

## **ANEXO 1**

**MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO  
DA DRENAGEM PLUVIAL DA BACIA CENTRAL  
CÓRREGO REMANSO – CANAL TRAPEZOIDAL  
SIMÃO DIAS – SE (ETAPA 3) TRECHO FINAL  
Estaca 0+00 até 12+14,57**

PC-22-11\_R0

## Sumário

|                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. FICHA TÉCNICA</b>                                                  | <b>3</b>  |
| 1.1. Introdução e concepção geral                                        | 3         |
| 1.2. Sistema Projetado                                                   | 4         |
| <b>2. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SIMÃO DIAS E DA ÁREA DE PROJETO</b> | <b>5</b>  |
| 2.1. Do Município de Simão Dias                                          | 5         |
| <b>3. DA ÁREA DE PROJETO</b>                                             | <b>9</b>  |
| 3.1. Características Gerais e Divisão das Bacias de Contribuição         | 9         |
| <b>4. DOCUMENTOS E INFORMAÇÕES UTILIZADOS NO PROJETO</b>                 | <b>10</b> |
| 4.1. Informações Coletadas                                               | 10        |
| <b>5. SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS E GEOTÉCNICOS</b>                            | <b>10</b> |
| 5.1. Serviços Topográficos                                               | 10        |
| 5.2. Sondagens à Percussão                                               | 11        |
| <b>6. CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO</b>                              | <b>11</b> |
| 6.1. Modelagem Hidrológica                                               | 11        |
| 6.2. Parâmetros Hidrológicos                                             | 12        |
| <b>7. PLANILHA GERAL DE CONTRIBUIÇÕES</b>                                | <b>20</b> |
| <b>8. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO</b>                                     | <b>20</b> |
| 8.1. Escoamento livre:                                                   | 20        |
| 8.2. Altura da Lâmina                                                    | 21        |
| 8.3. Limites de Velocidade                                               | 21        |
| 8.4. Capacidade hidráulica do Canal                                      | 21        |
| <b>9. MANEJO AMBIENTAL</b>                                               | <b>22</b> |

## 1. FICHA TÉCNICA

### 1.1. Introdução e concepção geral

O presente estudo tem como objetivo, analisar as vazões das Bacias de contribuição do Córrego Remanso (Talvegue) em pontos específico de contribuição, para implantação de Canais Trapezoidais em colchão Reno com dimensões para recuperação da capacidade de escoamento das vazões pluviométricas. Capacidade essa, diminuída pela ocupação urbana irregular. Essa etapa complementa a etapa 2, a partir do final do eixo 2 na estaca 34+6,85 que será igual a estaca 0+00 dessa.

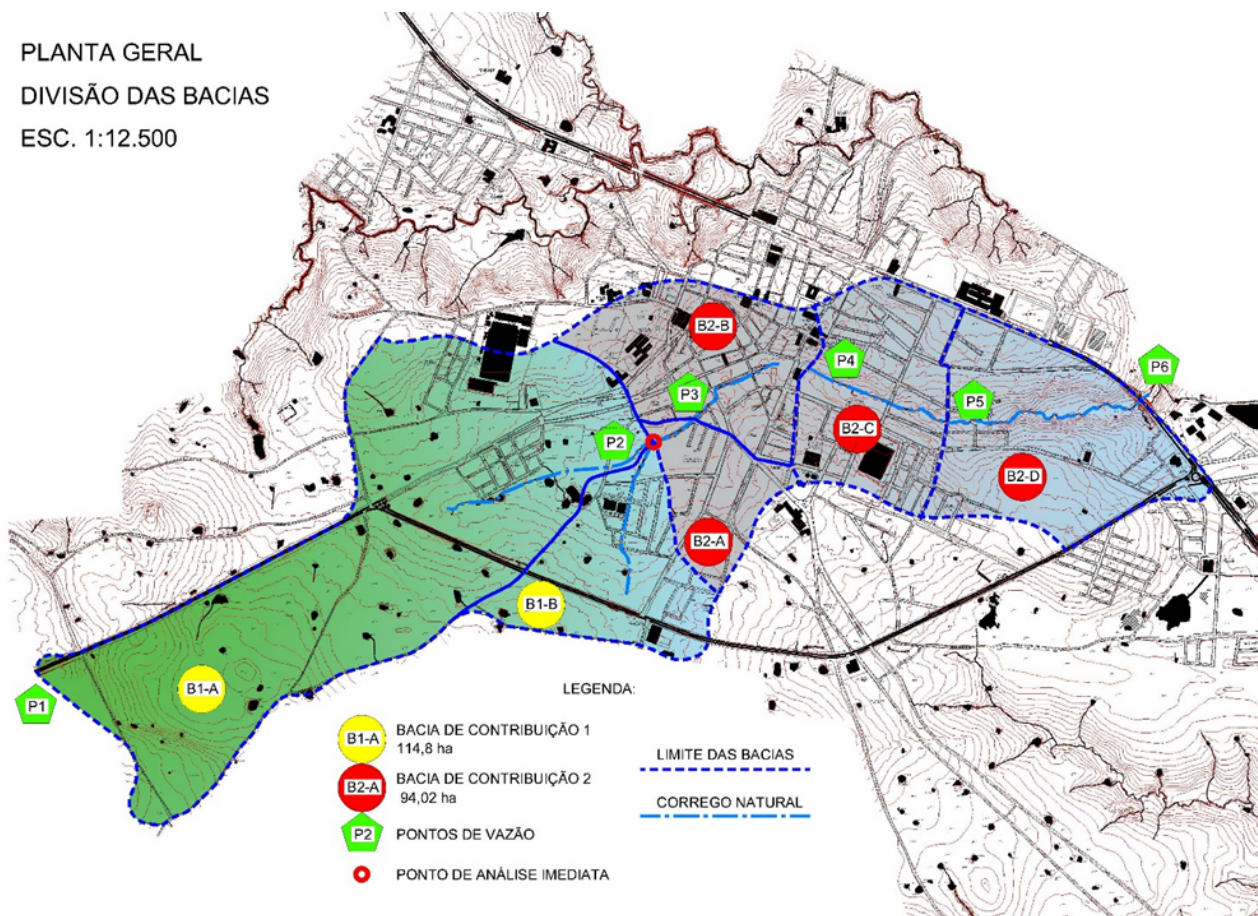
A bacia 1 tem característica rural, com coeficiente de Runoff adotado = 0,4 para solos cultivados em zona alta e passibilidade de urbanização.

