

PROJETO DE DRENAGEM SUPERFICIAL
AV. CÔNEGO FERNANDO
MONSENHOR PAULO/MG

PROJETO EXECUTIVO DE
DRENAGEM SUPERFICIAL
RUA CÔNEGO FERNANDO
MONSENHOR PAULO

ELABORAÇÃO



REALIZAÇÃO



OUTUBRO/2022



**PROJETO DE DRENAGEM SUPERFICIAL AV. CÔNEGO FERNANDO,
MUNICÍPIO MONSENHOR PAULO/MG**

RESUMO:

Este arquivo contém o Memorial Descritivo, Memória de Cálculo e Lista de Desenhos do projeto executivo de drenagem superficial da Av. Cônego Fernando, localizada no município de Monsenhor Paulo/MG.

03	25/10/2022	B	REVISÃO	AVD	MON	MON	DVS
02	27/08/2022	B	REVISÃO	AVD	MON	MON	DVS
01	27/01/2022	B	REVISÃO	LAN	MON	MON	DVS
00	25/11/2021	A	PARA APROVAÇÃO	AAVGGD	RAPL	RAPL	DVS
REV	DATA	TIPO	DESCRIÇÃO	POR	VERIFICADO	AUTORIZADO	APROVADO

EMISSÕES

TIPOS	A – PARA APROVAÇÃO B – REVISÃO	C – ORIGINAL D – CÓPIA
-------	-----------------------------------	---------------------------

Empresa Contratada:

CONSÓRCIO PITÁGORAS

Rua Desembargador Jorge Fontana, Nº 80 - sala 1303
Belvedere - Belo Horizonte - MG - CEP.: 30.320-670
Tel.: (31) 3347-4405 // (31) 3347-7079 // (31) 3571-1920



RESPONSÁVEIS TÉCNICOS:

- Juliana Gonçalves Oliveira - Engenheira Civil – CREA 239789/D

VOLUME:

PROJETO EXECUTIVO DE DRENAGEM SUPERFICIAL

REFERÊNCIA:
OUTUBRO / 2022



ÍNDICE

1	APRESENTAÇÃO.....	5
1.1	EQUIPE TÉCNICA	5
2	LISTA DE DESENHOS.....	6
3	PROJETO DE DRENAGEM.....	7
3.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	7
3.2	AVALIAÇÃO DAS VAZÕES DE CONTRIBUIÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM A SER IMPLANTADO.....	8
3.2.1	PERÍODO DE RETORNO	8
3.2.2	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	8
3.2.3	COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL	8
3.2.4	INTENSIDADE DE CHUVA DE PROJETO	9
3.3	METODOLOGIA DOS CÁLCULOS DE VAZÃO	11
3.4	DISPOSITIVOS ADOTADOS E DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO	15
3.4.1	SARJETAS	15
3.4.2	BOCAS DE LOBO	17
3.4.3	POÇOS DE VISITA	17
3.4.4	ALA DE SAÍDA.....	18
3.4.5	REDES TUBULARES	18
4	CONCLUSÃO E INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES	24
5	RESPONSABILIDADE TÉCNICA.....	25



LISTA DE TABELAS

Tabela 1-1 - Equipe Técnica.....	5
Tabela 2-1 - Lista de Desenhos	6
Tabela 3-1 - Valores de Coeficiente de Escoamento Superficial “C”	9
Tabela 3-2 - Áreas das bacias estudadas	11
Tabela 3-3 - Altura da lâmina d’água nas guias dos passeios	16
Tabela 3-4 - Dimensionamento Sarjeta e Boca de Lobo Simples	20
Tabela 3-5 - Dimensionamento Sarjeta e Boca de Lobo Dupla	22
Tabela 3-6 - Planilha de dimensionamento de rede.....	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 3-1 - Sarjeta - Seção Típica.....	15
Figura 2 -Boca de lobo com cantoneira.....	17
Figura 3-4 -Ala	18



1 APRESENTAÇÃO

1.1 EQUIPE TÉCNICA

O Consórcio Pitágoras apresenta a seguir a equipe técnica envolvida no presente trabalho:

Tabela 1-1 - Equipe Técnica

EQUIPE TÉCNICA	Anita Veiga Dimas (Engenheira Civil) Alyrio Ottoni Costa Junior (Projetista Sênior) Gustavo Alves Luiz (Engenheiro Civil- Trainee) Juliana Gonçalves Oliveira (Engenheira Civil) Matheus Comanduci Fernandes Neto (Engenheiro Civil - Gerente) Mauricio Otavio Neri Pinto (Engenheiro Civil) Raí Augusto Pimenta Linhares (Engenheiro Civil)
---------------------------	--



2 LISTA DE DESENHOS

Tabela 2-1 - Lista de Desenhos

DESENHO	TÍTULO
PRJ-EXE-DRE-MSP-COF-MAP-BAC-0101-REV03	PROJETO DE DRENAGEM AV. CÔNEGO FERNANDO MAPA DE BACIAS
PRJ-EXE-DRE-MSP- COF -PLA-GER-0101-REV03	PROJETO DE DRENAGEM AV. CÔNEGO FERNANDO PLANTA GERAL
PRJ-EXE-DRE-MSP- COF -PRF-0103-REV03	PROJETO DE DRENAGEM AV. CÔNEGO FERNANDO E RUAS ADJACENTES - PERFIL DAS RUAS: AV. CÔNEGO FERNANDO, RUA ATÍLIO BELATO E RUA WALDIR LISBOA
PRJ-EXE-DRE-MSP- COF -DET-0103-REV03	DISPOSITIVOS DE DRENAGEM BOCA DE LOBO DUPLA GRELHA DE CONCRETO E ALA DETALHES
PRJ-EXE-DRE-MSP- COF -DET-0203-REV03	DISPOSITIVOS DE DRENAGEM POÇO DE VISITA TIPO "A", CHAMINÉ DOS POÇOS DE VISITA TIPO "B" E "C" DETALHES
PRJ-EXE-DRE-MSP- COF -DET-0303-REV03	DISPOSITIVOS DE DRENAGEM CHAMINÉ POÇO DE VISITA, SARJETA DE MEIO-FIO TIPO B DETALHES

3 PROJETO DE DRENAGEM

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este estudo visa dar solução aos problemas de escoamento superficial Av. Cônego Fernando, localizado no município de Monsenhor Paulo/MG. O bairro apresenta algumas bocas de lobo que se encontram assoreadas, bem como processos erosivos decorrentes do fluxo inadequado e sem controle das águas pluviais.

