% | OK |
| 0,146 | 1,095 | | 4,800% | OK |
| 0,328 | 2,463 | | 10,799% | OK |
| 0,584 | 4,379 | | 19,198% | OK |
| 0,912 | 6,842 | | 29,997% | OK |

### 3.3.7. Verificação da fundação

A tensão atuante na fundação é dada pela relação indicada em 3.4 do memorial de cálculo.

#### c) Tensão atuante

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 0 | tfm/m |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 55 / 181

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,667 | -0,700 | -0,467 |
| 7 | 0,103 | 0,700 | 0,072 |
| 8b | 0,798 | 0,100 | 0,080 |
| Totais | **2,388** | | **-0,315** |

| **TENSÕES NA BASE** | | |
|---|---|---|
| M0: | 0,119 | tfm/m |
| W: | 0,427 | $m^3$ |
| σ1: | 0,177 | $kgf/cm^2$ |
| σ2: | 0,121 | $kgf/cm^2$ |

### d) Verificação

A tensão máxima $\sigma_1 = 0{,}177\ kgf/cm^2$ é inferior à tensão admissível $\sigma_{adm} = 1{,}509\ kgf/cm^2$ apresentada em 2.1.

A tensão minima $\sigma_2 = 0{,}121\ kgf/cm^2$ é superior a $0{,}00\ kgf/cm^2$, indicando que não há levantamento da fundação.

## 3.3.8. Conclusão

Dadas as verificações apresentadas ao longo deste item, a contenção está aprovada no dimensionamento.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 56 / 181

Prefeitura municipal
Itaguaçu

## CONTRATANTE

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAGUAÇU

_____

DARLY DETTMANN
CNPJ n° 27.167.451/0001-74

# INFRAESTRUTURA LOTEAMENTO SOLAR
# CONTRATO: ITA 053-25
# MEMORIAL DE CÁLCULO – ANEXO III
# CONTENÇÃO
# PROJETO EXECUTIVO

## CONTROLE DE EMISSÕES

| DATA | REVISÃO |
|---|---|
| 12/2025 | R0 – EMISSÃO INICIAL |
| | |

## ELABORAÇÃO

AMÉRICA LATINA
ENGENHARIA

CNPJ n° 10.568.340/0001-77

## RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

### COORDENAÇÃO DO CONTRATO

Documento assinado digitalmente
gov.br
RAFAEL AMARAL MATHIELO ALTOE
Data: 13/12/2025 15:03:30-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

RAFAEL AMARAL MATHIELO ALTOÉ
CREA ES-0049064/D
ENGENHEIRO CIVIL

### RESPONSÁVEL TÉCNICO

Documento assinado digitalmente
gov.br
CASSIO FABRE PEREIRA DOS SANTOS
Data: 13/12/2025 15:47:12-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

CÁSSIO FABRE PEREIRA DOS SANTOS
CREA ES-0049064/D
ENGENHEIRO CIVIL



2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 57 / 181

## Sumário

1. INTRODUÇÃO ..... 2
2. CARACTERÍSTICAS DO SOLO ..... 2
2.1. Tensão admissível da fundação ..... 2
2.2. Reaterro ..... 4
2.3. Propriedades do solo ..... 4
3. DIMENSIONAMENTO ..... 5
3.1. Seção teórica ..... 5
3.2. Altura máxima de 1,15m ..... 5
3.3. Altura máxima de 1,50m ..... 10
3.4. Altura máxima de 1,75m ..... 15
3.5. Altura máxima de 2,65m ..... 20
3.6. Altura máxima de 3,00m ..... 25
3.7. Altura máxima de 4,20m ..... 30

## Lista de Figuras

Figura 1 – Furos de sondagem Quadra C ..... 2
Figura 2 – SP-13 ..... 3
Figura 3 – Coeficiente $K_{Berb}$ ..... 4
Figura 4 – Seção modelo ..... 5
Figura 5 – Seção transversal altura máxima de 1,15m ..... 6
Figura 6 – Seção transversal altura máxima de 1,50m ..... 11
Figura 7 – Seção transversal altura máxima de 1,50m ..... 16
Figura 8 – Seção transversal altura máxima de 2,65m ..... 21
Figura 9 – Seção transversal altura máxima de 1,50m ..... 26
Figura 10 – Seção transversal altura máxima de 1,50m ..... 31

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 58 / 181

# 1. INTRODUÇÃO

O presente memorial anexo tem como finalidade apresentar, de forma detalhada, o dimensionamento e a verificação dos elementos estruturais que compõem as contenções da Quadra C do Loteamento Solar.

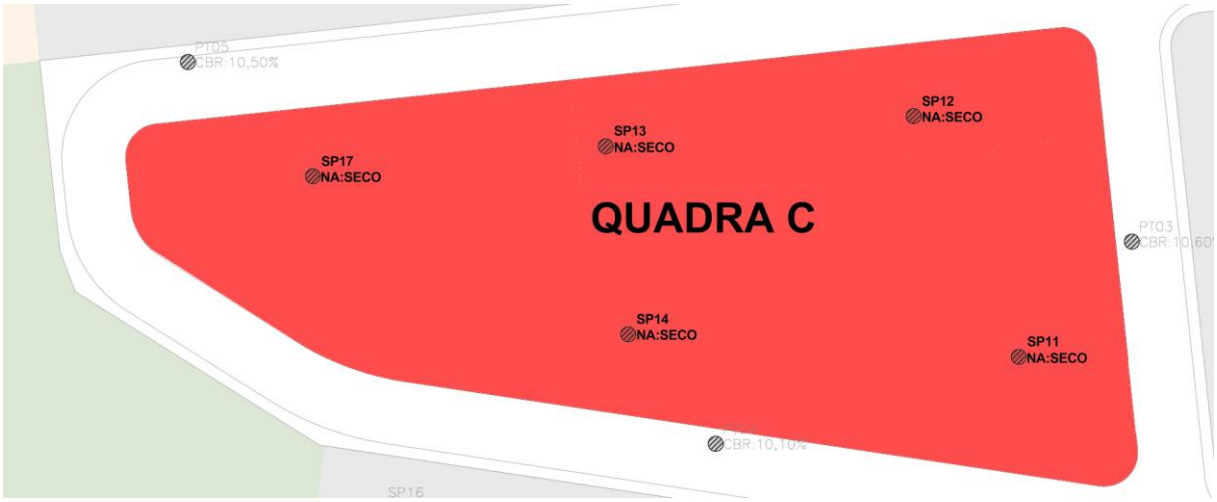
O muro assentado em conta mínimo de 0,50m em relação ao nível natural do solo.

# 2. CARACTERÍSTICAS DO SOLO

## 2.1. Tensão admissível da fundação

Na área da Quadra A, conforme indicado na Figura 1 a seguir, foram feitos os furos SP-11, SP-12, SP-13, SP-14 e SP-17. Por apresentar menor número de golpes, será utilizado o SP-13 no dimensionamento da tensão admissível do solo.

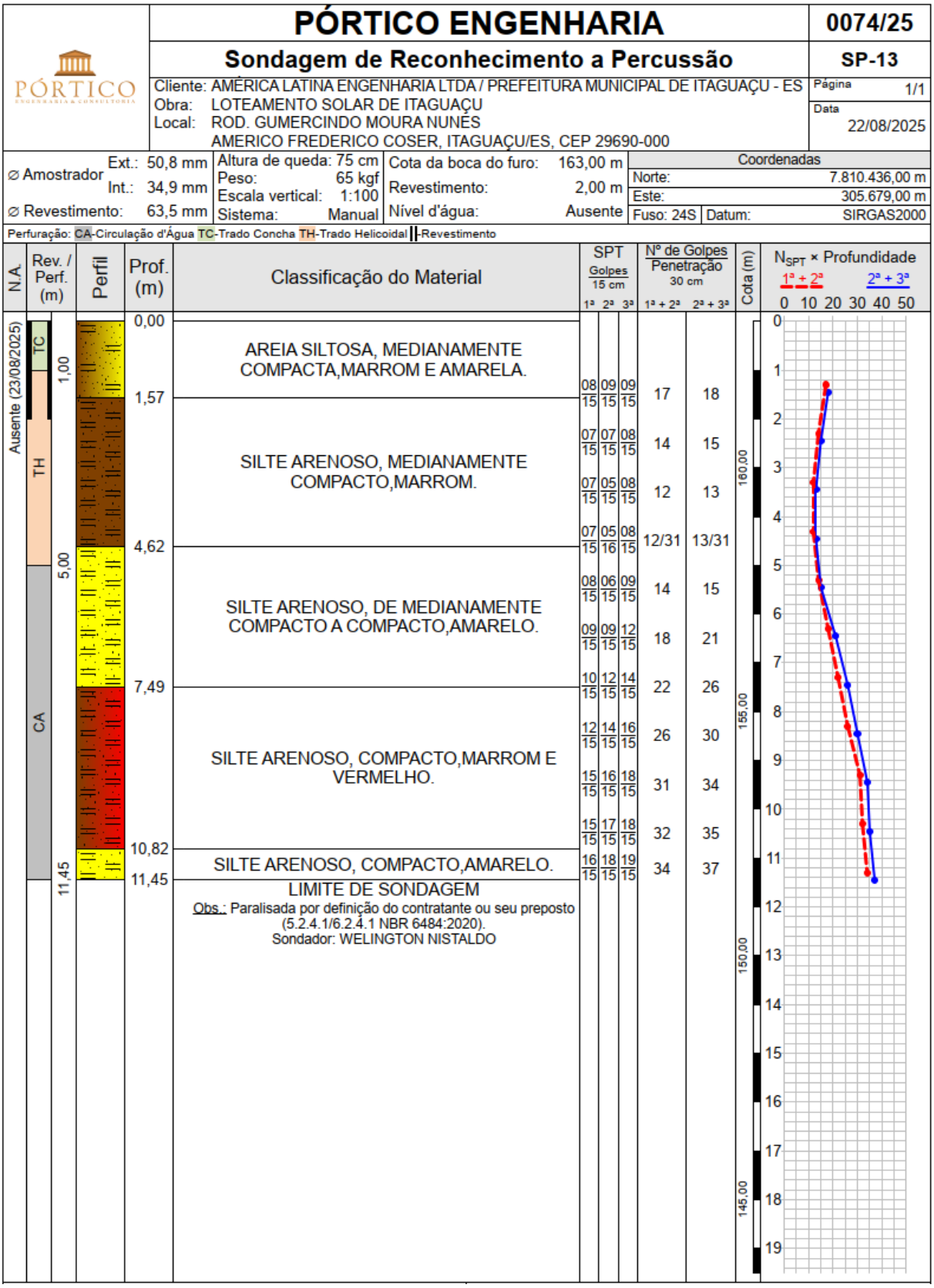
Figura 1 – Furos de sondagem Quadra C




Fonte: Autor, 2025

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 59 / 181

Figura 2 – SP-13




Fonte: Autor, 2025

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 60 / 181

O bulbo de tensões considerado será de 3m de profundidade. O SPT médio considerado é dado a seguir.

$$SPT_{med} = \frac{18 + 15 + 13}{3} \therefore SPT_{med} = 15$$

O valor do coeficiente $K_{Berb}$ está definido na Figura 3 a seguir.

Figura 3 – Coeficiente $K_{Berb}$

Coeficiente $K_{BASE}$ de acordo com o tipo de solo e o SPT – Berberian (2015) 1/3

| SOLO | Class. Berb. | SPT ($N_{72}$ Brasileiro) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Silte ( Mó ) | M | 5,45 | 5,71 | 5,63 | 5,63 | 5,63 | 5,63 | 5,59 | 5,71 | 5,82 | 5,92 | 6,00 | 5,63 |
| Silte Muito Pco.. Arenoso | M3S | 5,00 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,60 | 4,67 | 4,74 | 4,80 | 4,86 |
| Silte Pco. Arenoso | M4S | 5,00 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,60 | 4,67 | 4,74 | 4,80 | 4,86 |
| Silte Arenoso | M5S | 4,10 | 4,40 | 4,64 | 4,84 | 5,01 | 4,62 | 4,62 | 4,62 | 4,62 | 4,35 | 4,40 | 4,45 |
| Silte Muito Arenoso | M6S | 5,00 | 5,28 | 5,28 | 5,28 | 5,28 | 5,28 | 4,50 | 4,58 | 4,65 | 4,72 | 4,78 | 4,83 |
| Silte Mto Pco.. Argiloso | M3C | 5,34 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,18 | 5,22 |
| Silte Pco. Argiloso | M4C | 5,34 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,18 | 5,22 |
| Silte Argiloso | M5C | 5,20 | 5,62 | 5,77 | 5,53 | 5,53 | 5,53 | 5,52 | 5,62 | 5,70 | 5,77 | 5,84 | 5,53 |
| Silte Muito Argiloso | M6C | 5,34 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,18 | 5,22 |

Fonte: Autor, 2025

Assim, a tensão admissível é dada a seguir.

$$\sigma_{adm} = \frac{15}{4{,}40} \therefore \sigma_{adm} = 3{,}409 \frac{kgf}{cm^2}$$

## 2.2. Reaterro

O reaterro compactado será considerado com resistência equivalente a um solo com SPT de 5 golpes.

## 2.3. Propriedades do solo

Conforme indicado no item 3.1 do memorial de cálculo, o solo de reaterro e fundação terão as seguintes características adotadas.

| Propriedade | Aterro | Fundação | Und. |
|---|---|---|---|
| Ângulo de atrito: | 25,00 | 26,00 | ° |
| Peso específico: | 1,90 | 2,00 | tf/m³ |
| Coesão: | 0,00 | 0,00 | tf/m² |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 61 / 181

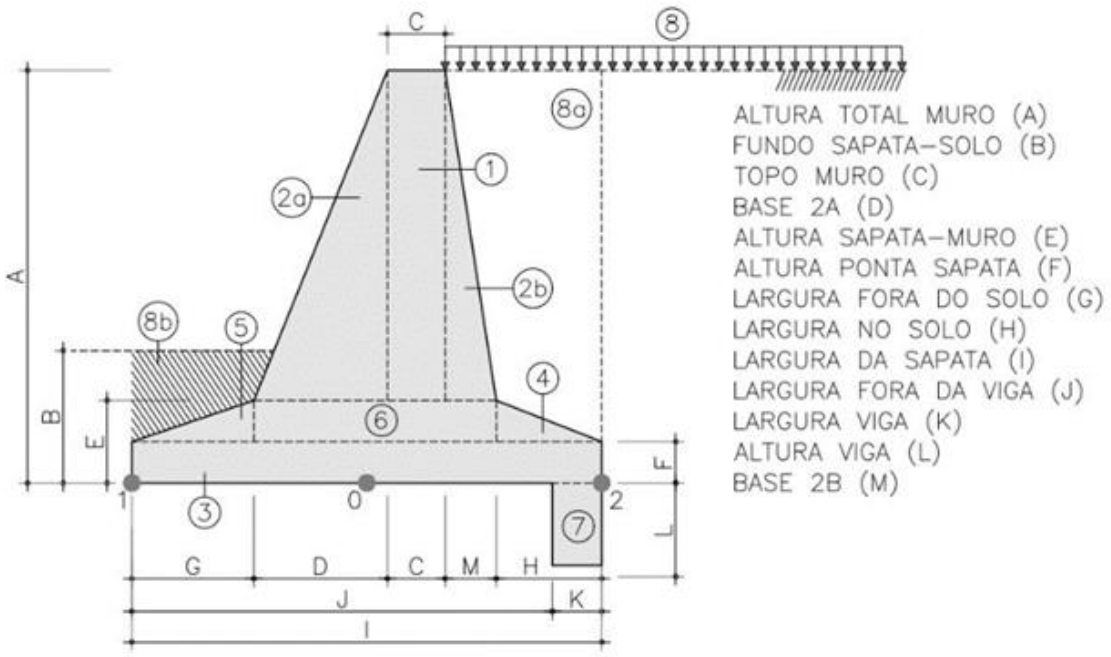
| | | | |
|---|---|---|---|
| Ángulo talude: | 0,00 | | ° |

## 3. DIMENSIONAMENTO

### 3.1. Seção teórica

A seção modelo adotada para esta contenção é dada na Figura 4 a seguir.

Figura 4 – Seção modelo




Fonte: Autor, 2025

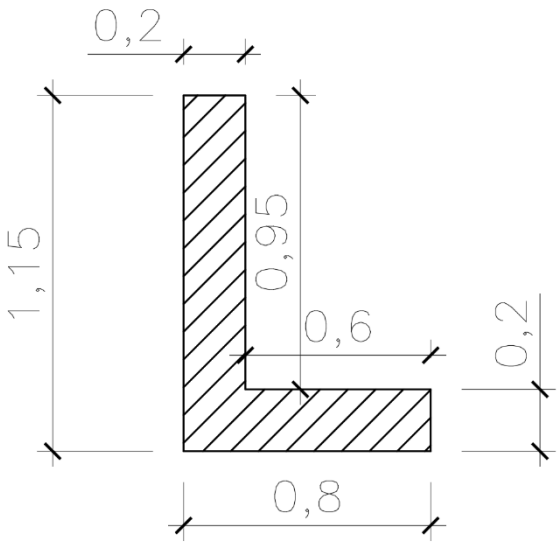
### 3.2. Altura máxima de 1,15m

#### 3.2.1. Dados básicos

A seção real do muro é a apresentada na Figura 5 a seguir.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 62 / 181

Figura 5 – Seção transversal altura máxima de 1,15m



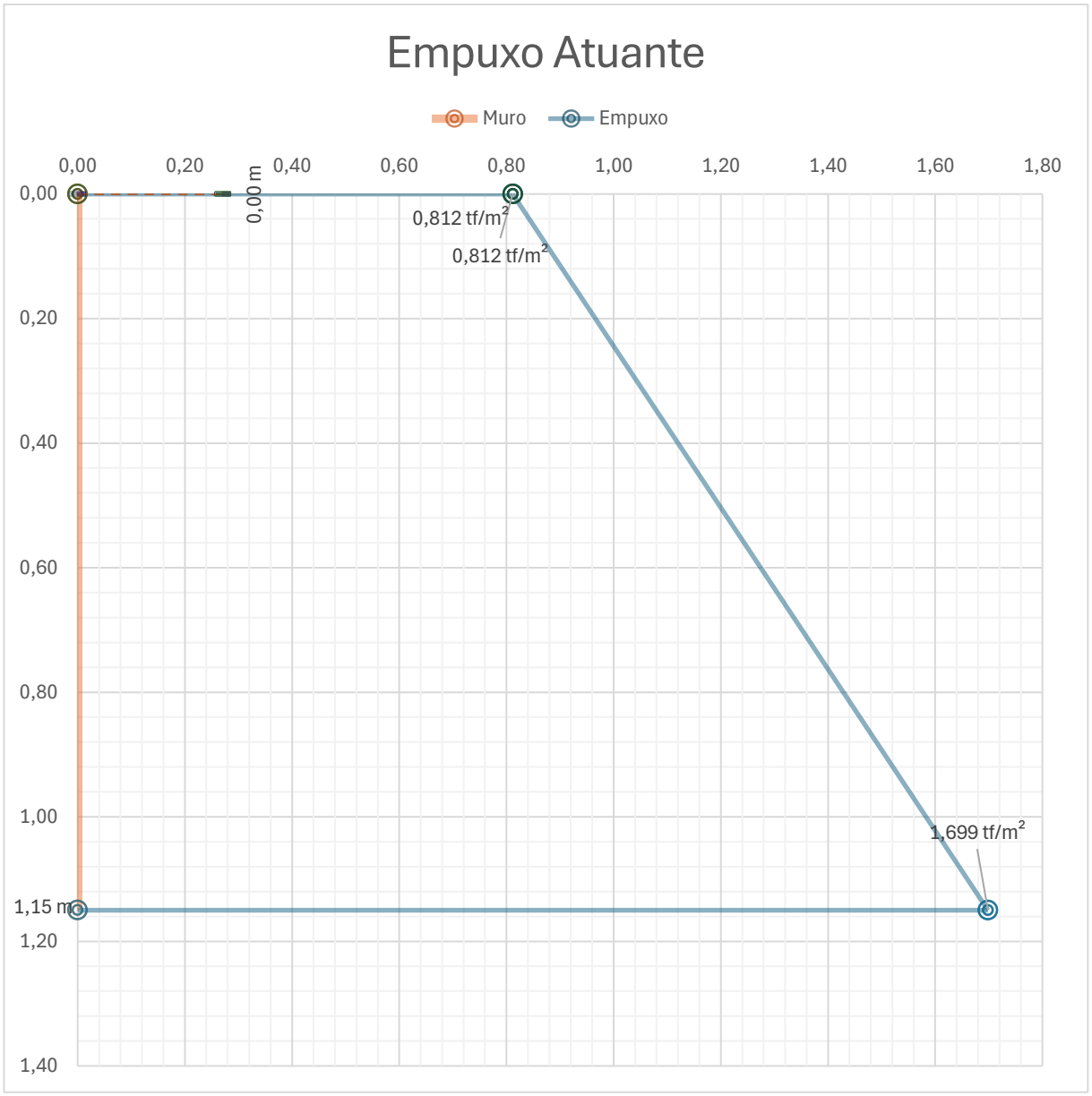

Fonte: Autor, 2025

O muro será de concreto ciclópico, composto de 70% de rocha (granito, sienito ou pórfiro), com peso estimado de 2,85 tf/m³, e 30% de argamassa, com peso estimado de 1,90 tf/m³. O peso do muro é de 2,57 tf/m³. A sobre-carga considerada foi de 2,00 tf/m², conforme item 7.3.3 da NBR 11682/2009.

### 3.2.2. Empuxo

| | | |
|---|---|---|
| Ka: | 0,406 | |
| Kp: | 2,464 | |
| Pceosão: | 0,000 | tf/m² |
| zc: | 0,000 | m |
| Pativo: | 0,887 | tf/m² |
| Esc: | 0,812 | tf/m² |
| Etopo: | 0,812 | tf/m² |
| Ebase: | 1,699 | tf/m² |
| Epassivo: | 1,170 | tf/m² |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 63 / 181




### 3.2.3. Carga permanente dos elementos

| Parte | Peso |
|---|---|
| | tf/m |
| 1 | 0,487 |
| 3 | 0,410 |
| 8a | 1,083 |
| 9 | 1,200 |
| Totais | **3,181** |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 64 / 181

### 3.2.4. Verificação do deslizamento

$$Fa = (1{,}699 + 0{,}812) * \frac{1{,}15}{2} \therefore Fa = 1{,}443\ tf/m$$

$$Fr = 3{,}181 * 0{,}9 * \tan(25) + 1{,}170 \therefore Fr = 2{,}567\ tf/m$$

$$FS = \frac{2{,}567}{1{,}443} \therefore FS = 1{,}778$$

### 3.2.5. Verificação ao tombamento

$$Ma = 1{,}15 * \left(\frac{0{,}933}{2} + \frac{0{,}510}{3}\right) \therefore Ma = 0{,}732\ tfm/m$$

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento Resistente |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 1 | tfm/m |
| 1 | 0,487 | 0,100 | 0,049 |
| 3 | 0,410 | 0,400 | 0,164 |
| 8a | 1,083 | 0,500 | 0,542 |
| 9 | 1,200 | 0,500 | 0,600 |
| Totais | **3,181** | | **1,354** |

$$FS = \frac{1{,}354}{0{,}732} \therefore FS = 1{,}849$$

### 3.2.6. Verificação estrutural

| **SEÇÃO** | | **GEOMETRIA** | | **EMPUXO** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seção | Profundidade | h real | b | Ea | Eh | Ev |
| | m | m | m | tf/m | tf/m | tf/m |
| 1 | 0,190 | 0,190 | 0,200 | 0,014 | 0,014 | 0,000 |
| 2 | 0,380 | 0,380 | 0,200 | 0,056 | 0,056 | 0,000 |
| 3 | 0,570 | 0,570 | 0,200 | 0,125 | 0,125 | 0,000 |
| 4 | 0,760 | 0,760 | 0,200 | 0,223 | 0,223 | 0,000 |
| 5 | 0,950 | 0,950 | 0,200 | 0,348 | 0,348 | 0,000 |

| **MOMENTOS** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M0c | M0s | M0sc | M0ev | Mr | M0 |
| tfm | tfm | tfm | tfm | tfm | tfm |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,001 |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 65 / 181

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,007 |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,024 |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,056 |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,110 |

| TENSÃO NA SEÇÃO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P | W | fcd | fctd | σ1 | σ2 | σ1,calc | σ2,calc | σc,Rd | σct,Rd |
| tf | m³ | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² |
| 0,097 | 0,007 | 892,857 | 76,028 | 0,620 | 0,355 | 0,867 | 0,497 | 758,929 | 64,623 |
| 0,195 | 0,007 | | | 2,033 | -0,083 | 2,846 | -0,116 | | |
| 0,292 | 0,007 | | | 5,032 | -2,108 | 7,045 | -2,951 | | |
| 0,390 | 0,007 | | | 10,412 | -6,513 | 14,577 | -9,119 | | |
| 0,487 | 0,007 | | | 18,965 | -14,092 | 26,552 | -19,729 | | |

| Status | | | |
|---|---|---|---|
| σ1 | | σ2 | |
| 0,114% | OK | 0,066% | OK |
| 0,375% | OK | 0,180% | OK |
| 0,928% | OK | 4,567% | OK |
| 1,921% | OK | 14,110% | OK |
| 3,499% | OK | 30,529% | OK |

| CISALHAMENTO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vsd | Twd | Tw,Rd | Status | |
| tf | tf/m² | tf/m² | | |
| 0,019 | 0,146 | 22,808 | 0,641% | OK |
| 0,078 | 0,585 | | 2,563% | OK |
| 0,175 | 1,315 | | 5,767% | OK |
| 0,312 | 2,338 | | 10,252% | OK |
| 0,487 | 3,654 | | 16,019% | OK |

### 3.2.7. Verificação da fundação

A tensão atuante na fundação é dada pela relação indicada em 3.4 do memorial de cálculo.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 66 / 181

### a) Tensão atuante

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 0 | tfm/m |
| 1 | 0,487 | 0,300 | 0,146 |
| 3 | 0,410 | 0,000 | 0,000 |
| 8a | 1,083 | -0,100 | -0,108 |
| 9 | 1,200 | -0,100 | -0,120 |
| Totais | **3,181** | | **-0,082** |

| **TENSÕES NA BASE** | | |
|---|---|---|
| M0: | 0,113 | tfm/m |
| W: | 0,107 | $m^3$ |
| σ1: | 0,504 | $kgf/cm^2$ |
| σ2: | 0,291 | $kgf/cm^2$ |

### b) Verificação

A tensão máxima $\sigma_1 = 0{,}5040\ kgf/cm^2$ é inferior à tensão admissível $\sigma_{adm} = 3{,}409\ kgf/cm^2$ apresentada em 2.1.

A tensão minima $\sigma_2 = 0{,}291\ kgf/cm^2$ é superior a $0{,}00\ kgf/cm^2$, indicando que não há levantamento da fundação.

### 3.2.8. Conclusão

Dadas as verificações apresentadas ao longo deste item, a contenção está aprovada no dimensionamento.

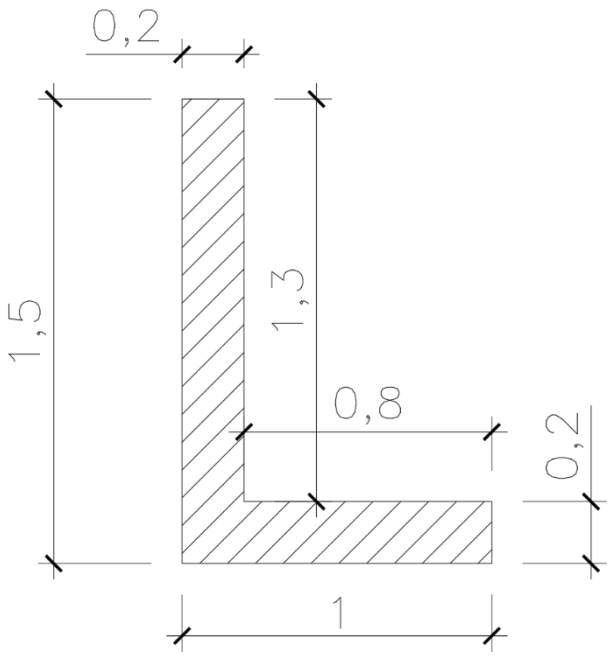
## 3.3. Altura máxima de 1,50m

### 3.3.1. Dados básicos

A seção real do muro é a apresentada na Figura 6 a seguir.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 67 / 181

Figura 6 – Seção transversal altura máxima de 1,50m



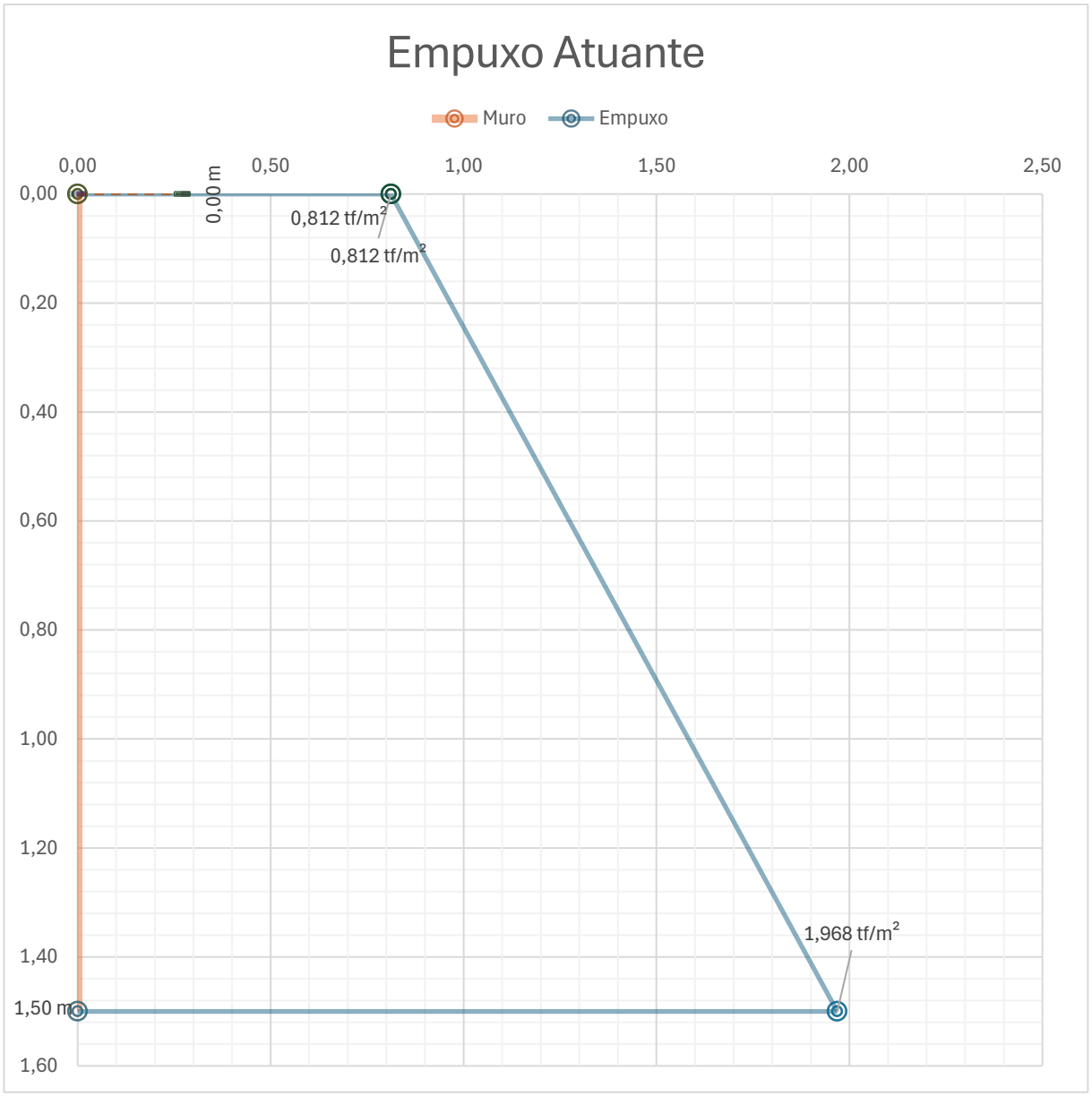

Fonte: Autor, 2025

O muro será de concreto ciclópico, composto de 70% de rocha (granito, sienito ou pórfiro), com peso estimado de 2,85 tf/m³, e 30% de argamassa, com peso estimado de 1,90 tf/m³. O peso do muro é de 2,57 tf/m³. A sobre-carga considerada foi de 2,00 tf/m², conforme item 7.3.3 da NBR 11682/2009.

### 3.3.2. Empuxo

| | | |
|---|---|---|
| Ka: | 0,406 | |
| Kp: | 2,464 | |
| Pceosão: | 0,000 | tf/m² |
| zc: | 0,000 | m |
| Pativo: | 1,157 | tf/m² |
| Esc: | 0,812 | tf/m² |
| Etopo: | 0,812 | tf/m² |
| Ebase: | 1,968 | tf/m² |
| Epassivo: | 1,170 | tf/m² |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 68 / 181




### 3.3.3. Carga permanente dos elementos

| Parte | Peso |
|---|---|
| | tf/m |
| 1 | 0,667 |
| 3 | 0,513 |
| 8a | 1,976 |
| 9 | 1,600 |
| Totais | **4,756** |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 69 / 181

### 3.3.4. Verificação do deslizamento

$$Fa = (1{,}968 + 0{,}812) * \frac{1{,}50}{2} \therefore Fa = 2{,}085\ tf/m$$

$$Fr = 4{,}756 * 0{,}9 * \tan(25) + 1{,}170 \therefore Fr = 3{,}258\ tf/m$$

$$FS = \frac{3{,}258}{2{,}085} \therefore FS = 1{,}562$$

### 3.3.5. Verificação ao tombamento

$$Ma = 1{,}50 * \left(\frac{1{,}218}{2} + \frac{0{,}868}{3}\right) \therefore Ma = 1{,}347\ tfm/m$$

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento Resistente |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 1 | tfm/m |
| 1 | 0,667 | 0,100 | 0,067 |
| 3 | 0,513 | 0,500 | 0,257 |
| 8a | 1,976 | 0,600 | 1,186 |
| 9 | 1,600 | 0,600 | 0,960 |
| Totais | **4,756** | | **2,469** |

$$FS = \frac{2{,}469}{1{,}347} \therefore FS = 1{,}832$$

### 3.3.6. Verificação estrutural

| SEÇÃO | | GEOMETRIA | | EMPUXO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seção | Prof. | h real | b | Ea | Eh | Ev |
| | m | m | m | tf/m | tf/m | tf/m |
| 1 | 0,260 | 0,260 | 0,200 | 0,026 | 0,026 | 0,000 |
| 2 | 0,520 | 0,520 | 0,200 | 0,104 | 0,104 | 0,000 |
| 3 | 0,780 | 0,780 | 0,200 | 0,235 | 0,235 | 0,000 |
| 4 | 1,040 | 1,040 | 0,200 | 0,417 | 0,417 | 0,000 |
| 5 | 1,300 | 1,300 | 0,200 | 0,652 | 0,652 | 0,000 |

| MOMENTOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M0c | M0s | M0sc | M0ev | Mr | M0 |
| tfm | tfm | tfm | tfm | tfm | tfm |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,002 |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,018 |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 70 / 181

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,061 |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,145 |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,282 |

| TENSÃO NA SEÇÃO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P | W | fcd | fctd | σ1 | σ2 | σ1,calc | σ2,calc | σc,Rd | σct,Rd |
| tf | m³ | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² |
| 0,133 | 0,007 | 892,857 | 76,028 | 1,006 | 0,328 | 1,408 | 0,459 | 758,929 | 64,623 |
| 0,267 | 0,007 | | | 4,044 | -1,377 | 5,662 | -1,928 | | |
| 0,400 | 0,007 | | | 11,149 | -7,148 | 15,609 | -10,007 | | |
| 0,534 | 0,007 | | | 24,353 | -19,018 | 34,094 | -26,625 | | |
| 0,667 | 0,007 | | | 45,689 | -39,020 | 63,964 | -54,628 | | |

| Status | | | |
|---|---|---|---|
| σ1 | | σ2 | |
| 0,186% | OK | 0,061% | OK |
| 0,746% | OK | 2,983% | OK |
| 2,057% | OK | 15,485% | OK |
| 4,492% | OK | 41,200% | OK |
| 8,428% | OK | 84,533% | OK |

| CISALHAMENTO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vsd | Twd | Tw,Rd | Status | |
| tf | tf/m² | tf/m² | | |
| 0,036 | 0,274 | 22,808 | 1,200% | OK |
| 0,146 | 1,095 | | 4,800% | OK |
| 0,328 | 2,463 | | 10,799% | OK |
| 0,584 | 4,379 | | 19,198% | OK |
| 0,912 | 6,842 | | 29,997% | OK |

### 3.3.7. Verificação da fundação

A tensão atuante na fundação é dada pela relação indicada em 3.4 do memorial de cálculo.

#### c) Tensão atuante

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 0 | tfm/m |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 71 / 181

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,667 | 0,400 | 0,267 |
| 3 | 0,513 | 0,000 | 0,000 |
| 8a | 1,976 | -0,100 | -0,198 |
| 9 | 1,600 | -0,100 | -0,160 |
| Totais | **4,756** | | **-0,091** |

| **TENSÕES NA BASE** | | |
|---|---|---|
| M0: | 0,343 | tfm/m |
| W: | 0,167 | $m^3$ |
| σ1: | 0,681 | $kgf/cm^2$ |
| σ2: | 0,270 | $kgf/cm^2$ |

#### d) Verificação

A tensão máxima $\sigma_1 = 0{,}681\ kgf/cm^2$ é inferior à tensão admissível $\sigma_{adm} = 3{,}409\ kgf/cm^2$ apresentada em 2.1.

A tensão minima $\sigma_2 = 0{,}270\ kgf/cm^2$ é superior a $0{,}00\ kgf/cm^2$, indicando que não há levantamento da fundação.

### 3.3.8. Conclusão

Dadas as verificações apresentadas ao longo deste item, a contenção está aprovada no dimensionamento.

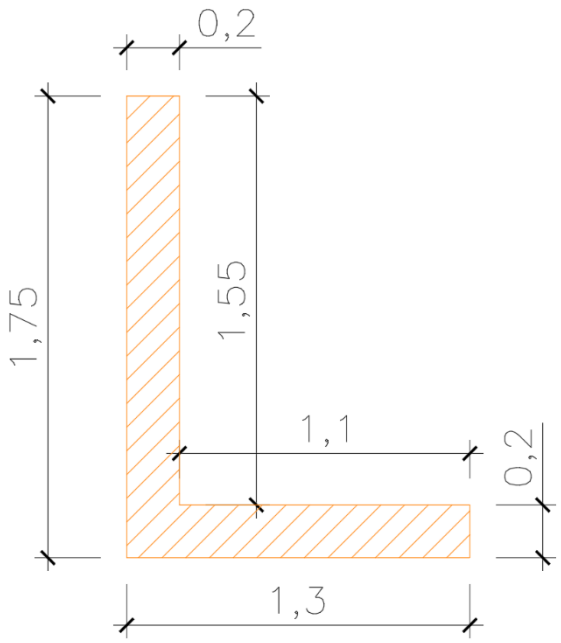
## 3.4. Altura máxima de 1,75m

### 3.4.1. Dados básicos

A seção real do muro é a apresentada na Figura 6 a seguir.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 72 / 181

Figura 7 – Seção transversal altura máxima de 1,50m



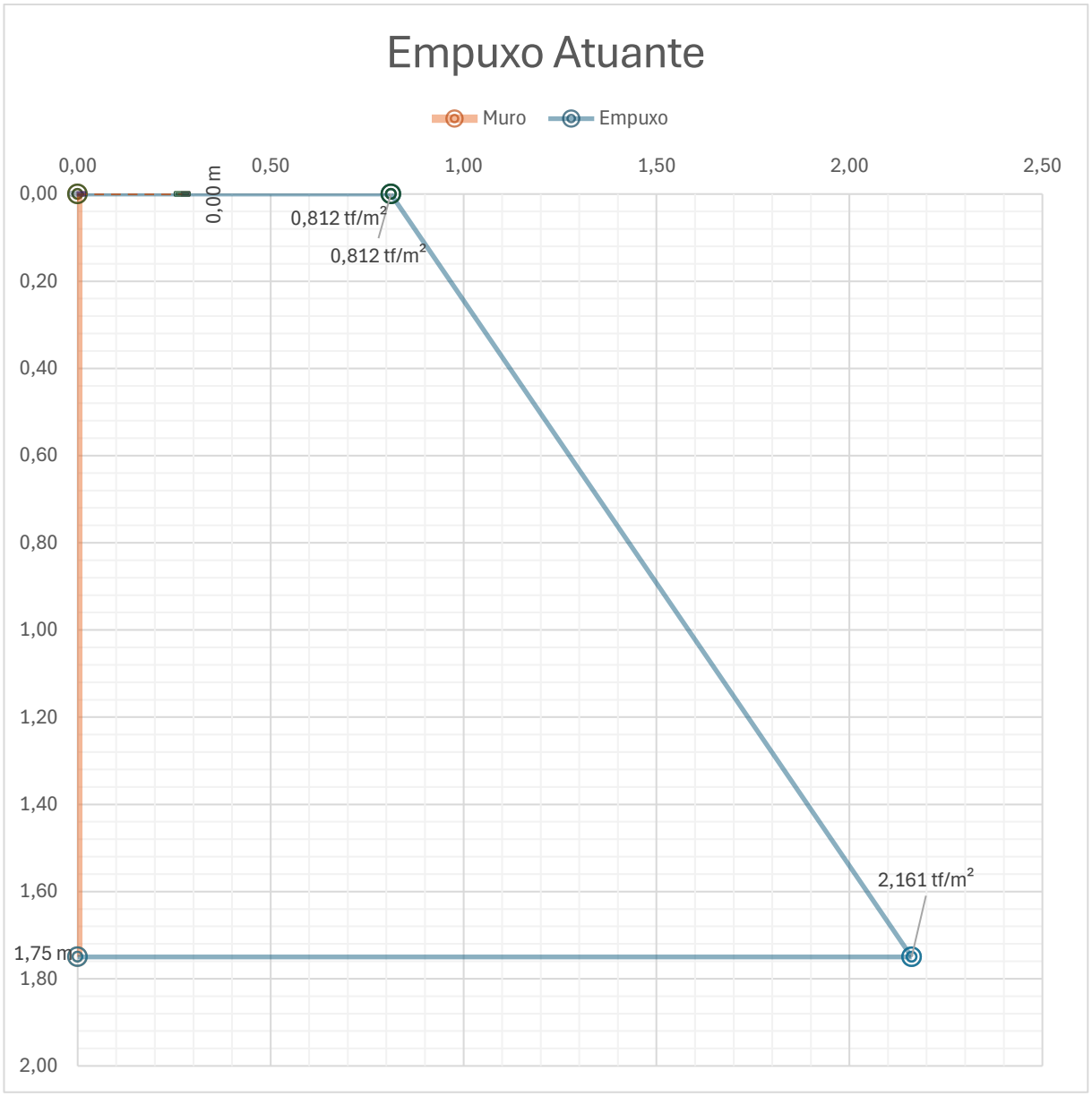

Fonte: Autor, 2025

O muro será de concreto ciclópico, composto de 70% de rocha (granito, sienito ou pórfiro), com peso estimado de 2,85 tf/m³, e 30% de argamassa, com peso estimado de 1,90 tf/m³. O peso do muro é de 2,57 tf/m³. A sobre-carga considerada foi de 2,00 tf/m², conforme item 7.3.3 da NBR 11682/2009.