A bacia 2 tem características urbana, com coeficiente de Runoff máximo = 0,70 , onde será ponderado com a bacia 1 a cada ponto de acumulação.

Esse trecho será regularizado com um canal de dimensões:  $b = 3,00 \text{ m}$  ;  $h = 1,50 \text{ m}$  ;  $B = 8,20 \text{ m}$  com  $C = 0,23$  para gabiões e  $i = 0,4 \%$ . A espessura do colchão será de 23 cm e  $Z = 1,73:1$ .

Esse canal será implantado em os Pontos P5 e P6 indicado na planta de bacias conforme a seguir:

PLANTA GERAL  
 DIVISÃO DAS BACIAS  
 ESC. 1:12.500



### Bacia de contribuição

## 1.2. Sistema Projetado

O sistema projetado refere-se ao Sistema de Macrodrenagem do complemento dos canais em gabião Reno com as seguinte características:

$L = 254,57 + 11,60 \text{ m}$  ;  $b = 3,00 \text{ m}$  ;  $B = 8,20 \text{ m}$  ;  $h = 1,50 \text{ m}$ , em colchão Reno espessura 0,23 m, e travamento lateral corrido em gabião caixa 1,00 x 1,00 e ancoragens de travamento transversais nos desníveis verticais, também em gabião caixa 1,00 x 1,00 m.

Ainda terá um dissipador final conforme projeto, com aproximadamente 30 m de comprimento, no lançamento final.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SIMÃO DIAS E DA ÁREA DE PROJETO

### 2.1. Do Município de Simão Dias

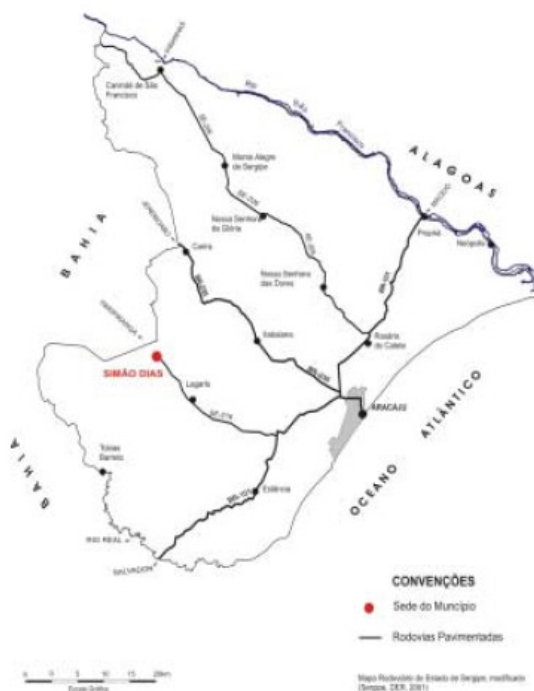
#### 2.1.1. Localização

O município está localizado no extremo oeste do Estado de Sergipe, limitando-se a norte com os municípios de Pinhão e Pedra Mole, a leste com Macambira e Lagarto, a sul com Riachão do Dantas e Lagarto e a oeste com Tobias Barreto, Poço Verde e o Estado da Bahia. A área municipal ocupa 560,8 Km<sup>2</sup>.

A sede municipal tem uma altitude de 250 metros e coordenadas geográficas de 10°44'20" de latitude sul e 37°48'36" de longitude oeste.

#### 2.1.2. Acesso

O acesso, a partir de Aracaju, é efetuado pelas rodovias pavimentadas BR-235, BR-101 e SE-216, num percurso total de 100 km (Figura 2.1).



**Figura 2.1 - Mapa de acesso rodoviário.**

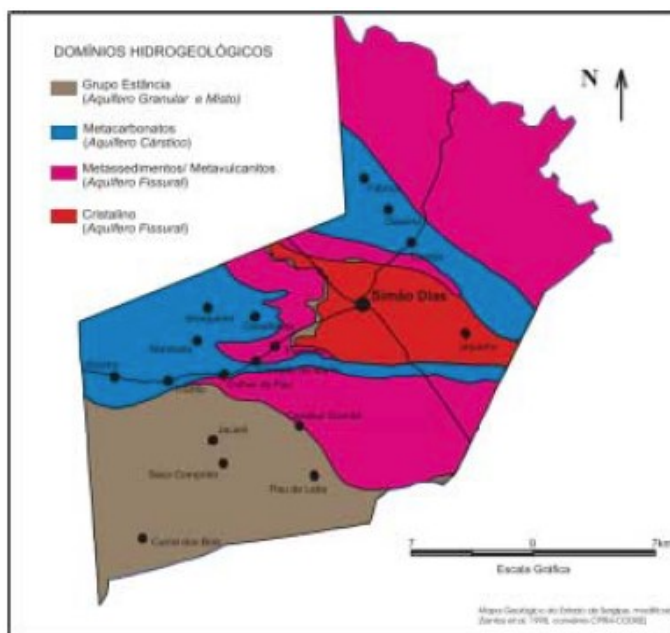
### 2.1.3. Recursos Hídricos

#### - Águas Superficiais

O município está inserido em duas bacias hidrográficas, a do rio Vaza-Barris e a do rio Piauí. Constituem a drenagem principal, além do rio Vaza-Barris, os rios Jacaré e Caiçá.

