

**ELABORAÇÃO DO PROJETO BÁSICO DO SISTEMA VIÁRIO, CONTEMPLANDO  
LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS E CONSULTAS DE INTERFERÊNCIAS,  
ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE GEOMETRIA, TERRAPLENAGEM, PAVIMENTAÇÃO,  
DRENAGEM, OBRAS DE ARTES ESPECIAIS, PAISAGISMO E SINALIZAÇÃO NO  
MUNICÍPIO DE APARECIDA DE GOIÂNIA/GO**

**CADERNO DE PROJETOS DRENAGEM PLUVIAL**

**EIXO 01**



**REVISÃO 01**

**Volume I/III**

**BRASÍLIA/DF  
JANEIRO/2018**

## **APRESENTAÇÃO**

O presente Caderno Básico de Drenagem faz parte do Contrato SEL Nº 701/2017 e foi elaborado a partir do Estudo Preliminar desenvolvido pelo Município de Aparecida. O Caderno atende as orientações do Termo de Referência (Anexo I) do edital de Licitação.

## **ESTRUTURA DE APRESENTAÇÃO**

### **Volume I:**

Relatório Técnico de Drenagem Pluvial.

Anexo I – Planilha de Dimensionamento das Redes.

Anexo II – Projeto Básico de Drenagem: Plantas Gerais, Plantas Parciais, Detalhes e Especificações – **Eixo 01**

### **Volume II:**

Anexo III – Projeto Básico de Drenagem: Plantas Gerais, Plantas Parciais, Detalhes e Especificações – **Eixo 02, Eixo 03 e Eixo 05**

### **Volume III:**

Anexo IV – Projeto Básico de Drenagem: Plantas Gerais, Plantas Parciais, Detalhes e Especificações – **Detalhes**

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>LOCALIZAÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DAS SUB-BACIAS DE DREANGEM .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1</b>	<b>DELIMITAÇÃO DAS SUB-BACIAS .....</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>PARÂMETROS DE PROJETO.....</b>	<b>19</b>
<b>4.1</b>	<b>MÉTODO DE CÁLCULO .....</b>	<b>19</b>
<b>4.2</b>	<b>COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL – (C) .....</b>	<b>19</b>
<b>4.3</b>	<b>INTENSIDADE DA CHUVA CRÍTICA .....</b>	<b>20</b>
<b>4.4</b>	<b>TEMPO DE RETORNO.....</b>	<b>22</b>
<b>4.5</b>	<b>TEMPO DE CONCENTRAÇÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>4.6</b>	<b>OUTROS PARÂMETROS .....</b>	<b>23</b>
<b>4.7</b>	<b>DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DAS REDES DE DRENAGEM .....</b>	<b>23</b>
<b>4.8</b>	<b>ÓRGÃOS ACESSÓRIOS .....</b>	<b>25</b>
4.8.1	Bocas de Lobo.....	25
4.8.2	Meio Fio.....	25
4.8.3	Poços de Visita.....	25
4.8.4	Galerias .....	25
4.8.5	Conduitos de ligação.....	25
4.8.6	Dissipadores de Energia (Lançamentos).....	25
<b>4.9</b>	<b>PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DAS REDES .....</b>	<b>29</b>
<b>5</b>	<b>ESTUDOS HIDROLÓGICOS.....</b>	<b>30</b>
5.1.1	DEFINIÇÃO DA CHUVA DE PROJETO .....	30
5.1.2	TEMPO DE RETORNO.....	30
5.1.3	MÉTODO DO SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) .....	30
5.1.4	PRECIPITAÇÃO DE PROJETO.....	31
5.1.5	PARÂMETRO CN.....	33
5.1.6	MÉTODO DO NÚMERO DE ESCOAMENTO DO SCS.....	35
5.1.7	MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO DO SCS .....	36
5.1.8	MODELAGEM CHUVA-VAZÃO POR EVENTO: O MODELO HEC- HMS.....	37
<b>5.2</b>	<b>MODELAGEM HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA .....</b>	<b>38</b>
5.2.1	DISCRETIZAÇÃO ESPACIAL DO PROJETO .....	38
<b>6</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS E DOS SERVIÇOS DE IMPLANTAÇÃO .....</b>	<b>39</b>
<b>6.1</b>	<b>LOCAÇÃO .....</b>	<b>39</b>
<b>6.2</b>	<b>ESCAVAÇÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>6.3</b>	<b>PROCESSO MECÂNICO .....</b>	<b>40</b>
<b>6.4</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO DE MATERIAL .....</b>	<b>40</b>
<b>6.5</b>	<b>TALUDE DE VALAS.....</b>	<b>40</b>
<b>6.6</b>	<b>LARGURA DO FUNDO DE VALA .....</b>	<b>41</b>

<b>6.7</b>	<b>ESCORAMENTO .....</b>	<b>41</b>
<b>6.8</b>	<b>ESGOTAMENTO E BOMBEAMENTO.....</b>	<b>42</b>
<b>6.9</b>	<b>PREPARO DO LEITO.....</b>	<b>42</b>
<b>6.10</b>	<b>TUBOS DE CONCRETO .....</b>	<b>43</b>
<b>6.11</b>	<b>TUBOS DE CONCRETO SIMPLES .....</b>	<b>44</b>
<b>6.12</b>	<b>TUBOS DE CONCRETO ARMADO .....</b>	<b>44</b>
<b>6.13</b>	<b>ASSENTAMENTO E REJUNTAMENTO DOS TUBOS .....</b>	<b>46</b>
<b>6.14</b>	<b>POÇOS DE VISITA E CAIXAS DE PASSAGEM .....</b>	<b>46</b>
<b>6.15</b>	<b>BOCAS DE LOBO .....</b>	<b>47</b>
<b>6.16</b>	<b>ATERROS .....</b>	<b>47</b>
<b>6.17</b>	<b>REATERRO .....</b>	<b>48</b>
<b>6.18</b>	<b>LIMPEZA DO CANTEIRO .....</b>	<b>48</b>
<b>6.19</b>	<b>REMOÇÃO DE MATERIAL EXCEDENTE.....</b>	<b>49</b>
6.19.1	<b>SEGURANÇA DO TRABALHO .....</b>	<b>49</b>
<b>6.20</b>	<b>ESCAVAÇÕES E FUNDAÇÕES .....</b>	<b>49</b>
<b>6.21</b>	<b>DIÁRIO DE OBRA .....</b>	<b>50</b>
<b>6.22</b>	<b>INTERFERÊNCIA COM REDES DE OUTRAS CONCESSIONÁRIAS .....</b>	<b>50</b>
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>51</b>
<b>8</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>52</b>
8.1	<b>ANEXO I – PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DAS REDES. ....</b>	<b>52</b>
8.2	<b>ANEXO II – PROJETO BÁSICO DE DRENAGEM: PLANTAS GERAIS, PLANTAS PARCIAIS, DETALHES E ESPECIFICAÇÕES.....</b>	<b>67</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: LOCALIZAÇÃO DOS EIXOS VIÁRIOS – ADAPTAÇÃO PARA O MEMORIAL DESCRITIVO DE PROJETO BÁSICO GEOMÉTRICO – APARECIDA DE GOIÂNIA/GO. **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**

FIGURA 2: SUB-BACIA 01 – EIXO 01 – AFLUENTE DO Córrego SACO FEIO.....	13
FIGURA 3: SUB-BACIA 02 – EIXO 01 – Córrego OLHOS D'ÁGUA. ....	13
FIGURA 4: SUB-BACIA 03 – EIXO 01 – Córrego OLHOS D'ÁGUA. ....	14
FIGURA 5: SUB-BACIA 04 – EIXO 01 – Córrego DO OURO.....	14
FIGURA 6: SUB-BACIA 05 – EIXO 01 – AFLUENTE DO Córrego DO OURO. ....	15
FIGURA 7: SUB-BACIA 06 – EIXO 01 – Córrego TAMANDUÁ.....	15
FIGURA 8: SUB-BACIA 07 – EIXO 02 – AFLUENTE DO Córrego CAPÃO. ....	16
FIGURA 9: SUB-BACIA 08 – EIXO 02 – Córrego DO OURO.....	16
FIGURA 10: SUB-BACIA 09 – OAE – Córrego SANTO ANTÔNIO. ....	17
FIGURA 11: SUB-BACIA 10 – OAE – Córrego SANTO ANTÔNIO. ....	17
FIGURA 12: SUB-BACIA 11 – OAE – Córrego GRANADA. ....	18
FIGURA 13: DETALHES DAS PLANTAS DE FUNDO E SUPERIOR DO DISSIPADOR DE IMPACTO. ....	27
FIGURA 14: DETALHES DOS CORTES DO DISSIPADOR DE IMPACTO.....	27
FIGURA 15: PERSPECTIVA DE ENTRADA DO DISSIPADOR DO TIPO IMPACTO, MODELO <i>BRADLEY-PETERKA</i> .....	28
FIGURA 16: PERSPECTIVA DE ENTRADA DO DISSIPADOR DO TIPO IMPACTO, MODELO <i>BRADLEY-PETERKA</i> .....	28
FIGURA 17: EXEMPLO DE SEQUÊNCIA DE CÁLCULO NO MÉTODO DOS BLOCOS ALTERNADOS. ....	32

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: CURVAS DE INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA – APARECIDA DE GOIÂNIA/GO.....	21
GRÁFICO 2: PRECIPITAÇÃO-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA – APARECIDA DE GOIÂNIA/GO.....	22
GRÁFICO 3: ÁBACO DE DIMENSIONAMENTO DA BACIA DE DISSIPACÃO POR IMPACTO.....	26

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1: EQUAÇÃO DO MÉTODO RACIONAL.....	19
TABELA 2: VALORES DE COEFICIENTES DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL CONFORME A COBERTURA DO SOLO. ....	20
TABELA 3: INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA – I (MM/H) E ALTURA DE PRECIPITAÇÃO – P (MM). .....	21
TABELA 4: ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DA SEÇÃO CIRCULAR.....	24
TABELA 5: DIMENSÕES PADRONIZADAS DOS DISSIPADORES DE IMPACTO.....	28
TABELA 6: VALORES DE CN EM FUNÇÃO DA COBERTURA E DO TIPO DE SOLO (CONDIÇÃO II DE UMIDADE).....	34
TABELA 7: ACRÉSCIMOS NAS ESCAVAÇÕES.....	39
TABELA 8: LARGURA DE FUNDO DE VALAS PARA TUBOS OU GALERIAS.....	41
TABELA 9: ESPESSURA DA BASE DO LEITO PARA TUBOS OU SEÇÕES DA GALERIA MOLHADA. .....	43
TABELA 10: TUBOS SIMPLES, NÃO ARMADOS, QUE TEM AS NOMENCLATURAS: PS1 OU PS2. .....	45
TABELA 11: COMPRESSÃO DIAMETRAL DE TUBOS ARMADOS E/OU REFORÇADOS COM FIBRAS DE AÇO.....	45

## **1 INTRODUÇÃO**

O projeto de drenagem, contendo o diagnóstico da situação atual da área de estudo, a delimitação das áreas contribuintes, os tipos de dispositivos para proteger à infraestrutura e os valores de concentração de vazões em pontos estratégicos, foi conduzida de forma a reduzir os impactos da obra e facilitar a compatibilização dos cenários propostos de maneira integrada e harmoniosa.

A justificativa técnica e conceitual do projeto de drenagem, apresentada no relatório e plantas do projeto, foram elaboradas através da análise sistemática dos trabalhos realizados e consultados, aliada ao conhecimento interdisciplinar e iterativo.

## 2 LOCALIZAÇÃO

Os eixos viários são detalhados abaixo e na **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

- ✓ Eixo 01 (~ 8,9 km):
  - Rua Crisolito entre a GO-040 até Av.4ª Avenida;
  - Av. 4ª Avenida com a Av. Presidente Vargas;
  - Av. Presidente Vargas com a Av. Graça Aranha;
  - Av. Graça Aranha até Av.Nilo Peçanha;
  - Av. Nilo Peçanha até o encontro com a Av. Liberdade – Anel Viário;
  - Av. Nilo Peçanha com a Av. Perimetral Radial; e
  - Av. Perimetral até a Av. Guiraupia com a Av. Araunã.
  
- ✓ Eixo 02 (~ 4,85 km):
  - Av. Uirapuro com a Avenida 12;
  - Avenida 12 no encontro da Av. das Nações;
  - Av. das Nações com Av. Brasil; e
  - Av. Brasil com Av. Beira Mar.
  
- ✓ Eixo 03 (~ 3,65 km):
  - Av. Delfim Moreira no encontro da Avenida C7;
  - Avenida C7 até o encontro com a Av. Presidente Vargas;
  - Av. Presidente Vargas com a Av.1ª Avenida – Av. das Esmeraldas no encontro com a Rodovia GO-040.
  
- ✓ Eixo 05 (~ 3,05):
  - Av. Nossa Sra. De Fátima;
  - Av. Portugal;
  - Av. Prado Junior;



### **3 CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DAS SUB-BACIAS DE DREANGEM**

#### **3.1 DELIMITAÇÃO DAS SUB-BACIAS**

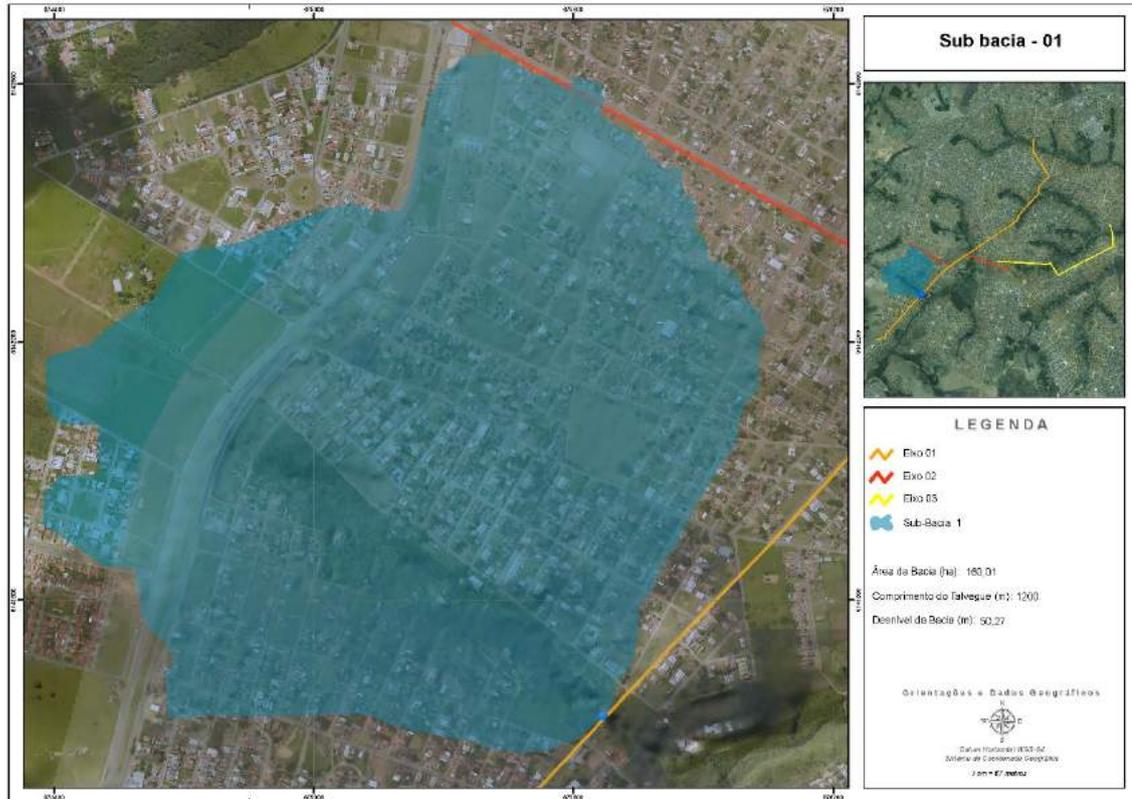
A delimitação das sub-bacias foi realizada utilizando base cartográfica obtidas do Mapeamento Aerofotogramétrico de Aparecida de Goiânia – Escala de 1:1000, com curvas de nível com equidistância de 1,0 metro além das bases de projetos/cadastros de drenagem da Prefeitura.

As definições das sub-bacias de drenagem com suas características morfométricas (delimitação, área da bacia e declividade) foram obtidas digitalmente através do MNT.

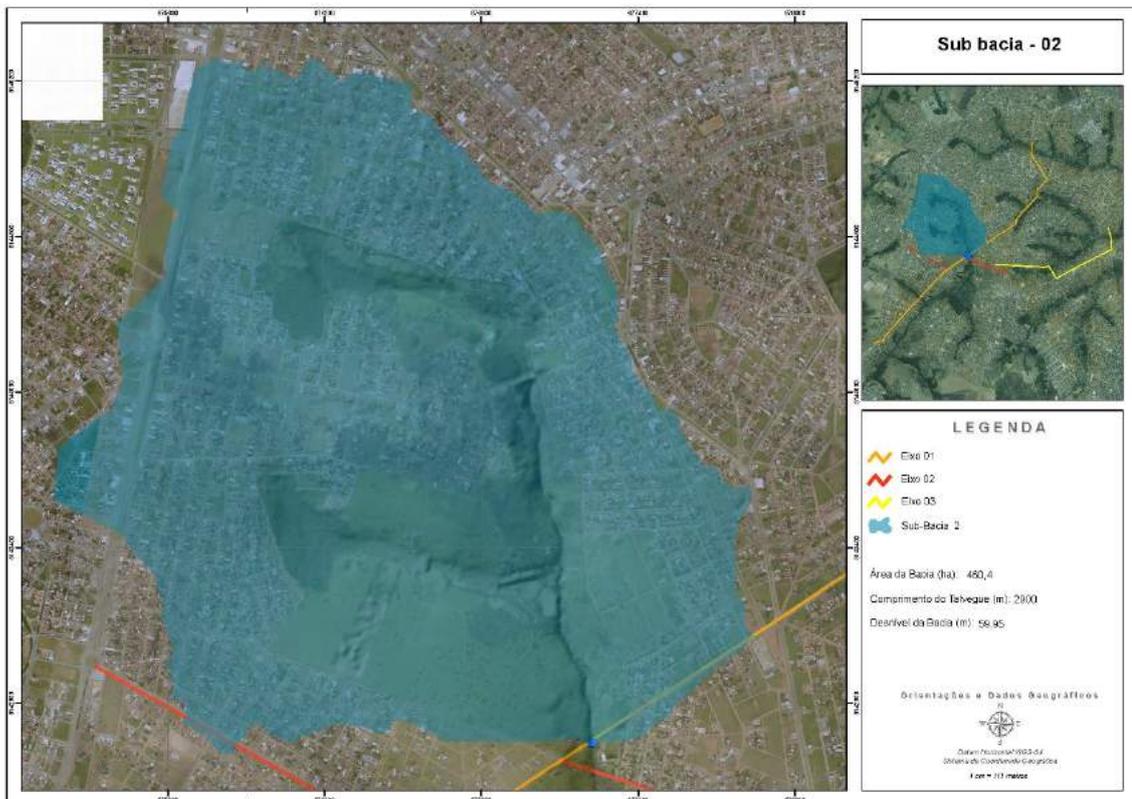
A partir do MNT definiu-se o potencial de caminamento da água em função da topografia, o que gerou a rede de caminhos preferenciais. A partir da potencialidade de caminamento determinou-se as Sub-bacias para a área de estudo.

A união de todas essas unidades de contribuição define a macro contribuição que engloba o empreendimento, onde procurou-se manter uma divisão de sub-bacias, já consolidada do ponto de vista local, utilizando um algoritmo de determinação dos divisores de bacias a partir das cotas do MNT gerado.