### 3.4.2. Empuxo

| | | |
|---|---|---|
| Ka: | 0,406 | |
| Kp: | 2,464 | |
| Pceosão: | 0,000 | tf/m² |
| zc: | 0,000 | m |
| Pativo: | 1,349 | tf/m² |
| Esc: | 0,812 | tf/m² |
| Etopo: | 0,812 | tf/m² |
| Ebase: | 2,161 | tf/m² |
| Epassivo: | 1,170 | tf/m² |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 73 / 181




### 3.4.3. Carga permanente dos elementos

| Parte | Peso |
|---|---|
| | tf/m |
| 1 | 0,795 |
| 3 | 0,667 |
| 8a | 3,240 |
| 9 | 2,200 |
| Totais | **6,902** |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 74 / 181

### 3.4.4. Verificação do deslizamento

$$Fa = (2{,}161 + 0{,}812) * \frac{1{,}75}{2} \therefore Fa = 2{,}601\ tf/m$$

$$Fr = 6{,}902 * 0{,}9 * \tan(25) + 1{,}170 \therefore Fr = 4{,}200\ tf/m$$

$$FS = \frac{4{,}200}{2{,}601} \therefore FS = 1{,}614$$

### 3.4.5. Verificação ao tombamento

$$Ma = 1{,}75 * \left(\frac{1{,}421}{2} + \frac{1{,}181}{3}\right) \therefore Ma = 1{,}932\ tfm/m$$

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento Resistente |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 1 | tfm/m |
| 1 | 0,795 | 0,100 | 0,080 |
| 3 | 0,667 | 0,650 | 0,433 |
| 8a | 3,240 | 0,750 | 2,430 |
| 9 | 2,200 | 0,750 | 1,650 |
| Totais | **6,902** | | **4,593** |

$$FS = \frac{4{,}593}{1{,}932} \therefore FS = 2{,}377$$

### 3.4.6. Verificação estrutural

| SEÇÃO | | GEOMETRIA | | EMPUXO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seção | Prof. | h real | b | Ea | Eh | Ev |
| | m | m | m | tf/m | tf/m | tf/m |
| 1 | 0,310 | 0,310 | 0,209 | 0,037 | 0,037 | 0,000 |
| 2 | 0,620 | 0,620 | 0,218 | 0,148 | 0,148 | 0,000 |
| 3 | 0,930 | 0,930 | 0,227 | 0,333 | 0,333 | 0,000 |
| 4 | 1,240 | 1,240 | 0,236 | 0,593 | 0,593 | 0,000 |
| 5 | 1,550 | 1,550 | 0,245 | 0,926 | 0,926 | 0,000 |

| MOMENTOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M0c | M0s | M0sc | M0ev | Mr | M0 |
| tfm | tfm | tfm | tfm | tfm | tfm |
| 0,000 | 0,000 | 0,002 | 0,000 | 0,002 | 0,006 |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 75 / 181

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,001 | -0,001 | 0,003 | 0,000 | 0,004 | 0,034 |
| 0,003 | -0,002 | 0,005 | 0,000 | 0,006 | 0,109 |
| 0,006 | -0,004 | 0,006 | 0,000 | 0,007 | 0,253 |
| 0,010 | -0,007 | 0,007 | 0,000 | 0,009 | 0,488 |

| TENSÃO NA SEÇÃO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P | W | fcd | fctd | σ1 | σ2 | σ1,calc | σ2,calc | σc,Rd | σct,Rd |
| tf | m³ | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² |
| 0,183 | 0,007 | 892,857 | 76,028 | 1,652 | 0,102 | 2,313 | 0,143 | 758,929 | 64,623 |
| 0,379 | 0,008 | | | 6,067 | -2,591 | 8,494 | -3,627 | | |
| 0,587 | 0,009 | | | 15,269 | -10,096 | 21,377 | -14,135 | | |
| 0,808 | 0,009 | | | 30,626 | -23,781 | 42,877 | -33,293 | | |
| 1,041 | 0,010 | | | 53,035 | -44,538 | 74,249 | -62,353 | | |

| Status | | | |
|---|---|---|---|
| σ1 | | σ2 | |
| 0,305% | OK | 0,019% | OK |
| 1,119% | OK | 5,612% | OK |
| 2,817% | OK | 21,872% | OK |
| 5,650% | OK | 51,518% | OK |
| 9,783% | OK | 96,487% | OK |

| CISALHAMENTO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vsd | Twd | Tw,Rd | Status | |
| tf | tf/m² | tf/m² | | |
| 0,052 | 0,372 | 22,808 | 1,632% | OK |
| 0,207 | 1,428 | | 6,260% | OK |
| 0,467 | 3,085 | | 13,526% | OK |
| 0,830 | 5,275 | | 23,129% | OK |
| 1,297 | 7,940 | | 34,812% | OK |

### 3.4.7. Verificação da fundação

A tensão atuante na fundação é dada pela relação indicada em 3.4 do memorial de cálculo.

#### e) Tensão atuante

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento |
|---|---|---|---|

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 76 / 181

| | tf/m | ponto 0 | tfm/m |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,795 | 0,550 | 0,437 |
| 3 | 0,667 | 0,000 | 0,000 |
| 8a | 3,240 | -0,100 | -0,324 |
| 9 | 2,200 | -0,100 | -0,220 |
| Totais | **6,902** | | **-0,107** |

| **TENSÕES NA BASE** | | |
|---|---|---|
| M0: | 0,537 | tfm/m |
| W: | 0,302 | $m^3$ |
| σ1: | 0,711 | $kgf/cm^2$ |
| σ2: | 0,355 | $kgf/cm^2$ |

**f) Verificação**

A tensão máxima $\sigma_1 = 0{,}711\ kgf/cm^2$ é inferior à tensão admissível $\sigma_{adm} = 3{,}409\ kgf/cm^2$ apresentada em 2.1.

A tensão minima $\sigma_2 = 0{,}355\ kgf/cm^2$ é superior a $0{,}00\ kgf/cm^2$, indicando que não há levantamento da fundação.

### 3.4.8. Conclusão

Dadas as verificações apresentadas ao longo deste item, a contenção está aprovada no dimensionamento.

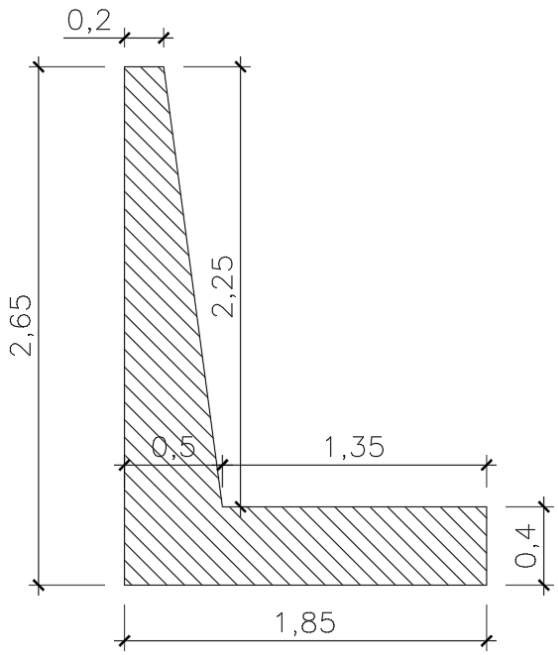
## 3.5. Altura máxima de 2,65m

### 3.5.1. Dados básicos

A seção real do muro é a apresentada na Figura 6 a seguir.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 77 / 181

Figura 8 – Seção transversal altura máxima de 2,65m



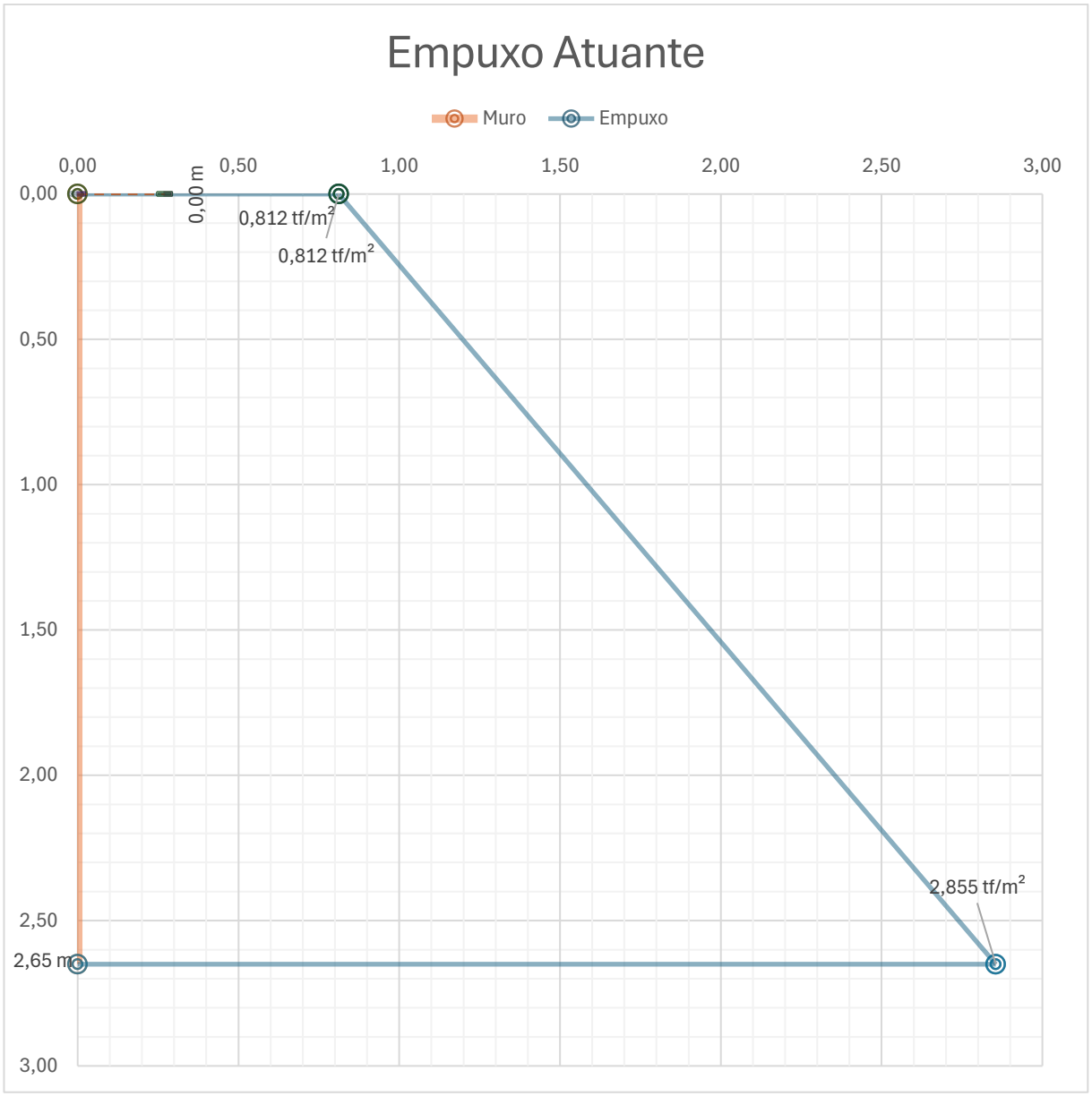

Fonte: Autor, 2025

O muro será de concreto ciclópico, composto de 70% de rocha (granito, sienito ou pórfiro), com peso estimado de 2,85 tf/m³, e 30% de argamassa, com peso estimado de 1,90 tf/m³. O peso do muro é de 2,57 tf/m³. A sobre-carga considerada foi de 2,00 tf/m², conforme item 7.3.3 da NBR 11682/2009.

### 3.5.2. Empuxo

| | | |
|---|---|---|
| Ka: | 0,406 | |
| Kp: | 2,464 | |
| Pceosão: | 0,000 | tf/m² |
| zc: | 0,000 | m |
| Pativo: | 2,043 | tf/m² |
| Esc: | 0,812 | tf/m² |
| Etopo: | 0,812 | tf/m² |
| Ebase: | 2,855 | tf/m² |
| Epassivo: | 1,217 | tf/m² |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 78 / 181




### 3.5.3. Carga permanente dos elementos

| Parte | Peso tf/m |
|---|---|
| 1 | 1,154 |
| 2b | 0,866 |
| 3 | 1,898 |
| 8a | 6,413 |
| 9 | 3,300 |
| Totais | **13,631** |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 79 / 181

### 3.5.4. Verificação do deslizamento

$$Fa = (2{,}855 + 0{,}812) * \frac{2{,}65}{2} \therefore Fa = 4{,}674\ tf/m$$

$$Fr = 13{,}631 * 0{,}9 * \tan(25) + 1{,}217 \therefore Fr = 7{,}200\ tf/m$$

$$FS = \frac{7{,}200}{4{,}674} \therefore FS = 1{,}540$$

### 3.5.5. Verificação ao tombamento

$$Ma = 2{,}65 * \left(\frac{2{,}069}{2} + \frac{2{,}605}{3}\right) \therefore Ma = 5{,}043\ tfm/m$$

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento Resistente |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 1 | tfm/m |
| 1 | 1,154 | 0,100 | 0,115 |
| 2b | 0,866 | 0,300 | 0,260 |
| 3 | 1,898 | 0,925 | 1,756 |
| 8a | 6,413 | 1,098 | 7,038 |
| 9 | 3,300 | 1,175 | 3,878 |
| Totais | **13,631** | | **13,046** |

$$FS = \frac{13{,}046}{5{,}043} \therefore FS = 2{,}586$$

### 3.5.6. Verificação estrutural

| SEÇÃO | | GEOMETRIA | | EMPUXO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seção | Prof. | h real | b | Ea | Eh | Ev |
| | m | m | m | tf/m | tf/m | tf/m |
| 1 | 0,450 | 0,450 | 0,260 | 0,075 | 0,075 | 0,000 |
| 2 | 0,900 | 0,900 | 0,320 | 0,300 | 0,300 | 0,000 |
| 3 | 1,350 | 1,350 | 0,380 | 0,676 | 0,676 | 0,000 |
| 4 | 1,800 | 1,800 | 0,440 | 1,202 | 1,202 | 0,000 |
| 5 | 2,250 | 2,250 | 0,500 | 1,878 | 1,878 | 0,000 |

| MOMENTOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M0c | M0s | M0sc | M0ev | Mr | M0 |
| tfm | tfm | tfm | tfm | tfm | tfm |
| 0,004 | -0,003 | 0,008 | 0,000 | 0,009 | 0,021 |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 80 / 181

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,017 | -0,012 | 0,010 | 0,000 | 0,014 | 0,104 |
| 0,041 | -0,030 | 0,004 | 0,000 | 0,014 | 0,318 |
| 0,078 | -0,057 | -0,010 | 0,000 | 0,011 | 0,732 |
| 0,130 | -0,096 | -0,030 | 0,000 | 0,004 | 1,412 |

| TENSÃO NA SEÇÃO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P | W | fcd | fctd | σ1 | σ2 | σ1,calc | σ2,calc | σc,Rd | σct,Rd |
| tf | m³ | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² |
| 0,411 | 0,011 | 892,857 | 76,028 | 3,415 | -0,252 | 4,780 | -0,353 | 758,929 | 64,623 |
| 0,943 | 0,017 | | | 9,043 | -3,150 | 12,660 | -4,410 | | |
| 1,595 | 0,024 | | | 17,424 | -9,029 | 24,394 | -12,641 | | |
| 2,368 | 0,032 | | | 28,055 | -17,293 | 39,278 | -24,210 | | |
| 3,261 | 0,042 | | | 40,412 | -27,367 | 56,577 | -38,314 | | |

| Status | | | |
|---|---|---|---|
| σ1 | | σ2 | |
| 0,630% | OK | 0,546% | OK |
| 1,668% | OK | 6,825% | OK |
| 3,214% | OK | 19,561% | OK |
| 5,175% | OK | 37,463% | OK |
| 7,455% | OK | 59,289% | OK |

| CISALHAMENTO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vsd | Twd | Tw,Rd | Status | |
| tf | tf/m² | tf/m² | | |
| 0,105 | 0,607 | 22,808 | 2,660% | OK |
| 0,421 | 1,972 | | 8,645% | OK |
| 0,946 | 3,736 | | 16,380% | OK |
| 1,683 | 5,736 | | 25,149% | OK |
| 2,629 | 7,887 | | 34,580% | OK |

### 3.5.7. Verificação da fundação

A tensão atuante na fundação é dada pela relação indicada em 3.4 do memorial de cálculo.

#### g) Tensão atuante

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento |
|---|---|---|---|

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 81 / 181

| | tf/m | ponto 0 | tfm/m |
|---|---|---|---|
| 1 | 1,154 | 0,850 | 0,981 |
| 2b | 0,866 | 0,650 | 0,563 |
| 3 | 1,949 | 0,000 | 0,000 |
| 8a | 6,626 | -0,173 | -1,144 |
| 9 | 3,400 | -0,250 | -0,850 |
| Totais | **13,996** | | **-0,450** |

| **TENSÕES NA BASE** | | |
|---|---|---|
| M0: | 1,863 | tfm/m |
| W: | 0,570 | $m^3$ |
| σ1: | 1,063 | $kgf/cm^2$ |
| σ2: | 0,410 | $kgf/cm^2$ |

**h) Verificação**

A tensão máxima $\sigma_1 = 1{,}063\ kgf/cm^2$ é inferior à tensão admissível $\sigma_{adm} = 3{,}469\ kgf/cm^2$ apresentada em 2.1.

A tensão minima $\sigma_2 = 0{,}410\ kgf/cm^2$ é superior a $0{,}00\ kgf/cm^2$, indicando que não há levantamento da fundação.

### 3.5.8. Conclusão

Dadas as verificações apresentadas

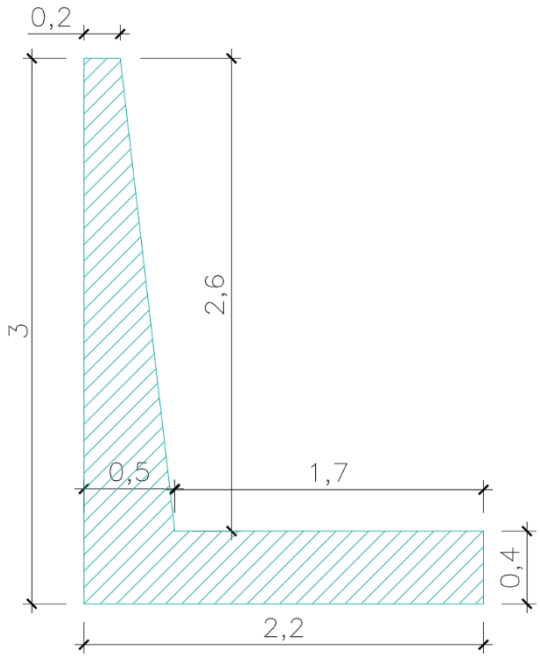
## 3.6. Altura máxima de 3,00m

### 3.6.1. Dados básicos

A seção real do muro é a apresentada na Figura 6 a seguir.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 82 / 181

Figura 9 – Seção transversal altura máxima de 1,50m



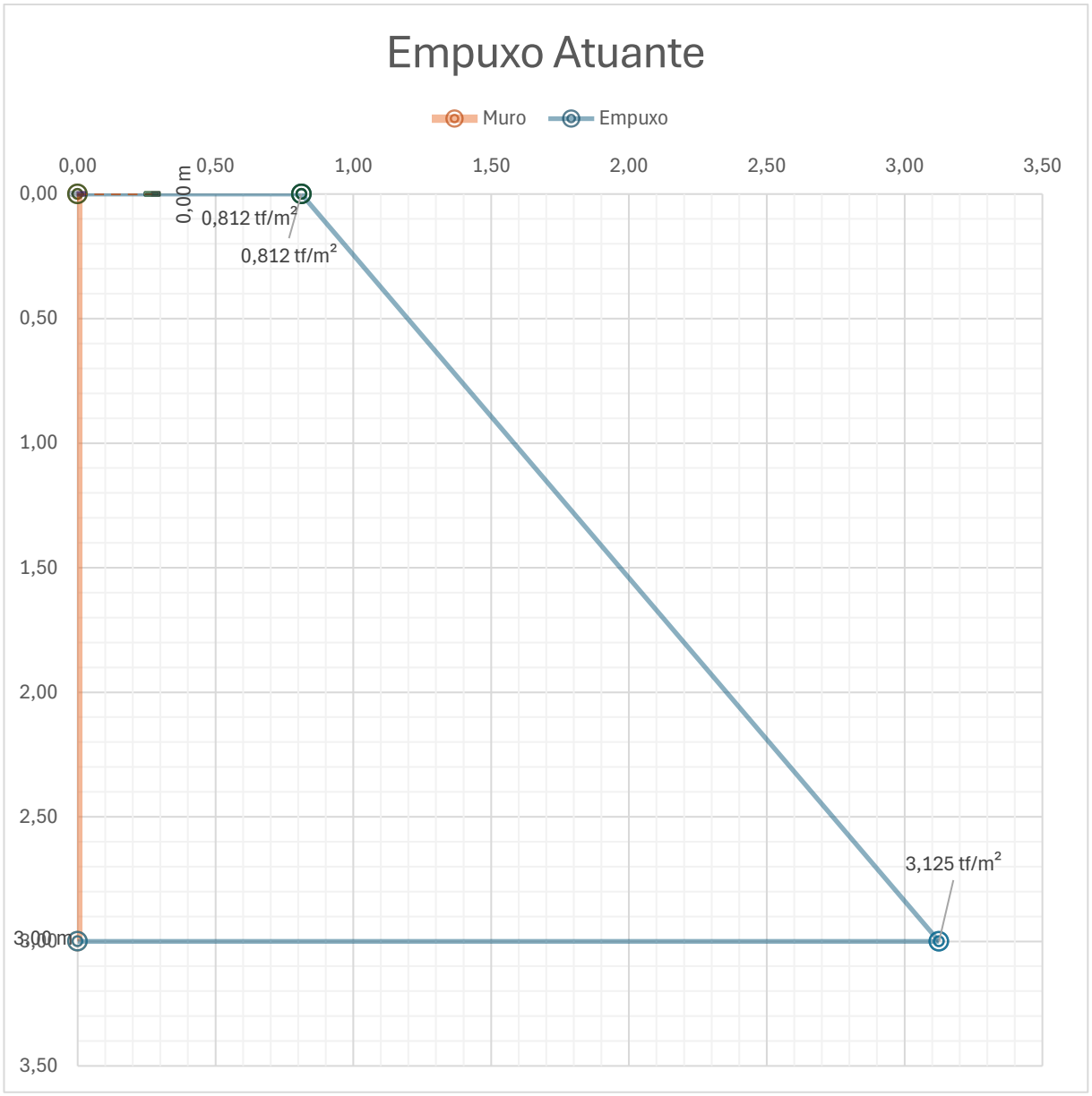

Fonte: Autor, 2025

O muro será de concreto ciclópico, composto de 70% de rocha (granito, sienito ou pórfiro), com peso estimado de 2,85 tf/m³, e 30% de argamassa, com peso estimado de 1,90 tf/m³. O peso do muro é de 2,57 tf/m³. A sobre-carga considerada foi de 2,00 tf/m², conforme item 7.3.3 da NBR 11682/2009.

### 3.6.2. Empuxo

| | | |
|---|---|---|
| Ka: | 0,406 | |
| Kp: | 2,464 | |
| Pceosão: | 0,000 | tf/m² |
| zc: | 0,000 | m |
| Pativo: | 2,313 | tf/m² |
| Esc: | 0,812 | tf/m² |
| Etopo: | 0,812 | tf/m² |
| Ebase: | 3,125 | tf/m² |
| Epassivo: | 1,170 | tf/m² |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 83 / 181




### 3.6.3. Carga permanente dos elementos

| Parte | Peso |
|---|---|
| | tf/m |
| 1 | 1,334 |
| 2b | 1,000 |
| 3 | 2,257 |
| 8a | 9,139 |
| 9 | 4,000 |
| Totais | **17,730** |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 84 / 181

### 3.6.4. Verificação do deslizamento

$$Fa = (3{,}125 + 0{,}812) * \frac{3{,}00}{2} \therefore Fa = 5{,}905\ tf/m$$

$$Fr = 17{,}730 * 0{,}9 * \tan(25) + 1{,}170 \therefore Fr = 8{,}953\ tf/m$$

$$FS = \frac{8{,}953}{5{,}905} \therefore FS = 1{,}516$$

### 3.6.5. Verificação ao tombamento

$$Ma = 3{,}00 * \left(\frac{2{,}435}{2} + \frac{3{,}470}{3}\right) \therefore Ma = 5{,}905\ tfm/m$$

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento Resistente |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 1 | tfm/m |
| 1 | 1,334 | 0,100 | 0,133 |
| 2b | 1,000 | 0,300 | 0,300 |
| 3 | 2,257 | 1,100 | 2,483 |
| 8a | 9,139 | 1,273 | 11,634 |
| 9 | 4,000 | 1,350 | 5,400 |
| Totais | **17,730** | | **19,950** |

$$FS = \frac{19{,}950}{5{,}905} \therefore FS = 2{,}800$$

### 3.6.6. Verificação estrutural

| **SEÇÃO** | | **GEOMETRIA** | | **EMPUXO** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seção | Prof. | h real | b | Ea | Eh | Ev |
| | m | m | m | tf/m | tf/m | tf/m |
| 1 | 0,520 | 0,520 | 0,262 | 0,104 | 0,104 | 0,000 |
| 2 | 1,040 | 1,040 | 0,324 | 0,417 | 0,417 | 0,000 |
| 3 | 1,560 | 1,560 | 0,386 | 0,938 | 0,938 | 0,000 |
| 4 | 2,080 | 2,080 | 0,448 | 1,668 | 1,668 | 0,000 |
| 5 | 2,600 | 2,600 | 0,510 | 2,606 | 2,606 | 0,000 |

| **MOMENTOS** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M0c | M0s | M0sc | M0ev | Mr | M0 |
| tfm | tfm | tfm | tfm | tfm | tfm |
| 0,005 | -0,003 | 0,009 | 0,000 | 0,010 | 0,028 |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 85 / 181

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,020 | -0,015 | 0,009 | 0,000 | 0,015 | 0,159 |
| 0,049 | -0,036 | 0,003 | 0,000 | 0,015 | 0,503 |
| 0,094 | -0,069 | -0,012 | 0,000 | 0,012 | 1,169 |
| 0,157 | -0,116 | -0,034 | 0,000 | 0,007 | 2,265 |

| TENSÃO NA SEÇÃO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P | W | fcd | fctd | σ1 | σ2 | σ1,calc | σ2,calc | σc,Rd | σct,Rd |
| tf | m³ | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² |
| 0,463 | 0,011 | 892,857 | 76,028 | 4,197 | -0,665 | 5,876 | -0,930 | 758,929 | 64,623 |
| 1,069 | 0,017 | | | 12,398 | -5,797 | 17,357 | -8,115 | | |
| 1,820 | 0,025 | | | 24,977 | -15,547 | 34,968 | -21,766 | | |
| 2,715 | 0,033 | | | 41,003 | -28,884 | 57,405 | -40,438 | | |
| 3,753 | 0,043 | | | 59,619 | -44,900 | 83,466 | -62,860 | | |

| Status | | | |
|---|---|---|---|
| σ1 | | σ2 | |
| 0,774% | OK | 1,440% | OK |
| 2,287% | OK | 12,558% | OK |
| 4,608% | OK | 33,681% | OK |
| 7,564% | OK | 62,575% | OK |
| 10,998% | OK | 97,272% | OK |

| CISALHAMENTO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vsd | Twd | Tw,Rd | Status | |
| tf | tf/m² | tf/m² | | |
| 0,146 | 0,836 | 22,808 | 3,664% | OK |
| 0,584 | 2,703 | | 11,851% | OK |
| 1,314 | 5,105 | | 22,381% | OK |
| 2,335 | 7,819 | | 34,283% | OK |
| 3,649 | 10,732 | | 47,055% | OK |

### 3.6.7. Verificação da fundação

A tensão atuante na fundação é dada pela relação indicada em 3.4 do memorial de cálculo.

#### i) Tensão atuante

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento |
|---|---|---|---|

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 86 / 181

| | tf/m | ponto 0 | tfm/m |
|---|---|---|---|
| 1 | 1,334 | 1,000 | 1,334 |
| 2b | 1,000 | 0,800 | 0,800 |
| 3 | 2,257 | 0,000 | 0,000 |
| 8a | 9,139 | -0,173 | -1,581 |
| 9 | 4,000 | -0,250 | -1,000 |
| Totais | **17,730** | | **-0,447** |

| **TENSÕES NA BASE** | | |
|---|---|---|
| M0: | 3,007 | tfm/m |
| W: | 0,814 | $m^3$ |
| σ1: | 1,176 | $kgf/cm^2$ |
| σ2: | 0,437 | $kgf/cm^2$ |

**j) Verificação**

A tensão máxima $\sigma_1 = 1{,}176\ kgf/cm^2$ é inferior à tensão admissível $\sigma_{adm} = 3{,}409\ kgf/cm^2$ apresentada em 2.1.

A tensão minima $\sigma_2 = 0{,}437\ kgf/cm^2$ é superior a $0{,}00\ kgf/cm^2$, indicando que não há levantamento da fundação.

### 3.6.8. Conclusão

Dadas as verificações apresentadas ao longo deste item, a contenção está aprovada no dimensionamento.

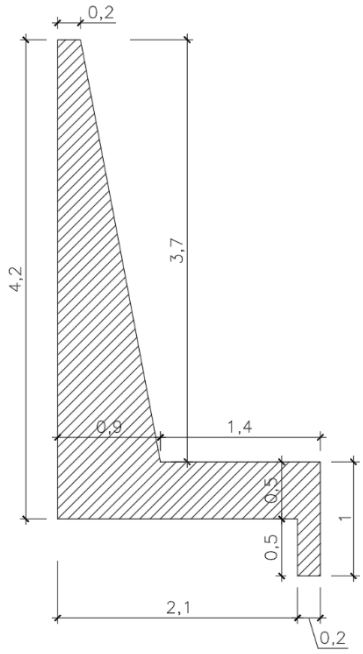
## 3.7. Altura máxima de 4,20m

### 3.7.1. Dados básicos

A seção real do muro é a apresentada na Figura 6 a seguir.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 87 / 181

Figura 10 – Seção transversal altura máxima de 1,50m



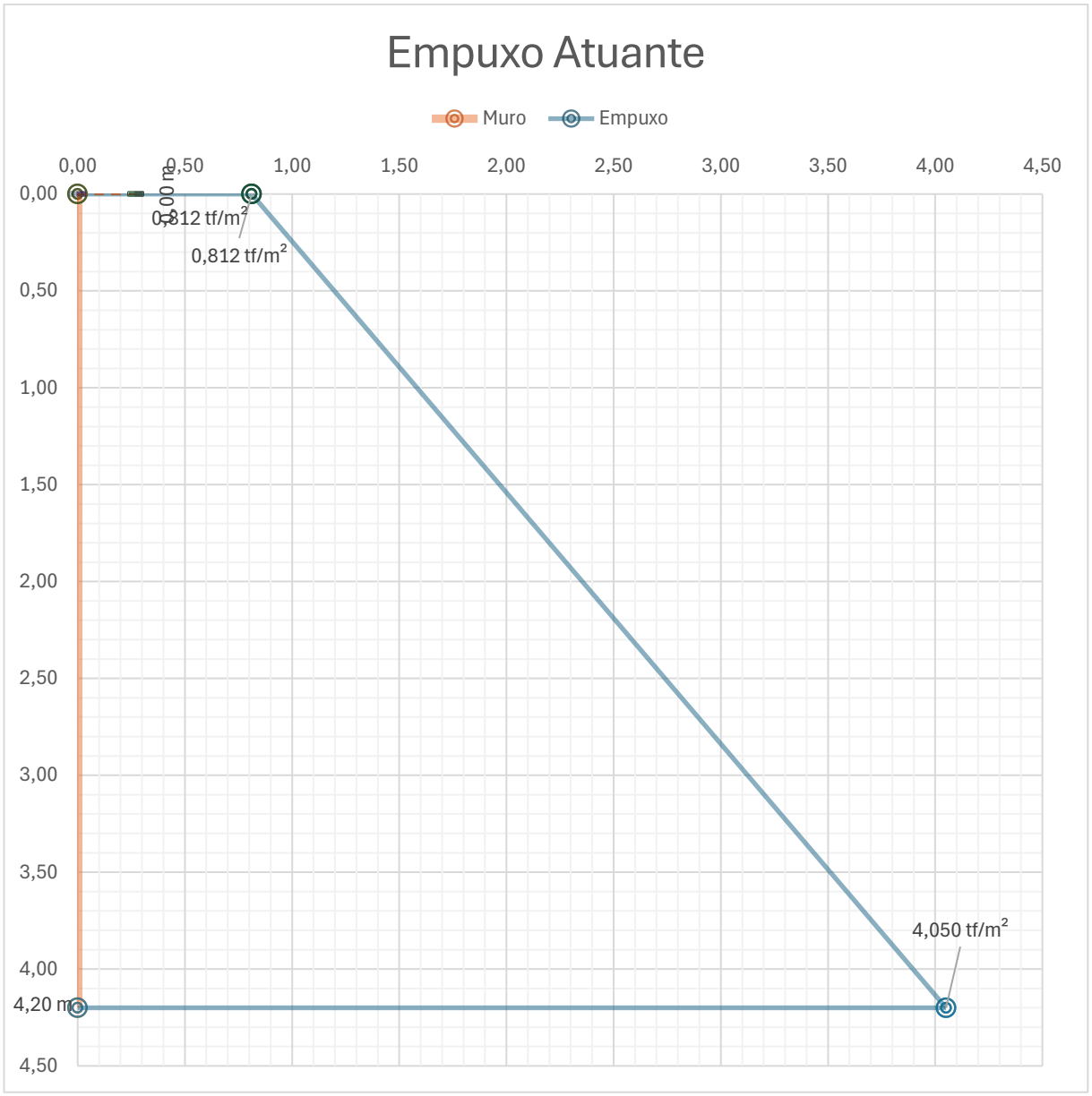

Fonte: Autor, 2025

O muro será de concreto ciclópico, composto de 70% de rocha (granito, sienito ou pórfiro), com peso estimado de 2,85 tf/m³, e 30% de argamassa, com peso estimado de 1,90 tf/m³. O peso do muro é de 2,57 tf/m³. A sobre-carga considerada foi de 2,00 tf/m², conforme item 7.3.3 da NBR 11682/2009.

### 3.7.2. Empuxo

| | | |
|---|---|---|
| Ka: | 0,406 | |
| Kp: | 2,464 | |
| Pceosão: | 0,000 | tf/m² |
| zc: | 0,000 | m |
| Pativo: | 3,239 | tf/m² |
| Esc: | 0,812 | tf/m² |
| Etopo: | 0,812 | tf/m² |
| Ebase: | 4,050 | tf/m² |
| Epassivo: | 4,681 | tf/m² |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 88 / 181




### 3.7.3. Carga permanente dos elementos

| Parte | Peso |
|---|---|
| | tf/m |
| 1 | 1,898 |
| 2b | 3,322 |
| 3 | 2,950 |
| 7 | 0,257 |
| 8a | 12,303 |
| 9 | 4,200 |
| Totais | **24,929** |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 89 / 181

### 3.7.4. Verificação do deslizamento

$$Fa = (4{,}050 + 0{,}812) * \frac{4{,}20}{2} \therefore Fa = 10{,}211\ tf/m$$

$$Fr = 24{,}929 * 0{,}9 * \tan(25) + 4{,}681 \therefore Fr = 15{,}624\ tf/m$$

$$FS = \frac{15{,}624}{10{,}211} \therefore FS = 1{,}530$$

### 3.7.5. Verificação ao tombamento

$$Ma = 4{,}20 * \left(\frac{3{,}409}{2} + \frac{6{,}801}{3}\right) \therefore Ma = 16{,}681\ tfm/m$$

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento Resistente |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 1 | tfm/m |
| 1 | 1,898 | 0,100 | 0,190 |
| 2b | 3,322 | 0,433 | 1,439 |
| 3 | 2,950 | 1,150 | 3,392 |
| 7 | 0,257 | 2,200 | 0,564 |
| 8a | 12,303 | 1,413 | 17,388 |
| 9 | 4,200 | 1,600 | 6,720 |
| Totais | **24,929** | | **29,693** |

$$FS = \frac{29{,}693}{16{,}681} \therefore FS = 1{,}780$$

### 3.7.6. Verificação estrutural

| **SEÇÃO** | | **GEOMETRIA** | | **EMPUXO** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seção | Prof. | h real | b | Ea | Eh | Ev |
| | m | m | m | tf/m | tf/m | tf/m |
| 1 | 0,740 | 0,740 | 0,340 | 0,211 | 0,211 | 0,000 |
| 2 | 1,480 | 1,480 | 0,480 | 0,845 | 0,845 | 0,000 |
| 3 | 2,220 | 2,220 | 0,620 | 1,900 | 1,900 | 0,000 |
| 4 | 2,960 | 2,960 | 0,760 | 3,378 | 3,378 | 0,000 |
| 5 | 3,700 | 3,700 | 0,900 | 5,278 | 5,278 | 0,000 |

| **MOMENTOS** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M0c | M0s | M0sc | M0ev | Mr | M0 |
| tfm | tfm | tfm | tfm | tfm | tfm |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 90 / 181

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,016 | -0,012 | 0,008 | 0,000 | 0,013 | 0,065 |
| 0,078 | -0,058 | -0,022 | 0,000 | -0,002 | 0,414 |
| 0,203 | -0,151 | -0,092 | 0,000 | -0,040 | 1,366 |
| 0,411 | -0,304 | -0,202 | 0,000 | -0,095 | 3,238 |
| 0,720 | -0,533 | -0,350 | 0,000 | -0,163 | 6,347 |

| TENSÃO NA SEÇÃO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P | W | fcd | fctd | σ1 | σ2 | σ1,calc | σ2,calc | σc,Rd | σct,Rd |
| tf | m³ | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² |
| 0,891 | 0,019 | 892,857 | 76,028 | 5,980 | -0,739 | 8,372 | -1,035 | 758,929 | 64,623 |
| 2,244 | 0,038 | | | 15,469 | -6,117 | 21,656 | -8,564 | | |
| 4,060 | 0,064 | | | 27,878 | -14,780 | 39,029 | -20,692 | | |
| 6,339 | 0,096 | | | 41,978 | -25,296 | 58,769 | -35,414 | | |
| 9,080 | 0,135 | | | 57,101 | -36,923 | 79,942 | -51,692 | | |

| Status | | | |
|---|---|---|---|
| σ1 | | σ2 | |
| 1,103% | OK | 1,602% | OK |
| 2,854% | OK | 13,252% | OK |
| 5,143% | OK | 32,019% | OK |
| 7,744% | OK | 54,801% | OK |
| 10,533% | OK | 79,989% | OK |

| CISALHAMENTO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vsd | Twd | Tw,Rd | Status | |
| tf | tf/m² | tf/m² | | |
| 0,296 | 1,304 | 22,808 | 5,718% | OK |
| 1,182 | 3,695 | | 16,200% | OK |
| 2,660 | 6,436 | | 28,219% | OK |
| 4,729 | 9,334 | | 40,926% | OK |
| 7,390 | 12,316 | | 53,999% | OK |

### 3.7.7. Verificação da fundação

A tensão atuante na fundação é dada pela relação indicada em 3.4 do memorial de cálculo.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 91 / 181

### k) Tensão atuante

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 0 | tfm/m |
| 1 | 1,898 | 1,050 | 1,993 |
| 2b | 3,322 | 0,717 | 2,381 |
| 3 | 2,950 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0,257 | -1,350 | -0,346 |
| 8a | 12,303 | -0,263 | -3,240 |
| 9 | 4,200 | -0,450 | -1,890 |
| Totais | **24,929** | | **-1,102** |

| **TENSÕES NA BASE** | | |
|---|---|---|
| M0: | 8,420 | tfm/m |
| W: | 0,882 | $m^3$ |
| σ1: | 2,039 | $kgf/cm^2$ |
| σ2: | 0,129 | $kgf/cm^2$ |

### l) Verificação

A tensão máxima $\sigma_1 = 2{,}039\ kgf/cm^2$ é inferior à tensão admissível $\sigma_{adm} = 3{,}409\ kgf/cm^2$ apresentada em 2.1.

A tensão minima $\sigma_2 = 0{,}129\ kgf/cm^2$ é superior a $0{,}00\ kgf/cm^2$, indicando que não há levantamento da fundação.