#### - Águas Subterrâneas (Domínios Hidrogeológicos)

No município pode-se distinguir quatro domínios hidrogeológicos: Metasedimentos/Metavulcanitos, Grupo Estância, Metacarbonatos e Cristalino (Figura 2.2).



**Figura 2.2 - Domínios hidrogeológicos do município de Simão Dias**

### 2.1.4. Aspectos Fisiográficos

#### - Clima

O município está inserido no Polígono das Secas, tem um clima do tipo megatérmico seco e sub-úmido, temperatura média no ano de 24,1 °C, precipitação pluviométrica média anual de 880 mm e período chuvoso de março a agosto.

- Relevo

O relevo está relacionado a uma superfície pediplanada e dissecada com formas tabulares e de cristas, e aprofundamento de drenagem muito fraca a mediana.

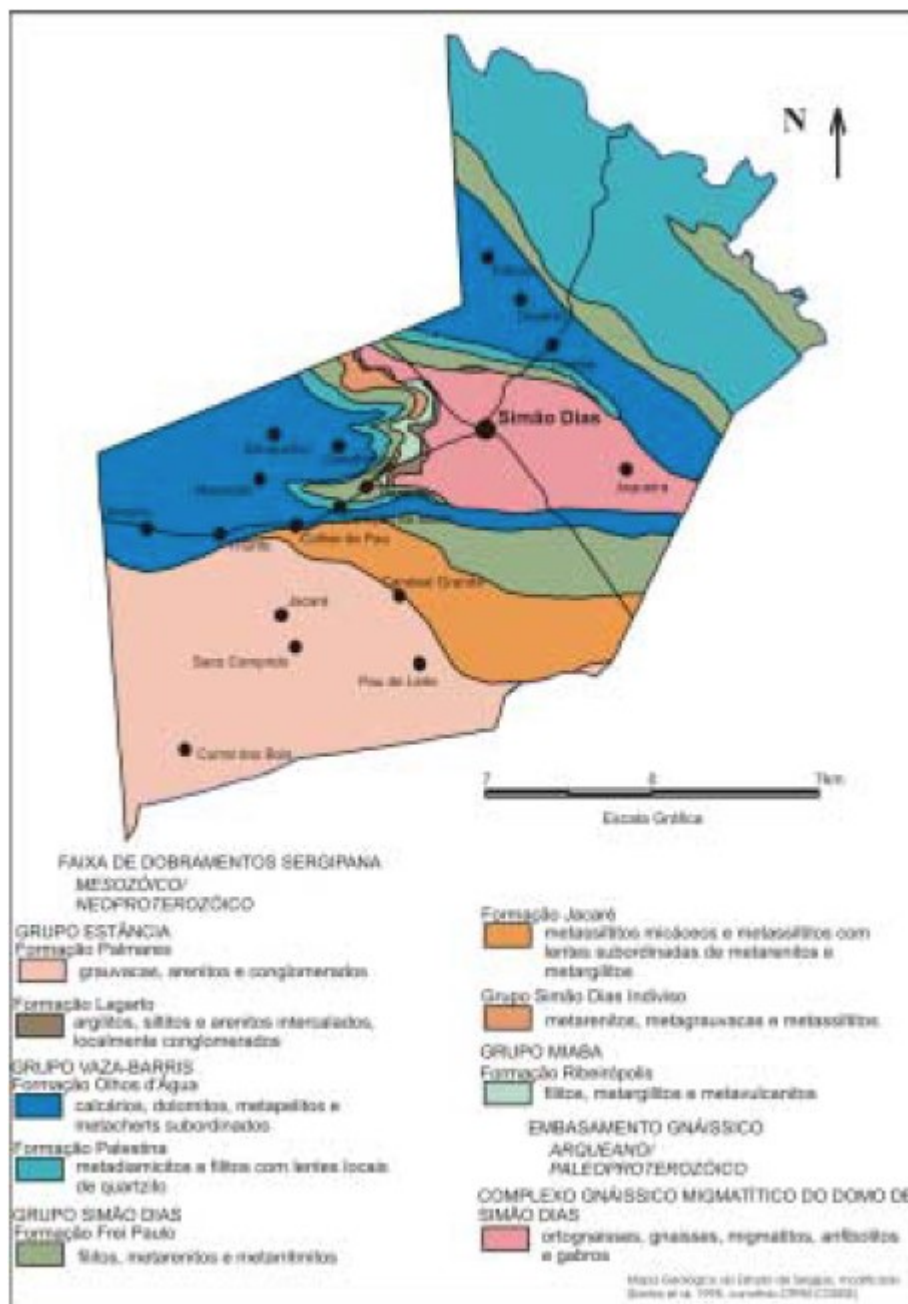
- Solos e Vegetação

Os solos são Planosol, Litólicos Distróficos, Cambisol, Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico e Regosol, com uma vegetação de Capoeira, Caatinga, Campos Limpos, Campos Sujos e Vestígios de Mata (SERGIPE.SEPLANTEC/SUPES,1997/2000).

- Geologia

Conforme pode ser visualizado na Figura 2.3, o contexto geológico do município está representado por litótipos da Faixa de Dobramentos Sergipana (Neo a Mesoproterozóico) e do Embasamento Gnáissico (Paleoproterozóico a Arqueano).





**Figura 2.3 – Geologia simplificada do município**

Ao sul do território, predominam grauvascas, arenitos e conglomerados da Formação Palmares (Grupo Estância), e metarenitos e metargilitos da Formação Jacaré (Grupo Simão Dias).