Vale ressaltar, conforme informação repassada pela Prefeitura, no cruzamento entre a Av. Cônego Fernando com as ruas Waldir Lisboa, Atílio Belato e Dona Cândida, será construída uma rotatória e conseqüentemente será desapropriado um terreno, como também a demolição de uma residência. Diante disso, o projeto de drenagem para local foi elaborado com base nesta modificação deste cruzamento. O projeto referente à modificação abordada foi apresentado pela prefeitura e consta sua planta abaixo:

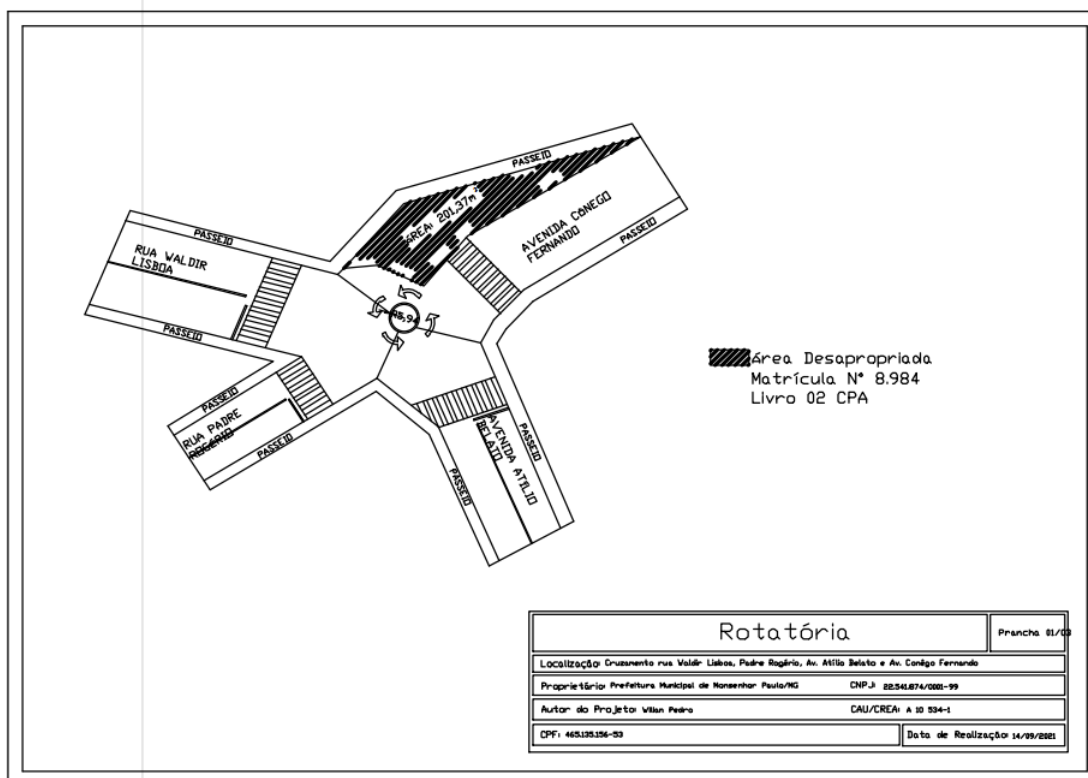


Figura 3-1 - Projeto enviado pela Prefeitura Municipal de Monsenhor Paulo referente a construção da nova rotatória



Salienta-se que o projeto enviado pela prefeitura, conforme mostrado acima, apresenta a nomenclatura da rua como Rua Padre Rogério, ao invés de Rua de Dona Cândida.

Além disso, foi solicitado pela Prefeitura um novo encaminhamento da rede de drenagem projetada. No projeto apresentado pela empresa ao cliente, a rede de drenagem passava sob a rua Cônego Fernando. Todavia, em e-mail enviado pela prefeitura, foi solicitado que essa rede de drenagem projetada fosse realocada para a calçada existente a esquerda da via.

Por sistema de drenagem compreende-se a microdrenagem executada nas vias com o fim de coletar e conduzir as águas pluviais. Compõem o sistema a própria via, as sarjetas, os meios-fios, as bocas de lobo, as caixas de passagem, os poços de visita e qualquer outra estrutura projetada com a finalidade de coletar, conduzir ou lançar as águas do escoamento pluvial.

3.2 AVALIAÇÃO DAS VAZÕES DE CONTRIBUIÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM A SER IMPLANTADO

3.2.1 PERÍODO DE RETORNO

O período de retorno é definido como o período de tempo médio em anos dentro do qual é igualada ou superada pelo menos uma vez, determinada intensidade de chuva. Para o presente trabalho, de acordo com o Manual de Projetos da CDHU, será utilizado o período de retorno de 10 anos.

3.2.2 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

De acordo com o manual de drenagem do DNIT, o tempo de concentração corresponde a um tempo inicial de entrada, ou tempo requerido pelo escoamento superficial para fluir sobre a superfície, até atingir a primeira boca de lobo a jusante e um tempo de percurso que é o tempo que decorre desde a entrada no conduto (sarjeta ou galeria) até o ponto de interesse. Ainda de acordo com o DNIT, o tempo de concentração mínimo adotado em sistemas urbanos é de 10 minutos, sendo este o tempo de concentração adotado.

3.2.3 COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Do volume precipitado sobre a bacia hidrográfica, apenas uma parcela atinge a seção de controle em estudo, sob a forma de escoamento superficial. Isso ocorre por perdas devidas ao armazenamento em depressões e à infiltração no solo. O volume escoado é, portanto, parcela

do volume precipitado, sendo denominado coeficiente de deflúvio ou de escoamento superficial a relação entre os dois.

Os coeficientes podem ser obtidos a partir da tabela a seguir, sendo utilizado neste projeto o valor de: 0,90 para as ruas com pavimento em CBUQ; 0,70 para ruas em blocos, 0,50 para Área Residencial – Residência múltiplas isoladas; 0,30 terrenos com declividade forte.