## 3.7.8. Conclusão

Dadas as verificações apresentadas ao longo deste item, a contenção está aprovada no dimensionamento.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 92 / 181

Prefeitura municipal
Itaguaçu

## CONTRATANTE

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAGUAÇU

_____

DARLY DETTMANN
CNPJ n° 27.167.451/0001-74

# INFRAESTRUTURA LOTEAMENTO SOLAR
# CONTRATO: ITA 053-25
# MEMORIAL DE CÁLCULO – ANEXO IV
# CONTENÇÃO
# PROJETO EXECUTIVO

## CONTROLE DE EMISSÕES

| DATA | REVISÃO |
|---|---|
| 12/2025 | R0 – EMISSÃO INICIAL |
| | |

## ELABORAÇÃO

AMÉRICA LATINA
ENGENHARIA

CNPJ n° 10.568.340/0001-77

## RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

### COORDENAÇÃO DO CONTRATO

Documento assinado digitalmente
gov.br
RAFAEL AMARAL MATHIELO ALTOE
Data: 13/12/2025 15:03:30-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

RAFAEL AMARAL MATHIELO ALTOÉ
CREA ES-0049064/D
ENGENHEIRO CIVIL

### RESPONSÁVEL TÉCNICO

Documento assinado digitalmente
gov.br
CASSIO FABRE PEREIRA DOS SANTOS
Data: 13/12/2025 15:47:12-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

CÁSSIO FABRE PEREIRA DOS SANTOS
CREA ES-0049064/D
ENGENHEIRO CIVIL

**CON-ITA_053_25_02-PE-CAL-R0-05-06**

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 93 / 181

## Sumário

1. INTRODUÇÃO ..... 2
2. CARACTERÍSTICAS DO SOLO ..... 2
2.1. Tensão admissível da fundação ..... 2
2.2. Reaterro ..... 4
2.3. Propriedades do solo ..... 4
3. DIMENSIONAMENTO muro de flexão ..... 5
4. DIMENSIONAMENTO muros de gravidade ..... 32
4.1. Seção teórica ..... 32
4.2. Altura máxima de 2,10m ..... 33
4.3. Altura máxima de 3,00m ..... 38

## Lista de Figuras

Figura 1 – Furos de sondagem Quadra D ..... 2
Figura 2 – SP-13 ..... 3
Figura 3 – Coeficiente $K_{Berb}$ ..... 4
Figura 4 – Seção transversal ..... 5
Figura 5 – Seção transversal ..... 7
Figura 6 – Modelo estrutural ..... 12
Figura 7 – Deformação parede ..... 13
Figura 8 – Momento fletor de cálculo parede ..... 14
Figura 9 – Cisalhamento de cálculo parede ..... 16
Figura 10 – Força axial de cálculo tirante ..... 18
Figura 11 – Momento fletor de cálculo sapata corrida ..... 19
Figura 12 – Momento fletor de cálculo estacas ..... 20
Figura 13 – Cisalhamento de cálculo estacas ..... 21
Figura 14 – Seção modelo ..... 33
Figura 15 – Seção transversal altura máxima de 2,10m ..... 33
Figura 16 – Seção transversal altura máxima de 1,50m ..... 39

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 94 / 181

## 1. INTRODUÇÃO

O presente memorial anexo tem como finalidade apresentar, de forma detalhada, o dimensionamento e a verificação dos elementos estruturais que compõem as contenções da Quadra C do Loteamento Solar.

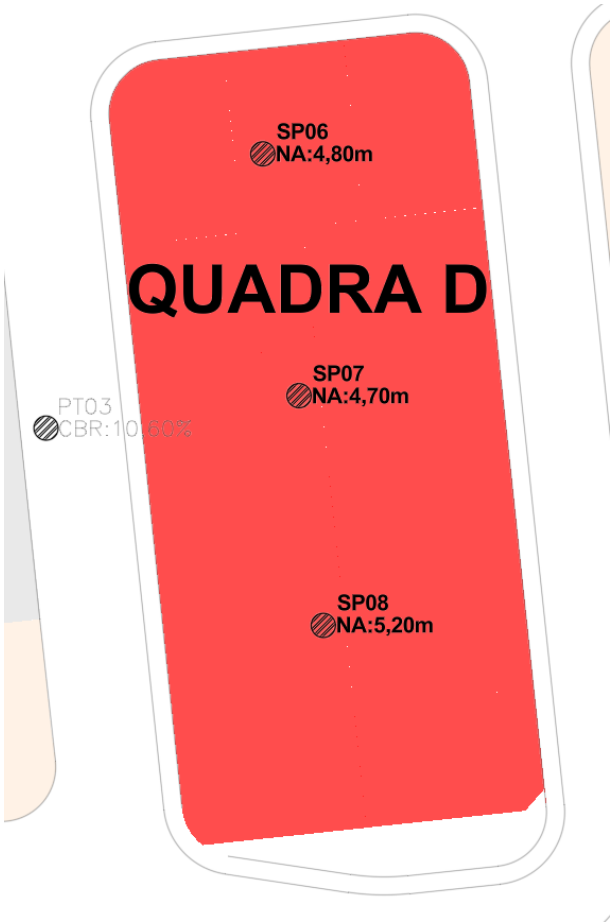
O muro assentado em conta mínimo de 0,50m em relação ao nível natural do solo.

## 2. CARACTERÍSTICAS DO SOLO

### 2.1. Tensão admissível da fundação

Na área da Quadra A, conforme indicado na Figura 1 a seguir, foram feitos os furos SP-06, SP-07 e SP-08. Por apresentar menor número de golpes, será utilizado o SP-06 no dimensionamento da tensão admissível do solo.

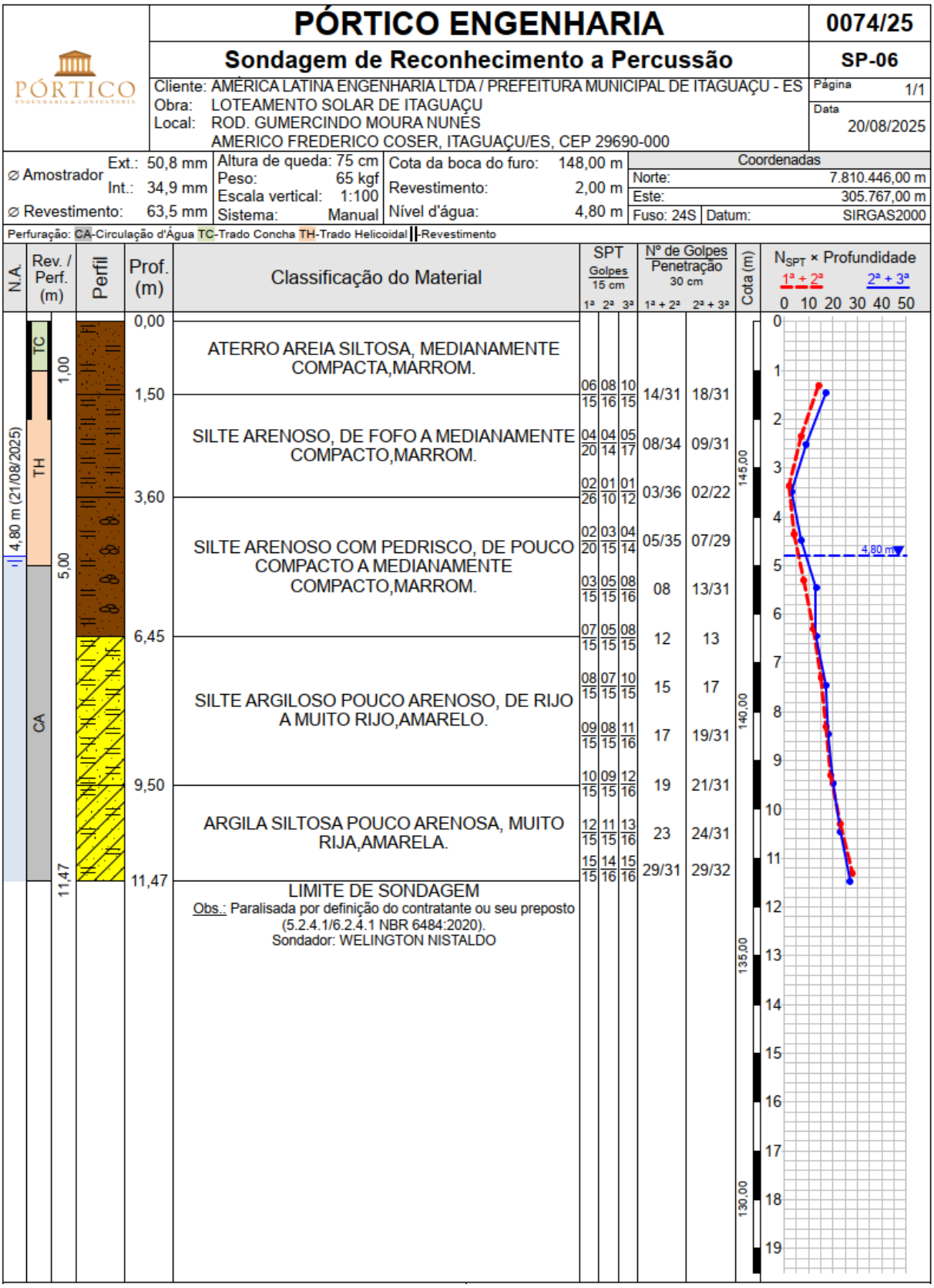
Figura 1 – Furos de sondagem Quadra D




Fonte: Autor, 2025

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 95 / 181

Figura 2 – SP-13




Fonte: Autor, 2025

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 96 / 181

O bulbo de tensões considerado será de 3m de profundidade. O SPT médio considerado é dado a seguir.

$$SPT_{med} = \frac{2 + 7 + 13}{3} \therefore SPT_{med} = 7$$

O valor do coeficiente $K_{Berb}$ está definido na Figura 3 a seguir.

Figura 3 – Coeficiente $K_{Berb}$

Coeficiente $K_{BASE}$ de acordo com o tipo de solo e o SPT – Berberian (2015) 1/3

| SOLO | Class. Berb. | SPT ($N_{72}$ Brasileiro) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Silte ( Mó ) | M | 5,45 | 5,71 | 5,63 | 5,63 | 5,63 | 5,63 | 5,59 | 5,71 | 5,82 | 5,92 | 6,00 | 5,63 |
| Silte Muito Pco.. Arenoso | M3S | 5,00 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,60 | 4,67 | 4,74 | 4,80 | 4,86 |
| Silte Pco. Arenoso | M4S | 5,00 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,33 | 5,60 | 4,67 | 4,74 | 4,80 | 4,86 |
| Silte Arenoso | M5S | 4,10 | 4,40 | 4,64 | 4,84 | 5,01 | 4,62 | 4,62 | 4,62 | 4,62 | 4,35 | 4,40 | 4,45 |
| Silte Muito Arenoso | M6S | 5,00 | 5,28 | 5,28 | 5,28 | 5,28 | 5,28 | 4,50 | 4,58 | 4,65 | 4,72 | 4,78 | 4,83 |
| Silte Mto Pco.. Argiloso | M3C | 5,34 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,18 | 5,22 |
| Silte Pco. Argiloso | M4C | 5,34 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,18 | 5,22 |
| Silte Argiloso | M5C | 5,20 | 5,62 | 5,77 | 5,53 | 5,53 | 5,53 | 5,52 | 5,62 | 5,70 | 5,77 | 5,84 | 5,53 |
| Silte Muito Argiloso | M6C | 5,34 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,59 | 5,18 | 5,22 |

Fonte: Autor, 2025

Assim, a tensão admissível é dada a seguir.

$$\sigma_{adm} = \frac{7}{4{,}64} \therefore \sigma_{adm} = 1{,}509 \frac{kgf}{cm^2}$$

## 2.2. Reaterro

O reaterro compactado será considerado com resistência equivalente a um solo com SPT de 5 golpes.

## 2.3. Propriedades do solo

Conforme indicado no item 3.1 do memorial de cálculo, o solo de reaterro e fundação terão as seguintes características adotadas.

| Propriedade | Aterro | Fundação | Und. |
|---|---|---|---|
| Ângulo de atrito: | 25,00 | 25,00 | ° |
| Peso específico: | 1,90 | 1,90 | tf/m³ |
| Coesão: | 0,00 | 0,00 | tf/m² |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 97 / 181

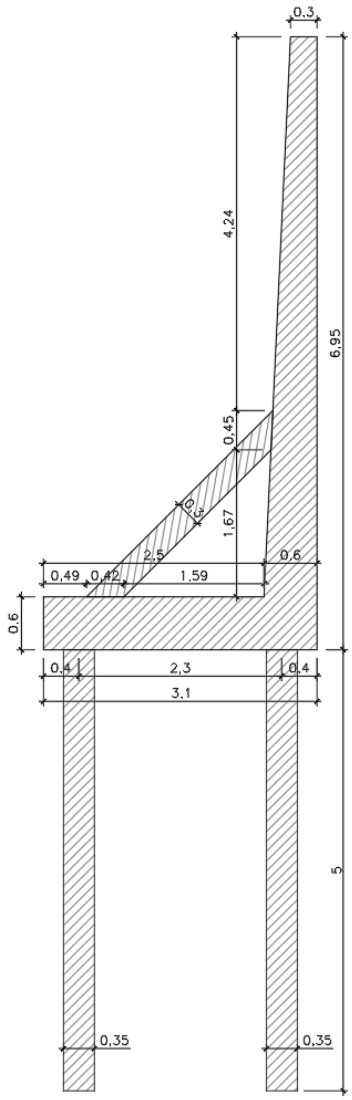
| | | |
|---|---|---|
| Ângulo talude: | 0,00 | ° |

## 3. DIMENSIONAMENTO MURO DE FLEXÃO

### 3.1.1. Dados básicos

A seção real do muro é a apresentada na Figura 5 a seguir.

Figura 4 – Seção transversal




Fonte: Autor, 2025

O muro será de flexão. A sobrecarga considerada foi de 2,00 tf/m², conforme item 7.3.3 da NBR 11682/2009.

Dada a baixa capacidade de carga do solo e as grandes cargas impostas a esta contenção, a fundação foi dimensionada como sapata corrida

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 98 / 181

estaqueado, adotando-se duas estacas hélice contínua de diâmetro 35cm a cada metro, conforme detalhamento.

### 3.1.2. Capacidade de carga geotécnica estaca

A capacidade de carga da estaca será estimada pelo método de Dickran Berberian, amplamente difundido para solos brasileiros.

| RESISTÊNCIA LATERAL | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Solo | klkb | SPT Médio | Profundidade | Res. Lateral | |
| Silte arenoso | 1,20 | 18,00 | 1,00 | 6,250 | tf |
| Silte arenoso | 1,20 | 9,00 | 1,00 | 3,125 | tf |
| Silte arenoso | 1,20 | 2,00 | 1,00 | 0,694 | tf |
| Silte arenoso | 1,20 | 7,00 | 1,00 | 2,431 | tf |
| Silte arenoso | 1,20 | 13,00 | 1,00 | 4,514 | tf |
| Silte arenoso | 1,20 | 13,00 | 1,00 | 4,514 | tf |
| **TOTAL** | | | | **21,528** | **tf** |

| RESISTÊNCIA DE PONTA | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Solo | kpkb | SPT Médio | Res. Ponta | |
| Argila | 40,00 | 14,33 | 18,387 | tf |

| CAPACIDADE DE CARGA ESTACA | | |
|---|---|---|
| Compressão: | 19,96 | tf |
| Tração: | 9,37 | tf |

### 3.1.3. Coeficiente de molas sapata corrida

O coeficiente de mola do radier será dimensionado conforme a tabela da Figura 5 a seguir.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 99 / 181

Figura 5 – Seção transversal

| Tensão admissível (kgf/cm²) | Kv (kgf/cm³) | Tensão admissível (kgf/cm²) | Kv (kgf/cm³) |
|---|---|---|---|
| 0,25 | 0,65 | 2,15 | 4,30 |
| 0,30 | 0,78 | 2,20 | 4,40 |
| 0,35 | 0,91 | 2,25 | 4,50 |
| 0,40 | 1,04 | 2,30 | 4,60 |
| 0,45 | 1,17 | 2,35 | 4,70 |
| 0,50 | 1,30 | 2,40 | 4,80 |
| 0,55 | 1,39 | 2,45 | 4,90 |
| 0,60 | 1,48 | 2,50 | 5,00 |
| 0,65 | 1,57 | 2,55 | 5,10 |
| 0,70 | 1,66 | 2,60 | 5,20 |
| 0,75 | 1,75 | 2,65 | 5,30 |
| 0,80 | 1,84 | 2,70 | 5,40 |
| 0,85 | 1,93 | 2,75 | 5,50 |
| 0,90 | 2,02 | 2,80 | 5,60 |
| 0,95 | 2,11 | 2,85 | 5,70 |
| 1,00 | 2,20 | 2,90 | 5,80 |
| 1,05 | 2,29 | 2,95 | 5,90 |
| 1,10 | 2,38 | 3,00 | 6,00 |
| 1,15 | 2,47 | 3,05 | 6,10 |
| 1,20 | 2,56 | 3,10 | 6,20 |
| 1,25 | 2,65 | 3,15 | 6,30 |
| 1,30 | 2,74 | 3,20 | 6,40 |
| 1,35 | 2,83 | 3,25 | 6,50 |
| 1,40 | 2,92 | 3,30 | 6,60 |
| [illegible] | [illegible] | 3,35 | 6,70 |
| 1,50 | 3,10 | 3,40 | 6,80 |
| 1,55 | 3,19 | 3,45 | 6,90 |
| 1,60 | 3,28 | 3,50 | 7,00 |
| 1,65 | 3,37 | 3,55 | 7,10 |
| 1,70 | 3,46 | 3,60 | 7,20 |
| 1,75 | 3,55 | 3,65 | 7,30 |
| 1,80 | 3,64 | 3,70 | 7,40 |
| 1,85 | 3,73 | 3,75 | 7,50 |
| 1,90 | 3,82 | 3,80 | 7,60 |
| 1,95 | 3,91 | 3,85 | 7,70 |
| 2,00 | 4,00 | 3,90 | 7,80 |
| 2,05 | 4,10 | 3,95 | 7,90 |
| 2,10 | 4,20 | 4,00 | 8,00 |

Fonte: Autor, 2025

Para fins de modelo estrutural, as molas foram espaçadas a 1/10 da largura da sapata corrida, ou seja, a cada 0,31m. O valor do coeficiente de mola aplicado é dado a seguir.

$$K_v = 3{,}10 * 0{,}31 * 1 \therefore K_v = 0{,}961\ kgf/cm$$

### 3.1.4. Coeficiente de molas estacas

Para melhor simulação da inteiração solo-estrutura nas estacas, foram locadas quatro molas por metro de estaca. Cada mola terá vlaor conforme a tabela a seguir.

| Profundidade (m) | Tipo de solo: | SPT | Solo sub-merso? | KV (kN/m) | Kh (kN/m) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Silte Are-noso | 18 | Não | 51,6 | 346,9 |
| 2 | Silte Are-noso | 9 | Não | 58,6 | 173,5 |



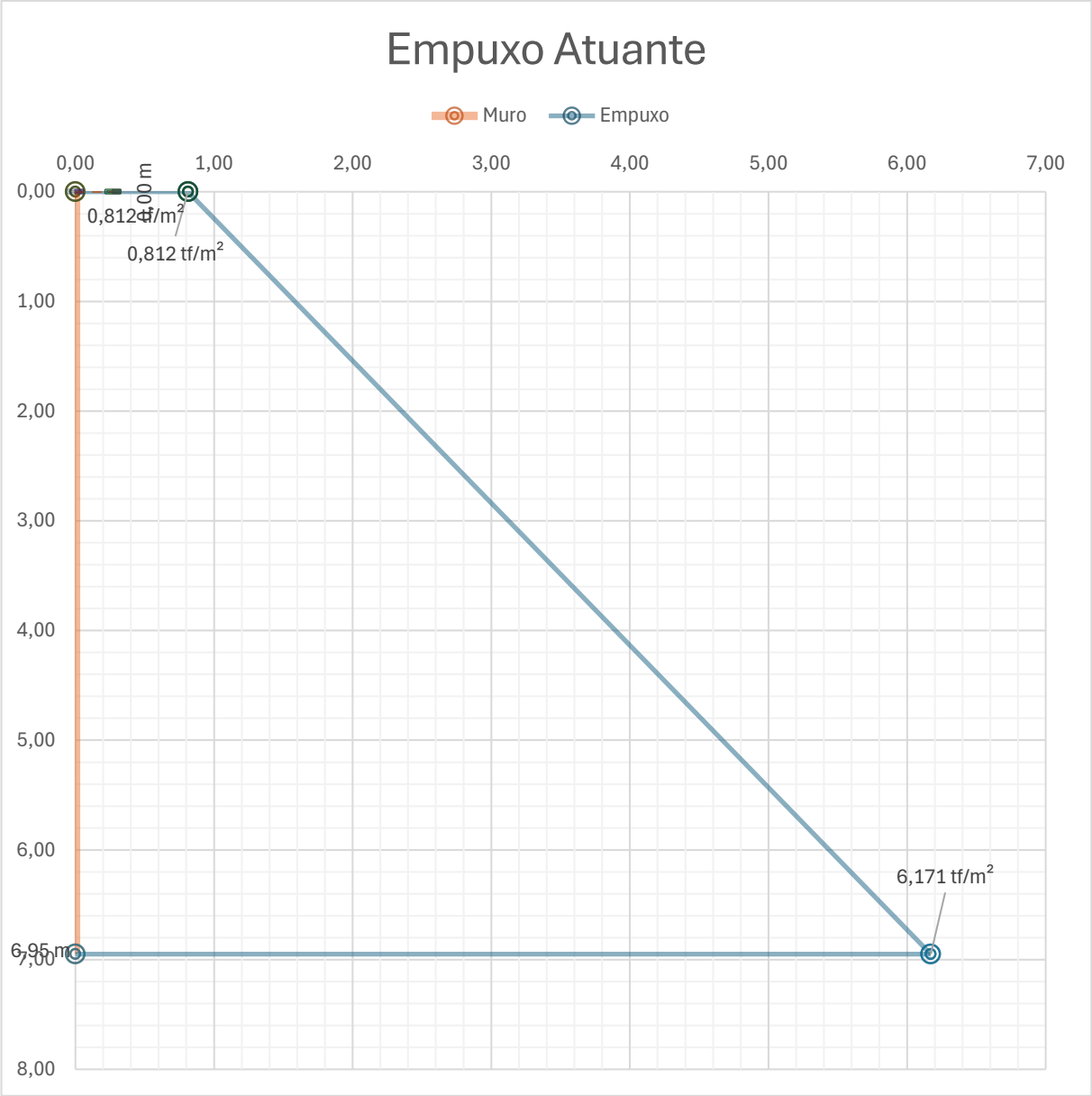
2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 100 / 181

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Silte Are-noso | 2 | Não | 20,7 | 38,5 |
| 4 | Silte Are-noso | 7 | Sim | 66,7 | 134,9 |
| 5 | Silte Are-noso | 13 | Sim | 154,6 | 250,6 |
| 6 | Silte Are-noso | 13 | Sim | 185,8 | 250,6 |
| 7 | Silte Are-noso | 17 | Sim | 251,8 | |

### 3.1.5. Empuxo

| | | |
|---|---|---|
| Ka: | 0,406 | |
| Kp: | 2,464 | |
| Pceosão: | 0,000 | tf/m² |
| zc: | 0,000 | m |
| Pativo: | 5,359 | tf/m² |
| Esc: | 0,812 | tf/m² |
| Etopo: | 0,812 | tf/m² |
| Ebase: | 6,171 | tf/m² |
| Epassivo: | 0,843 | tf/m² |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 101 / 181




### 3.1.6. Carga permanente dos elementos

| Elemento | Área | Comprimento | Peso | Peso Total |
|---|---|---|---|---|
| | m² | m | tf/m³ | tf |
| Parede | 2,858 | 1,000 | 2,500 | 7,144 |
| Sapata | 1,860 | 1,000 | 2,500 | 4,650 |
| Tirante | 0,045 | 2,672 | 2,500 | 0,301 |
| Estacas | 0,192 | 6,000 | 2,886 | 2,405 |
| **TOTAIS** | | | | **14,981** |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 102 / 181

### 3.1.7. Verificação do deslizamento

#### a) Força atuante

$$Fa = (6{,}171 + 0{,}812) * \frac{6{,}95}{2} \therefore Fa = 24{,}265\ tf/m$$

#### b) Força resistente da contenção

$$Fr_{contenção} = 14{,}981 * 0{,}9 * \tan(25) + 0{,}843 \therefore Fr = 7{,}130\ tf/m$$

#### c) Força resistente empuxo passivo estaca

$$E_p = 2{,}464 * 1{,}9 * 6 \therefore E_p = 28{,}090 \frac{tf}{m^2}$$

$$E_{p_estaca} = 28{,}09 * 0{,}35 \therefore E_{p_{estaca}} = 9{,}832\ tf/m$$

$$Fr_{estaca} = 2 * \frac{9{,}832 * 6}{2} \therefore Fr_{estaca} = 58{,}992\ tf$$

#### d) Fator de segurança

$$FS = \frac{58{,}992 + 7{,}130}{24{,}265} \therefore FS = 2{,}725$$

### 3.1.8. Verificação ao tombamento

#### a) Momento atuante

$$Ma = 6{,}95^2 * \left(\frac{0{,}812}{2} + \frac{(6{,}171 - 0{,}812)}{6}\right) \therefore Ma = 62{,}749\ tfm/m$$

#### b) Momento resistente peso próprio da estrutura

| Elemento | Peso Total | Braço | Momento |
|---|---|---|---|
| | tf | m | tfm/m |
| Parede | 7,144 | 0,230 | 1,643 |
| Sapata | 4,650 | 1,550 | 7,208 |
| Tirante | 0,301 | 1,460 | 0,439 |
| Estacas | 2,886 | 3,100 | 8,948 |
| | 14,981 | | 18,237 |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 103 / 181

### c) Momento resistente estacas

As estacas contibuirão com a resistência do atrito lateral com o solo, indicada em 3.1.2.

$$Mr_{estacas} = 21{,}528 * (2{,}7 + 0{,}4) \therefore Mr_{estacas} = 66{,}737\ tfm/m$$

### d) Momento resistente reaterro

$$Mr_{reaterro} = 6{,}35 * 1{,}90 * \frac{3{,}1}{2} \therefore Mr_{reaterro} = 18{,}701\ tfm/m$$

### e) Fator de segurança

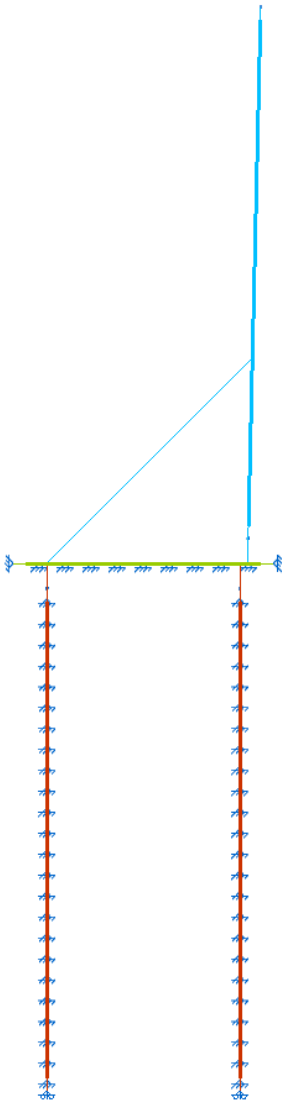
$$FS = \frac{18{,}237 + 66{,}737 + 18{,}701}{62{,}749} \therefore FS = 1{,}652$$

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 104 / 181

### 3.1.9. Verificação estrutural

#### 3.1.9.1. Modelo estrutural

Figura 6 – Modelo estrutural



Fonte: Autor, 2025

#### 3.1.9.2. Dimensionamento da parede

**a) ELS**

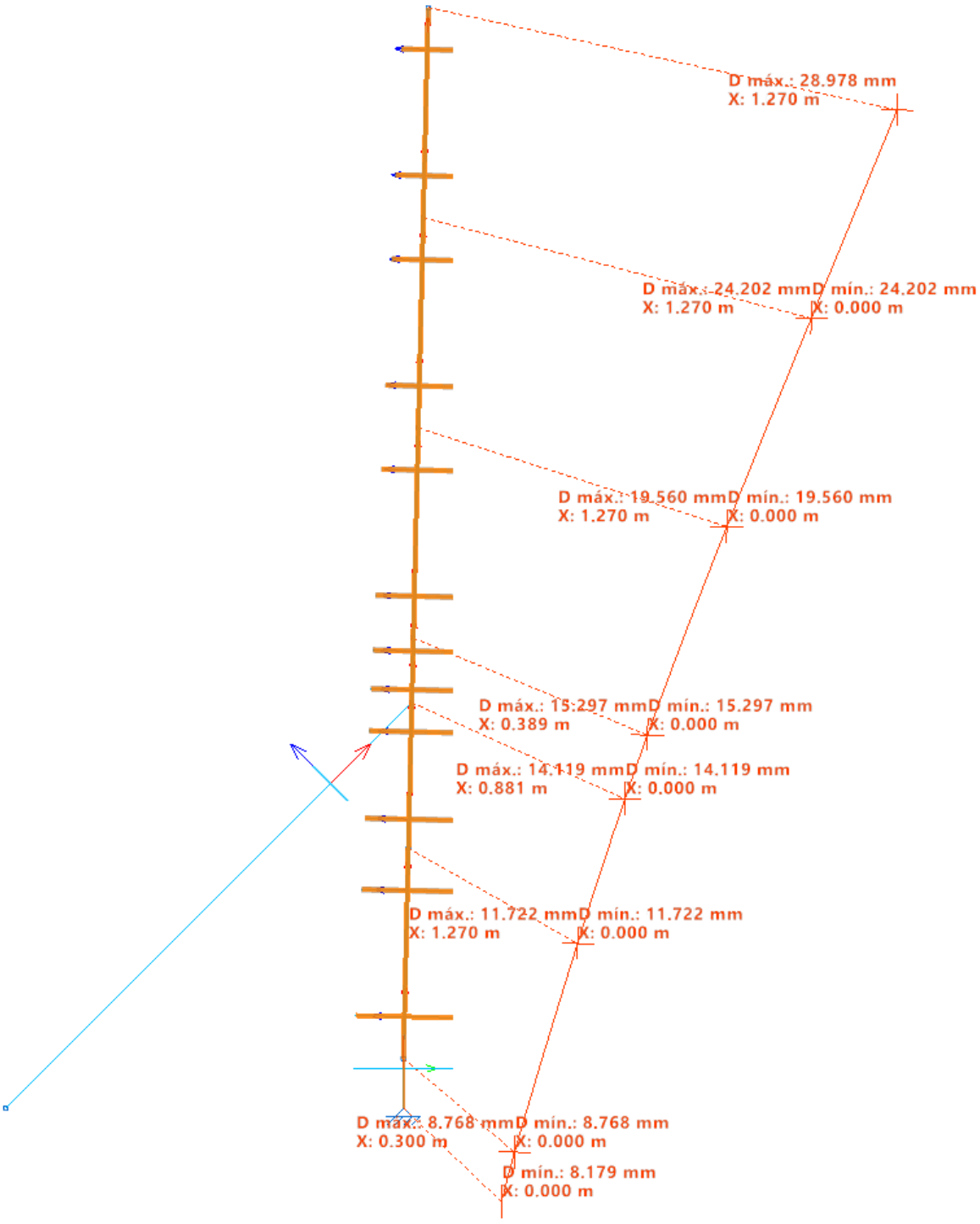
A parede possui altura teórica de 6,35m. A deformação máxima admissível é dada a seguir.

$$\sigma_{adm} = \frac{2 * 6350}{250} \therefore \sigma_{adm} = 50{,}80mm$$

A deformação atuante na estrutura é demonstrada na Figura 7.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 105 / 181

Figura 7 – Deformação parede




Fonte: Autor, 2025

Dada a baixa variabilidade das ações, a deformação será multiplicada por 1,50 para simulação dos efeitos de fluência.

$$\sigma_a = 1{,}5 * (28{,}978 - 8{,}179) = 31{,}199mm$$

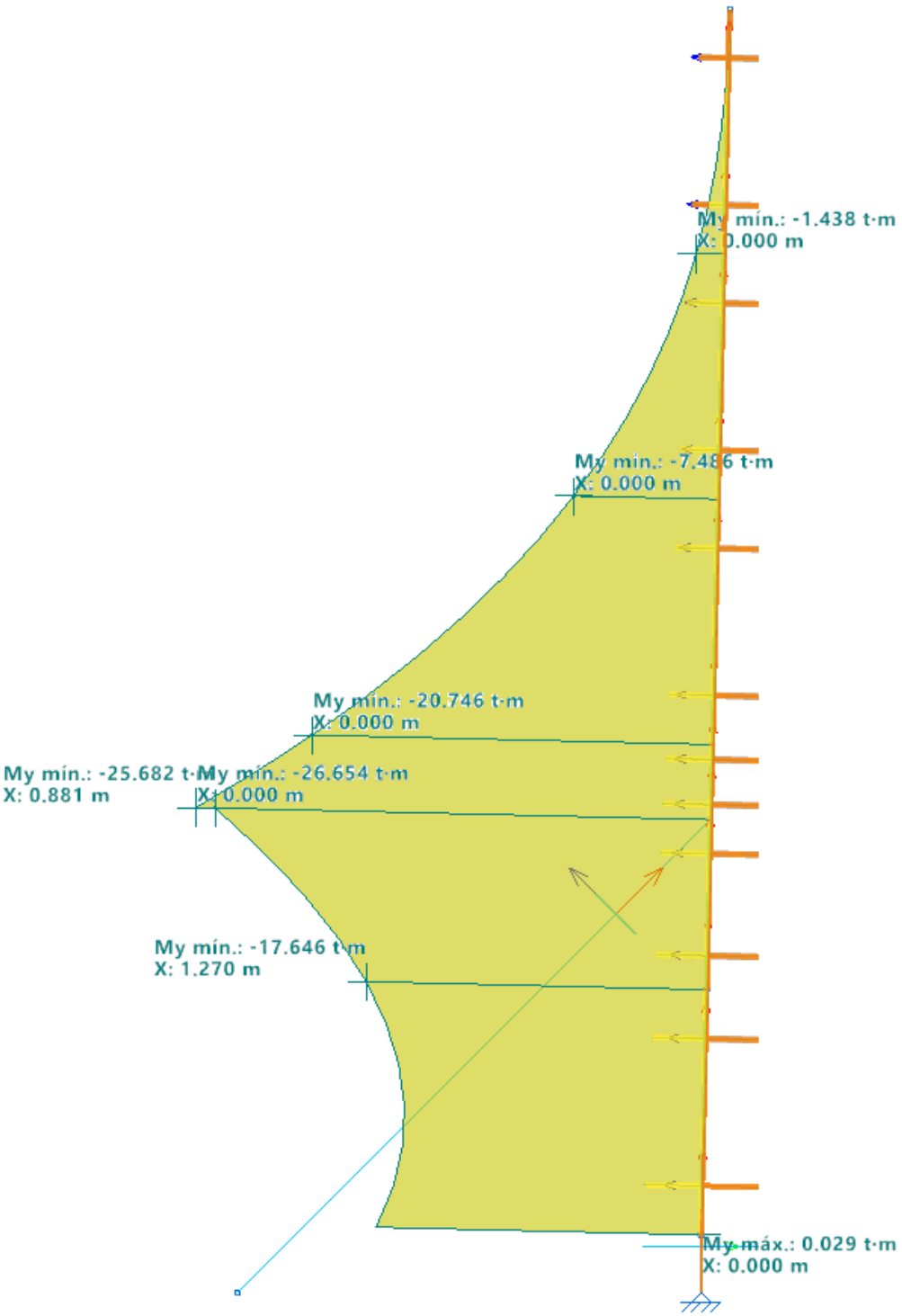
A deformação atuante na parede é inferior á admissível.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 106 / 181

## b) ELU

O momento fletor atuante na parede é demonstrado pela Figura 8.

Figura 8 – Momento fletor de cálculo parede




Fonte: Autor, 2025

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 107 / 181

- **Armadura principal**

| Seção | Profundi-dade | Md | fcd | e | d | x | x,lim |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | m | tfm/m | tf/cm² | cm | cm | cm | cm |
| 1 | 1,270 | 1,438 | 0,214 | 36,000 | 32,000 | 0,310 | 14,400 |
| 2 | 2,540 | 7,486 | | 42,000 | 38,000 | 1,372 | 17,100 |
| 3 | 3,810 | 20,746 | | 48,000 | 44,000 | 3,337 | 19,800 |
| 4 | 4,199 | 26,654 | | 49,839 | 45,839 | 4,140 | 20,627 |
| 5 | 6,350 | 17,843 | | 60,000 | 56,000 | 2,222 | 25,200 |

| Ø | As | As,min | As,barra | S |
|---|---|---|---|---|
| mm | cm²/m | cm²/m | cm² | cm |
| 10,000 | 1,038 | 5,400 | 0,785 | 14,000 |
| 10,000 | 4,597 | 6,300 | 0,785 | 12,000 |
| 12,500 | 11,184 | 7,200 | 1,227 | 10,000 |
| 12,500 | 13,875 | 7,476 | 1,227 | 8,000 |
| 12,500 | 7,447 | 9,000 | 1,227 | 13,000 |

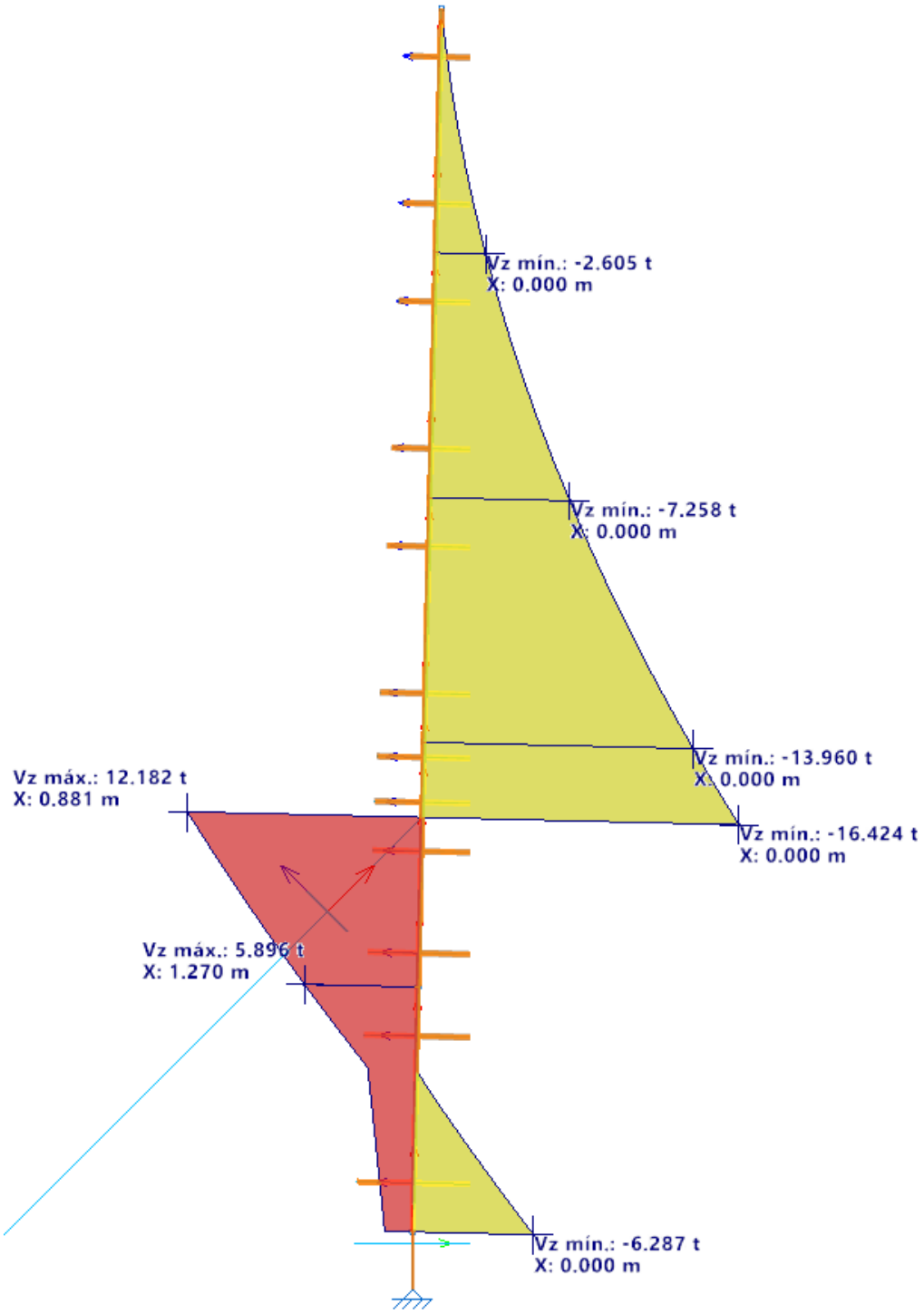
- **Armadura secundária**

| As,2 | Ø | As,barra | S |
|---|---|---|---|
| cm²/m | mm | cm² | cm |
| 2,700 | 10,000 | 0,785 | 29,000 |
| 3,150 | 10,000 | 0,785 | 24,000 |
| 3,600 | 10,000 | 0,785 | 21,000 |
| 3,738 | 10,000 | 0,785 | 21,000 |
| 4,500 | 10,000 | 0,785 | 17,000 |

Os esforços de cisalhamento são demonstrados pela Figura 9.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 108 / 181

Figura 9 – Cisalhamento de cálculo parede




Fonte: Autor, 2025

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 109 / 181

| Vsd | Trd | K | ρ1 | Vrd1 | Coef. Apro-vação | Arma cisalha-mento? |
|---|---|---|---|---|---|---|
| tf/m | tf/m² | | | tf/m | | |
| 2,605 | 36,206 | 1,280 | 0,002 | 18,797 | 13,86% | Não |
| 7,258 | | 1,220 | 0,002 | 21,255 | 34,15% | Não |
| 13,960 | | 1,160 | 0,003 | 24,054 | 58,04% | Não |
| 16,424 | | 1,142 | 0,003 | 25,030 | 65,62% | Não |
| 6,231 | | 1,040 | 0,002 | 26,659 | 23,37% | Não |

Serão adotadas as seguintes armaduras:

Armadura principal: Ø12.5 c/8.

Armadura face livre: Ø8 c/8.

