

## Sumário

|                                                                        |           |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Apresentação .....</b>                                           | <b>3</b>  |
| <b>2. Mapa de Situação .....</b>                                       | <b>4</b>  |
| <b>TRECHO EM ESTUDO.....</b>                                           | <b>4</b>  |
| <b>3. Estudos Básicos .....</b>                                        | <b>5</b>  |
| 3.1. Estudos Topográficos .....                                        | 5         |
| 3.2. Estudos Hidrológicos.....                                         | 6         |
| 3.3. Estudos Geotécnicos.....                                          | 26        |
| <b>4. Projetos .....</b>                                               | <b>34</b> |
| 4.1. Projeto de CONTENÇÃO e Drenagem .....                             | 34        |
| <b>5. Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil .....</b> | <b>56</b> |
| 5.1. Definições .....                                                  | 56        |
| 5.2. Classificação dos resíduos sólidos.....                           | 57        |
| 5.3. Destinação dos resíduos sólidos .....                             | 58        |
| 5.4. Dados do empreendedor: .....                                      | 59        |
| 5.5. Identificação da obra e responsável técnico pela obra.....        | 59        |
| 5.6. Informações gerais do empreendimento: .....                       | 60        |
| 5.7. Estimativa da geração de resíduos .....                           | 60        |
| 5.8. Definições .....                                                  | 61        |
| 5.9. Inventários dos resíduos: .....                                   | 63        |
| 5.10. Classificação dos rcd gerados no canteiro de obras .....         | 64        |
| 5.11. Fluxo dos resíduos no canteiro de obras .....                    | 65        |
| 5.12. Gerenciamento dos resíduos .....                                 | 66        |
| 5.13. Sinalização e identificação para coleta dos resíduos.....        | 73        |
| 5.14. Ações preventivas .....                                          | 74        |
| 5.15. Fiscalização do transporte e disposição final .....              | 74        |
| <b>6. Especificações Técnicas .....</b>                                | <b>75</b> |
| MURO DE ARRIMO.....                                                    | 75        |
| 6.1. SERVIÇOS PRELIMINARES .....                                       | 75        |
| 6.2. TERRAPLENAGEM .....                                               | 75        |
| 6.3. DEMOLIÇÕES.....                                                   | 78        |
| 6.4. ALVENARIA DE PEDRA.....                                           | 78        |
| 6.5. REVESTIMENTO.....                                                 | 80        |
| 6.6. CONTROLE.....                                                     | 80        |
| 6.7. PAGAMENTO .....                                                   | 80        |
| 6.8. MANTAS GEOTÊXTEIS .....                                           | 81        |

---

|                       |           |
|-----------------------|-----------|
| PISO CIMENTADO .....  | 83        |
| TELA ARGAMASSADA..... | 84        |
| <b>DRENAGEM .....</b> | <b>87</b> |
| 6.9. CANALETAS.....   | 87        |
| <b>ANEXOS .....</b>   | <b>89</b> |

## 1. Apresentação

A **Geosistemas Engenharia e Planejamento Ltda**, com sede a [REDACTED]  
[REDACTED] apresenta à  
Empresa de Urbanização de Recife – URB Recife, o Relatório do Projeto Executivo de Engenharia  
para Contenção de Encosta e Drenagem na **Rua Ribamar**, localizada no Vasco da Gama.

## 2. Mapa de Situação



### LEGENDA:

 TRECHO EM ESTUDO

 ÁREA DO PROJETO

### **3. Estudos Básicos**

#### **3.1. Estudos Topográficos**

##### **3.1.1. Generalidades**

Constitui objetivos básicos dos estudos topográficos a obtenção de elementos planialtimétricos cadastrais, suficientemente detalhados, necessários ao desenvolvimento dos projetos executivos.

##### **3.1.2. Levantamento Cadastral**

O levantamento cadastral realizado pela Consultora visou à obtenção de uma base cartográfica atualizada.

Foram levantados, taquimetricamente, imóveis, dispositivos de drenagem e esgoto, meios-fios, passeios, compondo um cadastro completo, desenhado na escala de 1:250.

##### **3.1.3. Transporte de Cotas**

Foi realizado por nivelamento geométrico, a partir de referências altimétricas (RN implantado). Na rua em questão, foi materializado um RN-GEO, localizado em frente a casa Nº 113 próximo a escadaria da rua Ribamar, com cota de 55,486, no bairro do Vasco da Gama, conforme apresentada em planta.

A referência de nível tomou como base o RN -26, da Prefeitura da Cidade do Recife, com cota 12.013, localizado no poste nº 359/320, em frente ao imóvel nº 5.819, na Av. Norte, em Casa Amarela.

### 3.2. Estudos Hidrológicos

#### 3.2.1. Generalidades

A finalidade dos Estudos Hidrológicos é a de se obter os elementos primordiais para a execução do Projeto de Drenagem, no qual é realizada a definição do sistema de obras necessário à proteção e salvaguarda do corpo estradal.

A sistemática adotada para a execução dos Estudos Hidrológicos abrangeu:

- Coleta de dados climatológicos, pluviométricos, pluviográficos e cartográficos da área do projeto;
- Elaboração dos histogramas de precipitação e curvas intensidade x duração x frequência;
- Determinação das características das bacias hidrográficas;
- Seleção dos métodos de cálculo apropriados a serem utilizados;
- Determinação das vazões do projeto.

#### 3.2.2. Coleta de Dados

##### Climatologia

A região está localizada no nordeste brasileiro, próxima do Equador, e caracteriza-se pelo clima tropical quente semi-úmido, com temperaturas elevadas durante o ano, com no mínimo, seis meses de chuvas distribuídas no período de abril a agosto, com destaque para os meses de maio e junho. Sua temperatura é relativamente uniforme oscilando em torno da média de 26° a 27°C.

##### Pluviometria

O estabelecimento do regime pluviométrico teve por base, os dados obtidos a partir do site da ANA (Agência Nacional de Águas) para o posto de Recife/Afogados, (Qd. 1).

Com os dados coletados, foi desenhado o histograma de precipitação média mensal, elaborado a partir da série histórica do regime pluviométrico para o posto estudado apresentado no quadro Qd. 2.

As observações pluviométricas evidenciaram uma relativa homogeneidade de valores, podendo-se notar que as precipitações não são uniformes durante o ano, apresentando maiores

alturas no período entre os meses de maio e junho, e menores entre os meses de outubro e novembro.

### Pluviografia

Foram utilizados dados pluviográficos referentes aos postos estudados, por encontrar-se na área em estudo e apresentar dados significativos para a elaboração das curvas intensidade x duração x frequência.

### Cartografia

Os dados cartográficos utilizados como elementos auxiliares na determinação das características das bacias hidrográficas, foram obtidos das cartas topográficas, na escala 1:100.000, da SUDENE.

#### 3.2.3. Estabelecimento do Regime Pluviométrico

O regime pluviométrico da região na qual se desenvolve o projeto foi estabelecido de acordo com uma metodologia já amplamente divulgada, que leva em consideração a análise estatística das máximas precipitações diárias, ano a ano, durante todo o período de observação do posto considerado. As equações utilizadas foram as seguintes:

$$\bar{P} = \frac{\sum P}{n} \quad \delta = \sqrt{\frac{\sum (P - \bar{P})^2}{n - 1}}$$

Onde:

$\bar{P}$  = precipitação média durante o período observado, em milímetros;

$P$  = máxima precipitação diária anual, em milímetros;

$n$  = quantidade total das máximas precipitações diárias anuais consideradas na análise;

$\delta$  = desvio-padrão das máximas precipitações diárias anuais.

A frequência com que cada uma dessas chuvas poderá ocorrer foi determinada pela equação:

$$F = \frac{N}{n + 1}$$

Onde:

$F$  = frequência de ocorrência de determinada chuva, em percentual;

$N$  = número de ordem ocupado por cada uma das precipitações máximas diárias anuais, dispostas numa ordem decrescente de valores;

$n$  = quantidade total das máximas precipitações diárias anuais consideradas na análise;

A probabilidade de ocorrência de cada uma das máximas precipitações diárias anuais foi estabelecida pela equação:

$$TR = \frac{1}{F}$$

Onde:

$TR$  = probabilidade de ocorrência de cada uma das máximas precipitações diárias anuais;

$F$  = frequência de ocorrência de cada uma das máximas precipitações diárias anuais, em decimal.

Para a determinação das precipitações para chuvas de 1 dia de duração, foi utilizada a fórmula de Ven Te Chow, mostrada a seguir:

$$P = \bar{P} + K \delta$$

Onde:

$P$  = precipitação máxima para chuvas de 1 dia de duração, em milímetros;

$\bar{P}$  = precipitação média durante o período observado, em milímetros;

$K$  = fator de frequência, cujo valor foi obtido na tabela de Gumbel apresentada no quadro Qd. 3, em função do período de observação e dos tempos de recorrência;

$\delta$  = desvio padrão das máximas precipitações diárias anuais.

Nos quadros (Qd. 4 e Qd. 5) Análise Pluviométrica e Fórmula de Ven te Chow, estão apresentados todo o estudo estatístico desenvolvido com o objetivo de estabelecer o regime pluviométrico para os postos em estudo, juntamente com a determinação das precipitações de chuvas de 1 dia de duração e tempos de recorrência de 5, 10, 15, 25, 50 e 100 anos.

#### 3.2.4. Intensidade de Chuvas

A intensidade de chuvas afeta diretamente as descargas máximas decorrentes, porque é uma medida de água que a bacia recebe na unidade de tempo. Nas chuvas intensas, a maior proporção da precipitação escoa como deflúvio superficial direto do que nas chuvas de menor intensidade, visto que, para as primeiras, há maior excesso sobre a capacidade de infiltração no solo. Chuvas pouco intensas podem ser absorvidas integralmente ou em grande parte, pela barreira da vegetação e pela

deficiência de umidade de solo superficial, dando origem a pouco ou nenhum deflúvio superficial direto. Assim, a intensidade das chuvas vem afetar tanto a descarga máxima, como o coeficiente de deflúvio, dando, portanto deflúvios superficiais diretos, que crescem mais do que proporcionalmente às precipitações que lhe dão origem.

Através dos valores obtidos das relações pluviométricas, foram determinadas as retas de precipitação x duração x frequência, para os tempos de recorrência utilizados no projeto, conforme está apresentado no quadro Qd. 6.

As intensidades de chuvas foram obtidas da representação das chuvas intensas do posto estudado, através das curvas de intensidade x duração x frequência, como representado no quadro Qd. 7, foram obtidas por analogias com as retas de precipitação x duração x frequência, observando-se os tempos de recorrência utilizados.

Para a obtenção das curvas intensidade x duração x frequência verificou-se que os postos em estudo, estão localizado na zona B, quadro de Isozonas Qd. 8.

Entrando com a isozona B no quadro abaixo do mapa, obteve-se os parâmetros necessários para a determinação das precipitações desejadas. São elas:

TEMPO DE RECORRÊNCIA

| Zona | 1 hora/ 24 horas |      |      |      |      |      | 6min. | 24hs. |
|------|------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|
|      | 5                | 10   | 15   | 25   | 50   | 100  | 5-50  | 100   |
| C    | 38,1             | 37,8 | 37,5 | 37,3 | 36,9 | 36,6 | 8,4   | 7,5   |

Com estes parâmetros e as precipitações para 1 dia de duração, foram obtidas as precipitações para 6 minutos e 1 hora, através de uma simples multiplicação. Para converter a precipitação de 1 dia na precipitação para 24 horas, multiplicou-se a primeira pelo fator 1,095, como determina a metodologia adotada.

Assim as precipitações obtidas foram às seguintes:

| TR (anos) | Precipitação (mm) |          |        |        |
|-----------|-------------------|----------|--------|--------|
|           | 1 dia             | 24 horas | 1 hora | 6 min. |
| 5         | 155,35            | 170,11   | 64,81  | 14,29  |
| 10        | 188,56            | 206,48   | 78,05  | 17,34  |
| 15        | 206,64            | 226,27   | 84,85  | 19,01  |
| 25        | 229,56            | 251,37   | 93,76  | 21,12  |
| 50        | 259,97            | 284,67   | 105,04 | 23,91  |
| 100       | 290,16            | 317,73   | 116,29 | 26,69  |

### 3.2.5. Período de Recorrência

O tempo de recorrência estabelecido por análise de frequência indica o intervalo médio entre eventos iguais ou superiores que uma dada grandeza, ou a probabilidade de que tal evento ocorrerá em um ano qualquer.

Na previsão de chuvas intensas, o tempo de recorrência corresponde ao número médio de anos em que uma dada precipitação seja igualada ou excedida.

Foram adotados os seguintes tempos de recorrência para o dimensionamento das estruturas de drenagem:

| Espécie              | Tempo de Recorrência (anos)          |
|----------------------|--------------------------------------|
| Drenagem superficial | 5                                    |
| Bueiro               | 10 (como canal) / 25 (como orifício) |
| Pontilhão e Ponte    | 100                                  |

### 3.2.6. Características das Bacias Contribuintes

As características das bacias hidrográficas foram determinadas através de inspeção de campo e de cartas topográficas, na escala de 1:100.000, obtidas junto a SUDENE. Serão também realizadas análises em estudos existentes para a área do projeto, com o objetivo de escolher convenientemente os parâmetros a serem adotados.

Os elementos característicos básicos das bacias são:

- área de contribuição;
- comprimento do talvegue;
- diferença de nível.

### 3.2.7. Cálculo das vazões de Contribuição

As obras de drenagem necessitam, para a sua verificação hidráulica, através da pré-determinação das vazões máximas prováveis que as solicitarão dentro de certo período, denominado tempo de recorrência, ou seja, as descargas de projeto.

Para determinar as descargas de projeto serão usados os métodos de cálculo a seguir expostos.

### 3.2.8. Obras de Arte Correntes e Especiais

Em função do valor da área da bacia de contribuição, se utilizarão dois métodos para o cálculo da vazão das bacias:

| Área da bacia (km <sup>2</sup> ) | Método                                      |
|----------------------------------|---------------------------------------------|
| Até 4,0                          | Método Racional                             |
| Entre 4,0 e 10,0                 | Método Racional Corrigido                   |
| Superior a 10,0                  | Método Hidrograma Unitário Triangular (HUT) |

O método Racional foi citado anteriormente, o Hidrograma Unitário Simplificado é calculado pela fórmula:

$$Q = 0,18 \frac{A R}{T_c}$$

Onde:

Q = vazão de projeto, em m<sup>3</sup>/s;

A = área da bacia, em km<sup>2</sup>;

T<sub>c</sub> = tempo de concentração, em horas;

R = precipitação efetiva, expressa em mm.

Para a determinação das bacias maiores lançou-se o uso do Método do Hidrograma Unitário Triangular, cujos parâmetros para o cálculo da chuva efetiva “R” foram:

$$Q_p = 0,208 \frac{R_A}{T_p}$$

$$T_b = 2,67 T_p$$

$$T_R = 1,67 T_p$$

Onde:

$Q_p$  = descarga de pico, em m<sup>3</sup>/s;

R = chuva efetiva em mm;

A = área da bacia hidrográfica, em Km<sup>2</sup>;

D = duração da chuva em hora;

$T_p$  = tempo de pico, em hora;

$T_R$  = tempo de recessão, em hora;

$T_b$  = tempo de base em hora.

A influência da distribuição da chuva na área foi considerada utilizando-se a relação Chuva na área / Chuva Pontual pela Fórmula empírica apresentada a seguir, conforme a publicação “Práticas Hidrológicas” do Engenheiro Jaime Tabora Torrico.

$$\frac{P}{P_0} = 1 - w \log A$$

Onde:

P = Precipitação média sobre a bacia;

$P_0$  = Precipitação pontual no centro de gravidade da bacia;

w = Fator regional, em função das relações chuva/área/tempo de duração;

A = Área da Bacia;

$A_0$  = Área base, na qual  $P=P_0$ .

No Brasil, as pesquisas indicam um valor médio de  $w = 0,10$ ;

Portanto:

$$\frac{P}{P_0} = 1 - 0,10 \cdot \log A / 25$$

### Altura de Chuva Efetiva

A influência de distribuição de chuva na área foi considerada utilizando-se a relação: “chuva na área/chuva pontual”, explicada pelo Eng. Jaime Tabora Torrico em “Práticas Hidrológicas” de sua autoria.

A distribuição de chuva ao longo do tempo foi adotada de acordo com a “Chuva de distribuição acumulada” utilizada pelo “Soil Conservation Service – U.S.A.”, onde se obtém, graficamente, as distribuições acumuladas, segundo a relação: “altura/chuva/duração”.

O modelo hidrológico utilizado, na determinação das precipitações efetivas, é preconizado pelo “U.S.A. Conservation Service”, com base nas características de permeabilidade do solo e seu saturamento por chuvas anteriores e nas características de cobertura da bacia.

Estas características e condições correspondem ao complexo solo/vegetação de cada bacia, que foram obtidos diretamente da tabela apresentada no quadro Qd. 10.

A chuva efetiva “R “ foi calculada em função da precipitação total “P”, na duração total da chuva através da expressão:

$$R = \frac{[(P - 5080 / N) + 50,8]^2}{P + (20320 / N - 203,2)}$$

Onde:

R = precipitação efetiva, em mm;

P = precipitação total, em mm;

N = número representativo do complexo solo / vegetação, quadro Qd. 10.

### Tempo de Concentração

Quando se considera determinada seção de escoamento em bacia contribuinte, sempre decorre algum tempo, a contar do início da chuva até que toda a bacia passe a contribuir para a seção considerada. Este intervalo inicial denomina-se “tempo de concentração”.

De uma maneira geral, o tempo de concentração de uma bacia qualquer depende dos seguintes parâmetros:

- Área da bacia;
- Comprimento e declividade do talvegue principal;

- Comprimento ao longo do curso principal, desde o centro da bacia até a seção de saída considerada;
- Forma da bacia;
- Declividade média do terreno;
- Tipo de recobrimento vegetal.

Segundo estudos de Taylor e Schwarz, as características fisiográficas que influem principalmente no tempo de concentração são as três primeiras enumeradas acima.

O tempo de concentração não é constante para uma dada área, mas varia com o estado de recobrimento vegetal e a altura e distribuição da chuva sobre a bacia.

Mas, para períodos de recorrência superiores a 10 anos, a influência da vegetação parece ser desprezível.

Analiticamente, o tempo de concentração foi traduzido pela expressão proposta pelo California Highways and Public Roads, a qual aparece reproduzida a seguir:

Na qual:

$$T_c = 0,0149 \left( \frac{L^2}{H} \right)^{0,385}$$

TC = tempo de concentração, em minutos;

L = comprimento do talvegue, em quilômetro;

H = diferença de nível entre o ponto mais afastado e a seção considerada, em metros.

### Coeficiente de Escoamento Superficial

O volume de água que é admitido em uma determinada seção hidráulica é uma parcela da quantidade total de água que se precipita na bacia contribuinte, outras parcelas, correspondem às porções que se infiltram no terreno, que são retidas e que se evaporam.

A relação entre esta parcela que vai solicitar a estrutura hidráulica e a quantidade total de água precipitada denomina-se coeficiente de escoamento superficial, ou coeficiente de deflúvio.

O coeficiente de escoamento C, que indica a proporção da precipitação que escorre como deflúvio superficial, avalia-se a partir de observações de bacias em condições hidrologicamente semelhantes.

O coeficiente de escoamento superficial varia conforme a natureza da superfície, conforme quadro Qd. 10.

A seguir estão apresentados os quadros relacionados no estudo hidrológico:

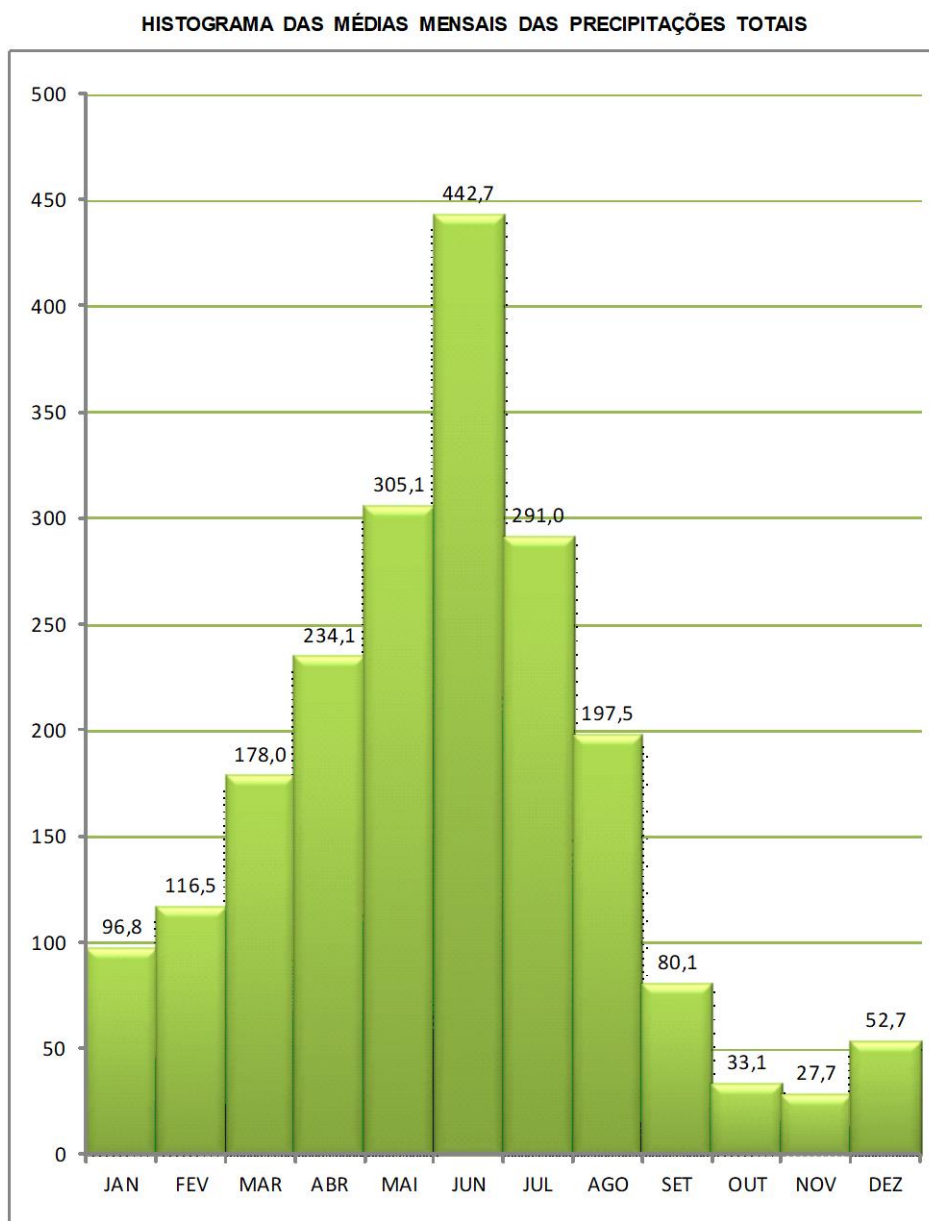
- Qd. 1 – Série Histórica das Precipitações;
- Qd. 2 - Histograma das Médias Mensais das Precipitações Totais;
- Qd. 3 - Tabela de Gumbel Fator de Frequência "K";
- Qd. 4 – Análise Pluviométrica;
- Qd. 5 – Fórmula de Ven Te Chow;
- Qd. 6 - Curva de Precipitação-Duração-Frequência;
- Qd. 7 - Curva de Intensidade-Duração-Frequência;
- Qd. 8 – Isozonas de Igual Relação;
- Qd. 9 - Determinação das Curvas de Run-Off;
- Qd. 10 - Coeficiente de Deflúvio.