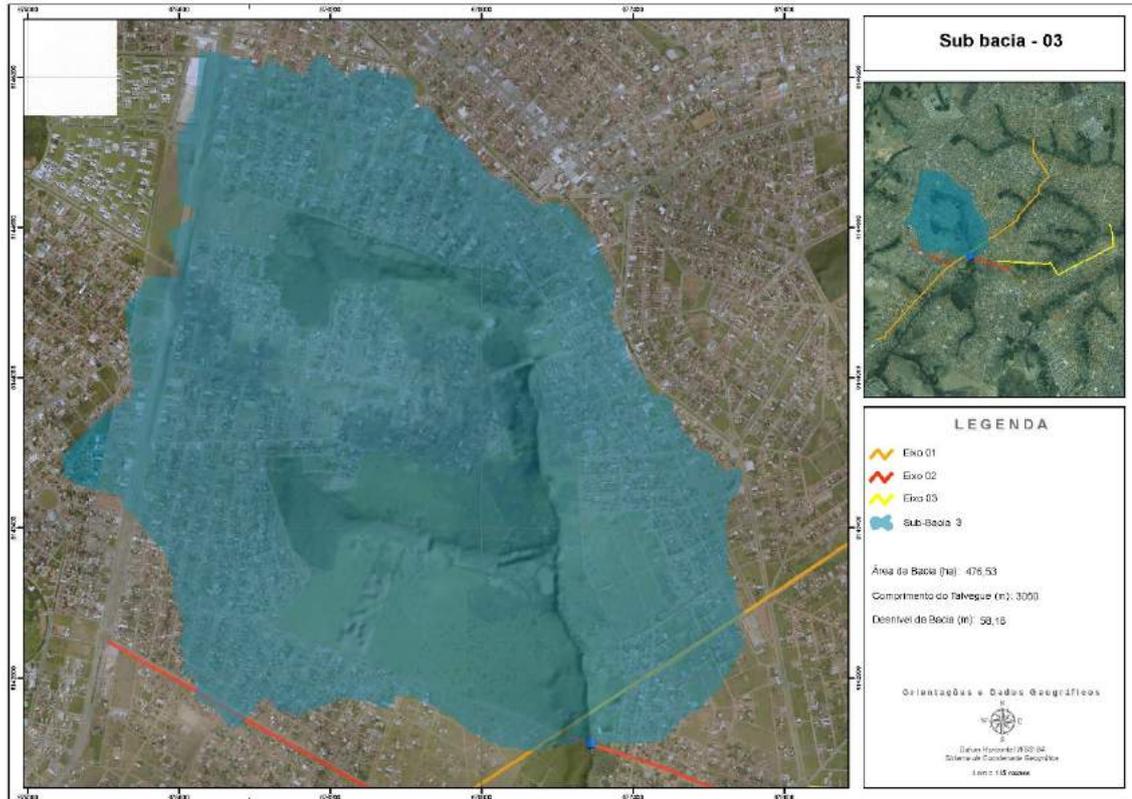
A área de estudo foi dividida em 05 (cinco) sub-bacias de drenagem, conforme Figura 1 abaixo:



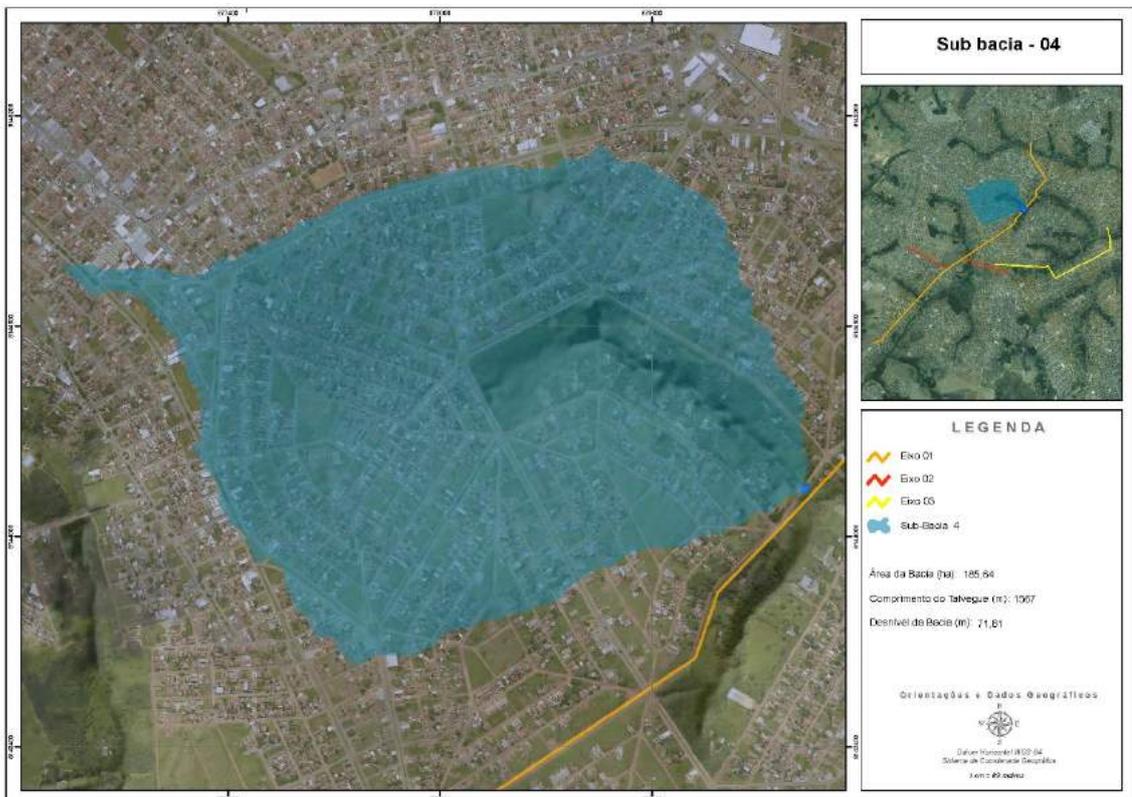
**Figura 1: Sub-bacia 01 – Eixo 01 – Afluente do Córrego Saco Feio.**



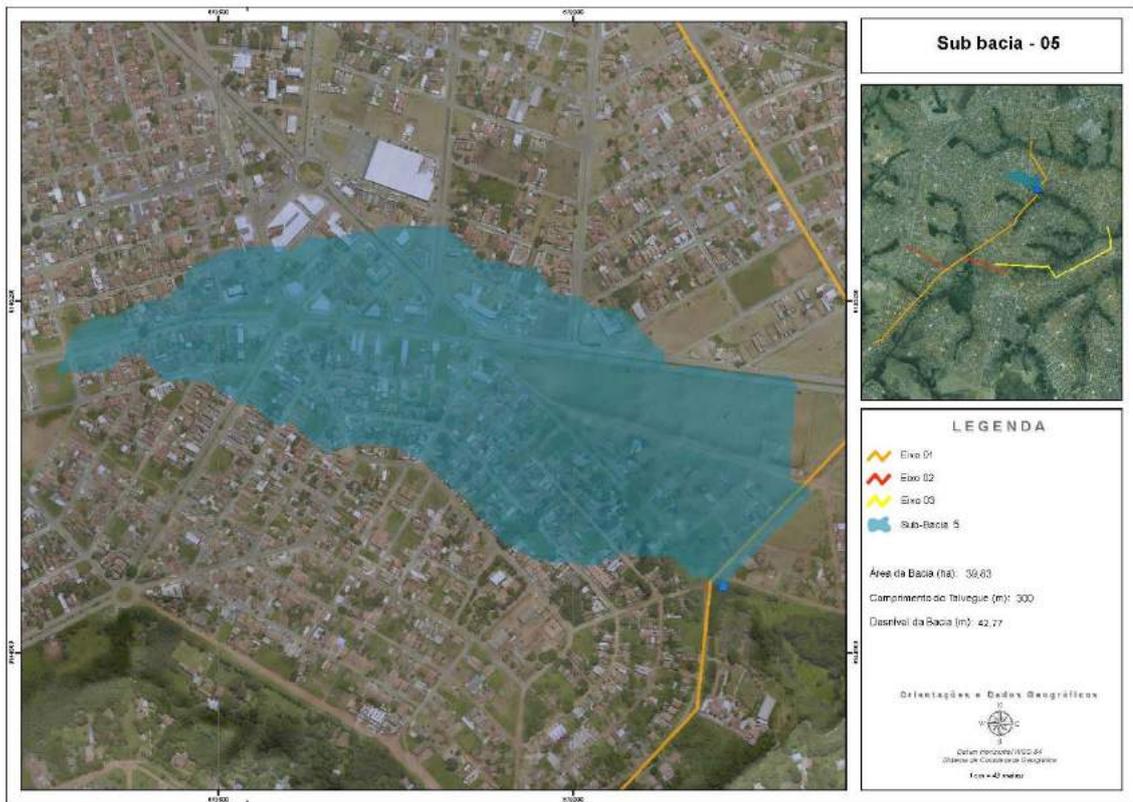
**Figura 2: Sub-bacia 02 – Eixo 01 – Córrego Olhos D'Água.**



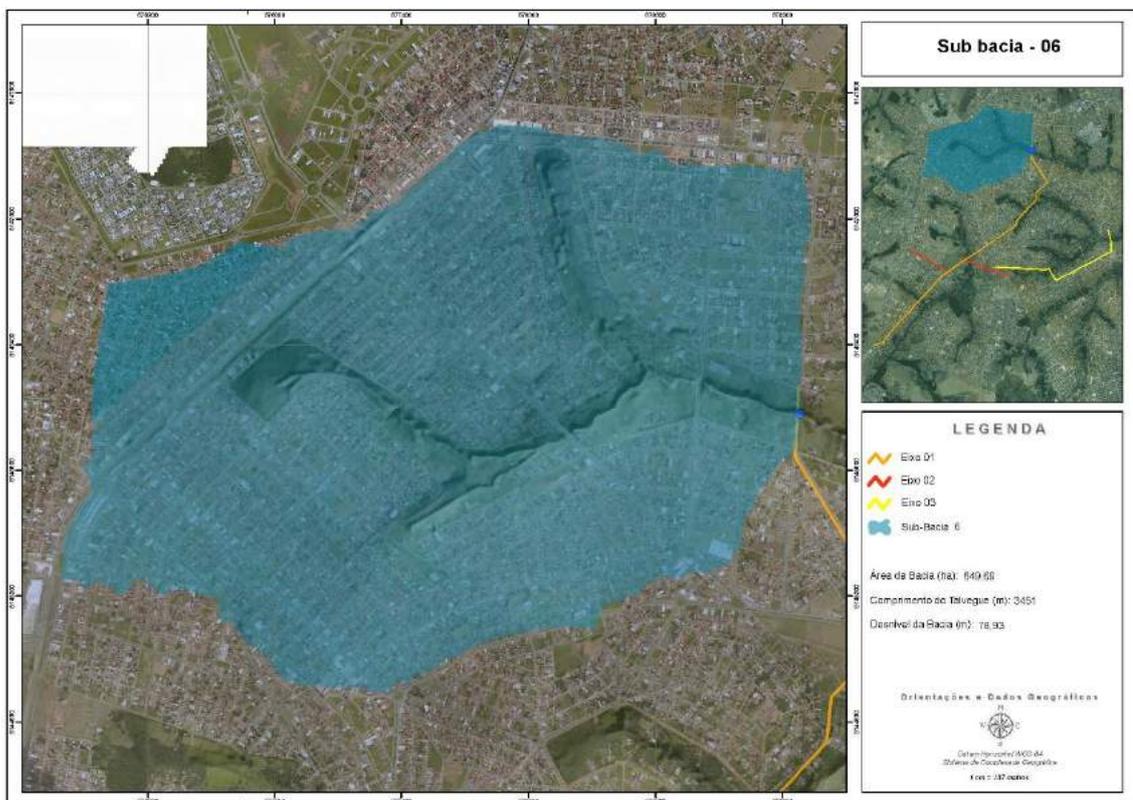
**Figura 3: Sub-bacia 03 – Eixo 01 – Córrego Olhos D'Água.**



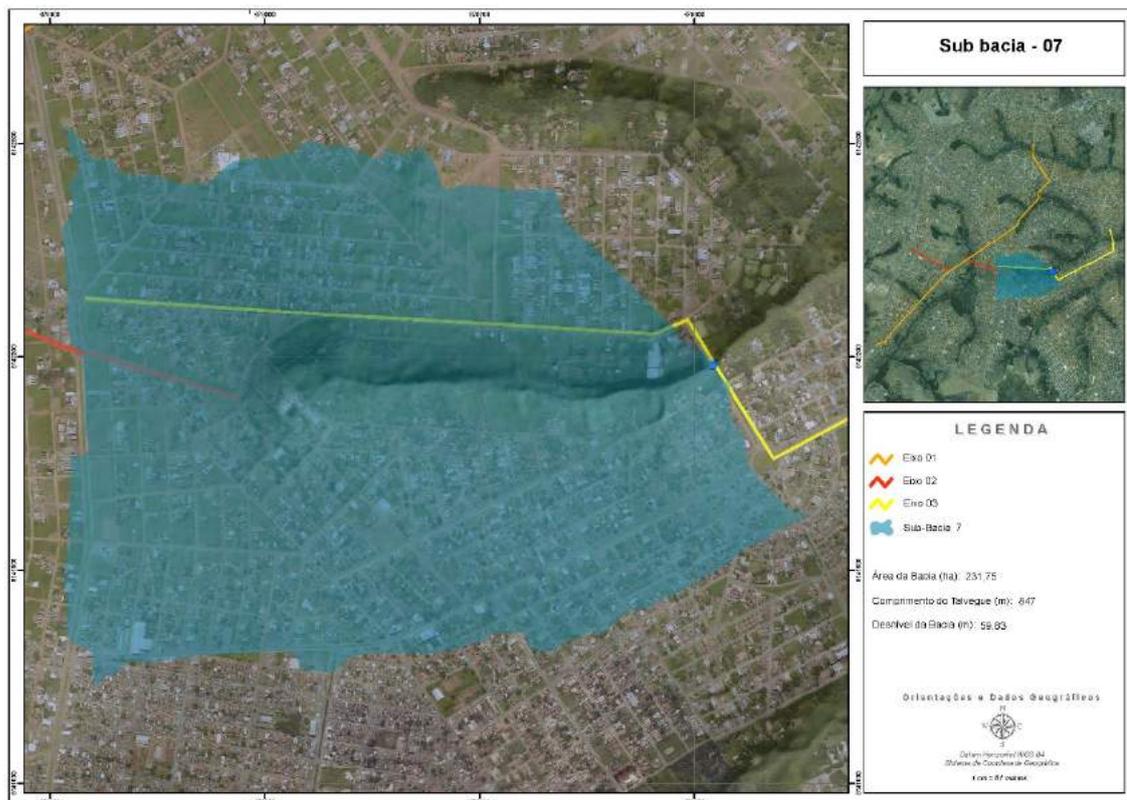
**Figura 4: Sub-bacia 04 – Eixo 01 – Córrego do Ouro.**



**Figura 5: Sub-bacia 05 – Eixo 01 – Afluente do Córrego do Ouro.**



**Figura 6: Sub-bacia 06 – Eixo 01 – Córrego Tamanduá.**



**Figura 7: Sub-bacia 07 – Eixo 02 – Afluente do Córrego Capão.**



**Figura 8: Sub-bacia 08 – Eixo 02 – Córrego do Ouro.**

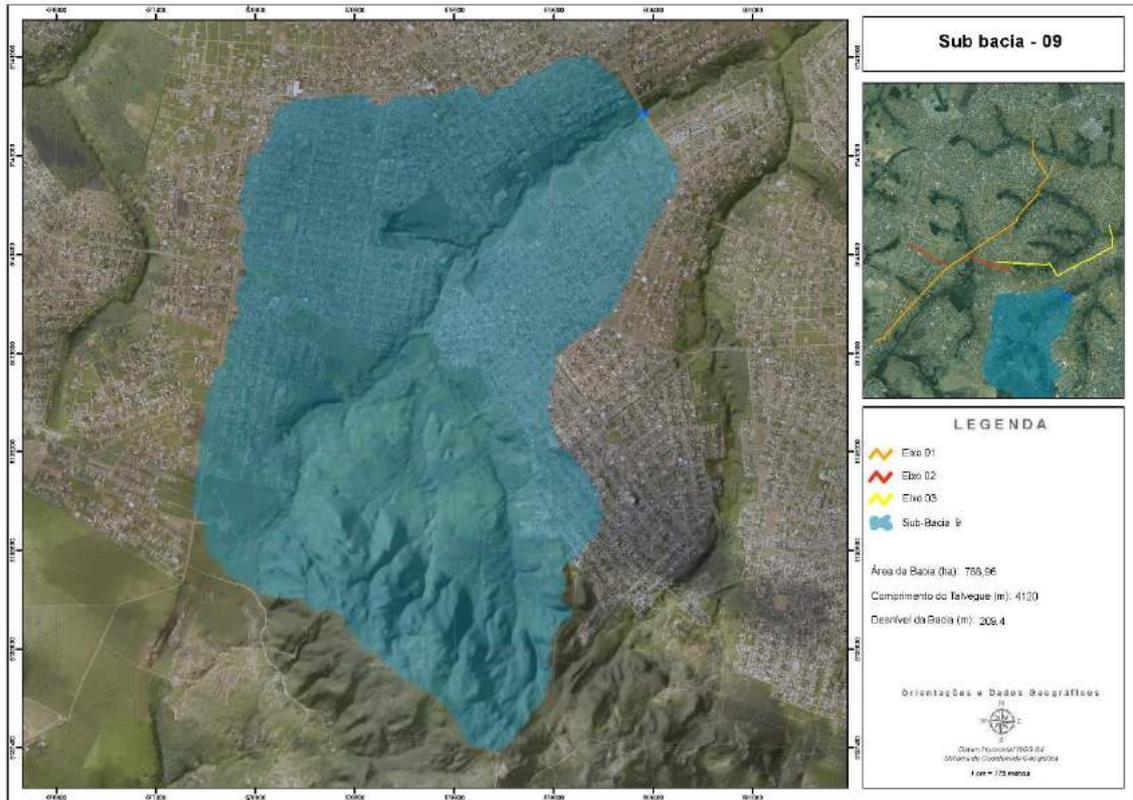


Figura 9: Sub-bacia 09 – OAE – Córrego Santo Antônio.

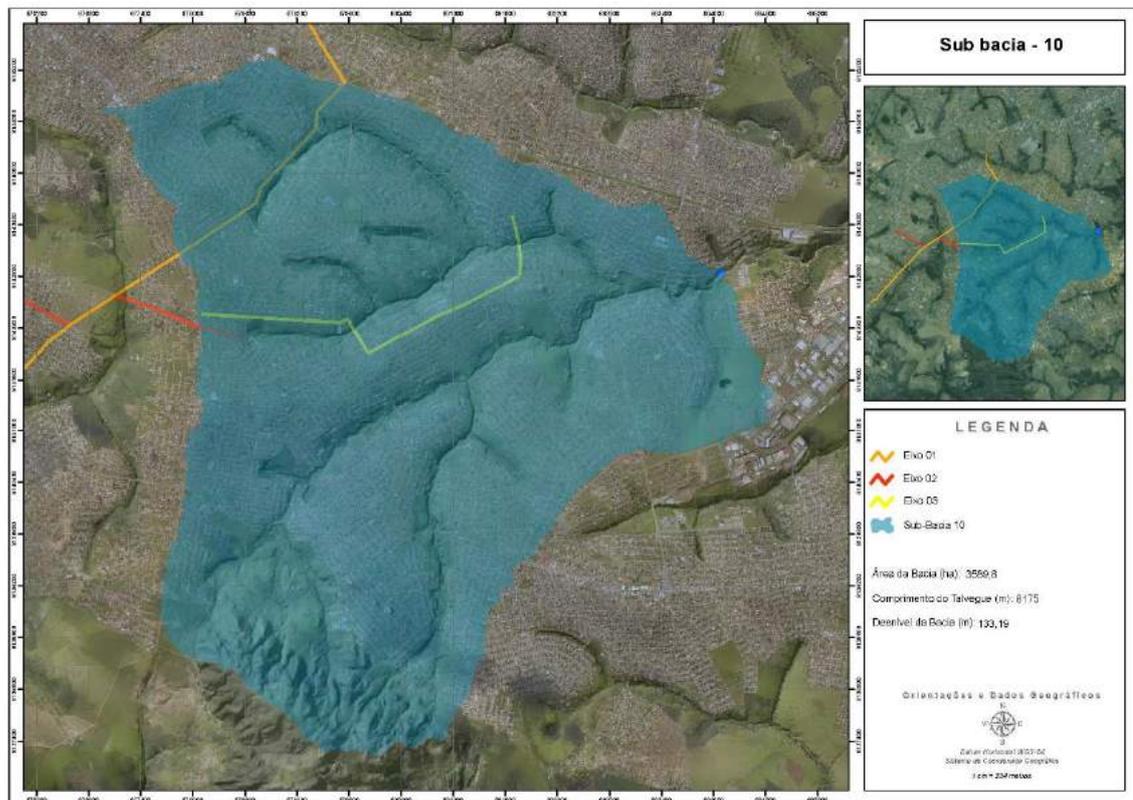


Figura 10: Sub-bacia 10 – OAE – Córrego Santo Antônio.



Figura 11: Sub-bacia 11 – OAE – Córrego Granada.

## 4 PARÂMETROS DE PROJETO

### 4.1 MÉTODO DE CÁLCULO

Para bacias que não apresentam complexidade e que tenham até 300 ha de área de drenagem, é usual que a vazão de projeto seja determinada pelo Método Racional.

O Método Racional, adequadamente aplicado, pode conduzir a resultados satisfatórios em projetos de drenagem urbana e rural que tenham estruturas hidráulicas como redes, galerias, bueiros, etc.

O Método pode ser colocado sob a seguinte fórmula:

$$Q = C \times i \times A$$

Onde:

$Q$  = vazão de projeto (l/s);

$C$  = coeficiente de escoamento superficial, função das características da bacia em estudo;

$i$  = intensidade da chuva de projeto (l/s x ha);

$A$  = área da bacia de contribuição (ha).

Na Tabela 1 são apresentadas as unidades de referência da equação do método racional.

**Tabela 1: Equação do Método Racional.**

<i>Fator de Conversão</i>	<i>Vazão</i>	<i>Intensidade</i>	<i>Coeficiente</i>	<i>Área</i>
166,67	l/s	mm/min	Adimensional	ha
0,278	m <sup>3</sup> /s	mm/h	Adimensional	km <sup>2</sup>

### 4.2 COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL – (C)

O coeficiente de escoamento (runoff) determina uma relação entre a quantidade de água que precipita e a que escoa em uma área com um determinado tipo de cobertura de solo. Quanto mais impermeável for à cobertura do solo, maior será esse coeficiente.

Para a fixação do coeficiente de escoamento superficial podem ser usados valores tabelados, apresentados pela bibliografia para a determinação deste Coeficiente de Escoamento de acordo com as superfícies urbanas.

No caso em que uma mesma área possui tipos diferentes de coberturas é necessária a compatibilização dos coeficientes. Esta é feita, realizando-se uma média ponderada dos valores, conforme equação.