A porção central é dominada por calcários, dolomitos, metapelitos e metacherts da Formação Olhos d'Água (Grupo Vaza-Barris), e ortognaisses, gnaisses, migmatitos, anfibolitos e gabros do Complexo



Gnáissico-Migmatítico do Domo de Simão Dias. Em menor proporção, afloram também argilitos, siltitos, arenitos, metarenitos, metassiltitos, metagrauvacas, filitos, metargilitos e metavulcanitos, relacionados às Formações Lagarto (Grupo Estância), Jacaré (Grupo Simão Dias), Ribeirópolis (Grupo Miaba) e ao Grupo Simão Dias Indiviso.

Ao norte do município, ocorrem metadiamicitos e filitos, com lentes localizadas de quartzo, filitos, metarenitos e metarritmitos das Formações Palestina (Grupo Vaza-Barris) e Frei Paulo (Grupo Simão Dias).

### 3. DA ÁREA DE PROJETO

#### 3.1. Características Gerais e Divisão das Bacias de Contribuição

- **ÁREA DA BACIA TOTAL:** 208,9 ha.
- **ÁREA DA BACIA 1:** 114,80 ha.
- **ÁREA DA BACIA 2:** 94,10 ha.
  
- **TOPOGRAFIA:** cotas da calha central da área das obras, variando de 251 m a 264 m;
  
- **OCUPAÇÃO:** A bacia 1 tem características rural, com demarcação de áreas de pasto e pouca ocupação urbana, porém com potencial de expansão. A bacia 2 Compreende as Zona Central com densidades atuais variando de 20 a 120 hab./ha;
  
- **PAVIMENTAÇÃO DAS VIAS:** Pavimentada em todo o entorno da bacia 2.
  
- **DRENAGEM:** a bacia possui drenagem natural pelo talvegue do córrego Remanso.

#### **4. DOCUMENTOS E INFORMAÇÕES UTILIZADOS NO PROJETO**

##### **4.1. Informações Coletadas**

Os principais documentos e informações externas que deram embasamento aos trabalhos foram:

- Estudos “Chuvas intensas para o estado de Sergipe com base em dados desagregados de chuva diária” (Ricardo de Aragão, Geizon R. de Santana, Clarissa E. F. F. da Costa, Marcus A. S. Cruz, Eduardo E. de Figueiredo & Vajapeyam S. Srinivasan) publicados pela Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (v.17, n.3, p.243–252, 2013);
- Diretrizes de Projeto para Estudos Hidrológicos - Período de Retorno da Prefeitura Municipal de São Paulo (DP-H01);
- Diretrizes Básicas para Projetos de Drenagem Urbana no Município de São Paulo da FCTH -Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica.
- Cadastro das redes de distribuição de água fornecido pela DESO.

#### **5. SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS E GEOTÉCNICOS**

##### **5.1. Serviços Topográficos**

Os levantamentos topográficos executados pela DELTA possuem as seguintes referências:

- Projeção Horizontal Transversa de Mercator (UTM);
  - Origem: Equador e Meridiano Central 39° W Gr;
  - Datum Horizontal: SIRGAS-2000 (Meridiano Central 39° W Gr);
- Datum Vertical: Imbituba – SC;

- Marco de Referência: MONOGRAFIA DE VÉRTICE - SEPLAN-SE; GOVERNO DO ESTADO DE SERGIPE / ENGEFOTO S.A. – CURITIBA, BASE CARTOGRÁFICA DO ESTADO DE SERGIPE

## **5.2. Sondagens à Percussão**

Devem ser executados sondagens a percussão a cada 50.00m no alinhamento dos eixos das obras, com o total de 5 furos e profundidade média 3.00m a fim de estratificar o subleito a ser retificado.

## **6. CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO**

### **6.1. Modelagem Hidrológica**

De acordo com a Prefeitura do Município de São Paulo - PMSP no documento “Diretrizes Básicas para Projetos de Drenagem Urbana no Município de São Paulo”, *“o sistema tradicional de drenagem urbana deve ser considerado como composto por dois sistemas distintos que devem ser planejados e projetados sob critérios diferenciados: o Sistema Inicial de Drenagem e o Sistema de Macrodrenagem.*

O *“Sistema Inicial de Drenagem ou de Microdrenagem ou, ainda, Coletor de Águas Pluviais, é aquele composto pelos pavimentos das ruas, guias, sarjetas, bocas de lobo, rede de galerias pluviais e, também, canais de pequenas dimensões”.*

Já o Sistema de Macrodrenagem refere-se *“às obras de macrodrenagem, ou seja, aquelas relativas aos cursos d’água, incluindo não só o dimensionamento de canais e galerias, singularidades e estruturas de dissipação de energia, mas também obras de retenção e retenção do escoamento superficial direto.”*

Sobre o assunto, diz o documento “Plano Diretor de Drenagem Urbana do Distrito Federal (Programa de Saneamento Básico no Distrito

Federal – Acordo de Empréstimo n.º 1288/OC-BR-BID): “A *macrodrenagem envolve os sistemas coletores de diferentes sistemas de microdrenagem. Quando é mencionado o sistema de macrodrenagem, as áreas envolvidas são de pelo menos da ordem de 2 Km<sup>2</sup> ou 200 ha.*”

De acordo com a concepção adotada no projeto de drenagem de Simão Dias, as contribuições antes direcionadas à galeria localizada no talvegue principal serão divididas em duas galerias, existente e projetada respectivamente.

Ainda de acordo com o documento “Diretrizes Básicas para Projetos de Drenagem Urbana no Município de São Paulo”, o Método Racional é largamente utilizado na determinação da vazão máxima de projeto para bacias pequenas (< 2 Km<sup>2</sup>).

O cálculo da vazão pelo Método Racional é determinado pela seguinte equação:

$Q = C \cdot i \cdot A$ , onde:

$Q$  =vazão (l/s);

$C$  =coeficiente de escoamento superficial;

$i$  = intensidade de precipitação (l/s x ha);

$A$  = área de contribuição (ha).

No Método Racional, a duração da precipitação máxima de projeto é igual ao tempo de concentração da bacia em estudo.