### Quadro 01 – Série Histórica das Precipitações

| POSTO: RECIFE / AFOGADOS |                    |        |        | Cod. 834017 |        |        | FONTE: ANA - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS |        |        |       |       |       |        |
|--------------------------|--------------------|--------|--------|-------------|--------|--------|-----------------------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|
| ANO                      | INFORMAÇÕES        | JAN    | FEV    | MAR         | ABR    | MAI    | JUN                                     | JUL    | AGO    | SET   | OUT   | NOV   | DEZ    |
| 2000                     | PRECIPITAÇÃO TOTAL |        |        |             |        | 326,90 | 541,10                                  | 499,0  | 456,0  | 267,6 | 32,1  | 32,1  | 179,4  |
|                          | PREC. MÁX. MENSAL  |        |        |             |        | 77,50  | 98,30                                   | 71,1   | 237,40 | 67,2  | 16,2  | 19,1  | 94,3   |
|                          | DIAS DE CHUVA      |        |        |             |        | 24,00  | 26,00                                   | 29,0   | 22,0   | 28,0  | 11,0  | 7,0   | 10,0   |
| 2001                     | PRECIPITAÇÃO TOTAL | 22,1   | 25,6   | 74,6        | 194,4  | 41,8   | 343,4                                   | 296,4  | 154,8  | 76,7  | 82,5  | 19,5  | 60,1   |
|                          | PREC. MÁX. MENSAL  | 4,9    | 5,3    | 22,1        | 60,6   | 15,9   | 37,1                                    | 49,1   | 42,8   | 50,1  | 26,4  | 6,3   | 16,5   |
|                          | DIAS DE CHUVA      | 12,0   | 9,0    | 15,0        | 24,0   | 9,0    | 27,0                                    | 31,0   | 27,0   | 14,0  | 11,0  | 5,0   | 15,0   |
| 2002                     | PRECIPITAÇÃO TOTAL | 159,60 | 161,00 | 280,40      | 113,60 | 273,10 | 533,60                                  | 253,80 | 114,90 | 42,80 | 34,30 | 56,30 | 9,00   |
|                          | PREC. MÁX. MENSAL  | 39,30  | 44,50  | 55,30       | 26,20  | 56,40  | 135,00                                  | 54,80  | 21,90  | 18,70 | 9,90  | 13,50 | 3,20   |
|                          | DIAS DE CHUVA      | 19     | 16     | 22          | 17     | 21     | 25                                      | 26     | 25     | 9     | 14    | 10    | 8      |
| 2003                     | PRECIPITAÇÃO TOTAL | 25,9   | 192,1  | 441,2       | 83,0   | 266,6  | 466,9                                   | 273,9  | 161,2  | 111,1 | 25,8  | 18,9  | 30,5   |
|                          | PREC. MÁX. MENSAL  | 6,9    | 62,0   | 138,0       | 30,1   | 94,9   | 78,6                                    | 52,1   | 24,5   | 20,1  | 9,0   | 9,2   | 6,6    |
|                          | DIAS DE CHUVA      | 9,0    | 16,0   | 23,0        | 14,0   | 19,0   | 22,0                                    | 26,0   | 22,0   | 16,0  | 11,0  | 7,0   | 10,0   |
| 2004                     | PRECIPITAÇÃO TOTAL | 262,3  | 218,3  | 141,8       | 261,7  | 338,6  | 513,2                                   | 276,9  | 121,6  | 61,7  | 25,4  | 8,8   | 9,4    |
|                          | PREC. MÁX. MENSAL  | 39,0   | 61,0   | 33,2        | 64,3   | 56,2   | 98,5                                    | 34,2   | 23,6   | 18,9  | 11,0  | 3,0   | 7,3    |
|                          | DIAS DE CHUVA      | 23,0   | 13,0   | 20,0        | 22,0   | 27,0   | 28,0                                    | 25,0   | 24,0   | 15,0  | 9,0   | 6,0   | 4,0    |
| 2005                     | PRECIPITAÇÃO TOTAL | 13,2   | 62,5   | 119,1       | 110,3  | 487,4  | 707,8                                   | 128,4  | 288,8  | 35,4  | 44,5  | 22,7  | 68,8   |
|                          | PREC. MÁX. MENSAL  | 5,1    | 15,2   | 52,5        | 33,5   | 88,3   | 101,7                                   | 29,3   | 51,1   | 9,4   | 18,7  | 16,9  | 28,1   |
|                          | DIAS DE CHUVA      | 6,0    | 13,0   | 15,0        | 19,0   | 27,0   | 30,0                                    | 22,0   | 28,0   | 12,0  | 11,0  | 10,0  | 13,0   |
| 2006                     | PRECIPITAÇÃO TOTAL | 16,60  | 23,20  | 121,10      | 238,20 | 319,00 | 375,60                                  | 205,80 | 128,20 | 86,20 | 8,10  | 66,70 | 132,50 |
|                          | PREC. MÁX. MENSAL  | 6,90   | 9,80   | 40,90       | 103,10 | 57,80  | 85,70                                   | 44,50  | 27,60  | 51,40 | 2,90  | 33,10 | 89,80  |
|                          | DIAS DE CHUVA      | 10     | 8      | 12          | 19     | 27     | 27                                      | 21     | 20     | 12    | 9     | 7     | 7      |
| 2007                     | PRECIPITAÇÃO TOTAL | 43,30  | 198,40 | 109,40      | 305,20 | 217,30 | 323,20                                  | 239,60 | 198,20 | 97,30 | 24,30 | 24,00 | 0,00   |
|                          | PREC. MÁX. MENSAL  | 14,10  | 77,70  | 32,80       | 77,40  | 69,20  | 61,00                                   | 63,10  | 75,60  | 18,30 | 10,60 | 10,60 | 0,00   |
|                          | DIAS DE CHUVA      | 12     | 14     | 18          | 19     | 20     | 26                                      | 25     | 24     | 18    | 10    | 7     | 0,00   |
| 2008                     | PRECIPITAÇÃO TOTAL |        |        | 373,1       | 215,3  | 354,0  | 426,3                                   | 316,6  | 230,9  | 37,5  | 23,4  | 0,0   | 0,0    |
|                          | PREC. MÁX. MENSAL  |        |        | 87,3        | 52,6   | 56,1   | 103,5                                   | 43,1   | 57,3   | 13,1  | 3,9   | 0,0   | 0,0    |
|                          | DIAS DE CHUVA      |        |        | 22,0        | 29,0   | 28,0   | 30,0                                    | 29,0   | 29,0   | 15,0  | 21,0  | 0,0   | 0,0    |
| 2009                     | PRECIPITAÇÃO TOTAL |        |        |             | 238,9  | 323,9  | 316,6                                   | 341,1  | 191,9  | 88,4  | 16,0  | 13,2  | 35,8   |
|                          | PREC. MÁX. MENSAL  |        |        |             |        | 43,6   | 106,6                                   | 108,7  | 49,4   |       | 5,7   | 3,2   | 15,5   |
|                          | DIAS DE CHUVA      |        |        |             |        | 29,0   | 23,0                                    | 27,0   | 21,0   |       | 7,0   | 9,0   | 5,0    |
| 2010                     | PRECIPITAÇÃO TOTAL | 91,70  | 24,80  | 87,10       | 244,00 | 98,70  | 406,70                                  | 159,60 | 125,30 | 33,50 | 72,90 | 18,90 | 68,20  |
|                          | PREC. MÁX. MENSAL  | 23,90  | 6,00   | 32,60       | 55,50  | 28,00  | 107,40                                  | 40,50  | 16,40  | 9,30  | 53,00 | 14,20 | 27,00  |
|                          | DIAS DE CHUVA      | 18     | 8      | 10          | 21     | 15     | 23                                      | 25     | 23     | 13    | 5     | 4     | 10     |
| 2011                     | PRECIPITAÇÃO TOTAL | 115,2  | 144,5  | 57,1        | 570,4  | 614,1  | 357,6                                   | 500,7  | 197,9  | 23,1  | 7,8   | 51,8  | 38,9   |
|                          | PREC. MÁX. MENSAL  | 41,0   |        | 14,4        | 89,8   |        | 75,5                                    | 107,0  | 68,2   | 4,7   | 2,9   | 8,7   | 28,8   |
|                          | DIAS DE CHUVA      | 15,0   |        | 9,0         | 25,0   |        | 27,0                                    | 28,0   | 25,0   | 15,0  | 11,0  | 16,0  | 7,0    |
| 2012                     | PRECIPITAÇÃO TOTAL | 218,50 | 114,70 | 153,40      |        |        |                                         |        |        |       |       |       |        |
|                          | PREC. MÁX. MENSAL  | 86,00  | 58,20  | 90,30       |        |        |                                         |        |        |       |       |       |        |
|                          | DIAS DE CHUVA      | 19     | 20     | 16          |        |        |                                         |        |        |       |       |       |        |

## Quadro 02 – Histograma das Médias Mensais das Precipitações Totais

| POSTO: RECIFE / AFOGADOS |                                    |      |       | Cod. 834017 |       |       | FONTE: ANA - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS |       |       |      |      |      |      |
|--------------------------|------------------------------------|------|-------|-------------|-------|-------|-----------------------------------------|-------|-------|------|------|------|------|
| ANOS                     | INFORMAÇÕES                        | JAN  | FEV   | MAR         | ABR   | MAI   | JUN                                     | JUL   | AGO   | SET  | OUT  | NOV  | DEZ  |
| 2000<br>a<br>2012        | PRECIPITAÇÃO TOTAL<br>MENSAL MÉDIA | 96,8 | 116,5 | 178,0       | 234,1 | 305,1 | 442,7                                   | 291,0 | 197,5 | 80,1 | 33,1 | 27,7 | 52,7 |



**Quadro 03 – Tabela de Gumbel Fator de Frequência “K”**

| PERÍODO DE RECORRÊNCIA ( $T_R$ anos)                                                                                              |       |        |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $N / T_R$                                                                                                                         | 5     | 10     | 15    | 20    | 25    | 50    | 100   |
| 10                                                                                                                                | 1,058 | 1,848  | 2,289 | 2,606 | 2,847 | 3,588 | 4,323 |
| 11                                                                                                                                | 1,034 | 1,809* | 2,242 | 2,553 | 2,789 | 3,516 | 4,238 |
| 12                                                                                                                                | 0,996 | 1,777  | 2,202 | 2,509 | 2,741 | 3,456 | 4,166 |
| 13                                                                                                                                | 1,013 | 1,748  | 2,168 | 2,470 | 2,699 | 3,405 | 4,105 |
| 14                                                                                                                                | 0,981 | 1,721  | 2,138 | 2,437 | 2,663 | 3,360 | 4,052 |
| 15                                                                                                                                | 0,967 | 1,703  | 2,112 | 2,410 | 2,632 | 3,321 | 4,050 |
| 16                                                                                                                                | 0,955 | 1,682  | 2,087 | 2,379 | 2,601 | 3,283 | 3,959 |
| 17                                                                                                                                | 0,943 | 1,664  | 2,066 | 2,355 | 2,575 | 3,250 | 3,921 |
| 18                                                                                                                                | 0,934 | 1,649  | 2,047 | 2,335 | 2,552 | 3,223 | 3,888 |
| 19                                                                                                                                | 0,926 | 1,636  | 2,032 | 2,317 | 2,533 | 3,199 | 3,860 |
| 20                                                                                                                                | 0,919 | 1,625  | 2,018 | 2,302 | 2,517 | 3,179 | 3,836 |
| 21                                                                                                                                | 0,911 | 1,613  | 2,004 | 2,286 | 2,500 | 3,157 | 3,810 |
| 22                                                                                                                                | 0,905 | 1,603  | 1,992 | 2,272 | 2,484 | 3,138 | 3,787 |
| 23                                                                                                                                | 0,899 | 1,593  | 1,980 | 2,259 | 2,470 | 3,121 | 3,766 |
| 24                                                                                                                                | 0,893 | 1,584  | 1,969 | 2,247 | 2,470 | 3,104 | 3,747 |
| 25                                                                                                                                | 0,888 | 1,575  | 1,958 | 2,235 | 2,444 | 3,088 | 3,729 |
| 26                                                                                                                                | 0,883 | 1,568  | 1,949 | 2,224 | 2,432 | 3,074 | 3,711 |
| 27                                                                                                                                | 0,879 | 1,560  | 1,941 | 2,215 | 2,422 | 3,061 | 3,696 |
| 28                                                                                                                                | 0,874 | 1,553  | 1,932 | 2,205 | 2,412 | 3,048 | 3,681 |
| 29                                                                                                                                | 0,870 | 1,547  | 1,942 | 2,196 | 2,402 | 3,037 | 3,667 |
| 30                                                                                                                                | 0,866 | 1,541  | 1,917 | 2,188 | 2,393 | 3,026 | 3,653 |
| 31                                                                                                                                | 0,863 | 1,535  | 1,910 | 2,180 | 2,385 | 3,015 | 3,641 |
| 32                                                                                                                                | 0,860 | 1,530  | 1,904 | 2,173 | 2,377 | 3,005 | 3,629 |
| 33                                                                                                                                | 0,856 | 1,525  | 1,897 | 2,166 | 2,369 | 2,996 | 3,618 |
| 34                                                                                                                                | 0,853 | 1,520  | 1,892 | 2,160 | 2,362 | 2,987 | 3,608 |
| 35                                                                                                                                | 0,851 | 1,516  | 1,886 | 2,152 | 2,354 | 2,979 | 3,598 |
| 36                                                                                                                                | 0,848 | 1,511  | 1,881 | 2,147 | 2,349 | 2,971 | 3,588 |
| 37                                                                                                                                | 0,845 | 1,507  | 1,876 | 2,142 | 2,344 | 2,963 | 3,579 |
| 38                                                                                                                                | 0,843 | 1,503  | 1,871 | 2,137 | 2,338 | 2,957 | 3,571 |
| 39                                                                                                                                | 0,840 | 1,499  | 1,867 | 2,131 | 2,331 | 2,950 | 3,563 |
| 40                                                                                                                                | 0,838 | 1,495  | 1,862 | 2,126 | 2,326 | 2,943 | 3,554 |
| 41                                                                                                                                | 0,836 | 1,492  | 1,858 | 2,121 | 2,321 | 2,936 | 3,547 |
| 42                                                                                                                                | 0,834 | 1,489  | 1,854 | 2,117 | 2,316 | 2,930 | 3,539 |
| 43                                                                                                                                | 0,832 | 1,485  | 1,850 | 2,112 | 2,311 | 2,924 | 3,532 |
| 44                                                                                                                                | 0,830 | 1,482  | 1,846 | 2,108 | 2,307 | 2,919 | 3,526 |
| 45                                                                                                                                | 0,828 | 1,478  | 1,842 | 2,104 | 2,303 | 2,913 | 3,519 |
| 46                                                                                                                                | 0,826 | 1,476  | 1,839 | 2,100 | 2,298 | 2,903 | 3,513 |
| 47                                                                                                                                | 0,824 | 1,474  | 1,836 | 2,096 | 2,291 | 2,903 | 3,507 |
| 48                                                                                                                                | 0,823 | 1,471  | 1,832 | 2,093 | 2,290 | 2,898 | 3,501 |
| 49                                                                                                                                | 0,821 | 1,469  | 1,830 | 2,090 | 2,287 | 2,894 | 3,496 |
| 50                                                                                                                                | 0,820 | 1,466  | 1,827 | 2,086 | 2,283 | 2,889 | 3,490 |
| 51                                                                                                                                | 0,818 | 1,461  | 1,824 | 2,083 | 2,280 | 2,885 | 3,486 |
| 52                                                                                                                                | 0,817 | 1,462  | 1,821 | 2,080 | 2,276 | 2,881 | 3,481 |
| 53                                                                                                                                | 0,815 | 1,459  | 1,818 | 2,077 | 2,273 | 2,875 | 3,474 |
| 54                                                                                                                                | 0,814 | 1,457  | 1,816 | 2,074 | 2,270 | 2,873 | 3,471 |
| 55                                                                                                                                | 0,813 | 1,455  | 1,813 | 2,071 | 2,267 | 2,869 | 3,467 |
| 56                                                                                                                                | 0,812 | 1,453  | 1,811 | 2,069 | 2,264 | 2,865 | 3,462 |
| 57                                                                                                                                | 0,810 | 1,451  | 1,809 | 2,063 | 2,261 | 2,862 | 3,458 |
| 58                                                                                                                                | 0,809 | 1,449  | 1,805 | 2,064 | 2,258 | 2,858 | 3,454 |
| 59                                                                                                                                | 0,808 | 1,448  | 1,801 | 2,061 | 2,256 | 2,855 | 3,450 |
| 60                                                                                                                                | 0,807 | 1,446  | 1,802 | 2,059 | 2,253 | 2,852 | 3,446 |
| Calculado por M. D. Reid em novembro de 1942, sendo " $T_R$ " o período de recorrência e " $N$ " o número de eventos considerados |       |        |       |       |       |       |       |

[illegible]

## 1. MÉDIA DAS PRECIPITAÇÕES

$$\bar{P} = \frac{\sum P}{n} = 112,99$$

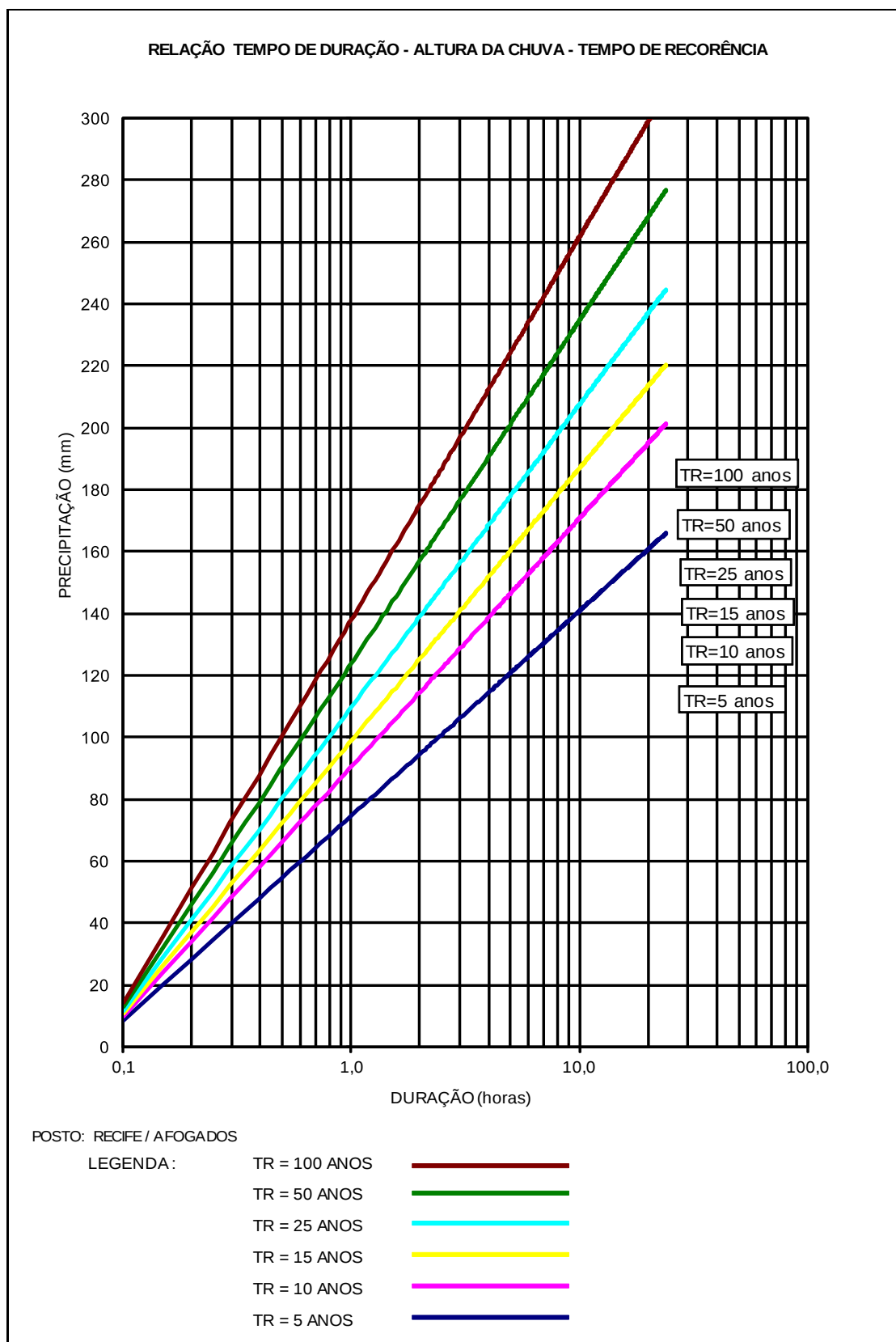
## 2. DESVIO PADRÃO

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (P - \bar{P})^2}{n-1}} = 42,53$$

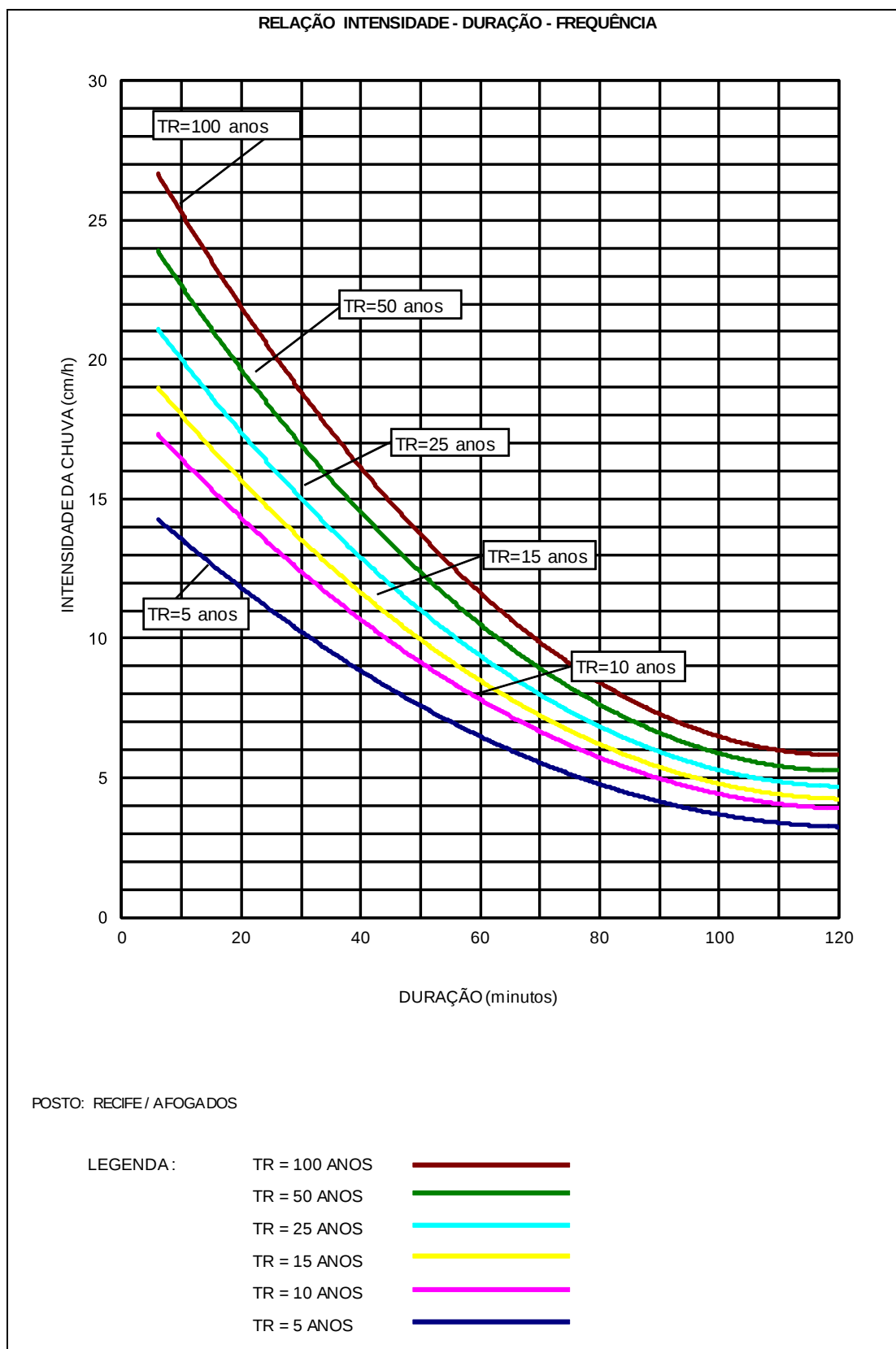
### Quadro 05 – Análise Pluviométrica

|                          |        |        |        |        |        |        |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| FÓRMULA DE VEN TE CHOW   |        |        |        |        |        |        |
|                          |        |        |        |        |        |        |
| $P = \bar{P} + K\delta$  |        |        |        |        |        |        |
|                          |        |        |        |        |        |        |
| T <sub>R</sub> (anos)    | 5      | 10     | 15     | 25     | 50     | 100    |
| K                        | 0,996  | 1,777  | 2,202  | 2,741  | 3,456  | 4,166  |
| P (mm)                   | 155,35 | 188,56 | 206,64 | 229,56 | 259,97 | 290,16 |
| POSTO: RECIFE / AFOGADOS |        |        |        |        |        |        |
|                          |        |        |        |        |        |        |

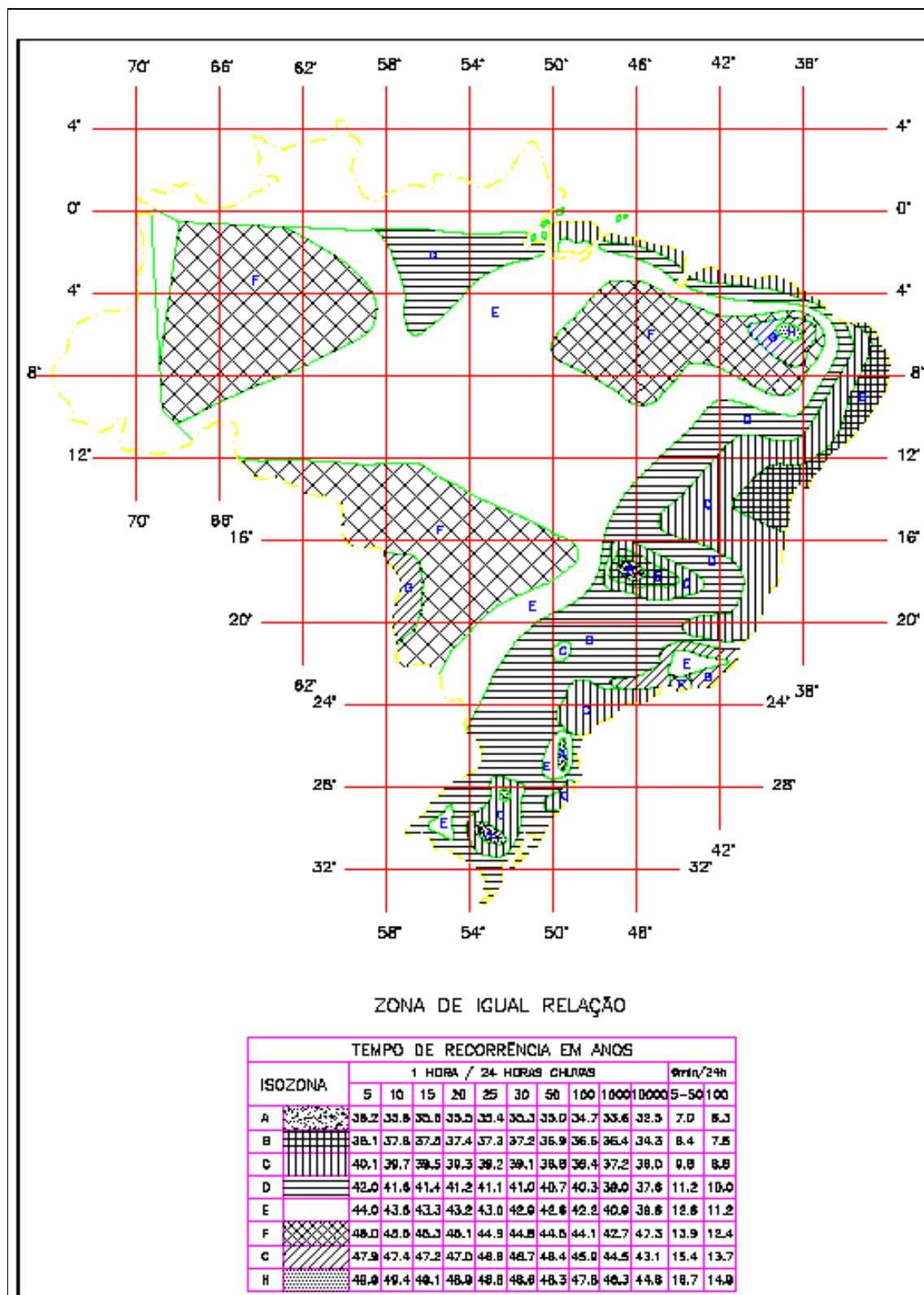
**Quadro 06 – Curva de Precipitação – Duração – Frequência**



