

CLIENTE: CONSÓRCIO CONCREMAT - RK

PROJETO: CONTENÇÃO DO ATERRO DE REGULARIZAÇÃO DA MARGEM LITORÂNEO

**PROJETO EXECUTIVO****ESTRUTURA - ENROCAMENTO - MEMÓRIA DE CÁLCULO**

| CLIENTE                                           | Nome                                              | Departamento | Data                                  | Visto |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------|-------|
| Aprovado                                          |                                                   |              |                                       |       |
| <input type="checkbox"/> Aprovado sem Comentários | <input type="checkbox"/> Aprovado com Comentários |              | <input type="checkbox"/> Não Aprovado |       |

CLIENTE: CONSÓRCIO CONCREMAT - RK

PROJETO: CONTENÇÃO DO ATERRO DE REGULARIZAÇÃO DA MARGEM LITORÂNEO

**Controle de Revisão do Documento**

| Revisão | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | Revisão | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | Revisão | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 |
|---------|----|----|----|----|----|----|---------|----|----|----|----|----|----|---------|----|----|----|----|----|----|
| Folha   |    |    |    |    |    |    | Folha   |    |    |    |    |    |    | Folha   |    |    |    |    |    |    |
| 1       | X  |    |    |    |    |    | 26      |    |    |    |    |    |    | 51      |    |    |    |    |    |    |
| 2       | X  |    |    |    |    |    | 27      |    |    |    |    |    |    | 52      |    |    |    |    |    |    |
| 3       | X  |    |    |    |    |    | 28      |    |    |    |    |    |    | 53      |    |    |    |    |    |    |
| 4       | X  |    |    |    |    |    | 29      |    |    |    |    |    |    | 54      |    |    |    |    |    |    |
| 5       | X  |    |    |    |    |    | 30      |    |    |    |    |    |    | 55      |    |    |    |    |    |    |
| 6       | X  |    |    |    |    |    | 31      |    |    |    |    |    |    | 56      |    |    |    |    |    |    |
| 7       | X  |    |    |    |    |    | 32      |    |    |    |    |    |    | 57      |    |    |    |    |    |    |
| 8       | X  |    |    |    |    |    | 33      |    |    |    |    |    |    | 58      |    |    |    |    |    |    |
| 9       | X  |    |    |    |    |    | 34      |    |    |    |    |    |    | 59      |    |    |    |    |    |    |
| 10      | X  |    |    |    |    |    | 35      |    |    |    |    |    |    | 60      |    |    |    |    |    |    |
| 11      | X  |    |    |    |    |    | 36      |    |    |    |    |    |    | 61      |    |    |    |    |    |    |
| 12      | X  |    |    |    |    |    | 37      |    |    |    |    |    |    | 62      |    |    |    |    |    |    |
| 13      | X  |    |    |    |    |    | 38      |    |    |    |    |    |    | 63      |    |    |    |    |    |    |
| 14      | X  |    |    |    |    |    | 39      |    |    |    |    |    |    | 64      |    |    |    |    |    |    |
| 15      |    |    |    |    |    |    | 40      |    |    |    |    |    |    | 65      |    |    |    |    |    |    |
| 16      |    |    |    |    |    |    | 41      |    |    |    |    |    |    | 66      |    |    |    |    |    |    |
| 17      |    |    |    |    |    |    | 42      |    |    |    |    |    |    | 67      |    |    |    |    |    |    |
| 18      |    |    |    |    |    |    | 43      |    |    |    |    |    |    | 68      |    |    |    |    |    |    |
| 19      |    |    |    |    |    |    | 44      |    |    |    |    |    |    | 69      |    |    |    |    |    |    |
| 20      |    |    |    |    |    |    | 45      |    |    |    |    |    |    | 70      |    |    |    |    |    |    |
| 21      |    |    |    |    |    |    | 46      |    |    |    |    |    |    | 71      |    |    |    |    |    |    |
| 22      |    |    |    |    |    |    | 47      |    |    |    |    |    |    | 72      |    |    |    |    |    |    |
| 23      |    |    |    |    |    |    | 48      |    |    |    |    |    |    | 73      |    |    |    |    |    |    |
| 24      |    |    |    |    |    |    | 49      |    |    |    |    |    |    | 74      |    |    |    |    |    |    |
| 25      |    |    |    |    |    |    | 50      |    |    |    |    |    |    | 75      |    |    |    |    |    |    |

**Tipo de Revisão**

| Revisão | Propósito | Elaborado | Verificado | Aprovado | Data     | Situação do Documento |
|---------|-----------|-----------|------------|----------|----------|-----------------------|
| 00      | PA        | CMU       | FMD        | CAA      | 29/01/24 | EMIÇÃO INICIAL        |
| 01      | PC        | CMU       | FMD        | CAA      | 05/03/24 | APROVADO              |
|         |           |           |            |          |          |                       |
|         |           |           |            |          |          |                       |
|         |           |           |            |          |          |                       |
|         |           |           |            |          |          |                       |