## **6.2. Parâmetros Hidrológicos**

### **6.2.1. Tempo de Recorrência**

Diz o documento DP-H01 DIRETRIZES DE PROJETO PARA ESTUDOS HIDROLÓGICOS - PERÍODO DE RETORNO da Prefeitura Municipal de São Paulo (como referência):

*“As dificuldades em se estabelecer, objetivamente, o período de retorno fazem com que a escolha recaia sobre os valores aceitos de forma mais ou menos ampla no meio técnico. Muitas entidades fixam os períodos de retorno para diversos tipos de obra com ‘critério de projeto’. Os valores da Tabela 6.1 são comumente, encontrados na literatura técnica e desfrutam de certo consenso internacional.”*

**Tabela 6.1**  
**Períodos de retorno para diferentes ocupações da área**

| TIPO DE OBRA   | TIPO DE OCUPAÇÃO DA ÁREA                   | T (ANOS) |
|----------------|--------------------------------------------|----------|
| Microdrenagem  | Residencial                                | 2        |
| Microdrenagem  | Comercial                                  | 5        |
| Microdrenagem  | Áreas com edifícios de serviços ao público | 5        |
| Microdrenagem  | Aeroportos                                 | 2-5      |
| Microdrenagem  | Áreas comerciais e artérias de tráfego     | 5-10     |
| Macro drenagem | Áreas comerciais e residenciais            | 50-100   |
| Macro drenagem | Áreas de importância específica            | 500      |

Já o Plano Diretor de Drenagem Urbana do Distrito Federal (Tabela 6.2) e a Prefeitura do Município de São Paulo (Tabela 6.3) estabelecem os seguintes valores do tempo de retorno para projetos de drenagem urbana:

**Tabela 6.2**  
**Tempo de retorno para projetos de drenagem urbana**

| Sistema                        | Característica              | Intervalo Tr (anos) | Valor frequente (anos) |
|--------------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------------|
| Microdrenagem                  | Residencial                 | 2-5                 | 2                      |
|                                | Comercial                   | 2-5                 | 5                      |
|                                | Áreas de prédios públicos   | 2-5                 | 5                      |
|                                | Aeroporto                   | 5-10                | 5                      |
|                                | Áreas comerciais e avenidas | 5-10                | 10                     |
| Macro drenagem                 |                             | 10-25               | 10                     |
| Zoneamento de áreas ribeirinas |                             | 5-100               | 100*                   |

\* limite da área de regulamentação

**Tabela 6.3**  
**Períodos de retorno para diferentes ocupações (DAEE/CETESB, 1980)**

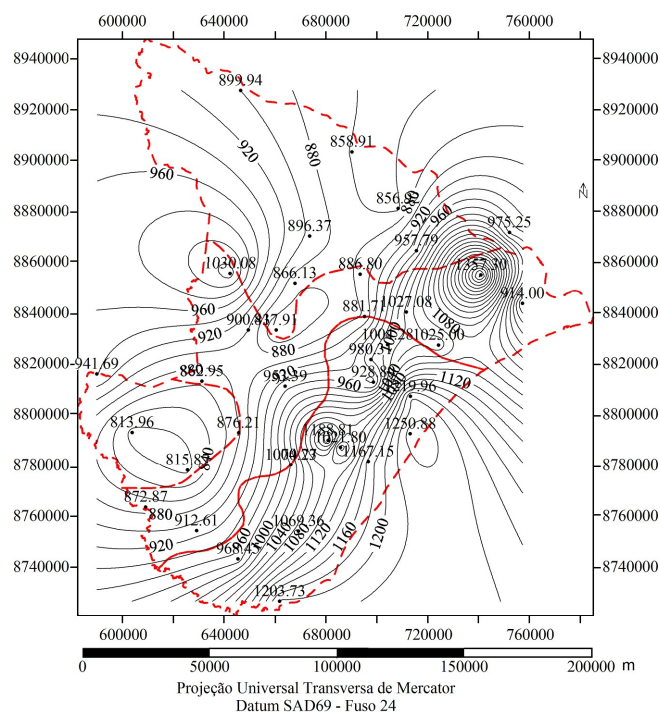
| Tipo de obra  | Tipo de ocupação da área                   | Período de retorno |
|---------------|--------------------------------------------|--------------------|
| Microdrenagem | Residencial                                | 2                  |
|               | Comercial                                  | 5                  |
|               | Áreas com edifícios de serviços ao público | 5                  |
|               | Aeroportos                                 | 2-5                |
|               | Áreas comerciais e artérias de tráfego     | 5-10               |

Pelo exposto e tendo em conta as características de ocupação das Bacias, que agregam áreas comerciais, residenciais e rural se tratando do talvegue principal com áreas somadas em porte de macrodrenagem, utilizaremos o tempo de recorrência com avaliações para 25 e 50 anos.

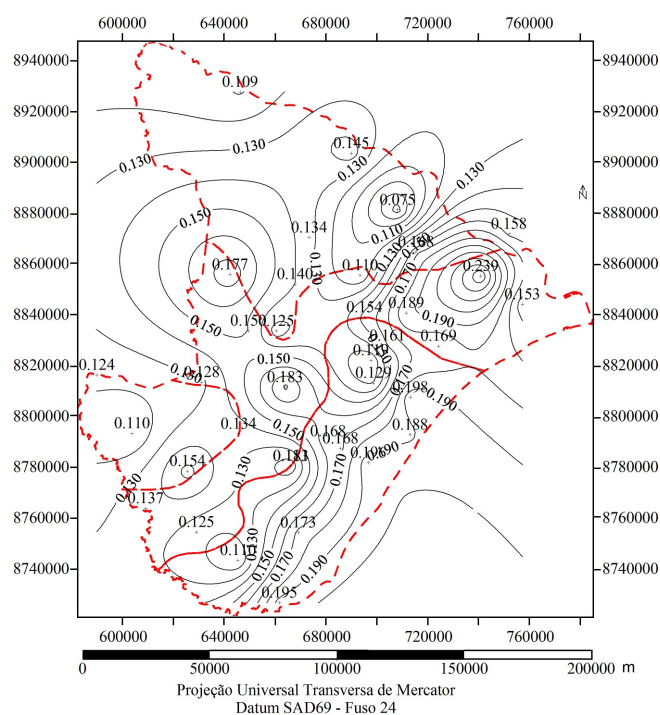
#### 6.2.2. Intensidade da Chuva de Projeto (Equação da Chuva)