**Quadro 07 – Curva de Intensidade – Duração – Frequência**



## Quadro 08 – Isozonas de Igual Relação



### Quadro 09 – Determinação das Curvas de Run-Off

| USO DO SOLO E TIPO DE VEGETAÇÃO                                                                                                                                                                                               | TIPO DE ARRANJO DA VEGETAÇÃO | CONDIÇÕES PARA INFILTRAÇÃO | GRUPO HIDROLÓGICO DO SOLO |    |    |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|---------------------------|----|----|----|
|                                                                                                                                                                                                                               |                              |                            | A                         | B  | C  | D  |
| RALA OU SOLO DESCOBERTO                                                                                                                                                                                                       | SR                           | -                          | 76                        | 86 | 91 | 94 |
| CULTIVO DE FILEIRAS (CANA DE AÇÚCAR, ALGODÃO, MANDIOCA, ETC.)                                                                                                                                                                 | SR                           | MÁ                         | 72                        | 81 | 88 | 91 |
|                                                                                                                                                                                                                               | SR                           | BOA                        | 67                        | 78 | 85 | 89 |
|                                                                                                                                                                                                                               | C                            | MÁ                         | 70                        | 79 | 84 | 88 |
|                                                                                                                                                                                                                               | C                            | BOA                        | 65                        | 75 | 82 | 86 |
|                                                                                                                                                                                                                               | C e T                        | MÁ                         | 66                        | 71 | 80 | 82 |
|                                                                                                                                                                                                                               | C e T                        | BOA                        | 62                        | 71 | 78 | 81 |
| VEGETAÇÃO RASTEIRA (CAPIM PANGOLA)                                                                                                                                                                                            | SR                           | MÁ                         | 65                        | 76 | 84 | 88 |
|                                                                                                                                                                                                                               | SR                           | BOA                        | 63                        | 75 | 83 | 87 |
|                                                                                                                                                                                                                               | C                            | MÁ                         | 63                        | 74 | 82 | 85 |
|                                                                                                                                                                                                                               | C                            | BOA                        | 61                        | 73 | 81 | 84 |
|                                                                                                                                                                                                                               | C e T                        | MÁ                         | 61                        | 72 | 79 | 82 |
|                                                                                                                                                                                                                               | C e T                        | BOA                        | 59                        | 70 | 78 | 81 |
| PASTOS DE ROTAÇÃO (LEGUMES, CAPIM, TRIGO)                                                                                                                                                                                     | SR                           | MÁ                         | 66                        | 77 | 85 | 89 |
|                                                                                                                                                                                                                               | SR                           | BOA                        | 56                        | 72 | 81 | 85 |
|                                                                                                                                                                                                                               | C                            | MÁ                         | 61                        | 75 | 83 | 85 |
|                                                                                                                                                                                                                               | C                            | BOA                        | 55                        | 69 | 78 | 83 |
|                                                                                                                                                                                                                               | C e T                        | MÁ                         | 63                        | 73 | 80 | 83 |
|                                                                                                                                                                                                                               | C e T                        | BOA                        | 51                        | 67 | 76 | 80 |
| PRADARIA E PASTAGEM                                                                                                                                                                                                           | -                            | MÁ                         | 66                        | 79 | 86 | 89 |
|                                                                                                                                                                                                                               | -                            | REGULAR                    | 49                        | 69 | 79 | 84 |
|                                                                                                                                                                                                                               | -                            | BOA                        | 39                        | 61 | 74 | 80 |
|                                                                                                                                                                                                                               | C                            | MÁ                         | 47                        | 67 | 81 | 86 |
|                                                                                                                                                                                                                               | C                            | REGULAR                    | 25                        | 59 | 75 | 83 |
|                                                                                                                                                                                                                               | C                            | BOA                        | 6                         | 35 | 70 | 79 |
| PRADARIA PERMANENTE                                                                                                                                                                                                           | -                            | -                          | 30                        | 58 | 71 | 78 |
| FLORESTAS                                                                                                                                                                                                                     | -                            | MÁ                         | 45                        | 66 | 77 | 83 |
|                                                                                                                                                                                                                               | -                            | REGULAR                    | 36                        | 60 | 73 | 79 |
|                                                                                                                                                                                                                               | -                            | BOA                        | 25                        | 55 | 70 | 77 |
| <p>Observações :</p> <p>SR - em fileiras retas</p> <p>C - em curva de nível</p> <p>C e T - terraços em nível</p> <p>Lavoura mecanizada - boas condições de infiltração</p> <p>Lavoura manual - má condição de infiltração</p> |                              |                            |                           |    |    |    |

**Quadro 10 – Coeficiente de Deflúvio**

| NATUREZA DA SUPERFÍCIE                                     | C           |
|------------------------------------------------------------|-------------|
| Pavimentação de concreto de cimento ou concreto betuminoso | 0,75 a 0,95 |
| Pavimento de macadame betuminoso ou tratamento superficial | 0,65 a 0,80 |
| Pavimento de macadame                                      | 0,40 a 0,60 |
| Solo arenoso, vegetação cultivada ou leve                  | 0,15 a 0,30 |
| Solo arenoso, mata ou vegetação rasteira densa             | 0,15 a 0,30 |
| Cascalho desprovido de vegetação ou vegetação rala         | 0,20 a 0,40 |
| Cascalho, mata, vegetação densa                            | 0,15 a 0,35 |
| Solo argiloso, desprovido de vegetação ou vegetação rala   | 0,35 a 0,75 |
| Solo argiloso, mata ou vegetação densa                     | 0,25 a 0,60 |
| Canteiro central, grama                                    | 0,20 a 0,35 |
| Taludes enleivados (com sulcos) 1:2                        | 0,50 a 0,70 |
| Áreas comerciais, zona de centro da cidade                 | 0,70 a 0,95 |
| Áreas residenciais :                                       |             |
| zonas planas com ap. 30% de área impermeável               | 0,35 a 0,45 |
| zonas planas com ap. 60% de área impermeável               | 0,50 a 0,60 |
| zonas moderadamente inclinadas ap. 50% de área impermeável | 0,60 a 0,70 |
| zonas moderadamente inclinadas ap. 70% de área impermeável | 0,75 a 0,85 |
| Áreas de edificios de apartamentos                         | 0,50 a 0,70 |
| Área industrial :                                          |             |
| unidades esparsas                                          | 0,50 a 0,80 |
| unidades concentradas                                      | 0,60 a 0,90 |
| Parques, cemitérios                                        | 0,10 a 0,25 |
| Observações :                                              |             |
| Taludes suaves : valores mais baixos                       |             |
| Taludes íngremes : valores mais altos                      |             |

### 3.3. Estudos Geotécnicos

#### 3.3.1. Generalidades

A finalidade dos estudos geotécnicos é a identificação e caracterização dos materiais de subleito, terreno natural, empréstimos e jazidas ou depósitos seletivos, para definição da natureza das obras e emprego na construção e pavimentação.

Os estudos geotécnicos a serem realizados contemplarão a contenção da barreira localizada na Rua Ribamar, em Vasco da Gama.

#### 3.3.2. Estudos Realizados

##### a) Subleito

Os estudos geotécnicos que serão realizados constaram na parte de campo, de sondagens localizadas no leito da rua, executada a picareta e pá, abrindo-se poços até a profundidade de 1,50m, identificando-se as camadas e coletando-se amostras representativas de cada horizonte de solo atravessado.

O ponto de sondagem foi localizado em frente ao imóvel nº 01D.

- ◆ Granulometria por peneiramento;
- ◆ Limites de liquidez e plasticidade;
- ◆ Compactação, com energia do Proctor Normal;
- ◆ Determinação de CBR.

Através dos resultados dos ensaios serão determinados os IG e feita a classificação conforme o HRB e a textura.

##### b) Empréstimos

Nos locais onde serão executados aterros, o material estudado na ocorrência da Jazida Marcha Ré atenderá perfeitamente a esta necessidade, ou ainda, o solo de qualquer barreira que apresente a menor distância de transporte e com características técnicas especificadas no projeto para o trecho poderá ser utilizado.

##### c) Jazidas

Estudou-se uma barreira, na entrada da PE-017, Muribeca, lado esquerdo, em Jaboatão dos Guararapes, a aproximadamente 0,70 Km do eixo da BR-101 (Sul), para seleção de material com características de emprego em sub-base, cujos resultados são satisfatórios.

Foram realizados 09 (nove) furos na jazida, com profundidade até 12,00m, coletadas amostras e submetidas aos mesmos ensaios aplicados aos materiais de subleito, apenas com modificações nos ensaios de compactação e CBR, cuja energia utilizada foi a do Proctor Intermediário (26 golpes por camada).

#### d) Pedreira

Para a ocorrência de rocha destinada a extração de materiais a empregar na pavimentação e drenagem, foi estudada 01 (uma) pedreira, denominada Pedreira Guarany, localizada em Comporta na alça nova da BR-101 em Jaboatão dos Guararapes.

#### e) Areal

Não foram realizados os estudos de areais, visto que a aquisição deste material se dará através de armazéns de construção, existentes na Região Metropolitana do Recife, que exploram comercialmente este material.

#### f) Apresentação dos Resultados

Os resultados dos estudos geotécnicos são apresentados a seguir, constando de:

- ❖ Boletim de sondagem do terreno natural ou subleito;
- ❖ Resultados de ensaios do terreno natural ou subleito;
- ❖ Croqui da Jazida Marcha Ré;
- ❖ Boletim de Sondagem da Jazida Marcha Ré;
- ❖ Resultados de ensaios da Jazida Marcha Ré; e
- ❖ Croqui da Pedreira Guarany.



**URB-Recife**

**TERRENO NATURAL OU SUBLETO**

**Localização: RECIFE- VASCO DA GAMA**

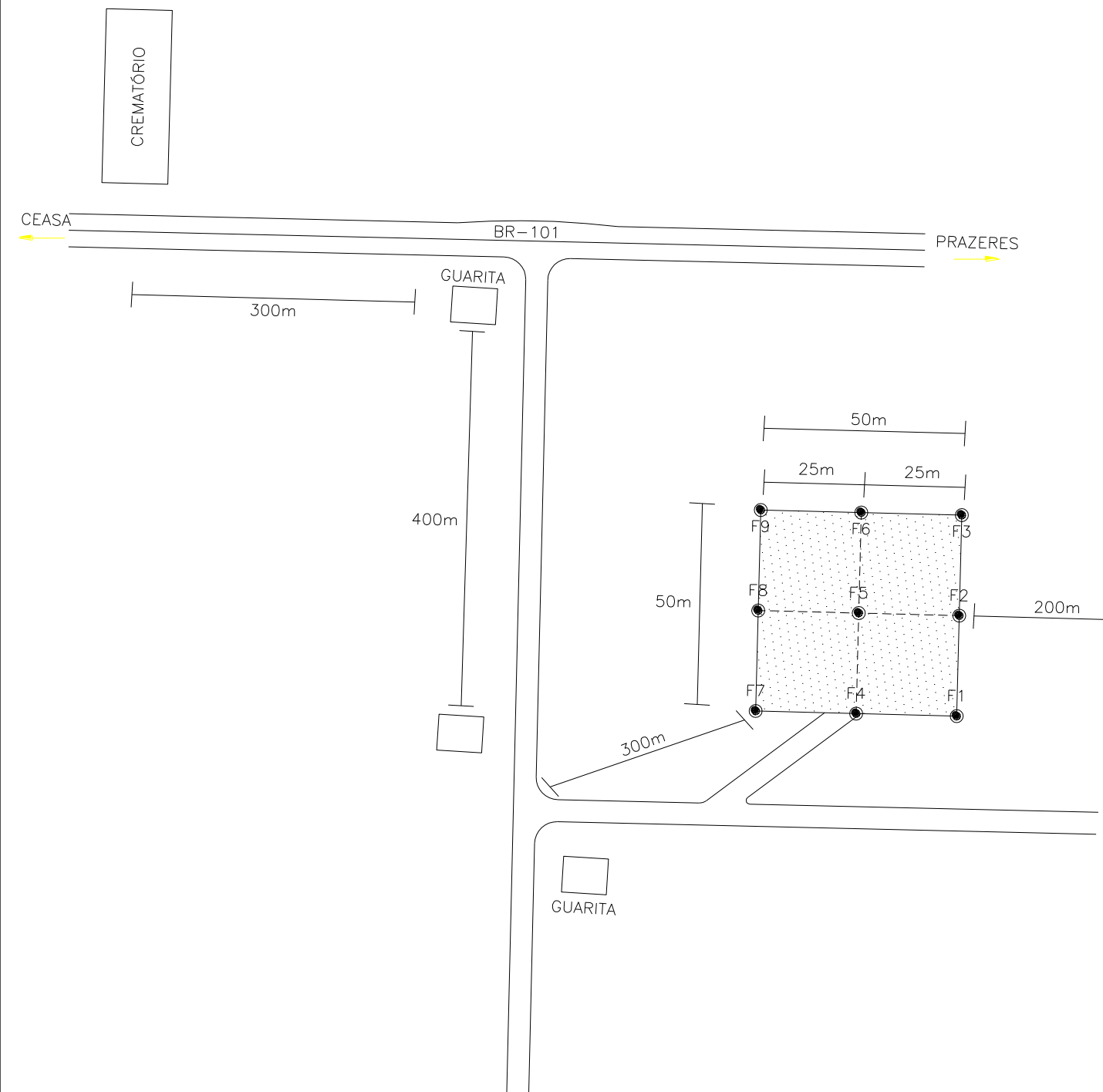
**Local da Obra: RUA RIBAMAR**

**Quadro: 1**

**Data:**

[illegible]**OBSERVAÇÕES:**

|                                                                                              |                        |               |                              |       |  |  |                                      |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------|------------------------------|-------|--|--|--------------------------------------|--|
|             |                        |               | <b>Resultados de Ensaios</b> |       |  |  | Área: Produção<br>Código: F.PR.13.00 |  |
|  URB-Recife |                        |               | TERRENO NATURAL OU SUBLEITO  |       |  |  | Data:                                |  |
|                                                                                              |                        |               | Localização: VASCO DA GAMA   |       |  |  | Quadro: 1                            |  |
| <b>Local da Obra: RUA RIBAMAR</b>                                                            |                        |               |                              |       |  |  |                                      |  |
| <b>Trecho:</b>                                                                               |                        |               |                              |       |  |  |                                      |  |
| Registro Nº                                                                                  |                        |               |                              |       |  |  |                                      |  |
| Furo                                                                                         |                        |               | 1                            |       |  |  |                                      |  |
| Estaca                                                                                       |                        |               | 0+10                         |       |  |  |                                      |  |
| Posição                                                                                      |                        |               |                              |       |  |  |                                      |  |
| casa                                                                                         |                        |               | 01D                          |       |  |  |                                      |  |
| Profundidade (cm)                                                                            |                        | De            | 0                            |       |  |  |                                      |  |
|                                                                                              |                        | A             | 150                          |       |  |  |                                      |  |
| Análise<br>Granulométrica<br>% Passando                                                      | 2 "                    |               |                              |       |  |  |                                      |  |
|                                                                                              | 1 "                    |               |                              |       |  |  |                                      |  |
|                                                                                              | 3/8 "                  |               |                              |       |  |  |                                      |  |
|                                                                                              | Nº 4                   |               | 100                          |       |  |  |                                      |  |
|                                                                                              | Nº 10                  |               | 98                           |       |  |  |                                      |  |
|                                                                                              | Nº 40                  |               | 80                           |       |  |  |                                      |  |
| Nº 200                                                                                       |                        | 23            |                              |       |  |  |                                      |  |
| Faixa AASHTO                                                                                 |                        |               | F / F                        |       |  |  |                                      |  |
| L.L.                                                                                         |                        |               | NL                           |       |  |  |                                      |  |
| IP.                                                                                          |                        |               | NP                           |       |  |  |                                      |  |
| E.A                                                                                          |                        |               |                              |       |  |  |                                      |  |
| I.G.                                                                                         |                        |               | 0                            |       |  |  |                                      |  |
| Classificação H. R. B.                                                                       |                        |               | A - 2-4                      |       |  |  |                                      |  |
| Identificação pela<br>Textura                                                                |                        |               |                              |       |  |  |                                      |  |
| AASTHO<br><br>Intermed.<br><br>Modificado                                                    | Normal                 | 12 Golpes     | Dens. Máxima                 | 1,810 |  |  |                                      |  |
|                                                                                              |                        |               | Umidade Ótima                | 5,0   |  |  |                                      |  |
|                                                                                              |                        |               | I. S. C.                     | 9     |  |  |                                      |  |
|                                                                                              |                        |               | Expansão                     | 0,0   |  |  |                                      |  |
|                                                                                              | 26 Golpes              | Dens. Máxima  |                              |       |  |  |                                      |  |
|                                                                                              |                        | Umidade Ótima |                              |       |  |  |                                      |  |
|                                                                                              |                        | I. S. C.      |                              |       |  |  |                                      |  |
|                                                                                              |                        | Expansão      |                              |       |  |  |                                      |  |
|                                                                                              | 56 Golpes              | Dens. Máxima  |                              |       |  |  |                                      |  |
|                                                                                              |                        | Umidade Ótima |                              |       |  |  |                                      |  |
|                                                                                              |                        | I. S. C.      |                              |       |  |  |                                      |  |
|                                                                                              |                        | Expansão      |                              |       |  |  |                                      |  |
| Dados de Campo                                                                               | Den. "In Situ" (g/cm³) |               |                              |       |  |  |                                      |  |
|                                                                                              | Umidade Nat. (%)       |               |                              |       |  |  |                                      |  |
|                                                                                              | Grau de Comp. (%)      |               |                              |       |  |  |                                      |  |
| Equivalente de Areia                                                                         |                        |               |                              |       |  |  |                                      |  |
| Peso Específico Real (g/cm³)                                                                 |                        |               |                              |       |  |  |                                      |  |
| Módulo de Finura                                                                             |                        |               |                              |       |  |  |                                      |  |
| Diâmetro Máximo do Agreg.                                                                    |                        |               |                              |       |  |  |                                      |  |
| Impureza Orgânica ppm                                                                        |                        |               |                              |       |  |  |                                      |  |
| Torrões de Argila                                                                            |                        |               |                              |       |  |  |                                      |  |
| <b>OBSERVAÇÕES:</b>                                                                          |                        |               |                              |       |  |  |                                      |  |



| INDICAÇÕES GERAIS          |                      |
|----------------------------|----------------------|
| MATERIAL                   | SUB-BASE             |
| LOCALIZAÇÃO                | BR-101               |
| DISTÂNCIA AO EIXO          | A 0,7km              |
| PROPRIETÁRIO DO TERRENO    |                      |
| ENDEREÇO DO PROPRIETÁRIO   |                      |
| BENFEITORIAS               | NÃO HÁ               |
| TIPO DE VEGETAÇÃO          | RASTEIRA             |
| ÁREA                       | 2.500,00m²           |
| VOLUME DO EXPURGO          | 0,30mx2500m² = 750m³ |
| VOLUME UTILIZÁVEL (90%)    | 26.325,00m³          |
| ESPESSURA MÉDIA UTILIZÁVEL | 11,70m               |
| UTILIZAÇÃO                 | SUB-BASE             |
| MALHA                      | 50x50m               |
| OBSERVAÇÃO:                |                      |



**PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE**  
**SECRETARIA DE CONTROLE, DESENVOLVIMENTO URBANO E OBRAS**  
**EMPRESA DE URBANIZAÇÃO DO RECIFE - URB**

PROJETO  
**JAZIDA MARCHA RÉ**

SITUAÇÃO  
JABOATÃO DOS GUARARAPES/PE

ESCALA  
SEM ESCALA

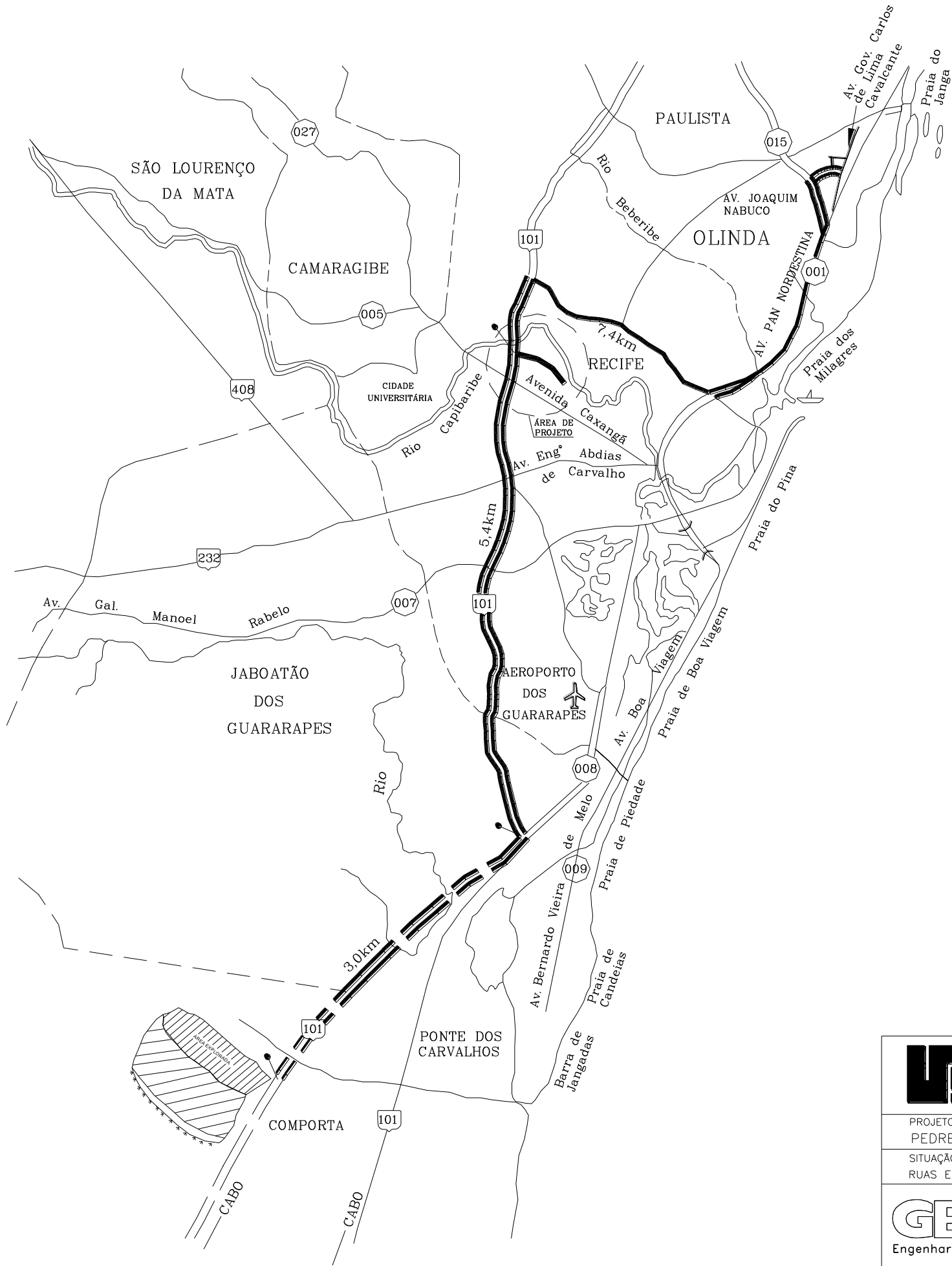
DATA  
10 DE AGOSTO DE 2012



**Engenharia & Planejamento**

|             |        |                                             |                  | <b>Boletim de Sondagem</b>                                                 |                      |                  | Área: Produção      |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------|---------------------|----------|
|                                                                                              |        |                                             |                  |                                                                            |                      |                  | Código: F.PR.12.00  |          |
|  URB-Recife |        |                                             |                  | JAZIDA                                                                     |                      |                  |                     |          |
|                                                                                              |        |                                             |                  | Localização: Entr.PE-017 (Muribeca)/Entr.BR-101 (Jaboatões dos Guararapes) |                      |                  |                     |          |
| Local da Obra: <b>Muribeca</b>                                                               |        |                                             |                  | Quadro: 1                                                                  |                      | Data: 10/08/2012 |                     |          |
| FURO<br>N°                                                                                   | ESTACA | ATERRO(A)<br>CORTE(C)<br>SEÇÃO<br>MISTA(SM) | POSIÇÃO<br>E-X-D | REG.<br>N°                                                                 | PROFUNDIDADE<br>(cm) |                  | CLASSIFICAÇÃO       | soluções |
|                                                                                              |        |                                             |                  |                                                                            | DE                   | A                |                     |          |
| 1                                                                                            |        |                                             |                  |                                                                            | 0                    | 30               | EXPURGO             |          |
|                                                                                              |        |                                             |                  | 657                                                                        | 30                   | 1200             | AR. SI. AG. AM. CL. | ©        |
|                                                                                              |        |                                             |                  |                                                                            | 1200                 | -                | AR. SI. AG. AM. CL. |          |
| 2                                                                                            |        |                                             |                  |                                                                            | 0                    | 30               | EXPURGO             |          |
|                                                                                              |        |                                             |                  | 658                                                                        | 30                   | 1200             | AR. SI. AG. AM. CL. | ©        |
|                                                                                              |        |                                             |                  |                                                                            | 1200                 | -                | AR. SI. AG. AM. CL. |          |
| 3                                                                                            |        |                                             |                  |                                                                            | 0                    | 30               | EXPURGO             |          |
|                                                                                              |        |                                             |                  | 659                                                                        | 30                   | 1200             | AR. SI. AG. AM. CL. | ©        |
|                                                                                              |        |                                             |                  |                                                                            | 1200                 | -                | AR. SI. AG. AM. CL. |          |
| 4                                                                                            |        |                                             |                  |                                                                            | 0                    | 30               | EXPURGO             |          |
|                                                                                              |        |                                             |                  | 660                                                                        | 30                   | 1200             | AR. SI. AG. AM. CL. | ©        |
|                                                                                              |        |                                             |                  |                                                                            | 1200                 | -                | AR. SI. AG. AM. CL. |          |
| 5                                                                                            |        |                                             |                  |                                                                            | 0                    | 30               | EXPURGO             |          |
|                                                                                              |        |                                             |                  | 661                                                                        | 30                   | 1200             | AR. SI. AG. AM. CL. | ©        |
|                                                                                              |        |                                             |                  |                                                                            | 1200                 | -                | AR. SI. AG. AM. CL. |          |
| 6                                                                                            |        |                                             |                  |                                                                            | 0                    | 30               | EXPURGO             |          |
|                                                                                              |        |                                             |                  | 662                                                                        | 30                   | 1200             | AR. SI. AG. AM. CL. | ©        |
|                                                                                              |        |                                             |                  |                                                                            | 1200                 | -                | AR. SI. AG. AM. CL. |          |
| 7                                                                                            |        |                                             |                  |                                                                            | 0                    | 30               | EXPURGO             |          |
|                                                                                              |        |                                             |                  | 663                                                                        | 30                   | 1200             | AR. SI. AG. AM. CL. | ©        |
|                                                                                              |        |                                             |                  |                                                                            | 1200                 | -                | AR. SI. AG. AM. CL. |          |
| 8                                                                                            |        |                                             |                  |                                                                            | 0                    | 30               | EXPURGO             |          |
|                                                                                              |        |                                             |                  | 664                                                                        | 30                   | 1200             | AR. SI. AG. AM. CL. | ©        |
|                                                                                              |        |                                             |                  |                                                                            | 1200                 | -                | AR. SI. AG. AM. CL. |          |
| 9                                                                                            |        |                                             |                  |                                                                            | 0                    | 30               | EXPURGO             |          |
|                                                                                              |        |                                             |                  | 665                                                                        | 30                   | 1200             | AR. SI. AG. AM. CL. | ©        |
|                                                                                              |        |                                             |                  |                                                                            | 1200                 | -                | AR. SI. AG. AM. CL. |          |
|                                                                                              |        |                                             |                  |                                                                            |                      |                  |                     |          |
|                                                                                              |        |                                             |                  |                                                                            |                      |                  |                     |          |
|                                                                                              |        |                                             |                  |                                                                            |                      |                  |                     |          |
|                                                                                              |        |                                             |                  |                                                                            |                      |                  |                     |          |
|                                                                                              |        |                                             |                  |                                                                            |                      |                  |                     |          |
| <b>OBSERVAÇÕES:</b>                                                                          |        |                                             |                  |                                                                            |                      |                  |                     |          |