Tabela 3-1 - Valores de Coeficiente de Escoamento Superficial “C”

Característica da Superfície	C
Área Comercial	
-Central	0,70 a 0,95
-Bairros	0,50 a 0,70
Área Residencial	
-Residências Isoladas	0,30 a 0,50
-Unidades Múltiplas (Separadas)	0,40 a 0,60
-Unidades Múltiplas (Conjugadas)	0,60 a 0,75
-Subúrbio	0,25 a 0,40
-Área com prédios de apartamentos	0,50 a 0,70
Área Industrial	
-Indústrias leves	0,50 a 0,80
-Indústrias pesadas	0,60 a 0,90
Parques, Cemitérios	0,10 a 0,25
“Playground”	0,20 a 0,35
Pátios de estradas de ferro	0,20 a 0,40
Áreas sem melhoramentos	0,10 a 0,30
Ruas	
-Pavimentação asfáltica	0,70 a 0,95
-Pavimentação de concreto	0,80 a 0,95
-Blocos	0,70 a 0,85
Passeios	0,75 a 0,85
Telhados	0,75 a 0,95
Terrenos relvados (solos arenosos)	
-Pequena declividade (2%)	0,05 a 0,10
-Declividade média (2% a 7%)	0,10 a 0,15
-Forte declividade (>7%)	0,15 a 0,20
Terrenos relvados (Solos Argilosos)	
-Pequena declividade (2%)	0,15 a 0,20
-Declividade média (2% a 7%)	0,20 a 0,25
-Forte declividade (>7%)	0,25 a 0,30

Fonte: ASCE/WEF, citado em Chow, 1962.

3.2.4 INTENSIDADE DE CHUVA DE PROJETO

A relação Intensidade-Duração-Frequência (IDF) da precipitação pluvial tem sido usada como ferramenta importante para projetos de obras hidráulicas. Para a obtenção destas equações são necessários dados pluviográficos.

Segundo Santos et al. (2009) as equações IDF, também chamadas de equações de chuvas intensas, tornam-se mais eficientes quando além de utilizarem dados locais, apresentam séries mais longas de dados observados.

A determinação das equações de IDF apresenta grandes dificuldades em razão da escassez de informações, da baixa densidade de redes pluviográficas e do pequeno período de observações disponíveis. Além disso, a metodologia exige um exaustivo trabalho de tabulação, análise e interpretação de inúmeros pluviogramas. Por essa ocasião, hoje em dia poucos trabalhos têm sido realizados com tal finalidade, ocasionando um grande entrave na realização de projetos de obras hidráulicas mais confiantes e econômicos (Pruski et al., 2002).

Os métodos que se baseiam nas relações entre chuvas intensas de diferentes durações têm validade regional, embora os valores médios destas relações sejam muitos próximos para várias partes do mundo. Para estimativas locais são convenientes que sejam estabelecidos novos coeficientes, relacionados às características locais dos microclimas.

Assim a intensidade máxima pontual pode ser determinada através das relações intensidade-duração-frequência – IDF das chuvas. Essas relações são obtidas através de uma série de dados de chuvas intensas, suficientemente longas e representativas do local do projeto. O trabalho do engenheiro Otto Pfafstetter (1982) foi para 98 postos pluviográficos do território brasileiro e deste trabalho derivou uma outra forma bastante usual de se expressar as relações de IDF, são expressões obtidas de ajustes de distribuição de frequência como Equação Geral:

$$I = \frac{K \times T^a}{(\tau + b)^c}$$

Onde:

- i = intensidade máxima média, mm h⁻¹;
- TR = período de retorno, anos;
- t = tempo de duração da chuva, min;
- K, a, b, c = parâmetros de ajuste.

Para os parâmetros de ajustes foram utilizados séries históricas de dados pluviométricos, obtidos do Sistema de Informação Hidrológicas da Agência Nacional de Águas (ANA, 2007), da estação pluviométrica localizada no município de Monsenhor Paulo.

Os parâmetros da estação pluviométrica de Monsenhor Paulo são:

$$K = 5619,065$$

$$a = 0,217$$

$$b = 31,337$$

$$c = 1,066$$

Portanto, a intensidade da chuva no município, com $t = 10$ min e $TR = 10$ anos é:

$$i = \frac{5619,065 \times 10^{0,217}}{(10 + 31,337)^{1,066}} = 175,25 \text{ mm/h}$$

3.3 METODOLOGIA DOS CÁLCULOS DE VAZÃO

Conforme o roteiro de cálculo já citado anteriormente, o cálculo das vazões foi feito através do Método Racional (CETESB, 1980). Em conformidade com esta metodologia, a vazão de projeto é determinada pela expressão:

$$Q = 0,00278 \cdot C \cdot i \cdot A$$

Onde:

- Q é a vazão máxima prevista para o período de recorrência, em m^3/s ;
- 0,00278 é o coeficiente de homogeneização das unidades;
- C é o coeficiente de escoamento superficial;
- I é a intensidade pluviométrica, em mm/h ;
- A é a área da bacia de contribuição, em h .

Tabela 3-2 - Áreas das bacias estudadas

PLANILHA DE ESTUDOS HIDROLÓGICOS						
BACIA	ÁREA	Coef. Esc.	tc	$I_{10 \text{ anos}}$	$Q_{10 \text{ anos}}$	$Q_{10 \text{ anos}}$
	ha	C	min	mm/h	m^3/s	L/s
1	0,080	0,60	10,00	175,25	0,02	23,44
2	0,069	0,60	10,00	175,25	0,02	20,30
3	0,049	0,30	10,00	175,25	0,01	7,14
4	0,168	0,90	10,00	175,25	0,07	73,50
5	0,351	0,70	10,00	175,25	0,12	119,83
6	0,060	0,60	10,00	175,25	0,02	17,50
7	0,011	0,60	10,00	175,25	0,00	3,23