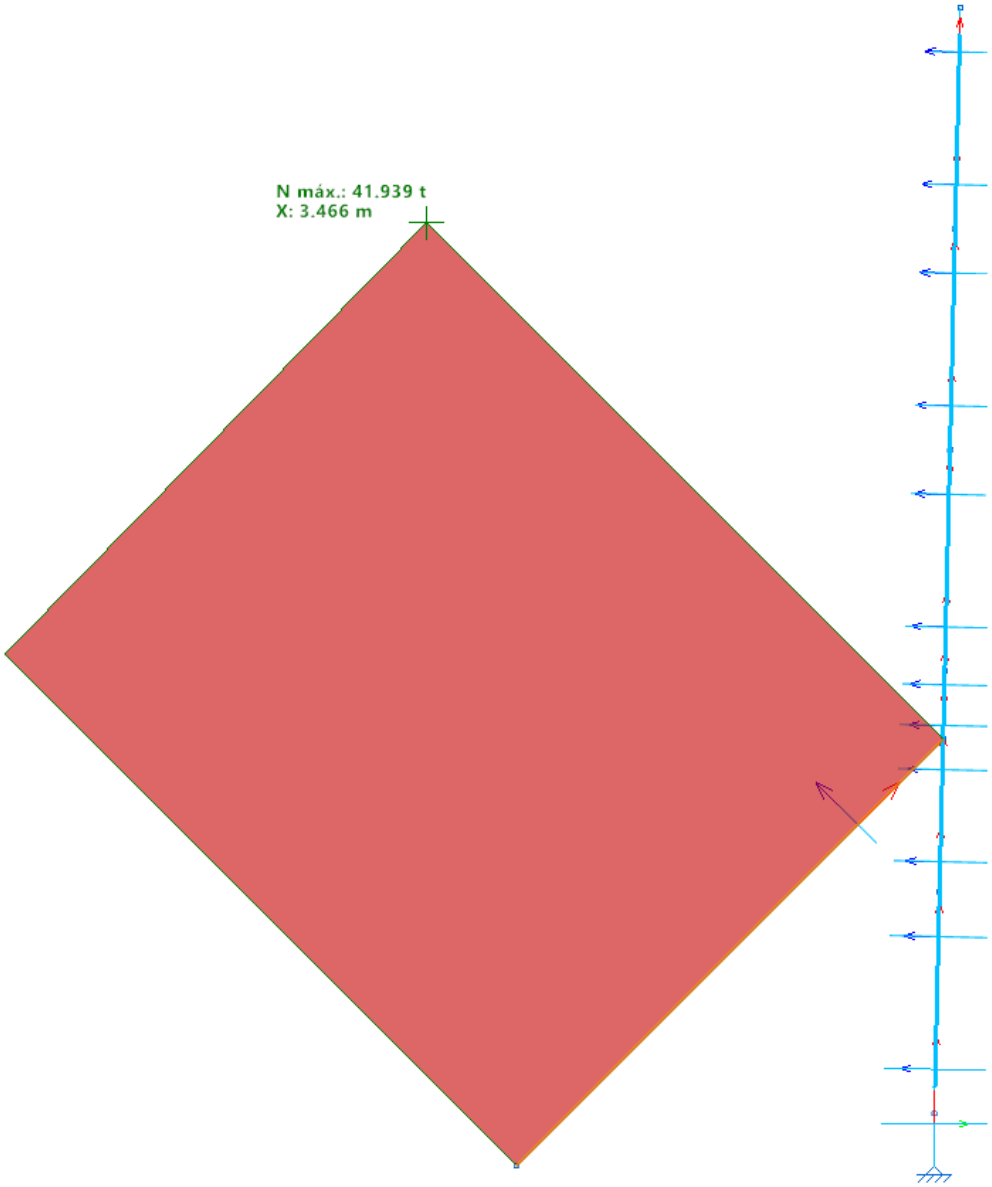
Armadura secundária em ambas as faces: Ø10 c/17.

#### 3.1.9.3. Dimensionamento tirante

O tirante possui dimensões de 15x30cm. A Figura 10 demonstra o esforço axial atuante.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 110 / 181

Figura 10 – Força axial de cálculo tirante




Fonte: Autor, 2025

A armadura necessária é dada a seguir.

$$As = 41{,}939 * \frac{1{,}15}{5} \therefore As = 9{,}646\ cm^2$$

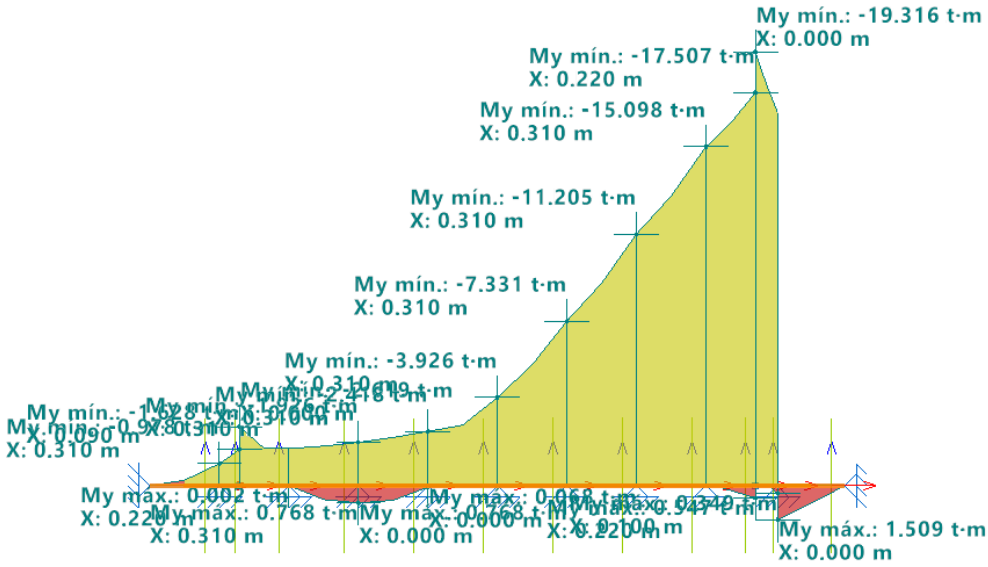
Foram adotadas 8Ø12.5, totalizando 9,816 cm².

### 3.1.9.4. Dimensionamento sapata corrida

A Figura 11 demonstra o momento fletor atuante na sapata.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 111 / 181

Figura 11 – Momento fletor de cálculo sapata corrida




Fonte: Autor, 2025

A sapata será dimensionada com a Teoria de peça de concreto submentida à flexão simples.

| | | |
|---|---|---|
| fcd: | 0,214 | tf/cm² |
| fyd: | 4,348 | tf/cm² |
| d: | 55,000 | cm |
| x: | 2,454 | cm |
| x,lim: | 24,750 | cm |
| As: | 8,224 | cm² |
| As,min: | 9,000 | cm² |

Foram adotadas as seguintes armaduras:

Armadura superior: Ø12.5 c/8;

Armadura inferior: Ø10 c/8;

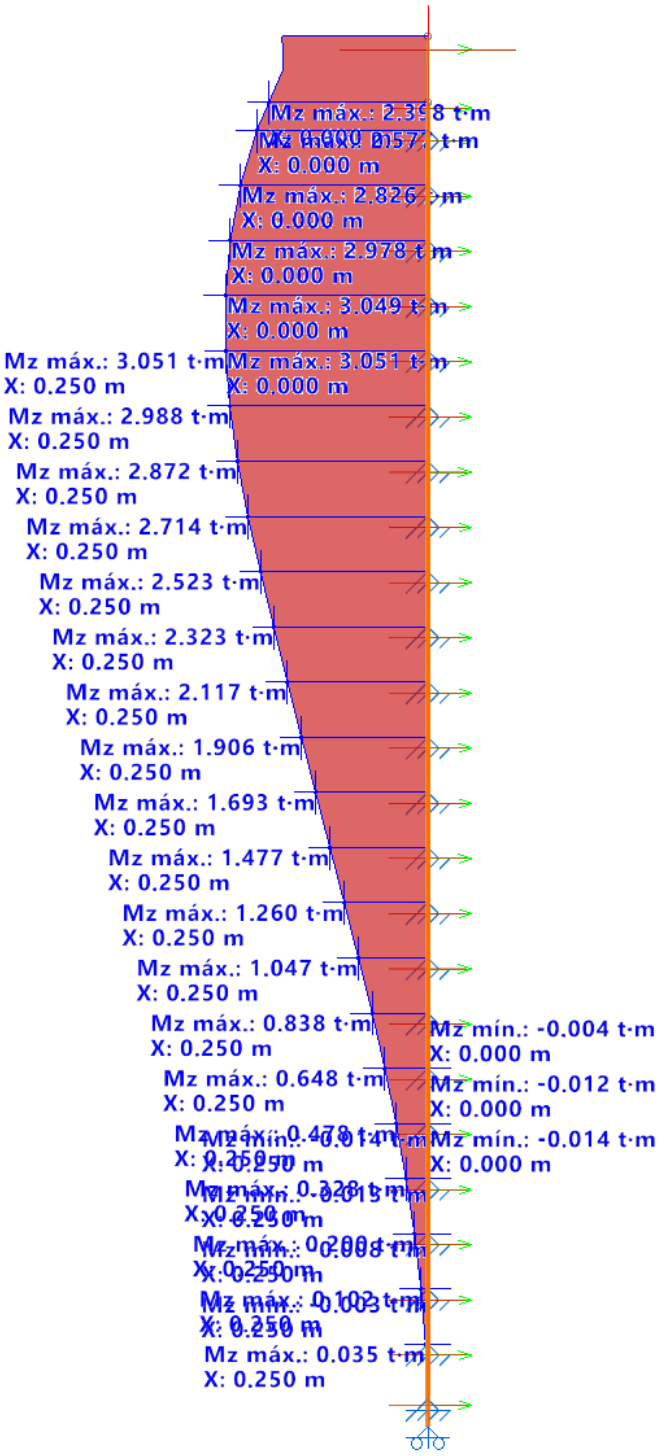
Armadura secundária: Ø10 c/15.

### 3.1.9.5. Dimensionamento estrutural estacas

Os esforços das estacas estão apresentados na Figura 12 e 13.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 112 / 181

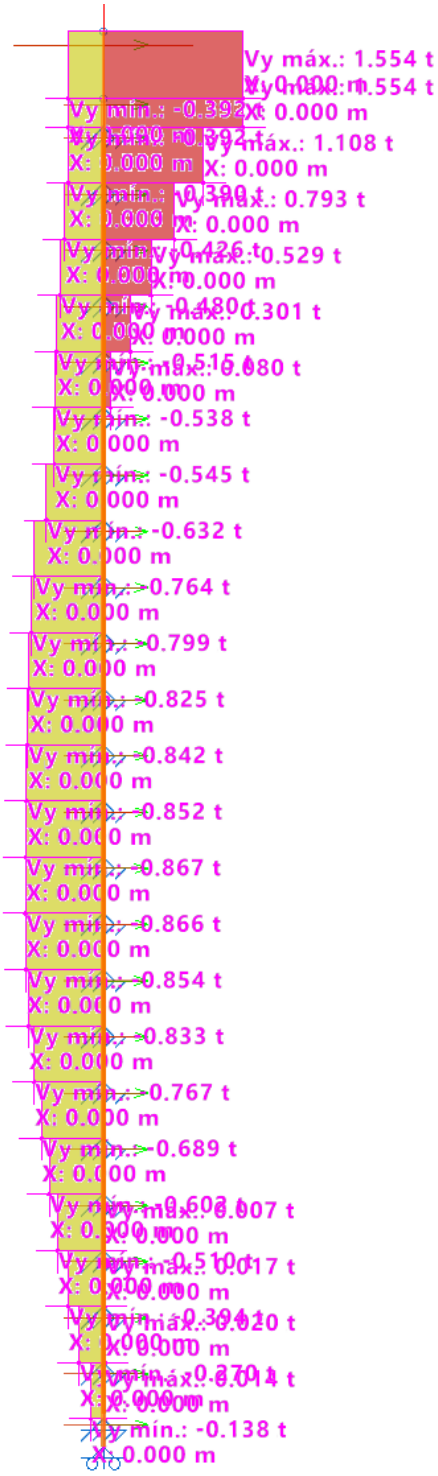
Figura 12 – Momento fletor de cálculo estacas




Fonte: Autor, 2025

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 113 / 181

Figura 13 – Cisalhamento de cálculo estacas

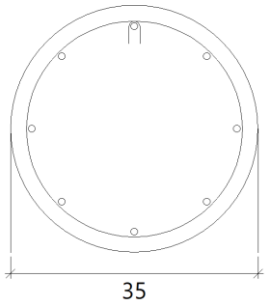



Fonte: Autor, 2025

O dimensionamento do trecho crítico da estaca está representado a seguir.

**-5.3 (-1.425 - -1.175 M)**

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 114 / 181

| Dados do pilar | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
|  35 | Geometria | | | | | |
| | Diâmetro | : | 35 cm | | | |
| | Tramo | : | -1.425/-1.175 m | | | |
| | Altura livre | : | 0.25 m | | | |
| | Cobrimento | : | 2 cm | | | |
| | Tamanho máximo agregado | : | 19 mm | | | |
| | Materiais | | | Comprimento de flambagem | | |
| | Concreto | : | C30, usina.rigor | Plano ZX | : | 0.25 m |
| | Aço | : | CA-50 e CA-60 | Plano ZY | : | 0.25 m |
| | Longitudinal | | | Armadura transversal | | |
| | Barras | : | 8Ø10 | Estribos | : | 1eØ5 |
| | Taxa | : | 0.65 % | Espaçamento | : | 12 cm |

**Disposições relativas às armaduras** (ABNT NBR 6118:2014, Artigos 13.2.3, 18.2.4 e 18.4)

**Dimensões mínimas**

A dimensão mínima do apoio ($b_{min}$) deve cumprir a seguinte condição:

**350.00 mm** 3 **140.00 mm** ✓

Não se permite pilar com seção transversal de área inferior a 360.00 cm² (Artigo 13.2.3).

**962.11 cm²** 3 **360.00 cm²** ✓

**Armadura longitudinal**

O espaçamento mínimo livre ($s_b$) entre as faces das barras longitudinais, medido no plano da seção transversal, deve ser igual ou superior ao maior dos seguintes valores ($s_{min}$ (Artigo 18.4.2.2)):

**101 mm** 3 **23 mm** ✓

Onde:

**$s_{min}$**: Valor máximo de $s_1, s_2, s_3$.

$s_{min}$ : *23* mm

$s_1$ : *20* mm

$s_2$ : *10.0* mm

$s_3$ : *23* mm

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 115 / 181

Sendo:

**Ø$_{max}$**: Diâmetro máximo das barras longitudinais.

**d$_g$**: Tamanho máximo agregado.

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Ø$_{max}$** | : | *10.0* | mm |
| **d$_g$** | : | *19* | mm |

O espaçamento máximo entre eixos das barras, ou de centros de feixes de barras, deve ser menor ou igual a $s_{max}$ (Artigo 18.4.2.2).

**111 mm** £ **400 mm** ✓

Onde:

| | | | |
|---|---|---|---|
| **s$_{max}$** | : | *400* | mm |

Sendo:

**b**: Menor dimensão da seção do pilar.

| | | | |
|---|---|---|---|
| **b** | : | *350* | mm |

As barras longitudinais deverão ter um diâmetro não inferior a 10 mm (Artigo 18.4.2.1):

**10.0 mm** [3] **10.0 mm** ✓

O diâmetro das barras longitudinais não deve ser superior a 1/8·b (Artigo 18.4.2.1).

**10.0 mm** £ **43.8 mm** ✓

Onde:

**b**: Menor dimensão da seção do pilar.

| | | | |
|---|---|---|---|
| **b** | : | *350* | mm |

**Estribos**

O espaçamento longitudinal entre estribos, (s), medido na direção do eixo do pilar, para garantir o posicionamento, impedir a flambagem das barras longitudinais e garantir a costura das emendas de barras longitudinais nos pilares usuais, deve ser igual ou inferior ao menor dos seguintes valores (Artigo 18.4.3).

**120 mm** £ **120 mm** ✓

Onde:

**s$_{max}$**: Valor mínimo de $s_1$,$s_2$,$s_3$.

| | | | |
|---|---|---|---|
| **s$_{max}$** | : | *120* | mm |
| **s$_1$** | : | *200* | mm |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 116 / 181

| | | | |
|---|---|---|---|
| $s_2$ | : | 350 | mm |
| $s_3$ | : | 120.0 | mm |

Sendo:

**$b_{min}$**: Menor dimensão da seção do pilar.

| | | | |
|---|---|---|---|
| $b_{min}$ | : | 350 | mm |

**$Ø_{min}$**: Diâmetro mínimo das barras longitudinais.

| | | | |
|---|---|---|---|
| $Ø_{min}$ | : | 10.0 | mm |

O diâmetro dos estribos em pilares não deve ser inferior a 5.0 mm nem a 1/4 do diâmetro da barra isolada ou do diâmetro equivalente do feixe que constitui a armadura longitudinal (Artigo 18.4.3).

| | | | |
|---|---|---|---|
| **5.0 mm** | ³ | **5.0 mm** | ✓ |
| **5.0 mm** | ³ | **2.5 mm** | ✓ |

Onde:

**$Ø_{max}$**: Diâmetro máximo das barras longitudinais.

| | | | |
|---|---|---|---|
| $Ø_{max}$ | : | 10.0 | mm |

## **Armadura mínima e máxima** (ABNT NBR 6118:2014, Artigo 17.3.5.3)

A área total de armadura longitudinal $A_s$ não deverá ser inferior a $A_{s,min}$ (Artigo 17.3.5.3.1):

| | | | |
|---|---|---|---|
| **6.28 cm²** | ³ | **3.85 cm²** | ✓ |

Onde:

**$A_s$**: Área da armadura longitudinal.

| | | | |
|---|---|---|---|
| $A_s$ | : | 6.28 | cm² |
| $A_{s,min}$ | : | 3.85 | cm² |

Sendo:

**$A_c$**: Área total da seção de concreto.

| | | | |
|---|---|---|---|
| $A_c$ | : | 962.11 | cm² |

A área da armadura longitudinal $A_s$ não deverá ser superior a $A_{s,max}$ (Artigo 17.3.5.3.2):

| | | | |
|---|---|---|---|
| **6.28 cm²** | £ | **38.48 cm²** | ✓ |

Onde:

**$A_s$**: Área da armadura longitudinal.

| | | | |
|---|---|---|---|
| $A_s$ | : | 6.28 | cm² |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 117 / 181

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $A_{s,max}$ | : | 38.48 | cm² |

Sendo:

**$A_c$**: Área total da seção de concreto.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $A_c$ | : | 962.11 | cm² |

A área total de armadura longitudinal $A_s$ não deverá ser inferior a $A_{s,min}$ (Artigo 17.3.5.3.1):

**6.28 cm²** [3] **0.00 cm²** ✓

Onde:

**$A_s$**: Área total de armadura comprimida.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $A_s$ | : | 6.28 | cm² |
| | $A_{s,min}$ | : | 0.00 | cm² |

Sendo:

**$N_d$**: Esforço axial de compressão de cálculo.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $N_d$ | : | 0.015 | t |

**$f_{yd}$**: Resistência ao escoamento do aço da armadura longitudinal.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $f_{yd}$ | : | 4432.03 | kgf/cm² |

**Estado limite de ruptura relativo ao esforço cortante** (ABNT NBR 6118:2014, Artigos 17.4.1.1, 17.4.2.2 e 18.3.3.2)

Deve satisfazer:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **h** | : | ***0.012*** | ✓ |

Onde:

**$V_{Sd,x}$**: Esforço cortante efetivo de cálculo.

**$V_{Rd2,Vx}$**: Esforço cortante de ruptura por compressão oblíqua na alma.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $V_{Sd,x}$ | : | 0.436 | t |
| | $V_{Rd2,Vx}$ | : | 35.904 | t |
| | **h** | : | ***0.071*** | ✓ |

Onde:

**$V_{Sd,x}$**: Esforço cortante efetivo de cálculo.

**$V_{Rd3,Vx}$**: Esforço cortante de ruptura por tração na alma.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $V_{Sd,x}$ | : | 0.436 | t |
| | $V_{Rd3,Vx}$ | : | 6.128 | t |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 118 / 181

Os esforços de cálculo desfavoráveis são obtidos em 'Ext.Inferior', para a combinação de hipóteses "1.4·PP+CP [NL]".

**Esforço cortante de ruptura por compressão oblíqua na alma.**

O esforço cortante de ruptura por compressão oblíqua da alma deduz-se da seguinte expressão:

Esforço Cortante na direção X:

| | | | |
|---|---|---|---|
| $V_{Rd2}$ | : | *35.904* | t |

Onde:

| | | | |
|---|---|---|---|
| $a_{v2}$ | : | *0.88* | |

**$f_{cd}$**: Resistência de cálculo à compressão do concreto.

| | | | |
|---|---|---|---|
| $f_{cd}$ | : | *235.24* | kgf/cm² |

**$b_w$**: A menor largura da seção, compreendida ao longo da altura útil d.

| | | | |
|---|---|---|---|
| $b_w$ | : | *262.18* | mm |

**d**: Altura útil da seção, igual à distância entre a fibra mais comprimida e o centro de gravidade da armadura tracionada.

| | | | |
|---|---|---|---|
| **d** | : | *245.01* | mm |

Os esforços de cálculo desfavoráveis são obtidos em 'Ext.Inferior', para a combinação de hipóteses "1.4·PP+CP [NL]".

**Esforço cortante de ruptura por tração na alma.**

Esforço Cortante na direção X:

O esforço cortante de ruptura por tração na alma em peças sem armadura de esforço cortante obtém-se como:

| | | | |
|---|---|---|---|
| $V_{Rd3}$ | : | *6.128* | t |

Onde:

| | | | |
|---|---|---|---|
| $V_c$ | : | *6.128* | t |

Sendo:

| | | | |
|---|---|---|---|
| $V_{c0}$ | : | *6.128* | t |

Onde:

**$f_{ctd}$**: Resistência de cálculo à tração do concreto.

| | | | |
|---|---|---|---|
| $f_{ctd}$ | : | *15.90* | kgf/cm² |

Sendo:

| | | | |
|---|---|---|---|
| $f_{ctk,inf}$ | : | *20.67* | kgf/cm² |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 119 / 181

| | | | |
|---|---|---|---|
| $f_{ctm}$ | : | *29.53* | kgf/cm² |

**$f_{ck}$**: Resistência característica à compressão do concreto.

**$g_c$**: Coeficiente parcial de segurança para o concreto.

**$b_w$**: A menor largura da seção, compreendida ao longo da altura útil d.

**d**: Altura útil da seção, igual à distância entre a fibra mais comprimida e o centro de gravidade da armadura tracionada.

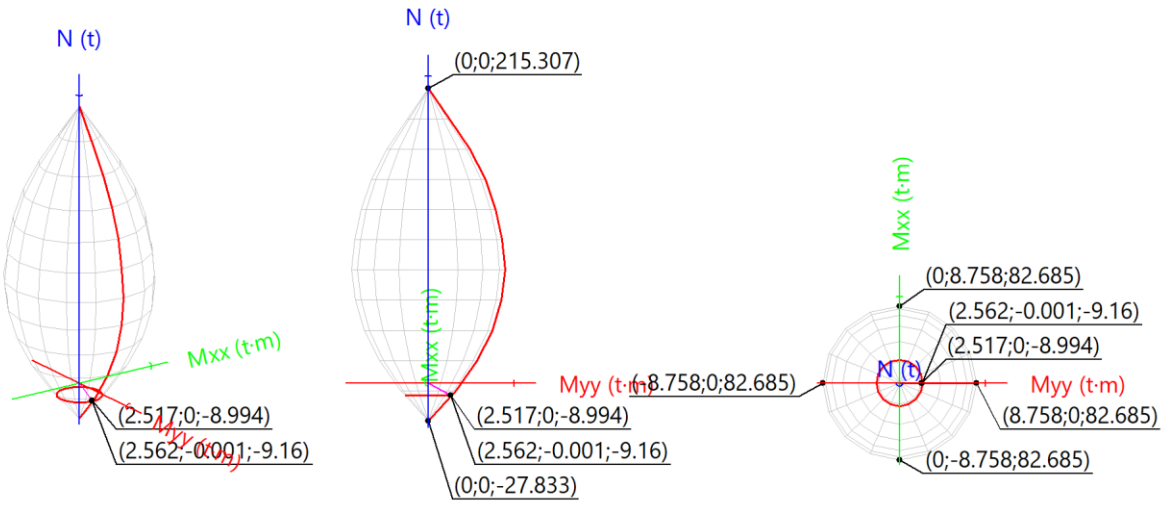
| | | | |
|---|---|---|---|
| $f_{ck}$ | : | *305.81* | kgf/cm² |
| $g_c$ | : | *1.3* | |
| $b_w$ | : | *262.18* | mm |
| **d** | : | *245.01* | mm |

**Estado limite de ruptura frente a solicitações normais** (ABNT NBR 6118:2014, Artigos 11.3.3.4.3, 15.8 e 17)

Os esforços de cálculo desfavoráveis são obtidos em '-1.175 m', para a combinação de hipóteses "PP+1.4·CP+1.4·SC [NL]".

Deve satisfazer:

| | | | |
|---|---|---|---|
| **h** | : | ***0.982*** | ✓ |




Volume de capacidade Vista N, M Vista Mx, My

**Verificação de resistência da seção ($h_1$)**

$N_{1d}$,$M_{1d}$ são os esforços de cálculo de primeira ordem, incluindo, no seu caso, a excentricidade mínima segundo 11.3.3.4.3:

**$N_{1d}$**: Esforço normal de cálculo.

| | | | |
|---|---|---|---|
| $N_{1d}$ | : | *-8.994* | t |
| $M_{1d,x}$ | : | *0.000* | t·m |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 120 / 181

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **$M_{1d}$**: Momento de cálculo de primeira ordem. | **$M_{1d,y}$** | : | *2.517* | t·m |
| $N_{Rd}$,$M_{Rd}$ são os esforços resistentes da seção com as mesmas excentricidades que os esforços atuantes de cálculo, desfavoráveis. | | | | |
| **$N_{Rd}$**: Esforço normal resistente. | **$N_{Rd}$** | : | *-9.160* | t |
| **$M_{Rd}$**: Momento resistente | **$M_{Rd,x}$** | : | *-0.001* | t·m |
| | **$M_{Rd,y}$** | : | *2.562* | t·m |

**Cálculo da capacidade resistente**

O cálculo da capacidade resistente última das seções é efetuado a partir das hipóteses gerais seguintes (Artigo 17):

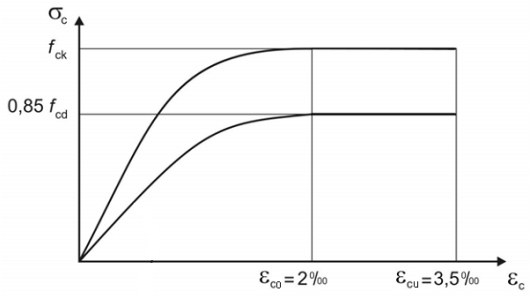
(a) A ruptura caracteriza-se pelo valor da deformação em determinadas fibras da seção, definidas pelos domínios de deformação de ruptura.

(b) As seções transversais se mantêm planas após deformação.

(c) A deformação $e_s$ das barras passivas aderentes deve ser o mesmo do concreto em seu entorno.

(d) A distribuição de tensões no concreto se faz de acordó com o diagrama parábola-retângulo, definido em 8.2.10.

O diagrama de cálculo tensão-deformação do concreto é do tipo parábola retângulo. Não se considera a resistência do concreto à tração.




| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **$e_{cu}$**: Deformação de ruptura do concreto em flexão. | **$e_{cu}$** | : | *0.0035* | |
| **$e_{c0}$**: Deformação de ruptura do concreto em compressão simples. | **$e_{c0}$** | : | *0.0020* | |
| **0.85·$f_{cd}$**: Resistência de cálculo à compressão do concreto. | **0.85·$f_{cd}$** | : | *199.95* | kgf/cm² |

Sendo:

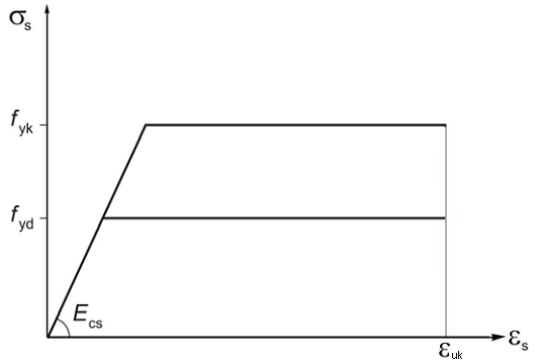
2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 121 / 181

**$f_{ck}$**: Resistência característica à compressão do concreto.

**$g_c$**: Coeficiente parcial de segurança para o concreto.

| | | | |
|---|---|---|---|
| $f_{ck}$ | : | *305.81* | kgf/cm² |
| $g_c$ | : | *1.3* | |

(e) A tensão nas armaduras deve ser obtida a partir dos diagramas tensão-deformação, com valores de cálculo, definidos em 8.3.6.




**$e_{uk}$**: Deformação de ruptura do concreto em flexão.

**$f_{yd}$**: Resistência ao escoamento do aço.

| | | | |
|---|---|---|---|
| $e_{uk}$ | : | *0.0200* | |
| $f_{yd}$ | : | *4432.03* | kgf/cm² |

Sendo:

**$f_{yk}$**: Resistência característica do aço.

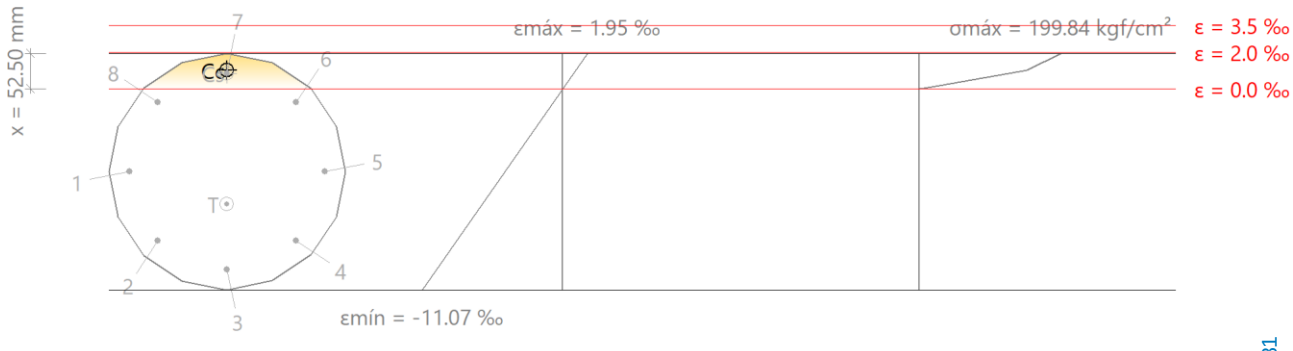
**$g_s$**: Coeficiente parcial de segurança para o aço.

| | | | |
|---|---|---|---|
| $f_{yk}$ | : | *5096.84* | kgf/cm² |
| $g_s$ | : | *1.15* | |

(f) Aplicam-se às resultantes de tensões na seção as equações gerais de equilíbrio de forças e de momentos.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 122 / 181

**Equilíbrio da seção para os esforços de ruptura, calculados com as mesmas excentricidades que os esforços de cálculo desfavoráveis:**




| Barra | Designação | Coord. X (mm) | Coord. Y (mm) | $s_s$ (kgf/cm²) | ε |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Ø10 | 0.00 | 145.00 | -4432.04 | -0.004559 |
| 2 | Ø10 | -102.53 | 102.53 | -4432.04 | -0.008372 |
| 3 | Ø10 | -145.00 | 0.00 | -4432.04 | -0.009950 |
| 4 | Ø10 | -102.53 | -102.53 | -4432.04 | -0.008368 |
| 5 | Ø10 | 0.00 | -145.00 | -4432.04 | -0.004554 |
| 6 | Ø10 | 102.53 | -102.53 | -1586.39 | -0.000741 |
| 7 | Ø10 | 145.00 | 0.00 | +1791.31 | +0.000837 |
| 8 | Ø10 | 102.53 | 102.53 | -1594.19 | -0.000745 |

| | Resultante (t) | e.x (mm) | e.y (mm) |
|---|---|---|---|
| Cc | 9.326 | 149.75 | -0.07 |
| Cs | 1.406 | 145.00 | 0.00 |
| T | 19.892 | -48.36 | 0.03 |

**$N_{Rd}$** : *-9.160* t

**$M_{Rd,x}$** : *-0.001* t·m

**$M_{Rd,y}$** : *2.562* t·m

Onde:

**$C_c$**: Resultante de compressões no concreto.

**$C_s$**: Resultante de compressões no aço.

**T**: Resultante de tração no aço.

**$C_c$** : *9.326* t

**$C_s$** : *1.406* t

**T** : *19.892* t

**$e_{cc,x}$** : *149.75* mm

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 123 / 181

**$e_{cc}$**: Excentricidade da resultante de compressão no concreto na direção dos eixos X e Y.

**$e_{cs}$**: Excentricidade da resultante de compressão no aço na direção dos eixos X e Y.

**$e_T$**: Excentricidade da resultante de tração no aço na direção dos eixos X e Y.

**$e_{cmax}$**: Deformação na fibra de concreto mais comprimida.

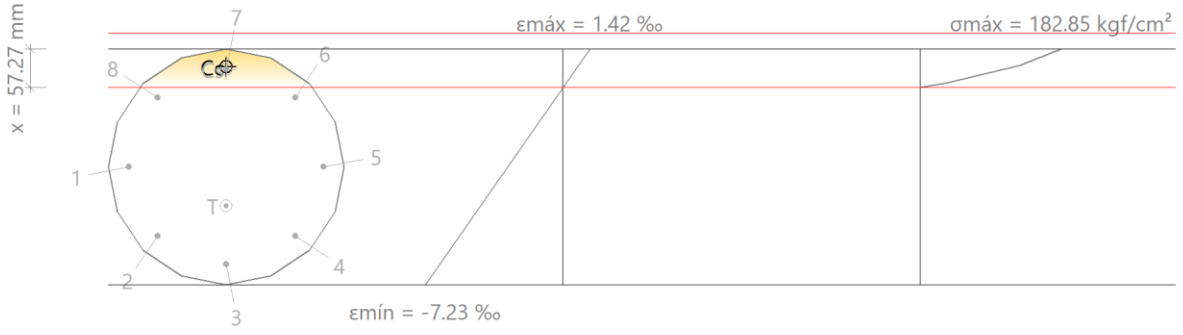
**$e_{smax}$**: Deformação da barra de aço mais tracionada.

**$s_{cmax}$**: Tensão na fibra de concreto mais comprimida.

**$s_{smax}$**: Tensão da barra de aço mais tracionada.

| | | | |
|---|---|---|---|
| $e_{cc,y}$ | : | *-0.07* | mm |
| $e_{cs,x}$ | : | *145.00* | mm |
| $e_{cs,y}$ | : | *0.00* | mm |
| $e_{T,x}$ | : | *-48.36* | mm |
| $e_{T,y}$ | : | *0.03* | mm |
| $e_{cmax}$ | : | *0.0020* | |
| $e_{smax}$ | : | *0.0099* | |
| $s_{cmax}$ | : | *199.84* | kgf/cm² |
| $s_{smax}$ | : | *4432.04* | kgf/cm² |

**Equilíbrio da seção para os esforços atuantes de cálculo, desfavoráveis:**




| Barra | Designação | Coord. X (mm) | Coord. Y (mm) | $s_s$ (kgf/cm²) | ε |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Ø10 | 0.00 | 145.00 | -4432.04 | -0.002909 |
| 2 | Ø10 | -102.53 | 102.53 | -4432.04 | -0.005442 |
| 3 | Ø10 | -145.00 | 0.00 | -4432.04 | -0.006491 |
| 4 | Ø10 | -102.53 | -102.53 | -4432.04 | -0.005442 |
| 5 | Ø10 | 0.00 | -145.00 | -4432.04 | -0.002909 |
| 6 | Ø10 | 102.53 | -102.53 | -803.87 | -0.000376 |
| 7 | Ø10 | 145.00 | 0.00 | +1442.39 | +0.000674 |
| 8 | Ø10 | 102.53 | 102.53 | -803.87 | -0.000376 |

| | Resultante (t) | e.x (mm) | e.y (mm) |
|---|---|---|---|
| Cc | 8.532 | 148.20 | 0.00 |
| Cs | 1.132 | 145.00 | 0.00 |
| T | 18.658 | -58.34 | 0.00 |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 23/07/2026 10:13 PÁGINA 124 / 181

| | | | |
|---|---|---|---|
| $N_{1d}$ | : | -8.994 | t |
| $M_{1d,x}$ | : | 0.000 | t·m |
| $M_{1d,y}$ | : | 2.517 | t·m |

Onde:

| | | | |
|---|---|---|---|
| **$C_c$**: Resultante de compressões no concreto. | $C_c$ | : | 8.532 t |
| **$C_s$**: Resultante de compressões no aço. | $C_s$ | : | 1.132 t |
| **T**: Resultante de tração no aço. | T | : | 18.658 t |
| **$e_{cc}$**: Excentricidade da resultante de compressão no concreto na direção dos eixos X e Y. | $e_{cc,x}$ | : | 148.20 mm |
| | $e_{cc,y}$ | : | 0.00 mm |
| **$e_{cs}$**: Excentricidade da resultante de compressão no aço na direção dos eixos X e Y. | $e_{cs,x}$ | : | 145.00 mm |
| | $e_{cs,y}$ | : | 0.00 mm |
| **$e_T$**: Excentricidade da resultante de tração no aço na direção dos eixos X e Y. | $e_{T,x}$ | : | -58.34 mm |
| | $e_{T,y}$ | : | 0.00 mm |
| **$e_{cmax}$**: Deformação na fibra de concreto mais comprimida. | $e_{cmax}$ | : | 0.0014 |
| **$e_{smax}$**: Deformação da barra de aço mais tracionada. | $e_{smax}$ | : | 0.0065 |
| **$s_{cmax}$**: Tensão na fibra de concreto mais comprimida. | $s_{cmax}$ | : | 182.85 kgf/cm² |
| **$s_{smax}$**: Tensão da barra de aço mais tracionada. | $s_{smax}$ | : | 4432.04 kgf/cm² |

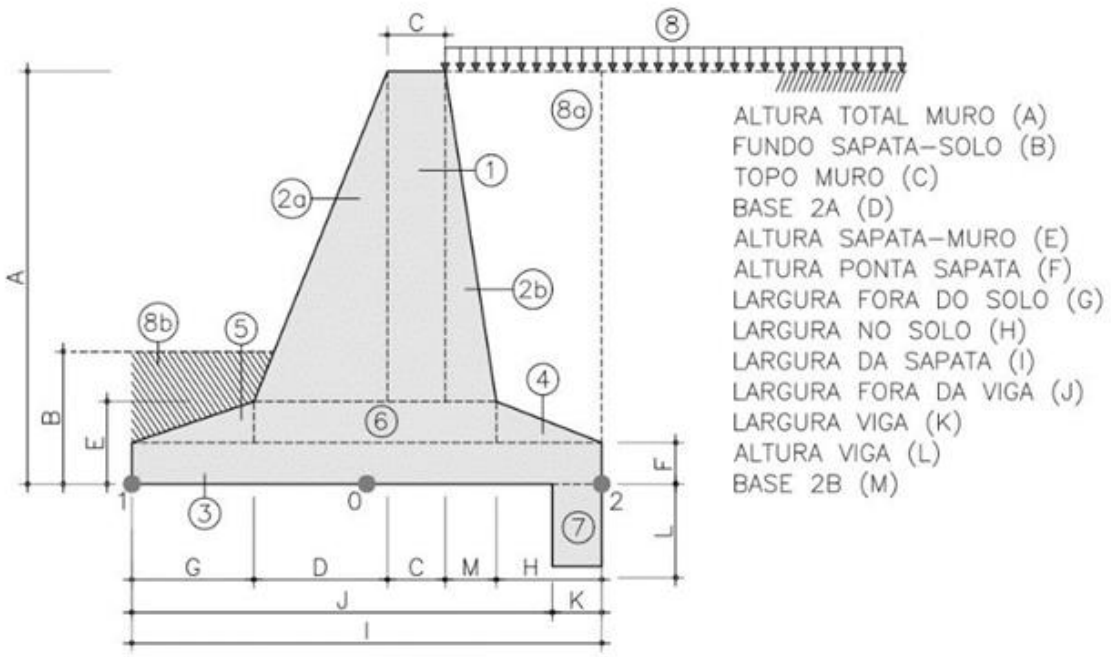
# 4. DIMENSIONAMENTO MUROS DE GRAVIDADE

## 4.1. Seção teórica

A seção modelo adotada para esta contenção é dada na Figura 4 a seguir.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 125 / 181

Figura 14 – Seção modelo



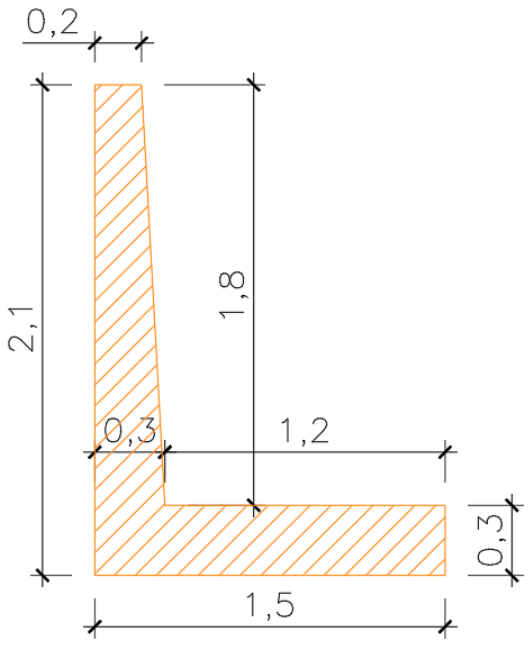

Fonte: Autor, 2025

## 4.2. Altura máxima de 2,10m

### 4.2.1. Dados básicos

A seção real do muro é a apresentada na Figura 14.

Figura 15 – Seção transversal altura máxima de 2,10m




2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 126 / 181

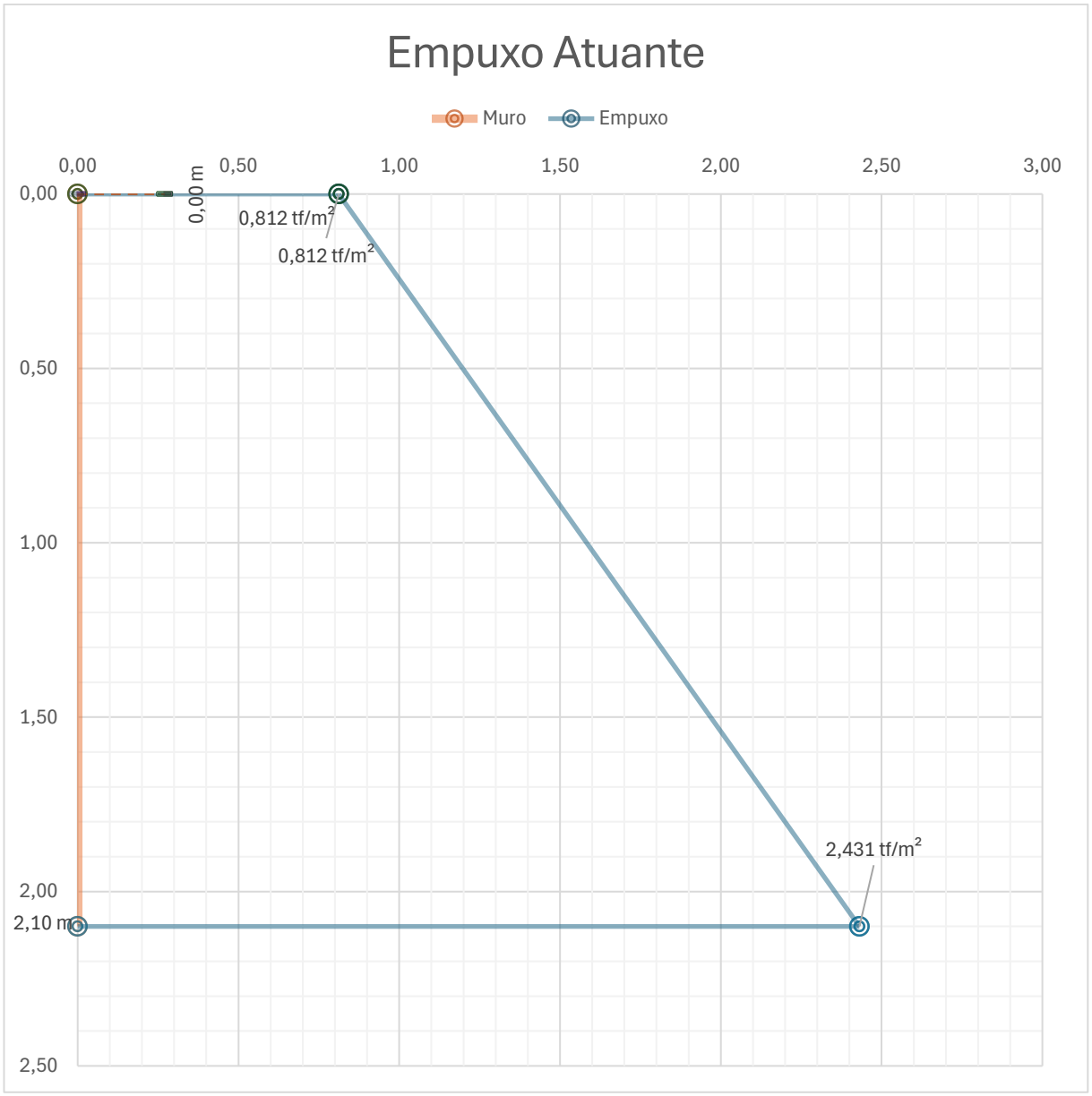
Fonte: Autor, 2025

O muro será de concreto ciclópico, composto de 70% de rocha (granito, sienito ou pórfiro), com peso estimado de 2,85 tf/m³, e 30% de argamassa, com peso estimado de 1,90 tf/m³. O peso do muro é de 2,57 tf/m³. A sobre-carga considerada foi de 2,00 tf/m², conforme item 7.3.3 da NBR 11682/2009.