|                                                                                                                |                       |                              |               |       |        |        |       |                    |        |       |       |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------|---------------|-------|--------|--------|-------|--------------------|--------|-------|-------|-------|
| <br>Engenharia & Planejamento |                       | <b>Resultados de Ensaios</b> |               |       |        |        |       | Área: Produção     |        |       |       |       |
|                                                                                                                |                       |                              |               |       |        |        |       | Código: F.PR.13.00 |        |       |       |       |
|                                                                                                                |                       | TERRENO NATURAL OU SUBLEITO  |               |       |        |        |       | Data: 10/08/2012   |        |       |       |       |
| Localização:                                                                                                   |                       |                              |               |       |        |        |       | Quadro: 1          |        |       |       |       |
| Local da Obra: Muribeca                                                                                        |                       |                              |               |       |        |        |       |                    |        |       |       |       |
| Localização: Entr.PE-017 (Muribeca)/Entr.BR-101 (Jaboatão dos Guararapes)                                      |                       |                              |               |       |        |        |       |                    |        |       |       |       |
| Registro Nº                                                                                                    | 657                   | 658                          | 659           | 660   | 661    | 662    | 663   | 664                | 665    |       |       |       |
| Furo                                                                                                           | 1                     | 2                            | 3             | 4     | 5      | 6      | 7     | 8                  | 9      |       |       |       |
| Estaca                                                                                                         |                       |                              |               |       |        |        |       |                    |        |       |       |       |
| Posição                                                                                                        |                       |                              |               |       |        |        |       |                    |        |       |       |       |
| casa                                                                                                           |                       |                              |               |       |        |        |       |                    |        |       |       |       |
| Profundidade (cm)                                                                                              | De                    | 30                           | 30            | 30    | 30     | 30     | 30    | 30                 | 30     |       |       |       |
|                                                                                                                | A                     | 1200                         | 1200          | 1200  | 1200   | 1200   | 1200  | 1200               | 1200   |       |       |       |
| Análise Granulométrica % Passando                                                                              | 2"                    | 100                          | 100           | 100   | 100    | 100    | 100   | 100                | 100    |       |       |       |
|                                                                                                                | 1"                    | 100                          | 100           | 100   | 98     | 100    | 100   | 100                | 100    |       |       |       |
|                                                                                                                | 3/8"                  | 95                           | 96            | 100   | 97     | 98     | 100   | 100                | 97     |       |       |       |
|                                                                                                                | Nº 4                  | 90                           | 94            | 100   | 97     | 97     | 100   | 100                | 99     |       |       |       |
|                                                                                                                | Nº 10                 | 85                           | 83            | 98    | 96     | 94     | 97    | 98                 | 99     |       |       |       |
|                                                                                                                | Nº 40                 | 42                           | 50            | 55    | 76     | 61     | 48    | 62                 | 78     |       |       |       |
|                                                                                                                | Nº 200                | 23                           | 28            | 34    | 55     | 28     | 30    | 37                 | 55     |       |       |       |
| Faixa AASHTO                                                                                                   | F / F                 | F / F                        | F / F         | F / F | F / F  | F / F  | F / F | F / F              | F / F  |       |       |       |
| L.L.                                                                                                           | N L                   | 32                           | N L           | 38    | N L    | 36     | 35    | 35                 | N L    |       |       |       |
| LP.                                                                                                            | N P                   | N P                          | N P           | 11    | N P    | 13     | 14    | N P                | N P    |       |       |       |
| EA                                                                                                             |                       |                              |               |       |        |        |       |                    |        |       |       |       |
| LG.                                                                                                            | 0                     | 0                            | 0             | 4     | 0      | 0      | 1     | 4                  | 0      |       |       |       |
| Classificação H. R. B.                                                                                         | A-1- b                | A-2- 4                       | A-2- 4        | A- 6  | A-2- 4 | A-2- 6 | A- 6  | A- 4               | A-2- 4 |       |       |       |
| Identificação pela Textura                                                                                     |                       |                              |               |       |        |        |       |                    |        |       |       |       |
| ASTHO                                                                                                          | Normal                | 12 Golpes                    | Dens. Máxima  |       |        |        |       |                    |        |       |       |       |
|                                                                                                                |                       |                              | Umidade Ótima |       |        |        |       |                    |        |       |       |       |
|                                                                                                                |                       |                              | I. S. C.      |       |        |        |       |                    |        |       |       |       |
|                                                                                                                |                       |                              | Expansão      |       |        |        |       |                    |        |       |       |       |
|                                                                                                                |                       |                              | Dens. Máxima  |       |        |        |       |                    |        |       |       |       |
|                                                                                                                |                       |                              | Umidade Ótima |       |        |        |       |                    |        |       |       |       |
|                                                                                                                | Intermed.             | 26 Golpes                    | Dens. Máxima  | 1,990 | 2,190  | 1,980  | 1,920 | 1,980              | 1,956  | 1,930 | 1,920 | 2,000 |
|                                                                                                                |                       |                              | Umidade Ótima | 8,1   | 7,0    | 8,2    | 10,4  | 9,8                | 9,8    | 11,8  | 13,9  | 10,5  |
|                                                                                                                |                       |                              | I. S. C.      | 37    | 22     | 21     | 14    | 21                 | 32     | 20    | 21    | 14    |
|                                                                                                                |                       |                              | Expansão      | 0,3   | 0,1    | 0,4    | 0,0   | 0,1                | 0,6    | 0,1   | 0,0   | 0,2   |
|                                                                                                                |                       |                              | Dens. Máxima  | 2,001 | 2,200  | 1,999  | 1,935 | 1,993              | 1,980  | 1,971 | 1,929 | 2,000 |
|                                                                                                                |                       |                              | Umidade Ótima | 7,9   | 6,9    | 7,9    | 10,2  | 9,5                | 9,5    | 11,5  | 13,8  | 10,3  |
|                                                                                                                | Modificado            | 56 Golpes                    | Dens. Máxima  |       |        |        |       |                    |        |       |       |       |
|                                                                                                                |                       |                              | Umidade Ótima |       |        |        |       |                    |        |       |       |       |
|                                                                                                                |                       |                              | I. S. C.      |       |        |        |       |                    |        |       |       |       |
|                                                                                                                |                       |                              | Expansão      |       |        |        |       |                    |        |       |       |       |
|                                                                                                                |                       |                              | Dens. Máxima  |       |        |        |       |                    |        |       |       |       |
|                                                                                                                |                       |                              | Umidade Ótima |       |        |        |       |                    |        |       |       |       |
| Dados                                                                                                          | Den. "In Situ"(g/cm³) | 1.652                        |               | 1.663 |        | 1.703  |       | 1.621              |        | 1.700 |       |       |
| de                                                                                                             | Umidade Nat. (%)      | 2,6                          |               | 3,0   |        | 4,0    |       | 3,0                |        | 2,9   |       |       |
| Campo                                                                                                          | Grau de Comp. (%)     | 83%                          |               | 84%   |        | 86%    |       | 84%                |        | 86%   |       |       |
| Equivalente de Areia                                                                                           |                       |                              |               |       |        |        |       |                    |        |       |       |       |
| Peso Específico Real (g/cm³)                                                                                   |                       |                              |               |       |        |        |       |                    |        |       |       |       |
| Módulo de Finura                                                                                               |                       |                              |               |       |        |        |       |                    |        |       |       |       |
| Diâmetro Máximo do Agreg.                                                                                      |                       |                              |               |       |        |        |       |                    |        |       |       |       |
| Impureza Orgânica ppm                                                                                          |                       |                              |               |       |        |        |       |                    |        |       |       |       |
| Torrões de Argila                                                                                              |                       |                              |               |       |        |        |       |                    |        |       |       |       |
| OBSERVAÇÕES:                                                                                                   |                       |                              |               |       |        |        |       |                    |        |       |       |       |
| AMOSTRAS COLETADAS NO TALUDE DA BARREIRA                                                                       |                       |                              |               |       |        |        |       |                    |        |       |       |       |



| INDICAÇÕES GERAIS                  |        |      |                                    |  |                                   |
|------------------------------------|--------|------|------------------------------------|--|-----------------------------------|
| MATERIAL                           |        |      | ROCHA                              |  |                                   |
| LOCALIZAÇÃO                        |        |      | EST- 0 LD                          |  |                                   |
| DISTÂNCIA AO EIXO                  |        |      | 31,7km                             |  |                                   |
| PROPRIETÁRIO                       |        |      | PEDREIRA GUARANY - QUEIROZ GALVÃO  |  |                                   |
| ENDEREÇO DO PROPRIETÁRIO           |        |      | COMPORTA - JABOATÃO DOS GUARARAPES |  |                                   |
| BENFEITORIAS                       |        |      |                                    |  |                                   |
| TIPO DE VEGETAÇÃO                  |        |      |                                    |  |                                   |
| ÁREA                               |        |      |                                    |  |                                   |
| VOLUME DO EXPURGO                  |        |      |                                    |  |                                   |
| VOLUME UTILIZÁVEL                  |        |      | SUFICIENTE                         |  |                                   |
| ESPESSURA MÉDIA UTILIZÁVEL         |        |      |                                    |  |                                   |
| UTILIZAÇÃO                         |        |      | BASE, REVESTIMENTO E O.A.C         |  |                                   |
| MALHAS                             |        |      |                                    |  |                                   |
| ENSAIO                             |        |      | MÉTODO                             |  | RESULTADO                         |
| ABRASÃO "LOS ANGELES"              |        |      | ABNT MB-170                        |  | 20 %                              |
| ADESIVIDADE                        |        |      | DNER ME-79-63                      |  | MÁ - SATISFATÓRIA                 |
| ÍNDICE DE FORMA                    |        |      | DNER ME-86-64                      |  |                                   |
| ADESIVIDADE                        |        |      |                                    |  |                                   |
| PESO TOTAL DA AMOSTRA - 28,103kg   |        |      |                                    |  |                                   |
| GRANULOMETRIA<br>%<br>PENEIRAMENTO | 3"     | 99,8 |                                    |  | OBS.:<br><br>EXPLORAÇÃO COMERCIAL |
|                                    | 2 1/2" | 94,3 |                                    |  |                                   |
|                                    | 2"     | 36,2 |                                    |  |                                   |
|                                    | 1 1/2" | 12,4 |                                    |  |                                   |
|                                    | 3/4"   | 0,6  |                                    |  |                                   |
|                                    | FUNDO  |      |                                    |  |                                   |
|                                    |        |      |                                    |  |                                   |



PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE

SECRETARIA DE CONTROLE, DESENVOLVIMENTO URBANO E OBRAS

EMPRESA DE URBANIZAÇÃO DO RECIFE - URB

PROJETO

PEDREIRA GUARANY

SITUAÇÃO

RUAS EM RECIFE/PERNAMBUCO

ESCALA

SEM ESCALA

DATA

2012



Engenharia & Planejamento

---

## 4. Projetos

### 4.1. Projeto de CONTENÇÃO e Drenagem

#### 4.1.1. Generalidades

O projeto foi desenvolvido para contenção da encosta em 01 (um) patamar, conforme apresentação na planta baixa e seções. Sendo esta contenção situada na Rua Ribamar, no Vasco da Gama.

A solução indicada foi à construção de muro de arrimo inclinado em alvenaria de pedras rachão argamassadas, devido à maior facilidade e baixo custo de construção. A contenção localiza-se entre os imóveis **nº884, 01C e 01D**. Entre as estacas **0+5,00 e 0+12,50**, foi projetado um muro inclinado com 3,50m de altura e 7,50m de extensão. Entre as estacas **0+12,50 e 1+12,50**, foi projetado um muro inclinado com 2,50m de altura e 20,00m de extensão. Entre as estacas **1+12,50 e 1+17,50**, foi projetado um muro inclinado com 1,50m de altura e 5,00m de extensão. Estes foram locados seguindo as coordenadas indicadas em planta. No topo da contenção, ao lado do imóvel nº113A, haverá um passeio projetado seguido de mureta de proteção em toda sua extensão e uma canaleta com tampa com dimensão de 0,40x040m para drenagem de águas pluviais e que desaguará na canaleta do muro de arrimo projetado. E entre os imóveis nº 01C e 01D foi projetado um passeio cimentado. Entre o passeio e o muro foi projetada uma proteção para o terreno natural com tela argamassada. Haverá necessidade de demolir um trecho do passeio cimentado ao lado do imóvel nº 113A e o mesmo será reconstruído.

O acesso aos imóveis será feito pelo passeio cimentado projetado ao lado e da escadaria existente como já acontece atualmente.

Haverá necessidade de desapropriação dos imóveis nº 01E, 01G e 633 para viabilizar a construção do muro de arrimo no trecho indicado acima e na planta baixa.

---

Considerar refazer 10,00m da placa de concreto da canaleta existente da Rua Aracagi, pois há trechos, próximos a Rua Vasco da Gama, que essa placa encontra-se quebrada e com buracos em sua superfície.

#### 4.1.2. Concepção do Projeto

Para o dimensionamento foram considerados os parâmetros de resistência dos materiais empregados na execução de muros de arrimo em alvenaria de pedras obtidos da literatura existente. Os parâmetros físicos do solo foram estimados com base na experiência com este tipo de obras nas áreas de morros de Recife, devendo, portanto, serem confirmados quando este trabalho for utilizado na fase de obras.

O cálculo do empuxo de terra foi feito através da teoria de Coulomb e o dimensionamento das seções transversais, para atender às condições de estabilidade, foi efetuado com a utilização de programa específico de computador.

A seguir são definidos todos os parâmetros estabelecidos para o muro de arrimo, terrapleno e solo de fundação.

#### **Materiais:**

Pedras rachão perfeitamente limpas, adequadamente assentadas com argamassa de cimento e areia no traço 1:6.

#### **Drenagem:**

Barbacãs em tubos de PVC rígido com diâmetro de 100mm, atravessando o muro, espaçados alternadamente a cada 2,00m na direção horizontal e a cada 1,00m na direção vertical.

Do lado do aterro os tubos deverão ser tampados com tela (3mm de malha) ou manta bidim para evitar a fuga do material drenante, composto de brita 25 e areia.

---

**Parâmetros utilizados:**

- a) Inclinação do terreno de aterro: terrapleno com inclinação máxima de  $30^\circ$
- b) Sobrecarga junto ao muro:  $q = 0,30tf / m^2$
- c) Ângulo de atrito interno:  $\varphi = 30^\circ$
- d) Peso específico do solo:  $\gamma_s = 1,80tf / m^3$
- e) Peso específico do muro:  $\gamma_m = 2,20tf / m^2$
- f) Tensão admissível máxima no terreno de fundação:  $\bar{\sigma}_s = 12,00tf / m^2$

#### 4.1.3. Plano de Execução do Muro de Arrimo

São construídos gabaritos de madeira a cada 10m, ao longo do eixo dos mesmos, definindo a seção do maciço conforme as dimensões do projeto.

A manutenção da seção transversal do muro é garantida através da utilização de linhas de nylon ou arame recozido devidamente esticado, passados de um gabarito a outro.

Efetuada a locação do alinhamento do muro, é executada a escavação da área. Para contenção de cortes, é feita uma escavação adicional a montante do muro, executando-se um talude de pequeno ângulo que ofereça segurança à área de trabalho, de maneira que seja propiciando um espaço maior para a execução dos serviços.

Após a escavação, o fundo das cavas deverá ser compactado utilizando-se soquetes de 30 a 50 kg e regularizado com a aplicação de um lastro de concreto agro com 5cm de espessura e largura 10 centímetros maiores que a da base do muro de arrimo.

Deverão ser selecionadas pedras de boa qualidade e graduação uniforme, não se admitindo o uso de material em estado de decomposição ou capa de pedreira.

As pedras deverão ser assentadas com argamassa de cimento e areia no traço indicado pelo projeto ou, na falta desta indicação, no traço 1:6. Essas pedras serão colocadas lado a lado em

camadas horizontais, e umedecida em toda a largura e comprimento do muro, lançando-se, em seguida, a argamassa sobre a superfície das mesmas, de modo a possibilitar a aderência com a camada subsequente.

Para evitar rachaduras provocadas pelas retrações do muro, pelas variações da temperatura ou por pequenas acomodações do terreno de fundação, recomenda-se colocar juntas verticais ao longo da extensão do mesmo. Estas juntas, distantes entre si de 6 metros, devem ser colocadas quando da extensão do muro, devendo ser no material do tipo geotextil bidim op 30 ou similar ou outro material designado pelas especificações da obra. Deverá ser revestida posteriormente com selante a base de asfalto.

Os vazios entre as pedras serão preenchidos com pedras menores, sempre que possível, para proporcionar uma melhor coesão entre elas, aumentando, assim, a estabilidade do maciço

Desse modo, em camadas sucessivas, o muro será executado até atingir a altura indicada no projeto.

No caso de parâmetros de contenção, deverá ser prevista a drenagem das águas oriundas do talude, por meio de barbacãs uniformemente distribuídos de acordo com o projeto. Na falta de um projeto específico, considera-se como ideal a proporção de  $100\text{cm}^2$  de drenos por metro quadrado de parâmetro.

Esses dispositivos são colocados durante a execução do muro, nas coordenadas e declividade definidas em projeto.

Quando o muro de contenção intercepta o lençol freático ou quando a permeabilidade do terreno contido apresenta-se elevada, simultaneamente com a confecção do muro deverá ser executada uma camada de material filtrante (areia, brita, manta geotéxtil) com 20cm de espessura, internamente, em toda a altura do parâmetro em contato com o terreno.

---

#### 4.1.4. Drenagem

Para solucionar a drenagem da área em estudo foi projetado canaletas em alvenaria de tijolo maciço com seção 0,40m x 0,40m, localizadas na crista da barreira recebendo a contribuição vinda do terreno das casas no topo da barreira responsável pelo recolhimento das águas pluviais. Adota-se este procedimento para canalizar as águas que escoam pelas barreiras, evitando infiltrações nas bases dos muros. A canaleta projetada no topo da contenção da Rua Ribamar terá destino final na canaleta existente da escadaria da Rua Aracagi. Considerar limpeza de 30,00m da canaleta existente da Rua Aracagi.

#### 4.1.5. Apresentação dos resultados

A seguir apresenta-se o dimensionamento das canaletas, a memória de cálculo dos muros de arrimo, o mapa de cubagem e os detalhes tipo da seção dos muros de arrimo a serem implantados, da canaleta em alvenaria, com as indicações das dimensões e do tipo de material a ser utilizado, e em anexo estão sendo apresentadas as seções transversais e a planta com a locação e amarração dos muros projetados.