PLANILHA DE ESTUDOS HIDROLÓGICOS						
8	0,022	0,60	10,00	175,25	0,01	6,50
9	0,016	0,60	10,00	175,25	0,00	4,67
10	0,100	0,30	10,00	175,25	0,01	14,56
11	0,033	0,60	10,00	175,25	0,01	9,56
12	0,083	0,70	10,00	175,25	0,03	28,35
13	0,090	0,60	10,00	175,25	0,03	26,37
14	0,074	0,60	10,00	175,25	0,02	21,52
15	0,103	0,70	10,00	175,25	0,04	35,02
16	0,115	0,60	10,00	175,25	0,03	33,48
17	0,109	0,60	10,00	175,25	0,03	31,88
18	0,074	0,70	10,00	175,25	0,03	25,25
19	0,044	0,60	10,00	175,25	0,01	12,81
20	0,044	0,60	10,00	175,25	0,01	12,77
21	0,022	0,60	10,00	175,25	0,01	6,46
22	0,118	0,70	10,00	175,25	0,04	40,21
23	0,085	0,60	10,00	175,25	0,02	24,88
24	0,086	0,60	10,00	175,25	0,03	25,07
25	0,076	0,70	10,00	175,25	0,03	25,85
26	0,032	0,60	10,00	175,25	0,01	9,41
27	0,057	0,70	10,00	175,25	0,02	19,38
28	0,075	0,60	10,00	175,25	0,02	21,81
29	0,060	0,60	10,00	175,25	0,02	17,53
30	0,052	0,60	10,00	175,25	0,02	15,28
31	0,048	0,60	10,00	175,25	0,01	14,05
32	0,094	0,60	10,00	175,25	0,03	27,41
33	0,031	0,60	10,00	175,25	0,01	8,96
34	0,032	0,60	10,00	175,25	0,01	9,37
35	0,049	0,60	10,00	175,25	0,01	14,31
36	0,035	0,30	10,00	175,25	0,01	5,17
37	0,359	0,90	10,00	175,25	0,16	157,42
38	0,068	0,30	10,00	175,25	0,01	9,91
39	0,060	0,30	10,00	175,25	0,01	8,73
40	0,041	0,30	10,00	175,25	0,01	6,02
41	0,077	0,90	10,00	175,25	0,03	33,82
42	0,060	0,60	10,00	175,25	0,02	17,53
43	0,047	0,60	10,00	175,25	0,01	13,72
44	0,061	0,60	10,00	175,25	0,02	17,73
45	0,055	0,60	10,00	175,25	0,02	15,98
46	0,078	0,70	10,00	175,25	0,03	26,48
47	0,081	0,60	10,00	175,25	0,02	23,68
48	0,110	0,60	10,00	175,25	0,03	32,21
49	0,090	0,60	10,00	175,25	0,03	26,19
50	0,049	0,60	10,00	175,25	0,01	14,40
51	0,087	0,70	10,00	175,25	0,03	29,55
52	0,081	0,60	10,00	175,25	0,02	23,61
53	0,029	0,60	10,00	175,25	0,01	8,53
54	0,038	0,60	10,00	175,25	0,01	11,11



Prefeitura Municipal de Monsenhor Paulo - MG

PROJETO EXECUTIVO DE DRENAGEM SUPERFICIAL

PLANILHA DE ESTUDOS HIDROLÓGICOS						
55	0,086	0,60	10,00	175,25	0,03	25,18
56	0,079	0,70	10,00	175,25	0,03	27,00
57	0,090	0,60	10,00	175,25	0,03	26,35
58	0,026	0,60	10,00	175,25	0,01	7,58
59	0,060	0,60	10,00	175,25	0,02	17,67
60	0,121	0,60	10,00	175,25	0,04	35,34
61	0,058	0,30	10,00	175,25	0,01	8,42
62	0,039	0,30	10,00	175,25	0,01	5,73
63	0,030	0,60	10,00	175,25	0,01	8,66
64	0,035	0,30	10,00	175,25	0,01	5,08
65	0,062	0,90	10,00	175,25	0,03	27,21
66	0,062	0,30	10,00	175,25	0,01	9,09
67	0,041	0,60	10,00	175,25	0,01	11,97
68	0,040	0,60	10,00	175,25	0,01	11,68
69	0,060	0,60	10,00	175,25	0,02	17,60
70	0,431	0,90	10,00	175,25	0,19	188,80
71	0,069	0,90	10,00	175,25	0,03	30,18
72	0,086	0,60	10,00	175,25	0,03	25,01
73	0,096	0,60	10,00	175,25	0,03	28,20
74	0,097	0,60	10,00	175,25	0,03	28,48
75	0,047	0,60	10,00	175,25	0,01	13,66
76	0,083	0,70	10,00	175,25	0,03	28,24
77	0,038	0,60	10,00	175,25	0,01	11,04
78	0,097	0,60	10,00	175,25	0,03	28,33
79	0,090	0,60	10,00	175,25	0,03	26,36
80	0,045	0,60	10,00	175,25	0,01	13,03
81	0,089	0,70	10,00	175,25	0,03	30,25
82	0,096	0,60	10,00	175,25	0,03	28,18
83	0,095	0,60	10,00	175,25	0,03	27,71
84	0,057	0,60	10,00	175,25	0,02	16,71
85	0,089	0,60	10,00	175,25	0,03	26,01
86	0,043	0,60	10,00	175,25	0,01	12,50
87	0,145	0,90	10,00	175,25	0,06	63,55
88	0,124	0,30	10,00	175,25	0,02	18,05
89	0,054	0,60	10,00	175,25	0,02	15,88
90	0,097	0,30	10,00	175,25	0,01	14,23
91	0,076	0,90	10,00	175,25	0,03	33,35
92	0,087	0,60	10,00	175,25	0,03	25,31
93	0,091	0,30	10,00	175,25	0,01	13,23
94	0,070	0,90	10,00	175,25	0,03	30,88
95	0,059	0,60	10,00	175,25	0,02	17,35
96	0,065	0,60	10,00	175,25	0,02	18,88
97	0,065	0,90	10,00	175,25	0,03	28,54
98	0,042	0,60	10,00	175,25	0,01	12,28
99	0,080	0,90	10,00	175,25	0,04	35,12
100	0,103	0,60	10,00	175,25	0,03	30,11
101	0,271	0,60	10,00	175,25	0,08	79,31
102	0,365	0,60	10,00	175,25	0,11	106,77



PLANILHA DE ESTUDOS HIDROLÓGICOS						
103	0,401	0,60	10,00	175,25	0,12	117,13
104	0,303	0,60	10,00	175,25	0,09	88,70
105	0,068	0,90	10,00	175,25	0,03	29,99
106	0,100	0,90	10,00	175,25	0,04	44,03
107	0,198	0,90	10,00	175,25	0,09	86,96
108	0,364	0,90	10,00	175,25	0,16	159,67
109	0,027	0,60	10,00	175,25	0,01	8,02
110	0,013	0,70	10,00	175,25	0,00	4,47
111	0,135	0,60	10,00	175,25	0,04	39,47
112	0,029	0,70	10,00	175,25	0,01	9,91
113	0,090	0,60	10,00	175,25	0,03	26,29
114	0,011	0,70	10,00	175,25	0,00	3,61
115	0,133	0,90	10,00	175,25	0,06	58,30
116	0,440	0,60	10,00	175,25	0,13	128,60
117	0,269	0,60	10,00	175,25	0,08	78,69
118	0,354	0,30	10,00	175,25	0,05	51,73

3.4 DISPOSITIVOS ADOTADOS E DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

Para o local foram projetados basicamente os seguintes dispositivos de drenagem:

- Sarjeta tipo B;
- Bocas de lobo;
- Poços de Visita;
- Redes tubulares.
- Ala de saída

3.4.1 SARJETAS

Em Monsenhor Paulo será utilizado mesmo critério adotado para Belo Horizonte, definindo o limite de 1,67 metros para a largura de alagamento nas sarjetas. Uma exceção é admitida para os trechos iniciais (trecho entre o divisor de águas e a primeira boca-de-lobo) das vias locais (vias com até 15 m de largura), onde se adota uma largura de alagamento máxima de 2,17 m para o caudal de escoamento.