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n A_i C_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Onde:

$A_i$  é a área parcial, “i” considerada;

$C_i$  é o coeficiente relacionado à área  $A_i$ .

**Tabela 2: Valores de coeficientes de escoamento superficial conforme a cobertura do solo.**

<i>Superfícies</i>	<b>C</b>
Calçadas ou impermeabilizadas	0,90
Pavimento Intertravado	0,83
Intensamente urbanizadas e sem áreas verdes	0,70
Residências com áreas ajardinadas	0,40
Integralmente gramadas	0,15

Fonte: Termo de Referência e Especificações para Elaboração de Projetos de Drenagem Pluvial - NOVACAP, 2012. Adaptado.

O valor de C foi determinado para as condições futuras de urbanização da bacia. Considerando que a ocupação é heterogênea, estimou-se o valor de C pelo método da média ponderada, sendo  $C = 0,60$ .

#### 4.3 INTENSIDADE DA CHUVA CRÍTICA

A Intensidade da chuva crítica é calculada pela equação IDF (intensidade - duração - frequência) de Aparecida de Goiânia. A equação foi obtida por revisão bibliográfica de estudos realizados pelo Professor Dr. Alfredo Ribeiro da Costa (Universidade Federal de Goiás), onde o mesmo definiu equações de curvas IDF especializadas para 55 locais do cerrado Goiano.

$$i = \frac{60,1433 \cdot TR^{0,1471}}{(tc + 23,908)^{0,96253}} \cdot 166,67$$

Onde:

$i$  = Intensidade da Chuva (l/s/ha);

$TR$  = Período de Retorno (anos);

$tc$  = Tempo de concentração (minutos);

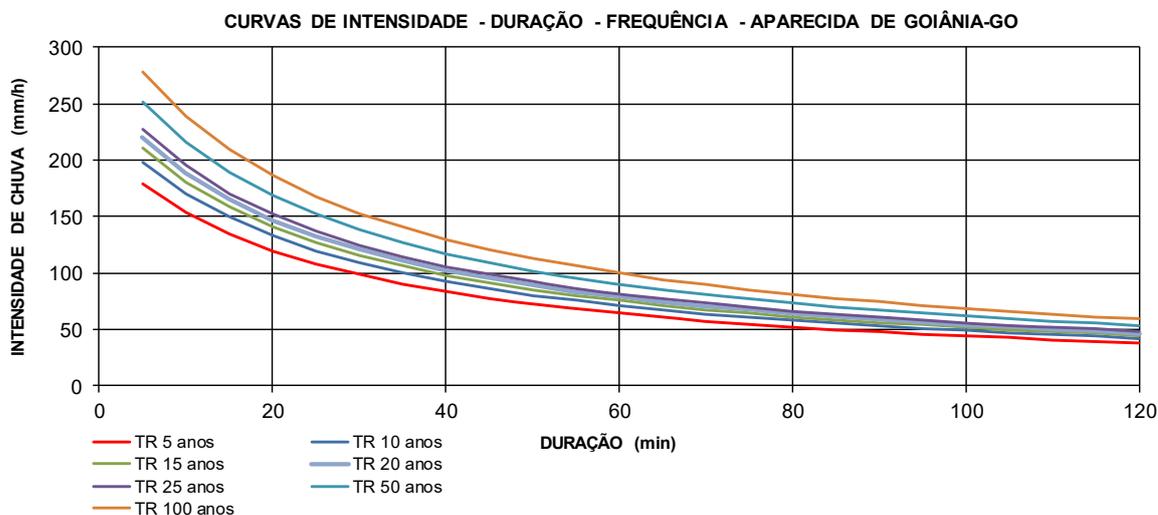
166,67 = Coeficiente de Transformação de (mm/min.) em (l/s/ha).

Na tabela a seguir estão apresentados os valores de intensidade pluviométrica (mm/h) e altura de precipitação (mm), obtidos a partir da equação IDF - Brasília, para chuvas intensas com durações entre 5 e 120 minutos e períodos de retorno de 5, 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos.

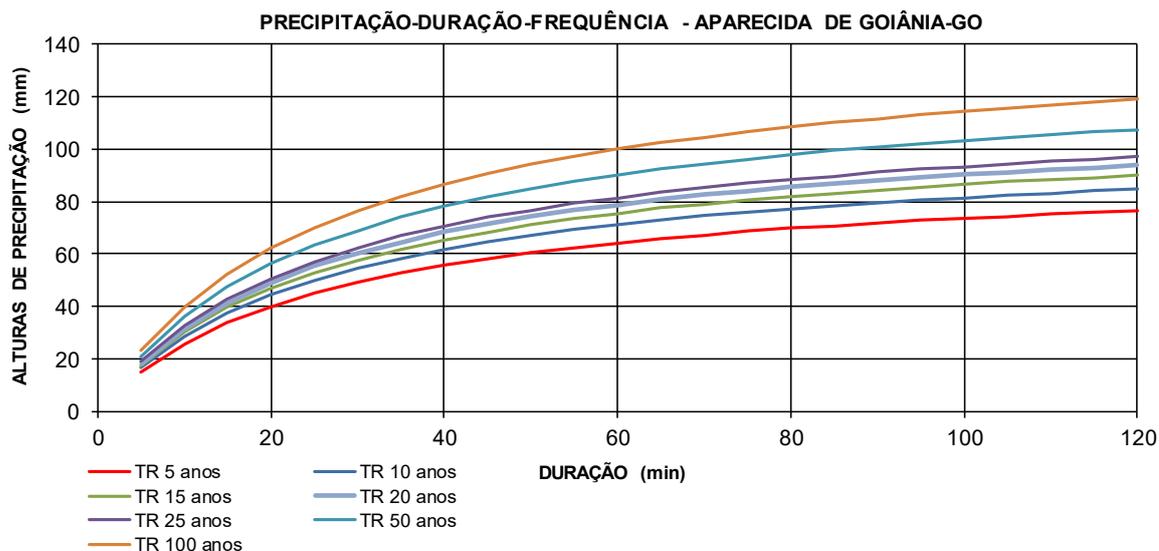
**Tabela 3: Intensidade Pluviométrica – I (mm/h) e Altura de Precipitação – P (mm).**

Duração (min)	INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA - I (mm/h) e ALTURA DE PRECIPITAÇÃO - P (mm)													
	PERÍODO DE RECORRÊNCIA (anos)													
	5		10		15		20		25		50		100	
	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)
5	14,95	179,43	16,56	198,68	17,57	210,90	18,33	220,01	18,95	227,35	20,98	251,76	23,23	278,78
10	25,65	153,88	28,40	170,40	30,15	180,88	31,45	188,69	32,50	194,99	35,99	215,92	39,85	239,10
15	33,70	134,80	37,32	149,27	39,61	158,45	41,32	165,30	42,70	170,81	47,29	189,15	52,36	209,45
20	40,00	119,99	44,29	132,87	47,01	141,04	49,05	147,14	50,68	152,05	56,12	168,37	62,15	186,44
25	45,07	108,16	49,91	119,77	52,97	127,13	55,26	132,63	57,11	137,06	63,24	151,77	70,02	168,06
30	49,24	98,49	54,53	109,06	57,88	115,76	60,38	120,77	62,40	124,80	69,10	138,19	76,51	153,03
35	52,75	90,43	58,41	100,14	62,00	106,29	64,68	110,89	66,84	114,59	74,02	126,89	81,96	140,51
40	55,74	83,61	61,72	92,58	65,52	98,27	68,35	102,52	70,63	105,94	78,21	117,32	86,61	129,91
45	58,32	77,76	64,58	86,11	68,55	91,40	71,51	95,35	73,90	98,53	81,83	109,11	90,62	120,82
50	60,58	72,69	67,08	80,49	71,20	85,44	74,28	89,14	76,76	92,11	85,00	102,00	94,12	112,94
55	62,57	68,25	69,28	75,58	73,54	80,22	76,72	83,69	79,28	86,48	87,79	95,77	97,21	106,05
60	64,33	64,33	71,24	71,24	75,62	75,62	78,89	78,89	81,52	81,52	90,27	90,27	99,96	99,96
65	65,92	60,85	72,99	67,38	77,48	71,52	80,83	74,61	83,53	77,10	92,49	85,38	102,42	94,54
70	67,35	57,73	74,58	63,92	79,16	67,85	82,58	70,78	85,34	73,15	94,50	81,00	104,64	89,69
75	68,64	54,91	76,01	60,81	80,68	64,55	84,17	67,34	86,98	69,58	96,32	77,05	106,65	85,32
80	69,82	52,37	77,32	57,99	82,07	61,55	85,62	64,21	88,48	66,36	97,97	73,48	108,49	81,37
85	70,91	50,05	78,52	55,43	83,34	58,83	86,95	61,37	89,85	63,42	99,49	70,23	110,17	77,77
90	71,90	47,94	79,62	53,08	84,52	56,34	88,17	58,78	91,11	60,74	100,89	67,26	111,72	74,48
95	72,82	45,99	80,64	50,93	85,60	54,06	89,30	56,40	92,28	58,28	102,18	64,54	113,15	71,46
100	73,68	44,21	81,59	48,95	86,60	51,96	90,34	54,21	93,36	56,02	103,38	62,03	114,48	68,69
105	74,47	42,55	82,46	47,12	87,53	50,02	91,32	52,18	94,36	53,92	104,49	59,71	115,71	66,12
110	75,21	41,02	83,28	45,43	88,40	48,22	92,22	50,30	95,30	51,98	105,53	57,56	116,86	63,74
115	75,90	39,60	84,05	43,85	89,22	46,55	93,07	48,56	96,18	50,18	106,50	55,57	117,94	61,53
120	76,55	38,28	84,77	42,39	89,98	44,99	93,87	46,94	97,00	48,50	107,42	53,71	118,95	59,47

Os resultados anteriormente obtidos podem ser representados graficamente pelas seguintes famílias de curvas.



**Gráfico 1: Curvas de Intensidade-Duração-Frequência – Aparecida de Goiânia/GO.**



**Gráfico 2: Precipitação-Duração-Frequência – Aparecida de Goiânia/GO.**

#### 4.4 TEMPO DE RETORNO

O tempo de retorno (TR) é definido como o tempo médio no qual um determinado evento é igualado ou superado, em uma série muito longa de observações. O tempo de retorno utilizado no dimensionamento é apresentado a seguir:

- 10 anos para o dimensionamento das redes de drenagem convencional e dissipadores de energia.

#### 4.5 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O tempo de concentração ( $t_c$ ) é o tempo necessário para que o escoamento superficial da totalidade da área da bacia contribua para sua seção de saída. Equivale ao tempo de percurso da água, desde o ponto mais distante, até a seção da saída.

Para o cálculo do tempo de concentração usou-se a seguinte fórmula:

$$t_c = t_e + t_p$$

Onde:

$t_c$  = tempo de concentração em minuto;

$t_e$  = tempo de deslocamento superficial ou tempo de entrada em minuto;

$t_p$  = tempo de percurso em minuto.

O  $t_e$  foi definido em 15 minutos, em função das características da área de projeto.

O tempo de percurso ( $t_p$ ) é o tempo de escoamento das águas no interior das redes, desde o início até a seção considerada. Este tempo é determinado no desenvolvimento da planilha de cálculo com base no método cinemático:

$$t_p = \frac{L}{V}$$

Onde:

$t_p$  = tempo de percurso em segundo;

$L$  = comprimento do trecho de rede em metros;

$V$  = velocidade das águas no interior da rede em m/s.

#### 4.6 OUTROS PARÂMETROS

- Declividades:

*Mínima: declividade mínima de 0,5%.*

*Máxima: declividade tal que assegure uma velocidade não superior a  $V_{máx}$ .*

- Velocidades limites de escoamento na rede:

*Mínima: 1,00 m/s;*

*Máxima: 6,00 m/s.*

- Diâmetro mínimo das redes projetadas:

*Mínimo: 400 mm.*

#### 4.7 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DAS REDES DE DRENAGEM

O dimensionamento é efetuado utilizando a fórmula de Manning que retrata as condições de operação do conduto em regime permanente uniforme e que é dada pela expressão:

$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times I^{1/2}}{n}$$

Onde:

$Q$  = Vazão na Seção (m<sup>3</sup>/s);

$A$  = Área Molhada (m<sup>2</sup>);

$R$  = Raio Hidráulico (m);

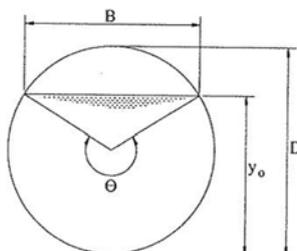
$I$  = Declividade do Coletor (m/m);

$n$  = Coeficiente de rugosidade de Manning, sendo adotado para os tubos de concreto 0,015.

Os elementos geométricos característicos da seção circular necessários aos cálculos a serem efetuados estão indicados na Tabela 4.

**Tabela 4: Elementos Geométricos da Seção Circular.**

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DA SEÇÃO CIRCULAR				
ÁREA	PERÍMETRO MOLHADO - P	RAIO HIDRÁULICO - R	LARGURA SUPERFICIAL - B	PROFUNDIDADE CRÍTICA - Y <sub>c</sub>
$D^2 \frac{(\theta - \text{sen}\theta)}{8}$	$\left(\frac{\theta}{2} \times D\right)$	$\frac{D \times \left(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta}\right)}{4}$	$D \times \frac{\text{sen}\theta}{2}$	$\left(\frac{1,01}{D^{0,26}}\right) \times \left(\sqrt[4]{\frac{Q^2}{g}}\right)$



Fonte: DAEE/CETESB, 1980.

Geralmente, o coeficiente de rugosidade adotado para tubos de concreto é de  $n=0,013$ , entretanto, para fins de projeto, recomenda-se adotar o valor mínimo de  $n=0,015$  a fim de compensar as perdas nas juntas e irregularidades de alinhamento por ocasião da colocação dos tubos, e outros fatores causadores de perdas, inclusive o próprio envelhecimento dos mesmos.

Para o cálculo da velocidade em tubos:

$$V = \frac{R^{2/3} \times I^{1/2}}{n}$$

Onde:

V = Velocidade d'água na Seção (m/s);

R = Raio Hidráulico (m);

I = Declividade do Coletor (m/m);

n = Coeficiente de Rugosidade de Manning.

O nível de água máximo adotado foi de 82% do diâmetro ( $x$  máximo = 0,82) nas condições de escoamento livre, sob pressão atmosférica para as redes tubulares. Nas galerias, adotou-se 90% da seção ( $x$  máximo = 0,90).

## **4.8 ÓRGÃOS ACESSÓRIOS**

### **4.8.1 Bocas de Lobo**

A captação das águas pluviais será executada junto ao meio fio, através de boca de lobo (BL) com meio fio vazado.

Para projeto, adotou-se a capacidade máxima de engolimento da boca de lobo em 70L/s.

### **4.8.2 Meio Fio**

Os meios-fios deverão ser do tipo simples.

### **4.8.3 Poços de Visita**

São caixas subterrâneas, visitáveis, de concreto ou alvenaria, que interligam dois ou mais trechos de rede e condutos de ligação. São dotados de um fuste com o topo no nível da superfície que é fechado com um tampão metálico, ou de concreto, removível.

Os poços de visita (PVs) têm também a função de possibilitar o acesso de equipamentos para limpeza e manutenção da rede. O espaçamento máximo entre PVs é limitado pelo alcance desses equipamentos e não deverá exceder 80 m em áreas urbanizadas e 100m em áreas não urbanizadas.

### **4.8.4 Galerias**

As galerias projetadas deverão seguir os detalhes padrões apresentado no anexo.

### **4.8.5 Condutos de ligação**

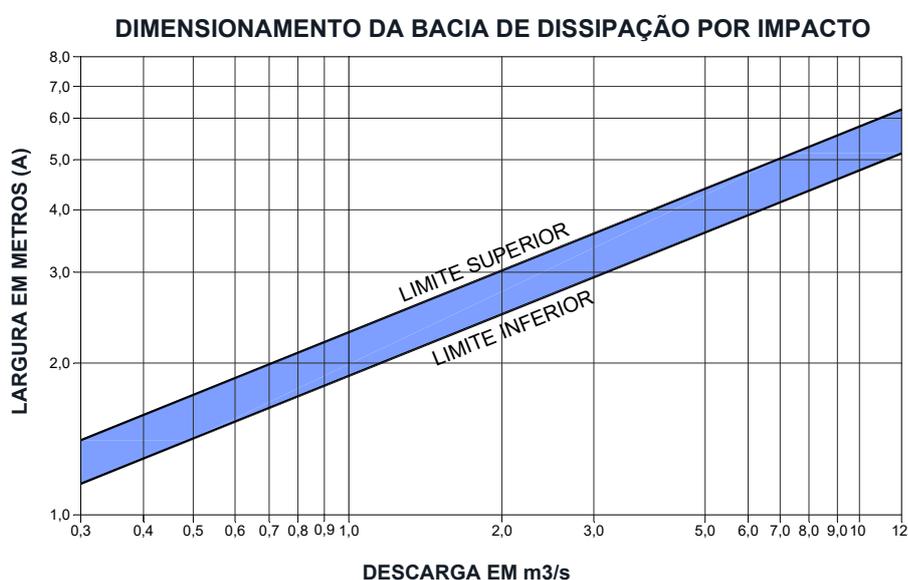
São as tubulações que interligam as captações (BLs) aos poços de visita. Como via de regra adotou-se o diâmetro de 400 mm para bocas de lobo simples e 500 mm para bocas de lobo duplas ou triplas, sendo que, em todos os casos foram verificadas considerando a vazão de entrada nas BLs.

### **4.8.6 Dissipadores de Energia (Lançamentos)**

Os dissipadores do tipo impacto, adotados nos lançamentos será o Modelo Bradley-Peterka.

No dimensionamento dever-se-á levar em consideração a elevada solicitação das estruturas por parte das forças dinâmicas e turbulências. A estrutura deverá ser suficientemente estável para resistir aos esforços de arrancamento, provocados pela carga de impacto sobre a parede defletora. O arranjo geral do dissipador e as dimensões requeridas para as várias descargas estão apresentados no Gráfico 3, na Figura 12 e Figura 13 e na Tabela 5.

No Gráfico 3 entra-se com o valor da vazão (m<sup>3</sup>/s) e obtém-se a dimensão, em metros, da largura do dissipador (A). Com o valor da largura (A) têm-se as demais dimensões do dissipador na Tabela 3.



**Gráfico 3: Ábaco de dimensionamento da bacia de dissipação por impacto.**

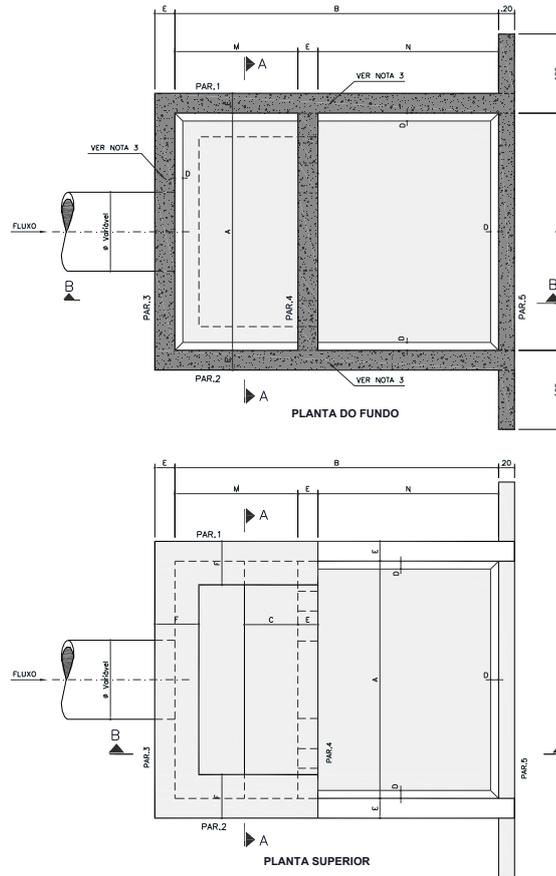


Figura 12: Detalhes das plantas de fundo e superior do dissipador de impacto.

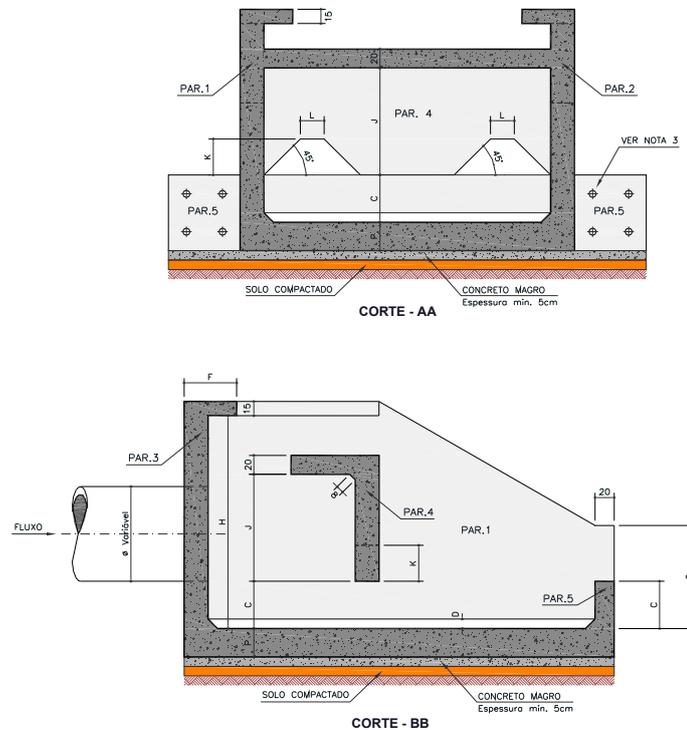


Figura 13: Detalhes dos cortes do dissipador de impacto.