## Dimensionamento das canaletas

| VAZÕES PARA CANALETAS - A < 1(ha) |             |      |                       |         |                     |       |       |        |                       |            |         |       |                       |
|-----------------------------------|-------------|------|-----------------------|---------|---------------------|-------|-------|--------|-----------------------|------------|---------|-------|-----------------------|
| Canaleta no topo da contenção     |             | L(m) | H <sub>util</sub> (m) | i(m/m)  | Am(m <sup>2</sup> ) | Pm(m) | Rh    | V(m/s) | Qp(m <sup>3</sup> /s) | c(run-off) | i(cm/h) | A(ha) | Qs(m <sup>3</sup> /s) |
| 0 + 0,00                          | a 1 + 10,00 | 0,40 | 0,40                  | 0,00200 | 0,160               | 1,200 | 0,133 | 0,834  | 0,133                 | 0,60       | 13,13   | 0,400 | 0,088                 |

| Canaleta no topo do muro |             | L(m) | H <sub>util</sub> (m) | i(m/m)  | Am(m <sup>2</sup> ) | Pm(m) | Rh    | V(m/s) | Qp(m <sup>3</sup> /s) | c(run-off) | i(cm/h) | A(ha) | Qs(m <sup>3</sup> /s) |
|--------------------------|-------------|------|-----------------------|---------|---------------------|-------|-------|--------|-----------------------|------------|---------|-------|-----------------------|
| 0 + 5,00                 | a 1 + 13,32 | 0,40 | 0,40                  | 0,00200 | 0,160               | 1,200 | 0,133 | 0,834  | 0,133                 | 0,60       | 13,13   | 0,400 | 0,088                 |

## MURO DE ARRIMO ALVENARIA DE PEDRA - MEMÓRIA DE CÁLCULO

### TERRENO INCLINADO

$$H = 2,50 \text{ m}$$

$$fck = \text{kg/cm}^2$$

$$\alpha = 30 \text{ graus}$$

$$\phi_1 = 0$$

$$\phi = 0$$

$$\gamma_t = 1,80 \text{ t/m}^3$$

$$\sigma_s = 12,00 \text{ t/m}^2$$

$$\varphi = 30 \text{ graus}$$

$$\gamma_C = 2,20 \text{ t/m}^3$$

### Parte 1 - Fixação das dimensões

#### A - Cálculo do empuxo de Terra

a) Altura de terra equivalente à sobrecarga do terreno adjacente ao topo do muro.

$$q = \text{kg/m}^2$$

$$h_o = \text{m}$$

b) Coeficiente de empuxo

$$k_o = 0,7$$

c) Altura total

$$h' = 0,00 \text{ m}$$

$$h = 2,50 \text{ m}$$

$$H = 2,50 \text{ m}$$

d) Grandeza de empuxo

$$C = 0$$

$$E = 3,94 \text{ t/m}$$

e) Direção do empuxo

$$\delta = 0 \text{ horizontal}$$

f) Ponto de aplicação

$$y = 0,83 \text{ m}$$

$$y_e = 1,53 \text{ m}$$

B - Momento fletor na base do muro devido ao empuxo

$$M_e = 6,04 \text{ tm}$$

C - Pré-dimensionamento

a) Base do muro

$$d = 24,57 \text{ cm}$$

$$d_i = 28,57 \text{ cm} \quad \text{arred.} = 1,50 \text{ m}$$

b) Topo do muro

$$d_o = 0,5 \text{ m}$$

c) Sapata

$$\text{Largura} \quad b_s = 2,50 \text{ arred.} = 2,50 \text{ cm}$$

$$b_r (\text{ponta}) = 0,50 \quad b_t (\text{talão}) = 0,50 \quad b_s = 2,50$$

## Parte 2 - Verificação do conjunto

### A - Cargas Verticais

#### a) No topo do muro

|                     |          |                    |
|---------------------|----------|--------------------|
| $h1 =$              | 0,00 m   |                    |
| $q. \text{ alv.} =$ | 0,20 t/m | (alv. singela)     |
| $e =$               | 0,40 m   | (sem revestimento) |
| $Go =$              | 0,00 t   |                    |
| $go =$              | 0,70 m   |                    |

#### b) Peso do muro

|        |        |
|--------|--------|
| $Gm =$ | 5,50 t |
| $xm =$ | 0,5417 |
| $gm =$ | 1,46 m |

#### c) Peso da sapata

|          |         |                   |          |      |
|----------|---------|-------------------|----------|------|
| $Gsr1 =$ | 0,770 t | Braço de alavanca | $Gsr1 =$ | 0,25 |
| $Gsr2 =$ | 0,000 t |                   | $Gsr2 =$ | 0,33 |
| $Gsi =$  | 2,310 t |                   | $Gsi =$  | 1,25 |
| $Gst1 =$ | 0,770 t |                   | $Gst1 =$ | 2,25 |
| $Gst2 =$ | 0,000 t |                   | $Gst2 =$ | 2,17 |

#### d) Peso de terra na sapata

|         |         |                   |         |        |
|---------|---------|-------------------|---------|--------|
| $Gr1 =$ | 0,000 t | Braço de alavanca | $Gr1 =$ | 0,25 m |
| $Gr2 =$ | 0,000 t |                   | $Gr2 =$ | 0,17 m |
| $Gt1 =$ | 2,250 t |                   | $Gt1 =$ | 2,25 m |
| $Gt2 =$ | 0,000 t |                   | $Gt2 =$ | 2,33 m |

#### e) Braço do empuxo

|        |        |
|--------|--------|
| $y' =$ | 1,53 m |
|--------|--------|

### B - Momentos

|              |          |
|--------------|----------|
| $Go*go =$    | - tm     |
| $Gm*gm =$    | 8,021 tm |
| $Gsr*gsr1 =$ | 0,193 tm |
| $Gsr*gsr2 =$ | - tm     |
| $Gsi*gsi =$  | 2,888 tm |
| $Gst*gst1 =$ | 1,733 tm |
| $Gst*gst2 =$ | - tm     |
| $Gr1*gr1 =$  | - tm     |
| $Gr2*gr2 =$  | - tm     |
| $Gt1*gt1 =$  | 5,063 tm |
| $Gt2*gt2 =$  | - tm     |

$$Mi = 17,90 \text{ tm}$$

$$Me = E*y' = 6,038 \text{ tm}$$

$$M = 11,86 \text{ tm}$$

### C - Componentes

#### a) Componente Normal

$$N = 11,60 \text{ t/m}$$

#### b) Componente Tangencial

$$T = E = 3,94 \text{ t/m}$$

**D - Posição do centro de pressão - ponto de aplicação da resultante**

$$v = 1,022$$

**E - Excentricidade**

$$e = 0,228$$

**F - Equilíbrio estático**

**a) Escorregamento**

$$\varepsilon_1 = 1,620$$

**b) Tombamento**

$$\varepsilon_2 = 2,964$$

**G - Equilíbrio Elástico**

**a) Cálculos auxiliares**

$$\sigma_m = 4,640 \text{ t/m}^2$$

$$6e/bs = 0,547$$

**b) Tensão max e min.**

$$\sigma_{\max} = 7,176 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_{\min} = 2,104 \text{ t/m}^2$$

**Parte 3 - Cálculo dos esforços solicitantes e das armações**

**A - Cálculo dos esforços**

$$p_s = 0,000 \text{ t/m}^2$$

$$p_i = 3,150 \text{ t/m}^2$$

$$p = 3,150 \text{ t/m}^2$$

Foram analisadas seções a cada n m do topo do muro

$$n = 0,625$$

$$v_0 = 0,000$$

$$p_{v0} = 0,000$$

$$\text{com } h' = 0$$

$$v_1 = 0,625$$

$$p_{v1} = 0,788$$

$$h_{\text{tot}} = 2,50$$

$$v_2 = 1,250$$

$$p_{v2} = 1,575$$

$$v_x = x_n + h'$$

$$v_3 = 1,875$$

$$p_{v3} = 2,363$$

$$v_4 = 2,500$$

$$p_{v4} = 3,150$$

**B- Tabela dos Cortantes, Momentos e Armações nas seções**

| Juntas | h (m) | H (m) | bi (m) | CARGAS |       |       | xgo (m) | xgm(m) | xgt(m) |
|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|---------|--------|--------|
|        |       |       |        | Go(t)  | Gm(t) | Gt(t) |         |        |        |
| 0      | 0,00  | 0,00  | 0,50   | 0,00   | -     | 0,00  | 0,70    | 0,33   | 0,50   |
| 1      | 0,63  | 0,63  | 0,75   | 0,00   | 0,86  | 0,07  | 0,70    | 0,43   | 0,71   |
| 2      | 1,25  | 1,25  | 1,00   | 0,00   | 2,06  | 0,28  | 0,70    | 0,61   | 0,92   |
| 3      | 1,88  | 1,88  | 1,25   | 0,00   | 3,61  | 0,63  | 0,70    | 0,79   | 1,13   |
| 4      | 2,50  | 2,50  | 1,50   | 0,00   | 5,50  | 1,13  | 0,70    | 0,96   | 1,25   |

| Mi   | E (t) | ye (m) | Me   | $\varepsilon_M = M_i - M_e \text{ (tm)}$ | u (m) | em (m) | $\varepsilon_1$ | $\varepsilon_2$ | $\sigma_1 \text{ (t/m}^2\text{)}$ | $\sigma_2 \text{ (t/m}^2\text{)}$ |
|------|-------|--------|------|------------------------------------------|-------|--------|-----------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 0,00 | 0,00  | 0,00   | 0,00 | 0,00                                     | 0,00  | 0,25   | 0,00            | 0,00            | 0,00                              | 0,00                              |
| 0,42 | 0,25  | 0,21   | 0,05 | 0,37                                     | 0,40  | -0,02  | 2,64            | 8,23            | 1,00                              | 1,48                              |
| 1,52 | 0,98  | 0,42   | 0,41 | 1,11                                     | 0,47  | 0,03   | 1,67            | 3,70            | 2,73                              | 1,96                              |
| 3,55 | 2,21  | 0,63   | 1,38 | 2,16                                     | 0,51  | 0,11   | 1,34            | 2,56            | 5,27                              | 1,52                              |
| 6,68 | 3,94  | 0,83   | 3,28 | 3,40                                     | 0,51  | 0,24   | 1,18            | 2,03            | 8,61                              | 0,22                              |

**C - Cálculo dos esforços na sapata**

**1 - Carga na sapata**

$$\sigma_{\max} = 7,18 \text{ t/m}^2$$

$$b_o = 3,067 \text{ m}$$

$$\sigma_{\text{facedo muro}} = 6,332 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_{\min} = 2,1 \text{ t/m}^2$$

s/tração

c/ponta da sapata

$$\sigma_m = 4,64 \text{ t/m}^2$$

s/tração

$$\sigma_{\max 1} = 7,56 \text{ t/m}^2$$

## MURO DE ARRIMO ALVENARIA DE PEDRA - MEMÓRIA DE CÁLCULO

### TERRENO INCLINADO

$$H = 3,50 \text{ m}$$

$$fck = \text{kg/cm}^2$$

$$\alpha = 30 \text{ graus}$$

$$\phi_1 = 0$$

$$\phi = 0$$

$$\gamma_t = 1,80 \text{ t/m}^3$$

$$\sigma_s = 12,00 \text{ t/m}^2$$

$$\varphi = 30 \text{ graus}$$

$$\gamma_C = 2,20 \text{ t/m}^3$$

### Parte 1 - Fixação das dimensões

#### A - Cálculo do empuxo de Terra

a) Altura de terra equivalente à sobrecarga do terreno adjacente ao topo do muro.

$$q = \text{kg/m}^2$$

$$h_o = \text{m}$$

b) Coeficiente de empuxo

$$k_o = 0,7$$

c) Altura total

$$h' = 0,00 \text{ m}$$

$$h = 3,50 \text{ m}$$

$$H = 3,50 \text{ m}$$

d) Grandeza de empuxo

$$C = 0$$

$$E = 7,72 \text{ t/m}$$

e) Direção do empuxo

$$\delta = 0 \text{ horizontal}$$

f) Ponto de aplicação

$$y = 1,17 \text{ m}$$

$$y_e = 1,87 \text{ m}$$

B - Momento fletor na base do muro devido ao empuxo

$$M_e = 14,41 \text{ tm}$$

C - Pré-dimensionamento

a) Base do muro

$$d = 37,96 \text{ cm}$$

$$d_i = 41,96 \text{ cm} \quad \text{arred.} = 2,30 \text{ m}$$

b) Topo do muro

$$d_o = 0,6 \text{ m}$$

c) Sapata

$$\text{Largura} \quad b_s = 3,30 \text{ arred.} = 3,30 \text{ cm}$$

$$b_r (\text{ponta}) = 0,40 \quad b_t (\text{talão}) = 0,60 \quad b_s = 3,30$$

## Parte 2 - Verificação do conjunto

### A - Cargas Verticais

#### a) No topo do muro

|                     |          |                    |
|---------------------|----------|--------------------|
| $h1 =$              | 0,00 m   |                    |
| $q. \text{ alv.} =$ | 0,20 t/m | (alv. singela)     |
| $e =$               | 0,40 m   | (sem revestimento) |
| $Go =$              | 0,00 t   |                    |
| $go =$              | 0,60 m   |                    |

#### b) Peso do muro

|        |         |
|--------|---------|
| $Gm =$ | 11,17 t |
| $xm =$ | 0,808   |
| $gm =$ | 1,89 m  |

#### c) Peso da sapata

|          |         |                   |          |      |
|----------|---------|-------------------|----------|------|
| $Gsr1 =$ | 0,616 t | Braço de alavanca | $Gsr1 =$ | 0,20 |
| $Gsr2 =$ | 0,000 t |                   | $Gsr2 =$ | 0,27 |
| $Gsi =$  | 3,540 t |                   | $Gsi =$  | 1,55 |
| $Gst1 =$ | 0,924 t |                   | $Gst1 =$ | 3,00 |
| $Gst2 =$ | 0,000 t |                   | $Gst2 =$ | 2,90 |

#### d) Peso de terra na sapata

|         |         |                   |         |        |
|---------|---------|-------------------|---------|--------|
| $Gr1 =$ | 0,000 t | Braço de alavanca | $Gr1 =$ | 0,20 m |
| $Gr2 =$ | 0,000 t |                   | $Gr2 =$ | 0,13 m |
| $Gt1 =$ | 3,780 t |                   | $Gt1 =$ | 3,00 m |
| $Gt2 =$ | 0,000 t |                   | $Gt2 =$ | 3,10 m |

#### e) Braço do empuxo

|        |        |
|--------|--------|
| $y' =$ | 1,87 m |
|--------|--------|

### B - Momentos

|              |           |
|--------------|-----------|
| $Go*go =$    | - tm      |
| $Gm*gm =$    | 21,124 tm |
| $Gsr*gsr1 =$ | 0,123 tm  |
| $Gsr*gsr2 =$ | - tm      |
| $Gsi*gsi =$  | 5,49 tm   |
| $Gst*gst1 =$ | 2,772 tm  |
| $Gst*gst2 =$ | - tm      |
| $Gr1*gr1 =$  | - tm      |
| $Gr2*gr2 =$  | - tm      |
| $Gt1*gt1 =$  | 11,34 tm  |
| $Gt2*gt2 =$  | - tm      |

$$Mi = 40,85 \text{ tm}$$

$$Me = E*y' = 14,406 \text{ tm}$$

$$M = 26,44 \text{ tm}$$

### C - Componentes

#### a) Componente Normal

$$N = 20,03 \text{ t/m}$$

#### b) Componente Tangencial

$$T = E = 7,72 \text{ t/m}$$

**D - Posição do centro de pressão - ponto de aplicação da resultante**

$$v = 1,32$$

**E - Excentricidade**

$$e = 0,33$$

**F - Equilíbrio estático**

**a) Escorregamento**

$$\varepsilon_1 = 1,430$$

**b) Tombamento**

$$\varepsilon_2 = 2,836$$

**G - Equilíbrio Elástico**

**a) Cálculos auxiliares**

$$\sigma_m = 6,069 \text{ t/m}^2$$

$$6e/bs = 0,599$$

**b) Tensão max e min.**

$$\sigma_{\max} = 9,706 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_{\min} = 2,432 \text{ t/m}^2$$

**Parte 3 - Cálculo dos esforços solicitantes e das armações**

**A - Cálculo dos esforços**

$$p_s = 0,000 \text{ t/m}^2$$

$$p_i = 4,410 \text{ t/m}^2$$

$$p = 4,410 \text{ t/m}^2$$

Foram analisadas seções a cada n m do topo do muro

$$n = 0,875$$

$$v_0 = 0,000$$

$$p_{v0} = 0,000$$

$$\text{com } h' = 0$$

$$v_1 = 0,875$$

$$p_{v1} = 1,103$$

$$h_{\text{tot}} = 3,50$$

$$v_2 = 1,750$$

$$p_{v2} = 2,205$$

$$v_x = x_n + h'$$

$$v_3 = 2,625$$

$$p_{v3} = 3,308$$

$$v_4 = 3,500$$

$$p_{v4} = 4,410$$

**B- Tabela dos Cortantes, Momentos e Armações nas seções**

| Juntas | h (m) | H (m) | bi (m) | CARGAS |       |       | xgo (m) | xgm(m) | xgt(m) |
|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|---------|--------|--------|
|        |       |       |        | Go(t)  | Gm(t) | Gt(t) |         |        |        |
| 0      | 0,00  | 0,00  | 0,60   | 0,00   | -     | 0,00  | 0,60    | 0,40   | 0,40   |
| 1      | 0,88  | 0,88  | 1,03   | 0,00   | 1,56  | 0,12  | 0,60    | 0,61   | 0,98   |
| 2      | 1,75  | 1,75  | 1,45   | 0,00   | 3,95  | 0,47  | 0,60    | 0,91   | 1,35   |
| 3      | 2,63  | 2,63  | 1,88   | 0,00   | 7,15  | 1,06  | 0,60    | 1,20   | 1,73   |
| 4      | 3,50  | 3,50  | 2,30   | 0,00   | 11,17 | 1,89  | 0,60    | 1,49   | 2,00   |

| Mi    | E (t) | ye (m) | Me   | $\varepsilon M = M_i - M_e$ (tm) | u (m) | em (m) | $\varepsilon_1$ | $\varepsilon_2$ | $\sigma_1$ (t/m <sup>2</sup> ) | $\sigma_2$ (t/m <sup>2</sup> ) |
|-------|-------|--------|------|----------------------------------|-------|--------|-----------------|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 0,00  | 0,00  | 0,00   | 0,00 | 0,00                             | 0,00  | 0,30   | 0,00            | 0,00            | 0,00                           | 0,00                           |
| 1,07  | 0,48  | 0,29   | 0,14 | 0,93                             | 0,55  | -0,04  | 2,44            | 7,59            | 1,27                           | 2,02                           |
| 4,22  | 1,93  | 0,58   | 1,13 | 3,10                             | 0,70  | 0,02   | 1,60            | 3,75            | 3,35                           | 2,74                           |
| 10,42 | 4,34  | 0,88   | 3,80 | 6,62                             | 0,81  | 0,13   | 1,32            | 2,74            | 6,21                           | 2,54                           |
| 20,44 | 7,72  | 1,17   | 9,00 | 11,43                            | 0,88  | 0,27   | 1,18            | 2,27            | 9,74                           | 1,62                           |

**C - Cálculo dos esforços na sapata**

**1 - Carga na sapata**

$$\sigma_{\max} = 9,71 \text{ t/m}^2$$

$$b_o = 3,961 \text{ m}$$

$$\sigma_{\text{facedomuro}} = 9,091 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_{\min} = 2,43 \text{ t/m}^2$$

s/tração

c/ponta da sapata

$$\sigma_m = 6,07 \text{ t/m}^2$$

s/tração

$$\sigma_{\max 1} = 10,11 \text{ t/m}^2$$

## MURO DE ARRIMO ALVENARIA DE PEDRA - MEMÓRIA DE CÁLCULO

### TERRENO INCLINADO

$$H = 4,50 \text{ m}$$

$$fck = \text{kg/cm}^2$$

$$\alpha = 30 \text{ graus}$$

$$\varphi 1 = 0$$

$$\phi = 0$$

$$\gamma t = 1,80 \text{ t/m}^3$$

$$\sigma s = 12,00 \text{ t/m}^2$$

$$\varphi = 30 \text{ graus}$$

$$\gamma C = 2,20 \text{ t/m}^3$$

### Parte 1 - Fixação das dimensões

#### A - Cálculo do empuxo de Terra

a) Altura de terra equivalente à sobrecarga do terreno adjacente ao topo do muro.

$$q = \text{kg/m}^2$$

$$h_o = \text{m}$$

b) Coeficiente de empuxo

$$k_o = 0,7$$

c) Altura total

$$h' = 0,00 \text{ m}$$

$$h = 4,50 \text{ m}$$

$$H = 4,50 \text{ m}$$

d) Grandeza de empuxo

$$C = 0$$

$$E = 12,76 \text{ t/m}$$

e) Direção do empuxo

$$\delta = 0 \text{ horizontal}$$

f) Ponto de aplicação

$$y = 1,50 \text{ m}$$

$$y_e = 2,20 \text{ m}$$

#### B - Momento fletor na base do muro devido ao empuxo

$$M_e = 28,07 \text{ tm}$$

#### C - Pré-dimensionamento

a) Base do muro

$$d = 52,98 \text{ cm}$$

$$d_i = 56,98 \text{ cm} \quad \text{arred.} = 3,30 \text{ m}$$

b) Topo do muro

$$d_o = 1 \text{ m}$$

c) Sapata

$$\text{Largura } bs = 4,70 \text{ arred.} = 4,70 \text{ cm}$$

$$br(\text{ponta}) = 0,70 \quad br(\text{ponta}) = 0,70 \quad bs = 4,70$$

## Parte 2 - Verificação do conjunto

### A - Cargas Verticais

#### a) No topo do muro

|                     |          |                    |
|---------------------|----------|--------------------|
| $h_1 =$             | 0,00 m   |                    |
| $q. \text{ alv.} =$ | 0,20 t/m | (alv. singela)     |
| $e =$               | 0,40 m   | (sem revestimento) |
| $G_o =$             | 0,00 t   |                    |
| $g_o =$             | 0,90 m   |                    |

#### b) Peso do muro

|         |         |
|---------|---------|
| $G_m =$ | 21,29 t |
| $x_m =$ | 1,1775  |
| $g_m =$ | 2,82 m  |

#### c) Peso da sapata

|             |         |                   |             |      |
|-------------|---------|-------------------|-------------|------|
| $G_{sr1} =$ | 1,078 t | Braço de alavanca | $G_{sr1} =$ | 0,35 |
| $G_{sr2} =$ | 0,000 t |                   | $G_{sr2} =$ | 0,47 |
| $G_{si} =$  | 5,080 t |                   | $G_{si} =$  | 2,35 |
| $G_{st1} =$ | 1,078 t |                   | $G_{st1} =$ | 4,35 |
| $G_{st2} =$ | 0,000 t |                   | $G_{st2} =$ | 4,23 |

#### d) Peso de terra na sapata

|            |         |                   |            |        |
|------------|---------|-------------------|------------|--------|
| $G_{r1} =$ | 0,000 t | Braço de alavanca | $G_{r1} =$ | 0,35 m |
| $G_{r2} =$ | 0,000 t |                   | $G_{r2} =$ | 0,23 m |
| $G_{t1} =$ | 5,670 t |                   | $G_{t1} =$ | 4,35 m |
| $G_{t2} =$ | 0,000 t |                   | $G_{t2} =$ | 4,47 m |

#### e) Braço do empuxo

|        |       |
|--------|-------|
| $y' =$ | 2,2 m |
|--------|-------|

### B - Momentos

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| $G_o * g_o =$        | - tm      |
| $G_m * g_m =$        | 60,077 tm |
| $G_{sr} * g_{sr1} =$ | 0,377 tm  |
| $G_{sr} * g_{sr2} =$ | - tm      |
| $G_{si} * g_{si} =$  | 11,943 tm |
| $G_{st} * g_{st1} =$ | 4,689 tm  |
| $G_{st} * g_{st2} =$ | - tm      |
| $G_{r1} * g_{r1} =$  | - tm      |
| $G_{r2} * g_{r2} =$  | - tm      |
| $G_{t1} * g_{t1} =$  | 24,665 tm |
| $G_{t2} * g_{t2} =$  | - tm      |

$$M_i = 101,75 \text{ tm}$$

$$M_e = E * y' = 28,067 \text{ tm}$$

$$M = 73,68 \text{ tm}$$

**C - Componentes**

a) Componente Normal

$$N = 34,19 \text{ t/m}$$

b) Componente Tangencial

$$T = E = 12,76 \text{ t/m}$$

**D - Posição do centro de pressão - ponto de aplicação da resultante**

$$v = 2,155$$

**E - Excentricidade**

$$e = 0,195$$

**F - Equilíbrio estático**

a) Escorregamento

$$\varepsilon_1 = 1,47$$

b) Tombamento

$$\varepsilon_2 = 3,625$$

**G - Equilíbrio Elástico**

a) Cálculos auxiliares

$$\sigma_m = 7,275 \text{ t/m}^2$$

$$6e/bs = 0,249$$

b) Tensão máx e mín.

$$\sigma_{\max} = 9,087 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_{\min} = 5,463 \text{ t/m}^2$$

**Parte 3 - Cálculo dos esforços solicitantes e das armações**

**A - Cálculo dos esforços**

$$p_s = 0,000 \text{ t/m}^2$$

$$p_i = 5,670 \text{ t/m}^2$$

$$p = 5,670 \text{ t/m}^2$$

Foram analisadas seções a cada n m do topo do muro

$$n = 1,125$$

$$v_0 = 0,000$$

$$p_{v0} = 0,000$$

$$\text{com } h' = 0$$

$$v_1 = 1,125$$

$$p_{v1} = 1,418$$

$$h_{\text{tot}} = 4,50$$

$$v_2 = 2,250$$

$$p_{v2} = 2,835$$

$$v_x = x_n + h'$$

$$v_3 = 3,375$$

$$p_{v3} = 4,253$$

$$v_4 = 4,500$$

$$p_{v4} = 5,670$$

**B- Tabela dos Cortantes, Momentos e Armações nas seções**

| Juntas | h (m) | H (m) | bi (m) | CARGAS |       |       | xgo (m) | xgm(m) | xgt(m) |
|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|---------|--------|--------|
|        |       |       |        | Go(t)  | Gm(t) | Gt(t) |         |        |        |
| 0      | 0,00  | 0,00  | 1,00   | 0,00   | -     | 0,00  | 0,90    | 0,67   | 0,70   |
| 1      | 1,13  | 1,13  | 1,58   | 0,00   | 3,19  | 0,18  | 0,90    | 0,92   | 1,52   |
| 2      | 2,25  | 2,25  | 2,15   | 0,00   | 7,80  | 0,71  | 0,90    | 1,33   | 2,03   |
| 3      | 3,38  | 3,38  | 2,73   | 0,00   | 13,83 | 1,59  | 0,90    | 1,73   | 2,55   |
| 4      | 4,50  | 4,50  | 3,30   | 0,00   | 21,29 | 2,84  | 0,90    | 2,12   | 2,95   |

| Mi    | E (t) | ye (m) | Me    | $\varepsilon M = M_i - M_e \text{ (tm)}$ | u (m) | em (m) | $\varepsilon_1$ | $\varepsilon_2$ | $\sigma_1 \text{ (t/m}^2\text{)}$ | $\sigma_2 \text{ (t/m}^2\text{)}$ |
|-------|-------|--------|-------|------------------------------------------|-------|--------|-----------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 0,00  | 0,00  | 0,00   | 0,00  | 0,00                                     | 0,00  | 0,50   | 0,00            | 0,00            | 0,00                              | 0,00                              |
| 3,20  | 0,80  | 0,38   | 0,30  | 2,90                                     | 0,86  | -0,08  | 2,95            | 10,71           | 1,52                              | 2,75                              |
| 11,79 | 3,19  | 0,75   | 2,39  | 9,40                                     | 1,11  | -0,03  | 1,87            | 4,93            | 3,62                              | 4,29                              |
| 27,95 | 7,18  | 1,13   | 8,07  | 19,88                                    | 1,29  | 0,07   | 1,50            | 3,46            | 6,58                              | 4,74                              |
| 53,54 | 12,76 | 1,50   | 19,14 | 34,40                                    | 1,43  | 0,22   | 1,32            | 2,80            | 10,28                             | 4,34                              |