### 4.2.2. Empuxo

| | | |
|---|---|---|
| Ka: | 0,406 | |
| Kp: | 2,464 | |
| Pceosão: | 0,000 | tf/m² |
| zc: | 0,000 | m |
| Pativo: | 1,619 | tf/m² |
| Esc: | 0,812 | tf/m² |
| Etopo: | 0,812 | tf/m² |
| Ebase: | 2,431 | tf/m² |
| Epassivo: | 1,170 | tf/m² |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 127 / 181




### 4.2.3. Carga permanente dos elementos

| Parte | Peso |
|---|---|
| | tf/m |
| 1 | 0,923 |
| 2b | 0,231 |
| 3 | 1,154 |
| 8a | 4,275 |
| 9 | 2,600 |
| Totais | **9,184** |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 128 / 181

### 4.2.4. Verificação do deslizamento

$$Fa = (2{,}431 + 0{,}812) * \frac{2{,}10}{2} \therefore Fa = 2{,}320\ tf/m$$

$$Fr = 9{,}184 * 0{,}9 * \tan(25) + 1{,}170 \therefore Fr = 5{,}202\ tf/m$$

$$FS = \frac{5{,}202}{2{,}320} \therefore FS = 1{,}527$$

### 4.2.5. Verificação ao tombamento

$$Ma = 2{,}10 * \left(\frac{1{,}705}{2} + \frac{1{,}700}{3}\right) \therefore Ma = 2{,}980\ tfm/m$$

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento Resistente |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 1 | tfm/m |
| 1 | 0,923 | 0,100 | 0,092 |
| 2b | 0,231 | 0,233 | 0,054 |
| 3 | 1,154 | 0,750 | 0,866 |
| 8a | 4,275 | 0,875 | 3,739 |
| 9 | 2,600 | 0,900 | 2,340 |
| Totais | **9,184** | | **7,091** |

$$FS = \frac{7{,}091}{2{,}980} \therefore FS = 2{,}379$$

### 4.2.6. Verificação estrutural

| SEÇÃO | GEOMETRIA | | EMPUXO | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Seção | Prof. | h real | b | Ea | Eh | Ev |
| | m | m | m | tf/m | tf/m | tf/m |
| 1 | 0,360 | 0,360 | 0,220 | 0,050 | 0,050 | 0,000 |
| 2 | 0,720 | 0,720 | 0,240 | 0,200 | 0,200 | 0,000 |
| 3 | 1,080 | 1,080 | 0,260 | 0,450 | 0,450 | 0,000 |
| 4 | 1,440 | 1,440 | 0,280 | 0,800 | 0,800 | 0,000 |
| 5 | 1,800 | 1,800 | 0,300 | 1,249 | 1,249 | 0,000 |

| MOMENTOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M0c | M0s | M0sc | M0ev | Mr | M0 |
| tfm | tfm | tfm | tfm | tfm | tfm |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 129 / 181

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,001 | -0,001 | 0,004 | 0,000 | 0,004 | 0,010 |
| 0,004 | -0,003 | 0,006 | 0,000 | 0,007 | 0,055 |
| 0,009 | -0,007 | 0,008 | 0,000 | 0,011 | 0,173 |
| 0,017 | -0,012 | 0,010 | 0,000 | 0,014 | 0,398 |
| 0,027 | -0,020 | 0,010 | 0,000 | 0,017 | 0,767 |

| TENSÃO NA SEÇÃO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P | W | fcd | fctd | σ1 | σ2 | σ1,calc | σ2,calc | σc,Rd | σct,Rd |
| tf | m³ | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² |
| 0,241 | 0,008 | 892,857 | 76,028 | 2,315 | -0,126 | 3,240 | -0,176 | 758,929 | 64,623 |
| 0,514 | 0,010 | | | 7,910 | -3,630 | 11,074 | -5,082 | | |
| 0,819 | 0,011 | | | 18,475 | -12,177 | 25,865 | -17,048 | | |
| 1,156 | 0,013 | | | 34,565 | -26,308 | 48,391 | -36,832 | | |
| 1,525 | 0,015 | | | 56,186 | -46,017 | 78,660 | -64,424 | | |

| Status | | | |
|---|---|---|---|
| σ1 | | σ2 | |
| 0,427% | OK | 0,273% | OK |
| 1,459% | OK | 7,864% | OK |
| 3,408% | OK | 26,380% | OK |
| 6,376% | OK | 56,994% | OK |
| 10,365% | OK | 99,692% | OK |

| CISALHAMENTO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vsd | Twd | Tw,Rd | Status | |
| tf | tf/m² | tf/m² | | |
| 0,070 | 0,477 | 22,808 | 2,091% | OK |
| 0,280 | 1,749 | | 7,668% | OK |
| 0,630 | 3,632 | | 15,926% | OK |
| 1,119 | 5,996 | | 26,290% | OK |
| 1,749 | 8,745 | | 38,340% | OK |

### 4.2.7. Verificação da fundação

A tensão atuante na fundação é dada pela relação indicada em 3.4 do memorial de cálculo.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 130 / 181

### a) Tensão atuante

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 0 | tfm/m |
| 1 | 0,923 | 0,650 | 0,600 |
| 2b | 0,231 | 0,517 | 0,119 |
| 3 | 1,154 | 0,000 | 0,000 |
| 8a | 4,275 | -0,125 | -0,533 |
| 9 | 2,600 | -0,150 | -0,390 |
| Totais | **9,184** | | **-0,203** |

| **TENSÕES NA BASE** | | |
|---|---|---|
| M0: | 0,987 | tfm/m |
| W: | 0,375 | $m^3$ |
| σ1: | 0,875 | $kgf/cm^2$ |
| σ2: | 0,349 | $kgf/cm^2$ |

### b) Verificação

A tensão máxima $\sigma_1 = 0{,}875\ kgf/cm^2$ é inferior à tensão admissível $\sigma_{adm} = 1{,}509\ kgf/cm^2$ apresentada em 2.1.

A tensão minima $\sigma_2 = 0{,}349\ kgf/cm^2$ é superior a $0{,}00\ kgf/cm^2$, indicando que não há levantamento da fundação.

### 4.2.8. Conclusão

Dadas as verificações apresentadas ao longo deste item, a contenção está aprovada no dimensionamento.

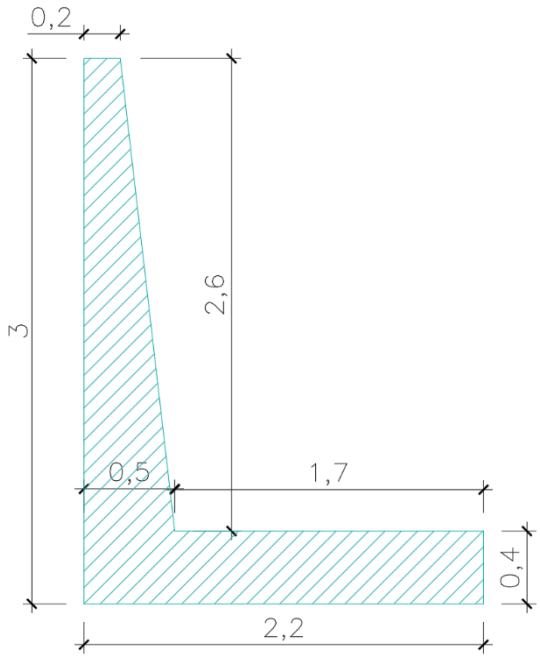
## 4.3. Altura máxima de 3,00m

### 4.3.1. Dados básicos

A seção real do muro é a apresentada na Figura 15.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 131 / 181

Figura 16 – Seção transversal altura máxima de 1,50m



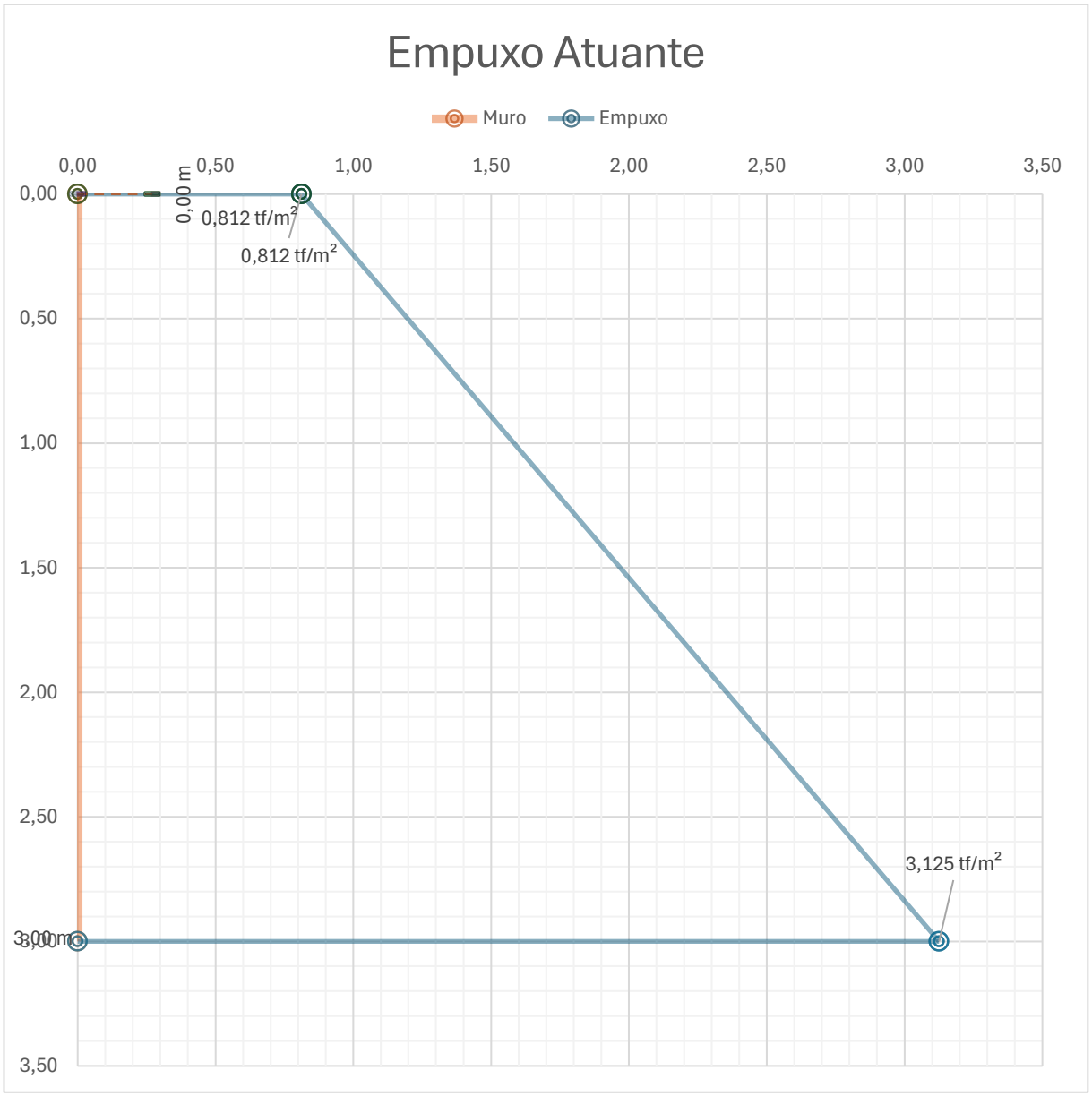

Fonte: Autor, 2025

O muro será de concreto ciclópico, composto de 70% de rocha (granito, sienito ou pórfiro), com peso estimado de 2,85 tf/m³, e 30% de argamassa, com peso estimado de 1,90 tf/m³. O peso do muro é de 2,57 tf/m³. A sobre-carga considerada foi de 2,00 tf/m², conforme item 7.3.3 da NBR 11682/2009.

### 4.3.2. Empuxo

| | | |
|---|---|---|
| Ka: | 0,406 | |
| Kp: | 2,464 | |
| Pceosão: | 0,000 | tf/m² |
| zc: | 0,000 | m |
| Pativo: | 2,313 | tf/m² |
| Esc: | 0,812 | tf/m² |
| Etopo: | 0,812 | tf/m² |
| Ebase: | 3,125 | tf/m² |
| Epassivo: | 1,170 | tf/m² |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 132 / 181




### 4.3.3. Carga permanente dos elementos

| Parte | Peso |
|---|---|
| | tf/m |
| 1 | 1,334 |
| 2b | 1,000 |
| 3 | 2,257 |
| 8a | 9,139 |
| 9 | 4,000 |
| Totais | **17,730** |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 133 / 181

### 4.3.4. Verificação do deslizamento

$$Fa = (3{,}125 + 0{,}812) * \frac{3{,}00}{2} \therefore Fa = 5{,}905\ tf/m$$

$$Fr = 17{,}730 * 0{,}9 * \tan(25) + 1{,}170 \therefore Fr = 8{,}953\ tf/m$$

$$FS = \frac{8{,}953}{5{,}905} \therefore FS = 1{,}516$$

### 4.3.5. Verificação ao tombamento

$$Ma = 3{,}00 * \left(\frac{2{,}435}{2} + \frac{3{,}470}{3}\right) \therefore Ma = 5{,}905\ tfm/m$$

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento Resistente |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 1 | tfm/m |
| 1 | 1,334 | 0,100 | 0,133 |
| 2b | 1,000 | 0,300 | 0,300 |
| 3 | 2,257 | 1,100 | 2,483 |
| 8a | 9,139 | 1,273 | 11,634 |
| 9 | 4,000 | 1,350 | 5,400 |
| Totais | **17,730** | | **19,950** |

$$FS = \frac{19{,}950}{5{,}905} \therefore FS = 2{,}800$$

### 4.3.6. Verificação estrutural

| **SEÇÃO** | | **GEOMETRIA** | | **EMPUXO** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seção | Prof. | h real | b | Ea | Eh | Ev |
| | m | m | m | tf/m | tf/m | tf/m |
| 1 | 0,520 | 0,520 | 0,262 | 0,104 | 0,104 | 0,000 |
| 2 | 1,040 | 1,040 | 0,324 | 0,417 | 0,417 | 0,000 |
| 3 | 1,560 | 1,560 | 0,386 | 0,938 | 0,938 | 0,000 |
| 4 | 2,080 | 2,080 | 0,448 | 1,668 | 1,668 | 0,000 |
| 5 | 2,600 | 2,600 | 0,510 | 2,606 | 2,606 | 0,000 |

| **MOMENTOS** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M0c | M0s | M0sc | M0ev | Mr | M0 |
| tfm | tfm | tfm | tfm | tfm | tfm |
| 0,005 | -0,003 | 0,009 | 0,000 | 0,010 | 0,028 |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 134 / 181

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,020 | -0,015 | 0,009 | 0,000 | 0,015 | 0,159 |
| 0,049 | -0,036 | 0,003 | 0,000 | 0,015 | 0,503 |
| 0,094 | -0,069 | -0,012 | 0,000 | 0,012 | 1,169 |
| 0,157 | -0,116 | -0,034 | 0,000 | 0,007 | 2,265 |

| TENSÃO NA SEÇÃO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P | W | fcd | fctd | σ1 | σ2 | σ1,calc | σ2,calc | σc,Rd | σct,Rd |
| tf | m³ | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² |
| 0,463 | 0,011 | 892,857 | 76,028 | 4,197 | -0,665 | 5,876 | -0,930 | 758,929 | 64,623 |
| 1,069 | 0,017 | | | 12,398 | -5,797 | 17,357 | -8,115 | | |
| 1,820 | 0,025 | | | 24,977 | -15,547 | 34,968 | -21,766 | | |
| 2,715 | 0,033 | | | 41,003 | -28,884 | 57,405 | -40,438 | | |
| 3,753 | 0,043 | | | 59,619 | -44,900 | 83,466 | -62,860 | | |

| Status | | | |
|---|---|---|---|
| σ1 | | σ2 | |
| 0,774% | OK | 1,440% | OK |
| 2,287% | OK | 12,558% | OK |
| 4,608% | OK | 33,681% | OK |
| 7,564% | OK | 62,575% | OK |
| 10,998% | OK | 97,272% | OK |

| CISALHAMENTO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vsd | Twd | Tw,Rd | Status | |
| tf | tf/m² | tf/m² | | |
| 0,146 | 0,836 | 22,808 | 3,664% | OK |
| 0,584 | 2,703 | | 11,851% | OK |
| 1,314 | 5,105 | | 22,381% | OK |
| 2,335 | 7,819 | | 34,283% | OK |
| 3,649 | 10,732 | | 47,055% | OK |

### 4.3.7. Verificação da fundação

A tensão atuante na fundação é dada pela relação indicada em 3.4 do memorial de cálculo.

### c) Tensão atuante

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento |
|---|---|---|---|

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 135 / 181

| | tf/m | ponto 0 | tfm/m |
|---|---|---|---|
| 1 | 1,334 | 1,000 | 1,334 |
| 2b | 1,000 | 0,800 | 0,800 |
| 3 | 2,257 | 0,000 | 0,000 |
| 8a | 9,139 | -0,173 | -1,581 |
| 9 | 4,000 | -0,250 | -1,000 |
| Totais | **17,730** | | **-0,447** |

| **TENSÕES NA BASE** | | |
|---|---|---|
| M0: | 3,007 | tfm/m |
| W: | 0,814 | $m^3$ |
| σ1: | 1,176 | $kgf/cm^2$ |
| σ2: | 0,437 | $kgf/cm^2$ |

### d) Verificação

A tensão máxima $\sigma_1 = 1{,}176\ kgf/cm^2$ é inferior à tensão admissível $\sigma_{adm} = 1{,}509\ kgf/cm^2$ apresentada em 2.1.

A tensão minima $\sigma_2 = 0{,}437\ kgf/cm^2$ é superior a $0{,}00\ kgf/cm^2$, indicando que não há levantamento da fundação.

## 4.3.8. Conclusão

Dadas as verificações apresentadas ao longo deste item, a contenção está aprovada no dimensionamento.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 136 / 181

Prefeitura municipal
Itaguaçu

## CONTRATANTE

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAGUAÇU

_____

DARLY DETTMANN
CNPJ n° 27.167.451/0001-74

# INFRAESTRUTURA LOTEAMENTO SOLAR
# CONTRATO: ITA 053-25
# MEMORIAL DE CÁLCULO – ANEXO V
# CONTENÇÃO
# PROJETO EXECUTIVO

## CONTROLE DE EMISSÕES

| DATA | REVISÃO |
|---|---|
| 12/2025 | R0 – EMISSÃO INICIAL |
| | |

## ELABORAÇÃO

AMÉRICA LATINA
ENGENHARIA

CNPJ n° 10.568.340/0001-77

## RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

### COORDENAÇÃO DO CONTRATO

gov.br
Documento assinado digitalmente
RAFAEL AMARAL MATHIELO ALTOE
Data: 13/12/2025 15:06:05-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

RAFAEL AMARAL MATHIELO ALTOÉ
CREA ES-0049064/D
ENGENHEIRO CIVIL

### RESPONSÁVEL TÉCNICO

gov.br
Documento assinado digitalmente
CASSIO FABRE PEREIRA DOS SANTOS
Data: 13/12/2025 15:49:03-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

CÁSSIO FABRE PEREIRA DOS SANTOS
CREA ES-0049064/D
ENGENHEIRO CIVIL



2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 137 / 181

## Sumário

1. INTRODUÇÃO ..... 2
2. CARACTERÍSTICAS DO SOLO ..... 2
2.1. Tensão admissível da fundação ..... 2
2.2. Reaterro ..... 4
2.3. Propriedades do solo ..... 4
3. DIMENSIONAMENTO ..... 5
3.1. Seção teórica ..... 5
3.2. Altura máxima de 1,15m ..... 5
3.3. Altura máxima de 1,50m ..... 10
3.4. Altura máxima de 2,10m ..... 15
3.5. Altura máxima de 2,40m ..... 20
3.6. Altura máxima de 2,65m ..... 25
3.7. Altura máxima de 3,60m ..... 30

## Lista de Figuras

Figura 1 – Furos de sondagem Quadra C ..... 2
Figura 2 – SP-13 ..... 3
Figura 3 – Coeficiente $K_{Berb}$ ..... 4
Figura 4 – Seção modelo ..... 5
Figura 5 – Seção transversal altura máxima de 1,15m ..... 6
Figura 6 – Seção transversal altura máxima de 1,50m ..... 11
Figura 7 – Seção transversal altura máxima de 2,10m ..... 16
Figura 8 – Seção transversal altura máxima de 2,40m ..... 21
Figura 9 – Seção transversal altura máxima de 2,65m ..... 26
Figura 10 – Seção transversal altura máxima de 3,60m ..... 31

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 138 / 181

## 1. INTRODUÇÃO

O presente memorial anexo tem como finalidade apresentar, de forma detalhada, o dimensionamento e a verificação dos elementos estruturais que compõem as contenções da Quadra E do Loteamento Solar.

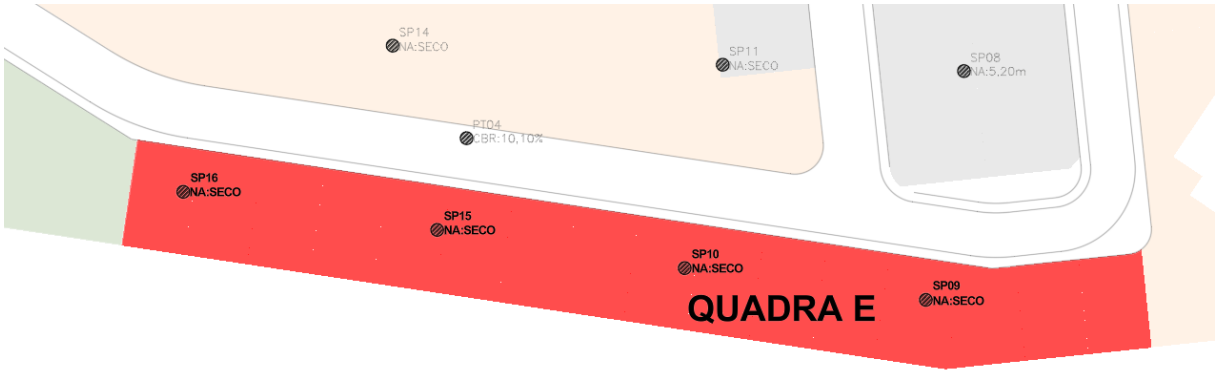
O muro assentado em conta mínimo de 0,50m em relação ao nível projetado do solo.

## 2. CARACTERÍSTICAS DO SOLO

### 2.1. Tensão admissível da fundação

Na área da Quadra A, conforme indicado na Figura 1 a seguir, foram feitos os furos SP-09, SP-10, SP-15 e SP-16. Por apresentar menor número de golpes, será utilizado o SP-09 no dimensionamento da tensão admissível do solo.

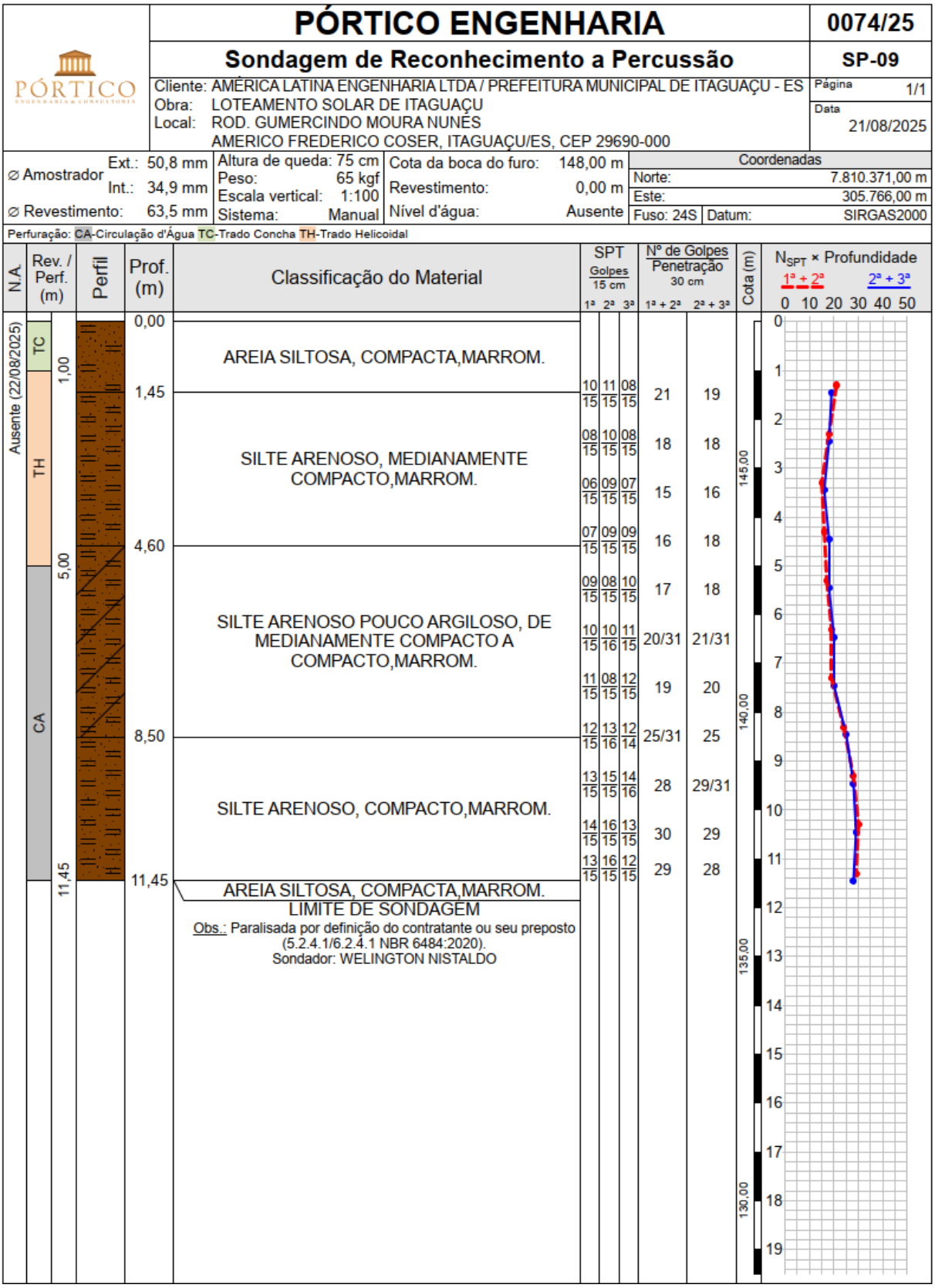
Figura 1 – Furos de sondagem Quadra C




Fonte: Autor, 2025

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 139 / 181

Figura 2 – SP-13




Fonte: Autor, 2025

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 140 / 181

O bulbo de tensões considerado será de 3m de profundidade. O SPT médio considerado é dado a seguir.

$$SPT_{med} = \frac{19 + 18 + 16}{3} \therefore SPT_{med} = 17$$

O valor do coeficiente $K_{Berb}$ está definido na Figura 3 a seguir.

Figura 3 – Coeficiente $K_{Berb}$

Coeficiente $K_{BASE}$ de acordo com o tipo de solo e o SPT – Berberian (2015) 2/3

| SOLO | Class. Berb. | SPT ($N_{72}$ Brasileiro) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| Silte ( Mó ) | M | 5,26 | 5,34 | 5,43 | 5,70 | 5,81 | 5,91 | 6,01 | 6,10 | 6,19 | 6,27 | 6,35 | 5,96 |
| Silte Mto Pco. Arenoso | M3S | 4,97 | 5,08 | 5,18 | 5,27 | 5,36 | 5,44 | 5,52 | 5,59 | 5,66 | 5,72 | 5,78 | 5,84 |
| Silte Pco. Arenoso | M4S | 4,97 | 5,08 | 5,18 | 5,27 | 5,36 | 5,44 | 5,52 | 5,59 | 5,66 | 5,72 | 5,78 | 5,84 |
| Silte Arenoso | M5S | 4,90 | 4,63 | 5,04 | 5,15 | 5,26 | 5,37 | 5,47 | 5,05 | 5,64 | 5,73 | 5,82 | 5,91 |

Fonte: Autor, 2025

Assim, a tensão admissível é dada a seguir.

$$\sigma_{adm} = \frac{15}{4{,}90} \therefore \sigma_{adm} = 3{,}469 \frac{kgf}{cm^2}$$

## 2.2. Reaterro

O reaterro compactado será considerado com resistência equivalente a um solo com SPT de 5 golpes.

## 2.3. Propriedades do solo

Conforme indicado no item 3.1 do memorial de cálculo, o solo de reaterro e fundação terão as seguintes características adotadas.

| Propriedade | Aterro | Fundação | Und. |
|---|---|---|---|
| Ângulo de atrito: | 25,00 | 26,00 | ° |
| Peso específico: | 1,90 | 2,00 | tf/m³ |
| Coesão: | 0,00 | 0,00 | tf/m² |
| Ángulo talude: | 0,00 | | ° |

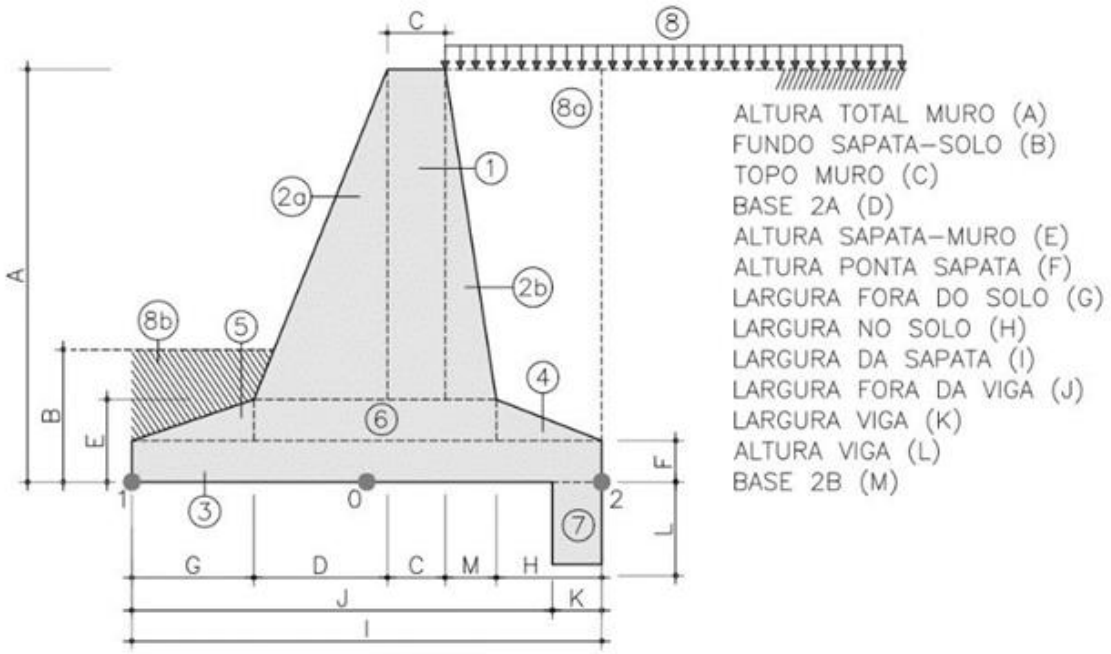
2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 141 / 181

# 3. DIMENSIONAMENTO

## 3.1. Seção teórica

A seção modelo adotada para esta contenção é dada na Figura 4 a seguir.

Figura 4 – Seção modelo




Fonte: Autor, 2025

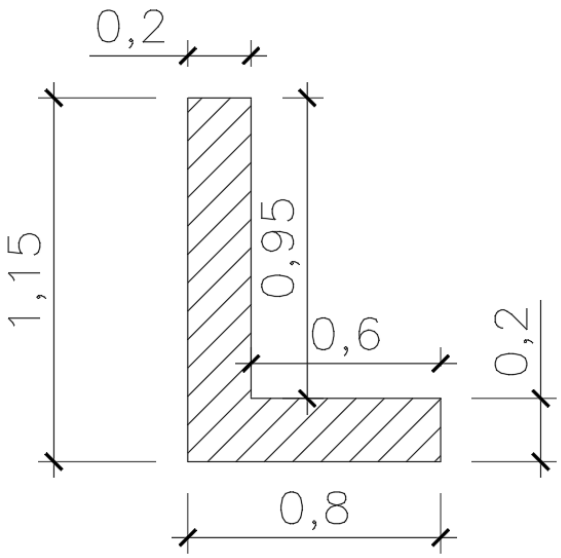
## 3.2. Altura máxima de 1,15m

### 3.2.1. Dados básicos

A seção real do muro é a apresentada na Figura 5 a seguir.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 142 / 181

Figura 5 – Seção transversal altura máxima de 1,15m



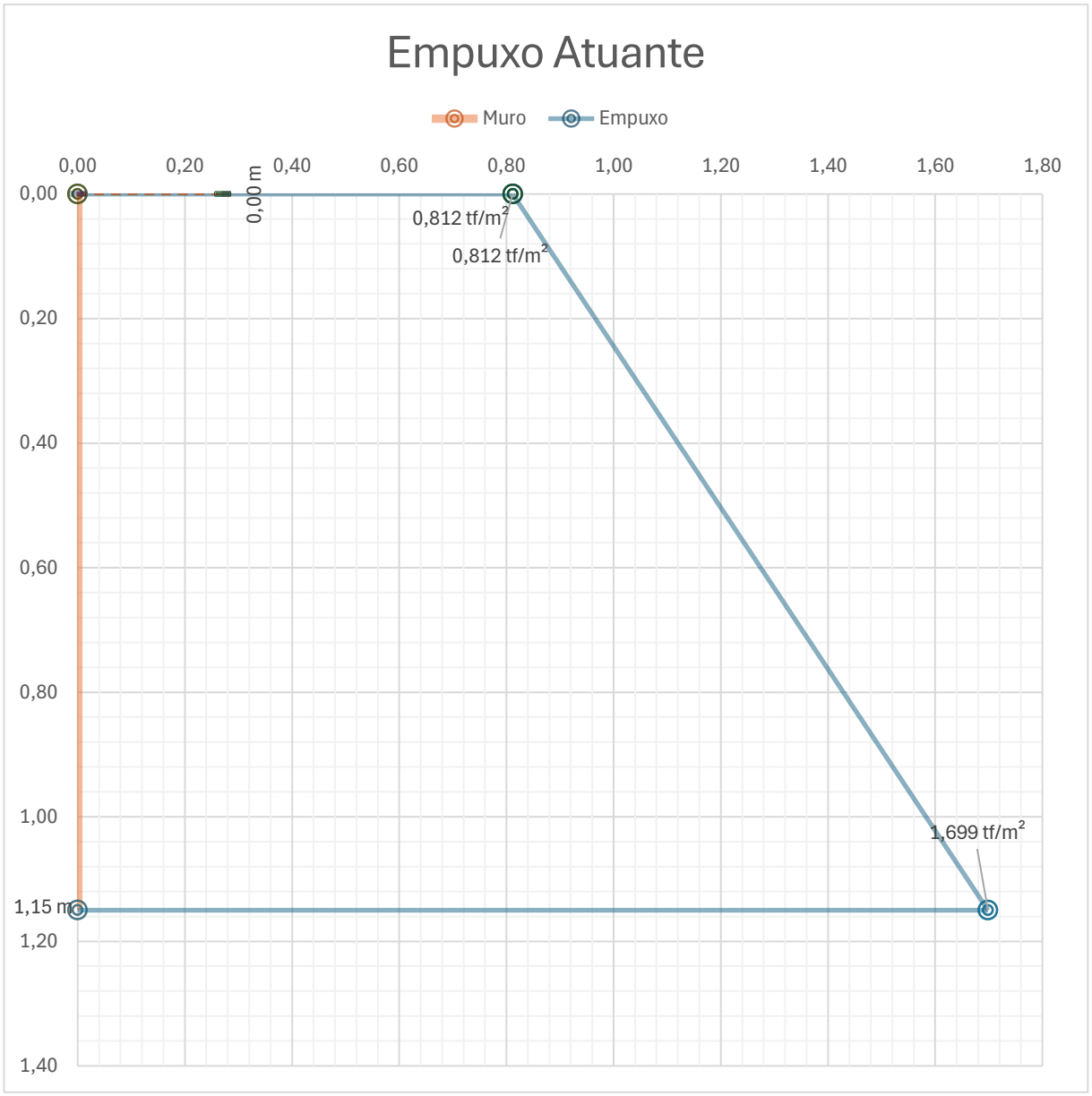

Fonte: Autor, 2025

O muro será de concreto ciclópico, composto de 70% de rocha (granito, sienito ou pórfiro), com peso estimado de 2,85 tf/m³, e 30% de argamassa, com peso estimado de 1,90 tf/m³. O peso do muro é de 2,57 tf/m³. A sobre-carga considerada foi de 2,00 tf/m², conforme item 7.3.3 da NBR 11682/2009.

### 3.2.2. Empuxo

| | | |
|---|---|---|
| Ka: | 0,406 | |
| Kp: | 2,464 | |
| Pceosão: | 0,000 | tf/m² |
| zc: | 0,000 | m |
| Pativo: | 0,887 | tf/m² |
| Esc: | 0,812 | tf/m² |
| Etopo: | 0,812 | tf/m² |
| Ebase: | 1,699 | tf/m² |
| Epassivo: | 1,170 | tf/m² |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 143 / 181




### 3.2.3. Carga permanente dos elementos

| Parte | Peso tf/m |
|---|---|
| 1 | 0,487 |
| 3 | 0,410 |
| 8a | 1,083 |
| 9 | 1,200 |
| Totais | **3,181** |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 144 / 181

### 3.2.4. Verificação do deslizamento

$$Fa = (1{,}699 + 0{,}812) * \frac{1{,}15}{2} \therefore Fa = 1{,}443\ tf/m$$

$$Fr = 3{,}181 * 0{,}9 * \tan(25) + 1{,}170 \therefore Fr = 2{,}567\ tf/m$$

$$FS = \frac{2{,}567}{1{,}443} \therefore FS = 1{,}778$$

### 3.2.5. Verificação ao tombamento

$$Ma = 1{,}15 * \left(\frac{0{,}933}{2} + \frac{0{,}510}{3}\right) \therefore Ma = 0{,}732\ tfm/m$$

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento Resistente |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 1 | tfm/m |
| 1 | 0,487 | 0,100 | 0,049 |
| 3 | 0,410 | 0,400 | 0,164 |
| 8a | 1,083 | 0,500 | 0,542 |
| 9 | 1,200 | 0,500 | 0,600 |
| Totais | **3,181** | | **1,354** |

$$FS = \frac{1{,}354}{0{,}732} \therefore FS = 1{,}849$$

### 3.2.6. Verificação estrutural

| **SEÇÃO** | | **GEOMETRIA** | | **EMPUXO** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seção | Profundidade | h real | b | Ea | Eh | Ev |
| | m | m | m | tf/m | tf/m | tf/m |
| 1 | 0,190 | 0,190 | 0,200 | 0,014 | 0,014 | 0,000 |
| 2 | 0,380 | 0,380 | 0,200 | 0,056 | 0,056 | 0,000 |
| 3 | 0,570 | 0,570 | 0,200 | 0,125 | 0,125 | 0,000 |
| 4 | 0,760 | 0,760 | 0,200 | 0,223 | 0,223 | 0,000 |
| 5 | 0,950 | 0,950 | 0,200 | 0,348 | 0,348 | 0,000 |

| **MOMENTOS** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M0c | M0s | M0sc | M0ev | Mr | M0 |
| tfm | tfm | tfm | tfm | tfm | tfm |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,001 |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 145 / 181

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,007 |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,024 |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,056 |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,110 |

| TENSÃO NA SEÇÃO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P | W | fcd | fctd | σ1 | σ2 | σ1,calc | σ2,calc | σc,Rd | σct,Rd |
| tf | m³ | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² |
| 0,097 | 0,007 | 892,857 | 76,028 | 0,620 | 0,355 | 0,867 | 0,497 | 758,929 | 64,623 |
| 0,195 | 0,007 | | | 2,033 | -0,083 | 2,846 | -0,116 | | |
| 0,292 | 0,007 | | | 5,032 | -2,108 | 7,045 | -2,951 | | |
| 0,390 | 0,007 | | | 10,412 | -6,513 | 14,577 | -9,119 | | |
| 0,487 | 0,007 | | | 18,965 | -14,092 | 26,552 | -19,729 | | |

| Status | | | |
|---|---|---|---|
| σ1 | | σ2 | |
| 0,114% | OK | 0,066% | OK |
| 0,375% | OK | 0,180% | OK |
| 0,928% | OK | 4,567% | OK |
| 1,921% | OK | 14,110% | OK |
| 3,499% | OK | 30,529% | OK |

| CISALHAMENTO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vsd | Twd | Tw,Rd | Status | |
| tf | tf/m² | tf/m² | | |
| 0,019 | 0,146 | 22,808 | 0,641% | OK |
| 0,078 | 0,585 | | 2,563% | OK |
| 0,175 | 1,315 | | 5,767% | OK |
| 0,312 | 2,338 | | 10,252% | OK |
| 0,487 | 3,654 | | 16,019% | OK |

### 3.2.7. Verificação da fundação

A tensão atuante na fundação é dada pela relação indicada em 3.4 do memorial de cálculo.