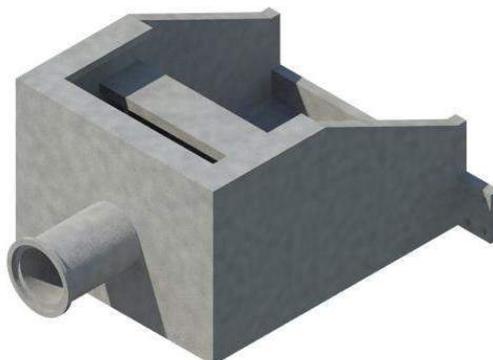
**Tabela 5: Dimensões padronizadas dos dissipadores de impacto.**

DIMENSÕES	φ (m)	A (m)	B (m)	C (m)	D (m)	E (m)	F (m)	G (m)	H (m)	J (m)	K (m)	L (m)	M (m)	N (m)	P (m)
DISSIPADOR A1	0,80	3,00	4,00	0,50	0,08	0,20	0,45	1,26	2,25	1,13	0,38	0,25	1,54	2,26	0,20
DISSIPADOR A2	1,00	4,00	5,33	0,67	0,10	0,25	0,55	1,68	3,00	1,50	0,50	0,33	2,07	3,01	0,30
DISSIPADOR A3	1,20	5,00	6,67	0,83	0,15	0,30	0,65	2,10	3,75	1,88	0,63	0,42	2,60	3,77	0,30
DISSIPADOR A4	1,50	5,50	7,33	0,92	0,15	0,30	0,70	2,31	4,13	2,06	0,69	0,46	2,89	4,14	0,35

DISSIPADORES PARA VAZÃO MENORES QUE 1m<sup>3</sup>/s

DISSIPADOR B1	<0,60	1,50	2,00	0,25	0,05	0,15	0,30	0,63	1,13	0,57	0,20	0,13	0,77	1,08	0,20
DISSIPADOR B2	0,60	2,00	2,66	0,33	0,06	0,15	0,35	0,84	1,50	0,75	0,25	0,17	1,05	1,46	0,20

A Bacia de Dissipação por Impacto tem geometria em forma de caixa, dotada de uma viga transversal com seção em “L” invertido. A eficiência desta bacia para idênticos números de Froude a montante é considerada superior à de uma bacia por ressalto hidráulico.



**Figura 14: Perspectiva de entrada do dissipador do tipo impacto, modelo *Bradley-Peterka*.**

Fonte: TOPOCART, 2011.



**Figura 15: Perspectiva de entrada do dissipador do tipo impacto, modelo *Bradley-Peterka*.**

Fonte: TOPOCART, 2011.

#### **4.9 PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DAS REDES**

No planejamento/dimensionamento das redes verificou-se a viabilidade do funcionamento, especialmente as cotas de operação. As planilhas podem ser consultadas no Anexo I.

## **5 ESTUDOS HIDROLÓGICOS**

No estudo hidrológico foram adotados modelos matemáticos do tipo chuva x vazão para a definição dos hidrogramas de projeto, em virtude da carência de dados fluviométricos que poderiam subsidiar análises estatísticas de cheias.

Os dados necessários à elaboração desses estudos compreendem fundamentalmente as características hidráulicas e geomorfológicas da bacia, suas condições de impermeabilização, tempos de concentração, bem como as precipitações de projeto.

### **5.1.1 DEFINIÇÃO DA CHUVA DE PROJETO**

Nos projetos de obras de reservação de deflúvios é fundamental a definição do hietograma da precipitação e do volume de deflúvio. A composição do hietograma foi a partir das curvas IDF de Aparecida, sendo estas construídas a partir de registros históricos de alturas de precipitação versus duração (ver capítulo 4.3).

### **5.1.2 TEMPO DE RETORNO**

O tempo de retorno (TR) é definido como o tempo médio no qual um determinado evento é igualado ou superado, em uma série muito longa de observações. Os TRs utilizados no dimensionamento são apresentados no capítulo 4.4.

### **5.1.3 MÉTODO DO SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS)**

Neste estudo foi utilizado o método do Soil Conservation Service (SCS, 1975) para a separação do escoamento. Ressalte-se que os métodos do SCS são os mais aplicados no Brasil em função de sua relativa simplicidade, da existência dos dados necessários e da aceitação de seus resultados pelas instituições públicas brasileiras de recursos hídricos.

A estimativa das perdas nas precipitações é fundamental para a avaliação das cheias em uma dada bacia hidrográfica.

Para estimativa da chuva efetiva (Loss) utilizou-se o software HEC-HMS que dispõe de vários modelos como:

- Perda inicial mais perdas constantes (Initial and Constant Loss);
- Método de SCS em grade;
- Método de Smith Parlange;
- Método de Green-Ampt;
- Método do SCS número de deflúvio (Curve Number);
- Balanço de umidade no solo;
- Balanço de umidade no solo em grade.

O método do SCS foi desenvolvido em 1972 no Serviço de Conservação de Solos dos Estados Unidos. Esse método foi ampliado para dados em grade, de observações em radares. Em 1975 o SCS emitiu a nota técnica TR-55 (Technical Release 55) na qual foram apresentados todos os conceitos de sustentação teórica e dados para aplicação dos métodos do SCS nos Estados Unidos.

#### **5.1.4 PRECIPITAÇÃO DE PROJETO**

Para a obtenção do hietograma de projeto, que é o gráfico de totais precipitados em intervalos parciais dentro da duração considerada, deve-se adotar uma distribuição temporal da precipitação ao longo da duração da chuva.

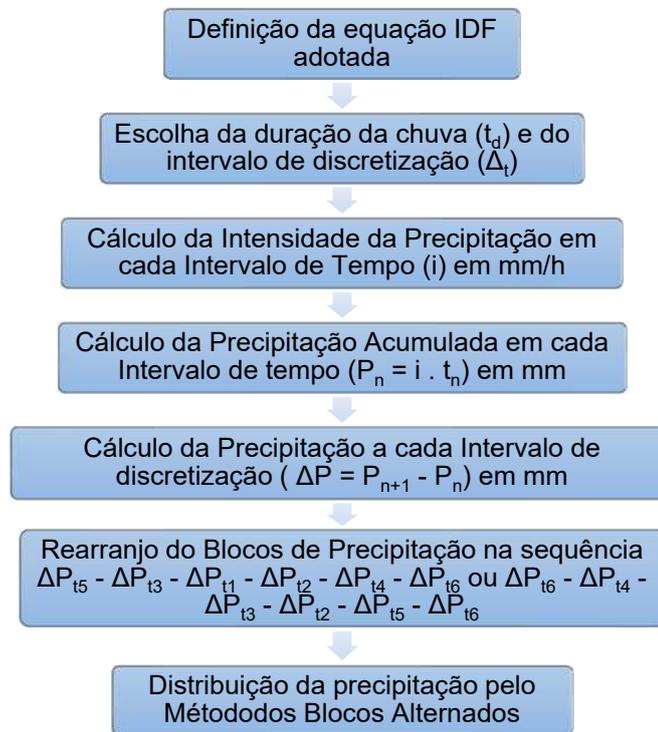
No projeto foi utilizado o Método dos Blocos Alternados para a distribuição temporal da precipitação, com intensidade obtida através da curva I-D-F. O método consiste na determinação das alturas de chuva em cada intervalo de tempo, rearranjando o posicionamento destas alturas na duração total da precipitação de forma alternada, ou seja, a partir do pico são distribuídos os valores de lâmina de chuva em ordem decrescente alternadamente no sentido esquerda-direita do pico. Em geral o pico de chuva é posicionado no centro de duração, no entanto pode ser escolhida outra posição, de acordo com as características locais predominantes.

Recomenda-se uma precisão de minuto para os intervalos. Toleram-se pequenos arredondamentos tanto para a duração total do hietograma quanto para os intervalos de tempo, de modo que a soma destes resulte, com precisão de minuto, exatamente no valor da referida duração total.

A discretização do tempo de duração da chuva foi feita em intervalos de tempo iguais, de forma a obedecer algumas regras para definição do intervalo de discretização. Este intervalo não deve ser maior do que o tempo de concentração da bacia e deve ser um submúltiplo do intervalo de discretização utilizado no modelo de cálculo adotado. Para cada intervalo calcular a precipitação correspondente através de equações IDF da NOVACAP. Em seguida, deve-se determinar os incrementos de chuva correspondentes a cada intervalo e rearranjar os incrementos da chuva de maneira a ter o bloco mais intenso entre 1/3 e 1/2 da duração da chuva. Os demais blocos devem ser colocados de forma a seguir a seguinte sequência:  $\Delta Pt5 - \Delta Pt3 - \Delta Pt1 - \Delta Pt2 - \Delta Pt4 - \Delta Pt6$ .

Tucci (1993) propõe a sequência  $\Delta Pt6 - \Delta Pt4 - \Delta Pt3 - \Delta Pt2 - \Delta Pt5 - \Delta Pt6$ , modificando o método original. Costa & Menezes (2007) compara as duas opções e constata que a proposta de Tucci (1993) leva a picos de vazão maiores com volumes menores. Desta forma, pode-se testar a sequência a ser adotada, sempre mantendo uma lógica na escolha. Neste estudo, optou-se por utilizar o método original para rearranjar os incrementos de chuva.

A Figura 16 apresenta a sequência de cálculo, com equacionamento, no Método dos Blocos Alternados.



**Figura 16: Exemplo de sequência de cálculo no Método dos Blocos Alternados.**

### 5.1.5 PARÂMETRO CN

O parâmetro CN (número de curva) depende do tipo, condições de uso e ocupação e umidade do solo no período que antecede ao evento. Com relação aos tipos de solo e condições de ocupação, o SCS distingue, no método, quatro grupos hidrológicos de solos, que variam desde areias com grande capacidade de infiltração a solos argilosos com capacidade de infiltração extremamente baixa (30 - 40% de argila total).

**Grupo A** – Solos arenosos, com baixo teor de argila total (inferior a 8,0%), sem rochas, sem camada argilosa e nem mesmo densificada até a profundidade de 1,5m. O teor de húmus é muito baixo, não atingindo 1,0%.

**Grupo B** – Solos arenosos menos profundos que os do Grupo A e com menor teor de argila total, porém ainda inferior a 15%. No caso de terras roxas este limite pode subir a 20% graças a maior porosidade. Os dois teores de húmus podem subir, respectivamente, a 1,2% e 1,5%. Não pode haver pedras e nem camadas argilosas até 1,5m, mas é quase sempre presente uma camada mais densificada que a camada superficial.

**Grupo C** – Solos barrentos, com teor de argila de 20 a 30%, mas sem camadas argilosas impermeáveis ou contendo pedras até a profundidade de 1,2m. No caso de terras roxas, estes dois limites máximos podem ser de 40% e 1,5m. Nota-se, a cerca de 60cm de profundidade, camada mais densificada que no Grupo B, mas ainda longe das condições de impermeabilidade.

**Grupo D** – Solos argilosos (30 a 40% de argila total) e com camada densificada a uns 50cm de profundidade ou solos arenosos como B, mas com camada argilosa quase impermeável ou horizonte de seixos rolados.

A Tabela 6 fornece valores de CN para os diferentes tipos de solo e respectivas condições de ocupação. Cabe ressaltar que essa tabela refere-se à Condição II de umidade antecedente do solo.

**Tabela 6: Valores de CN em função da cobertura e do tipo de solo (Condição II de Umidade)**

NUMEROS DA CURVA DO SCS (CONDIÇÃO DE UMIDADE II)					
BACIAS URBANAS					
USO DO SOLO	SUPERFÍCIE	SOLO A	SOLO B	SOLO C	SOLO D
Residencial	Lote até 500m <sup>2</sup> (65% impermeável)	77	85	90	92
	Lote até 1000m <sup>2</sup> (38% impermeável)	61	75	83	87
	Lote até 1500m <sup>2</sup> (30% impermeável)	57	72	81	86
Estacionamentos	Pavimentados	98	98	98	98
	Cobertos (telhados)	98	98	98	98
Ruas e Estradas	Pavimentadas, com guias e drenagens	98	98	98	98
	Com cascalho	76	85	89	91
	De terra	72	82	87	89
Áreas comerciais	85% de impermeabilização	89	92	94	95
Distritos industriais	72% de impermeabilização	81	88	91	93
Espaços abertos, parques e jardins	Boas condições, cobertura de grama > 75%	39	61	74	80
	Condições médias, cobertura de grama > 50%	49	69	79	84
BACIAS RURAIS					
USO DO SOLO	SUPERFÍCIE	SOLO A	SOLO B	SOLO C	SOLO D
Terreno preparado para plantio (descoberto)	Plantio em linha reta	77	86	91	94
	Em fileiras retas	70	80	87	90
Cultura em fileiras	Linha reta, condições ruins	72	81	88	91
	Linha reta, condições boas	67	78	85	89
	Curva de nível, condições ruins	70	79	84	88
	Curva de nível, condições boas	65	75	82	86
Cultura de grãos	Linha reta, condições ruins	65	76	84	88
	Linha reta, condições boas	63	75	83	87
	Curva de nível, condições ruins	63	74	82	85
	Curva de nível, condições boas	61	73	81	84
Plantações de legumes	Em curvas de nível	60	72	81	88
	Terraceado em nível	57	70	78	89
	Pobres	68	79	86	89
	Normais	49	69	79	94
	Boas	39	61	74	80
Pastagens	Linha reta, pobres	68	79	86	89
	Linha reta, normais	49	69	79	84
	Linha reta, densos	39	61	74	80
	Curvas de nível, pobres	47	67	81	88
	Curvas de nível, normais	25	59	75	83
	Curvas de nível, densos	6	35	70	79
Campos	Normais	30	58	71	78
	Esparsos, baixa transpiração	45	66	77	83
	Densos, alta transpiração	25	55	70	77
Estradas de terra	Normais	56	75	86	91
	Más	72	82	87	89
	Superfície dura	74	84	90	92
Florestas	Muito esparsas, baixa transpiração	56	75	86	91
	Esparsas	46	68	78	84
	Densas, alta transpiração	26	52	62	69
	Normais	36	60	70	76

O método do SCS distingue 3 condições de umidade antecedente do solo.

**Condição I** – solos secos - as chuvas nos últimos 5 dias não ultrapassaram 15mm.

**Condição II** – situação média na época de cheias - as chuvas nos últimos 5 dias totalizaram entre 15 e 40mm.

**Condição III** – solo úmido (próximo da saturação) - as chuvas nos últimos 5 dias foram superiores a 40mm e as condições meteorológicas foram desfavoráveis a altas taxas de evaporação.

Como as tabelas para achar o número CN se referem às condições normais chamada Condição II, conforme o solo antecedente estiver seco ou úmido terá que ser feito às correções do número CN.

Com as equações de Sobhani, 1975 in Asce, 2009 que conseguimos calcular analiticamente o valor de CN(I) para o caso de seca e CN(III) para o caso de chuva antecedente.

$$CN(I) = \frac{CN(II)}{[2,334 - 0,01334 * CN(II)]}$$
$$CN(III) = \frac{CN(II)}{[0,4036 + 0,0059 * CN(II)]}$$

O CN (número de curva) médio permeável de cada sub-bacia foi determinado através da média ponderada das áreas e CNs correspondentes a cada tipologia de solos. Adotaram-se condições de umidade antecedente tipo II, uma prática corrente em estudos dessa natureza.

### 5.1.6 MÉTODO DO NÚMERO DE ESCOAMENTO DO SCS

O método do número de escoamento do SCS estima a chuva excedente como uma função da precipitação acumulada e da cobertura do solo, do uso da terra e da umidade antecedente, utilizando a seguinte equação:

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \text{ para } P > I_0$$

$$P_e = 0 \text{ para } P \leq I_0$$

Onde:

Pe = é o deflúvio (precipitação excedente) (mm);

P = representa a altura total da chuva (mm);

I<sub>a</sub> = denota a abstração inicial (mm);

S = refere-se à retenção potencial máxima, a qual mede a capacidade da bacia de reter as precipitações.

Utilizando estudos experimentais em bacias dos Estados Unidos, o SCS desenvolveu uma equação empírica para estimar  $S$  em função de  $I_a$  na forma:

$$I = 0,2 S$$

Em consequência, a equação da chuva excedente pode ser escrita na forma:

$$P_e = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S}$$

Para determinar o valor de  $S$ , o SCS estabeleceu uma relação empírica com o CN, sendo este uma função do tipo de solo e da cobertura vegetal que foi tabelada. A correlação para a estimativa do CN é a seguinte:

$$S = \frac{25400 - 10CN}{CN}$$

Onde:

$S$  = representa a retenção potencial máxima pelos solos após o início do escoamento (mm);

CN = o número de escoamento (Tabela 6).

### 5.1.7 MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO DO SCS

O SCS concebeu um HU adimensional para o qual a ordenada da vazão no instante  $i$  é expressa pela razão entre a vazão  $q$  e a vazão de pico  $q_p$  em função da razão entre o tempo  $t$  e o tempo no qual ocorre a vazão de pico ( $T_p$ ).

As características físicas das bacias hidrográficas são incorporadas ao modelo pelos parâmetros: área da bacia ( $A$ ), tempo até o pico  $t_p$ , vazão de pico  $q_p$ , tempo de concentração ( $t_c$ ), e tempo de retardo (lag)  $t_L$ .

Os parâmetros do modelo são a área da bacia e o tempo de concentração, os demais são calculados pelas equações desenvolvidas pelo SCS.

A sequência de cálculo é dada por:

- Estima-se o tempo de concentração ( $t_c$ ) da bacia utilizando-se fórmulas empíricas ou estimando o tempo de viagem de uma gota de chuva do ponto mais distante ao exutório da bacia;
- Com o valor de  $t_c$ , estima-se o tempo de retardo  $t_L$  pela relação  $t_L = 0,6t_c$ ;
- Estima-se o valor do tempo até o pico ( $t_p$ ) em função do intervalo de cálculo:

$$t_p = \frac{\Delta t}{2} + L$$

Onde:

$\Delta t$  = denota o intervalo de tempo de cálculo;

$L$  = o lag da bacia hidrográfica.

- o Calcula-se a vazão de pico pela fórmula:

$$q_p = \frac{2,08A}{t_p}$$

Onde:

$q_p$  = é a vazão de pico em m<sup>3</sup>/s;

A = área de drenagem em km<sup>2</sup>;

$t_p$  = é o tempo de pico, em h.

Dessa forma, conhecendo-se a vazão de pico  $q_p$  e o tempo onde acontece o pico pode-se obter as ordenadas do HU.

### **5.1.8 MODELAGEM CHUVA-VAZÃO POR EVENTO: O MODELO HEC- HMS**

O modelo hidrológico empregado no estudo foi o modelo HEC-HMS, versão 4.2, desenvolvido pelo Hydrologic Engineering Center, do Corpo de Engenheiros do Exército dos EUA (US Army Corps of Engineers). O HEC-HMS contempla, de fato, uma solução multimodelo composta por diferentes alternativas de modelagem da precipitação de projeto, da precipitação efetiva, da concentração dos escoamentos por modelagem do escoamento superficial e da propagação de hidrogramas de cheia em cursos d'água, reservatórios e outras áreas de armazenamento, como as bacias de detenção.

Trata-se de um modelo semi-distribuído de simulação por evento. No caso do estudo hidrológico em estudo, empregaram-se as seguintes soluções de modelagem:

- Chuvas efetivas calculadas por meio do método Soil Conservation Service (Método SCS), com emprego do parâmetro CN;
- Modelagem da concentração de escoamentos adotando-se o modelo do hidrograma unitário sintético triangular igualmente proposto pelo SCS;

## **5.2 MODELAGEM HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA**

### **5.2.1 DISCRETIZAÇÃO ESPACIAL DO PROJETO**

Tendo em vista as redes de microdrenagem, e a proposta de implantação do reservatório de retenção projetado, elaborou-se os diagramas unifilar para modelagem dos reservatórios. O processo de transformação da chuva em escoamento superficial foi feito através do modelo computacional HEC-HMS, utilizando o hidrograma unitário sintético sugerido pelo SCS. O passo de simulação adotado para a simulação hidrológica foi de 2 minutos.

## 6 ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS E DOS SERVIÇOS DE IMPLANTAÇÃO

### 6.1 LOCAÇÃO

Toda locação deverá seguir rigorosamente o projeto, salvo nos casos em que outra rede de infraestrutura já tenha sido executada no local. Nesta locação deverão ser cadastradas todas as possíveis interferências, quer sejam de redes de infraestrutura ou qualquer outro obstáculo, com o objetivo de realizarem estudos para o novo caminhamento, caso necessário.

Após a locação, a contratada deverá calcular as notas de serviço, obedecendo todos os dados do projeto, no que diz respeito a diâmetros, declividades e profundidades. Somente após a liberação das notas de serviço pela fiscalização, poderão ser iniciados os trabalhos de escavação das valas.

Antes de iniciar qualquer frente de serviço, a contratada deverá solicitar a todas as concessionárias os cadastros de suas redes, para que sejam eliminadas eventuais divergências entre estes e o cadastramento feito quando da locação. Qualquer dano causado às redes das concessionárias será de inteira responsabilidade da contratada.