Em razão da inexistência de postos pluviométricos em Simão Dias, foram adotados os resultados dos estudos “*Chuvas intensas para o estado de Sergipe com base em dados desagregados de chuva diária*” (Ricardo de Aragão, Geizon R. de Santana, Clarissa E. F. F. da Costa, Marcus A. S. Cruz, Eduardo E. de Figueiredo & Vajapeyam S. Srinivasan) publicados pela Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (v.17, n.3, p.243–252, 2013).

De acordo com a conclusão dos referidos estudos, uma vez especializados, os valores de “K” e “a” da Equação da Chuva (ver Figuras 2 e 3 dispostas a seguir) podem ser empregados em obras hidráulicas em locais em que não existem dados disponíveis.



**Figura 2.** Espacialização dos valores do coeficiente “K”



**Figura 3.** Espacialização dos valores do coeficiente “a”



Ainda de acordo com os referidos estudos, “a regressão não-linear forneceu valores constantes para os parâmetros “b” e “c” (10,52 e 0,753, respectivamente) para todos os postos e para as duas distribuições” (Weibell e Gumbel).

Desse modo, chega-se à seguinte equação IDF a ser utilizada no dimensionamento do sistema de drenagem das bacias do Córrego Remanso:

$$i = \frac{K \cdot Tr^a}{(t+b)^c} = \frac{862,50 \cdot Tr^{0,128}}{(t + 10,52)^{0,753}}, \text{ onde:}$$

*i* = intensidade da precipitação (mm x h);

*Tr* = tempo de recorrência (anos);

*Tc* = tempo de concentração (minutos);

*K, B, a, c* = parâmetros IDF para Simão Dias/SE (Gumbel), conforme a seguir:

***K* = 862,50**

***a* = 0,128**

***b* = 10,52**

***c* = 0,753**

Ao ser utilizada na determinação das vazões de escoamento superficial, é comum encontrar a equação das chuvas modificada, onde a intensidade é expressa em l/s.ha.

Nesse caso, a equação apresentada anteriormente toma a seguinte forma:

$$i = \frac{2.397,75 \cdot Tr^{0,128}}{(t + 10,52)^{0,753}}, \text{ onde:}$$

*i* = intensidade média de precipitação (em l/s.ha);

### 6.2.3. Coeficiente de Escoamento Superficial

O valor do coeficiente de escoamento superficial foi determinado a partir da média ponderada dos coeficientes das superfícies encontradas na Área de Projeto com variação de 0,4 para zona alta rural com potencial de urbanização, até 0,7 na zona urbana com a variação ponderada da seguinte forma:

$$\text{Bacia 1} = 0,40$$

$$\text{Bacia 1+2A} = 0,43$$

$$\text{Bacia 1+2A+2B} = 0,46$$

$$\text{Bacia 1+2A+2B+2C} = 0,50$$

$$\text{Bacia 1+2A+2B+2C+2D} = 0,55$$

Buscou-se na literatura as faixas de variação do Coeficiente de Escoamento Superficial para as seguintes tipologias de áreas de drenagem, conforme segue:

| TIPOLOGIA DE ÁREAS DE DRENAGEM           | FAIXAS DE VARIAÇÃO | VALORES ADOTADOS |
|------------------------------------------|--------------------|------------------|
| ÁREA VERDE (GRAMA EM SOLO ARENOSO)       | 0,05-0,10          | 0,10             |
| LOTES COMERCIAIS EM ÁREAS CENTRAIS       | 0,70-0,95          | 0,95             |
| LOTES RESIDENCIAIS (unidades conjugadas) | 0,60-0,75          | 0,75             |
| RUAS DE ASFALTO                          | 0,70-0,90          | 0,90             |
| RUAS DE PARALELEPÍPEDO                   | 0,58-0,81          | 0,75             |

| Características da bacia             | C           |
|--------------------------------------|-------------|
| Superfícies impermeáveis             | 0,90 – 0,95 |
| Terreno estéril montanhoso           | 0,80 – 0,90 |
| Terreno estéril ondulado             | 0,60 – 0,80 |
| Terreno estéril plano                | 0,50 – 0,70 |
| Prados, campinas, terreno ondulado   | 0,40 – 0,65 |
| Matas decíduas, folhagem caduca      | 0,35 – 0,60 |
| Matas coníferas, folhagem permanente | 0,25 – 0,50 |
| Pomares                              | 0,15 – 0,40 |
| Terrenos cultivados em zonas altas   | 0,15 – 0,40 |
| Terrenos cultivados em vales         | 0,10 – 0,30 |

| Tipo de Ocupação                          | Coefficiente C |
|-------------------------------------------|----------------|
| Áreas com Edificação; Grau de Adensamento | -              |
| - Muito Grande                            | 0,70 a 0,95    |
| - Grande                                  | 0,60 a 0,70    |
| - Médio                                   | 0,40 a 0,60    |
| - Pequeno                                 | 0,20 a 0,40    |
| . Áreas livres: matas, parques, campos    | 0,05 a 0,20    |
| . Pavimentos                              | 0,70 a 0,95    |
| . Solos com vegetação                     | -              |
| - Arenoso                                 | 0,05 a 0,15    |
| - Argiloso                                | 0,15 a 0,35    |

Fonte: RIGHETTO, 1998

#### 6.2.4. Tempo de Concentração

O tempo de concentração é obtido pela soma do tempo que leva a gota para percorrer o trajeto equivalente os tempos do escoamento superficial ( $t_s$ ).