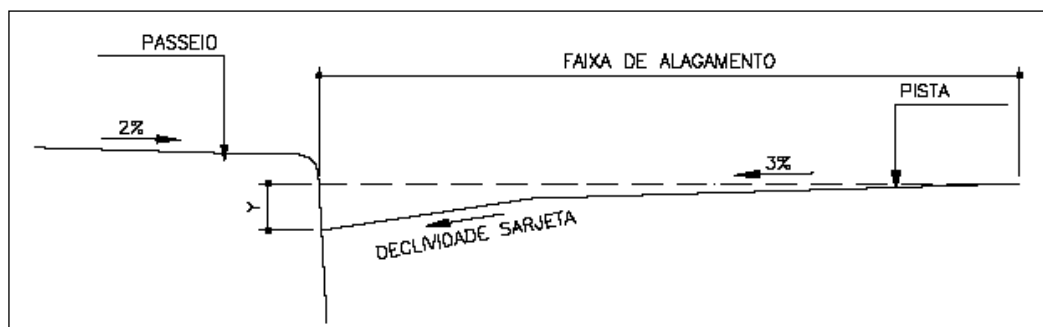


Figura 3-2 - Sarjeta - Seção Típica

Em função da faixa de alagamento e do padrão da sarjeta, as alturas “y” da lâmina d’água nas guias dos passeios alcançarão os valores indicados na Tabela 3-3.

Tabela 3-3 - Altura da lâmina d'água nas guias dos passeios

Sarjeta padrão	Altura "y" (cm)	
	Largura do alagamento na sarjeta (m)	
A	1,67	2,17
B	5,0	6,5
C	11,0	12,5
C	16,0	17,5

Neste projeto adotou-se sarjetas com modulação padronizada, do Tipo B – SUDECAP.

O quadro abaixo relaciona as dimensões padrões para as sarjetas

Profundidade máxima	$H = 15 \text{ cm}$
Lâmina d'água máxima maximum	$y = 15 \text{ cm}$
Lâmina d'água máxima para evitar transbordamento	$y_0 = 13 \text{ cm}$
Largura	$W = 60 \text{ cm}$
Declividade mínima	$I = 0,004 \text{ m/m}$
Velocidade mínima do escoamento	$v_{min} = 0,75 \text{ m/s}$
Velocidade máxima do escoamento	$v_{max} = 3,50 \text{ m/s}$

Fonte: WILKEN(1978)

A capacidade teórica da sarjeta foi calculada considerando que o canal é triangular e usando a seguinte equação:

$$Q_0 = 0,375 \times I^{1/2} \times \frac{z}{n} \times Y_0^{8/3}$$

Onde:

- Q_0 = Vazão descarregada (m^3/s)
- I = Declividade do terreno (m/m)
- z = Tangente do ângulo entre a sarjeta e a guia
- n = Número de Manning
- Y_0 = Lâmina d'água máxima

A declividade usada utilizada para os cálculos foi a média das declividades do terreno entre os condutos da galeria. A profundidade da sarjeta foi dimensionada em 15 cm e adotada uma lâmina máxima de para evitar transbordamento de 13 cm. A largura da sarjeta foi adotada como 60 cm. A tangente do ângulo entre a sarjeta e a guia é dada pela razão entre a largura da sarjeta e a altura da lâmina d'água. O "n" adotado foi de 0,016.

3.4.2 BOCAS DE LOBO

As bocas-de-lobo são dispositivos destinados a captar as águas pluviais, que escoam nas sarjetas, encaminhando-as aos poços de visita ou às caixas de passagem através dos tubos de ligação.

As bocas-de-lobo foram projetadas de maneira a captar toda a vazão de contribuição proveniente das bacias de contribuição da área em estudo, e encaminhar as águas coletadas para os trechos de redes projetadas, até o lançamento final.

O tipo de boca-de-lobo considerada para o referido projeto foi a boca de lobo tipo A – padrão SUDECAP, possui o conjunto quadro, grelha e cantoneira em ferro fundido nodular. Os modelos utilizados são a boca de lobo simples com cantoneira, a boca de lobo dupla com cantoneira e a boca de lobo tripla com cantoneira.

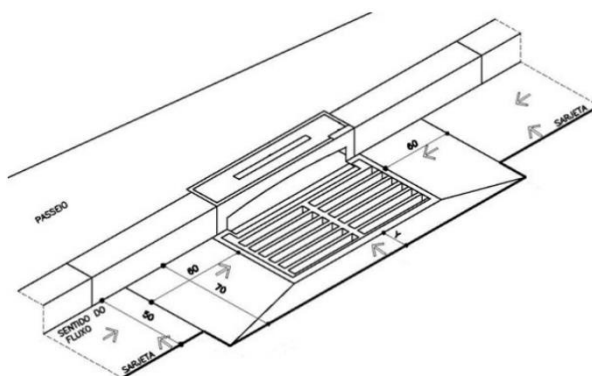


Figura 3 -Boca de lobo com cantoneira

3.4.3 POÇOS DE VISITA

São os dispositivos localizados em pontos convenientes do sistema de rede para permitir:

- Mudança de direção;
- Mudança de declividade;
- Mudança de direção;
- Inspeção e limpeza da rede.

Os poços de visita utilizados são os padronizados pela SUDECAP dos tipos A, B e C. No referido projeto serão utilizados o tipo A e o tipo C.

3.4.4 ALA DE SAÍDA

Ala de rede tubular é o dispositivo a ser executado na entrada e/ou saída das redes, com o objetivo de conduzir o fluxo no sentido de escoamento, evitando o processo erosivo a montante e a jusante. A Figura 3-4 ilustra um modelo de ala.