### 6.2 ESCAVAÇÃO

As escavações das redes deverão ser de acordo com as notas de serviços, que obedecerão rigorosamente às cotas dos perfis acrescidas das espessuras do tubo, da bolsa do tubo e do lastro de cascalho compactado ou da espessura da laje inferior, do lastro de concreto magro e do lastro de cascalho compactado, quando se tratar de galeria ou canal em concreto armado, moldado in loco. Estes acréscimos, em metros, são conforme a Tabela 7 abaixo:

Tabela 7: Acréscimos nas escavações.

Diâmetro dos tubos (mm)	400	500	600	800	1000	1200	1500	1,65x 1,65	1,80x 1,80	2,00 x 2,00
Espessura do tubo (mm)	0,04	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,15			
Espessura da bolsa do tubo (mm)	0,04	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,15			
Espessura do lastro de cascalho compactado (m)	0,05	0,05	0,10	0,10	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20	0,20

### **6.3 PROCESSO MECÂNICO**

As escavações deverão ser efetuadas por processo mecânico, salvo nos trechos onde for impossível o emprego de máquina, ou seja, nos casos de interferência ou proximidade com outras redes de infraestrutura, ou de redes muito próximas aos postes, ou ainda, por qualquer outro motivo, não houver condições para o emprego de escavação mecânica. Nestes casos, será permitido o emprego de escavação manual.

### **6.4 CLASSIFICAÇÃO DE MATERIAL**

- Primeira Categoria: compreende solos, em geral, residuais ou sedimentares, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 15 centímetros, qualquer que seja o teor de umidade que apresentem.
- Segunda Categoria: compreende os materiais com resistência ao desmonte mecânico inferior a da rocha não alterada, cuja extração se processa por combinação de métodos que obriguem a utilização do maior equipamento de escarificação exigido contratualmente; a extração eventualmente poderá envolver o uso de explosivos ou processos manuais adequados. Estão incluídos nesta classificação os blocos de rocha de volume inferior a 2,00 m<sup>3</sup> e os matacões ou pedras de diâmetro médio compreendido entre 0,15 e 1,00 metros.
- Terceira Categoria: compreende os materiais com resistência ao desmonte mecânico equivalente ao da rocha não alterada e blocos de rocha com diâmetro médio superior a 1,00 metro, ou de volume igual ou superior a 2,00 m<sup>3</sup>, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento, se processem somente com o emprego contínuo de explosivos.

### **6.5 TALUDE DE VALAS**

As valas das redes em tubos deverão ser escavadas em talude 1:3 e escoradas. A escavação em talude 1:3 consiste no alargamento de 1,00 metro, em cada lado da vala, para cada 3,00 metros de profundidade.

## 6.6 LARGURA DO FUNDO DE VALA

As valas deverão ser escavadas nas larguras discriminadas a seguir, em função do diâmetro de rede:

**Tabela 8: Largura de Fundo de Valas para Tubos ou Galerias.**

<b>Diâmetro dos Tubos ou Seção da Galeria (m)</b>	<b>Largura do Fundo da Vala (m)</b>
0,40	1,00
0,50	1,20
0,60	1,40
0,80	1,70
1,00	2,00
1,20	2,20
1,50	2,60
1,65 x 1,65	3,00
1,80 x 1,80	3,20
2,00 x 2,00	3,40
2,20 x 2,20	3,60
2,40 x 2,40	3,80

O material escavado deverá ser depositado em ambos os lados da vala, se possível, igualmente distribuídos e afastados dos lados da mesma, a uma distância superior a 0,50 metro. Todo material de granulometria graúda solta deverá ser retirado da beira da vala.

Para efeito de medição do volume escavado a ser pago, não serão levadas em consideração dimensões maiores adotadas pela empreiteira, além das impostas por esta especificação, salvo as devidamente autorizadas pela fiscalização em Diário de Obra. No caso da empreiteira adotar dimensões menores, a fiscalização deverá pagar o volume real escavado.

## 6.7 ESCORAMENTO

Todas as valas escavadas para execução de redes, além da escavação em talude 1:3, deverão ser escoradas. A empreiteira é responsável pela elaboração dos projetos de escoramento e sua aplicação ou da determinação do talude natural do terreno quando necessário. De comum acordo com o Engenheiro Fiscal, a empreiteira deverá contratar um calculista de renome, especialista no assunto, para a elaboração dos projetos. Na elaboração dos projetos, o calculista deverá, em princípio, levar em conta que serão conjuntos de escoramentos para valas com talude 1:3, aplicados separadamente um do outro, de 2,00 em 2,00 metros e considerar estronca perdida no fundo da vala. Caberá ao departamento técnico

a aprovação dos projetos de escoramento e a fiscalização da sua execução. A fiscalização só deverá pagar o serviço de escoramento de vala, num determinado trecho entre 02 (dois) poços de visita, se o mesmo for executado conforme o projeto aprovado em toda extensão do trecho em consideração.

À proporção que a vala vai sendo escavada, o serviço de escoramento deverá acompanhar a escavação, devendo, portanto, ser executado antes do preparo do fundo da vala. Durante a execução do escoramento é proibido qualquer outro operário entrar no interior da vala, que não seja os que estiverem trabalhando na sua execução. Caso a empreiteira não disponha de material para executar o escoramento, a fiscalização não deverá permitir o início do serviço de escavação da vala, e anotar no Diário de Obra que só permitirá a liberação do serviço de escavação, após a chegada e inspeção do material necessário.

O escoramento de uma vala deverá permanecer em seu local, até que a execução do aterro compactado alcance a metade da seção do tubo.

## **6.8 ESGOTAMENTO E BOMBEAMENTO**

Os serviços de escavação deverão incluir obras de proteção contra infiltração de águas superficiais procedentes de chuva. O esgotamento de água através de moto-bomba só será pago no caso de obras executadas em terrenos encharcados, devido à infiltração de águas naturais, quando não for possível iniciar as escavações da rede, do seu lançamento final para o seu início.

Nos pontos de caminhamento da rede em que ocorrer o afloramento d'água, o leito de assentamento dos tubos será em brita, ao invés de cascalho, formando um colchão de drenagem. No poço de visita a jusante do afloramento, serão implantados tubos de PVC de 100 milímetros, interligando o dreno à rede.

## **6.9 PREPARO DO LEITO**

Terminada a escavação, proceder-se-á a limpeza do fundo da vala e a regularização do "greide". Todo o trecho do leito escavado a mais e que levar aterro, deverá receber uma base de cascalho compactada, cuja espessura por diâmetro de rede, deverá ser conforme a Tabela 9 abaixo:

**Tabela 9: Espessura da Base do Leito para Tubos ou Seções da Galeria Molhada.**

<b>Diâmetro do Tubo ou Seção da Galeria Moldada</b>	<b>Espessura da Base (m)</b>
400 mm	0,05
500 mm	0,05
600 mm	0,10
800 mm	0,10
1000 mm	0,15
1200 mm	0,15
1500 mm	0,20
1,65 x 1,65 m	0,20
1,80 x 180 m	0,20
2,00 x 2,00 m	0,20
2,20 x 2,20 m	0,20
2,40 x 2,40 m	0,20

Toda a compactação deverá ser executada por meio manual nos locais onde, a critério da fiscalização, seja impróprio o uso de compactadores mecânicos. O terreno ou cascalho deverá ser umedecido (umidade ótima), determinada para o tipo de solo existente, e compactado com grau nunca inferior a 100% do Proctor Normal para o caso de redes em tubo.

Nos trechos de terreno muito úmido deverá ser executada drenagem através de lastro em brita, substituindo o lastro de cascalho pelo de brita, conforme a Tabela 8, acima. Após a compactação, proceder-se-á ao nivelamento do fundo das valas com aparelho de precisão topográfica, cujo perfil deverá ser das cotas do projeto, diminuída da espessura do tubo e somada ao da bolsa para as redes em tubos.

## **6.10 TUBOS DE CONCRETO**

Todos os tubos de concreto simples ou armado serão do tipo ponta e bolsa. Deverão ser executados em conformidade com as Normas e Especificações Técnicas vigentes no País (NBR 6118/82, NBR 7481/82, entre outras) e ter resistência à compressão diametral de acordo com a EB-6 e EB-103, conforme Lei nº 4150 de 21/11/62, fazendo parte integrante destas especificações. O critério da fiscalização poderá aceitar tubos do tipo macho e fêmea, desde que no seu assentamento seja empregado um macaco TIRFOR para juntá-los bem e, para efeito de pagamento dos tubos, deverá ser pago somente 70% do valor dos tubos ponta e bolsa. Os tubos deverão apresentar na sua parte externa, o nome da empreiteira, a data de fabricação e a especificação de sua classe.

## 6.11 TUBOS DE CONCRETO SIMPLES

Na fabricação dos tubos de concreto simples deverá ser empregado concreto, cuja resistência aos 28 dias seja igual a 25,0 MPa ( $F_{ck}$  28 dias = 25,0 MPa).

## 6.12 TUBOS DE CONCRETO ARMADO

Na fabricação dos tubos de concreto armado deverá ser empregado concreto, cuja resistência aos 28 dias seja igual a 30,0 MPa ( $F_{ck}$  28 dias = 30,0 MPa) e para a armadura, empregar-se-á telas de aço CA-60 soldadas. A tela para armadura simples deverá ser posicionada próxima ao centro da espessura da parede, de tal maneira que ficará da parte interna uma distância correspondente a 0,42 de espessura da parede e com as pontas justapondo-se em 35 centímetros. A designação das telas de aço CA-60 soldadas, a serem empregadas na fabricação dos tubos, estão relacionadas na Tabela 11, a seguir, onde são apresentadas por diâmetro e classe dos tubos. Nesta Tabela 10 há também a indicação da espessura da parede do tubo para atingir a classe pretendida.

Durante a fabricação dos tubos pela empreiteira, a fiscalização deverá exigir o controle tecnológico do concreto empregado, através de firma especializada, e verificar se estão empregando a tela indicada corretamente.

Aconselha-se o emprego de tubos por classe, em função do aterro sobre os mesmos.

Estas peças são dimensionadas de acordo com a sua necessidade de vazão, especificidade (condução de água pluvial ou esgoto/ efluentes) e resistência mecânica necessária (de acordo com a carga que atuará sobre a peça), sendo assim, quanto maior a resistência do produto, maior será o número de sua classificação. A Norma Técnica Brasileira que regulamenta sua fabricação: ABNT NBR 8890:2008 – “Tubos de concreto de seção circular para águas pluviais e esgotos sanitários – Requisitos e métodos de ensaio” regula seu processo de fabricação e dimensionamento.

Exemplo de nomenclatura de tubos de concreto:

- Tubos de concreto destinados a águas pluviais:
  - Sem armação: PS 1 e PS 2;
  - Com armação: PA 1, PA 2, PA 3 e PA 4;

As nomenclaturas são dadas de acordo com a sua respectiva classe de resistência que corresponde a valores mínimos de fissuração e rompimento da peça. A seguir, classes de resistências e diâmetros comercializados comumente:

**Tabela 10: Tubos Simples, não armados, que tem as nomenclaturas: PS1 ou PS2.**

DN	Carga mínima de ruptura kN/m
Classe	ES
200	36
300	36
400	36
500	45
600	54
Carga diametral de ruptura kN/m	
Qd	90

**Tabela 11: Compressão diametral de tubos armados e/ou reforçados com fibras de aço.**

DN	Carga mínima de fissura (tubos armados) ou carga isenta de danos (tubos reforçados com fibras) kN/m				Carga mínima de ruptura kN/m			
	PA1	PA2	PA3	PA4	PA1	PA2	PA3	PA4
Classe								
300	12	18	27	36	18	27	41	54
400	16	24	36	48	24	36	54	72
500	20	30	45	60	30	45	68	90
600	24	36	54	72	36	54	81	108
700	28	42	63	84	42	63	95	126
800	32	48	72	96	48	72	108	144
900	36	54	81	108	54	81	122	162
1 000	40	60	90	120	60	90	135	180
1 100	44	66	99	132	66	99	149	198
1 200	48	72	108	144	72	108	162	216
1 500	60	90	135	180	90	135	203	270
1 750	70	105	158	210	105	158	237	315
2 000	80	120	180	240	120	180	270	360
Carga diametral de fissura/ruptura kN/m								
Qd	40	60	90	120	60	90	135	180

*Nota 1: Carga diametral de fissura (trinca) ou ruptura é a relação entre a carga de fissura (trinca) ou ruptura e o diâmetro nominal do tubo.*

*Nota 2: Outras classes podem ser admitidas mediante acordo entre fabricante e comprador, devendo ser satisfeitas as condições estabelecidas nesta Norma para tubos de classe normal. Para tubos armados, a carga mínima de ruptura deve corresponder a 1,5 da carga mínima de fissura (trinca).*

### **6.13 ASSENTAMENTO E REJUNTAMENTO DOS TUBOS**

A empreiteira, antes de transportar para a obra os tubos, deverá selecioná-los, retirando do lote os que apresentarem defeitos aparentes, pois os mesmos para serem aceitos, deverão estar isentos de fraturas, fissuras largas ou profundas, de asperezas na superfície interna e excentricidade. Para serem transportados, os tubos deverão estar devidamente curados.

O assentamento de cada lote de tubo só poderá iniciar após o exame e a escolha do Engenheiro Fiscal para teste, mas com a devida autorização por escrito no Diário de Obra. Lotes de tubos assentados sem a devida autorização e sem terem sido submetidos ao ensaio de compressão diametral serão de inteira responsabilidade da empreiteira. Caso os mesmos sejam recusados por apresentarem defeitos aparentes ou por ocasião dos ensaios, as substituições dos lotes serão executadas sem qualquer ônus para a contratante.

A junta interna entre dois tubos (a ponta e a bolsa) não poderá ser superior a 5 milímetros e os tubos deverão ser rejuntados com argamassa de cimento e areia no traço 1:4. As juntas na parte interna serão rejuntadas cuidadosamente, alisando-se a argamassa de modo a se evitar, tanto quanto possível, rebarbas e rugosidades que poderão alterar o regime de escoamento das águas, sendo que para tubos de diâmetro igual ou superior a 800 milímetros o rejuntamento interno deverá ser em toda sua seção circular. Na parte externa, além de tomadas as juntas, as bolsas serão completadas por um colar de seção triangular isósceles da mesma argamassa. Não poderão ser assentados tubos trincados ou danificados durante a descida na vala, ou que apresentarem quaisquer defeitos construtivos que passem despercebidos pela inspeção da fiscalização.

Após o assentamento dos tubos a fiscalização deverá conferir o seu alinhamento e verificar se as juntas não estão superior a 5 milímetros, para tanto basta medir o comprimento do trecho e contar o número de tubos e do comprimento medido e subtrair o comprimento dos tubos. O resultado desta subtração deverá ser dividido pelo número de tubos, cujo novo resultado será o espaçamento médio de cada junta.

Nas redes executadas com tubos de diâmetro igual e maior que 800 milímetros a fiscalização deverá conferir também o rejuntamento interno dos tubos.

### **6.14 POÇOS DE VISITA E CAIXAS DE PASSAGEM**

As caixas e os poços de visita, cujo diâmetro do tubo de saída seja menor ou igual a 800 milímetros, serão executados de acordo com as plantas de detalhe de poço de visita e caixa de passagem para redes < 600milímetros ou para redes de 800milímetros, em alvenaria de blocos de concreto, sendo em concreto armado pré-moldado as lajes do fundo e da tampa.

Para diâmetros maiores serão executados em concreto armado de acordo com as plantas de detalhe de poço de visita e caixa de passagem para redes de 1.000, 1.200 e 1.500 milímetros, para aterro menor ou igual a 3,00 metros sobre a laje da tampa.

Os poços de visita e as caixas de passagem apoiar-se-ão sobre uma camada de concreto magro de 0,05 metros de espessura, executados sobre uma base de cascalho compactado de 0,20 metros de espessura. As paredes internas, quando em alvenaria, serão revestidas com argamassa de cimento/areia no traço 1:3. A concretagem das paredes em concreto armado deverá ser executada com todo o cuidado necessário, para obter faces isentas de defeitos. Em princípio, é dispensado o revestimento destas paredes, mas caso o concreto apresente falhas ou brocas devido ao adensamento mecânico mal executado, a fiscalização poderá recusar o serviço ou exigir que os trechos com defeitos sejam devidamente escarificados, novamente concretados com o emprego de forma e revestidos.

As visitas dos poços serão executadas com aduelas de concreto, vibrado de 0,40 metros de comprimento útil e 600 milímetros de diâmetro interno, rejuntado com argamassa de cimento/areia no traço 1:4. Nas visitas e no corpo de caixa do poço deverão ser colocados estribos de ferro fundido, espaçados de 0,40 metros um do outro. As visitas dos PVs localizados em área verde ou sob calçada, terão um tampão de ferro fundido do tipo T-105, as dos poços de visita localizados sob as vias, terão tampões de ferro fundido do tipo T-137.

A quantidade total dos poços de visita pode ser confirmada nos desenhos das plantas parciais do projeto.

## **6.15 BOCAS DE LOBO**

Serão utilizadas bocas em meio fio vazado e com grelha, executadas com rebaixo de 5 centímetros. O número total de bocas de lobo foi extraído dos desenhos das plantas parciais do projeto executivo.

## **6.16 ATERROS**

O aterro das valas para as redes com o emprego de tubos será executado em duas etapas. Na primeira, o aterro será executado até a metade da altura dos tubos, devendo ser compactado em camadas não superiores a 20 centímetros. Se possível, deverá sempre ser usado o mesmo material da escavação devidamente umedecido, evitando-se a parte com presença de matéria orgânica. A compactação das camadas nas redes com diâmetro igual ou menor que 600 milímetros e nas camadas iniciais das redes com diâmetro igual ou maior que

800 milímetros deverá ser executada com soquetes manuais de 15 quilos de peso e com 100 milímetros de diâmetro. As últimas camadas dos aterros, compactadas até a metade da altura do diâmetro dos tubos, para as redes com diâmetro igual ou maior que 800 milímetros serão compactadas, por meio de compactadores mecânicos.

De um modo geral, a segunda etapa de execução dos aterros das valas será efetuada sem compactação, deixando a sobra amontoada acima do nível natural do terreno, com o fim de compensar futuros abatimentos do aterro ou espalhada ao redor da vala de acordo com as instruções da fiscalização.

Quando da execução de redes ao longo ou em travessias das vias existentes, ou projetadas, com programação para a implantação imediata, o aterro acima da metade do diâmetro dos tubos deverá ser compactado por meios mecânicos até o nível do terreno, em toda extensão da via, sendo que nas travessias, a extensão será de  $(L/2)+h$  a partir do eixo do cruzamento, e para cada lado, onde: L é igual ao comprimento do trecho da rede, compreendido entre 02 (dois) pontos de cruzamento com os bordos da pista e “h” a profundidade da vala em correspondência ao eixo da pista.

A empreiteira é totalmente responsável por eventuais abatimentos que ocorrerem no pavimento asfáltico, onde a mesma tenha executado o aterro de valas. Acontecendo o abatimento, a empreiteira será obrigada a refazer o aterro e recompor o pavimento sem ônus para a contratante.

## **6.17 REATERRO**

De modo geral, o reaterro dos lados externos de uma galeria moldada é executado sem compactação, amontoando-se o material excedente sobre o leito aterrado. Entretanto, quando se tratar de galerias moldadas, executadas sob pavimento, será exigido o reaterro compactado mecanicamente, em camadas de 20 centímetros, até o nível da superfície. Em qualquer galeria será exigida compactação mecânica em camadas de 20 centímetros nos trechos onde houver mudança de direção, até o nível superior da galeria pelo lado externo da deflexão, numa extensão de 10 metros. O reaterro compactado deverá ter controle de umidade e ser acompanhado pela fiscalização.

## **6.18 LIMPEZA DO CANTEIRO**

Após a execução das redes, por ocasião de cada medição e no recebimento da obra, toda a área afetada pela execução da mesma deverá ser limpa, removendo todos os entulhos.

A argamassa a ser utilizada deverá ser executada sobre amassadeira de madeira, ficando proibido executá-la sobre o asfalto. Qualquer resto de massa ou entulho que ficarem sobre as pistas ou calçadas deverão ser varridos e lavados.

## **6.19 REMOÇÃO DE MATERIAL EXCEDENTE**

O serviço de carga e transporte, por meio de caminhão, do material excedente proveniente da escavação, até o bota fora, a ser indicado pela fiscalização, só poderá ser executado excepcionalmente, depois de devidamente autorizado em Diário de Obra pela fiscalização.

### **6.19.1 Segurança do Trabalho**

Deverá ser observada a Portaria nº 15, de 18 de agosto de 1972 do Ministério do Trabalho e Previdência Social sobre o assunto, cuja parte do Capítulo III diz respeito à escavação de vala, descrito a seguir:

## **6.20 ESCAVAÇÕES E FUNDAÇÕES**

### *Art. 44*

*Este Capítulo estabelece medidas de segurança nos trabalhos de escavação realizados nas obras de construção, inclusive trabalhos correlatos, executados, abaixo do nível do solo, entre outros: escoramentos de fundações, muros de arrimo, vias de acesso e redes de abastecimento.*

### *Art. 45*

*Antes de iniciar a escavação, deverão ser removidos blocos de pedras, árvores e outros elementos próximos a bordos da superfície a ser escavada.*

### *Art. 46*

*Deverão ser escorados muros e edifícios vizinhos, redes de abastecimento, tubulações, vias de acesso, vias públicas e, de modo geral, todas as estruturas que possam ser afetadas pela escavação.*

*§ 1º - O escoramento deverá ser inspecionado com freqüência, principalmente após chuvas ou outras ocorrências que aumentem o risco de desabamento.*

*§ 2º - Quando for necessário rebaixar o lençol d'água do subsolo, serão tomadas providências para evitar danos aos prédios vizinhos.*

### *Art. 47*

*Os taludes das escavações de profundidade superior a 1,25m ( um metro e vinte e cinco centímetros), deverão ser escorados com pranchas metálicas ou de madeira, assegurando estabilidade, de acordo com a natureza do solo.*

*§ 1º - Será dispensada a exigência de que trata este artigo, quando o ângulo de inclinação do talude for inferior ao ângulo do talude natural.*

§ 2º - Nas escavações profundas, com mais de 2,00m (dois metros) serão colocadas escadas seguras, próximas aos locais de trabalho, a fim de permitir em caso de emergência, a saída rápida do pessoal.