**Finalidades**

| Propósito da Emissão   | Situação do Documento                 |
|------------------------|---------------------------------------|
| PO - PARA CONHECIMENTO | LEVANTAMENTO DE CAMPO                 |
| PI - PARA INFORMAÇÃO   | ESTUDO PRELIMINAR                     |
| PA - PARA APROVAÇÃO    | EMIÇÃO INICIAL                        |
| PM - PARA COMENTÁRIOS  | REVISÃO GERAL                         |
| PF - PARA FABRICAÇÃO   | REVISADO CONFORME COMENTÁRIOS CLIENTE |
| PC - PARA CONSTRUÇÃO   | APROVADO                              |
| PT - PARA COTAÇÃO      | APROVADO COM COMENTÁRIOS              |
| PP - PARA COMPRA       | AS BUILT                              |
| PN - PARA CANCELAMENTO | CANCELADO                             |

As informações contidas neste documento são de propriedade da PROGEN não devendo ser utilizadas para outras finalidades senão aquelas estabelecidas contratualmente.

---

CLIENTE: CONSÓRCIO CONCREMAT - RK

---

PROJETO: CONTENÇÃO DO ATERRO DE REGULARIZAÇÃO DA MARGEM LITORÂNEO

---

**ÍNDICE**

|           |                                                              |           |
|-----------|--------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.</b> | <b>OBJETIVO .....</b>                                        | <b>4</b>  |
| <b>2.</b> | <b>NORMAS ADOTADAS .....</b>                                 | <b>6</b>  |
| <b>3.</b> | <b>REFERÊNCIAS TOPOGRÁFICAS E CONDIÇÕES AMBIENTAIS .....</b> | <b>6</b>  |
| <b>4.</b> | <b>CARREGAMENTOS DE PROJETO .....</b>                        | <b>7</b>  |
| 4.1.      | CARGAS PERMANENTES.....                                      | 7         |
| 4.2.      | Cargas Acidentais Verticais .....                            | 7         |
| <b>5.</b> | <b>DIMENSIONAMENTO .....</b>                                 | <b>7</b>  |
| <b>6.</b> | <b>CÁLCULOS .....</b>                                        | <b>8</b>  |
| 6.1.      | ENROCAMENTO DE PROTEÇÃO .....                                | 8         |
| 6.2.      | muro de contenção .....                                      | 9         |
| 6.3.      | DEFLETOR DE ONDAS .....                                      | 12        |
| <b>7.</b> | <b>CONCLUSÕES .....</b>                                      | <b>14</b> |

CLIENTE: CONSÓRCIO CONCREMAT - RK

PROJETO: CONTENÇÃO DO ATERRO DE REGULARIZAÇÃO DA MARGEM LITORÂNEO

## 1. OBJETIVO

Este documento tem por objetivo dimensionar as contenções do projeto das estruturas marítimas da urbanização do bairro Gamboa de Baixo, na Baía-de-Todos-os-Santos, município de Salvador, BA. Na figura 1.1. é mostrada a situação do bairro Gamboa de Baixo:

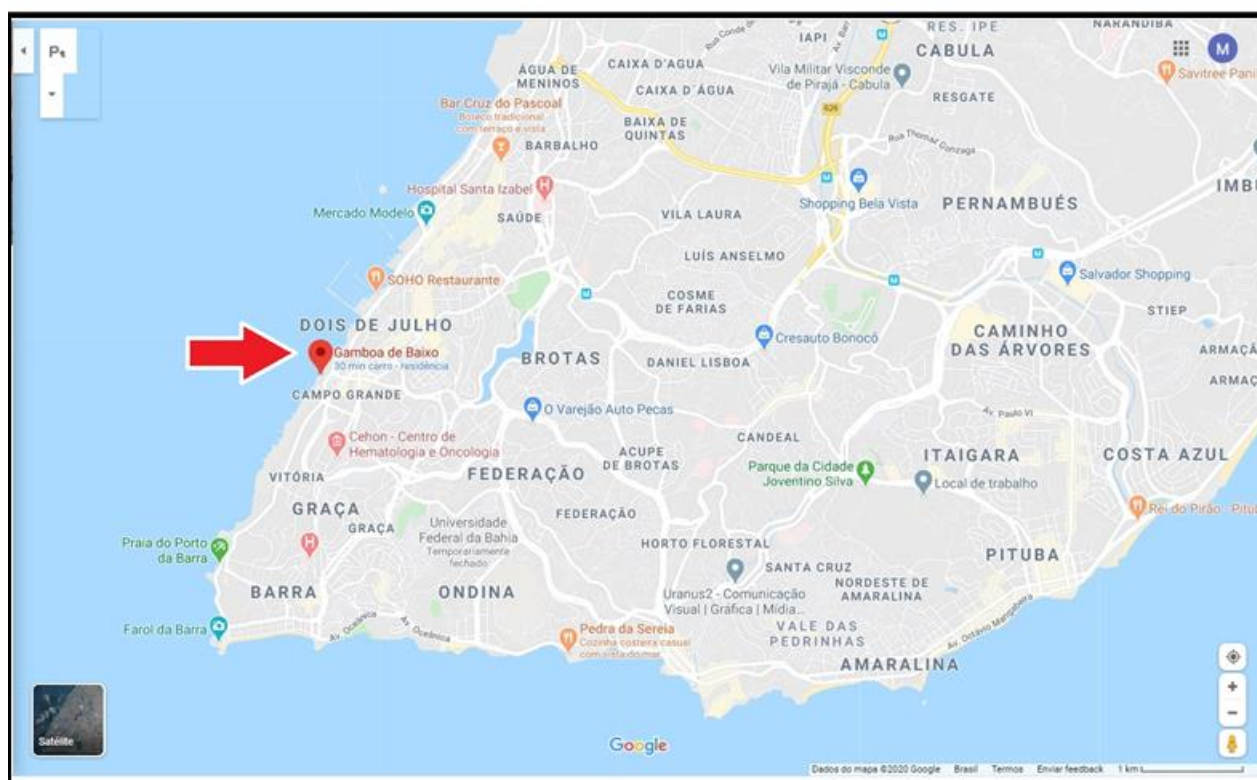


Figura 1.1. Situação da Gamboa de Baixo em relação aos outros bairros de Salvador.

Na figura 1.2, a seguir, é mostrada a macrolocalização do bairro Gamboa de Baixo:

CLIENTE: CONSÓRCIO CONCREMAT - RK

PROJETO: CONTENÇÃO DO ATERRO DE REGULARIZAÇÃO DA MARGEM LITORÂNEO

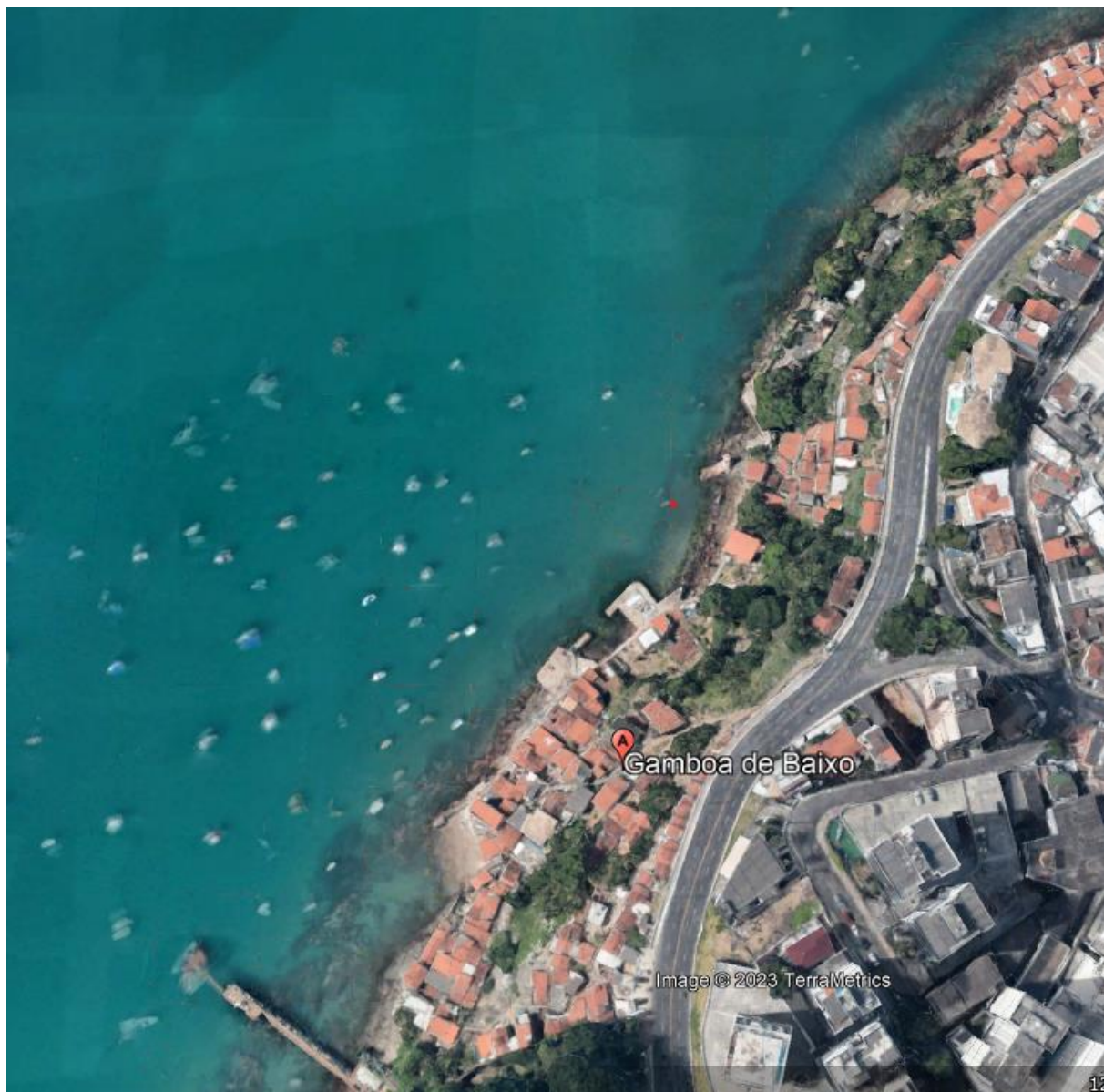


Figura 1.2. Localização do bairro Gamboa de Baixo

---

**CLIENTE: CONSÓRCIO CONCREMAT - RK**

---

**PROJETO: CONTENÇÃO DO ATERRO DE REGULARIZAÇÃO DA MARGEM LITORÂNEO**

---

## 2. NORMAS ADOTADAS

As Normas e Recomendações adotadas serão as seguintes:

- NBR 6118 – Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado;
- NBR 6122 – Projeto e Execução de Fundações;
- NBR 7187 – Projeto e Execução de Pontes de Concreto Armado e Protendido;
- NBR 7188 – Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestre;
- NBR 8800/86 – Projeto e Execução de Estruturas de Aço em Edifícios;
- NBR 9062 – Projeto e Execução de Concreto Pré-moldado;
- NBR 7191 – Projeto e Execução de Obras de Concreto Protendido.

Na ausência de Normas e Regulamentos brasileiros específicos, no que couber, poderão ser utilizadas as seguintes Normas e Recomendações Estrangeiras:

Normas Americanas:

- ACI-301 – Specifications for Structural Concrete for Buildings;
- ACI-318-95 – Building Code Requirements for Structural Concrete;
- AISC – Manual of Steel Construction;
- AWS-D1.4 – Structural Steel Welding Code.

Normas Européias:

- EAU – 2012 - Recommendations of the Commite for Waterfront Structures;
- BS 6349 – British Standard – Maritime Structures Code;
- ROM – Normas Espanholas de Obras Portuárias.

## 3. REFERÊNCIAS TOPOGRÁFICAS E CONDIÇÕES AMBIENTAIS

- A referência de nível adotada será o zero hidrográfico da DHN;
- A maré máxima é de +2,6 metros.
- A maré mínima é de -0,1 metros.

---

**CLIENTE: CONSÓRCIO CONCREMAT - RK**

---

**PROJETO: CONTENÇÃO DO ATERRO DE REGULARIZAÇÃO DA MARGEM LITORÂNEO**

---

- Ondas: Altura 1,2 metros, Comprimento 35m, Frequência 5seg. (Estas características foram obtidas empiricamente, com base na ressaca observada em agosto/2019);
- Correntes: 4,28 nós
- As coordenadas adotadas serão as UTM, sistema SIRGAS 2000.

## **4. CARREGAMENTOS DE PROJETO**

### **4.1. CARGAS PERMANENTES**

Incluem o peso próprio das estruturas e outras cargas tais como peso próprio de concreto, aço, pavimentação etc.

Serão adotados os seguintes peso-próprios para os materiais:

- Concreto armado e protendido = 2,5 tf/m<sup>3</sup>
- Concreto simples = 2,2 tf/m<sup>3</sup>
- Aço = 7,7 tf/m<sup>3</sup>
- Madeira natural ou sintética = 1,0 tf/m<sup>3</sup>
- Pedra granítica = 2,6 tf/m<sup>3</sup>

### **4.2. CARGAS ACIDENTAIS VERTICAIS**

Para efeito de dimensionamento e verificação da estabilidade será adotada uma sobrecarga uniforme de 0,500 tf/m<sup>2</sup>.

## **5. DIMENSIONAMENTO**

As contenções serão dimensionadas como muro de peso assente no terreno existente e serão protegidas por um enrocamento. No seu topo prevê-se a instalação de um defletor de ondas que tem como finalidade diminuir os efeitos do “splash” das ondas sobre as instalações e as pessoas.

O muro de peso será executado em concreto ciclópico com fck= 25 Mpa

O defletor será em concreto armado com fck= 40 Mpa e aço CA50 com adoção de limitação de abertura de fissuras em 0,2 mm e cobrimento de 5cm.