#### a) Tensão atuante

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento |
|---|---|---|---|

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 146 / 181

| | tf/m | ponto 0 | tfm/m |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,487 | 0,300 | 0,146 |
| 3 | 0,410 | 0,000 | 0,000 |
| 8a | 1,083 | -0,100 | -0,108 |
| 9 | 1,200 | -0,100 | -0,120 |
| Totais | **3,181** | | **-0,082** |

| **TENSÕES NA BASE** | | |
|---|---|---|
| M0: | 0,113 | tfm/m |
| W: | 0,107 | $m^3$ |
| σ1: | 0,504 | $kgf/cm^2$ |
| σ2: | 0,291 | $kgf/cm^2$ |

**b) Verificação**

A tensão máxima $\sigma_1 = 0{,}504\ kgf/cm^2$ é inferior à tensão admissível $\sigma_{adm} = 3{,}469\ kgf/cm^2$ apresentada em 2.1.

A tensão minima $\sigma_2 = 0{,}291\ kgf/cm^2$ é superior a $0{,}00\ kgf/cm^2$, indicando que não há levantamento da fundação.

### 3.2.8. Conclusão

Dadas as verificações apresentadas ao longo deste item, a contenção está aprovada no dimensionamento.

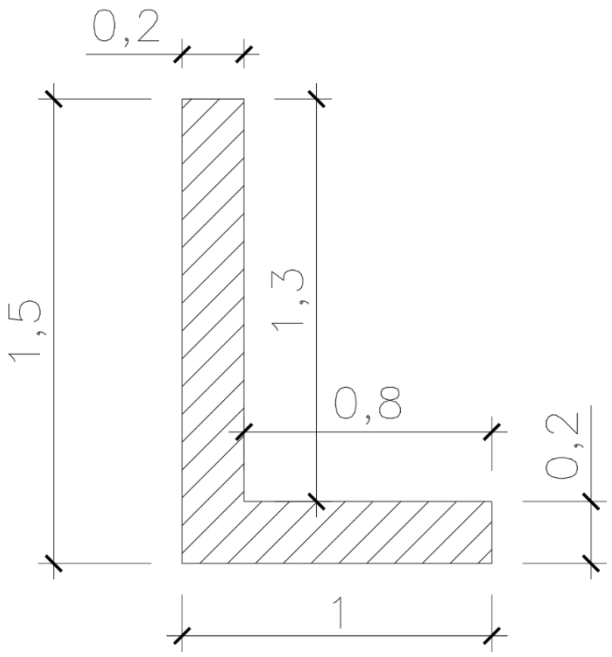
## 3.3. Altura máxima de 1,50m

### 3.3.1. Dados básicos

A seção real do muro é a apresentada na Figura 6 a seguir.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 147 / 181

Figura 6 – Seção transversal altura máxima de 1,50m



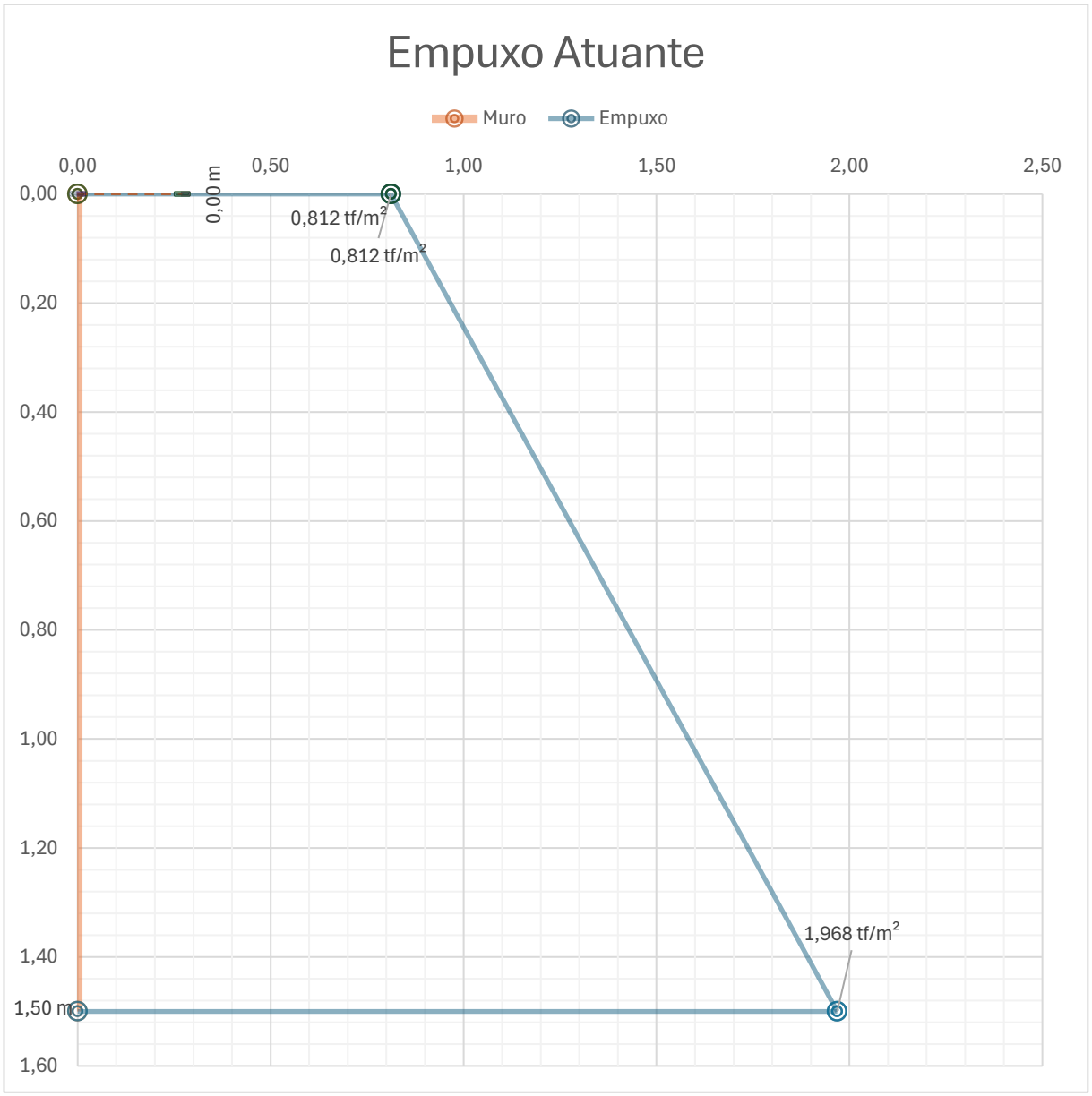

Fonte: Autor, 2025

O muro será de concreto ciclópico, composto de 70% de rocha (granito, sienito ou pórfiro), com peso estimado de 2,85 tf/m³, e 30% de argamassa, com peso estimado de 1,90 tf/m³. O peso do muro é de 2,57 tf/m³. A sobre-carga considerada foi de 2,00 tf/m², conforme item 7.3.3 da NBR 11682/2009.

### 3.3.2. Empuxo

| | | |
|---|---|---|
| Ka: | 0,406 | |
| Kp: | 2,464 | |
| Pceosão: | 0,000 | tf/m² |
| zc: | 0,000 | m |
| Pativo: | 1,157 | tf/m² |
| Esc: | 0,812 | tf/m² |
| Etopo: | 0,812 | tf/m² |
| Ebase: | 1,968 | tf/m² |
| Epassivo: | 1,170 | tf/m² |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 148 / 181




### 3.3.3. Carga permanente dos elementos

| Parte | Peso tf/m |
|---|---|
| 1 | 0,667 |
| 3 | 0,513 |
| 8a | 1,976 |
| 9 | 1,600 |
| Totais | **4,756** |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 149 / 181

### 3.3.4. Verificação do deslizamento

$$Fa = (1{,}968 + 0{,}812) * \frac{1{,}50}{2} \therefore Fa = 2{,}085\ tf/m$$

$$Fr = 4{,}756 * 0{,}9 * \tan(25) + 1{,}170 \therefore Fr = 3{,}258\ tf/m$$

$$FS = \frac{3{,}258}{2{,}085} \therefore FS = 1{,}562$$

### 3.3.5. Verificação ao tombamento

$$Ma = 1{,}50 * \left(\frac{1{,}218}{2} + \frac{0{,}868}{3}\right) \therefore Ma = 1{,}347\ tfm/m$$

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento Resistente |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 1 | tfm/m |
| 1 | 0,667 | 0,100 | 0,067 |
| 3 | 0,513 | 0,500 | 0,257 |
| 8a | 1,976 | 0,600 | 1,186 |
| 9 | 1,600 | 0,600 | 0,960 |
| Totais | **4,756** | | **2,469** |

$$FS = \frac{2{,}469}{1{,}347} \therefore FS = 1{,}832$$

### 3.3.6. Verificação estrutural

| **SEÇÃO** | | **GEOMETRIA** | | **EMPUXO** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seção | Prof. | h real | b | Ea | Eh | Ev |
| | m | m | m | tf/m | tf/m | tf/m |
| 1 | 0,260 | 0,260 | 0,200 | 0,026 | 0,026 | 0,000 |
| 2 | 0,520 | 0,520 | 0,200 | 0,104 | 0,104 | 0,000 |
| 3 | 0,780 | 0,780 | 0,200 | 0,235 | 0,235 | 0,000 |
| 4 | 1,040 | 1,040 | 0,200 | 0,417 | 0,417 | 0,000 |
| 5 | 1,300 | 1,300 | 0,200 | 0,652 | 0,652 | 0,000 |

| **MOMENTOS** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M0c | M0s | M0sc | M0ev | Mr | M0 |
| tfm | tfm | tfm | tfm | tfm | tfm |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,002 |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,018 |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 150 / 181

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,061 |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,145 |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,282 |

| TENSÃO NA SEÇÃO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P | W | fcd | fctd | σ1 | σ2 | σ1,calc | σ2,calc | σc,Rd | σct,Rd |
| tf | m³ | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² |
| 0,133 | 0,007 | 892,857 | 76,028 | 1,006 | 0,328 | 1,408 | 0,459 | 758,929 | 64,623 |
| 0,267 | 0,007 | | | 4,044 | -1,377 | 5,662 | -1,928 | | |
| 0,400 | 0,007 | | | 11,149 | -7,148 | 15,609 | -10,007 | | |
| 0,534 | 0,007 | | | 24,353 | -19,018 | 34,094 | -26,625 | | |
| 0,667 | 0,007 | | | 45,689 | -39,020 | 63,964 | -54,628 | | |

| Status | | | |
|---|---|---|---|
| σ1 | | σ2 | |
| 0,186% | OK | 0,061% | OK |
| 0,746% | OK | 2,983% | OK |
| 2,057% | OK | 15,485% | OK |
| 4,492% | OK | 41,200% | OK |
| 8,428% | OK | 84,533% | OK |

| CISALHAMENTO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vsd | Twd | Tw,Rd | Status | |
| tf | tf/m² | tf/m² | | |
| 0,036 | 0,274 | 22,808 | 1,200% | OK |
| 0,146 | 1,095 | | 4,800% | OK |
| 0,328 | 2,463 | | 10,799% | OK |
| 0,584 | 4,379 | | 19,198% | OK |
| 0,912 | 6,842 | | 29,997% | OK |

### 3.3.7. Verificação da fundação

A tensão atuante na fundação é dada pela relação indicada em 3.4 do memorial de cálculo.

#### a) Tensão atuante

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 0 | tfm/m |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 151 / 181

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,667 | 0,400 | 0,267 |
| 3 | 0,513 | 0,000 | 0,000 |
| 8a | 1,976 | -0,100 | -0,198 |
| 9 | 1,600 | -0,100 | -0,160 |
| Totais | **4,756** | | **-0,091** |

| **TENSÕES NA BASE** | | |
|---|---|---|
| M0: | 0,343 | tfm/m |
| W: | 0,167 | $m^3$ |
| σ1: | 0,681 | $kgf/cm^2$ |
| σ2: | 0,270 | $kgf/cm^2$ |

**b) Verificação**

A tensão máxima $\sigma_1 = 0{,}681\ kgf/cm^2$ é inferior à tensão admissível $\sigma_{adm} = 3{,}469\ kgf/cm^2$ apresentada em 2.1.

A tensão minima $\sigma_2 = 0{,}270\ kgf/cm^2$ é superior a $0{,}00\ kgf/cm^2$, indicando que não há levantamento da fundação.

### 3.3.8. Conclusão

Dadas as verificações apresentadas ao longo deste item, a contenção está aprovada no dimensionamento.

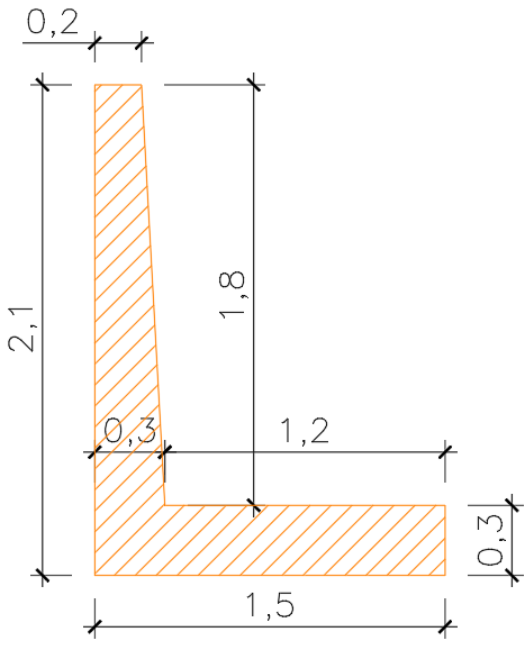
## 3.4. Altura máxima de 2,10m

### 3.4.1. Dados básicos

A seção real do muro é a apresentada na Figura 7 a seguir.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 152 / 181

Figura 7 – Seção transversal altura máxima de 2,10m



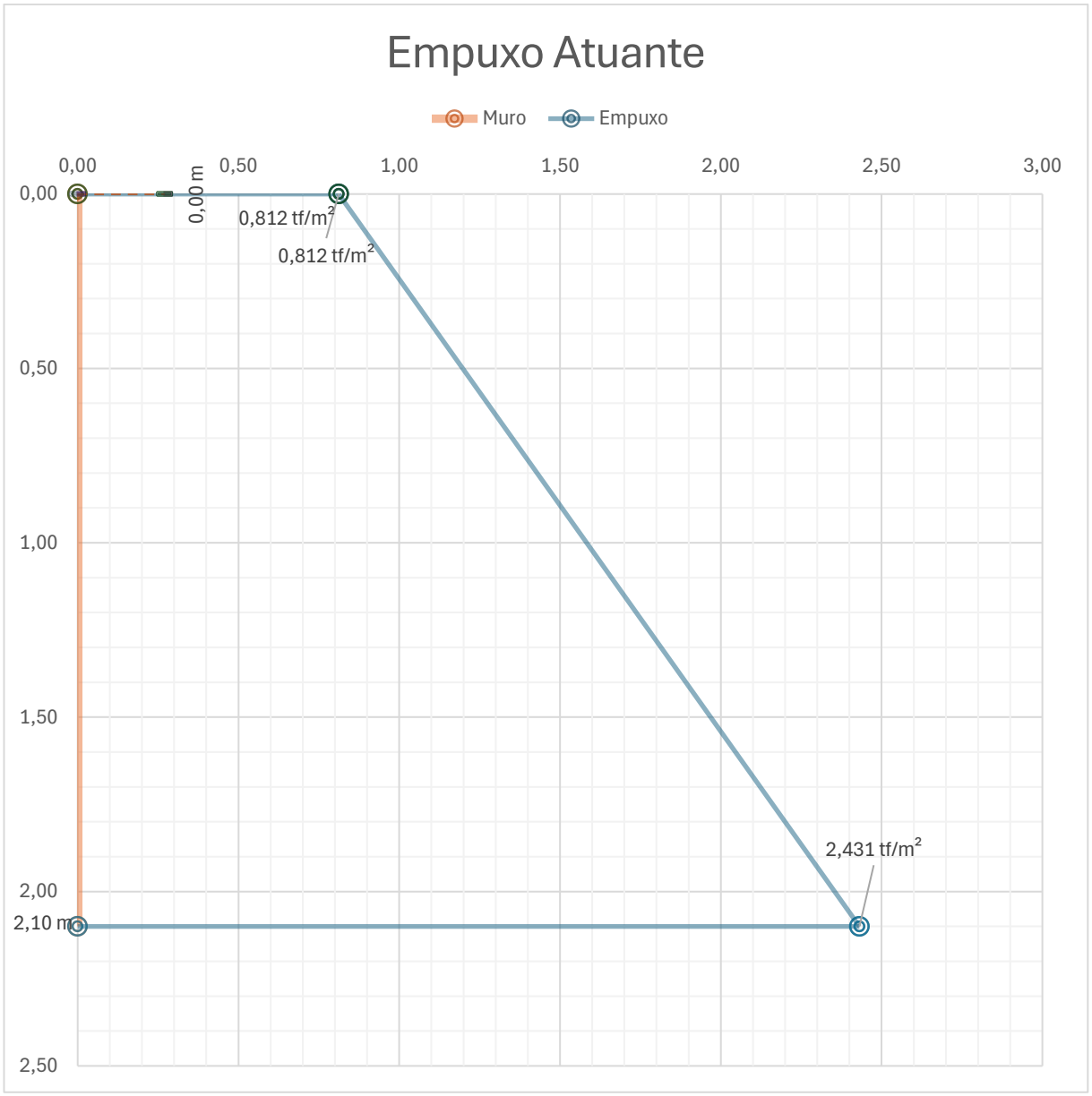

Fonte: Autor, 2025

O muro será de concreto ciclópico, composto de 70% de rocha (granito, sienito ou pórfiro), com peso estimado de 2,85 tf/m³, e 30% de argamassa, com peso estimado de 1,90 tf/m³. O peso do muro é de 2,57 tf/m³. A sobre-carga considerada foi de 2,00 tf/m², conforme item 7.3.3 da NBR 11682/2009.

### 3.4.2. Empuxo

| | | |
|---|---|---|
| Ka: | 0,406 | |
| Kp: | 2,464 | |
| Pceosão: | 0,000 | tf/m² |
| zc: | 0,000 | m |
| Pativo: | 1,619 | tf/m² |
| Esc: | 0,812 | tf/m² |
| Etopo: | 0,812 | tf/m² |
| Ebase: | 2,431 | tf/m² |
| Epassivo: | 1,170 | tf/m² |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 153 / 181




### 3.4.3. Carga permanente dos elementos

| Parte | Peso |
|---|---|
| | tf/m |
| 1 | 0,923 |
| 2b | 0,231 |
| 3 | 1,154 |
| 8a | 4,275 |
| 9 | 2,600 |
| Totais | **9,184** |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 154 / 181

### 3.4.4. Verificação do deslizamento

$$Fa = (2{,}431 + 0{,}812) * \frac{2{,}10}{2} \therefore Fa = 2{,}320\ tf/m$$

$$Fr = 9{,}184 * 0{,}9 * \tan(25) + 1{,}170 \therefore Fr = 5{,}202\ tf/m$$

$$FS = \frac{5{,}202}{2{,}320} \therefore FS = 1{,}527$$

### 3.4.5. Verificação ao tombamento

$$Ma = 2{,}10 * \left(\frac{1{,}705}{2} + \frac{1{,}700}{3}\right) \therefore Ma = 2{,}980\ tfm/m$$

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento Resistente |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 1 | tfm/m |
| 1 | 0,923 | 0,100 | 0,092 |
| 2b | 0,231 | 0,233 | 0,054 |
| 3 | 1,154 | 0,750 | 0,866 |
| 8a | 4,275 | 0,875 | 3,739 |
| 9 | 2,600 | 0,900 | 2,340 |
| Totais | **9,184** | | **7,091** |

$$FS = \frac{7{,}091}{2{,}980} \therefore FS = 2{,}379$$

### 3.4.6. Verificação estrutural

| SEÇÃO | GEOMETRIA | | EMPUXO | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Seção | Prof. | h real | b | Ea | Eh | Ev |
| | m | m | m | tf/m | tf/m | tf/m |
| 1 | 0,360 | 0,360 | 0,220 | 0,050 | 0,050 | 0,000 |
| 2 | 0,720 | 0,720 | 0,240 | 0,200 | 0,200 | 0,000 |
| 3 | 1,080 | 1,080 | 0,260 | 0,450 | 0,450 | 0,000 |
| 4 | 1,440 | 1,440 | 0,280 | 0,800 | 0,800 | 0,000 |
| 5 | 1,800 | 1,800 | 0,300 | 1,249 | 1,249 | 0,000 |

| MOMENTOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M0c | M0s | M0sc | M0ev | Mr | M0 |
| tfm | tfm | tfm | tfm | tfm | tfm |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 155 / 181

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,001 | -0,001 | 0,004 | 0,000 | 0,004 | 0,010 |
| 0,004 | -0,003 | 0,006 | 0,000 | 0,007 | 0,055 |
| 0,009 | -0,007 | 0,008 | 0,000 | 0,011 | 0,173 |
| 0,017 | -0,012 | 0,010 | 0,000 | 0,014 | 0,398 |
| 0,027 | -0,020 | 0,010 | 0,000 | 0,017 | 0,767 |

| TENSÃO NA SEÇÃO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P | W | fcd | fctd | σ1 | σ2 | σ1,calc | σ2,calc | σc,Rd | σct,Rd |
| tf | m³ | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² |
| 0,241 | 0,008 | 892,857 | 76,028 | 2,315 | -0,126 | 3,240 | -0,176 | 758,929 | 64,623 |
| 0,514 | 0,010 | | | 7,910 | -3,630 | 11,074 | -5,082 | | |
| 0,819 | 0,011 | | | 18,475 | -12,177 | 25,865 | -17,048 | | |
| 1,156 | 0,013 | | | 34,565 | -26,308 | 48,391 | -36,832 | | |
| 1,525 | 0,015 | | | 56,186 | -46,017 | 78,660 | -64,424 | | |

| Status | | | |
|---|---|---|---|
| σ1 | | σ2 | |
| 0,427% | OK | 0,273% | OK |
| 1,459% | OK | 7,864% | OK |
| 3,408% | OK | 26,380% | OK |
| 6,376% | OK | 56,994% | OK |
| 10,365% | OK | 99,692% | OK |

| CISALHAMENTO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vsd | Twd | Tw,Rd | Status | |
| tf | tf/m² | tf/m² | | |
| 0,070 | 0,477 | 22,808 | 2,091% | OK |
| 0,280 | 1,749 | | 7,668% | OK |
| 0,630 | 3,632 | | 15,926% | OK |
| 1,119 | 5,996 | | 26,290% | OK |
| 1,749 | 8,745 | | 38,340% | OK |

### 3.4.7. Verificação da fundação

A tensão atuante na fundação é dada pela relação indicada em 3.4 do memorial de cálculo.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 156 / 181

### c) Tensão atuante

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 0 | tfm/m |
| 1 | 0,923 | 0,650 | 0,600 |
| 2b | 0,231 | 0,517 | 0,119 |
| 3 | 1,154 | 0,000 | 0,000 |
| 8a | 4,275 | -0,125 | -0,533 |
| 9 | 2,600 | -0,150 | -0,390 |
| Totais | **9,184** | | **-0,203** |

| **TENSÕES NA BASE** | | |
|---|---|---|
| M0: | 0,987 | tfm/m |
| W: | 0,375 | $m^3$ |
| σ1: | 0,875 | $kgf/cm^2$ |
| σ2: | 0,349 | $kgf/cm^2$ |

### d) Verificação

A tensão máxima $\sigma_1 = 0{,}875\ kgf/cm^2$ é inferior à tensão admissível $\sigma_{adm} = 3{,}469\ kgf/cm^2$ apresentada em 2.1.

A tensão minima $\sigma_2 = 0{,}349\ kgf/cm^2$ é superior a $0{,}00\ kgf/cm^2$, indicando que não há levantamento da fundação.

### 3.4.8. Conclusão

Dadas as verificações apresentadas ao longo deste item, a contenção está aprovada no dimensionamento.

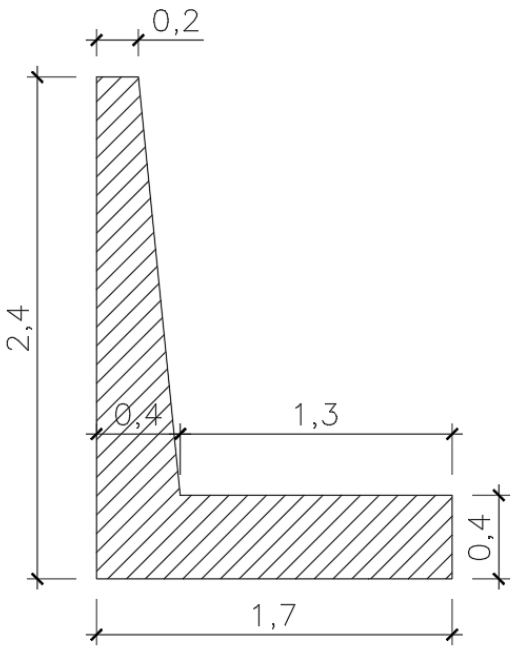
## 3.5. Altura máxima de 2,40m

### 3.5.1. Dados básicos

A seção real do muro é a apresentada na Figura 8 a seguir.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 157 / 181

Figura 8 – Seção transversal altura máxima de 2,40m



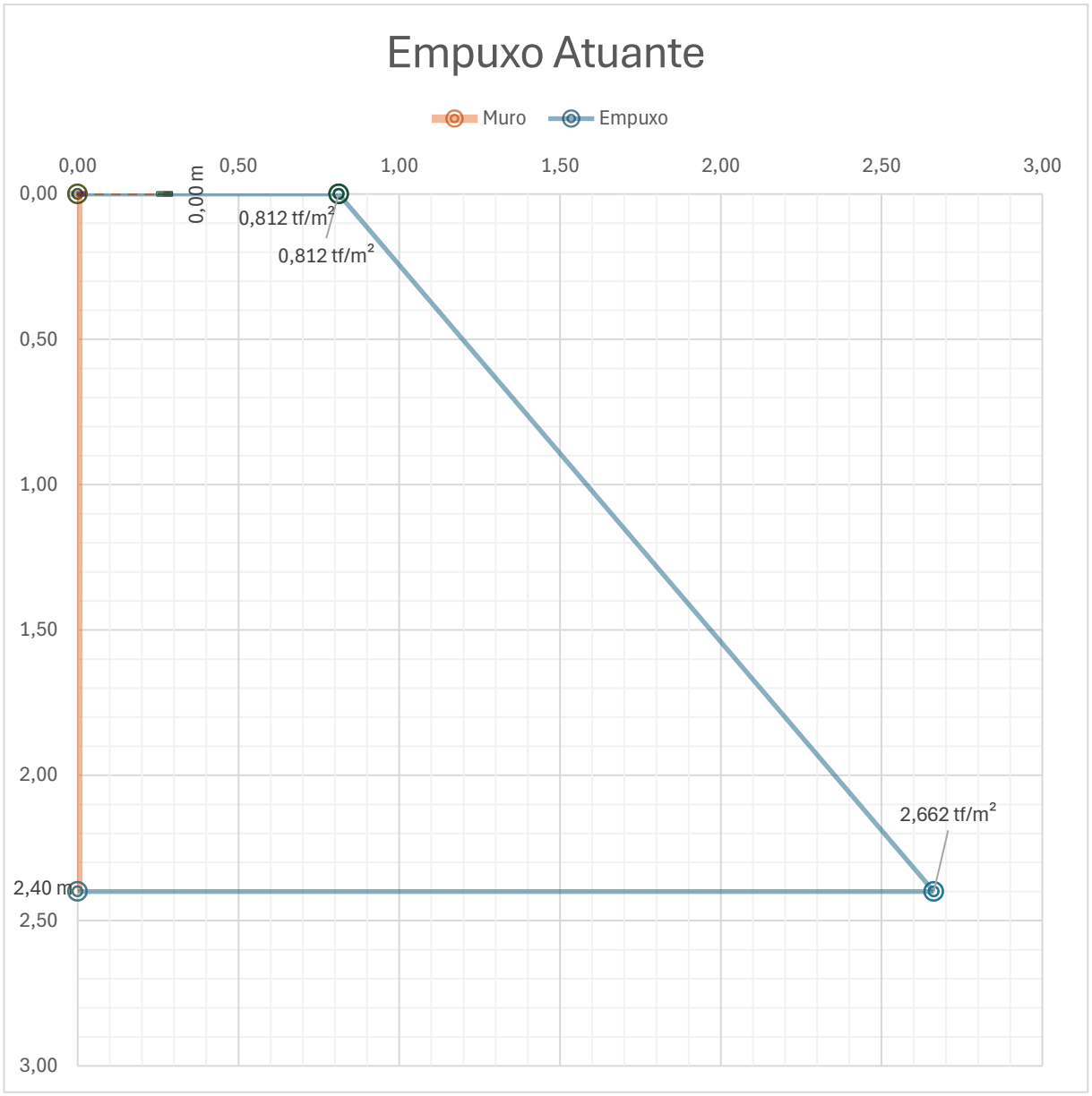

Fonte: Autor, 2025

O muro será de concreto ciclópico, composto de 70% de rocha (granito, sienito ou pórfiro), com peso estimado de 2,85 tf/m³, e 30% de argamassa, com peso estimado de 1,90 tf/m³. O peso do muro é de 2,57 tf/m³. A sobre-carga considerada foi de 2,00 tf/m², conforme item 7.3.3 da NBR 11682/2009.

### 3.5.2. Empuxo

| | | |
|---|---|---|
| Ka: | 0,406 | |
| Kp: | 2,464 | |
| Pceosão: | 0,000 | tf/m² |
| zc: | 0,000 | m |
| Pativo: | 1,851 | tf/m² |
| Esc: | 0,812 | tf/m² |
| Etopo: | 0,812 | tf/m² |
| Ebase: | 2,662 | tf/m² |
| Epassivo: | 1,217 | tf/m² |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 158 / 181




### 3.5.3. Carga permanente dos elementos

| Parte | Peso tf/m |
|---|---|
| 1 | 1,026 |
| 2b | 0,513 |
| 3 | 1,744 |
| 8a | 5,320 |
| 9 | 3,000 |
| Totais | **11,603** |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 159 / 181

### 3.5.4. Verificação do deslizamento

$$Fa = (2{,}662 + 0{,}812) * \frac{2{,}40}{2} \therefore Fa = 4{,}011\ tf/m$$

$$Fr = 11{,}603 * 0{,}9 * \tan(25) + 1{,}217 \therefore Fr = 6{,}310\ tf/m$$

$$FS = \frac{6{,}310}{4{,}011} \therefore FS = 1{,}573$$

### 3.5.5. Verificação ao tombamento

$$Ma = 2{,}40 * \left(\frac{1{,}874}{2} + \frac{2{,}137}{3}\right) \therefore Ma = 3{,}958\ tfm/m$$

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento Resistente |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 1 | tfm/m |
| 1 | 1,026 | 0,100 | 0,103 |
| 2b | 0,513 | 0,267 | 0,137 |
| 3 | 1,744 | 0,850 | 1,483 |
| 8a | 5,320 | 0,999 | 5,314 |
| 9 | 3,000 | 1,050 | 3,150 |
| Totais | **11,603** | | **10,186** |

$$FS = \frac{10{,}186}{3{,}958} \therefore FS = 2{,}573$$

### 3.5.6. Verificação estrutural

| **SEÇÃO** | | **GEOMETRIA** | | **EMPUXO** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seção | Prof. | h real | b | Ea | Eh | Ev |
| | m | m | m | tf/m | tf/m | tf/m |
| 1 | 0,400 | 0,400 | 0,240 | 0,059 | 0,059 | 0,000 |
| 2 | 0,800 | 0,800 | 0,280 | 0,237 | 0,237 | 0,000 |
| 3 | 1,200 | 1,200 | 0,320 | 0,534 | 0,534 | 0,000 |
| 4 | 1,600 | 1,600 | 0,360 | 0,950 | 0,950 | 0,000 |
| 5 | 2,000 | 2,000 | 0,400 | 1,484 | 1,484 | 0,000 |

| **MOMENTOS** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M0c | M0s | M0sc | M0ev | Mr | M0 |
| tfm | tfm | tfm | tfm | tfm | tfm |
| 0,400 | -0,001 | 0,004 | 0,000 | 0,004 | 0,010 |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 160 / 181

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,800 | -0,003 | 0,006 | 0,000 | 0,007 | 0,055 |
| 1,200 | -0,007 | 0,008 | 0,000 | 0,011 | 0,173 |
| 1,600 | -0,012 | 0,010 | 0,000 | 0,014 | 0,398 |
| 2,000 | -0,020 | 0,010 | 0,000 | 0,017 | 0,767 |

| TENSÃO NA SEÇÃO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P | W | fcd | fctd | σ1 | σ2 | σ1,calc | σ2,calc | σc,Rd | σct,Rd |
| tf | m³ | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² |
| 0,321 | 0,010 | 892,857 | 76,028 | 2,887 | -0,213 | 4,042 | -0,298 | 758,929 | 64,623 |
| 0,713 | 0,013 | | | 8,312 | -3,217 | 11,636 | -4,503 | | |
| 1,177 | 0,017 | | | 17,097 | -9,740 | 23,935 | -13,636 | | |
| 1,712 | 0,022 | | | 28,999 | -19,486 | 40,598 | -27,280 | | |
| 2,319 | 0,027 | | | 43,556 | -31,961 | 60,979 | -44,746 | | |

| Status | | | |
|---|---|---|---|
| σ1 | | σ2 | |
| 0,533% | OK | 0,461% | OK |
| 1,533% | OK | 6,969% | OK |
| 3,154% | OK | 21,101% | OK |
| 5,349% | OK | 42,214% | OK |
| 8,035% | OK | 69,241% | OK |

| CISALHAMENTO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vsd | Twd | Tw,Rd | Status | |
| tf | tf/m² | tf/m² | | |
| 0,083 | 0,519 | 22,808 | 2,277% | OK |
| 0,332 | 1,781 | | 7,806% | OK |
| 0,748 | 3,505 | | 15,369% | OK |
| 1,329 | 5,539 | | 24,287% | OK |
| 2,077 | 7,790 | | 34,153% | OK |

### 3.5.7. Verificação da fundação

A tensão atuante na fundação é dada pela relação indicada em 3.4 do memorial de cálculo.

**e) Tensão atuante**

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento |
|---|---|---|---|

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 161 / 181

| | tf/m | ponto 0 | tfm/m |
|---|---|---|---|
| 1 | 1,026 | 0,750 | 0,770 |
| 2b | 0,513 | 0,583 | 0,299 |
| 3 | 1,744 | 0,000 | 0,000 |
| 8a | 5,320 | -0,149 | -0,792 |
| 9 | 3,000 | -0,200 | -0,600 |
| Totais | **11,603** | | **-0,323** |

| **TENSÕES NA BASE** | | |
|---|---|---|
| M0: | 1,386 | tfm/m |
| W: | 0,482 | $m^3$ |
| σ1: | 0,970 | $kgf/cm^2$ |
| σ2: | 0,395 | $kgf/cm^2$ |

**f) Verificação**

A tensão máxima $\sigma_1 = 0{,}970\ kgf/cm^2$ é inferior à tensão admissível $\sigma_{adm} = 3{,}469\ kgf/cm^2$ apresentada em 2.1.

A tensão minima $\sigma_2 = 0{,}395\ kgf/cm^2$ é superior a $0{,}00\ kgf/cm^2$, indicando que não há levantamento da fundação.

### 3.5.8. Conclusão

Dadas as verificações apresentadas ao longo deste item, a contenção está aprovada no dimensionamento.

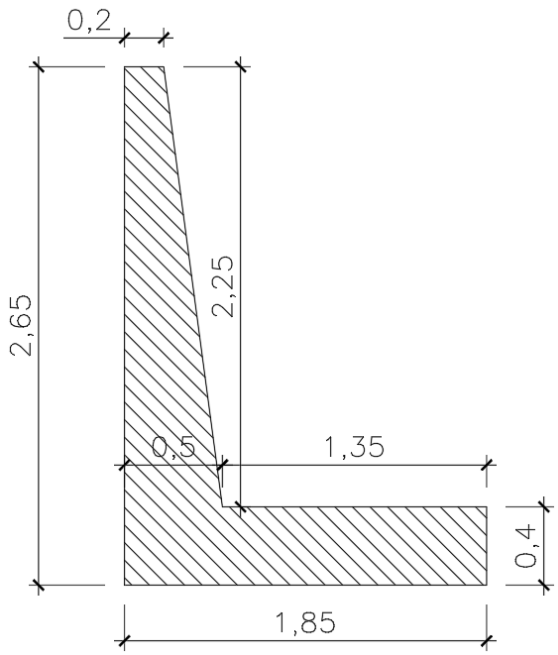
## 3.6. Altura máxima de 2,65m

### 3.6.1. Dados básicos

A seção real do muro é a apresentada na Figura 9 a seguir.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 162 / 181

Figura 9 – Seção transversal altura máxima de 2,65m



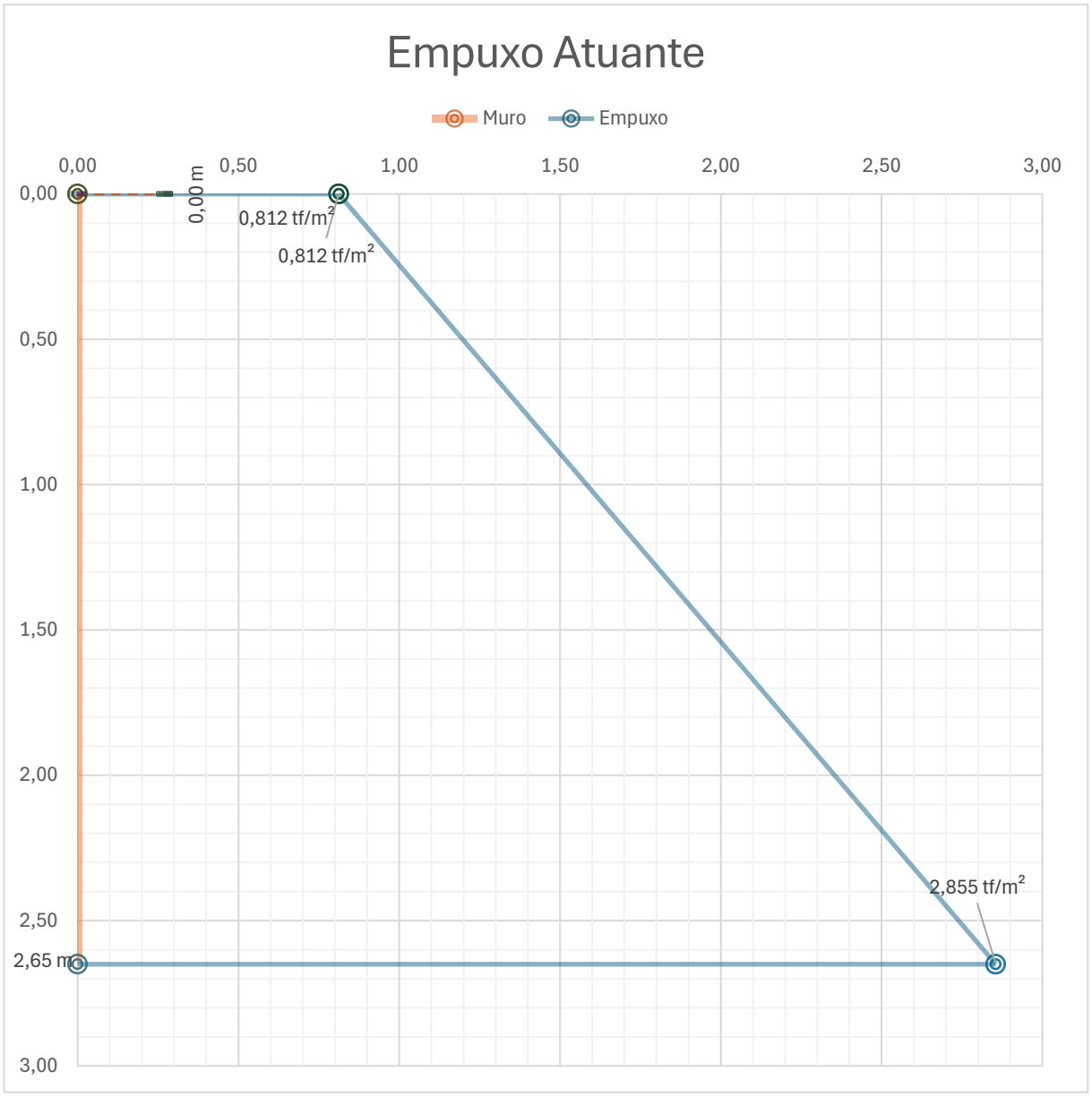

Fonte: Autor, 2025

O muro será de concreto ciclópico, composto de 70% de rocha (granito, sienito ou pórfiro), com peso estimado de 2,85 tf/m³, e 30% de argamassa, com peso estimado de 1,90 tf/m³. O peso do muro é de 2,57 tf/m³. A sobre-carga considerada foi de 2,00 tf/m², conforme item 7.3.3 da NBR 11682/2009.