Art. 48

Os materiais retirados da escavação deverão ser depositados a distância superior a 0,50m (cinquenta centímetros) da borda da superfície escavada.

Art. 49

O escoramento dos taludes de escavação deverá ser reforçado nos locais em que houver máquinas e equipamentos operando junto às bordas de superfície escavada.

Art. 50

Nas proximidades de escavação realizadas em vias públicas e canteiros de obra, deverão ser colocados cerca de proteção e sistema adequado de sinalização.

§ 1º - Os pontos de acesso de veículos e equipamentos à área de escavação, deverão ter sinalização de advertência permanente.

§ 2º - As escavações nas vias públicas devem ser permanentemente sinalizadas.

Art. 51

O tráfego próximo às escavações deverá ser desviado.

Parágrafo Único - Quando for impossível o desvio do tráfego, deverá ser reduzida a velocidade dos veículos.

## **6.21 DIÁRIO DE OBRA**

É de competência da empreiteira o registro no Diário de Obra de todas as ocorrências diárias, bem como especificar detalhadamente os serviços em execução, devendo a fiscalização, neste mesmo diário, concordar ou retificar o registro da empresa. Caso o Diário de Obra não seja preenchido no prazo de 48 horas, a fiscalização poderá fazer o registro que achar conveniente e destacar imediatamente as folhas, ficando a empreiteira, no caso de dias passíveis de prorrogação ou em qualquer caso, sem direito a nenhuma reivindicação.

## **6.22 INTERFERÊNCIA COM REDES DE OUTRAS CONCESSIONÁRIAS**

Antes de iniciar qualquer frente de serviço, a empreiteira deverá ter solicitado às concessionárias do serviço público o cadastro de suas redes. Todos os pedidos de cadastro deverão ser registrados no Diário de Obra.

É responsabilidade da empreiteira qualquer dano causado às redes públicas existentes nas proximidades ou que cruzem com as redes que ela estiver executando.

## **7 BIBLIOGRAFIA**

CANHOLI, A. P. Drenagem Urbana e Controle de Enchentes. Ed. Oficina de Textos. 2005.

COSTA, A. R. da; PRADO, L. A. de. Equações de Chuva Especializadas para 55 Locais do Cerrado Goiano. Goiânia, 2002.

DAEE/CETESB. Drenagem Urbana: Manual de Projeto. Departamento de Águas e Energia Elétrica e Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 2 ed. Corrigida. São Paulo, 1980.

HEC-HMS (2016). Hydrologic Modeling System HEC-HMS User's Manual Version 4.1. U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center. Davis, Califórnia.

NOVACAP, Especificações Para Execução de Redes Públicas de Águas Pluviais, NORMAS/DU – AP0997, Brasília-DF.

\_\_\_\_\_, Termo de referência e Especificações para Elaboração de Projetos de Sistema de Drenagem Pluvial, Brasília-DF.

PORTO, RODRIGO DE MELO. Hidráulica Básica. São Carlos, SP: EESC/USP, 1998 540 p.

LENCASTRE, A. E FRANCO, F.M. Lições de Hidrologia. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa 1984. 451 p.

TUCCI, C. E. M, PORTO, R. L. L. P, BARROS, M. T. L, Drenagem Urbana. ABRH - Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995.

TUCCI, Carlos Eduardo M. Modelos Hidrológicos. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005. 678p.

\_\_\_\_\_, C. E. M. (org.) (2007) Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: Ed. Da Universidade/UFRGS/ABRH/EDUSP - Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v. 4.

URBONAS, B.; STAHR, P. 1993. Stormwater – Best Management Practices and Detention for Water Quality Drainage and CSO Management. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 449 p.

## **8 ANEXOS**

### **8.1 ANEXO I – PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DAS REDES.**

**PLANILHA PARA CÁLCULO DE COLETORES DE ÁGUAS PLUVIAIS  
REDE 01- EIXO 01**

REDES	Trecho	Cota do Terreno		Área de Contrib. (ha)	Área Total (ha)	SAxC (ha)	Coef. de Escoam. C	Coef. de Manning	Tempo de Concent. (s)	Intensidade (mm/h)	Extensão (m)	Vazão Estimada (m³/s)	Diâmetro ou Seção (mm)	Declividade do Tubo (%)	Velocidade (m/s)	Altura da Lâmina (m)	Enchimento (%)	Profundidade		Cota Geratriz Inf. Tubo		Degrau (m)
	Estruturas	Mont. (m)	Jus. (m)															Mont. (m)	Jus. (m)	Mont. (m)	Jus. (m)	
REDE 01	PV-1->PV-2	841,732	840,875	0,046	0,046	0,028	0,60	0,015	900,000	149,100	25,00	0,011	800	3,43	1,12	0,04	5,28	2,200	2,200	839,532	838,675	0,05
	PV-2->PV-3	840,875	838,543	0,048	0,094	0,056	0,60	0,015	922,256	147,757	80,00	0,023	800	2,85	1,30	0,06	7,66	2,250	2,200	838,625	836,343	0,10
	PV-3->PV-4	838,543	835,434	0,355	0,448	0,269	0,60	0,015	983,618	144,179	80,00	0,108	800	3,76	2,28	0,12	14,98	2,300	2,200	836,243	833,234	0,10
	PV-4->PV-5	835,434	831,758	0,996	1,445	0,867	0,60	0,015	1018,657	142,214	80,00	0,342	800	4,47	3,41	0,20	25,40	2,300	2,200	833,134	829,558	0,10
	PV-5->PV-6	831,758	829,894	0,608	2,053	1,232	0,60	0,015	1042,129	140,927	39,00	0,482	800	4,52	3,77	0,24	30,16	2,300	2,200	829,458	827,694	0,00
	PV-6->PV-7	829,894	829,121	0,150	2,203	1,322	0,60	0,015	1052,464	140,368	14,00	0,515	800	5,53	4,13	0,24	29,64	2,200	2,200	827,694	826,921	0,10
	PV-7->PV-8	829,121	828,690	0,070	2,273	1,364	0,60	0,015	1055,852	140,186	20,00	0,531	800	1,65	2,69	0,33	41,52	2,300	2,200	826,821	826,490	0,00
	PV-8->DISSIPADOR A1 RD-01	828,690	826,177	0,000	2,273	1,364	0,60	0,015	1063,283	139,788	33,08	0,530	800	3,59	3,57	0,27	33,63	2,200	0,875	826,490	825,302	0,00

**PLANILHA PARA CÁLCULO DE COLETORES DE ÁGUAS PLUVIAIS  
REDE 02- EIXO 01**

REDES	Trecho	Cota do Terreno		Área de Contrib. (ha)	Área Total (ha)	SAxC (ha)	Coef. de Escoam. C	Coef. de Manning	Tempo de Concent. (s)	Intensidade (mm/h)	Extensão (m)	Vazão Estimada (m³/s)	Diâmetro ou Seção (mm)	Declividade do Tubo (%)	Velocidade (m/s)	Altura da Lâmina (m)	Enchimento (%)	Profundidade		Cota Geratriz Inf. Tubo		Degrau (m)
	Estruturas	Mont. (m)	Jus. (m)															Mont. (m)	Jus. (m)	Mont. (m)	Jus. (m)	
REDE 02	PV-1->PV-2	846,705	846,004	0,277	0,277	0,166	0,60	0,015	900,000	149,100	80,00	0,069	800	0,88	1,20	0,14	17,17	2,20	2,20	844,505	843,804	0,10
	PV-2->PV-3	846,004	845,632	0,401	0,678	0,407	0,60	0,015	966,807	145,142	37,00	0,164	800	0,74	1,45	0,22	27,63	2,30	2,20	843,704	843,432	0,05
	PV-3->PV-4	845,632	844,996	0,176	0,853	0,512	0,60	0,015	992,334	143,685	57,00	0,204	800	1,03	1,74	0,23	28,39	2,25	2,20	843,382	842,796	0,40
	PV-4->PV-5	844,996	844,026	6,085	6,938	4,163	0,60	0,015	1025,100	141,858	80,00	1,640	1000	1,34	3,29	0,61	60,62	2,60	2,70	842,396	841,326	0,00
	PV-5->PV-6	844,026	843,144	0,382	7,320	4,392	0,60	0,015	1049,392	140,534	60,00	1,715	1000	1,47	3,45	0,61	60,52	2,70	2,70	841,326	840,444	0,10
	PV-6->PV-7	843,144	842,611	0,257	7,577	4,546	0,60	0,015	1066,790	139,601	60,00	1,763	1000	1,06	3,04	0,69	69,29	2,80	2,90	840,344	839,711	0,10
	PV-7->PV-8	842,611	841,789	4,306	11,882	7,130	0,60	0,015	1086,552	138,556	80,00	2,744	1000	1,90	4,16	0,78	78,37	3,00	3,70	839,611	838,089	0,20
	PV-8->PV-9	841,789	841,354	0,431	12,314	7,388	0,60	0,015	1105,804	137,553	60,00	2,823	1200	0,89	3,18	0,88	73,15	3,90	4,00	837,889	837,354	0,00
	PV-9->PV-10	841,354	840,982	0,318	12,631	7,579	0,60	0,015	1124,645	136,586	60,00	2,875	1200	0,95	3,29	0,87	72,22	4,00	4,20	837,354	836,782	0,10
	PV-10->PV-11	840,982	840,798	7,353	19,984	11,991	0,60	0,015	1142,894	135,662	30,00	4,519	1200	1,95	4,75	0,94	78,42	4,30	4,70	836,682	836,098	0,00
	PV-11->PV-12	840,798	840,282	0,115	20,099	12,060	0,60	0,015	1149,211	135,345	30,00	4,534	1200	2,05	4,86	0,92	76,82	4,70	4,80	836,098	835,482	0,10
	PV-12->PV-13	840,282	839,771	0,084	20,183	12,110	0,60	0,015	1155,380	135,037	30,00	4,542	1200	2,04	4,85	0,93	77,17	4,90	5,00	835,382	834,771	0,00
	PV-13->PV-19	839,771	838,256	0,117	20,300	12,180	0,60	0,015	1161,565	134,730	39,05	4,558	1200	2,07	4,88	0,92	76,96	5,00	4,29	834,771	833,965	0,11
	PV-14->PV-15	841,618	841,556	0,103	0,103	0,062	0,60	0,015	900,000	149,100	55,00	0,026	800	0,66	0,81	0,09	11,43	2,20	2,50	839,418	839,056	0,15
	PV-15->PV-16	841,556	841,000	0,486	0,589	0,354	0,60	0,015	968,130	145,066	55,12	0,142	800	0,56	1,26	0,22	27,63	2,65	2,40	838,906	838,600	0,20
	PV-16->PV-17	841,000	840,378	1,433	2,022	1,213	0,60	0,015	1011,892	142,589	80,00	0,481	800	0,78	1,99	0,39	48,56	2,60	2,60	838,400	837,778	0,20
	PV-17->PV-18	840,378	838,991	3,531	5,553	3,332	0,60	0,015	1052,201	140,383	80,00	1,299	800	1,86	3,48	0,56	69,62	2,80	2,90	837,578	836,091	0,00
	PV-18->PV-19	838,991	838,256	0,489	6,042	3,625	0,60	0,015	1075,205	139,154	31,00	1,401	800	2,37	3,89	0,54	67,30	2,90	2,90	836,091	835,356	1,50
	PV-19->PV-20	838,256	836,524	0,199	26,542	15,925	0,60	0,015	1169,566	134,335	53,00	5,943	1500	2,51	5,77	0,85	56,51	4,40	4,00	833,856	832,524	0,50
	PV-20->PV-21	836,524	834,992	1,521	28,063	16,838	0,60	0,015	1178,749	133,884	40,00	6,262	1500	2,58	5,90	0,87	57,95	4,50	4,00	832,024	830,992	0,15
	PV-21->PV-22	834,992	833,989	0,291	28,354	17,012	0,60	0,015	1185,531	133,552	40,00	6,311	1500	2,13	5,49	0,93	61,96	4,15	4,00	830,842	829,989	0,50
	PV-22->PV-23	833,989	832,513	0,320	28,674	17,205	0,60	0,015	1192,821	133,198	40,00	6,366	1500	2,44	5,80	0,89	59,60	4,50	4,00	829,489	828,513	0,10
	PV-23->PV-24	832,513	831,543	0,307	28,981	17,389	0,60	0,015	1199,722	132,865	40,00	6,418	1500	2,18	5,55	0,93	62,26	4,10	4,00	828,413	827,543	0,50
	PV-24->PV-25	831,543	829,995	0,298	29,279	17,568	0,60	0,015	1206,931	132,518	39,97	6,467	1500	2,50	5,87	0,90	59,78	4,50	3,95	827,043	826,045	0,15
	PV-25->PV-26	829,995	828,479	0,294	29,574	17,744	0,60	0,015	1213,742	132,193	57,00	6,516	1500	2,48	5,87	0,90	60,17	4,10	4,00	825,895	824,479	0,10
	PV-26->PV-27	828,479	825,289	2,695	32,268	19,361	0,60	0,015	1223,460	131,731	48,89	7,085	1500	2,15	5,63	1,01	66,97	4,10	1,97	824,375	823,324	0,50
	PV-27->DISSIPADOR A4 RD-02	825,289	824,475	0,000	32,268	19,361	0,60	0,015	1232,141	131,321	8,89	7,062	1500	2,48	5,96	0,95	63,58	2,47	1,87	822,824	822,604	0,00

**PLANILHA PARA CÁLCULO DE COLETORES DE ÁGUAS PLUVIAIS  
REDE 03- EIXO 01**

REDES	Trecho	Cota do Terreno		Área de Contrib. (ha)	Área Total (ha)	SAxC (ha)	Coef. de Escoam. C	Coef. de Manning	Tempo de Concent. (s)	Intensidade (mm/h)	Extensão (m)	Vazão Estimada (m³/s)	Diâmetro ou Seção (mm)	Declividade do Tubo (%)	Velocidade (m/s)	Altura da Lâmina (m)	Enchimento (%)	Profundidade		Cota Geratriz Inf. Tubo		Degrau (m)
	Estruturas	Mont. (m)	Jus. (m)															Mont. (m)	Jus. (m)	Mont. (m)	Jus. (m)	
REDE 03	PV-1->PV-2	848,406	848,412	0,451	0,451	0,271	0,60	0,015	900,000	149,100	80,00	0,112	800	0,56	1,18	0,20	24,45	2,200	2,650	846,206	845,762	0,10
	PV-2->PV-3	848,412	847,582	0,481	0,932	0,559	0,60	0,015	968,017	145,072	65,00	0,225	800	1,51	2,05	0,22	27,05	2,750	2,900	845,662	844,682	1,30
	PV-3->PV-4	847,582	846,141	26,042	26,973	16,184	0,60	0,015	999,698	143,271	22,31	6,441	1500	2,43	5,80	0,90	60,19	4,200	3,300	843,382	842,841	1,20
	PV-4->PV-5	846,141	843,969	0,000	26,973	16,184	0,60	0,015	1003,547	143,055	37,50	6,431	1500	2,59	5,95	0,88	58,85	4,500	3,300	841,641	840,669	0,70
	PV-5->PV-6	843,969	842,486	0,000	26,973	16,184	0,60	0,015	1009,855	142,703	37,50	6,415	1500	2,62	5,97	0,88	58,53	4,000	3,500	839,969	838,986	1,50
	PV-6->PV-7	842,486	840,790	0,000	26,973	16,184	0,60	0,015	1016,136	142,354	25,00	6,400	1500	2,58	5,93	0,88	58,72	5,000	3,950	837,486	836,840	1,45
	PV-7->PV-8	840,790	838,629	0,000	26,973	16,184	0,60	0,015	1020,350	142,120	25,00	6,389	1500	2,64	5,98	0,87	58,24	5,400	3,900	835,390	834,729	1,40
	PV-8->PV-9	838,629	836,593	0,000	26,973	16,184	0,60	0,015	1024,530	141,890	22,50	6,379	1500	2,61	5,95	0,88	58,44	5,300	3,850	833,329	832,743	1,50
	PV-9->PV-10	836,593	834,246	0,000	26,973	16,184	0,60	0,015	1028,313	141,682	22,50	6,369	1500	2,43	5,79	0,90	59,70	5,350	3,550	831,243	830,696	1,40
	PV-10->PV-11	834,246	831,336	0,000	26,973	16,184	0,60	0,015	1032,200	141,469	22,50	6,360	1500	2,04	5,40	0,95	63,21	4,950	2,500	829,296	828,836	1,50
	PV-11->PV-12	831,336	829,816	0,000	26,973	16,184	0,60	0,015	1036,366	141,241	11,25	6,350	1500	1,96	5,31	0,96	64,02	4,000	2,700	827,336	827,116	1,20
	PV-12->PV-13	829,816	829,007	0,000	26,973	16,184	0,60	0,015	1038,483	141,126	5,63	6,344	1500	1,94	5,29	0,96	64,23	3,900	3,200	825,916	825,807	1,30
	PV-13->PV-14	829,007	828,202	0,000	26,973	16,184	0,60	0,015	1039,546	141,068	5,62	6,342	1500	1,86	5,20	0,98	65,18	4,500	3,800	824,507	824,402	0,90
	PV-14->PV-15	828,202	826,930	0,000	26,973	16,184	0,60	0,015	1040,628	141,009	8,75	6,339	1500	1,97	5,32	0,96	63,91	4,700	3,600	823,502	823,330	1,20
	PV-15->PV-16	826,930	825,639	0,000	26,973	16,184	0,60	0,015	1042,274	140,920	8,75	6,335	1500	2,19	5,54	0,92	61,62	4,800	3,700	822,130	821,939	1,40
	PV-16->PV-17	825,639	822,800	0,000	26,973	16,184	0,60	0,015	1043,852	140,834	17,50	6,331	1500	2,51	5,85	0,88	58,90	5,100	2,700	820,539	820,100	1,50
	PV-17->PV-18	822,800	820,981	0,000	26,973	16,184	0,60	0,015	1046,845	140,672	11,25	6,324	1500	1,95	5,29	0,96	64,00	4,200	2,600	818,600	818,381	1,20
	PV-18->PV-19	820,981	819,903	0,000	26,973	16,184	0,60	0,015	1048,970	140,557	11,25	6,319	BSTC 1,500 x 120 mm	2,48	5,82	0,89	59,05	3,800	3,000	817,181	816,903	1,00
	PV-19->PV-20	819,903	819,198	0,000	26,973	16,184	0,60	0,015	1050,903	140,453	11,25	6,314	BSTC 1,500 x 120 mm	1,82	5,15	0,98	65,49	4,000	3,500	815,903	815,698	0,50
	PV-20->PV-21	819,198	818,307	0,000	26,973	16,184	0,60	0,015	1053,089	140,335	11,25	6,309	BSTC 1,500 x 120 mm	2,59	5,92	0,87	58,12	4,000	3,400	815,198	814,907	0,10
	PV-21->PV-22	818,307	817,346	0,000	26,973	16,184	0,60	0,015	1054,989	140,233	18,50	6,304	BSTC 1,500 x 120 mm	1,95	5,30	0,96	63,81	3,500	2,900	814,807	814,446	0,10
	PV-22->DISSIPADOR A4 RD-03	817,346	815,543	0,000	26,973	16,184	0,60	0,015	1058,482	140,045	23,35	6,296	BSTC 1,500 x 120 mm	2,65	5,97	0,86	57,62	3,000	1,817	814,346	813,726	0,00