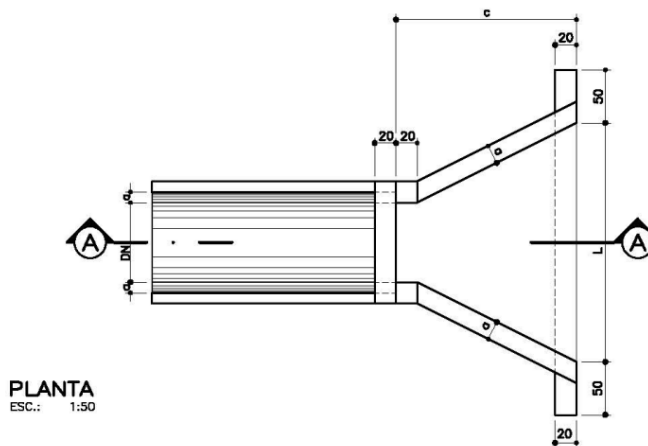


Figura 3-4 – Ala de saída

3.4.5 REDES TUBULARES

As redes foram projetadas no eixo das vias, com a finalidade de conduzir as águas pluviais nelas lançadas através das bocas-de-lobo.

O projeto para estas redes utilizou tubos de concreto que apresenta um coeficiente de rugosidade $n = 0,014$. Para o cálculo hidráulico destas redes funcionando como condutos livres e escoamento uniforme, são válidas as seguintes equações:

Chezy: $V = C \cdot (RH \cdot i)^{1/2}$

Segundo Manning: $C = (RH/n)^{1/6}$

Da equação da Continuidade: $Q = AV$

Onde:

- Q = vazão, m^3/s ;
- A = área de escoamento, m^2 ;



- P = Perímetro molhado, m;
- RH = Raio Hidráulico = A/P
- i = Declividade, m/m;
- n = coeficiente de rugosidade segundo Manning.

Combinando-se a formulação obtêm-se:

$$U = \frac{\left[(R_H)^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}} \right]}{n}$$

Onde:

- U = velocidade média, m/s;
- RH = raio hidráulico, m;
- i = declividade média do conduto, m/m;
- n = coeficiente de rugosidade. O valor do coeficiente de rugosidade “n” adotado para os cálculos de velocidade foi de 0,014, equivalente ao tubo de concreto.

No dimensionamento do sistema de microdrenagem foi observada uma borda livre mínima de 20% do diâmetro nominal da rede.

As planilhas de dimensionamento da capacidade de coleta das sarjetas e capacidade de engolimento das bocas de lobo simples e duplas estão apresentadas na Tabela 3-4 e Tabela 3-5, respectivamente. Já a Tabela 3-6 apresenta a planilha de dimensionamento da rede de águas pluviais.

Tabela 3-4 - Dimensionamento Sarjeta e Boca de Lobo Simples

CALCULO DA CAPACIDADE DA SARJETA E BOCA DE LOBO

Dados de Entrada:

Sarjeta
 Tipo:
 Revestimento: n = 0,013

Via
 Revestimento: n = 0,016
 Declividade Longitudinal Mínima:
 Incremento de Decliv. Longitudinal:
 Declividade Transversal (aprox.):

Boca de Lobo
 Local:
 Tipo:
 Grelha: m = 6,6

Dados de Saída:

i	Sarjeta		Boca de Lobo		Observações
	Q (l/s)	V (m/s)	q ₁ + q ₂	q (l/s)	
0,5%	43,2327	0,7621	0,0000	43,2327	
1,0%	61,1403	1,0778	0,0000	61,1402	
1,5%	74,8812	1,3201	0,0001	74,8812	
2,0%	86,4654	1,5243	0,0001	86,4653	
2,5%	96,6713	1,7042	0,0001	96,6712	
3,0%	105,8981	1,8669	0,0001	105,8980	
3,5%	114,3830	2,0164	0,0001	114,3829	
4,0%	122,2806	2,1557	0,0001	122,2804	
4,5%	129,6981	2,2864	0,0001	129,6980	
5,0%	136,7138	2,4101	0,0002	136,7137	
5,5%	143,3867	2,5278	0,0002	143,3865	
6,0%	149,7625	2,6401	0,0340	149,7285	
6,5%	155,8777	2,7480	0,0532	155,8245	
7,0%	161,7620	2,8517	0,0699	161,6920	
7,5%	167,4396	2,9518	0,0847	167,3549	
8,0%	172,9308	3,0486	0,0978	172,8330	
8,5%	178,2530	3,1424	0,1097	178,1433	
9,0%	183,4208	3,2335	0,1205	183,3003	
9,5%	188,4470	3,3221	0,1305	188,3165	
10,0%	193,3426	3,4084	0,1397	193,2029	
10,5%	198,1172	3,4926	0,1483	197,9689	
11,0%	202,7794	3,5748	0,1563	202,6231	
11,5%	207,3368	3,6551	0,1639	207,1729	
12,0%	211,7962	3,7337	0,1711	211,6251	
12,5%	216,1635	3,8107	0,1779	215,9857	
13,0%	220,4444	3,8862	0,1844	220,2601	



CÁLCULO DA CAPACIDADE DA SARJETA E BOCA DE LOBO

Dados de Entrada:

Sarjeta
Tipo:
Revestimento: n = 0,013

Via
Revestimento: n = 0,015
Declividade Longitudinal Mínima:
Incremento de Decliv. Longitudinal:
Declividade Transversal (aprox.):

Boca de Lobo
Local:
Tipo:
Grelha: m = 6,6

Dados de Saida:

i	Sarjeta		Boca de Lobo		Observações
	Q (l/s)	V (m/s)	q ₁ + q ₂	q (l/s)	
0,5%	43,7154	0,7707	0,0000	43,7154	
1,0%	61,8230	1,0899	0,0001	61,8229	
1,5%	75,7173	1,3348	0,0200	75,6973	
2,0%	87,4309	1,5413	0,0513	87,3796	
2,5%	97,7507	1,7232	0,0719	97,6787	
3,0%	107,0805	1,8877	0,0875	106,9930	
3,5%	115,6602	2,0390	0,1002	115,5600	
4,0%	123,6459	2,1797	0,1110	123,5349	
4,5%	131,1463	2,3120	0,1206	131,0257	
5,0%	138,2403	2,4370	0,1293	138,1111	
5,5%	144,9877	2,5560	0,1372	144,8505	
6,0%	151,4347	2,6696	0,1447	151,2900	
6,5%	157,6182	2,7786	0,1516	157,4666	
7,0%	163,5682	2,8835	0,1583	163,4099	
7,5%	169,3091	2,9847	0,1646	169,1446	
8,0%	174,8617	3,0826	0,1706	174,6912	
8,5%	180,2433	3,1775	0,1764	180,0670	
9,0%	185,4689	3,2696	0,1819	185,2869	
9,5%	190,5512	3,3592	0,1873	190,3638	
10,0%	195,5014	3,4465	0,1925	195,3088	
10,5%	200,3293	3,5316	0,1976	200,1317	
11,0%	205,0436	3,6147	0,2025	204,8410	
11,5%	209,6518	3,6959	0,2073	209,4445	
12,0%	214,1610	3,7754	0,2120	213,9490	
12,5%	218,5772	3,8533	0,2166	218,3606	
13,0%	222,9058	3,9296	0,2210	222,6848	
13,5%	227,1520	4,0044	0,2254	226,9266	
14,0%	231,3203	4,0779	0,2297	231,0906	
14,5%	235,4148	4,1501	0,2339	235,1809	
15,0%	239,4393	4,2211	0,2380	239,2013	