CLIENTE: CONSÓRCIO CONCREMAT - RK

PROJETO: CONTENÇÃO DO ATERRO DE REGULARIZAÇÃO DA MARGEM LITORÂNEO

## 6. CÁLCULOS

### 6.1. ENROCAMENTO DE PROTEÇÃO

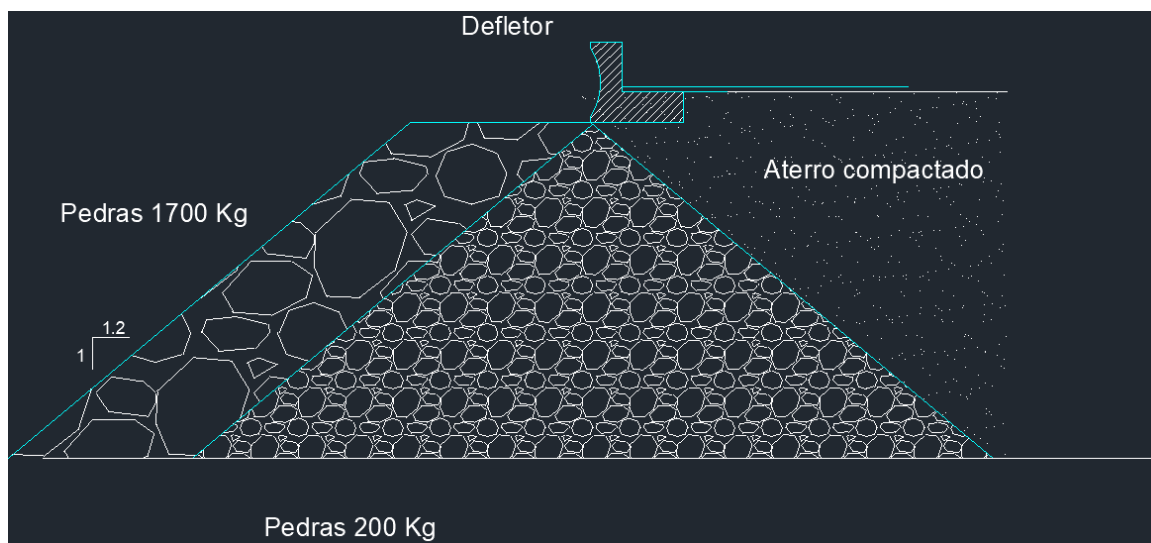
O cálculo do enrocamento de proteção determina o peso e configuração das pedras que são estáveis ao impacto das ondas. Foi utilizado o programa Waves que utiliza as formulações de Hudson conforme figura a seguir:

Break water design based on Hudson formula Units: metric

|                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Wave Data</b><br>Wave height: 1,2 m<br>Water depth: 3 m                                                  |  | Water Density: 1025 Kg/m3                                                                                                                                           |
| <b>Geometry and Damage level</b><br>damage level in %: 5 to 10%<br>layer coefficient: 1<br>cotan slope: 1,2 |  | <b>Material Data</b><br>Armor density: 2000 Kg/m3<br>Armor material: Quarystone rough angular<br>KD factor: 2 <input type="button" value="calculate KD"/>           |
|                                                                                                             |  | <b>breakwater geometry</b><br>Armor unit weight cover layer: 1.673,1 Kg<br>Armor unit weight underlayer: 167,3 Kg<br>Armor thickness: 1,88 m<br>Crest Width: 2,83 m |
|                                                                                                             |  | <input type="button" value="Calculate"/>                                                                                                                            |

O processamento mostra a necessidade de emprego de pedras de carapaça de 1700 kg com pedras de núcleo com 10% desse peso.

A seguir mostra-se a seção proposta.



CLIENTE: CONSÓRCIO CONCREMAT - RK

PROJETO: CONTENÇÃO DO ATERRO DE REGULARIZAÇÃO DA MARGEM LITORÂNEO

## 6.2. MURO DE CONTENÇÃO

O Muro de contenção será executado em concreto ciclópico. A sua estabilidade foi comprovada com auxílio do software Geo-Tek gerando o relatório a seguir:

### SEÇÃO NA BASE DO MURO

#### CAMADA 1

$F_i = 30$   $\Psi_i = 15$   $\beta = 0$   $\alpha = 0$   $Coesão = 0$   $P_{espec} = 1.8$   $\theta = 0$

Coeficiente de empuxo ativo dessa camada = .291

Coeficiente de empuxo passivo dessa camada = 4.806

Parte do empuxo passivo (constante) devido a coesão = 0

Altura total atual = 2.3

Altura fictícia de aterro devida a sobrecarga distribuída = .277

Valores do diagrama de empuxo ativo sem carga concentrada:

(No início da camada = .145 No final da camada = 1.35)

Momento devido ao terreno + sobrecarga distribuída ( $t_f \times m/m$ ) = 1.447

Empuxo horizontal total sem carga concentrada ( $t_f/m$ ) = 1.72

Componente vertical do empuxo devido ao terreno ( $t_f/m$ ) = .461

#### CAMADA 2

$F_i = 30$   $\Psi_i = 15$   $\beta = 0$   $\alpha = 0$   $Coesão = 0$   $P_{espec} = .9$   $\theta = 0$

Coeficiente de empuxo ativo dessa camada = .291

Coeficiente de empuxo passivo dessa camada = 4.806

Parte do empuxo passivo (constante) devido a coesão = 0

Altura total atual = 4.8

Altura fictícia de aterro devida a sobrecarga distribuída = 5.155

Valores do diagrama de empuxo ativo sem carga concentrada:

(No início da camada = 1.35 No final da camada = 2.005)