**C - Cálculo dos esforços na sapata**

1 - Carga na sapata

$$\sigma_{\max} = 9,09 \text{ t/m}^2$$

$$b_0 = 6,465 \text{ m}$$

$$\sigma_{\text{facedo muro}} = 9,433 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_{\min} = 5,46 \text{ t/m}^2$$

s/tração

c/ponta da sapata

$$\sigma_m = 7,28 \text{ t/m}^2$$

s/tração

$$\sigma_{\max 1} = 10,58 \text{ t/m}^2$$

| MAPA DE CUBAGEM    |          |                  |                       |                       |                     |          |                  |                       |                       |                     |
|--------------------|----------|------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|----------|------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| RUA RIBAMAR        |          |                  |                       |                       |                     |          |                  |                       |                       |                     |
| CORTE              |          |                  |                       |                       |                     | ATERRO   |                  |                       |                       |                     |
| Estaca             | área(m²) | soma<br>área(m²) | semi-<br>distância(m) | volume<br>parcial(m³) | volume<br>total(m³) | área(m²) | soma<br>área(m²) | semi-<br>distância(m) | volume<br>parcial(m³) | volume<br>total(m³) |
|                    |          |                  |                       |                       |                     |          |                  |                       |                       |                     |
| CONTENÇÃO          |          |                  |                       |                       |                     |          |                  |                       |                       |                     |
| 0+5                | 13,65    | 13,65            | 2,50                  | 34,14                 | 34,14               | 3,17     | 3,17             | 2,50                  | 7,93                  | 7,93                |
| 0+10               | 15,19    | 28,84            | 2,50                  | 72,11                 | 106,24              | 3,17     | 6,34             | 2,50                  | 15,85                 | 23,78               |
| 0+15               | 14,39    | 29,58            | 2,50                  | 73,95                 | 180,19              | 3,07     | 6,24             | 2,50                  | 15,59                 | 39,37               |
| 1                  | 8,77     | 23,16            | 2,50                  | 57,89                 | 238,08              | 1,71     | 4,77             | 2,50                  | 11,93                 | 51,30               |
| 1+5                | 12,81    | 21,58            | 2,50                  | 53,94                 | 292,02              | 2,73     | 4,44             | 2,50                  | 11,09                 | 62,39               |
| 1+10               | 7,47     | 20,28            | 2,50                  | 50,70                 | 342,72              | 3,70     | 6,43             | 2,50                  | 16,08                 | 78,47               |
| 1+13,32            | 5,97     | 13,44            | 2,50                  | 33,60                 | 376,31              | 1,62     | 5,33             | 2,50                  | 13,31                 | 91,78               |
|                    |          |                  |                       |                       |                     |          |                  |                       |                       |                     |
|                    |          |                  |                       |                       |                     |          |                  |                       |                       |                     |
|                    |          |                  |                       |                       |                     |          |                  |                       |                       |                     |
|                    |          |                  |                       |                       |                     |          |                  |                       |                       |                     |
|                    |          |                  |                       |                       |                     |          |                  |                       |                       |                     |
|                    |          |                  |                       |                       |                     |          |                  |                       |                       |                     |
|                    |          |                  |                       |                       |                     |          |                  |                       |                       |                     |
| <b>TOTAL GERAL</b> |          |                  |                       |                       | <b>376,31</b>       |          |                  |                       |                       | <b>91,78</b>        |

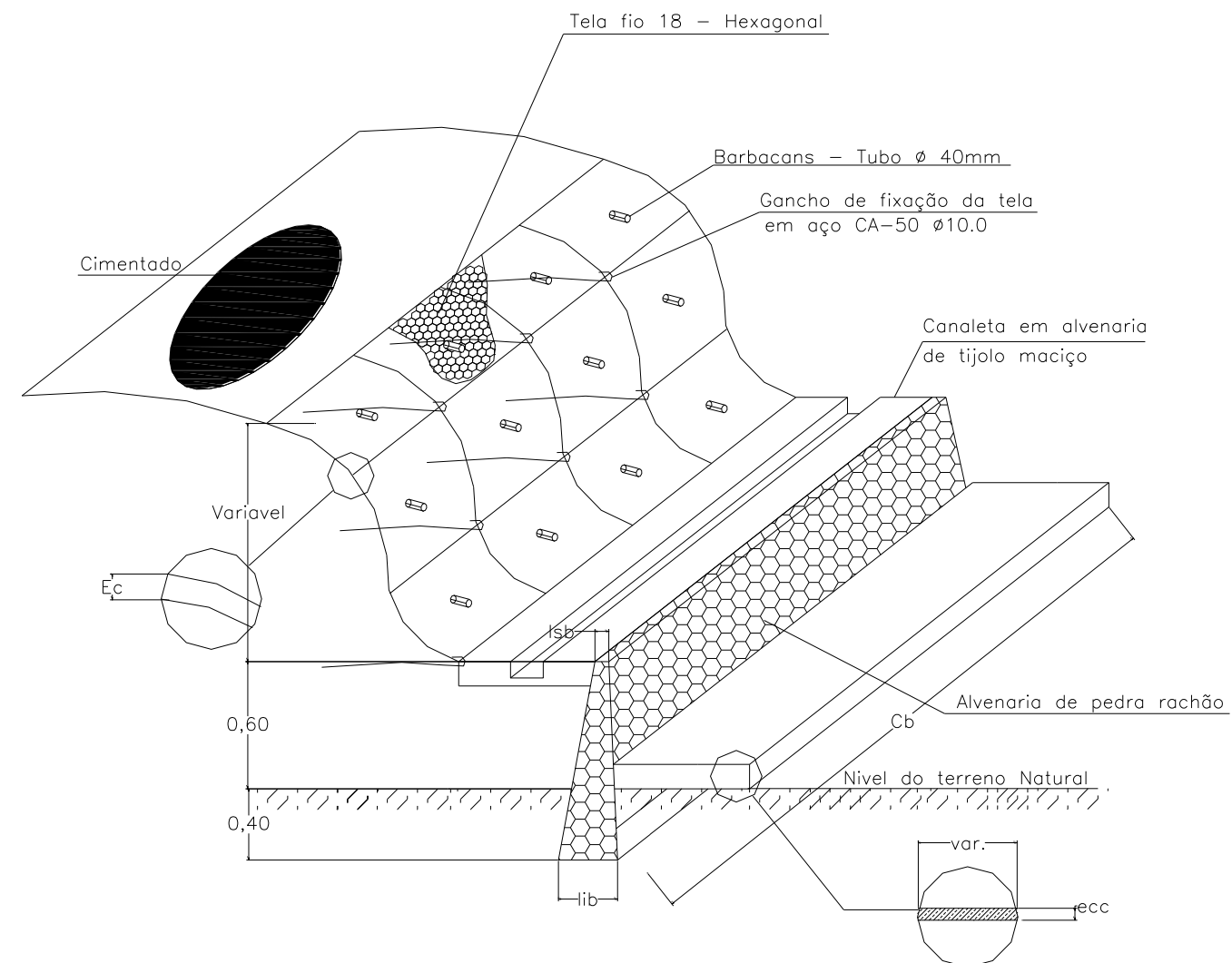
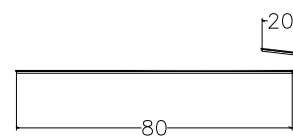


TABELA DE DIMENSÕES

| LEGENDA |                          | DIMENSÃO (m) |
|---------|--------------------------|--------------|
| Ec      | Espessura do cimentado   | 0,04         |
| Cb      | Comprimento da base      | variável     |
| lib     | Largura inferior da base | 0,50         |
| lsb     | Largura superior da base | 0,20         |
| ecc     | Espessura do cimentado   | 0,02         |

DETALHE DO GANCHO



**PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE**  
**SECRETARIA DE CONTROLE, DESENVOLVIMENTO URBANO E OBRAS**  
**EMPRESA DE URBANIZAÇÃO DO RECIFE - URB**

PROJETO  
 PROJETO TIPO – PROTEÇÃO DE TALUDE COM REVESTIMENTO DE TELA ARGAMASSADA

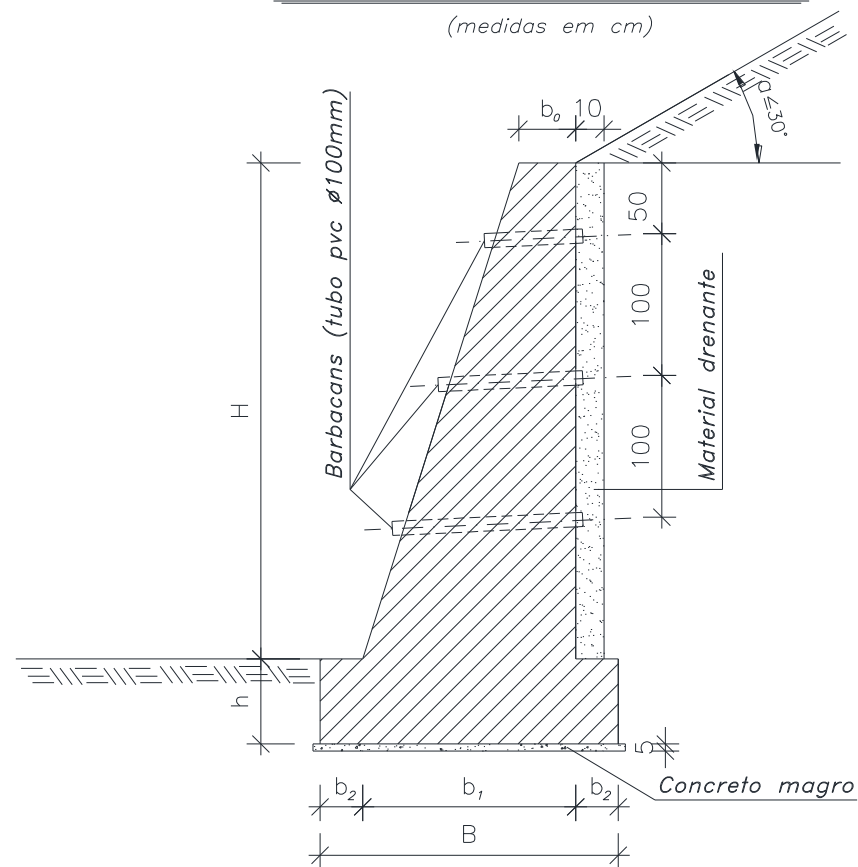
SITUAÇÃO  
 RECIFE/PE

ESCALA  
 SEM ESCALA

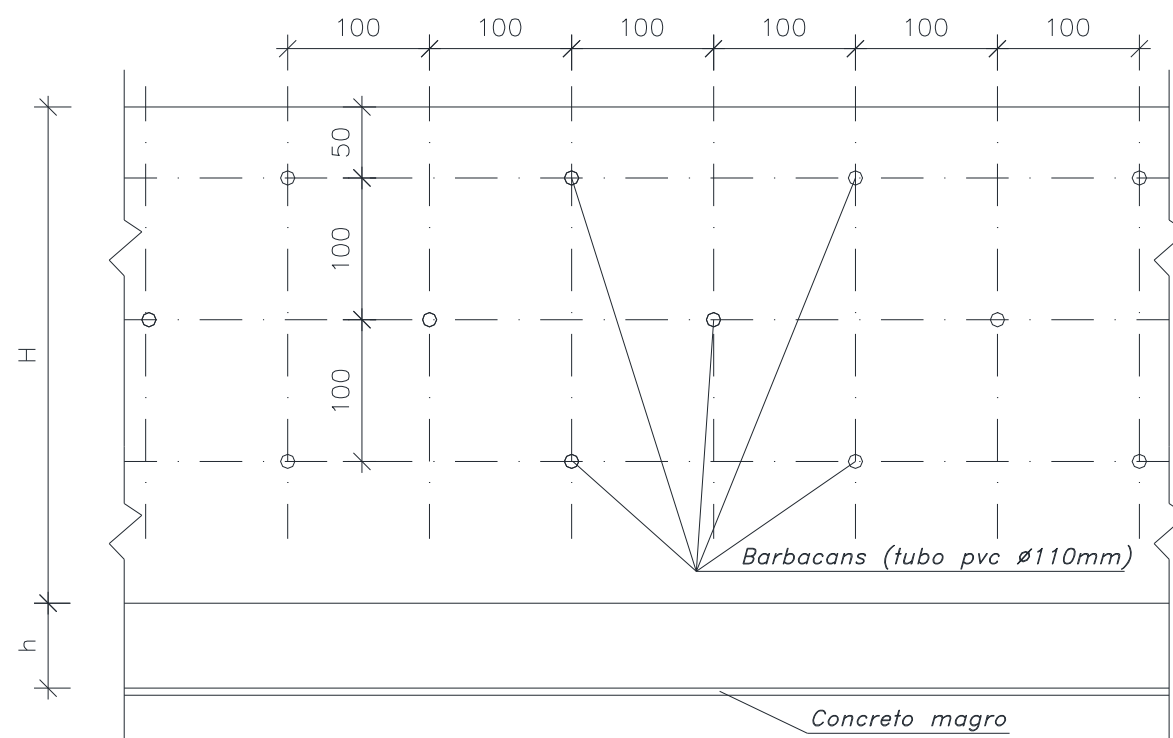
DATA  
 2012

**GEISO SISTEMAS**  
 Engenharia & Planejamento

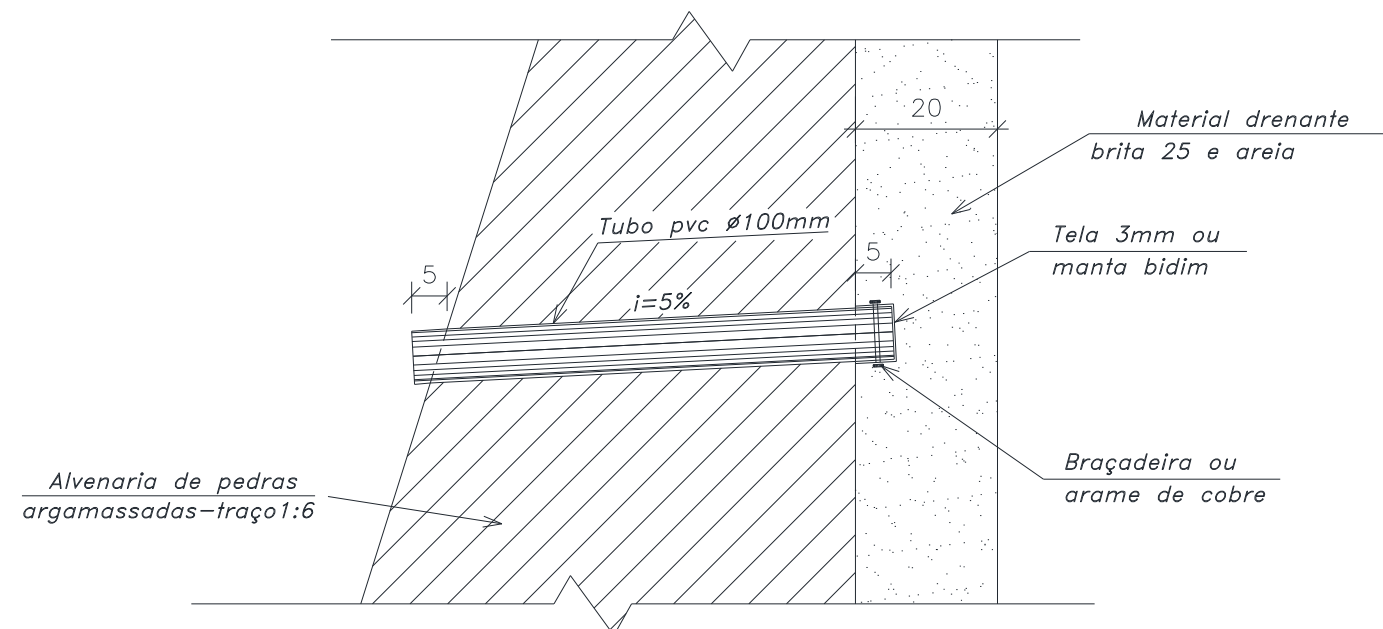
TERRAPLENO INCLINADO  
SEÇÃO TRANSVERSAL S/ ESCALA  
 (medidas em cm)



VISTA FRONTAL S/ ESCALA  
 (medidas em cm)



DETALHE DA DRENAGEM  
 ESC. — 1/10



MURO DE ARRIMO COM TERRAPLENO INCLINADO ATÉ 30°  
TABELA DE DIMENSÕES E VOLUMES

| $H$<br>(cm) | $h$<br>(cm) | $b_0$<br>(cm) | $b_1$<br>(cm) | $b_2$<br>(cm) | $B$<br>(cm) | VOLUME<br>$m^3/m$ |
|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|-------------|-------------------|
| 250         | 70          | 50            | 150           | 50            | 250         | 4,25              |
| 350         | 70          | 60            | 230           | 50            | 330         | 7,39              |
| 450         | 70          | 100           | 330           | 70            | 470         | 12,97             |



PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE  
 SECRETARIA DE CONTROLE DE DESENVOLVIMENTO URBANO E OBRAS  
 EMPRESA DE URBANIZAÇÃO DO RECIFE - URB

PROJETO  
 MURO DE ARRIMO COM TERRAPLENO INCLINADO ATÉ 30°— PROJETO TIPO

SITUAÇÃO  
 RUA

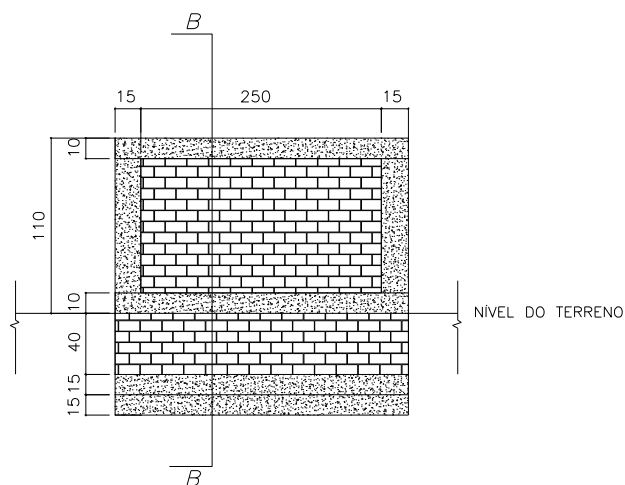
ESCALA  
 SEM ESCALA

DATA  
 2012

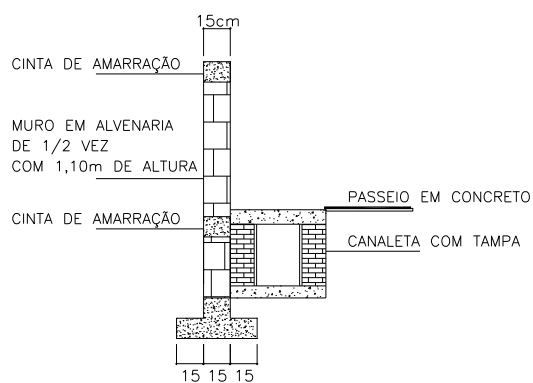
**GEOSISTEMAS**  
 Engenharia & Planejamento



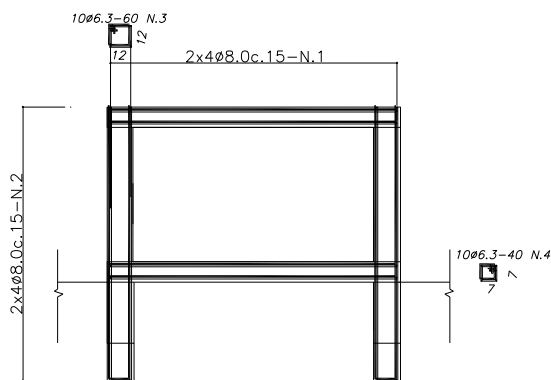
### DETALHE – MURETA DE PROTEÇÃO



### DETALHE B



### ARMAÇÃO



### LISTA DE FERROS

| Ø   | N | Q   | comprimentos |       |
|-----|---|-----|--------------|-------|
|     |   |     | unitário     | total |
| 8.0 | 1 | 84  | 274          | 2898  |
|     | 2 | 84  | 165          | 1746  |
| 6.3 | 3 | 210 | 60           | 600   |
|     | 4 | 210 | 40           | 400   |

### RESUMO

| Ø               | comp. total<br>cm | peso<br>kg | Aço<br>CA |
|-----------------|-------------------|------------|-----------|
| 8.0             | 4644              | 1834       | 50        |
| 6.3             | 1000              | 245        |           |
| TOTAL – 2079 Kg |                   |            |           |



PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE  
SECRETARIA DE CONTROLE, DESENVOLVIMENTO URBANO E OBRAS  
EMPRESA DE URBANIZAÇÃO DO RECIFE – URB

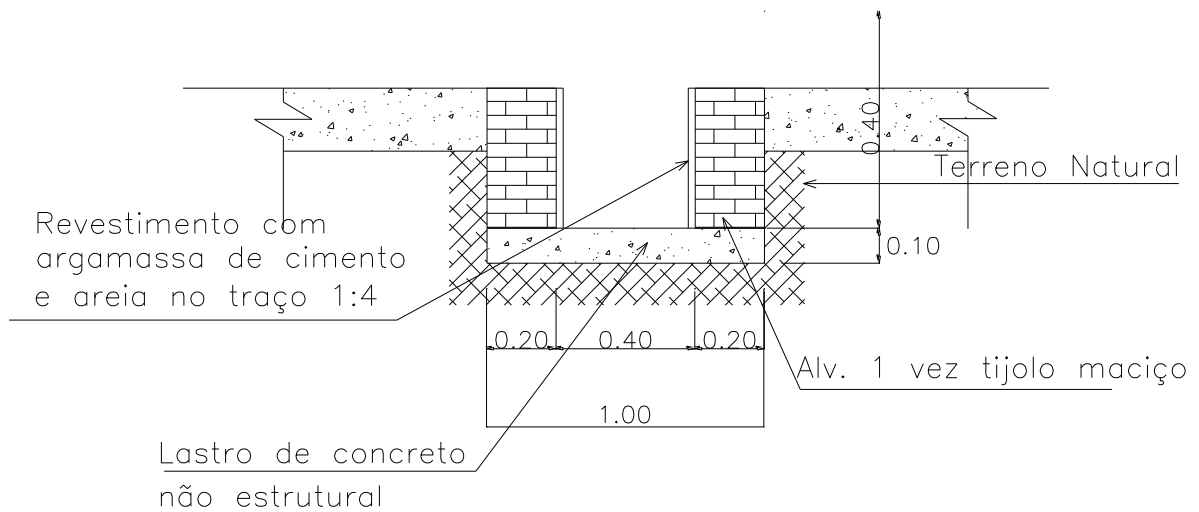
PROJETO  
MURETA DE PROTEÇÃO EM ALVENARIA – PROJETO TIPO

SITUAÇÃO  
RUA

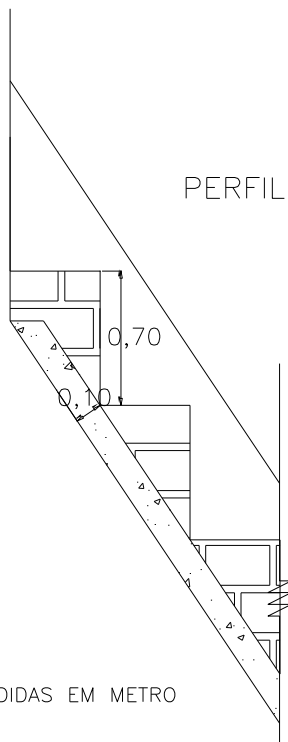
ESCALA  
SEM ESCALA

**GE** **ISO** **SISTEMAS**  
Engenharia & Planejamento

# VISTA FRONTAL



# PERFIL LONGITUDINAL



OBS.: MEDIDAS EM METRO



PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE  
SECRETARIA DE CONTROLE, DESENVOLVIMENTO URBANO E OBRAS  
EMPRESA DE URBANIZAÇÃO DO RECIFE - URB

PROJETO

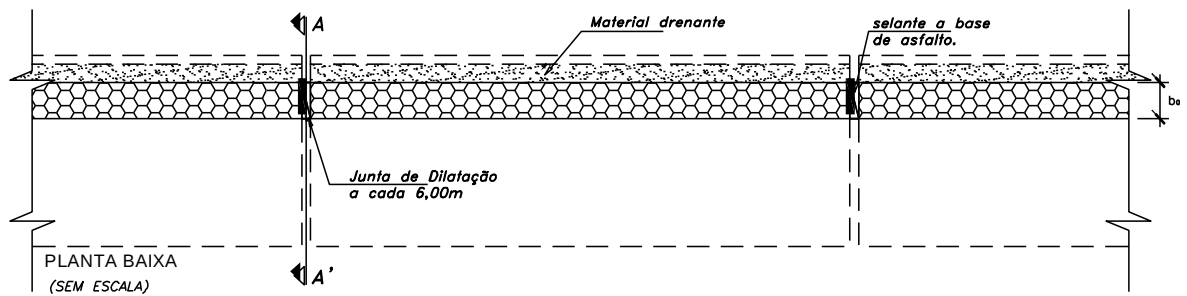
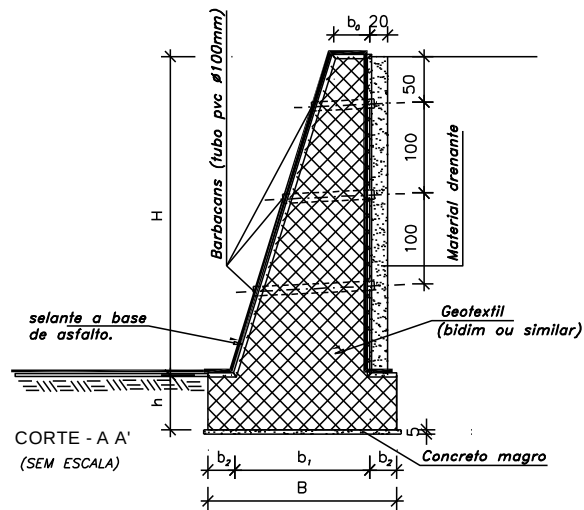
CANALETA REVESTIDA COM DISSIPADOR DE ENERGIA EM DEGRAUS – PROJETO TIPO

SITUAÇÃO  
RUA

ESCALA  
SEM ESCALA

DATA  
2012

**GE SISTEMAS**  
Engenharia & Planejamento



PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE  
SECRETARIA DE CONTROLE, DESENVOLVIMENTO URBANO E OBRAS  
EMPRESA DE URBANIZAÇÃO DO RECIFE - URB

PROJETO  
DETALHE DAS JUNTAS VERTICAIS DO MURO DE ARRIMO

SITUAÇÃO  
RECIFE/PERNAMBUCO

ESCALA  
SEM ESCALA

DATA  
2012

**GEOSISTEMAS**  
Engenharia & Planejamento



## 5. **Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**

Visando atender à Resolução nº 307 do CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente e a Lei do Município de Recife nº 17.072/2005, o presente documento, denominado Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC, estabelece diretrizes para o manejo, segregação e disposição dos resíduos durante os trabalhos terraplenagem, pavimentação e drenagem da **Rua Ribamar, localizada no Vasco da Gama**, até sua disposição final, prevenindo ações adversas, no intuito de minimizar impactos ambientais negativos.