Em áreas urbanas, o tempo que leva a gota para percorrer o trajeto entre os telhados até a sarjeta é adotado como sendo igual a 10 min.

Para cálculo do tempo de escoamento superficial ( $t_s$ ), será adotada a seguinte fórmula de George Ribeiro (\*), largamente utilizada no meio técnico:

$$t_s = \frac{16 L}{(1,05 - 0,2 q) (100 \cdot S)^{0,04}} \quad , onde:$$

**L** = distância máxima dentro da bacia ou sub-bacia (km);

**q** = porcentagem da área considerada, coberta de vegetação;

**S** = declividade média relativa á distância máxima (m/m).

(\*) NOTA: fórmula adotada por Lucas Nogueira Garcez no livro Hidrologia (Editora Edgard Blucher Ltda., 1974)

Para cálculo do tempo de escoamento no conduto ( $t_p$ ), será adotado o método cinemático, conforme segue:

$t_p = 16,67 \times \sum (L_i/V_i)$ , onde:

$t_p$  = Tempo de percurso, em min;

$L_i$  = Comprimento do trecho, em km;

$V_i$  = Velocidade do trecho considerado, em m/s.

Desse modo, o tempo de concentração será dado pela fórmula:

$t_c = t_s + t_p + 10 \text{ min}$ , onde:

$t_s$  = Tempo de percurso na sarjeta;

$t_p$  = Tempo de percurso na galeria

Cabe como observação que, na fase do estudo da capacidade de escoamento das vias, o tempo de concentração ( $t_c$ ) é calculado como sendo igual a  $t_s + 10 \text{ min}$ , considerando-se a declividade média ( $S$ ) e o comprimento ( $L$ ) do trecho da mesma fórmula.

Para o percentual ( $q$ ) da área coberta com vegetação, foram adotados os tipos de superfície (área verde, ruas e lotes) apresentados no item anterior.

Na apropriação, considerou-se como lotes as áreas constituídas de telhados (edificações comerciais, residenciais e públicas) e pequenos quintais com vegetação.

Desse modo, chega-se ao percentual “ $q$ ” da fórmula de George Ribeiro de forma variável variável :  $1-C$  ; onde  $c$ = coeficiente de deflúvio.

## 7. PLANILHA GERAL DE CONTRIBUIÇÕES

| PLANILHA DE CONTRIBUIÇÕES 25 anos |                        |         |                        |                 |                  |                             |                        |         |                        |                             |                                     |                                       |                                    | Tempo de Recorrência   |                               |                   |
|-----------------------------------|------------------------|---------|------------------------|-----------------|------------------|-----------------------------|------------------------|---------|------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------|
|                                   |                        |         |                        |                 |                  |                             |                        |         |                        |                             |                                     |                                       |                                    | Tr (Anos) =            |                               | 25                |
| Trecho                            |                        |         |                        |                 |                  | Distância Máxima Percorrida |                        |         |                        | Tempo de Concentração (min) | Área de Contribuição do Trecho (ha) | Coeficiente de Escoamento Superficial | Intensidade Pluviométrica (l/s.ha) | Índice de Distribuição | Vazão de pico do Trecho (l/s) |                   |
| PONTOS DE VAZÃO                   | Cotas Topográficas (m) |         | Diferença de Cotas (m) | Comprimento (m) | Declividade(m/m) | Extensão (Km)               | Cotas Topográficas (m) |         | Diferença de Cotas (m) |                             |                                     |                                       |                                    |                        |                               | Declividade (m/m) |
|                                   | Montante               | Jusante |                        |                 |                  |                             | Montante               | Jusante |                        |                             |                                     |                                       |                                    |                        |                               |                   |
| P2                                | 292,00                 | 280,00  | 12,00                  | 1966,00         | 0,0061           | 1,966                       | 292,00                 | 280,00  | 12,00                  | 0,0061                      | 44,50                               | 114,80                                | 0,40                               | 177,07                 | 1,00                          | 8130,94           |
| P3                                | 280,00                 | 259,00  | 21,00                  | 137,00          | 0,1533           | 2,103                       | 292,00                 | 259,00  | 33,00                  | 0,0157                      | 45,31                               | 126,00                                | 0,43                               | 175,13                 | 1,00                          | 9488,72           |
| P4                                | 259,00                 | 253,00  | 6,00                   | 400,00          | 0,0150           | 2,503                       | 292,00                 | 253,00  | 39,00                  | 0,0156                      | 51,77                               | 150,70                                | 0,46                               | 161,27                 | 1,00                          | 11179,80          |
| P5                                | 253,00                 | 250,00  | 3,00                   | 440,00          | 0,0068           | 2,943                       | 292,00                 | 250,00  | 42,00                  | 0,0143                      | 58,87                               | 175,18                                | 0,50                               | 148,68                 | 1,00                          | 13023,16          |
| P6                                | 250,00                 | 240,00  | 10,00                  | 671,00          | 0,0149           | 3,614                       | 292,00                 | 240,00  | 52,00                  | 0,0144                      | 69,36                               | 208,90                                | 0,55                               | 133,72                 | 1,00                          | 15363,60          |
|                                   |                        |         |                        |                 |                  |                             |                        |         |                        |                             |                                     |                                       |                                    | EQUAÇÃO - 2013         |                               |                   |