Momento devido ao terreno + sobrecarga distribuída ( $t_f \times m/m$ ) = 10.654

Empuxo horizontal total sem carga concentrada ( $t_f/m$ ) = 5.917

Componente vertical do empuxo devido ao terreno ( $t_f/m$ ) = 1.585

### RELATÓRIO DE ESTABILIDADE DO MURO (SEÇÃO NA BASE DO MURO)

Unidades: ( $t_f$ ) e (m)

Volume de concreto = 8.7

Área de fôrmas = 9.6

Esforço vertical total = 18.839

Momento de tombamento total = 10.654

Momento resistente total = 27.952

Esforço horizontal passivo = 0

Esforço horizontal total = 0

Segurança ao tombamento = 2.62

Segurança ao deslizamento = 1.83

Deformação no topo do muro (cm) = 0

Excentricidade da resultante na base = .33

Tensão no solo lado esquerdo = 13.53

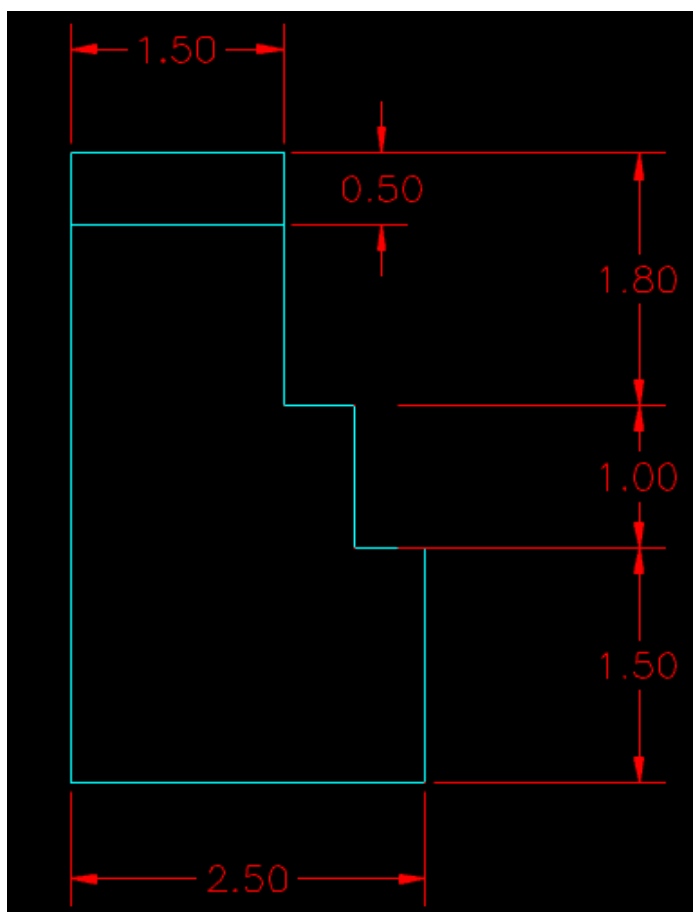
Tensão no solo lado direito = 1.53

Momento fletor devido ao terreno (ativo-passivo) no engaste com a base = 8.977

CLIENTE: CONSÓRCIO CONCREMAT - RK

PROJETO: CONTENÇÃO DO ATERRO DE REGULARIZAÇÃO DA MARGEM LITORÂNEO

Momento fletor devido a carga concentrada nesse engaste = 0  
Momento fletor devido a sobrecarga distribuida nesse engaste = 1.677  
Momento fletor devido ao nível d'agua nesse engaste = 0



#### SEÇÃO A 2,80 DO TOPO

##### CAMADA 1

$F_i = 30$   $\Psi_i = 15$   $\beta = 0$   $\alpha = 0$   $\text{Coesão} = 0$   $P.\text{espec} = 1.8$   $\text{Teta} = 0$

Coeficiente de empuxo ativo dessa camada = .291

Coeficiente de empuxo passivo dessa camada = 4.806

Parte do empuxo passivo (constante) devido a coesão = 0

Altura total atual = 2.3

Altura fictícia de aterro devida a sobrecarga distribuida = .277

Valores do diagrama de empuxo ativo sem carga concentrada:

(No início da camada = .145 No final da camada = 1.35)

Momento devido ao terreno + sobrecarga distribuida ( $t_f \times m/m$ ) = 1.447

Empuxo horizontal total sem carga concentrada ( $t_f/m$ ) = 1.72

Componente vertical do empuxo devido ao terreno ( $t_f/m$ ) = .461

##### CAMADA 2

$F_i = 30$   $\Psi_i = 15$   $\beta = 0$   $\alpha = 0$   $\text{Coesão} = 0$   $P.\text{espec} = 1.8$   $\text{Teta} = 0$

Coeficiente de empuxo ativo dessa camada = .291

Coeficiente de empuxo passivo dessa camada = 4.806

Parte do empuxo passivo (constante) devido a coesão = 0

Altura total atual = 2.35

CLIENTE: CONSÓRCIO CONCREMAT - RK

PROJETO: CONTENÇÃO DO ATERRO DE REGULARIZAÇÃO DA MARGEM LITORÂNEO

Altura fictícia de aterro devida a sobrecarga distribuída = 2.577  
Valores do diagrama de empuxo ativo sem carga concentrada:  
(No início da camada = 1.35 No final da camada = 1.377)  
Momento devido ao terreno + sobrecarga distribuída (tf x m/m) = 1.535  
Empuxo horizontal total sem carga concentrada (tf/m) = 1.789  
Componente vertical do empuxo devido ao terreno (tf/m) = .479