**PLANILHA PARA CÁLCULO DE COLETORES DE ÁGUAS PLUVIAIS  
REDE 04- EIXO 01**

REDES	Trecho	Cota do Terreno		Área de Contrib. (ha)	Área Total (ha)	SAxC (ha)	Coef. de Escoam. C	Coef. de Manning	Tempo de Concent. (s)	Intensidade (mm/h)	Extensão (m)	Vazão Estimada (m³/s)	Diâmetro ou Seção (mm)	Declividade do Tubo (%)	Velocidade (m/s)	Altura da Lâmina (m)	Enchimento (%)	Profundidade		Cota Geratriz Inf. Tubo		Degrau (m)
	Estruturas	Mont. (m)	Jus. (m)															Mont. (m)	Jus. (m)	Mont. (m)	Jus. (m)	
REDE 04	PV-1->PV-2	847,484	846,700	3,534	3,534	2,120	0,60	0,015	900,000	149,100	25,00	0,878	800	3,14	3,89	0,37	45,97	2,200	2,200	845,284	844,500	0,10
	PV-2->PV-3	846,700	844,983	0,089	3,623	2,174	0,60	0,015	906,422	148,710	80,00	0,898	800	2,27	3,47	0,41	51,17	2,300	2,400	844,400	842,583	0,20
	PV-3->PV-4	844,983	843,578	0,278	3,902	2,341	0,60	0,015	929,480	147,327	80,00	0,958	800	1,26	2,80	0,52	64,37	2,600	2,200	842,383	841,378	0,00
	PV-4->PV-5	843,578	842,840	0,684	4,586	2,751	0,60	0,015	958,039	145,649	22,00	1,113	800	3,35	4,24	0,41	51,79	2,200	2,200	841,378	840,640	0,50
	PV-5->PV-6	842,840	841,890	19,923	24,508	2,751	0,60	0,015	963,233	145,348	80,00	1,111	1000	1,19	2,87	0,49	49,44	2,700	2,700	840,140	839,190	0,00
	PV-6->PV-7	841,890	840,489	0,534	25,042	3,072	0,60	0,015	991,109	143,754	80,00	1,227	1000	1,75	3,40	0,47	46,79	2,700	2,700	839,190	837,789	0,00
	PV-7->PV-8	840,489	839,072	0,641	25,684	3,457	0,60	0,015	1014,632	142,437	70,00	1,368	1000	2,17	3,79	0,47	46,85	2,700	2,800	837,789	836,272	0,60
	PV-8->PV-9	839,072	837,544	15,649	41,333	12,846	0,60	0,015	1033,119	141,418	80,00	5,046	1200	2,29	5,15	0,97	80,89	3,400	3,700	835,672	833,844	0,30
	PV-9->PV-10	837,544	834,176	0,299	41,631	13,025	0,60	0,015	1048,658	140,574	80,00	5,086	1200	3,21	6,00	0,84	70,19	4,000	3,200	833,544	830,976	1,20
	PV-10->PV-11	834,176	832,953	0,593	42,225	13,381	0,60	0,015	1061,997	139,857	22,00	5,198	1200	2,83	5,70	0,90	75,21	4,400	3,800	829,776	829,153	0,75
	PV-11->PV-12	832,953	831,538	4,033	46,257	13,381	0,60	0,015	1065,859	139,651	25,00	5,191	1200	3,06	5,90	0,87	72,65	4,550	3,900	828,403	827,638	1,25
	PV-12->PV-13	831,538	827,495	11,133	57,390	13,381	0,60	0,015	1070,098	139,425	60,00	5,182	1500	2,99	5,96	0,74	49,37	5,150	2,900	826,388	824,595	1,48
	PV-13->PV-14	827,495	823,569	0,116	57,506	13,451	0,60	0,015	1080,163	138,892	43,35	5,189	1500	2,87	5,88	0,75	49,98	4,380	1,700	823,115	821,869	0,09
	PV-14->DISSIPADOR A4 RD-04	823,569	823,333	0,000	57,506	13,451	0,60	0,015	1087,540	138,504	5,48	5,175	1500	3,00	5,97	0,74	49,25	1,791	1,720	821,778	821,613	0,00

**PLANILHA PARA CÁLCULO DE COLETORES DE ÁGUAS PLUVIAIS  
REDE 05- EIXO 01**

REDES	Trecho	Cota do Terreno		Área de Contrib. (ha)	Área Total (ha)	SAxC (ha)	Coef. de Escoam. C	Coef. de Manning	Tempo de Concent. (s)	Intensidade (mm/h)	Extensão (m)	Vazão Estimada (m³/s)	Diâmetro ou Seção (mm)	Declividade do Tubo (%)	Velocidade (m/s)	Altura da Lâmina (m)	Enchimento (%)	Profundidade		Cota Geratriz Inf. Tubo		Degrau (m)
	Estruturas	Mont. (m)	Jus. (m)															Mont. (m)	Jus. (m)	Mont. (m)	Jus. (m)	
	PV-1->PV-2	872,755	871,100	2,218	2,218	1,331	0,60	0,015	900,000	149,100	60,00	0,551	800	2,76	3,28	0,30	36,85	2,200	2,200	870,555	868,900	0,10
	PV-2->PV-3	871,100	867,920	2,111	4,329	2,598	0,60	0,015	918,301	147,994	80,00	1,068	800	3,85	4,42	0,39	48,52	2,300	2,200	868,800	865,720	0,00
	PV-3->PV-4	867,920	866,195	0,354	4,683	2,810	0,60	0,015	936,419	146,915	35,00	1,147	800	4,93	4,93	0,38	47,07	2,200	2,200	865,720	863,995	0,10
	PV-4->PV-5	866,195	862,182	2,088	6,771	4,062	0,60	0,015	943,518	146,497	80,00	1,653	800	5,02	5,43	0,47	58,38	2,300	2,300	863,895	859,882	0,10
	PV-5->PV-6	862,182	858,052	0,547	7,318	4,391	0,60	0,015	958,263	145,636	80,00	1,776	800	4,91	5,47	0,49	61,61	2,400	2,200	859,782	855,852	0,10
	PV-6->PV-7	858,052	856,986	0,582	7,899	4,740	0,60	0,015	972,900	144,792	25,00	1,906	800	3,87	5,03	0,56	70,55	2,300	2,200	855,752	854,786	0,20
	PV-7->PV-8	856,986	855,216	2,295	10,194	6,117	0,60	0,015	977,871	144,507	30,00	2,455	800	5,23	5,93	0,61	76,78	2,400	2,200	854,586	853,016	0,10
	PV-8->PV-9	855,216	853,694	0,000	10,194	6,117	0,60	0,015	982,932	144,218	30,00	2,450	800	4,74	5,66	0,64	80,41	2,300	2,200	852,916	851,494	0,00
	PV-9->PV-10	853,694	852,826	0,000	10,194	6,117	0,60	0,015	988,235	143,917	20,00	2,445	800	4,84	5,72	0,64	79,36	2,200	2,300	851,494	850,526	0,40
	PV-10->PV-11	852,826	850,931	0,585	10,780	6,468	0,60	0,015	991,734	143,719	45,00	2,582	1000	4,21	5,69	0,56	56,15	2,700	2,700	850,126	848,231	0,10
	PV-11->PV-12	850,931	848,117	0,250	11,030	6,618	0,60	0,015	999,646	143,273	80,00	2,634	1000	3,39	5,25	0,61	60,96	2,800	2,700	848,131	845,417	0,10
	PV-12->PV-13	848,117	846,982	0,483	11,513	6,908	0,60	0,015	1014,876	142,423	40,00	2,733	1000	2,59	4,75	0,69	68,75	2,800	2,700	845,317	844,282	0,10
	PV-13->PV-14	846,982	845,117	1,779	13,292	7,975	0,60	0,015	1023,302	141,957	60,00	3,145	1000	2,94	5,12	0,73	72,98	2,800	2,700	844,182	842,417	1,50
	PV-14->PV-15	845,117	839,979	0,256	13,547	8,128	0,60	0,015	1035,020	141,315	80,00	3,191	1000	3,67	5,64	0,68	67,73	4,200	2,000	840,917	837,979	1,50
	PV-15->PV-16	839,979	838,352	0,422	13,970	8,382	0,60	0,015	1049,217	140,544	20,00	3,272	1000	4,14	5,94	0,66	66,08	3,500	2,700	836,479	835,652	1,20
	PV-16->PV-17	838,352	836,465	0,000	13,970	8,382	0,60	0,015	1052,583	140,362	20,00	3,268	1000	3,43	5,50	0,71	70,75	3,900	2,700	834,452	833,765	1,00
	PV-17->PV-18	836,465	834,667	0,000	13,970	8,382	0,60	0,015	1056,219	140,166	20,00	3,263	1000	3,99	5,85	0,67	66,80	3,700	2,700	832,765	831,967	0,50
	PV-18->PV-19	834,667	833,813	0,000	13,970	8,382	0,60	0,015	1059,635	139,983	10,00	3,259	1000	3,53	5,57	0,70	69,82	3,200	2,700	831,467	831,113	0,30
	PV-19->PV-20	833,813	832,939	0,000	13,970	8,382	0,60	0,015	1061,432	139,887	10,00	3,257	1000	3,75	5,70	0,68	68,26	3,000	2,500	830,813	830,439	1,01
	PV-20->PV-21	832,939	830,720	1,555	15,525	9,315	0,60	0,015	1063,186	139,793	25,00	3,617	1000	4,04	5,98	0,72	71,91	3,510	2,300	829,429	828,420	0,90
	PV-21->PV-22	830,720	829,079	0,000	15,525	9,315	0,60	0,015	1067,364	139,570	17,21	3,611	1000	4,05	5,99	0,72	71,70	3,200	2,256	827,520	826,823	0,30
	PV-22->PV-22A	829,079	827,403	0,099	15,625	9,375	0,60	0,015	1070,236	139,418	38,60	3,631	1000	3,68	5,75	0,75	74,94	2,556	2,300	826,523	825,103	0,12
	PV-22A->DISSIPADOR A2 RD-05	827,403	826,767	0,000	15,625	9,375	0,60	0,015	1076,949	139,062	7,39	3,621	1000	3,21	5,40	0,80	79,66	2,422	2,023	824,981	824,744	0,00

**PLANILHA PARA CÁLCULO DE COLETORES DE ÁGUAS PLUVIAIS  
REDE 07- EIXO 01**

REDES	Trecho	Cota do Terreno		Área de Contrib. (ha)	Área Total (ha)	SAxC (ha)	Coef. de Escoam. C	Coef. de Manning	Tempo de Concent. (s)	Intensidade (mm/h)	Extensão (m)	Vazão Estimada (m³/s)	Diâmetro ou Seção (mm)	Declividade do Tubo (%)	Velocidade (m/s)	Altura da Lâmina (m)	Enchimento (%)	Profundidade		Cota Geratriz Inf. Tubo		Degrau (m)
	Estruturas	Mont. (m)	Jus. (m)															Mont. (m)	Jus. (m)	Mont. (m)	Jus. (m)	
REDE 07	PV-1->PV-2	880,015	878,950	3,342	3,342	2,005	0,60	0,015	900,000	149,272	80,00	0,831	Ø 600	2,46	3,36	0,49	81,68	1,600	2,500	878,415	876,450	0,44
REDE 07	PV-2->PV-3	878,950	876,257	8,728	12,070	7,242	0,60	0,015	923,792	147,822	80,00	2,974	Ø 1000	4,07	5,79	0,62	62,19	2,935	3,500	876,015	872,757	0,22
REDE 07	PV-3->PV-4	876,257	872,891	0,000	12,070	7,242	0,60	0,015	937,604	146,994	80,00	2,957	Ø 1000	2,69	4,89	0,72	71,99	3,715	2,500	872,542	870,391	0,50
REDE 07	PV-4->PV-5	872,891	869,004	0,834	12,903	7,742	0,60	0,015	953,979	146,023	80,00	3,140	Ø 1000	4,23	5,95	0,64	63,69	3,000	2,500	869,891	866,504	1,50
REDE 07	PV-5->PV-6	869,004	864,668	0,650	13,553	8,132	0,60	0,015	967,426	145,237	80,00	3,281	Ø 1000	3,67	5,66	0,69	69,17	4,000	2,600	865,004	862,068	0,90
REDE 07	PV-6->PV-7	864,668	863,594	0,419	13,971	8,383	0,60	0,015	981,559	144,419	20,00	3,363	Ø 1000	3,87	5,81	0,69	69,08	3,500	3,200	861,168	860,394	1,73
REDE 07	PV-7->PV-8	863,594	860,760	6,156	20,128	12,077	0,60	0,015	985,001	144,221	40,00	4,838	Ø 1200	2,97	5,76	0,84	69,58	4,930	3,284	858,664	857,476	1,30
REDE 07	PV-8->PV-9	860,760	857,952	0,000	20,128	12,077	0,60	0,015	991,947	143,824	40,00	4,825	Ø 1200	2,25	5,10	0,94	77,95	4,584	2,677	856,176	855,276	1,50
REDE 07	PV-9->PV-10	857,952	855,953	0,275	20,403	12,242	0,60	0,015	999,790	143,377	30,00	4,876	Ø 1200	2,96	5,76	0,84	70,10	4,177	3,065	853,776	852,888	1,50
REDE 07	PV-10->PV-11	855,953	853,826	11,146	31,549	18,929	0,60	0,015	1005,001	143,083	40,00	7,524	Ø 1500	2,05	5,58	1,07	71,27	4,565	3,259	851,388	850,566	1,50
REDE 07	PV-11->PV-12	853,826	851,866	0,000	31,549	18,929	0,60	0,015	1012,164	142,679	20,00	7,502	Ø 1500	2,00	5,52	1,08	71,86	4,759	3,200	849,066	848,666	1,50
REDE 07	PV-12->PV-13	851,866	850,010	0,000	31,549	18,929	0,60	0,015	1015,788	142,476	20,00	7,492	Ø 1500	2,00	5,52	1,08	71,78	4,700	3,243	847,166	846,766	1,43
REDE 07	PV-13->PV-14	850,010	848,236	0,155	31,704	19,022	0,60	0,015	1019,412	142,274	20,00	7,518	Ø 1500	2,00	5,52	1,08	71,98	4,674	3,299	845,336	844,936	1,50
REDE 07	PV-14->PV-15	848,236	846,079	0,000	31,704	19,022	0,60	0,015	1023,035	142,072	20,00	7,507	Ø 1500	2,15	5,69	1,05	69,89	4,799	3,073	843,436	843,006	1,50
REDE 07	PV-15->PV-16	846,079	844,117	0,000	31,704	19,022	0,60	0,015	1026,549	141,877	20,00	7,497	Ø 1500	2,15	5,69	1,05	69,82	4,573	3,041	841,506	841,076	2,50
REDE 07	PV-16->PV-17	844,117	840,810	0,000	31,704	19,022	0,60	0,015	1030,064	141,682	20,00	7,486	Ø 1500	2,00	5,52	1,08	71,74	5,541	2,635	838,576	838,176	0,10
REDE 07	PV-17->DISSIPADOR REDE 07	840,810	839,486	0,267	31,970	19,182	0,60	0,015	1033,689	141,482	27,00	7,539	Ø 1500	1,68	5,12	1,17	77,71	2,735	1,865	838,076	837,621	0,00

**PLANILHA PARA CÁLCULO DE COLETORES DE ÁGUAS PLUVIAIS**  
**REDE 08- EIXO 01**

REDES	Trecho	Cota do Terreno		Área de Contrib. (ha)	Área Total (ha)	SAxC (ha)	Coef. de Escoam. C	Coef. de Manning	Tempo de Concent. (s)	Intensidade (mm/h)	Extensão (m)	Vazão Estimada (m³/s)	Diâmetro ou Seção (mm)	Declividade do Tubo (%)	Velocidade (m/s)	Altura da Lâmina (m)	Enchimento (%)	Profundidade		Cota Geratriz Inf. Tubo		Degrau (m)
	Estruturas	Mont. (m)	Jus. (m)															Mont. (m)	Jus. (m)	Mont. (m)	Jus. (m)	
REDE 08	PV-1->DISSIPADOR	843,697	841,836	0,149	0,149	0,089	0,60	0,015	900,000	149,100	20,00	0,037	800	1,80	1,28	0,09	10,70	2,200	0,700	841,497	841,136	0,00

**PLANILHA PARA CÁLCULO DE COLETORES DE ÁGUAS PLUVIAIS  
REDE 09- EIXO 01**

REDES	Trecho	Cota do Terreno		Área de Contrib. (ha)	Área Total (ha)	SAxC (ha)	Coef. de Escoam. C	Coef. de Manning	Tempo de Concent. (s)	Intensidade (mm/h)	Extensão (m)	Vazão Estimada (m³/s)	Diâmetro ou Seção (mm)	Declividade do Tubo (%)	Velocidade (m/s)	Altura da Lâmina (m)	Enchimento (%)	Profundidade		Cota Geratriz Inf. Tubo		Degrau (m)
	Estruturas	Mont. (m)	Jus. (m)															Mont. (m)	Jus. (m)	Mont. (m)	Jus. (m)	
REDE 09	PV-1->PV-2	880,015	878,950	0,690	0,690	0,414	0,60	0,015	900,000	149,100	80,00	0,172	800	1,33	1,81	0,20	24,33	2,20	2,20	877,815	876,750	0,20
	PV-2->PV-3	878,950	876,257	2,074	2,764	1,658	0,60	0,015	944,092	146,463	80,00	0,675	800	3,12	3,62	0,32	39,78	2,40	2,20	876,550	874,057	0,00
	PV-3->PV-4	876,257	872,891	0,000	2,764	1,658	0,60	0,015	966,186	145,178	80,00	0,669	800	4,21	4,03	0,29	36,50	2,20	2,20	874,057	870,691	0,10
	PV-4->PV-5	872,891	869,004	0,834	3,598	2,159	0,60	0,015	986,043	144,042	80,00	0,864	800	4,73	4,51	0,33	40,61	2,30	2,20	870,591	866,804	0,10
	PV-5->PV-6	869,004	864,668	0,650	4,247	2,548	0,60	0,015	1003,787	143,041	80,00	1,013	800	5,30	4,90	0,34	42,99	2,30	2,20	866,704	862,468	0,10
	PV-6->PV-7	864,668	863,594	0,419	4,666	2,800	0,60	0,015	1020,110	142,134	20,00	1,105	800	4,87	4,86	0,37	46,25	2,30	2,20	862,368	861,394	0,10
	PV-7->PV-8	863,594	860,760	1,637	6,303	3,782	0,60	0,015	1024,223	141,907	40,00	1,491	800	6,84	5,95	0,40	49,85	2,30	2,20	861,294	858,560	0,10
	PV-8->PV-9	860,760	857,952	0,000	6,303	3,782	0,60	0,015	1030,942	141,538	40,00	1,487	800	6,77	5,93	0,40	49,92	2,30	2,20	858,460	855,752	0,10
	PV-9->PV-10	857,952	855,953	0,389	6,692	4,015	0,60	0,015	1037,690	141,169	30,00	1,575	800	6,33	5,86	0,42	52,69	2,30	2,20	855,652	853,753	0,10
	PV-10->PV-11	855,953	853,826	0,200	6,892	4,135	0,60	0,015	1042,807	140,891	40,00	1,618	800	5,07	5,42	0,46	57,41	2,30	2,20	853,653	851,626	0,70
	PV-11->PV-12	853,826	851,866	0,000	6,892	4,135	0,60	0,015	1050,187	140,491	20,00	1,614	800	6,30	5,89	0,43	53,58	2,90	2,20	850,926	849,666	0,60
	PV-12->PV-13	851,866	850,010	0,000	6,892	4,135	0,60	0,015	1053,585	140,308	20,00	1,612	800	6,28	5,88	0,43	53,57	2,80	2,20	849,066	847,810	0,50
	PV-13->PV-14	850,010	848,236	0,155	7,047	4,228	0,60	0,015	1056,987	140,125	20,00	1,646	800	6,37	5,94	0,43	54,03	2,70	2,20	847,310	846,036	0,90
	PV-14->PV-15	848,236	846,079	0,000	7,047	4,228	0,60	0,015	1060,354	139,945	20,00	1,644	800	6,28	5,91	0,43	54,21	3,10	2,20	845,136	843,879	0,80
	PV-15->PV-16	846,079	844,117	0,000	7,047	4,228	0,60	0,015	1063,740	139,764	20,00	1,641	800	6,31	5,91	0,43	54,10	3,00	2,30	843,079	841,817	1,40
	PV-16->PV-17	844,117	840,810	0,000	7,047	4,228	0,60	0,015	1067,121	139,583	20,00	1,639	800	6,53	5,99	0,43	53,49	3,70	1,70	840,417	839,110	0,20
	PV-17->PV-17A	840,810	839,842	0,267	7,313	4,388	0,60	0,015	1070,460	139,406	44,00	1,699	800	2,59	4,17	0,61	75,65	1,90	2,07	838,910	837,770	0,00
PV-17A->DISSIPADOR A1 RD-09	839,842	839,169	0,000	7,313	4,388	0,60	0,015	1081,023	138,847	6,80	1,692	800	2,95	4,40	0,57	71,51	2,07	1,60	837,770	837,569	0,00	