**Tabela 3-5 - Dimensionamento Sarjeta e Boca de Lobo Dupla
CÁLCULO DA CAPACIDADE DA SARJETA E BOCA DE LOBO**

Dados de Entrada:

Sarjeta
Tipo:
Revestimento: n = 0,013

Via
Revestimento: n = 0,016
Declividade Longitudinal Mínima:
Incremento de Decliv. Longitudinal:
Declividade Transversal (aprox.):

Boca de Lobo
Local:
Tipo:
Grelha: m = 6,6

Dados de Saída:

i	Sarjeta		Boca de Lobo		Observações
	Q (l/s)	V (m/s)	q ₁ + q ₂	q (l/s)	
0,5%	43,2327	0,7621	0,0000	43,2327	
1,0%	61,1403	1,0778	0,0000	61,1402	
1,5%	74,8812	1,3201	0,0001	74,8812	
2,0%	86,4654	1,5243	0,0001	86,4653	
2,5%	96,6713	1,7042	0,0001	96,6712	
3,0%	105,8981	1,8669	0,0001	105,8980	
3,5%	114,3830	2,0164	0,0001	114,3829	
4,0%	122,2806	2,1557	0,0001	122,2804	
4,5%	129,6981	2,2864	0,0001	129,6980	
5,0%	136,7138	2,4101	0,0002	136,7137	
5,5%	143,3867	2,5278	0,0002	143,3865	
6,0%	149,7625	2,6401	0,0340	149,7285	
6,5%	155,8777	2,7480	0,0532	155,8245	
7,0%	161,7620	2,8517	0,0699	161,6920	
7,5%	167,4396	2,9518	0,0847	167,3549	
8,0%	172,9308	3,0486	0,0978	172,8330	
8,5%	178,2530	3,1424	0,1097	178,1433	
9,0%	183,4208	3,2335	0,1205	183,3003	
9,5%	188,4470	3,3221	0,1305	188,3165	
10,0%	193,3426	3,4084	0,1397	193,2029	
10,5%	198,1172	3,4926	0,1483	197,9689	
11,0%	202,7794	3,5748	0,1563	202,6231	
11,5%	207,3368	3,6551	0,1639	207,1729	
12,0%	211,7962	3,7337	0,1711	211,6251	
12,5%	216,1635	3,8107	0,1779	215,9857	
13,0%	220,4444	3,8862	0,1844	220,2601	
13,5%	224,6437	3,9602	0,1906	224,4532	
14,0%	228,7660	4,0329	0,1965	228,5695	
14,5%	232,8153	4,1043	0,2023	232,6130	
15,0%	236,7953	4,1744	0,2078	236,5875	