### 3.6.2. Empuxo

| | | |
|---|---|---|
| Ka: | 0,406 | |
| Kp: | 2,464 | |
| Pceosão: | 0,000 | tf/m² |
| zc: | 0,000 | m |
| Pativo: | 2,043 | tf/m² |
| Esc: | 0,812 | tf/m² |
| Etopo: | 0,812 | tf/m² |
| Ebase: | 2,855 | tf/m² |
| Epassivo: | 1,217 | tf/m² |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 163 / 181




### 3.6.3. Carga permanente dos elementos

| Parte | Peso |
|---|---|
| | tf/m |
| 1 | 1,154 |
| 2b | 0,866 |
| 3 | 1,898 |
| 8a | 6,413 |
| 9 | 3,300 |
| Totais | **13,631** |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 164 / 181

### 3.6.4. Verificação do deslizamento

$$Fa = (2{,}855 + 0{,}812) * \frac{2{,}65}{2} \therefore Fa = 4{,}674\ tf/m$$

$$Fr = 13{,}631 * 0{,}9 * \tan(25) + 1{,}217 \therefore Fr = 7{,}200\ tf/m$$

$$FS = \frac{7{,}200}{4{,}674} \therefore FS = 1{,}540$$

### 3.6.5. Verificação ao tombamento

$$Ma = 2{,}65 * \left(\frac{2{,}069}{2} + \frac{2{,}605}{3}\right) \therefore Ma = 5{,}043\ tfm/m$$

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento Resistente |
|---|---|---|---|
| | tf/m | ponto 1 | tfm/m |
| 1 | 1,154 | 0,100 | 0,115 |
| 2b | 0,866 | 0,300 | 0,260 |
| 3 | 1,898 | 0,925 | 1,756 |
| 8a | 6,413 | 1,098 | 7,038 |
| 9 | 3,300 | 1,175 | 3,878 |
| Totais | **13,631** | | **13,046** |

$$FS = \frac{13{,}046}{5{,}043} \therefore FS = 2{,}586$$

### 3.6.6. Verificação estrutural

| SEÇÃO | | GEOMETRIA | | EMPUXO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seção | Prof. | h real | b | Ea | Eh | Ev |
| | m | m | m | tf/m | tf/m | tf/m |
| 1 | 0,450 | 0,450 | 0,260 | 0,075 | 0,075 | 0,000 |
| 2 | 0,900 | 0,900 | 0,320 | 0,300 | 0,300 | 0,000 |
| 3 | 1,350 | 1,350 | 0,380 | 0,676 | 0,676 | 0,000 |
| 4 | 1,800 | 1,800 | 0,440 | 1,202 | 1,202 | 0,000 |
| 5 | 2,250 | 2,250 | 0,500 | 1,878 | 1,878 | 0,000 |

| MOMENTOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M0c | M0s | M0sc | M0ev | Mr | M0 |
| tfm | tfm | tfm | tfm | tfm | tfm |
| 0,004 | -0,003 | 0,008 | 0,000 | 0,009 | 0,021 |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 165 / 181

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,017 | -0,012 | 0,010 | 0,000 | 0,014 | 0,104 |
| 0,041 | -0,030 | 0,004 | 0,000 | 0,014 | 0,318 |
| 0,078 | -0,057 | -0,010 | 0,000 | 0,011 | 0,732 |
| 0,130 | -0,096 | -0,030 | 0,000 | 0,004 | 1,412 |

| TENSÃO NA SEÇÃO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P | W | fcd | fctd | σ1 | σ2 | σ1,calc | σ2,calc | σc,Rd | σct,Rd |
| tf | m³ | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² |
| 0,411 | 0,011 | 892,857 | 76,028 | 3,415 | -0,252 | 4,780 | -0,353 | 758,929 | 64,623 |
| 0,943 | 0,017 | | | 9,043 | -3,150 | 12,660 | -4,410 | | |
| 1,595 | 0,024 | | | 17,424 | -9,029 | 24,394 | -12,641 | | |
| 2,368 | 0,032 | | | 28,055 | -17,293 | 39,278 | -24,210 | | |
| 3,261 | 0,042 | | | 40,412 | -27,367 | 56,577 | -38,314 | | |

| Status | | | |
|---|---|---|---|
| σ1 | | σ2 | |
| 0,630% | OK | 0,546% | OK |
| 1,668% | OK | 6,825% | OK |
| 3,214% | OK | 19,561% | OK |
| 5,175% | OK | 37,463% | OK |
| 7,455% | OK | 59,289% | OK |

| CISALHAMENTO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vsd | Twd | Tw,Rd | Status | |
| tf | tf/m² | tf/m² | | |
| 0,105 | 0,607 | 22,808 | 2,660% | OK |
| 0,421 | 1,972 | | 8,645% | OK |
| 0,946 | 3,736 | | 16,380% | OK |
| 1,683 | 5,736 | | 25,149% | OK |
| 2,629 | 7,887 | | 34,580% | OK |

### 3.6.7. Verificação da fundação

A tensão atuante na fundação é dada pela relação indicada em 3.4 do memorial de cálculo.

#### g) Tensão atuante

| Parte | Peso | Braço (m) | Momento |
|---|---|---|---|

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 166 / 181

| | tf/m | ponto 0 | tfm/m |
|---|---|---|---|
| 1 | 1,154 | 0,850 | 0,981 |
| 2b | 0,866 | 0,650 | 0,563 |
| 3 | 1,949 | 0,000 | 0,000 |
| 8a | 6,626 | -0,173 | -1,144 |
| 9 | 3,400 | -0,250 | -0,850 |
| Totais | **13,996** | | **-0,450** |

| **TENSÕES NA BASE** | | |
|---|---|---|
| M0: | 1,863 | tfm/m |
| W: | 0,570 | $m^3$ |
| σ1: | 1,063 | $kgf/cm^2$ |
| σ2: | 0,410 | $kgf/cm^2$ |

**h) Verificação**

A tensão máxima $\sigma_1 = 1{,}063\ kgf/cm^2$ é inferior à tensão admissível $\sigma_{adm} = 3{,}469\ kgf/cm^2$ apresentada em 2.1.

A tensão minima $\sigma_2 = 0{,}410\ kgf/cm^2$ é superior a $0{,}00\ kgf/cm^2$, indicando que não há levantamento da fundação.

### 3.6.8. Conclusão

Dadas as verificações apresentadas ao longo deste item, a contenção está aprovada no dimensionamento.

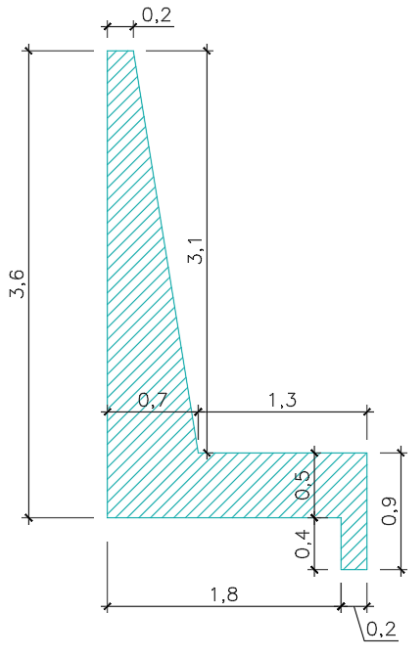
## 3.7. Altura máxima de 3,60m

### 3.7.1. Dados básicos

A seção real do muro é a apresentada na Figura 10 a seguir.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 167 / 181

Figura 10 – Seção transversal altura máxima de 3,60m



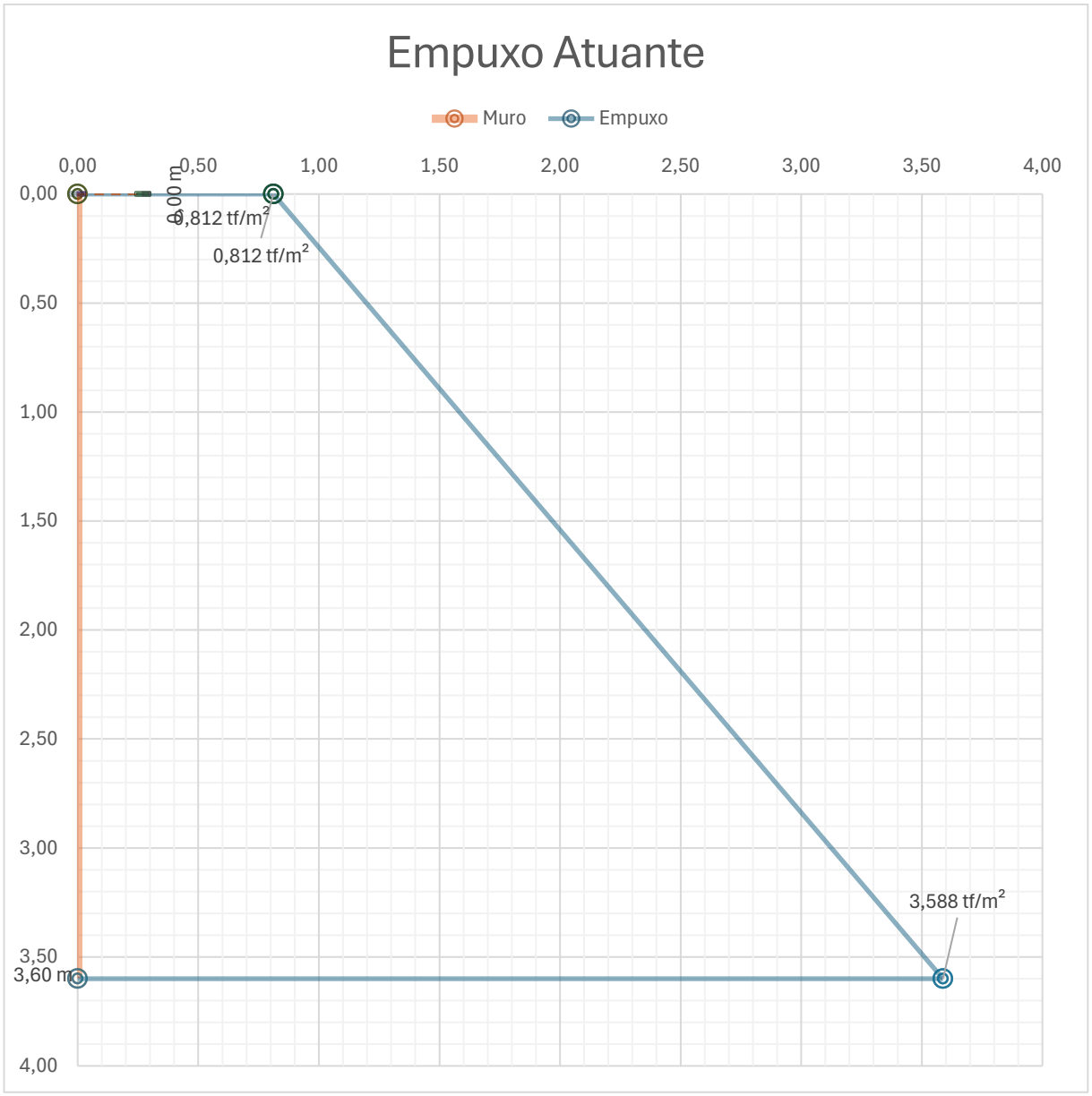

Fonte: Autor, 2025

O muro será de concreto ciclópico, composto de 70% de rocha (granito, sienito ou pórfiro), com peso estimado de 2,85 tf/m³, e 30% de argamassa, com peso estimado de 1,90 tf/m³. O peso do muro é de 2,57 tf/m³. A sobre-carga considerada foi de 2,00 tf/m², conforme item 7.3.3 da NBR 11682/2009.

### 3.7.2. Empuxo

| | | |
|---|---|---|
| Ka: | 0,406 | |
| Kp: | 2,464 | |
| Pceosão: | 0,000 | tf/m² |
| zc: | 0,000 | m |
| Pativo: | 2,776 | tf/m² |
| Esc: | 0,812 | tf/m² |
| Etopo: | 0,812 | tf/m² |
| Ebase: | 3,588 | tf/m² |
| Epassivo: | 3,792 | tf/m² |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 168 / 181




### 3.7.3. Carga permanente dos elementos

| Parte | Peso tf/m |
|---|---|
| 1 | 1,590 |
| 2b | 1,988 |
| 3 | 2,565 |
| 7 | 0,205 |
| 8a | 9,130 |
| 9 | 3,600 |
| Totais | **19,078** |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 169 / 181

### 3.7.4. Verificação do deslizamento

$$Fa = (3{,}588 + 0{,}812) * \frac{3{,}60}{2} \therefore Fa = 7{,}919\ tf/m$$

$$Fr = 19{,}078 * 0{,}9 * \tan(25) + 3{,}792 \therefore Fr = 12{,}166\ tf/m$$

$$FS = \frac{12{,}166}{7{,}919} \therefore FS = 1{,}536$$

### 3.7.5. Verificação ao tombamento

$$Ma = 3{,}00 * \left(\frac{2{,}922}{2} + \frac{4{,}997}{3}\right) \therefore Ma = 11{,}256\ tfm/m$$

| Parte | Peso tf/m | Braço (m) ponto 1 | Momento Resistente tfm/m |
|---|---|---|---|
| 1 | 1,590 | 0,100 | 0,159 |
| 2b | 1,988 | 0,367 | 0,729 |
| 3 | 2,565 | 1,000 | 2,565 |
| 7 | 0,205 | 0,100 | 0,021 |
| 8a | 9,130 | 1,218 | 11,122 |
| 9 | 3,600 | 1,350 | 4,860 |
| Totais | **19,078** | | **19,456** |

$$FS = \frac{19{,}456}{11{,}256} \therefore FS = 1{,}728$$

### 3.7.6. Verificação estrutural

| SEÇÃO | | GEOMETRIA | | EMPUXO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Seção | Prof. | h real | b | Ea | Eh | Ev |
| | m | m | m | tf/m | tf/m | tf/m |
| 1 | 0,620 | 0,620 | 0,300 | 0,148 | 0,148 | 0,000 |
| 2 | 1,240 | 1,240 | 0,400 | 0,593 | 0,593 | 0,000 |
| 3 | 1,860 | 1,860 | 0,500 | 1,334 | 1,334 | 0,000 |
| 4 | 2,480 | 2,480 | 0,600 | 2,371 | 2,371 | 0,000 |
| 5 | 3,100 | 3,100 | 0,700 | 3,705 | 3,705 | 0,000 |

| MOMENTOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M0c | M0s | M0sc | M0ev | Mr | M0 |
| tfm | tfm | tfm | tfm | tfm | tfm |

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 170 / 181

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,009 | -0,007 | 0,010 | 0,000 | 0,012 | 0,043 |
| 0,042 | -0,031 | 0,000 | 0,000 | 0,011 | 0,256 |
| 0,107 | -0,080 | -0,030 | 0,000 | -0,002 | 0,825 |
| 0,212 | -0,157 | -0,080 | 0,000 | -0,025 | 1,935 |
| 0,364 | -0,270 | -0,150 | 0,000 | -0,056 | 3,773 |

| TENSÃO NA SEÇÃO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P | W | fcd | fctd | σ1 | σ2 | σ1,calc | σ2,calc | σc,Rd | σct,Rd |
| tf | m³ | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² | tf/m² |
| 0,656 | 0,015 | 892,857 | 76,028 | 5,057 | -0,681 | 7,080 | -0,953 | 758,929 | 64,623 |
| 1,590 | 0,027 | | | 13,576 | -5,627 | 19,006 | -7,878 | | |
| 2,800 | 0,042 | | | 25,396 | -14,197 | 35,555 | -19,875 | | |
| 4,287 | 0,060 | | | 39,400 | -25,110 | 55,160 | -35,155 | | |
| 6,051 | 0,082 | | | 54,847 | -37,560 | 76,786 | -52,583 | | |

| Status | | | |
|---|---|---|---|
| σ1 | | σ2 | |
| 0,933% | OK | 1,475% | OK |
| 2,504% | OK | 12,190% | OK |
| 4,685% | OK | 30,755% | OK |
| 7,268% | OK | 54,399% | OK |
| 10,118% | OK | 81,369% | OK |

| CISALHAMENTO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vsd | Twd | Tw,Rd | Status | |
| tf | tf/m² | tf/m² | | |
| 0,207 | 1,037 | 22,808 | 4,549% | OK |
| 0,830 | 3,112 | | 13,646% | OK |
| 1,867 | 5,602 | | 24,563% | OK |
| 3,320 | 8,300 | | 36,390% | OK |
| 5,187 | 11,116 | | 48,736% | OK |

### 3.7.7. Verificação da fundação

A tensão atuante na fundação é dada pela relação indicada em 3.4 do memorial de cálculo.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 171 / 181

### i) Tensão atuante

| Parte | Peso tf/m | Braço (m) ponto 0 | Momento tfm/m |
|---|---|---|---|
| 1 | 1,590 | 0,900 | 1,431 |
| 2b | 1,988 | 0,633 | 1,259 |
| 3 | 2,565 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0,205 | 0,900 | 0,185 |
| 8a | 9,130 | -0,218 | -1,993 |
| 9 | 3,600 | -0,350 | -1,260 |
| Totais | **19,078** | | **-0,378** |

| **TENSÕES NA BASE** | | |
|---|---|---|
| M0: | 5,618 | tfm/m |
| W: | 0,667 | m³ |
| σ1: | 1,797 | kgf/cm² |
| σ2: | 0,111 | kgf/cm² |

### j) Verificação

A tensão máxima $\sigma_1 = 1{,}797\ kgf/cm^2$ é inferior à tensão admissível $\sigma_{adm} = 3{,}469\ kgf/cm^2$ apresentada em 2.1.

A tensão minima $\sigma_2 = 0{,}111\ kgf/cm^2$ é superior a $0{,}00\ kgf/cm^2$, indicando que não há levantamento da fundação.

## 3.7.8. Conclusão

Dadas as verificações apresentadas ao longo deste item, a contenção está aprovada no dimensionamento.

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 172 / 181

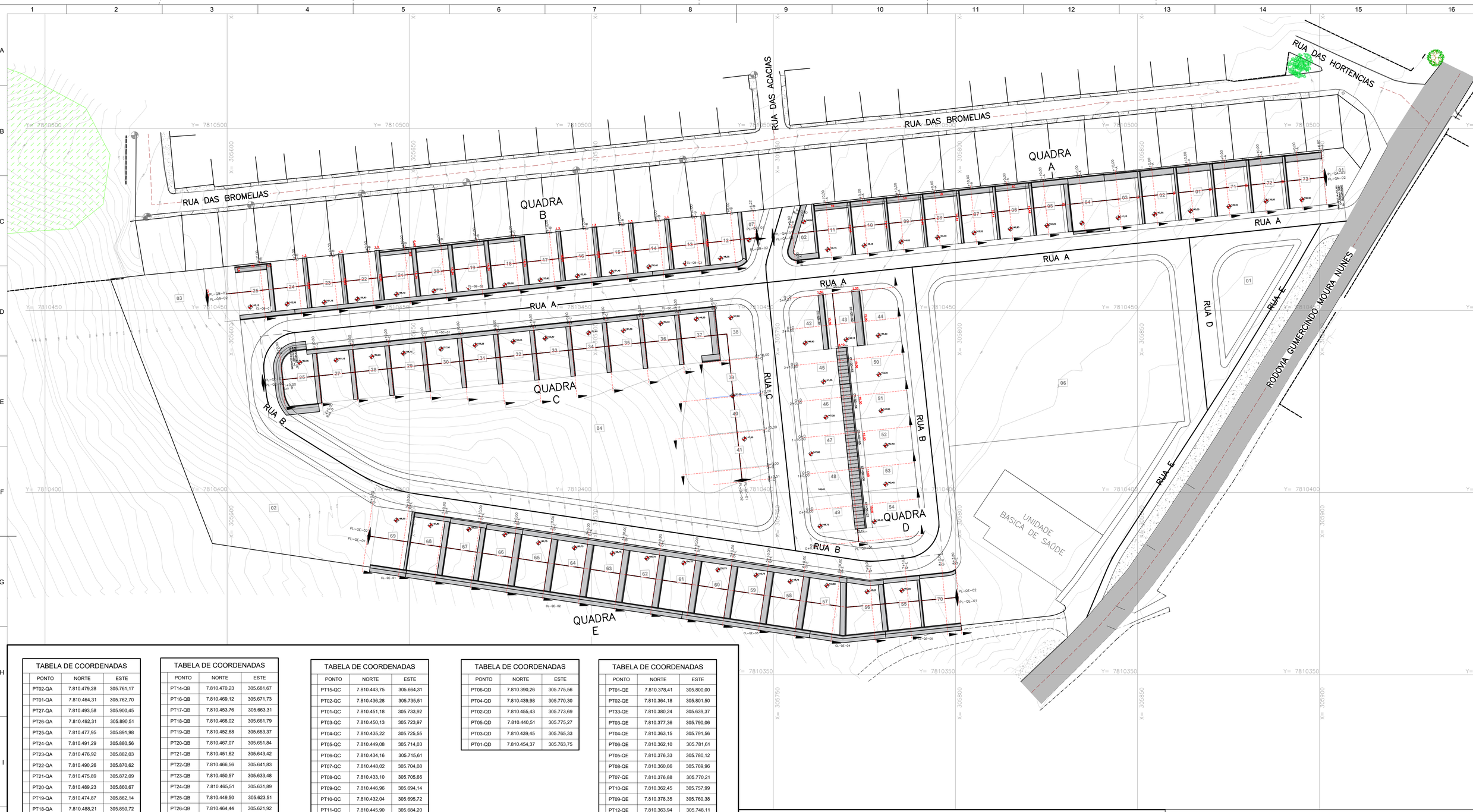



TABELA DE COORDENADAS

| PONTO | NORTE | ESTE |
|---|---|---|
| PT02-QA | 7.810.479,28 | 305.761,17 |
| PT01-QA | 7.810.464,31 | 305.762,70 |
| PT27-QA | 7.810.493,58 | 305.900,45 |
| PT26-QA | 7.810.492,31 | 305.890,51 |
| PT25-QA | 7.810.477,95 | 305.891,98 |
| PT24-QA | 7.810.491,29 | 305.880,56 |
| PT23-QA | 7.810.476,92 | 305.882,03 |
| PT22-QA | 7.810.490,26 | 305.870,62 |
| PT21-QA | 7.810.475,89 | 305.872,09 |
| PT20-QA | 7.810.489,23 | 305.860,67 |
| PT19-QA | 7.810.474,87 | 305.862,14 |
| PT18-QA | 7.810.488,21 | 305.850,72 |
| PT17-QA | 7.810.473,84 | 305.852,19 |
| PT16-QA | 7.810.486,07 | 305.830,85 |
| PT15-QA | 7.810.471,71 | 305.832,31 |
| PT14-QA | 7.810.485,02 | 305.820,90 |
| PT13-QA | 7.810.470,66 | 305.822,36 |
| PT12-QA | 7.810.483,96 | 305.810,95 |
| PT11-QA | 7.810.469,60 | 305.812,42 |
| PT08-QA | 7.810.481,85 | 305.791,06 |
| PT07-QA | 7.810.467,48 | 305.792,53 |
| PT06-QA | 7.810.480,81 | 305.781,12 |
| PT05-QA | 7.810.466,45 | 305.782,58 |
| PT10-QA | 7.810.482,91 | 305.801,01 |
| PT04-QA | 7.810.479,74 | 305.771,18 |
| PT09-QA | 7.810.468,54 | 305.802,47 |
| PT03-QA | 7.810.465,37 | 305.772,64 |

TABELA DE COORDENADAS

| PONTO | NORTE | ESTE |
|---|---|---|
| PT14-QB | 7.810.470,23 | 305.681,67 |
| PT16-QB | 7.810.469,12 | 305.671,73 |
| PT17-QB | 7.810.453,76 | 305.663,31 |
| PT18-QB | 7.810.468,02 | 305.661,79 |
| PT19-QB | 7.810.452,68 | 305.653,37 |
| PT20-QB | 7.810.467,07 | 305.651,84 |
| PT21-QB | 7.810.451,62 | 305.643,42 |
| PT22-QB | 7.810.466,56 | 305.641,83 |
| PT23-QB | 7.810.450,57 | 305.633,48 |
| PT24-QB | 7.810.465,51 | 305.631,89 |
| PT25-QB | 7.810.449,50 | 305.623,51 |
| PT26-QB | 7.810.464,44 | 305.621,92 |
| PT27-QB | 7.810.448,45 | 305.613,57 |
| PT28-QB | 7.810.462,83 | 305.612,04 |
| PT30-QB | 7.810.461,94 | 305.602,08 |
| PT29-QB | 7.810.447,38 | 305.603,62 |
| PT04-QB | 7.810.476,09 | 305.731,33 |
| PT06-QB | 7.810.475,03 | 305.721,38 |
| PT08-QB | 7.810.473,97 | 305.711,44 |
| PT10-QB | 7.810.472,91 | 305.701,50 |
| PT12-QB | 7.810.471,85 | 305.691,55 |
| PT02-QB | 7.810.477,09 | 305.741,29 |
| PT01-QB | 7.810.463,41 | 305.742,73 |
| PT03-QB | 7.810.461,15 | 305.732,92 |
| PT05-QB | 7.810.460,09 | 305.722,97 |
| PT07-QB | 7.810.459,03 | 305.713,03 |
| PT09-QB | 7.810.457,97 | 305.703,09 |
| PT11-QB | 7.810.456,91 | 305.693,14 |
| PT13-QB | 7.810.455,97 | 305.683,19 |
| PT15-QB | 7.810.454,87 | 305.673,25 |

TABELA DE COORDENADAS

| PONTO | NORTE | ESTE |
|---|---|---|
| PT15-QC | 7.810.443,75 | 305.664,31 |
| PT02-QC | 7.810.436,28 | 305.735,51 |
| PT01-QC | 7.810.451,18 | 305.733,92 |
| PT03-QC | 7.810.450,13 | 305.723,97 |
| PT04-QC | 7.810.435,22 | 305.725,55 |
| PT05-QC | 7.810.449,08 | 305.714,03 |
| PT06-QC | 7.810.434,16 | 305.715,61 |
| PT07-QC | 7.810.448,02 | 305.704,08 |
| PT08-QC | 7.810.433,10 | 305.705,66 |
| PT09-QC | 7.810.446,96 | 305.694,14 |
| PT10-QC | 7.810.432,04 | 305.695,72 |
| PT11-QC | 7.810.445,90 | 305.684,20 |
| PT12-QC | 7.810.430,98 | 305.685,77 |
| PT13-QC | 7.810.444,84 | 305.674,25 |
| PT14-QC | 7.810.429,93 | 305.675,83 |
| PT16-QC | 7.810.428,84 | 305.665,89 |
| PT17-QC | 7.810.442,70 | 305.654,37 |
| PT18-QC | 7.810.427,79 | 305.655,94 |
| PT19-QC | 7.810.441,67 | 305.644,42 |
| PT20-QC | 7.810.426,75 | 305.646,00 |
| PT21-QC | 7.810.440,60 | 305.634,48 |
| PT24-QC | 7.810.424,63 | 305.626,11 |
| PT22-QC | 7.810.425,68 | 305.636,06 |
| PT23-QC | 7.810.439,55 | 305.624,53 |

TABELA DE COORDENADAS

| PONTO | NORTE | ESTE |
|---|---|---|
| PT06-QD | 7.810.390,26 | 305.775,56 |
| PT04-QD | 7.810.439,98 | 305.770,30 |
| PT02-QD | 7.810.455,43 | 305.773,69 |
| PT05-QD | 7.810.440,51 | 305.775,27 |
| PT03-QD | 7.810.439,45 | 305.765,33 |
| PT01-QD | 7.810.454,37 | 305.763,75 |

TABELA DE COORDENADAS

| PONTO | NORTE | ESTE |
|---|---|---|
| PT01-QE | 7.810.378,41 | 305.800,00 |
| PT02-QE | 7.810.364,18 | 305.801,50 |
| PT33-QE | 7.810.380,24 | 305.639,37 |
| PT03-QE | 7.810.377,36 | 305.790,06 |
| PT04-QE | 7.810.363,15 | 305.791,56 |
| PT06-QE | 7.810.362,10 | 305.781,61 |
| PT05-QE | 7.810.376,33 | 305.780,12 |
| PT08-QE | 7.810.360,86 | 305.769,96 |
| PT07-QE | 7.810.376,88 | 305.770,21 |
| PT10-QE | 7.810.362,45 | 305.757,99 |
| PT09-QE | 7.810.378,35 | 305.760,38 |
| PT12-QE | 7.810.363,94 | 305.748,11 |
| PT11-QE | 7.810.379,83 | 305.750,50 |
| PT14-QE | 7.810.365,42 | 305.738,22 |
| PT13-QE | 7.810.381,31 | 305.740,62 |
| PT16-QE | 7.810.366,90 | 305.728,34 |
| PT15-QE | 7.810.382,80 | 305.730,74 |
| PT18-QE | 7.810.368,39 | 305.718,44 |
| PT17-QE | 7.810.384,28 | 305.720,84 |
| PT20-QE | 7.810.369,86 | 305.708,56 |
| PT19-QE | 7.810.385,76 | 305.710,96 |
| PT22-QE | 7.810.371,35 | 305.698,68 |
| PT21-QE | 7.810.387,25 | 305.701,07 |
| PT24-QE | 7.810.372,83 | 305.688,80 |
| PT23-QE | 7.810.388,73 | 305.691,19 |
| PT26-QE | 7.810.374,31 | 305.678,91 |
| PT25-QE | 7.810.390,21 | 305.681,31 |
| PT28-QE | 7.810.375,79 | 305.669,03 |
| PT27-QE | 7.810.391,69 | 305.671,43 |
| PT30-QE | 7.810.377,27 | 305.659,13 |
| PT29-QE | 7.810.393,17 | 305.661,53 |
| PT32-QE | 7.810.378,76 | 305.649,25 |
| PT31-QE | 7.810.394,66 | 305.651,65 |

NOTAS MURO DE GRAVIDADE:

1. Altura máxima concretagem de 2 metros;
2. Argamassa fck mínimo de 15Mpa composta de cal, cimento e areia;
3. Rocha granito ou similar com consumo mínimo de 70% e peso específico de 2,85 T/M3;
4. Rocha composta de granito, sienito ou pórfiro;
5. Reaterro compactado em camadas de aproximadamente 20cm;
6. Todas as camadas devem ser compactadas.

PROJETO EXECUTIVO MUROS DE CONTENÇÃO

OBRA:

AMÉRICA LATINA ENGENHARIA

LOCAL: ROD. GUMERCINDO MOURA NUNES, ITAGUAÇU/ES

ÁREA: 30.000,00 m2

DISC: CON

CONTEUDO: PLANTA DE IMPLANTAÇÃO DOS MUROS DE CONTENÇÃO

DATA: jan-26

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

RESPONSÁVEL TÉCNICO: gov.br Documento assinado digitalmente CASSIO FABRE PEREIRA DOS SANTOS Data: 18/06/2026 17:31:07-0300 Verifique em https://validar.iti.gov.br

CÁSSIO FABRE PEREIRA DOS SANTOS
CREA ES-0049064/D

COORDENAÇÃO: gov.br Documento assinado digitalmente RAFAEL AMARAL MATHIELO ALTOÉ Data: 18/06/2026 15:37:03-0300 Verifique em https://validar.iti.gov.br

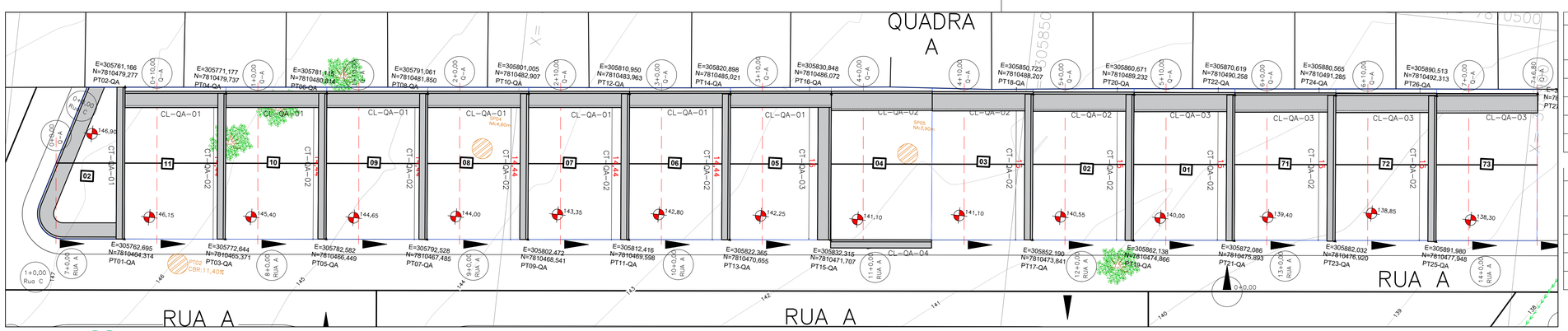
RAFAEL AMARAL MATHIELO ALTOÉ
CREA ES-0051069/D

REV: R0

FOLHA: A1

PRANCHA: 01/19

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES - 21/07/2026 10:13 - PÁGINA 173 / 181




VISTA SUPERIOR – QUADRA A
ESC:.1/250

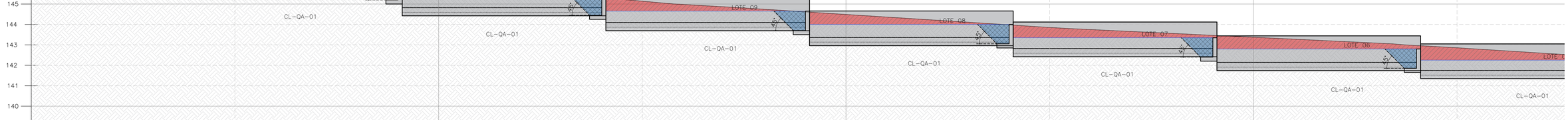
TABELA DE QUANTITATIVO MUROS DE CONTENÇÃO – LONGITUDINAL QUADRA A

| TIPO | EXTENSÃO (M) | ARGAMASSA ($M^3$/M) | ROCHA ($M^3$/M) | VOLUME ($M^3$/M) | VOLUME ($M^3$) | FÔRMAS ($M^2$) | BARBACÃ Ø75 PVC QNT. | COMP. (M) | TOTAL (M) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CL-QA-01 | 70,00 | 0,19 | 0,43 | 0,62 | 43,40 | 239,24 | 70 | 0,55 | 38,50 |
| CL-QA-02 | 30,00 | 0,33 | 0,77 | 1,10 | 33,00 | 152,20 | 90 | 0,60 | 54,00 |
| CL-QA-03 | 40,00 | 0,44 | 1,02 | 1,46 | 58,40 | 235,32 | 160 | 0,65 | 104,00 |
| CL-QA-04 | 10,00 | 0,17 | 0,40 | 0,57 | 5,70 | 36,14 | 10 | 0,55 | 5,50 |
| TOTAIS | | | | 3,75 | 140,50 | 662,90 | | | 202,00 |

TABELA DE QUANTITATIVO MUROS DE CONTENÇÃO – TRANSVERSAL –QUADRA A

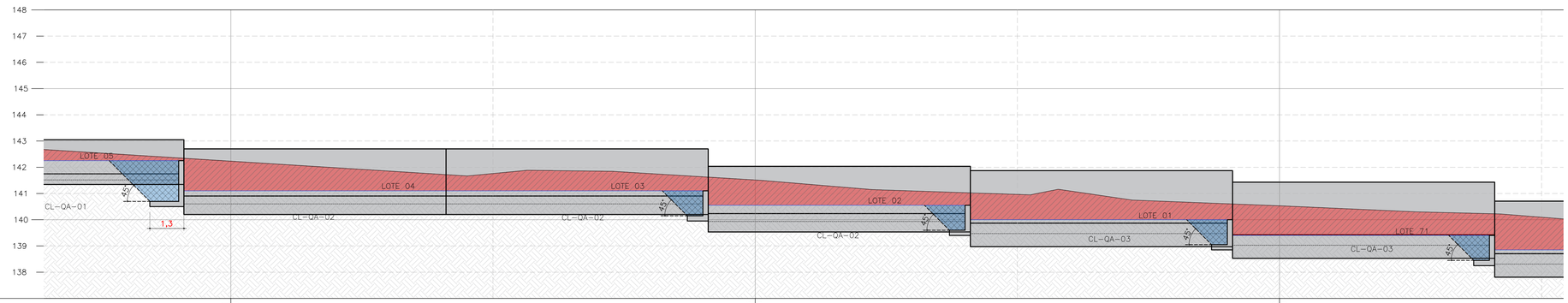
| TIPO | EXTENSÃO (M) | ARGAMASSA ($M^3$/M) | ROCHA ($M^3$/M) | VOLUME ($M^3$/M) | VOLUME ($M^3$) | FÔRMAS ($M^2$) | BARBACÃ Ø75 PVC QNT. | COMP. (M) | TOTAL (M) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CT-QA-01 | 15,00 | 0,11 | 0,25 | 0,35 | 5,25 | 35,20 | 15 | 0,55 | 8,25 |
| CT-QA-02 | 158,95 | 0,11 | 0,25 | 0,35 | 55,63 | 366,29 | 159 | 0,55 | 87,45 |
| CT-QA-03 | 14,55 | 0,17 | 0,40 | 0,57 | 8,29 | 52,07 | 29 | 0,55 | 15,95 |
| TOTAIS | | | | 1,27 | 69,18 | 453,55 | | | 111,65 |

Perfil Longitudinal Quadra A – Fundo dos Lotes



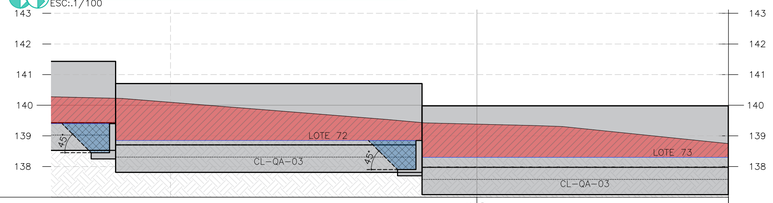

COTAS TERRENO/PROJETO: 147,397 | 146,900 | 145,848 | 145,400 | 144,485 | 144,000 | 143,372 | 142,800
ESTACA: 1 | 2 | 3
PLANIMETRIA: TANGENTE L=148,210m

PERFIL LONGITUDINAL QUADRA A – FUNDO DOS LOTES – TRECHO 1
ESC:.1/100




COTAS TERRENO/PROJETO: 142,231 | 141,100 | 141,516 | 140,550 | 140,533 | 139,400
ESTACA: 4 | 5 | 6
PLANIMETRIA: TANGENTE L=148,210m

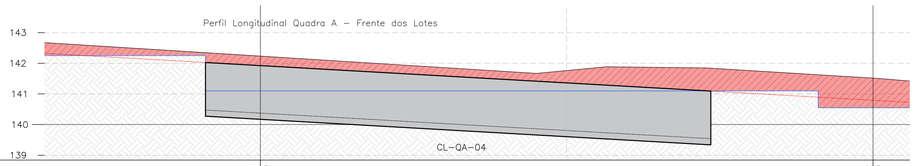
PERFIL LONGITUDINAL QUADRA A – FUNDO DOS LOTES – TRECHO 2
ESC:.1/100




COTAS TERRENO/PROJETO: 139,384 | 138,300
ESTACA: 7
PLANIMETRIA:

PERFIL LONGITUDINAL QUADRA A – FUNDO DOS LOTES – TRECHO 3
ESC:.1/100

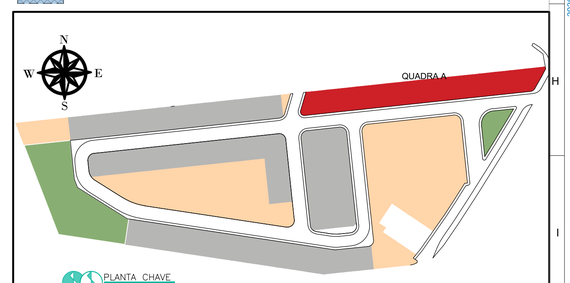
Perfil Longitudinal Quadra A – Frente dos Lotes




COTAS TERRENO/PROJETO: 142,231 | 141,100 | 141,516 | 140,550
ESTACA: 4 | 5
PLANIMETRIA: TANGENTE L=148,210m

PERFIL LONGITUDINAL QUADRA A – FRENTE DOS LOTES
ESC:.1/100

LEGENDAS
- SOLO NATURAL;
- CORTE;
- ATERRO;
- CORTE E REATERRO.




PLANTA CHAVE
ESC:.1/2000

PROJETO EXECUTIVO MUROS DE CONTENÇÃO

OBRA:

AMÉRICA LATINA ENGENHARIA

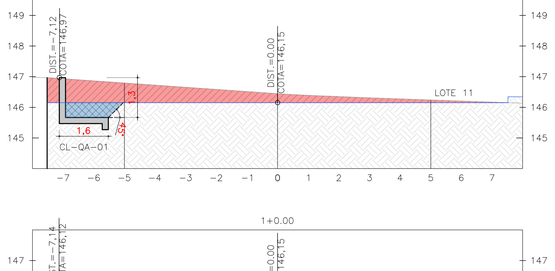
LOCAL: ROD. GUMERCINDO MOURA NUNES, ITAGUAÇU/ES
ÁREA: 30.000,00 m2
DISC: CON
CONTEUDO: PLANTA DE IMPLANTAÇÃO DOS MUROS DE CONTENÇÃO
DATA: jan-26
REV: R0
FOLHA: A1
PRANCHA: 02/19

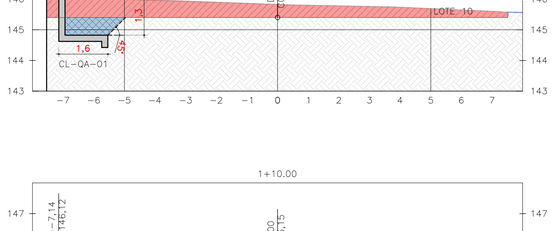
RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

RESPONSÁVEL TÉCNICO: Documento assinado digitalmente gov.br CASSIO FABRE PEREIRA DOS SANTOS Data: 18/06/2026 17:31:07-0300 Verifique em https://validar.iti.gov.br
CÁSSIO FABRE PEREIRA DOS SANTOS CREA ES-0049064/D

COORDENAÇÃO: Documento assinado digitalmente gov.br RAFAEL AMARAL MATHIELO ALTOÉ Data: 18/06/2026 15:37:03-0300 Verifique em https://validar.iti.gov.br
RAFAEL AMARAL MATHIELO ALTOÉ CREA ES-0051069/D

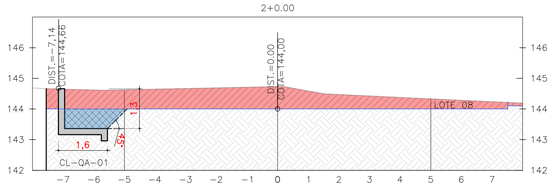
2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 174 / 181

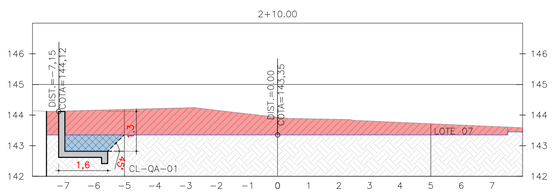


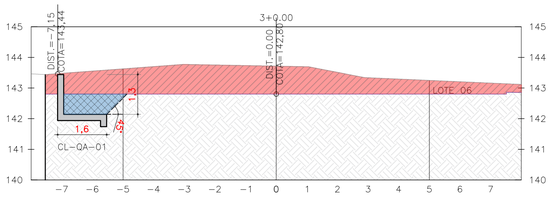



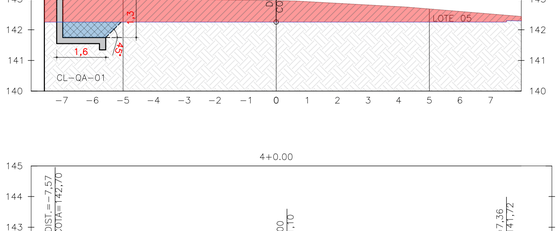


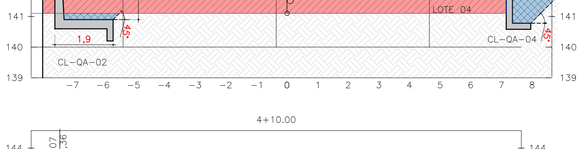


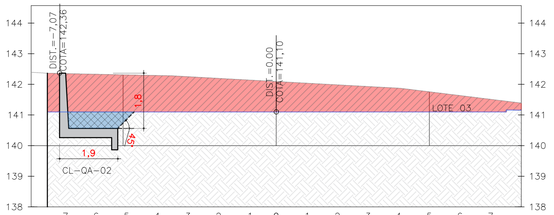


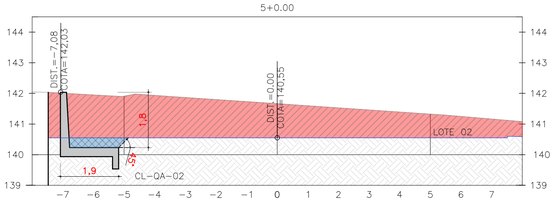



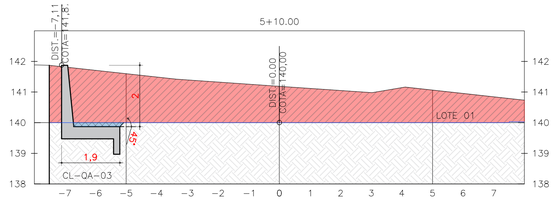



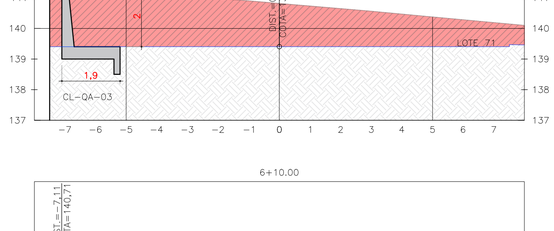



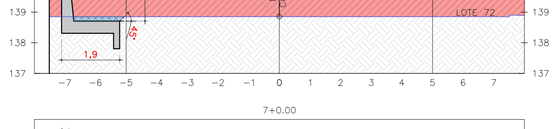



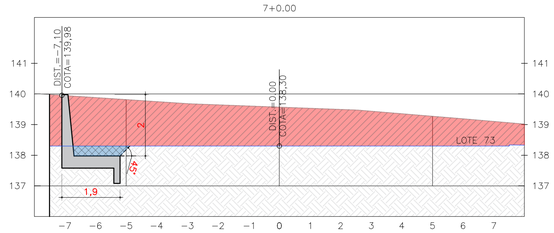




PERFIS TRANSVERSAIS QUADRA A
ESC:.1/125

LEGENDAS
- SOLO NATURAL;
- CORTE;
- ATERRO;
- CORTE E REATERRO.