**PLANILHA PARA CÁLCULO DE COLETORES DE ÁGUAS PLUVIAIS  
REDE 10- EIXO 01**

REDES	Trecho	Cota do Terreno		Área de Contrib. (ha)	Área Total (ha)	SAxC (ha)	Coef. de Escoam. C	Coef. de Manning	Tempo de Concent. (s)	Intensidade (mm/h)	Extensão (m)	Vazão Estimada (m³/s)	Diâmetro ou Seção (mm)	Declividade do Tubo (%)	Velocidade (m/s)	Altura da Lâmina (m)	Enchimento (%)	Profundidade		Cota Geratriz Inf. Tubo		Degrau (m)
	Estruturas	Mont. (m)	Jus. (m)															Mont. (m)	Jus. (m)	Mont. (m)	Jus. (m)	
REDE 10	PV-1->PV-2	879,995	879,119	4,765	4,765	2,859	0,60	0,015	900,000	149,100	68,86	1,184	800	1,85	3,41	0,52	65,16	1,800	2,200	878,195	876,919	0,20
	PV-2->PV-3	879,119	876,618	8,146	12,911	7,747	0,60	0,015	920,170	147,882	80,00	3,182	1000	3,75	5,68	0,67	67,08	2,400	2,900	876,719	873,718	0,10
	PV-3->PV-4	876,618	873,843	0,253	13,164	7,898	0,60	0,015	934,251	147,044	80,00	3,226	1000	3,16	5,30	0,72	72,40	3,000	2,750	873,618	871,093	0,05
	PV-4->PV-5	873,843	870,997	0,451	13,615	8,169	0,60	0,015	949,352	146,155	80,00	3,317	1000	3,56	5,60	0,71	70,58	2,800	2,800	871,043	868,197	0,10
	PV-5->PV-6	870,997	868,223	0,487	14,102	8,461	0,60	0,015	963,645	145,324	80,00	3,416	1000	3,22	5,38	0,75	75,31	2,900	2,700	868,097	865,523	0,90
	PV-6->PV-7	868,223	864,052	0,474	14,576	8,746	0,60	0,015	978,508	144,471	80,00	3,510	1000	4,09	5,99	0,70	69,87	3,600	2,700	864,623	861,352	0,50
	PV-7->PV-8	864,052	861,324	0,483	15,059	9,036	0,60	0,015	991,867	143,712	57,00	3,607	1000	3,91	5,90	0,73	72,66	3,200	2,700	860,852	858,624	1,20
	PV-8->PV-9	861,324	857,691	3,101	18,160	10,896	0,60	0,015	1001,527	143,168	80,00	4,333	1200	3,47	6,00	0,73	61,00	3,900	3,040	857,424	854,651	0,66
	PV-9->PV-10	857,691	854,409	0,407	18,567	11,140	0,60	0,015	1014,867	142,424	80,00	4,407	1200	3,35	5,94	0,75	62,38	3,700	3,100	853,991	851,309	0,50
	PV-10->PV-11	854,409	852,853	0,438	19,005	11,403	0,60	0,015	1028,335	141,681	40,00	4,488	1200	3,14	5,81	0,78	64,59	3,600	3,300	850,809	849,553	0,30
	PV-11->PV-12	852,853	851,026	0,000	19,005	11,403	0,60	0,015	1035,221	141,304	40,00	4,476	1200	3,07	5,75	0,78	64,99	3,600	3,000	849,253	848,026	0,70
	PV-12->PV-13	851,026	849,848	0,445	19,450	11,670	0,60	0,015	1042,175	140,925	25,50	4,568	1200	2,66	5,45	0,83	69,46	3,700	3,200	847,326	846,648	1,17
	PV-13->PV-14	849,848	848,819	0,000	19,450	11,670	0,60	0,015	1046,855	140,671	25,50	4,560	1200	2,96	5,69	0,80	66,74	4,375	4,100	845,473	844,719	0,90
	PV-14->PV-15	848,819	847,947	0,000	19,450	11,670	0,60	0,015	1051,340	140,429	29,70	4,552	1500	2,26	5,20	0,74	49,64	5,000	4,800	843,819	843,147	1,40
	PV-15->PV-16	847,947	842,657	4,318	23,768	14,261	0,60	0,015	1057,052	140,122	80,00	5,551	1500	2,86	5,97	0,78	52,08	6,200	3,200	841,747	839,457	1,44
	PV-16->PV-17	842,657	838,980	0,283	24,050	14,430	0,60	0,015	1070,463	139,406	55,00	5,588	1500	2,79	5,92	0,79	52,67	4,640	2,500	838,017	836,480	1,35
	PV-17->PV-18	838,980	837,897	0,263	24,313	14,588	0,60	0,015	1079,751	138,914	25,00	5,629	1500	2,13	5,35	0,86	57,52	3,850	3,300	835,130	834,597	0,05
	PV-18->PV-19	837,897	837,283	0,102	24,415	14,649	0,60	0,015	1084,424	138,668	48,00	5,643	1500	2,01	5,23	0,88	58,73	3,350	3,700	834,547	833,583	0,10
	PV-19->PV-20	837,283	836,496	4,015	28,430	17,058	0,60	0,015	1093,602	138,187	80,00	6,548	1500	2,23	5,63	0,94	62,54	3,800	4,800	833,483	831,696	0,10
	PV-20->PV-21	836,496	836,279	0,421	28,851	17,311	0,60	0,015	1107,807	137,450	55,00	6,609	1500	1,85	5,23	1,01	67,26	4,900	5,700	831,596	830,579	0,10
	PV-21->PV-22	836,279	835,423	0,339	29,190	17,514	0,60	0,015	1118,327	136,909	35,00	6,661	1500	1,73	5,10	1,04	69,29	5,800	5,550	830,479	829,873	0,05
	PV-22->PV-23	835,423	832,992	0,231	29,421	17,653	0,60	0,015	1125,193	136,558	80,00	6,696	1500	1,66	5,02	1,06	70,67	5,600	4,500	829,823	828,492	0,00
	PV-23->PV-24	832,992	831,702	0,476	29,897	17,938	0,60	0,015	1141,141	135,750	40,00	6,764	1500	1,80	5,19	1,04	69,09	4,500	3,930	828,492	827,772	0,17
	PV-24->PV-25	831,702	830,137	0,000	29,897	17,938	0,60	0,015	1148,843	135,364	40,00	6,745	1500	2,16	5,59	0,97	64,53	4,100	3,400	827,602	826,737	1,44
	PV-25->PV-26	830,137	828,143	0,485	30,382	18,229	0,60	0,015	1155,995	135,007	27,50	6,836	1500	2,02	5,45	1,00	66,79	4,840	3,400	825,297	824,743	1,50
	PV-26->PV-27	828,143	825,574	0,000	30,382	18,229	0,60	0,015	1161,040	134,756	27,50	6,824	1500	2,43	5,88	0,94	62,48	4,900	3,000	823,243	822,574	1,20
	PV-27->PV-28	825,574	824,463	2,922	33,305	19,983	0,60	0,015	1165,720	134,524	11,00	7,467	1500	1,96	5,47	1,08	72,16	4,200	3,305	821,374	821,158	0,99
	PV-28->PV-29	824,463	823,362	0,000	33,305	19,983	0,60	0,015	1167,731	134,425	11,00	7,462	1500	1,83	5,30	1,11	74,26	4,300	3,400	820,163	819,962	0,70
	PV-29->PV-30	823,362	821,454	0,417	33,721	20,233	0,60	0,015	1169,806	134,323	20,00	7,549	1500	2,04	5,57	1,07	71,64	4,100	2,600	819,262	818,854	1,40
	PV-30->PV-31	821,454	819,563	0,000	33,721	20,233	0,60	0,015	1173,395	134,146	20,00	7,539	1500	1,95	5,47	1,09	72,83	4,000	2,500	817,454	817,063	1,50
	PV-31->PV-32	819,563	817,883	0,000	33,721	20,233	0,60	0,015	1177,053	133,967	20,00	7,529	1500	2,40	5,96	1,01	67,24	4,000	2,800	815,563	815,083	1,43
	PV-32->PV-33	817,883	816,354	0,000	33,721	20,233	0,60	0,015	1180,409	133,802	20,00	7,520	1500	2,00	5,52	1,08	72,00	4,229	3,100	813,654	813,254	1,14
	PV-33->DISSIPADOR A4 RD-10	816,354	812,848	0,234	33,955	20,373	0,60	0,015	1184,031	133,625	37,00	7,562	1500	2,17	5,72	1,05	70,02	4,243	1,540	812,112	811,308	0,00

**PLANILHA PARA CÁLCULO DE COLETORES DE ÁGUAS PLUVIAIS  
REDE 11- EIXO 01**

REDES	Trecho	Cota do Terreno		Área de Contrib. (ha)	Área Total (ha)	SAxC (ha)	Coef. de Escoam. C	Coef. de Manning	Tempo de Concent. (s)	Intensidade (mm/h)	Extensão (m)	Vazão Estimada (m³/s)	Diâmetro ou Seção (mm)	Declividade do Tubo (%)	Velocidade (m/s)	Altura da Lâmina (m)	Enchimento (%)	Profundidade		Cota Geratriz Inf. Tubo		Degrau (m)
	Estruturas	Mont. (m)	Jus. (m)															Mont. (m)	Jus. (m)	Mont. (m)	Jus. (m)	
REDE 11	PV-1->PV-2	821,953	820,612	0,182	0,182	0,109	0,60	0,015	900,000	149,100	50,00	0,045	800	2,68	1,56	0,09	10,70	1,900	1,900	820,053	818,712	0,40
	PV-2->PV-3	820,612	819,992	5,658	5,839	3,504	0,60	0,015	931,991	147,177	23,65	1,432	800	4,32	4,95	0,45	55,93	2,300	2,700	818,312	817,292	0,20
	PV-3->PV-4	819,992	817,821	1,459	7,298	4,379	0,60	0,015	936,766	146,895	60,00	1,787	800	3,29	4,65	0,57	71,49	2,900	2,700	817,092	815,121	0,05
	PV-4->PV-5	817,821	815,576	0,121	7,419	4,451	0,60	0,015	949,677	146,136	40,00	1,807	800	3,49	4,77	0,56	70,47	2,750	1,900	815,071	813,676	0,07
	PV-5->DISSIPADOR A1 RD-11	815,576	813,587	0,121	7,540	4,524	0,60	0,015	958,057	145,648	38,00	1,830	800	2,87	4,39	0,62	77,30	1,970	1,070	813,606	812,517	0,00

**PLANILHA PARA CÁLCULO DE COLETORES DE ÁGUAS PLUVIAIS  
REDE 12- EIXO 01**

REDES	Trecho	Cota do Terreno		Área de Contrib. (ha)	Área Total (ha)	SAxC (ha)	Coef. de Escoam. C	Coef. de Manning	Tempo de Concent. (s)	Intensidade (mm/h)	Extensão (m)	Vazão Estimada (m³/s)	Diâmetro ou Seção (mm)	Declividade do Tubo (%)	Velocidade (m/s)	Altura da Lâmina (m)	Enchimento (%)	Profundidade		Cota Geratriz Inf. Tubo		Degrau (m)
	Estruturas	Mont. (m)	Jus. (m)															Mont. (m)	Jus. (m)	Mont. (m)	Jus. (m)	
REDE 12	PV-1->PV-2	821,693	819,647	0,188	0,188	0,113	0,60	0,015	900,000	149,100	80,00	0,047	800	2,56	1,55	0,09	11,01	1,900	1,900	819,793	817,747	0,20
	PV-2->PV-3	819,647	818,996	0,471	0,659	0,396	0,60	0,015	951,485	146,031	79,61	0,161	800	0,57	1,31	0,23	29,23	2,100	1,900	817,547	817,096	0,30
	PV-3->PV-4	818,996	818,611	4,435	5,095	3,057	0,60	0,015	1012,153	142,575	50,35	1,211	1000	1,16	2,91	0,52	52,37	2,200	2,400	816,796	816,211	0,00
	PV-4->PV-5	818,611	818,344	0,275	5,369	3,222	0,60	0,015	1029,472	141,618	50,00	1,267	1000	1,33	3,10	0,52	51,65	2,400	2,800	816,211	815,544	0,20
	PV-5->PV-6	818,344	818,444	0,268	5,637	3,382	0,60	0,015	1045,615	140,738	80,00	1,322	1200	0,50	2,17	0,64	53,09	3,000	3,500	815,344	814,944	0,00
	PV-6->PV-7	818,444	819,005	0,485	6,123	3,674	0,60	0,015	1082,521	138,768	80,00	1,416	1200	0,67	2,46	0,61	50,64	3,500	4,600	814,944	814,405	0,00
	PV-7->DISSIPADOR A3 RD-12	819,005	816,198	3,198	9,320	5,592	0,60	0,015	1114,987	137,080	50,73	2,129	1200	1,59	3,77	0,60	49,99	4,600	2,600	814,405	813,598	0,00

**PLANILHA PARA CÁLCULO DE COLETORES DE ÁGUAS PLUVIAIS  
REDE 13- EIXO 01**

REDES	Trecho	Cota do Terreno		Área de Contrib. (ha)	Área Total (ha)	SAxC (ha)	Coef. de Escoam. C	Coef. de Manning	Tempo de Concent. (s)	Intensidade (mm/h)	Extensão (m)	Vazão Estimada (m³/s)	Diâmetro ou Seção (mm)	Declividade do Tubo (%)	Velocidade (m/s)	Altura da Lâmina (m)	Enchimento (%)	Profundidade		Cota Geratriz Inf. Tubo		Degrau (m)
	Estruturas	Mont. (m)	Jus. (m)															Mont. (m)	Jus. (m)	Mont. (m)	Jus. (m)	
REDE 13	PV-1->PV-2	833,999	833,141	0,412	0,412	0,247	0,60	0,015	900,000	149,100	60,00	0,102	800	1,43	1,60	0,15	18,49	2,200	2,200	831,799	830,941	0,00
	PV-2->PV-3	833,141	831,711	0,163	0,575	0,345	0,60	0,015	937,494	146,852	52,00	0,141	800	2,75	2,21	0,15	18,41	2,200	2,200	830,941	829,511	0,50
	PV-3->PV-4	831,711	829,233	7,036	7,610	4,566	0,60	0,015	960,991	145,478	80,00	1,845	800	2,72	4,29	0,64	79,86	2,700	2,400	829,011	826,833	0,92
	PV-4->PV-5	829,233	823,443	0,422	8,032	4,819	0,60	0,015	979,649	144,405	80,00	1,933	800	5,84	5,96	0,49	61,55	3,320	2,200	825,913	821,243	0,80
	PV-5->PV-6	823,443	820,361	2,111	10,143	6,086	0,60	0,015	993,080	143,643	45,00	2,428	800	5,07	5,84	0,62	77,11	3,000	2,200	820,443	818,161	0,20
	PV-6->PV-8	820,361	819,789	0,117	10,260	6,156	0,60	0,015	1000,788	143,209	17,00	2,449	1000	1,60	3,81	0,76	76,37	2,400	2,100	817,961	817,689	0,20
	PV-7->PV-8	820,181	819,789	4,764	4,764	2,858	0,60	0,015	900,000	149,100	23,20	1,184	800	1,69	3,29	0,54	67,30	1,800	1,800	818,381	817,989	0,50
	PV-8->DISSIPADOR A3 RD-13	819,789	818,611	0,000	15,024	9,014	0,60	0,015	1005,255	142,959	28,37	3,580	1200	1,33	3,91	0,91	75,48	2,300	1,500	817,489	817,111	0,00

**PLANILHA PARA CÁLCULO DE COLETORES DE ÁGUAS PLUVIAIS  
REDE 14- EIXO 01**

REDES	Trecho	Cota do Terreno		Área de Contrib. (ha)	Área Total (ha)	SAxC (ha)	Coef. de Escoam. C	Coef. de Manning	Tempo de Concent. (s)	Intensidade (mm/h)	Extensão (m)	Vazão Estimada (m³/s)	Diâmetro ou Seção (mm)	Declividade do Tubo (%)	Velocidade (m/s)	Altura da Lâmina (m)	Enchimento (%)	Profundidade		Cota Geratriz Inf. Tubo		Degrau (m)
	Estruturas	Mont. (m)	Jus. (m)															Mont. (m)	Jus. (m)	Mont. (m)	Jus. (m)	
REDE 14	PV-1->PV-2	834,762	834,110	0,409	0,409	0,245	0,60	0,015	900,000	149,100	62,00	0,102	800	1,05	1,43	0,16	19,88	2,200	2,200	832,562	831,910	0,30
	PV-2->PV-3	834,110	833,492	1,584	1,993	1,196	0,60	0,015	943,287	146,511	75,00	0,487	800	0,82	2,04	0,39	48,10	2,500	2,500	831,610	830,992	0,20
	PV-3->PV-4	833,492	832,316	2,440	4,433	2,660	0,60	0,015	980,137	144,378	75,00	1,067	800	1,17	2,77	0,57	71,56	2,700	2,400	830,792	829,916	0,20
	PV-4->PV-5	832,316	831,538	2,956	7,389	4,434	0,60	0,015	1007,198	142,851	75,00	1,759	1000	1,04	3,02	0,70	69,60	2,600	2,600	829,716	828,938	0,20
	PV-5->PV-6	831,538	830,727	5,539	12,928	7,757	0,60	0,015	1032,077	141,476	75,00	3,048	1200	1,61	4,12	0,75	62,25	2,800	3,200	828,738	827,527	0,30
	PV-6->PV-7	830,727	830,042	4,950	17,878	10,727	0,60	0,015	1050,284	140,486	75,00	4,186	1500	0,78	3,38	0,99	66,04	3,500	3,400	827,227	826,642	0,00
	PV-7->PV-8	830,042	828,993	2,275	20,153	12,092	0,60	0,015	1072,470	139,299	75,00	4,679	1500	1,40	4,36	0,88	58,48	3,400	3,400	826,642	825,593	0,00
	PV-8->PV-9	828,993	827,682	2,020	22,172	13,303	0,60	0,015	1089,676	138,392	75,00	5,114	1500	1,75	4,85	0,87	57,66	3,400	3,400	825,593	824,282	0,00
	PV-9->PV-10	827,682	825,476	1,443	23,615	14,169	0,60	0,015	1105,151	137,587	75,00	5,415	1500	2,94	5,99	0,76	50,90	3,400	3,400	824,282	822,076	0,20
	PV-10->PV-11	825,476	823,168	1,104	24,719	14,831	0,60	0,015	1117,669	136,943	75,00	5,642	1500	2,81	5,95	0,79	52,89	3,600	3,400	821,876	819,768	1,10
	PV-11->PV-12	823,168	820,999	0,666	25,385	15,231	0,60	0,015	1130,279	136,299	60,00	5,767	1500	2,78	5,96	0,81	53,75	4,500	4,000	818,668	816,999	1,00
	PV-12->PV-13	820,999	818,603	0,156	25,540	15,324	0,60	0,015	1140,350	135,790	55,00	5,780	1500	2,72	5,91	0,81	54,21	5,000	4,100	815,999	814,503	1,50
	PV-13->PV-14	818,603	817,820	0,954	26,495	15,897	0,60	0,015	1149,658	135,323	17,10	5,976	1500	1,07	4,08	1,16	77,20	5,600	5,000	813,003	812,820	1,00
	PV-14->PV-15	817,820	815,362	13,095	39,589	23,754	0,60	0,015	1153,848	135,114	34,90	8,915	1500	2,17	5,82	1,21	80,90	6,000	4,300	811,820	811,062	1,50
	PV-15->PV-16	815,362	810,892	0,079	39,668	23,801	0,60	0,015	1159,844	134,815	60,00	8,913	1500	2,28	5,97	1,18	78,81	5,800	2,700	809,562	808,192	1,50
	PV-16->PV-17	810,892	808,635	0,138	39,806	23,883	0,60	0,015	1169,901	134,318	17,50	8,911	1500	2,27	5,95	1,18	78,96	4,200	2,340	806,692	806,295	1,41
	PV-17->PV-18	808,635	806,994	0,000	39,806	23,883	0,60	0,015	1172,840	134,173	17,50	8,901	1500	2,23	5,90	1,19	79,63	3,750	2,500	804,885	804,494	0,71
	PV-18->DISSIPADOR A4 RD-14	806,994	804,578	0,087	39,893	23,936	0,60	0,015	1175,806	134,028	36,00	8,911	1500	2,29	5,98	1,18	78,61	3,210	1,620	803,784	802,958	0,00

**PLANILHA PARA CÁLCULO DE COLETORES DE ÁGUAS PLUVIAIS**  
**REDE 15 - EIXO 01**

REDES	Trecho	Cota do Terreno		Área de Contrib. (ha)	Área Total (ha)	SAxC (ha)	Coef. de Escoam. C	Coef. de Manning	Tempo de Concent. (s)	Intensidade (mm/h)	Extensão (m)	Vazão Estimada (m³/s)	Diâmetro ou Seção (mm)	Declividade do Tubo (%)	Velocidade (m/s)	Altura da Lâmina (m)	Enchimento (%)	Profundidade		Cota Geratriz Inf. Tubo		Degrau (m)
	Estruturas	Mont. (m)	Jus. (m)															Mont. (m)	Jus. (m)	Mont. (m)	Jus. (m)	
REDE 15	PV-1->PV-2	818,000	814,119	0,113	0,113	0,068	0,60	0,015	900,000	149,100	35,00	0,028	BSTC 800 x 75 mm	11,09	2,22	0,05	6,10	2,200	2,200	815,800	811,919	0,10
	PV-2->DISSIPADOR A1 RD-15	814,119	811,942	0,110	0,223	0,134	0,60	0,015	915,770	148,146	30,48	0,055	BSTC 800 x 75 mm	2,27	1,56	0,10	12,23	2,300	0,815	811,819	811,127	0,00

**8.2 ANEXO II – PROJETO BÁSICO DE DRENAGEM: PLANTAS GERAIS, PLANTAS PARCIAIS, DETALHES E ESPECIFICAÇÕES.**



LEGENDA

- REDE DRENAGEM PROJETADA
- ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO
- CURVA MESTRA
- CURVA INTERMEDIÁRIA

NOTAS TÉCNICAS:  
 1 - PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCADOR - UTM.  
 2 - DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000.

 <b>PREFEITURA DE APARECIDA</b> <small>Flourbeada cidade por todos</small>	 <b>PRISMA</b> <small>Consultoria</small>	RT: MARCO ANTÔNIO MACEDO DINIZ CREA: 181.328/D-DF
<b>PROJETO BÁSICO DE DRENAGEM</b>		
<b>DRN - EIXOS</b>	PREFEITURA MUNICIPAL DE APARECIDA DE GOIÂNIA/GO DRENAGEM PLUVIAL	
<b>PLANTA GERAL - ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO</b>		
FOLHA: 01/01	ESCALA: 1/15000	DATA: AGOSTO/2018
PROJETO: PRISMA	CÁLCULO: PRISMA	REVISÃO: _____
VISTO: _____	APROVO: _____	PMPAP