#### RELATÓRIO DE ESTABILIDADE DO MURO (SEÇÃO A 2,30 M DO TOPO)

Unidades: (tf) e (m)

Volume de concreto = 2.8

Área de fôrmas = 4.6

Esforço vertical total = 7.625

Momento de tombamento total = 1.535

Momento resistente total = 6.455

Esforço horizontal passivo = 0

Esforço horizontal total = 0

Segurança ao tombamento = 4.2

Segurança ao deslizamento = 2.46

Deformação no topo do muro (cm) = 0

Excentricidade da resultante na base = .1

Tensão no solo lado esquerdo = 7.21

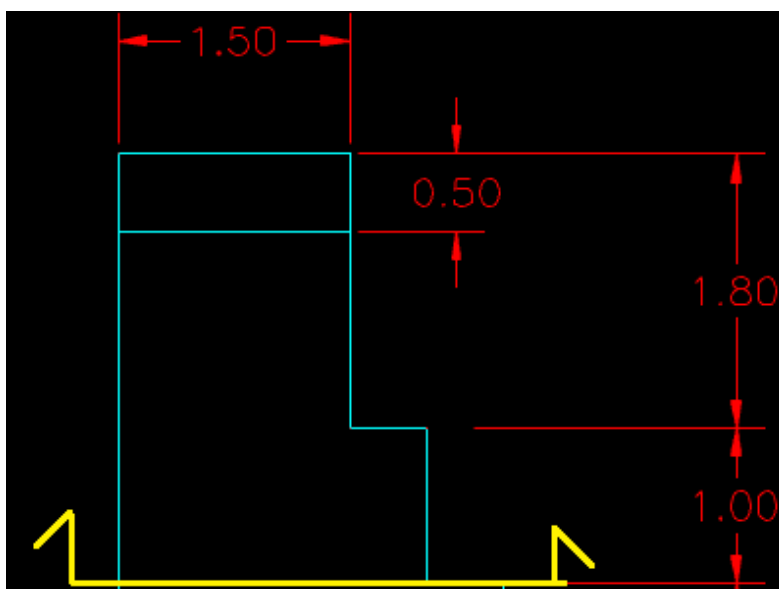
Tensão no solo lado direito = 2.95

Momento fletor devido ao terreno (ativo-passivo) no engaste com a base = 1.133

Momento fletor devido a carga concentrada nesse engaste = 0

Momento fletor devido a sobrecarga distribuída nesse engaste = .401

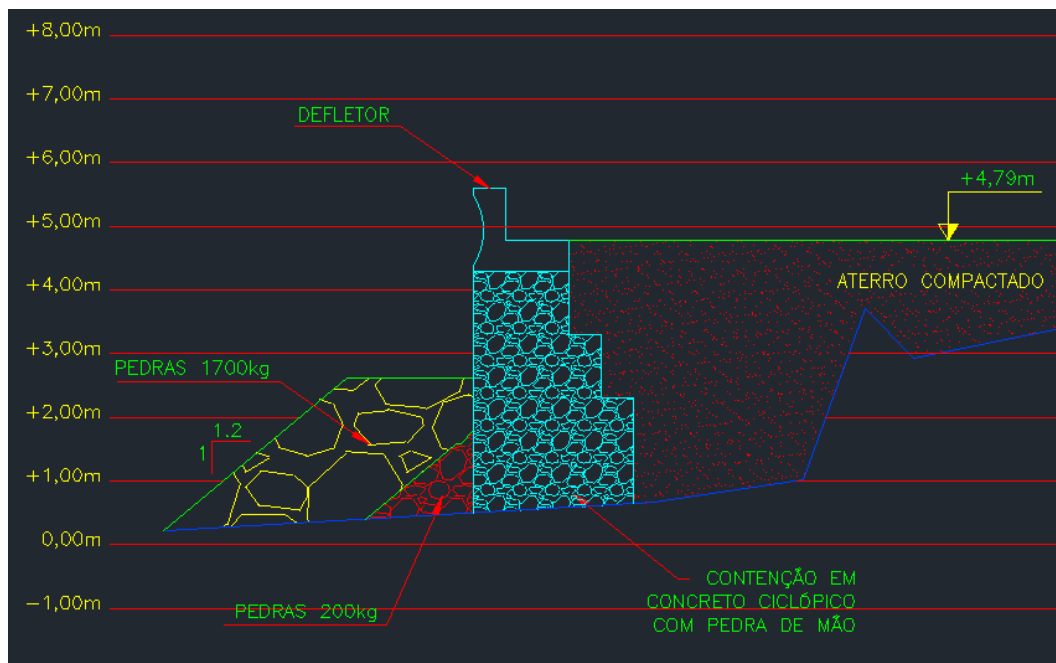
Momento fletor devido ao nível d'água nesse engaste = 0