PROJETO EXECUTIVO MUROS DE CONTENÇÃO

OBRA:

AMÉRICA LATINA ENGENHARIA

LOCAL:
ROD. GUMERCINDO MOURA NUNES, ITAGUAÇU/ES

ÁREA:
30.000,00 m2

DISC:
CON

CONTEUDO:
PERFIS TRANSVERSAIS – QUADRA A

DATA:
jan-26

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
Documento assinado digitalmente
gov.br CÁSSIO FABRE PEREIRA DOS SANTOS
Data: 18/06/2026 17:31:07-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br
CÁSSIO FABRE PEREIRA DOS SANTOS
CREA ES-0049064/D

COORDENAÇÃO:
Documento assinado digitalmente
gov.br RAFAEL AMARAL MATHIELO ALTOÉ
Data: 18/06/2026 15:37:03-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br
RAFAEL AMARAL MATHIELO ALTOÉ
CREA ES-0051069/D

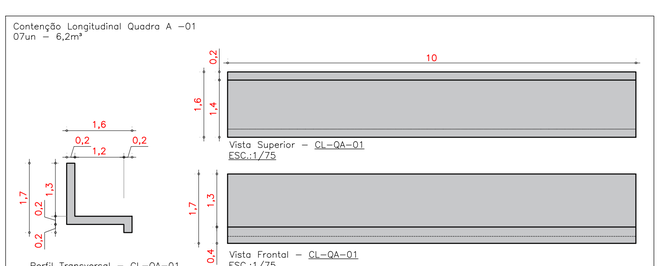
REV:
R0

FOLHA:
A1

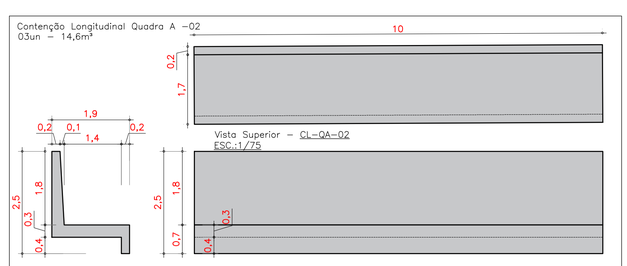
PRANCHA:
03/19

2026-JJ-QJW - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES - 21/07/2026 10:13 PÁGINA 179 / 181

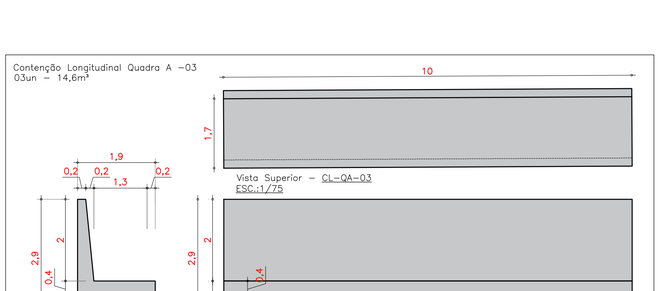
Contenção Longitudinal Quadra A –01
07un – 6,2m³



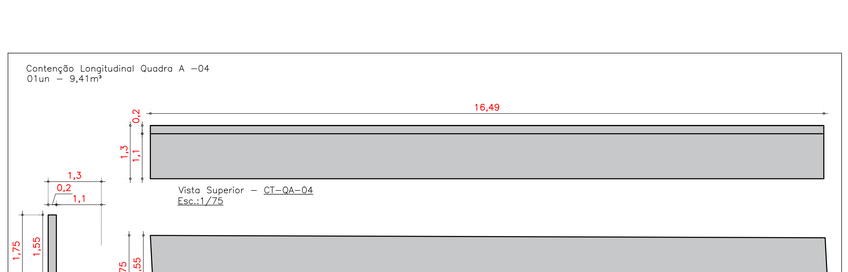

Contenção Longitudinal Quadra A –02
03un – 14,6m³



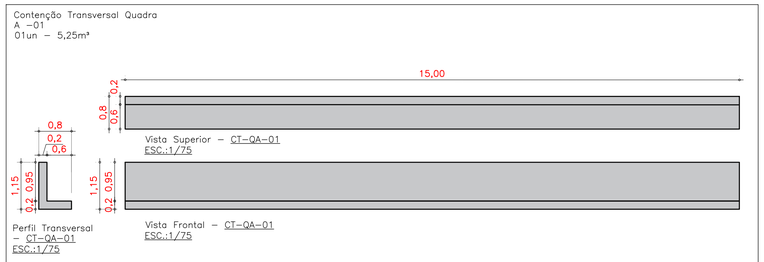

Contenção Longitudinal Quadra A –03
03un – 14,6m³



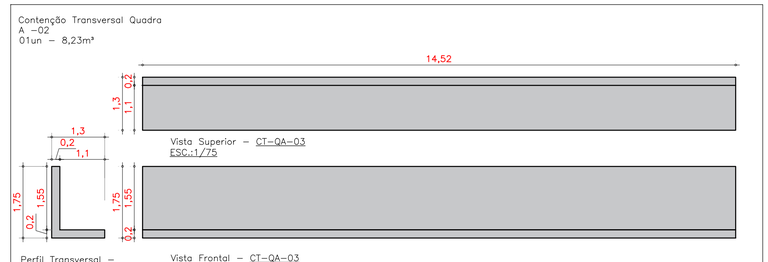

Contenção Longitudinal Quadra A –04
01un – 9,41m³



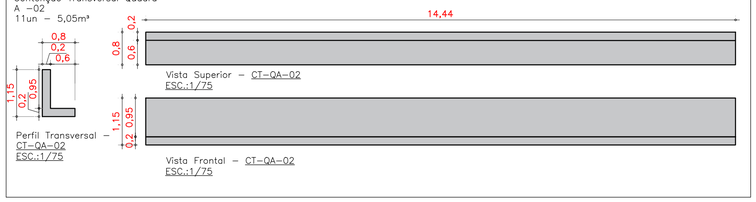

Contenção Transversal Quadra
A –01
01un – 5,25m³




Contenção Transversal Quadra
A –02
01un – 8,23m³




Contenção Transversal Quadra
A –02
11un – 5,05m³




PROJETO EXECUTIVO MUROS DE CONTENÇÃO

OBRA:

AMÉRICA LATINA ENGENHARIA

LOCAL:
ROD. GUMERCINDO MOURA NUNES, ITAGUAÇU/ES

ÁREA:
30.000,00 m2

DISC:
CON

CONTEUDO:
CONTENÇÃO QUADRA A

DATA:
jan–26

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
Documento assinado digitalmente
gov.br CASSIO FABRE PEREIRA DOS SANTOS
Data: 18/06/2026 17:31:07-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br
CÁSSIO FABRE PEREIRA DOS SANTOS
CREA ES–0049064/D

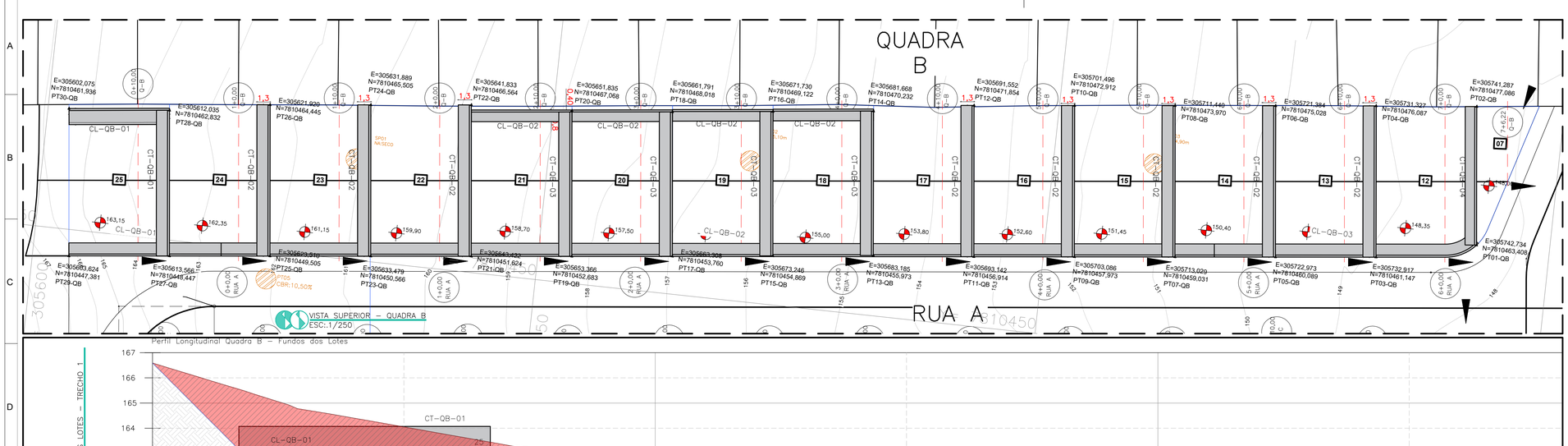
COORDENAÇÃO:
Documento assinado digitalmente
gov.br RAFAEL AMARAL MATHIELO ALTOÉ
Data: 18/06/2026 15:37:03-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br
RAFAEL AMARAL MATHIELO ALTOÉ
CREA ES–0051069/D

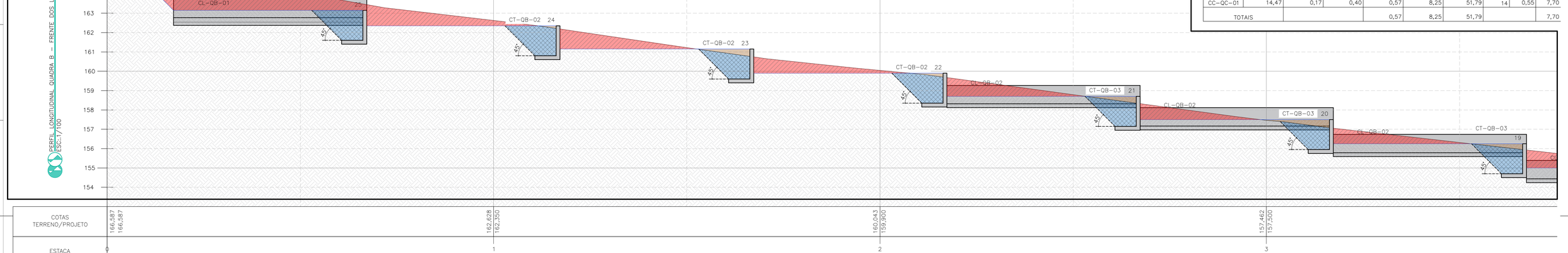
REV:
R0

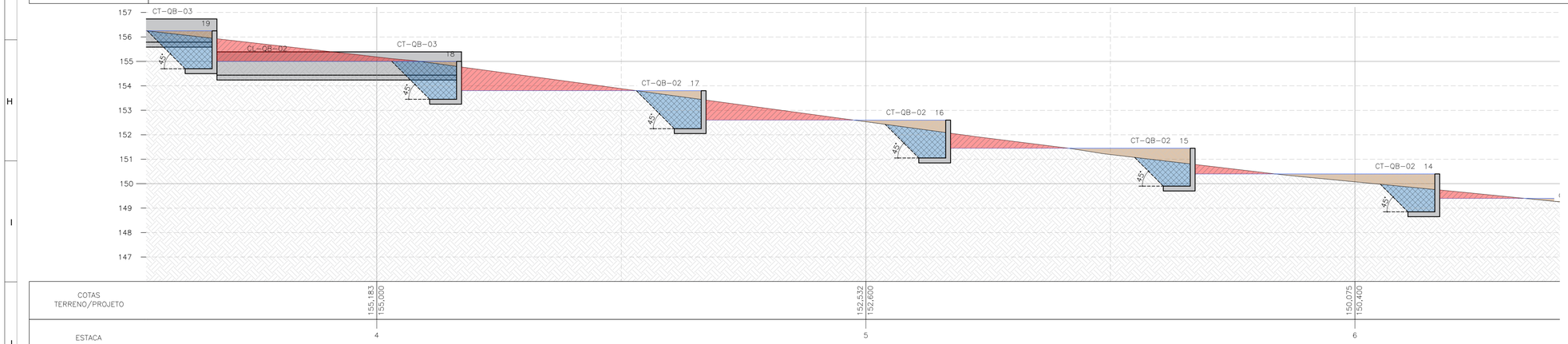
FOLHA:
A1

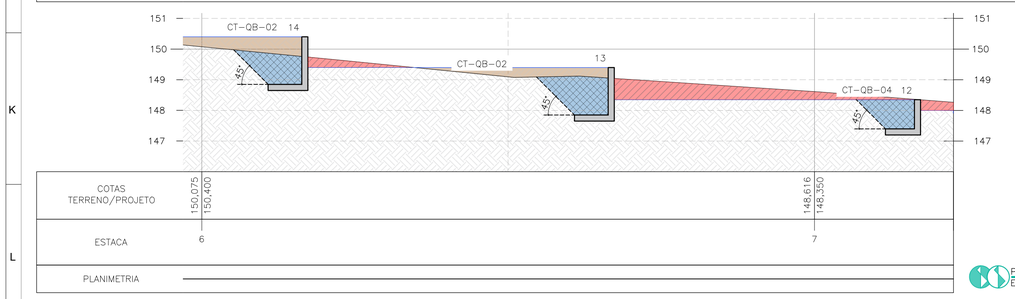
PRANCHA:
04/19

2026-JJLQ1W - E-DOCS - COPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 178 / 181




PERFIL LONGITUDINAL QUADRA B – FRENTE DOS LOTES – TRECHO 2
ESC.:1/100

PERFIL LONGITUDINAL QUADRA B – FRENTE DOS LOTES – TRECHO 3
ESC.:1/100

LEGENDAS
- SOLO NATURAL;
- CORTE;
- ATERRO;
- CORTE E REATERRO.

TABELA DE QUANTITATIVO MUROS DE CONTENÇÃO – LONGITUDINAL QUADRA B

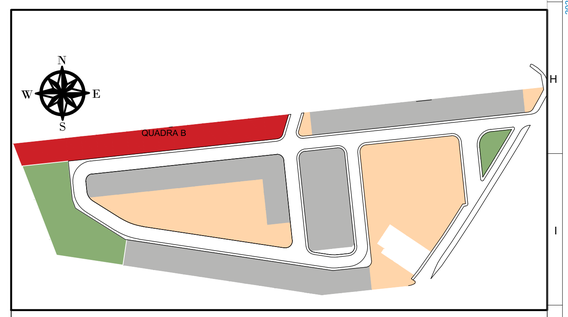
| TIPO | EXTENSÃO (M) | ARGAMASSA (M³/M) | ROCHA (M³/M) | VOLUME (M³/M) | VOLUME (M³) | FÔRMAS (M²) | BARBACÃ Ø75 PVC | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | QNT. | COMP. (M) | TOTAL (M) |
| CL–QB–01 | 10,00 | 0,19 | 0,43 | 0,62 | 6,20 | 35,24 | 10 | 0,55 | 5,50 |
| CL–QB–02 | 40,00 | 0,13 | 0,29 | 0,42 | 16,80 | 92,84 | 40 | 0,55 | 22,00 |
| CL–QB–03 | 15,18 | 0,17 | 0,40 | 0,57 | 8,65 | 54,27 | 15 | 0,55 | 8,25 |
| CL–QB–04 | 99,49 | 0,17 | 0,40 | 0,57 | 56,71 | 349,36 | 99 | 0,55 | 54,45 |
| CL–QB–05 | 26,25 | 0,17 | 0,40 | 0,57 | 14,96 | 93,02 | 26 | 0,55 | 14,30 |
| TOTAIS | | | | 2,75 | 103,32 | 624,72 | | | 104,50 |

TABELA DE QUANTITATIVO MUROS DE CONTENÇÃO – TRANSVERSAL QUADRA B

| TIPO | EXTENSÃO (M) | ARGAMASSA (M³/M) | ROCHA (M³/M) | VOLUME (M³/M) | VOLUME (M³) | FÔRMAS (M²) | BARBACÃ Ø75 PVC | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | QNT. | COMP. (M) | TOTAL (M) |
| CT–QB–01 | 14,47 | 0,17 | 0,40 | 0,57 | 8,25 | 51,79 | 14 | 0,55 | 7,70 |
| CT–QB–02 | 240,00 | 0,17 | 0,40 | 0,57 | 136,80 | 841,14 | 480 | 0,55 | 264,00 |
| CT–QB–03 | 57,40 | 0,17 | 0,40 | 0,57 | 32,72 | 202,04 | 114 | 0,55 | 62,70 |
| CT–QB–04 | 13,75 | 0,13 | 0,29 | 0,42 | 5,78 | 32,47 | 14 | 0,55 | 7,70 |
| TOTAIS | | | | 2,13 | 183,54 | 1127,43 | | | 342,10 |

TABELA DE QUANTITATIVO MUROS DE CONTENÇÃO – TRANSVERSAL QUADRA B

| TIPO | EXTENSÃO (M) | ARGAMASSA (M³/M) | ROCHA (M³/M) | VOLUME (M³/M) | VOLUME (M³) | FÔRMAS (M²) | BARBACÃ Ø75 PVC | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | QNT. | COMP. (M) | TOTAL (M) |
| CC–QC–01 | 14,47 | 0,17 | 0,40 | 0,57 | 8,25 | 51,79 | 14 | 0,55 | 7,70 |
| TOTAIS | | | | 0,57 | 8,25 | 51,79 | | | 7,70 |




PROJETO EXECUTIVO MUROS DE CONTENÇÃO

OBRA:

AMÉRICA LATINA ENGENHARIA

LOCAL: ROD. GUMERCINDO MOURA NUNES, ITAGUAÇU/ES

ÁREA: 30.000,00 m2

DISC: CON

CONTEUDO: IMPLANTAÇÃO DOS MUROS DE CONTENÇÃO QUADRA B

DATA: jan–26

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

RESPONSÁVEL TÉCNICO: Documento assinado digitalmente gov.br CASSIO FABRE PEREIRA DOS SANTOS Data: 18/06/2026 17:31:08-0300 Verifique em https://validar.iti.gov.br

CÁSSIO FABRE PEREIRA DOS SANTOS
CREA ES–0049064/D

COORDENAÇÃO: Documento assinado digitalmente gov.br RAFAEL AMARAL MATHIELO ALTOÉ Data: 18/06/2026 15:37:03-0300 Verifique em https://validar.iti.gov.br

RAFAEL AMARAL MATHIELO ALTOÉ
CREA ES–0051069/D

REV: R0

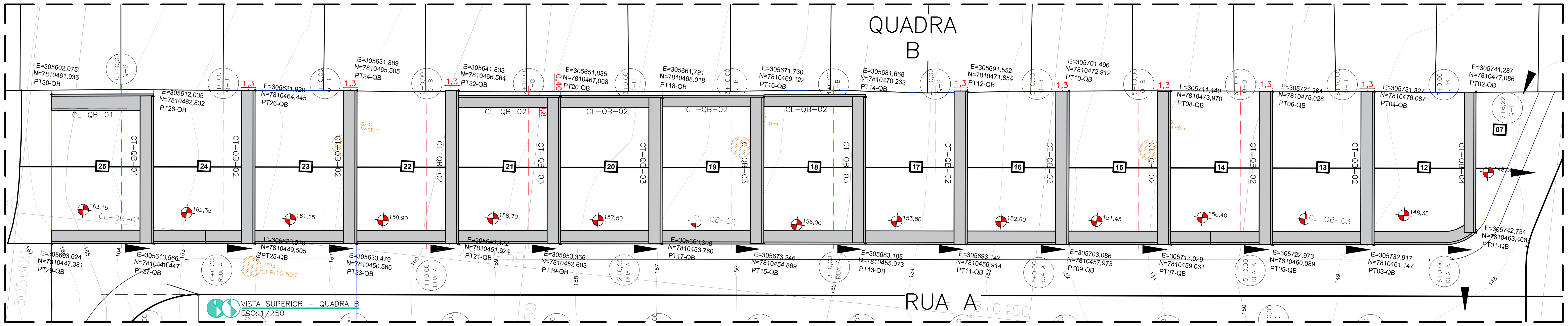
FOLHA: A1


PRANCHA: 05/19

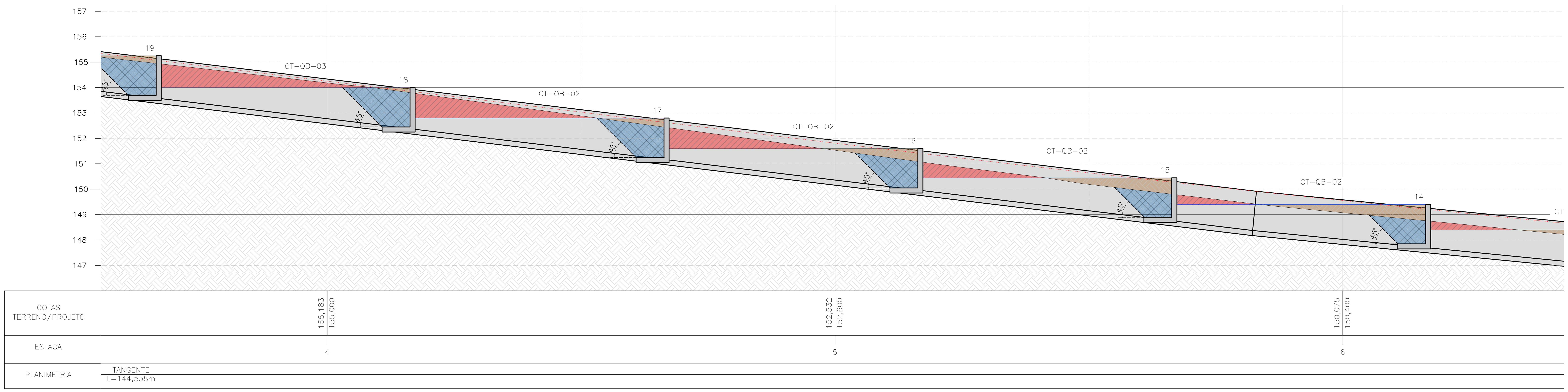
PLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 177 / 181 2026-J3LQ1W - E:\DOCS - COPIA SIMPLES

LEGENDAS

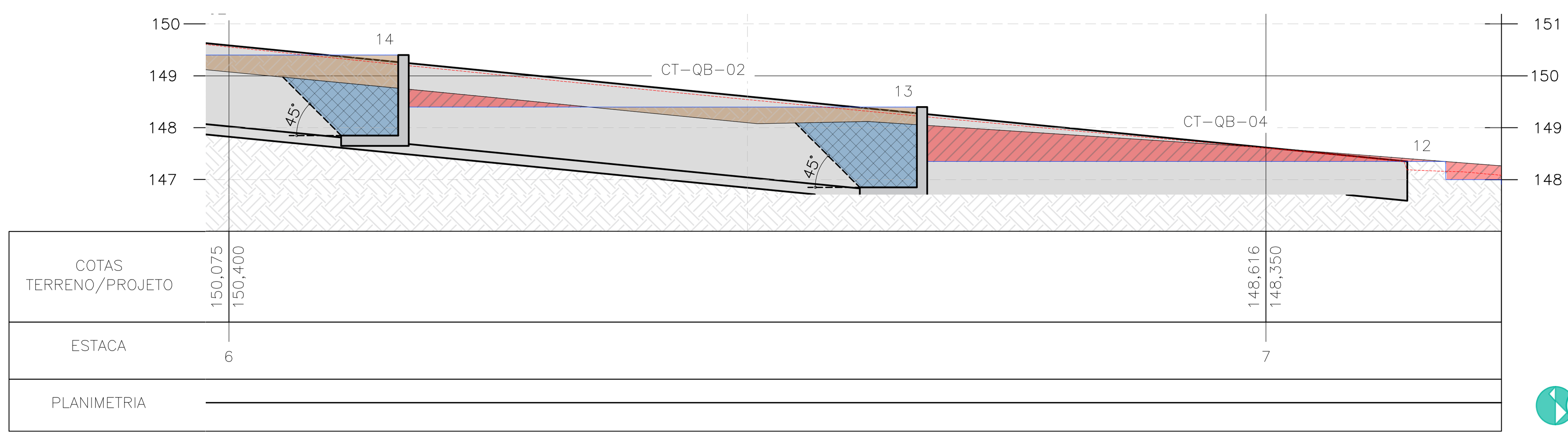
- SOLO NATURAL;
- CORTE;
- ATERRO;
- CORTE E REATERRO.



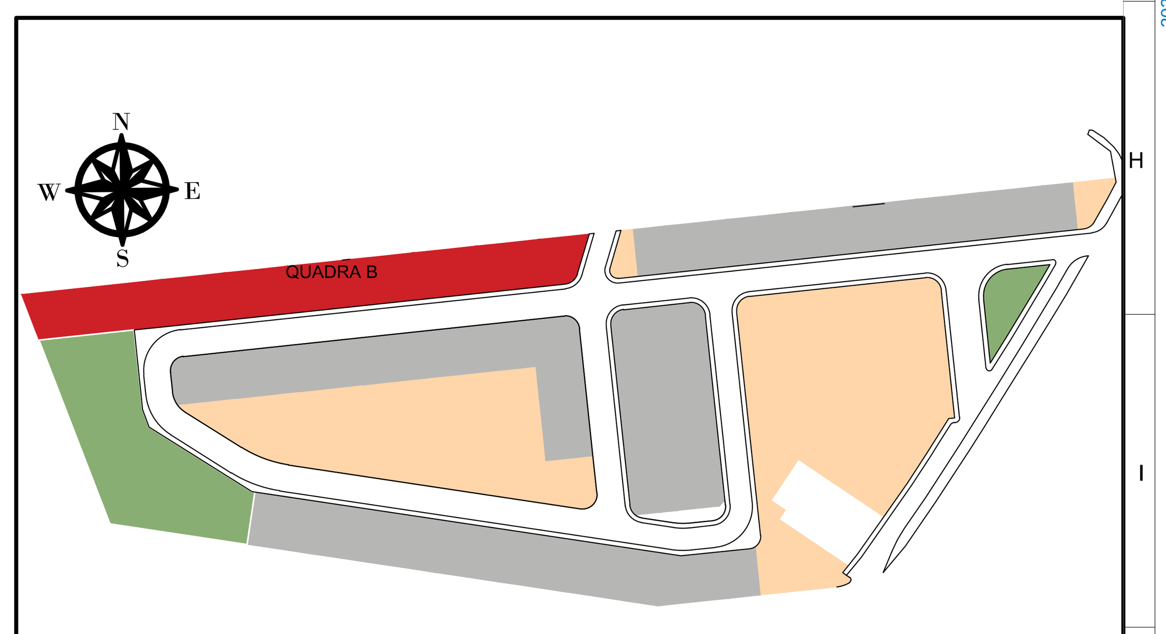




PERFIL LONGITUDINAL QUADRA B – FUNDOS DOS LOTES – TRECHO 2
ESC.:1/100




PERFIL LONGITUDINAL QUADRA B – FUNDOS DOS LOTES – TRECHO 3
ESC.:1/100




PROJETO EXECUTIVO MUROS DE CONTENÇÃO

| | |
|---|---|
| OBRA: | AMÉRICA LATINA ENGENHARIA |
| LOCAL: ROD. GUMERCINDO MOURA NUNES, ITAGUAÇU/ES | ÁREA: 30.000,00 m2 |
| DISC: | CON |
| CONTEUDO: IMPLANTAÇÃO DOS MUROS DE CONTENÇÃO QUADRA B | DATA: jan–26 |
| REV: | R0 |
| FOLHA: | A1 |
| PRANCHA: | 06/19 |

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

gov.br Documento assinado digitalmente
CASSIO FABRE PEREIRA DOS SANTOS
Data: 18/06/2026 17:34:26-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

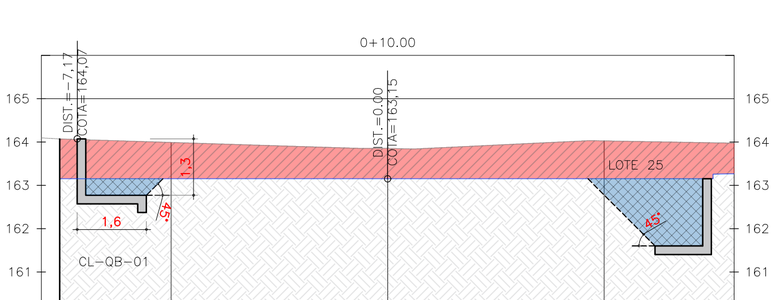
CÁSSIO FABRE PEREIRA DOS SANTOS
CREA ES–0049064/D

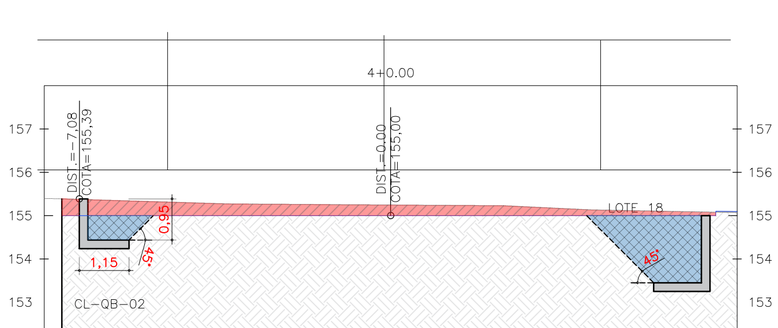
COORDENAÇÃO:

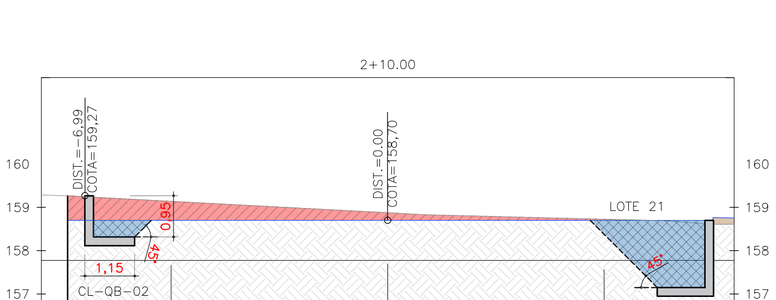
gov.br Documento assinado digitalmente
RAFAEL AMARAL MATHIELO ALTOE
Data: 18/06/2026 15:43:29-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

RAFAEL AMARAL MATHIELO ALTOÉ
CREA ES–0051069/D

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 178 / 181

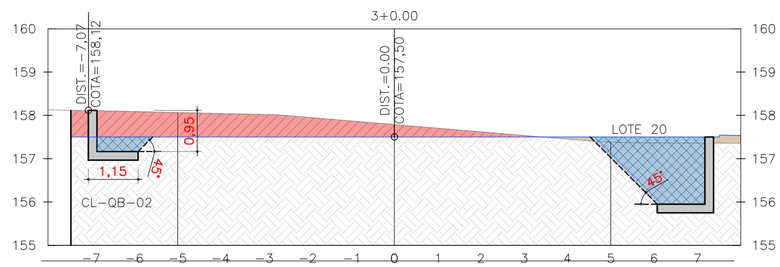


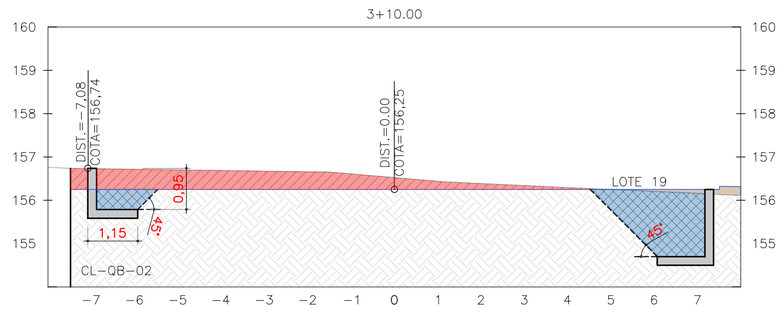




LEGENDAS

- SOLO NATURAL;
- CORTE;
- ATERRO;
- CORTE E REATERRO.




PERFIS TRANSVERSAIS – QUADRA B
ESC:.1/250

PROJETO EXECUTIVO MUROS DE CONTENÇÃO

OBRA:
CONSTRUÇÃO DE INFRAESTRUTURA LOTEAMENTO SOLAR

AMÉRICA LATINA ENGENHARIA

LOCAL:
ROD. GUMERCINDO MOURA NUNES, ITAGUAÇU/ES

ÁREA:
30.000,00 m2

DISC:
CON

CONTEUDO:
PERFIS TRANSVERSAIS DOS MUROS DE CONTENÇÃO QUADRA B

DATA:
jan-26

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
Documento assinado digitalmente
gov.br CASSIO FABRE PEREIRA DOS SANTOS
Data: 18/06/2026 17:34:27-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br
CÁSSIO FABRE PEREIRA DOS SANTOS
CREA ES-0049064/D

COORDENAÇÃO:
Documento assinado digitalmente
gov.br RAFAEL AMARAL MATHIELO ALTOÉ
Data: 18/06/2026 15:43:29-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br
RAFAEL AMARAL MATHIELO ALTOÉ
CREA ES-0051069/D

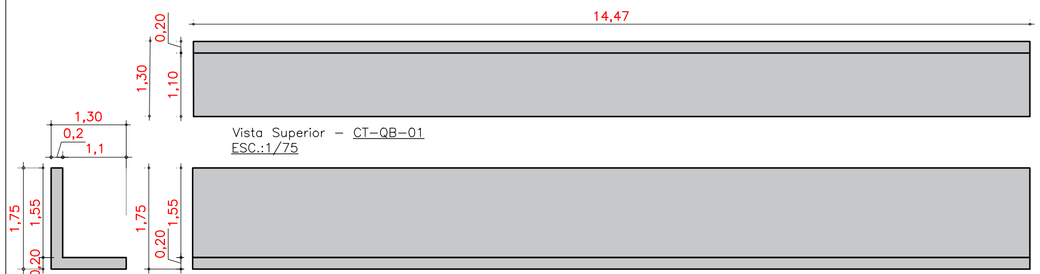
REV:
R0

FOLHA:
A2

PRANCHA:
07/19

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 179 / 181

Contenção Transversal Quadra B –01
01un – 8,24m³

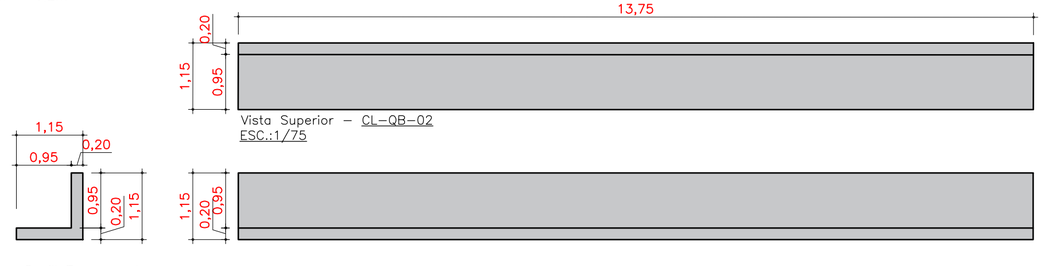



Vista Superior – CT–QB–01
ESC.:1/75

Perfil Transversal – CT–QB–01
ESC.:1/75

Vista Frontal – CT–QB–01
ESC.:1/75

Contenção transversal Quadra A –01
07un – 6,2m³

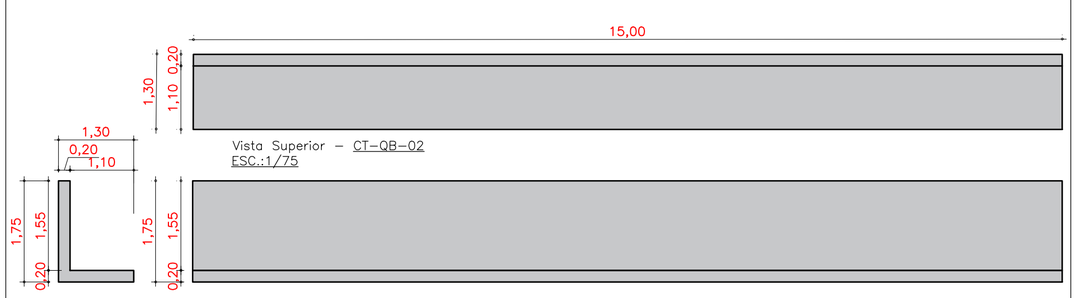



Vista Superior – CL–QB–02
ESC.:1/75

Perfil Transversal – CT–QB–04
ESC.:1/75

Vista Frontal – CL–QB–02
ESC.:1/75

Contenção Transversal Quadra B – 02
08un – 8,55m³

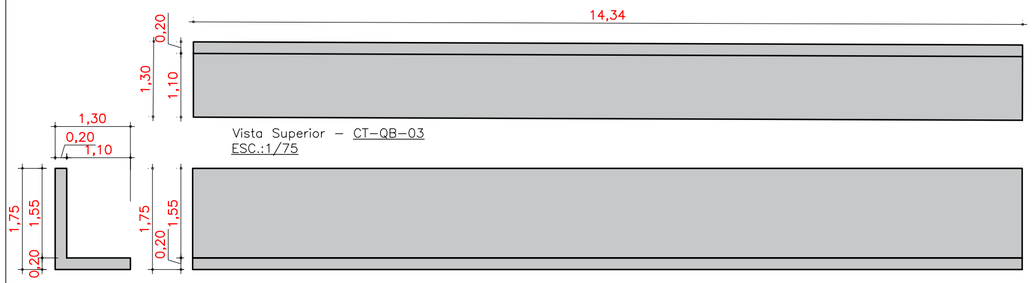



Vista Superior – CT–QB–02
ESC.:1/75

Perfil Transversal – CT–QB–02
ESC.:1/75

Vista Frontal – CT–QB–02
ESC.:1/75

Contenção Transversal Quadra B – 03
08un – 8,55m³




Vista Superior – CT–QB–03
ESC.:1/75

Perfil Transversal – CT–QB–03
ESC.:1/75

Vista Frontal – CT–QB–03
ESC.:1/75

PROJETO EXECUTIVO MUROS DE CONTENÇÃO

OBRA:
CONSTRUÇÃO DE INFRAESTRUTURA LOTEAMENTO SOLAR

AMÉRICA LATINA ENGENHARIA

LOCAL:
ROD. GUMERCINDO MOURA NUNES, ITAGUAÇU/ES

ÁREA:
30.000,00 m2

DISC:
CON

CONTEUDO:
IMPLANTAÇÃO DOS MUROS DE CONTENÇÃO QUADRA B

DATA:
jan–26

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
Documento assinado digitalmente
gov.br CASSIO FABRE PEREIRA DOS SANTOS
Data: 18/06/2026 17:34:27-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

CÁSSIO FABRE PEREIRA DOS SANTOS
CREA ES–0049064/D

COORDENAÇÃO:
Documento assinado digitalmente
gov.br RAFAEL AMARAL MATHIELO ALTOÉ
Data: 18/06/2026 15:43:29-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

RAFAEL AMARAL MATHIELO ALTOÉ
CREA ES–0051069/D

REV:
R0

FOLHA:
A2

PRANCHA:
08/19

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 180 / 181

**INFORMAÇÕES DO DOCUMENTO**
Documento capturado em 21/07/2026 10:13:30 (HORÁRIO DE BRASÍLIA - UTC-3)
por ISABELA SAIBEL ZUTION (ENGENHEIRO CIVIL - SEMIDU - SEMIDU - PMITAG)
Valor Legal: CÓPIA SIMPLES | Natureza: DOCUMENTO NATO-DIGITAL

A disponibilidade do documento pode ser conferida pelo link: https://e-docs.es.gov.br/d/2026-J3LQ1W

2026-J3LQ1W - E-DOCS - CÓPIA SIMPLES 21/07/2026 10:13 PÁGINA 181 / 181