Neste projeto são contemplados aspectos referentes à geração, caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação dos resíduos gerados durante a fase de produção do empreendimento.

### 5.1. **Definições**

**A NBR 10.004 (ABNT, 1987) define resíduos sólidos por:**

“Aqueles resíduos em estados sólidos e sem-sólidos, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstico, hospitalar, comercial, agrícola, de serviço e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviáveis seu lançamento na rede pública de esgoto ou corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnicas e econômicas inviáveis em face a melhor tecnologia disponível.”

**Segundo IPT (1996):**

“Restos de atividades considerados inúteis, indesejáveis ou descartados pelos seus geradores.”

**Segundo a Resolução CONAMA nº 307, Resíduos de construção e demolição (RCD) ou entulho:**

São aqueles resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil e os resultantes de preparação e da escavação de terrenos, tais como tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e

compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.

## 5.2. Classificação dos resíduos sólidos

Segundo a NBR 15.112 (ABNT, 2004) em conformidade com a Resolução CONAMA nº 307, os resíduos são classificados em:

### **CLASSE A: Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:**

- a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplenagem;
- b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, etc.), argamassa e concreto;
- c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios, etc.) produzidas nos canteiros de obras.

**CLASSE B:** Resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e outros

**CLASSE C:** Resíduos para os quais ainda não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem e recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso.

**CLASSE D:** Resíduos perigosos oriundos da construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

**Segundo a NBR 10.004 /ABNT, 1987, os resíduos sólidos classificam-se como:**

### **Classe II A (NÃO-INERTES)**

- São aqueles que não se enquadram na Classe I (Perigosos) ou na Classe IIB (Inertes).

- Podem apresentar propriedades tais como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.

Exemplos: Resíduos orgânicos definem resíduos sólidos

### **Classe II B (INERTES)**

- São aqueles que quando submetidos a testes de solubilização não tenham nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões (Listagem).

Exemplos: Rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas.

## **5.3. Destinação dos resíduos sólidos**

Segunda a NBR 15.112 (ABNT, 2004) em conformidade com a Resolução CONAMA nº 307, os resíduos são destinados de acordo com sua classificação:

### **RESÍDUOS CLASSE A**

- Reutilização ou reciclagem na forma de agregado;
- Encaminhamento a aterros de RCD e inertes (ABNT NBR 15.113).

### **RESÍDUOS CLASSE B**

- Reutilização, reciclagem e armazenamento;
- Encaminhamento a áreas de disposição final de resíduos.

### **RESÍDUOS CLASSE C**

- Armazenamento, transporte e destinação conforme Normas Brasileiras.

### **RESÍDUOS CLASSE D**

- Armazenamento em áreas cobertas, transporte e destinação conforme Normas Brasileiras.

#### 5.4. Dados do empreendedor:

|                        |                                                               |
|------------------------|---------------------------------------------------------------|
| EMPRESA                | Empresa de Urbanização do Recife – URB                        |
| CNPJ                   | 09.945.742.0001/64                                            |
| INSC. MUNICIPAL        | 011546-0                                                      |
| INC. ESTADUAL          | 01810020059352-1                                              |
| ENDEREÇO               | Av. Oliveira Lima, nº 867 Boa Vista. Recife-PE. CEP 50050-390 |
| TELEFONE               | (81) 3355-5000                                                |
| FAX                    |                                                               |
| REPRESENTANTE<br>LEGAL |                                                               |
| ENDEREÇO               |                                                               |
| FONE                   |                                                               |
| FAX                    |                                                               |
| CONTATO                |                                                               |
| E MAIL                 |                                                               |
| FAX                    |                                                               |

#### 5.5. Identificação da obra e responsável técnico pela obra

|                              |                                                       |
|------------------------------|-------------------------------------------------------|
| OBRA                         | Obra de Terraplenagem, Pavimentação e Drenagem        |
| ENDEREÇO                     | Rua Ribamar, localizada no Vasco da Gama, Recife - PE |
| ENGENHEIRO<br>RESPONSÁVEL(*) |                                                       |
| E MAIL(*)                    |                                                       |
| CREA(*)                      |                                                       |
| ENDEREÇO(*)                  |                                                       |
| TELEFONE(*)                  |                                                       |
| CPF(*)                       |                                                       |

(\*) Dados a serem preenchidos pela Construtora.

## 5.6. Informações gerais do empreendimento:

|                                                     |                                                                        |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| TIPOLOGIA                                           | Via urbana                                                             |
| DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE                              | Construção civil                                                       |
| ESTIMATIVA DO NUMERO<br>MÉDIO DE<br>FUNCIONÁRIOS(*) |                                                                        |
| HORAS DE TRABALHO(*)                                |                                                                        |
| ÁREA TOTAL DO<br>TERRENO(*)                         |                                                                        |
| ÁREA CONSTRUIDA                                     |                                                                        |
| PRAZO DE CONSTRUÇÃO(*)                              |                                                                        |
| CENTRAL CORTE DE<br>MADEIRA                         |                                                                        |
| CENTRAL DE CORTE E<br>MONTAGEM DE FERRO(*)          |                                                                        |
| DESTINO FINAL DOS RCD                               | Empresa especializada em Reciclagem de Resíduos da<br>Construção Civil |
| RESPONSÁVEL TÉCNICO<br>PELO PGRCC(*)                |                                                                        |
| CREA(*)                                             |                                                                        |
| E MAIL(*)                                           |                                                                        |
| TELEFONE(*)                                         |                                                                        |

(\*)Dados a serem preenchidos pela Construtora.

## 5.7. Estimativa da geração de resíduos

Para a Rua Ribamar, o volume total previsto de resíduos gerados na obra é de 805,73 toneladas, sendo 108,31 toneladas referentes aos resíduos gerados durante a fase da demolição e 697,42 toneladas referentes ao volume gerado durante a escavação, que estão previstos na planilha orçamentária através dos itens 2.10, 3.4, 3.21, 4.1.5 e 4.2.5, respectivamente, que tratam do

pagamento do descarrego dos mesmos em local apropriado, destinando os resíduos dessa obra adequadamente, conforme exigem a Lei Municipal nº 17.072/2005 e a lei Estadual nº 12008/2001.

| Parâmetros Utilizados |                    |                   |
|-----------------------|--------------------|-------------------|
| Atividades            | RCD Gerado<br>(m³) | RCD Gerado<br>(t) |
| Demolições            | 83,32              | 108,31            |
| Terraplenagem         | 536,47             | 697,42            |
| Total                 | 619,79             | 805,73            |

#### NOTAS:

- (1) Obtido considerando-se um índice de 1,30 t/m³ para RCD (CARNEIRO,2005)
- (2) Vale salientar que todos os valores apresentados na Tabela dizem respeito a uma estimativa, podendo diferir dos valores encontrados no final da obra.

#### 5.8. Definições

Para os efeitos deste plano aplicam-se as seguintes definições.

- **Acondicionamento:** disposição de resíduos de forma ordenada, separada e segura, para reutilização ou acumulação e posterior encaminhamento para o destino final.
- **Coletor:** recipiente identificado para acondicionar determinado tipo de resíduo na frente de serviço para posterior recolhimento à baia de armazenamento temporário ou ao canteiro central.
- **Corrosividade:** propriedade que a substância tem de atacar materiais e organismos em função de suas características ácidas ou básicas intensas.
- **Descarte:** é a disposição final do resíduo.
- **Entulho:** resultado da mistura dos resíduos secos, oriundos dos processos de construção e manutenção civil, cuja segregação e/ou reutilização seja difícil.
- **Inertização:** tratamento de resíduos perigosos, tirando a sua periculosidade.

- **Inflamabilidade:** propriedade que certas substâncias e/ou materiais têm de poder entrar em combustão facilmente em face de exposição de fonte ígnea ou até de forma espontânea.
- **Lixo comum:** Resultado da mistura de todos os resíduos, inclusive os resíduos orgânicos, com mau cheiro e geração de chorume, cuja segregação não é possível.
- **Periculosidade:** propriedade que certas substâncias têm, em função de suas características físicas, químicas ou infecto-contagiosas, de causar danos a pessoas e ao meio ambiente.
- **Reatividade:** propriedade que uma substância tem de reagir com outras substâncias ou com água, podendo liberar calor, energia ou formar substâncias tóxicas, corrosivas, inflamáveis ou explosivas.
- **Resíduos Sólidos / Líquidos:** resíduos nos estado sólido, semi-sólido ou líquido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição.
- **Reutilização:** é o reuso do resíduo, sem alterá-lo ou modificá-lo (ex: a reutilização da madeira)
- **Reciclagem:** é a transformação do resíduo em matéria prima, reintroduzindo-o no ciclo produtivo.
- **Recolhimento:** coleta de resíduos espalhados e posterior acondicionamento em recipiente adequado (saco plástico, balde, lixeira ou baia).
- **Redução na Fonte:** redução de materiais, tais como, embalagens e/ou protetores de equipamentos ou a sua substituição por material biodegradável antes do seu envio para obra ou para frente de serviço.
- **Segregação:** separação dos resíduos, em área preestabelecida, devidamente identificada.
- **Toxicidade:** propriedade que algumas substâncias têm de agir sobre os organismos vivos, causando danos à sua estrutura molecular.

## 5.9. Inventários dos resíduos:

### Identificação e quantificação dos pontos de geração dos resíduos:

| Nº DE PONTOS DE GERAÇÃO | DESCRIÇÃO               | PRINCIPAIS RESÍDUOS GERADOS                                   |
|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 01                      | Refeitório              | Resíduos orgânicos, plásticos, papeis, alumínio (quentinhas)  |
| 01                      | Escritório              | Papéis e plásticos                                            |
| 01                      | Almoxarifado            | Papéis e plásticos                                            |
| 01                      | Banheiro                | Papéis contaminados                                           |
| 01                      | Central de pré-moldados | Concreto e argamassa                                          |
| 01                      | Canteiro de Obras       | Resíduos cerâmicos, papéis, plásticos, metais, madeiras, etc. |

### 5.10. Classificação dos rcd gerados no canteiro de obras

| RESÍDUO               | DESCRIÇÃO                                                                                                       | CLASSIFICAÇÃO<br>(CONAMA Nº 307) | CLASSIFICAÇÃO<br>(NBR 10.0004) |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| Metralha              | Materiais a base de cimento, tijolos, areia, brita, solo, etc.                                                  | A                                | IIB                            |
| Solo                  | Resíduos de solo                                                                                                | A                                | IIB                            |
| Gesso                 | Resíduos de gesso                                                                                               | C                                | IIA                            |
| Plástico              | Plásticos não contaminados                                                                                      | B                                | IIB                            |
| Madeira               | Pequenos pedaços de madeira                                                                                     | B                                | IIB                            |
| Pó-de-serra           | Pó-de-serra produzido nas atividades de marcenaria                                                              | B                                | IIB                            |
| Papel Branco          | Papel de escritório, etc                                                                                        | B                                | IIB                            |
| Papel sujo            | Sacos de cimento, argamassas, caixas de cerâmica, etc.                                                          | B                                | IIB                            |
| Metal                 | Pedaços de armadura, pregos, arames de amarração, etc.                                                          | B                                | IIB                            |
| Manta asfáltica       | Pequenos pedaços de manta asfáltica.                                                                            | D                                | I                              |
| Latas de tinta        | Latas de tintas contaminadas                                                                                    | D                                | I                              |
| Tambores contaminados | Tambores plásticos e de papelão contaminados por produtos químicos (selantes, desmoldantes, cola branca, etc.). | D                                | I                              |
| Telas                 | Telas de proteção, de poliéster, etc.                                                                           | B                                | IIB                            |
| Resíduos orgânicos    | Restos de comida                                                                                                | -                                | IIA                            |

### 5.11. Fluxo dos resíduos no canteiro de obras

| Tipo do Resíduo        | Armazenamento Provisório                             | Transporte Interno                                | Armazenamento Final                                                | Responsáveis pela Coleta                                                                | Destino Final                                           |
|------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Res. Cerâmicos         | Pilhas nos Andares e/ou Fardos                       | Carrinho e Guincho                                | Caçamba Estacionária                                               | Empresa Particular Especializada                                                        | Aterro de Inerts/Reciclagem                             |
| Gesso                  | Pilhas nos Andares e/ou Fardos                       | Carrinho e Guincho ou Ducto Vertical              | caçamba Estacionária                                               | Empresa Particular Especializada                                                        | Aterro de Inerts/Reciclagem                             |
| Material de Escavação  | Pilhas (peq.Vol.) Encamilhamento Direto ao Arm Final | Carrinho (Peq.Vol.) Retroescavadeira (Gdes. Vol.) | Caçamba Estacionária (Peq.Vol.) ou Caminhão Basculante (Gdes Vol.) | Empresa Particular Especializada                                                        | Reutilização/Aterro de Inertes                          |
| Madeira                | Bombonas nos Andares                                 | Sacos de Ráfia e Guincho                          | Baias                                                              | Empresa de Coleta de Recicláveis, Empresas Interessadas, Associações de Catadores, ONGs | Aterro Municipal/Aterro Inertes/Reutilização/Reciclagem |
| Plástico,Papel/Papelão | Bombonas nos Andares                                 | Sacos de Ráfia e Guincho                          | Baias ou Baias                                                     | Empresa de Coleta de Recicláveis,Associações de Catadores, ONGs                         | Reciclagem                                              |
| Metal                  | Bombonas nos Andares                                 | Sacos de Ráfia e Guincho                          | Baias                                                              | Empresa de Coleta de Recicláveis,Associações de Catadores, ONGs                         | Reciclagem                                              |
| Orgânico               | Bombonas ou Lixeiras / Tampas e Saco de Lixo         | Sacos de Lixo                                     | Sacos de Lixo Baias                                                | Coleta Pública (Município)                                                              | Aterro Municipal                                        |

## 5.12. Gerenciamento dos resíduos

O gerenciamento dos resíduos passa por três etapas bem definidas:

- *Seleção e coleta;*
- *Armazenamento temporário;*
- *Destino final.*

Todas as operações de manuseio, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final de resíduos, devem ser executados de acordo com este plano e estar em conformidade com a legislação vigente.

Dispositivos de Segregação

**Armazenamento inicial:**

- 1) **Bombonas** nos pavimentos, tonéis, marcação em pisos,



etc.

Figura 1 – Bombonas utilizadas para separação dos resíduos

## Armazenamento final:

**2) Baías** - Serão utilizadas para o armazenamento final de materiais pesados dentro do canteiro de obras, podendo ser construídas em madeira e/ou alvenaria, em tamanhos variáveis de acordo com a necessidade (fig.2)

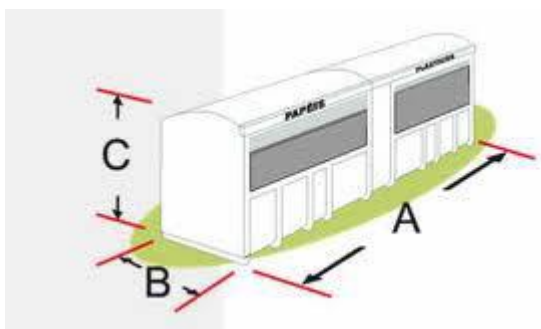
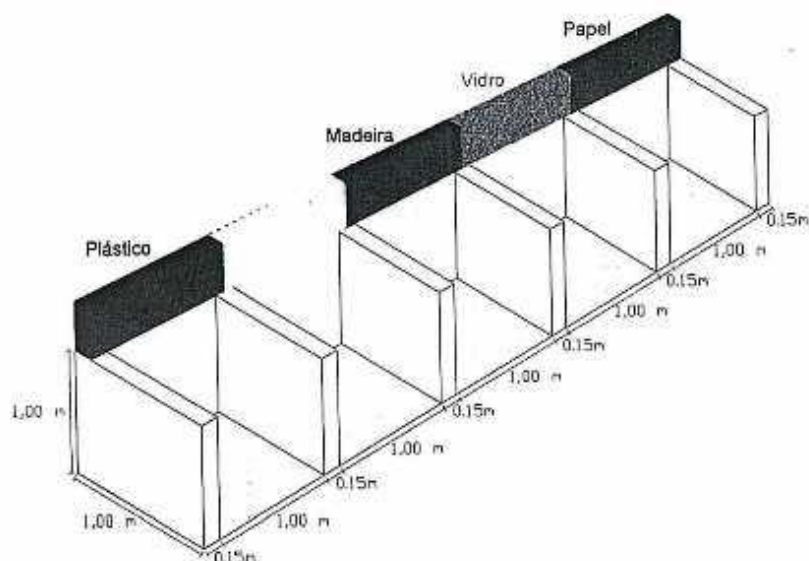


Figura 2 – Modelo de baías Utilizadas para o Armazenamento Final de Alguns Resíduos no Canteiro de Obras

**3) Bags** - poderão ser utilizados para o armazenamento final de resíduos leves dentro do canteiro de obras. Suas dimensões são de 0,90 x 0,90 x 1,20m, com alças em suas extremidades, de modo a permitir a fixação do mesmo em suportes (podem ser comprados prontos ou produzidos no canteiro).



Figura 3 -Os Bags podem variar de tamanho deste que sejam resistentes ao volume produzido.

**4) Caçamba estacionária** - será utilizada para o armazenamento final dentro do canteiro de obras de materiais cerâmicos. São fornecidas geralmente por empresas terceirizadas que realizam a coleta de resíduos, e possuem capacidade em ter 5 e 6 m³.



Figura 4 -As Caçambas podem ser reservadas a somente um determinado tipo de resíduo.

**Os dispositivos devem ser distribuídos da seguinte maneira:**

A localização dos dispositivos no pavimento sofre interferências do projeto de lay out do canteiro e do cronograma de execução da obra, porém independentemente destes elementos recomendamos verificar os seguintes itens:

- 1) Banheiros - Bambona para papeis e lixo orgânico;
- 2) Vestiário – Bambonas para plástico e papeis;
- 3) Escritório – Bambona para papeis;
- 4) Almoxarifado – Bambonas para papeis, plásticos e madeira;

- 5) Refeitório – Bambonas para papeis, plásticos e resíduos orgânicos;
- 6) Central de corte de madeira – Coletor de pós de serra e bambona para restos de madeira;
- 7) Central de corte de ferro - Baia para metal;
- 8) Canteiro de Obras – Baia para metralha.

#### Seleção/Coleta

A coleta dos resíduos deve ser feita separando-os de acordo com a sua classificação, que respeitará basicamente seis diferentes tipos de resíduos:

- ***Orgânicos;***
- ***Metais;***
- ***Vidros;***
- ***Plásticos***
- ***Papeis;***
- ***Resíduos perigosos.***

É importante lembrar que todo material em contato com os resíduos perigosos deve ser coletado e classificado como resíduo perigoso, como os trapos e panos contaminados com solvente e óleo.

A coleta deve ser feita diariamente em todas as frentes de trabalho promovendo-se a sua segregação. A separação contribui para agilizar o processo de coleta, o armazenamento, reciclagem e o destino final.

Coletores de lixo identificados serão dispostos de maneira a propiciar comodidade ao trabalhador e fácil remoção.

Toda sucata metálica deverá ser segregada, diariamente, para posterior destino final.

Na contenção de derrames, os produtos derramados, o solo contaminado e os materiais/equipamentos utilizados para contenção do vazamento deverão ser recolhidos em recipientes apropriados e destinados de acordo com a sua classificação. Os materiais removidos deverão ser dispostos em recipientes com a devida resistência mecânica, identificados e encaminhados à destinação final adequada.

## Armazenamento temporário dos resíduos

A armazenagem de resíduo sólido perigoso deverá ser feita em locais arejados e pavimentados (ou com base provida de material impermeabilizante), afastados de águas superficiais e áreas alagadas. Aqueles de consistência sólida e/ou pastosa devem ser dispostos em recipientes fechados, devidamente identificados e cobertos.

Os tambores contendo resíduos não devem ser armazenados em locais altos como prateleiras e bancadas. É importante observar que, de acordo com a classificação de resíduos, o armazenamento requer práticas diferenciadas. Não será permitida a mistura de resíduos.

## Armazenamento de Resíduos

### **Resíduos sólidos**

Todos os tambores devem ser facilmente identificáveis, discriminando o resíduo ali contido e deverão estar dispostos em áreas restritas.

Poderão ser descartados nestes locais, trapos usados nos trabalhos de manutenção mecânica, latas de tintas e solventes vazios, recipientes contendo restos de tintas e solventes, pontas de eletrodos e sobras de discos de corte e desbaste, respeitando-se capacidade de armazenamento e necessidade de cobertura.

### **Resíduos líquidos**

A armazenagem de resíduos líquidos perigosos deverá ser feita em recipientes hermeticamente fechados, com resistência mecânica adequada, atentando para o efeito de dilatação do meio líquido (encher até aproximadamente 90% do volume do recipiente ou manter espaço livre de 100 mm de altura, medidos a partir da boca do recipiente).

A área destinada à segregação destes resíduos deverá dispor de dique ou barreira de contenção com a devida proteção impermeabilizante (admite-se, em caráter temporário, diques/contenção de madeira coberto com lona plástica). Neste caso, atentar para se manter a integridade do material usado como impermeabilizante.

Em caso de derrames, o material usado na limpeza deverá ser armazenado nos recipientes apropriados e transportado para locais indicados. Exemplo de materiais e equipamentos

recomendados para contenção e limpeza: Serragem, palha, pó de serra, folhas de limpeza (que receberão o devido tratamento e disposição logo após sua utilização), kits de proteção ambiental bandejas ou diques para contenção imediata de derrames, tambores para armazenamento temporário e transporte do material contaminado.

### **Armazenamento de Resíduos Não Inertes**

Os restos de alimentos serão recolhidos após cada refeição nos coletores específicos para resíduos orgânicos, dispostos nas frentes de serviço, para encaminhamento ao canteiro central e disposição final.

Os restos de embalagens de cimento e cal que por ventura forem utilizados na obra poderão ser descartados na baia coletora de entulho de construção civil no canteiro central, para posterior descarte em bota fora licenciado por órgão ambiental competente.

### **Armazenamento de Resíduos Inertes**

Estes resíduos devem ser armazenados em local adequado na própria obra, em baias devidamente identificadas quanto ao tipo de resíduo.

Serão construídas baias para acondicionamento dos resíduos inertes, observando-se a seguinte divisão:

**Baia para resíduos domésticos e de escritório recicláveis:** papel, papelão, borracha, couros e plásticos não contaminados lona preta de proteção para homem e equipamento, embalagens e protetores plásticos de equipamento.

**Baia para sucata metálica:** resíduos de chapa, tubos de aço, pregos e demais peças de liga metálica utilizados nos processos construtivos.

### **Disposição Final dos Resíduos**

Os resíduos podem ter quatro destinos:

- *Reutilização;*
- *Reciclagem;*
- *Doações;*
- *Descarte em local licenciado.*

Aqueles que não puderem ser reciclados ou reutilizados deverão ser destinados a um aterro sanitário ou industrial, devidamente credenciado e licenciado por órgão ambiental competente.

Uma vez identificados os resíduos, armazenados corretamente (segregados, quando aplicado) e com destino final estabelecido, devem ainda ser observadas as seguintes recomendações:

As pilhas, baterias e os produtos eletroeletrônicos que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, após seu esgotamento energético, serão entregues aos estabelecimentos que as comercializam ou à rede de assistência técnica autorizada. O mesmo deverá ocorrer com as baterias industriais constituídas de chumbo, cádmio e seus compostos, utilizadas em sistemas ininterruptos de fornecimento de energia, alarme, segurança, movimentação de cargas ou pessoas, partida de motores diesel e uso geral industrial.

Existe a co-responsabilidade do gerador até o momento em que o resíduo for descartado de acordo com o previsto pelo órgão ambiental.

A queima de resíduos de nenhuma espécie é permitida nos canteiros de obra.

**Baia para sucata de madeira:** os pranchões, pedaços de madeira sem serventia, galhos de podas de árvores, estruturas de proteção e peças de caixas poderão ser descartados nesta baia, tomando-se o cuidado de remover os pregos e grampos, facilitando seu manuseio.

### 5.13. Sinalização e identificação para coleta dos resíduos

| Material           | Cor      | Tamanho | Adesivo de Sinalização                                                                |
|--------------------|----------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Papel/Papelão      | Azul     | 4A      |    |
| Plástico           | Vermelho | 4A      |    |
| Madeira            | Preto    | 4A      |   |
| Metal              | Amarelo  | 4A      |  |
| Resíduos Perigosos | Laranja  | 4A      |  |
| Resíduos Orgânicos | Marrom   | 4A      |  |

**Tabela de Cores de Coleta Seletiva**

#### **5.14. Ações preventivas**

A educação ambiental da gestão de resíduos nos canteiros de obras tem como princípios gerais a redução, a reutilização e a reciclagem dos resíduos da construção.

Visando atender estes princípios serão desenvolvidas ações sensibilizadoras como campanhas, cursos, palestras e treinamento dos funcionários. Esta política deverá reduzir a geração dos resíduos, evitando o desperdício com a coleta seletiva e posterior reciclagem e reutilização dos materiais.

#### **5.15. Fiscalização do transporte e disposição final**

Será preenchido o CTR (Controle de transporte de resíduos) pela Construtora, através do qual serão rastreados os resíduos da construção civil (RCC) retirados do canteiro de obras pela empresa de remoção cadastrada e licenciada pela EMLURB. Os documentos estarão arquivados no canteiro de obras.

Será exigido também do transportador dos resíduos de Classe A o comprovante do ticket de pesagem de balança, emitido pela administração do Aterro Sanitário Municipal com horário e data do descarrego. Caso o destino final tenha outra designação, será requisitada documentação comprobatória, datada e com horário definido, local do despejo, tipo de resíduos despejado, entre outros.