Prefeitura Municipal de Monsenhor Paulo - MG

PROJETO EXECUTIVO DE DRENAGEM SUPERFICIAL

Tabela 3-6 - Planilha de dimensionamento de rede

PLANILHA DE CÁLCULO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DA REDE COLETORA DE ÁGUAS PLUVIAIS																																				
Localização: AV CÔNEGO FERNANDO MONSENHOR PAULO										IDF										OTTO PFAFSTETER					MONSENHOR PAULO											
																				Tempo de Recorrência: 10 anos					n= 0.014 Concreto											
LOCALIZAÇÃO										HIDROLOGIA										HIDRÁULICA																
LOCALIZAÇÃO				TERRENO			Nº Bacia	ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO				C Ponderado	TEMPO DE CONC.	INTENSIDADE	VAZÃO	REDE DN	COMPRIMENTO	DECLIVIDADE	TUBOS PARCIALMENTE CHEIOS								COTA DA SOLERA		PROFUNDIDADE		OBSERVAÇÕES					
MON.	CP	JUS.	PV	CP	MON.	JUS.		DECLIVIDADE	TRECHO	ACUM	Área verde								Residência	Vias Bloquet	Vias asfalt	Y/D >0.30	Y/D <=0.30	Ang. Teta	RH	YD	Y	V	Tp	Desnivel		DG	MON	JUS	MON	JUS
PV	CP	PV	CP		m	m	%	ha	ha	0.30	0.50	0.70	0.90	C	min	mm/h	ls	mm	m	m/m	%															
AVENIDA CÔNEGO FERNANDO																																				
1	A		3	A	868.818	866.709	12.55	39+40+41+42+44+45+46+47+49+50+51+52+54+55+56+57+59+62+64+65+66+67+69+70+71+72+73+75+76+77+78+79+81+82+83	2.79	2.79	0.24	1.50	0.41	0.64	0.60	10.00	175.25	821	800	16.80	0.102	10.17	0.3198	0.3060	2.4040	0.1441	32	0.26	6.26	0.04	1.71	865.918	864.209	2.90	2.50	
3	A		4	A	866.709	863.995	10.42	01+02+03+04+05+06+07+08+09+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+23+24+25+26+27+28+29+30+31+32+33+34+35+36+37+38+39+40+41+42+44+45+46+47+49+50+51+52+54+55+56+57+59+60+61+62+63+64+65+66+67+69+70+71+72+73+74+75+76+77+78+79+80+81+82+83+84+85+86+88+89+90+91+92+99+100+101+102+103+104+105+106+107+108+109+110+111+112+113+114+115+116+117+118	10.41	10.41	0.69	6.28	0.98	2.46	0.63	10.04	175.04	1056	800	26.05	0.127	12.72	0.3392	0.3275	2.4868	0.1510	34	0.27	7.22	0.06	3.31	864.209	860.895	2.50	3.10	
4	C		5	C	863.995	861.789	12.26	01+02+03+04+05+06+07+08+09+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+23+24+25+26+27+28+29+30+31+32+33+34+35+36+37+38+39+40+41+42+44+45+46+47+49+50+51+52+54+55+56+57+59+60+61+62+63+64+65+66+67+69+70+71+72+73+74+75+76+77+78+79+80+81+82+83+84+85+86+88+89+90+91+92+99+100+101+102+103+104+105+106+107+108+109+110+111+112+113+114+115+116+117+118	10.41	10.41	0.69	6.28	0.98	2.46	0.60	10.10	174.77	3035	1000	18.00	0.067	6.70	0.5145	0.4771	3.1997	0.2545	51	0.51	7.43	0.04	1.21	100	859.895	858.689	4.10	3.10
5	C		6	C	861.789	859.096	15.84	01+02+03+04+05+06+07+08+09+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+23+24+25+26+27+28+29+30+31+32+33+34+35+36+37+38+39+40+41+42+44+45+46+47+49+50+51+52+54+55+56+57+59+60+61+62+63+64+65+66+67+69+70+71+72+73+74+75+76+77+78+79+80+81+82+83+84+85+86+87+88+89+90+91+92+99+100+101+102+103+104+105+106+107+108+109+110+111+112+113+114+115+116+117+118	0.32	10.73	0.81	6.33	0.98	2.61	0.60	10.15	174.59	3126	1000	17.00	0.035	3.49	0.6529	0.5664	3.7630	0.2887	65	0.65	5.83	0.05	0.59	100	857.689	857.096	4.10	2.00
6	C		7	C	859.096	855.751	13.94	01+02+03+04+05+06+07+08+09+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+23+24+25+26+27+28+29+30+31+32+33+34+35+36+37+38+39+40+41+42+44+45+46+47+49+50+51+52+54+55+56+57+59+60+61+62+63+64+65+66+67+69+70+71+72+73+74+75+76+77+78+79+80+81+82+83+84+85+86+87+88+89+90+91+92+99+100+101+102+103+104+105+106+107+108+109+110+111+112+113+114+115+116+117+118	10.73	10.73	0.81	6.33	0.98	2.61	0.60	10.19	174.37	3126	1000	24.00	0.119	11.85	0.4415	0.4218	2.9072	0.2300	44	0.44	7.23	0.06	2.85	100	856.096	853.251	3.00	2.50
7	C		8	A	855.751	853.122	10.11	01+02+03+04+05+06+07+08+09+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+23+24+25+26+27+28+29+30+31+32+33+34+35+36+37+38+39+40+41+42+44+45+46+47+49+50+51+52+54+55+56+57+59+60+61+62+63+64+65+66+67+69+70+71+72+73+74+75+76+77+78+79+80+81+82+83+84+85+86+87+88+89+90+91+92+99+100+101+102+103+104+105+106+107+108+109+110+111+112+113+114+115+116+117+118	0.26	10.99	0.91	6.42	0.98	2.68	0.60	10.25	174.13	3186	1000	26.00	0.043	4.34	0.6129	0.5423	3.5971	0.2806	61	0.61	6.38	0.07	1.15	100	852.251	851.122	3.50	2.00
8	A		9	A	853.122	850.071	6.49	01+02+03+04+05+06+07+08+09+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+23+24+25+26+27+28+29+30+31+32+33+34+35+36+37+38+39+40+41+42+44+45+46+47+49+50+51+52+54+55+56+57+59+60+61+62+63+64+65+66+67+69+70+71+72+73+74+75+76+77+78+79+80+81+82+83+84+85+86+87+88+89+90+91+92+99+100+101+102+103+104+105+106+107+108+109+110+111+112+113+114+115+116+117+118	0.22	11.21	1.00	6.48	0.98	2.75	0.60	10.32	173.82	3238	1000	47.00	0.065	6.49	0.5417	0.4961	3.3088	0.2626	54	0.54	7.46	0.10	3.05	851.122	848.071	2.00	2.00	
9	A		10	A	850.071	849.278	1.93	01+02+03+04+05+06+07+08+09+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+23+24+25+26+27+28+29+30+31+32+33+34+35+36+37+38+39+40+41+42+44+45+46+47+49+50+51+52+54+55+56+57+59+60+61+62+63+64+65+66+67+69+70+71+72+73+74+75+76+77+78+79+80+81+82+83+84+85+86+87+88+89+90+91+92+99+100+101+102+103+104+105+106+107+108+109+110+111+112+113+114+115+116+117+118	0.17	11.38	1.00	6.59	0.98	2.82	0.60	10.42	173.36	3284	1000	41.00	0.032	3.15	0.7012	0.5943	3.9701	0.2964	70	0.70	5.64	0.12	1.29	848.071	846.778	2.00	2.50	
10	A		DSS.		849.278	849.126	1.73	01+02+03+04+05+06+07+08+09+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+23+24+25+26+27+28+29+30+31+32+33+34+35+36+37+38+39+40+41+42+44+45+46+47+49+50+51+52+54+55+56+57+59+60+61+62+63+64+65+66+67+69+70+71+72+73+74+75+76+77+78+79+80+81+82+83+84+85+86+87+88+89+90+91+92+99+100+101+102+103+104+105+106+107+108+109+110+111+112+113+114+115+116+117+118	11.38	11.38	1.00	6.59	0.98	2.82	0.60	10.54	172.82	3284	1000	8.80	0.029	2.86	0.7265	0.6083	4.0817	0.2995	73	0.73	5.41	0.03	0.25	846.778	846.526	2.50	2.60	Verificar cota do dissipador in loco
AVENIDA WALDIR BARBOSA																																				
2	A		3	A	867.999	866.709	7.50	01+02+03+04+05+06+07+08+09+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+23+24+25+26+27+28+29+30+31+32+33+34+35+36+37+38	3.46	3.46	0.07	2.01	0.51	0.88	0.63	10.00	175.25	1058	600	17.20	0.127	12.73	0.5104	0.4741	3.1832	0.1520	51	0.31	7.26	0.04	2.19	866.399	864.209	1.60	2.50	



4 CONCLUSÃO E INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

O executor do projeto de drenagem deverá procurar de maneira integral atender a todos os requisitos deste memorial descritivo em conjunto com as plantas de projeto, atender a todas as normas e regulamentos nele disposto para a execução das obras. Todo projeto e obra devem estar em conformidade com as ARTs e os demais documentos que servirão de parâmetros para execução das obras. Ajustes poderão ocorrer em campo quando da locação das camadas de pavimento e execução da obra.



5 RESPONSABILIDADE TÉCNICA

JULIANA GONÇALVES OLIVEIRA
ENGENHEIRA CIVIL
CREA: MG 239.787/D