CLIENTE: CONSÓRCIO CONCREMAT - RK

PROJETO: CONTENÇÃO DO ATERRO DE REGULARIZAÇÃO DA MARGEM LITORÂNEO

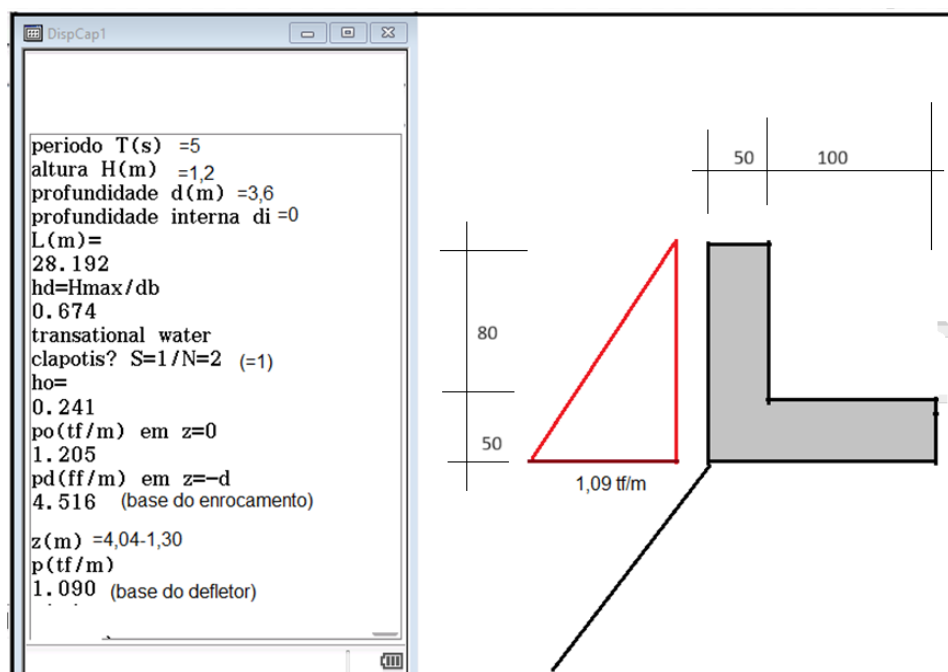
A figura a seguir mostra a seção do muro de contenção em um dos trechos estudados.



### 6.3. DEFLETOR DE ONDAS

Para os esforços das ondas no defletor, foram adotadas as formulações do Shore Protection Manual, programadas em computador manual.

A seguir a entrada e saída de dados:



CLIENTE: CONSÓRCIO CONCREMAT - RK

PROJETO: CONTENÇÃO DO ATERRO DE REGULARIZAÇÃO DA MARGEM LITORÂNEO

Fatores de segurança ao tombamento e arrastamento:

$$F = 1,09 \times 1,30 / 2 = 0,71 \text{ tf/m (força de arrastamento)}$$

$$M = 0,71 \times 1,3 / 3 = 0,307 \text{ mtf/m (momento de tombamento)}$$

$$M_{res} = 0,50 \times 0,80 \times 2,5 \times 0,25 + 0,50 \times 1,5 \times 2,5 \times 0,75 = 1,65 \text{ tmtf/m}$$

$$FS_{tomb} = 1,65 / 0,307 = 5,3 > 1,5 \rightarrow \text{OK}$$

$$F_{res} = 0,60 \times (0,50 \times 0,80 \times 2,5 + 0,50 \times 1,50 \times 2,5) = 1,68 \text{ tf/m}$$

$$FS_{arrast} = 1,68 / 0,71 = 2,36 > 2,0 \rightarrow \text{OK}$$

Cálculo das armações necessárias:

Concreto  $f_{ck}=40\text{Mpa}$

Aço CA50

Coeficiente de impacto = 1,20

Abertura max de fissuras  $w = 0,2 \text{ mm}$

$$M = 0,307 \text{ mtf} = 3,07 \text{ kNm}$$

Cálculo programado:

```
fck=
40.000
b=
100.000
d(cm)
40.000
Md=
5.526
ωk1 e ωk2
0.000
0.009
Φ(mm)
10.000
μ=
0.001
As ult (cm2)=
0,32
Asmin (cm2)
8.100
Afiss (cm²)
8.100
nr de Φ
11.000
```

**CLIENTE: CONSÓRCIO CONCREMAT - RK****PROJETO: CONTENÇÃO DO ATERRO DE REGULARIZAÇÃO DA MARGEM LITORÂNEO**

Adotar barras de 10mm de diametro a cada 10cm.

## 7. CONCLUSÕES

Pelas verificações e cálculos efetuados pode-se concluir que as dimensões das peças adotadas no projeto são compatíveis com as solicitações a que estarão submetidas durante a sua vida útil.

-----000-----