| PLANILHA DE CONTRIBUIÇÕES 50 anos |                        |         |                        |                 |                  |                             |                        |         |                        |                             |                                     |                                       |                                    | Tempo de Recorrência   |                               |                   |
|-----------------------------------|------------------------|---------|------------------------|-----------------|------------------|-----------------------------|------------------------|---------|------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------|
|                                   |                        |         |                        |                 |                  |                             |                        |         |                        |                             |                                     |                                       |                                    | Tr (Anos) =            |                               | 50                |
| PONTOS DE VAZÃO                   | Trecho                 |         |                        |                 |                  | Distância Máxima Percorrida |                        |         |                        | Tempo de Concentração (min) | Área de Contribuição do Trecho (ha) | Coeficiente de Escoamento Superficial | Intensidade Pluviométrica (l/s.ha) | Índice de Distribuição | Vazão de pico do Trecho (l/s) |                   |
|                                   | Cotas Topográficas (m) |         | Diferença de Cotas (m) | Comprimento (m) | Declividade(m/m) | Extensão (Km)               | Cotas Topográficas (m) |         | Diferença de Cotas (m) |                             |                                     |                                       |                                    |                        |                               | Declividade (m/m) |
|                                   | Montante               | Jusante |                        |                 |                  |                             | Montante               | Jusante |                        |                             |                                     |                                       |                                    |                        |                               |                   |
| P2                                | 292,00                 | 280,00  | 12,00                  | 1966,00         | 0,0061           | 1,966                       | 292,00                 | 280,00  | 12,00                  | 0,0061                      | 44,50                               | 114,80                                | 0,40                               | 193,50                 | 1,00                          | 8885,31           |
| P3                                | 280,00                 | 259,00  | 21,00                  | 137,00          | 0,1533           | 2,103                       | 292,00                 | 259,00  | 33,00                  | 0,0157                      | 45,31                               | 126,00                                | 0,43                               | 191,38                 | 1,00                          | 10369,06          |
| P4                                | 259,00                 | 253,00  | 6,00                   | 400,00          | 0,0150           | 2,503                       | 292,00                 | 253,00  | 39,00                  | 0,0156                      | 51,77                               | 150,70                                | 0,46                               | 176,24                 | 1,00                          | 12217,03          |
| P5                                | 253,00                 | 250,00  | 3,00                   | 440,00          | 0,0068           | 2,943                       | 292,00                 | 250,00  | 42,00                  | 0,0143                      | 58,87                               | 175,18                                | 0,50                               | 162,48                 | 1,00                          | 14231,42          |
| P6                                | 250,00                 | 240,00  | 10,00                  | 671,00          | 0,0149           | 3,614                       | 292,00                 | 240,00  | 52,00                  | 0,0144                      | 69,36                               | 208,90                                | 0,55                               | 146,12                 | 1,00                          | 16789,00          |
|                                   |                        |         |                        |                 |                  |                             |                        |         |                        |                             |                                     |                                       |                                    | EQUAÇÃO - 2013         |                               |                   |

## 8. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

### 8.1. Escoamento livre:

$$V = \frac{RH^{2/3} x I^{1/2}}{n} \quad (1)$$

$$Q = A \times V \quad (2)$$

Onde:

**V** = velocidade de escoamento (m/s);

**RH** = raio hidráulico (m);

**i** = declividade do trecho (m/m);

**n (a)** = coeficientes de rugosidade canais em gabião = 0,023;

$n$  ( $b$ ) = coeficientes de rugosidade galeria proposta = 0,013;

$Q$  = vazão calculada ( $m^3/s$ );

$A$  = área de seção de escoamento ( $m^2$ ).

## 8.2. Altura da Lâmina

A galeria celular e bueiros foram dimensionados de forma que a altura da lâmina líquida não ultrapassasse 80% da altura útil total, admitindo-se até 90% para TR 50anos, isto é e com velocidades dentro do funcionamento como canal em regime subcrítico.

Os canais trapezoidais foram testados a 85% da altura útil total com extrapolação para conhecimento da vazão a seção plena (Full), também em regime subcrítico.

## 8.3. Limites de Velocidade

- mínima = 0,60 m/s;
- máxima = 5,00 m/s.

## 8.4. Capacidade hidráulica do Canal

8.4.1. Canal trapezoidal em Gabião, eixo 1,  $b=3,00$  x  $B=8,20$  x  $h=1.50$  x  $Z=1.73:1$  para vazões do P5 ao P6 da planilha de contribuições.

[ MANNING FORMULA : TRAPEZOIDAL ]

### ■ FORMULA

- $v = (k/n) \times R^{(2/3)} \times I^{(1/2)}$  (manning formula)
- $k$  : conversion factor = 1.0

### ■ INPUT

- $b(m)$  : bottom breadth = 3.0
- $H(m)$  : height = 1.5
- $z$  : side slope = 1.73

- I : slope = 0.004
- n : roughness coefficient = 0.023
- r : relative depth(h/H ratio) = 0.85

#### ■ OUTPUT

- h : normal depth = 1.27500m
- a : area of flow = 6.63733m<sup>2</sup>
- p : wetted perimeter = 8.09547m
- R : hydraulic radius = 0.81988m
- b' : width of open surface = 7.41150m
- hm : hydraulic mean depth = 0.89554m
- v : mean velocity of flow = 2.40881m/s
- q : flow rate = 15.98809m<sup>3</sup>/s
- q : flow rate = 19.89906m<sup>3</sup>/s (h/H ratio) = 0.95
- fr : froude number = 0.81286(subcritical flow)

## 9. MANEJO AMBIENTAL

Durante a construção dos dispositivos de drenagem deverão ser preservadas as condições ambientais, exigindo-se, entre outros, os seguintes procedimentos:

a) Todo o material excedente de escavação ou sobras deverá ser removido das proximidades dos dispositivos.

b) O material excedente removido será transportado para local pré-definido em conjunto com a Fiscalização cuidando-se ainda para que este material não seja conduzido para os cursos d'água, de modo a não causar assoreamento.

Obs. Faz parte e complementa esse relatório, o volume referente as especificações de serviços e materiais.