Fiscalizar o transporte e o destino final dos resíduos gerados é de responsabilidade da Construtora, geradora dos resíduos.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Diretrizes Básicas do PGRCC - MBA POLI / UPE Prof. Stela Fucale.
- Resolução CONAMA nº 302/2002.
- Norma Técnica Brasileira nº 10004/2004.
- Lei Municipal nº 17.072/2005.

---

## **6. Especificações Técnicas**

### **MURO DE ARRIMO**

#### **6.1. SERVIÇOS PRELIMINARES**

##### **6.1.1. Limpeza**

Os serviços de limpeza consistirão da retirada de árvores, da vegetação, dos tocos e raízes, a uma profundidade de até sessenta centímetros (0,60m) abaixo do terreno natural, da camada de solo orgânico numa profundidade de até vinte centímetros (0,20m) e de outras obstruções ou materiais estranhos aos serviços, em toda a largura da faixa de construção, indicado no projeto ou estabelecidos pela EMLURB.

O material proveniente da limpeza será removido da faixa de construção e poderá ser queimado ou ter outra destinação, a critério da EMLURB.

Em nenhum caso o material de limpeza será removido para locais visíveis da estrada sem que haja determinação em contrário da EMLURB.

A EMLURB poderá determinar a conservação em separado da camada de solo orgânico removida, para posterior utilização em jardins e praças.

A hipótese da camada de solo orgânico exceder vinte centímetros (0,20m), a EMLURB poderá determinar a remoção de camada mais profunda.

#### **6.2. TERRAPLENAGEM**

##### **6.2.1. Execução de Cortes**

A execução de cortes compreenderá a escavação e remoção de material dentro dos limites da faixa de construção, de acordo com o alinhamento, greide e seção transversal, estabelecidos no projeto.

O material escavado dos cortes, quando julgado conveniente, será aplicado na execução dos aterros e a sua distribuição será feita de acordo como diagrama de transporte aprovado pela EMLURB.

A execução de bota-fora somente será permitida quando especificamente indicado no diagrama de transportes ou quando for encontrado material considerado inaceitável para colocação nos aterros, e com ordem expressa da EMLURB que fixará, inclusive, a sua localização. Preferencialmente o bota-fora será utilizado para reduzir a inclinação dos taludes dos aterros.

Se durante a execução de cortes for localizado material que possa ter aplicação especial, poderá ou mesmo, a critério da EMLURB, ser estocado em separado para aplicação em tempo oportuno.

Os cortes que apresentarem ocorrências de material que não possua boa capacidade de suporte, ao nível do subleito, deverão ser rebaixados, no mínimo de trinta centímetros (0,30m) além da cota do greide de projeto e reaterrados com material selecionado. Ficará a critério da EMLURB a fixação do rebaixamento para cada caso específico.

Nos cortes em rochas, quando indicados no projeto ou verificado por ocasião da execução dos mesmos e julgados necessários pela EMLURB, deverá ser executada a drenagem subterrânea.

Os taludes, valetas, saída d'água e plataforma terão as inclinações indicadas no projeto, serão cuidadosamente acabadas e deverão ser executadas de modo a permitir uma drenagem superficial e adequada a qualquer tempo.

Os taludes de corte em rocha variarão com a natureza, estrutura e grau de alteração da mesma, a critério da EMLURB.

Cuidados especiais serão tomados para a remoção de blocos soltos ou fraturados que possam de futuro, precipitarem-se sobre a plataforma da estrada. Não será permitido o depósito de blocos, numa faixa mínima de dois metros (2m) de largura, ao longo da crista dos cortes.

Na execução de cortes de grande altura ou em material instável, os taludes serão executados, conforme o projeto ou por indicação da EMLURB, em degraus, cujas dimensões possibilitem sua execução mecanizada.

#### 6.2.2. Execução de Aterros

A execução de aterros consistirá da distribuição organizada dos materiais provenientes de cortes, seu umedecimento ou aeração, homogeneização, compactação e acabamento, em obediência aos alinhamentos, greide e seções transversais fixados no projeto.

Antes de proceder à colocação de material de aterro, as operações de limpeza deverão ter sido realizadas, bem como a remoção de solos que não apresentarem condições adequadas de

suporte para constituírem o terreno de fundação do aterro e os serviços prévios de drenagem, quando previstos no projeto ou julgados necessários pela EMLURB.

Serão removidos dos aterros raízes, troncos e tocos indevidamente transportados, bem como qualquer material condenado pela EMLURB, com ônus exclusivo da firma contratada.

Os aterros deverão ser executados em camadas horizontais de vinte centímetros (0,20m) de espessura, em toda a largura da faixa de construção. Durante a execução do aterro o equipamento de espalhamento deverá operar em toda a largura da camada.

Após o espalhamento, cada camada, de vinte centímetros (0,20m), será umedecida ou aerada até alcançar a umidade ótima, e compactada até atingir o grau de compactação especificado.

Durante todas as fases da execução do aterro, os serviços deverão ser conduzidos de modo a permitir o rápido escoamento das águas da superfície da estrada, na eventualidade de chuvas.

Não serão usados em aterros solos orgânicos, micáceos ou excessivamente expansivos, bem como outro tipo de solo julgado inadequado, a critério da EMLURB.

Quando o aterro a ser realizado se sobrepuser a outro já existente, deverá este ter a sua superfície escarificada e os seus taludes recortados em degraus, de modo a assegurar uma perfeita aderência do material a ser colocado ao aterro já existente. A largura destes degraus deverá ser estabelecida de modo a permitir a execução mecanizada.

Se o aterro for executado sobre uma meia encosta íngreme, deverão ser escavados sobre a mesma, degraus em largura e número suficientes para assegurar a estabilidade do aterro. As dimensões e espaçamento desses degraus, quando não constantes do projeto, serão estabelecidos pela EMLURB, de modo a permitir a operação dos equipamentos de construção e compactação.

Sempre que possível, os últimos sessenta centímetros (0,60m) de aterro serão executados com material selecionado pela EMLURB, e conforme essas especificações.

#### 6.2.3. Observações

Deverá ser feita a limpeza do terreno natural para abertura dos empréstimos compreendendo essa limpeza a roçagem e capinação da vegetação existente, assim como a remoção da camada de solo superficial.

Depois do período suficiente, para não danificar as obras, deverá ser executado o necessário reaterro em volta da estrutura, até o nível do terreno natural, com material escolhido,

espalhado em camadas horizontais com cerca de quinze centímetros (15 cm) de espessura e devidamente compactado.

Deverão ser obedecidas as especificações de projeto para execução de aterros adjacentes a pontes e a outras estruturas.

Os aterros ou reaterros deverão ser executados simultaneamente e numa altura, em ambos os lados de um encontro ou muro.

Após a conclusão da obra, deverão ser retiradas do local da mesma as formas, escoramentos, sobras de materiais, máquinas, ferramentas e qualquer entulho existente.

Após a conclusão da obra, deverá ser feita a limpeza e a desobstrução do leito do curso d'água no, local da construção.

### **6.3. DEMOLIÇÕES**

Os serviços de demolição deverão ser executados conforme previsto no projeto ou de acordo com as instruções da EMLURB.

A fim de evitar choques, fissuras ou outros danos às obras, as demolições deverão se feitas a ponteiro, cunha, alavanca, marrão ou quaisquer outras ferramentas manuais.

Só será permitido o emprego de explosivos quando se tratar da demolição total da obra e, quando isto não apresentar possibilidade de danificar obras adjacentes.

### **6.4. ALVENARIA DE PEDRA**

A alvenaria de pedra deverá ser executada por fiadas, aproximadamente horizontais, utilizando-se blocos tão regulares quanto possível assentados sobre argamassa, com sua maior face voltados para baixo e paralelo ao plano horizontal.

Os blocos deverão ser calçados com rachas e rachinhas, que também serão empregadas na regularização de cada fiada.

Os vazios existentes entre os blocos de pedra deverão ser preenchidos com argamassa, procedendo-se, em seguida, a introdução de rachas e rachinhas, com o auxílio de martelo de pedreiro e soquetes manuais.

Os blocos de pedra, rachas e rachinhas deverão ser umedecidos no momento de assentamento.

O lançamento de blocos de pedra sobre fiadas recém executadas deverá ser feito por meio de planos inclinados, talhas ou outro qualquer processo, de modo a evitar choques prejudiciais à alvenaria.

Os blocos de pedra usados na alvenaria de elevação deverão ter forma, aproximadamente, paralelepípedica e ao menos uma (1) face plana, que será colocada no paramento externo da alvenaria.

A argamassa deverá ter o traço de cimento e areia especificado no projeto, misturados com água em proporção que produza a consistência necessária para a trabalhabilidade da massa. A argamassa deverá ser preparada apenas na quantidade necessária para uso imediato e qualquer quantidade que não tenha sido utilizada dentro de quarenta e cinco (45) minutos, após a adição da água, deverá ser jogada fora. A não ser que permitido pela EMLURB, a argamassa deverá ser preparada em betoneira. No caso de preparo manual, o amassamento da argamassa deverá ser efetuado em amassadores de tábuas, tijolos ou folhas metálicas.

Quando o traço for medido em peso, deverá ser feito previamente a aferição da balança.

Quando o cimento for medido em sacos, e não por peso, cada traço deverá conter exatamente as quantidades certas para se usar, apenas, sacos inteiros.

No caso de traço volumétrico, a areia deverá ser medida em caixotes indeformáveis, de madeira ou metálicos, cujas dimensões deverão ser permitidas a adição de água.

Quando não houver o emprego de argamassa, ou seja, nas alvenarias de pedra seca, os vazios existentes entre os blocos de alvenaria deverão ser preenchidos com rachas e rachinhas com o auxílio de marrões e martelos de pedreiro, devendo ser tomados cuidados especiais, a fim de garantir o perfeito encaixe entre os mesmos.

Serão deixados barbacãs através dos muros de alvenaria, em todos os lugares necessários, para permitir que a águas escape e não fique represada, criando pressão hidrostática por trás dos mesmos.

Após a conclusão do rejuntamento e a pega da argamassa, todas as pedras aparentes da alvenaria de elevação, deverão ser bem limpas, tirando-se manchas de argamassa com o uso de escovas de aço.

## **6.5. REVESTIMENTO**

Deverá ser feito o revestimento das partes superiores e das frentes das alas dos muros, das testas dos bueiros, dos guarda corpos e guarda rodas das pontes e pontilhões e de qualquer outro elemento da obra, julgado necessário pela EMLURB.

O revestimento deverá ser executado com argamassa de cimento e areia ao traço 1:3, em volume ou em outro fixado no projeto, na espessura, mínima de dois centímetros (2 cm).

A areia deverá apresentar um diâmetro máximo igual ou inferior a dois milímetros (2 mm).

A argamassa deverá ser preparada, manualmente, em amassadores de tábuas, tijolos ou folhas metálicas.

Antes da execução do revestimento, as superfícies onde o mesmo será feito, deverão ser umedecidas.

## **6.6. CONTROLE**

A critério da EMLURB deverão ser efetuados, periodicamente, ensaios qualitativos dos materiais empregados, assim como dos concretos e das argamassas.

Durante a concretagem das obras d'arte especiais, deverão ser moldados corpos de prova para determinação da resistência à compressão do concreto a sete (7) e vinte e oito (28) dias, devendo este ensaio ser realizado de acordo com as especificações MB-2 e MB-3 da ABNT.

Deverão ser moldados, no mínimo, três (3) corpos de prova para cada dia de concretagem.

A EMLURB poderá exigir, quando julgar necessário, prova de carga para verificação da estabilidade da obra ou de qualquer de seus elementos constituintes.

## **6.7. PAGAMENTO**

O pagamento será feito ao preço unitário proposto, para cada serviço medido como estipulado, o qual deverá remunerar toda a mão-de-obra, ferramentas e equipamentos, materiais e transportes, encargos e eventuais, necessários à completa execução do serviço.

## 6.8. MANTAS GEOTÊXTEIS

### 6.8.1. Definição

Genericamente, geotêxtil é um material têxtil formado por filamentos contínuos, distribuídos aleatoriamente de modo a constituir uma manta, a qual adquire coesão e resistência por processo mecânico (agulhagem), químico ou térmico.

- Três são as características básicas dos geotêxteis:
- Permeabilidade;
- Textura
- Resistência.

Destas características é que decorrem as suas funções básicas de operação:

- Separação;
- Filtragem;
- Drenagem no plano;
- Reforço.

Na separação, o geotêxtil atua como barragem flexível entre dois materiais de características diferentes, garantindo a manutenção das propriedades inerentes a cada um deles, como por exemplo: entre o subleito e a base granular em rodovias e aeroportos ou entre o subleito e o lastro em ferrovias.

Na filtragem, o geotêxtil forma um sistema de equilíbrio com o solo, garantindo passagem livre de água sem perda de solo, como por exemplo, na substituição de filtros granulares, na interface solo/gabiões ou no envelopamento de trincheiras drenantes.

Na drenagem, possibilita a condução de um fluido no plano de assentamento, como por exemplo, em interceptores de fluxo horizontal, drenos para líquidos ou gases, ou entre geomembranas em aterros sanitários.

No reforço, aumenta a resistência de um sistema através da introdução do geotêxtil com características mecânicas que faltam ao meio, como por exemplo, sobre os solos moles em estradas, aeroportos, ferrovias, aterros etc., ou em aterros e paredes reforçadas.

Também na recuperação de pavimentações, a colocação da manta geotêxtil entre o antigo e o novo pavimento retarda a propagação das fissuras existentes, conferindo maior vida útil ao mesmo.

O geotêxtil também pode ser utilizado como elemento de absorção acústica em estruturas com telhas metálicas, colado na parte inferior (interna) das telhas com cola à base de polivinila.

#### 6.8.2. Método Executivo

Independentemente da finalidade a que se propõe, a aplicação da manta geotêxtil basicamente deve obedecer sempre aos mesmos critérios no que se refere aos cuidados com elementos pontiagudos no plano de assentamento, à expansão adequada para evitar dobras indesejáveis, à ação de agentes químicos agressivos a sua integridade e aos métodos utilizados nos aterros ou colocação de outros materiais sobre a mesma.

A aplicação propriamente dita consiste na regularização do leito, colocação da manta, fixação provisória com grampos ou outros elementos apropriados, aterro ou colocação de outros materiais.

Quando utilizada em drenos subterrâneos, a manta deve ser colocada acompanhando fielmente a seção transversal da vala, fixada com grampos em forma de “U” espaçados regularmente, preenchidas com os elementos drenantes, dobrada e costurada com sobreposição transversal mínima de 20 cm.

Nas emendas longitudinais, deve haver sobreposição mínima de 20 cm quando há costura, ou de 50 cm quando não.

A definição sobre a espessura da manta, as dimensões e os critérios para aplicação é especificada em projeto. São fornecidas em rolos com larguras de 2,15m; 3,70m e 4,30m.

#### 6.8.3. Critérios de Controle

O controle consiste na verificação do nivelamento, grau de expansão, presença de elementos pontiagudos ou agentes agressivos à integridade da manta, sobreposição transversal mínima, emendas e costuras, além, naturalmente, da espessura especificada.

O material deverá ser proveniente de fabricante previamente qualificado pela Contratante e deverão ser obedecidas criteriosamente todas as recomendações do mesmo, bem como as especificações técnicas do projeto.

#### 6.8.4. Critérios de Medição e Pagamento

Em todas as aplicações, as mantas geotêxtil serão medidas em metro quadrado útil efetivamente aplicado, desconsideradas as sobreposições e dobras.

O pagamento se processará de acordo com os respectivos itens da planilha orçamentária, por metro quadrado de manta aplicada, estando incluídos nos preços todos os encargos, impostos e taxas, além de custos de material, mão de obra e equipamentos necessários à aplicação.

### **PISO CIMENTADO**

#### 6.8.5. Objetivo

Para efeito deste Procedimento, entende-se por cimento o cimento constituído por argamassa (Traço 1:3 de cimento e areia).

#### 6.8.6. Preparo da Massa

As argamassas serão preparadas mecânica ou manualmente.

O amassamento mecânico deve ser contínuo e durar pelo menos 90 segundos, a contar do momento em que os componentes da argamassa, inclusive a água, tiverem sido lançados na betoneira ou misturados.

Quando a quantidade de argamassa a manipular for insuficiente para justificar a mescla mecânica, será permitido o amassamento manual. O amassamento manual será feito sob cobertura e de acordo com as circunstâncias e recursos do canteiro da obra, em masseiras, tabuleiros ou superfícies planas impermeáveis e resistentes.

Mistura-se 1 parte do cimento com 3 partes de areia média, revolvendo-se os materiais com a pá até que a mescla adquira coloração uniforme.

Disposta a mistura referida, em forma de coroa, procede-se à adição da água, o que será efetuado de forma progressiva. Prosseguir-se-á o amassamento, com o devido cuidado, para evitar-se perda de água ou segregação dos materiais, até conseguir-se a massa homogênea de aspecto uniforme.

Eventualmente, pode ser necessário adicionar mais água para que a argamassa adquira a plasticidade adequada. Essa adição suplementar não poderá ultrapassar a 50% do peso do cimento, considerada a quantidade de adjuvante.

Serão preparadas quantidades de argamassa na medida das necessidades dos serviços a executar em cada etapa, de maneira a ser evitado o início de endurecimento antes de seu emprego. As argamassas contendo cimento serão usadas dentro de 1 hora, a contar do primeiro contato do cimento com a água.

Será rejeitada e inutilizada toda argamassa que apresentar vestígios de endurecimento, sendo expressamente vedado tornar a amassá-la. A argamassa retirada ou caída das alvenarias e revestimentos em execução não poderá ser novamente empregada.

#### 6.8.7. Assentamento

A argamassa, preparada conforme descrito será lançada sobre a superfície. Essa superfície será perfeitamente limpa antes de receber a argamassa.

A superfície do cimento, salvo quando expressamente especificado do modo diverso, será dividida em painéis ou por juntas.

Os painéis não poderão ter lado com dimensão superior a 1,20m. As juntas serão dispostas de fora a evitar cruzamento em ângulos agudos e juntas alternadas.

As superfícies dos cimentados serão cuidadosamente curadas, sendo para tal fim conservado sob permanente umidade, durante os sete dias que sucederem sua execução.

Os cimentados terão espessura de cerca de 2 cm.

### **TELA ARGAMASSADA**

A tela de armadura tem a função de minimizar o fissuramento do concreto projetado e evitar o deslocamento do revestimento da superfície do talude. Em situações particulares de obras em que o esforço de arrancamento junto à extremidade do grampo seja muito elevado, poderá ser necessária uma armadura complementar, conforme previsão específica de projeto para cada caso de obra.

Todos os valores de diâmetros, comprimentos, malhas, espaçamentos, etc., apresentados a seguir são orientativos e na falta de previsão específica de projeto para cada caso de obra, serão os adotados pela EMLURB.

Os fixadores serão de aço CA-50A com 1,25 cm de diâmetro e 100 cm de comprimento, devendo ter um furo de 0,3 cm de diâmetro a 3cm da extremidade. Os fixadores serão utilizados com a finalidade de fazer com que a tela acompanhe os contornos da superfície do talude, mantendo uma distância de aproximadamente 2,5 cm entre ambos.

Os fixadores deverão ser dispostos em malha regular de 1,50x1,50m. Fixadores adicionais deverão ser utilizados visando garantir sempre que o cobrimento das telas seja aquele especificado em projeto.

A ligação tela-fixador deverá ser feita por amarração de um arame galvanizado que passe pelo orifício aberto na extremidade do fixador.

A tela deverá ser colocada de cima para baixo após a extremidade do rolo ter sido enganchada na linha superior de chumbadores. O recobrimento lateral entre as faixas de tela deverá ser de 2 malhas de tela, salvo especificação contrário de projeto e/ou do fabricante da tela.

A tela argamassada deverá ser provida de um sistema de drenagem sistemático, constituído por tubos de PVC rígido de 35 cm de comprimento e diâmetro externo de 5,0 cm. Estes tubos terão a função exclusiva de drenagem do revestimento em concreto projetado. Situações em que se necessite de drenagem profunda, detectadas somente na fase de implantação das obras, deverão ser complementadas pela execução de Drenos Sub-Horizontais Profundos (DHP's) a critério da EMLURB.

Os drenos deverão ser solidarizados à tela através de amarração com arame, de modo a constituírem, espacialmente, os vértices de um quadrado de 1,5 x 1,5 m.

Os drenos deverão ser revestidos com manta geotêxtil não tecida na extremidade em contato com o solo, e devidamente protegidos na outra extremidade, com papel, contra o lançamento da argamassa. A interface entre o solo e a parte imersa do barbacã deverá se constituir de um filtro dreno de areia média lavada.

## EXECUÇÃO DO CONCRETO PROJETADO

#### 6.8.8. Equipamentos

Após a realização dos serviços de regularização da superfície do talude, cravação de chumbadores e fixadores e colocação da tela metálica soldada, deverá ser feita à projeção do concreto projetado sobre a superfície do talude.

O equipamento utilizado para a projeção do concreto deverá se constituir de: bomba, misturadores, mangueiras, e bico de projeção. Deverão ser inteiramente revisados antes do uso, contra eventuais entupimentos.

O equipamento de projeção do concreto, caso sejam utilizados dispositivos distribuidor de aditivos, deverá ser inteiramente limpo após cada uso. É indispensável a utilização de manômetros de pressão de água e do ar, e hidrômetros para controlar a aplicação do concreto projetado e o funcionamento da bomba de projeção.

A superfície a ser revestida deverá ser limpa com jato de ar, a uma pressão de 7,0 kgf/cm<sup>2</sup>, antes da aplicação do concreto projetado.

#### 6.8.9. Preparação do concreto projetado

A areia e a brita deverão ser limpas e bem graduadas, de acordo com a especificação EB-4 da ABNT. A faixa granulométrica da brita deverá seguir a da areia, tendo como diâmetro máximo 0,50cm.

A dosagem da areia (média e grossa) e brita no agregado deverá ser estudada quando da realização dos trabalhos face aos equipamentos disponíveis pela contratada, isto é, decorrente das maiores e menores reflexões esperadas de concreto projetado e concreto projetado quando aspergidos.

O cimento deverá ser do tipo Portland comum, obedecendo as especificações pertinentes da ABNT.

#### 6.8.10. Lançamento da Mistura

O bico de projeção deverá ser mantido a uma distância de 1,0 a 1,5m da superfície a ser tratada e perpendicular a esta, a fim de evitar a formação de vazios atrás da tela.

A pressão de ar no bico de projeção deverá ser constante e superior a 5 kgf/cm<sup>2</sup>. A pressão da água ao atingir o bico de projeção deverá ser constante e não inferior a 4,0 kgf/cm<sup>2</sup>, ou então

igual à pressão recomendada pelo fabricante do equipamento. A diferença de pressão entre a água e o ar não poderá ser maior do que 1,0 kgf/cm<sup>2</sup>, para evitar mistura inadequada.

A espessura da camada não poderá ser maior do que 3,0 cm, devendo a espessura final especificada em projeto ser obtida pela aplicação sucessiva destas camadas.

A reflexão máxima tolerada do concreto projetado será de 20%. O material refletido não poderá ser reaproveitado para projeção e deverá ser removido antes da pega.

O revestimento deverá ser executado de baixo para cima, a fim de evitar que o material refletido atinja a superfície a ser protegida. O intervalo entre duas aplicações deverá estar entre 30 minutos e 1 hora e as várias demãos deverão ter a mesma dosagem e o mesmo fator água cimento.

## **DRENAGEM**

### **6.8.11. Generalidades**

Drenagem é qualquer interferência que vise dirigir, canalizar, conter parcialmente, dissipar, dar proteção contra as águas existentes no solo, sobre o solo e que caem no solo.

Na engenharia, a drenagem é um dos pontos mais vulneráveis porque está sujeita a cálculos totalmente empíricos baseados em estatísticas onde pode e acontecem desastres constantes. Assim nunca devemos subestimar um projeto de drenagem e só efetuar mudanças conscientes e seguras de que elas serão benéficas a uma solução definitiva.

A drenagem aqui exposta será considerada superficial e subterrânea, de acordo com os itens que seguem.

## **6.9. CANALETAS**

Como serviço de proteção, as canaletas desempenham papel fundamental, devendo ser executadas com o maior cuidado, visto que como conduzem às águas as concentram, e mal executadas são fatores de erosão e desestabilização de terras.

### **6.9.1. Dissipadores de Energia**

Responsáveis pela condução das águas concentradas e em velocidade devem ser criteriosamente executados.

Todos os detalhes são importantes e a empreiteira deve observar o seguinte:

- a) Toda a escavação deverá ser feita em terreno sólido, seja ele de aterro ou natural.
- b) Toda escadaria dissipadora deve ter a cada 10m máximo duas recravas laterais para colocar dentro da canaleta as águas que escoam no bordo da mesma. Esta recrava deve ter sua cota 0,10m acima do bordo da canaleta, devendo ser construída como aba de concreto ou alvenaria revestida.
- c) Deve ter a cada 10m de diferença de cota uma caixa de dissipação de energia conforme detalhe, em concreto ou alvenaria de pedra. Suas dimensões laterais devem exercer as dimensões das canaletas para obter maior volume d água e diminuir a velocidade da mesma.
- d) O terreno deve após a construção de a canaleta ficar regularizado e numa altura superior ascendente a canaleta e inferior as recravas.
- e) Os degraus deverão ser construídos mais em função da velocidade longitudinal e não podem exceder em altura a 0,30m. Quando a velocidade for bastante acentuada, com inclinação ultrapassando 1/1 ou 100%, devem-se executar poços dissipadores intermediários ao longo da canaleta.
- f) Estes poços deverão ser de alvenaria de pedra, tendo obrigatoriamente suas paredes e internamente placas de concreto superpostas para oferecer resistência à água.

1. Os dissipadores nas saídas das escadarias deverão ser feitos com peças adicionais de pedra rachão, ter dimensões 3 vezes a saída da canaleta em leque.

## ANEXOS