Prefeitura Municipal de
ABAETÉ

PREFEITURA MUNICIPAL DE ABAETÉ

BAIRRO SÃO LUIZ E ABAETEZINHO

RUAS: MARIA TERESA, AMÂNCIO ROMERO MENEZES, DONA BIA E DOM PEDRO II

MEMORIAL DESCRITIVO E JUSTIFICATIVO

PROJETO DE DRENAGEM

JULHO/2021

RQC ENGENHARIA

BAIRRO SÃO LUIZ E ABAETEZINHO– ABAETÉ MG

RUAS: MARIA TERESA, AMÂNCIO ROMERO MENEZES, DONA BIA E DOM PEDRO II

PROJETO DE DRENAGEM

RESUMO:

Memória Descritiva e Justificativa do Projeto de Drenagem do Bairro São Luiz e Abaetezinho em Abaeté. O projeto contempla as ruas Maria Teresa, Amâncio Romero Menezes, parte da rua Dona Bia e Dom Pedro II.

1	01/07/2021	A	REVISÃO CONFORME CAIXA ECONÔMICA	RQC			PREFEITURA
0	31/07/2020	A	EMISSÃO INICIAL	RQC			PREFEITURA
VER	**DATA**	**TIPO**	**DESCRIÇÃO**	**POR**	**VERIFICADO**	**AUTORIZADO**	**APROVADO**

EMISSÕES

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

RENATO QUEIRÓS CURY
Engenheiro Civil / Ambiental – CREA: 155.895/D
Belo Horizonte – MG
Tel.: +31 99748-8171

EQUIPE TÉCNICA:

Engº Renato Queirós Cury

VOLUME:

MEMORIAL DESCRITIVO E JUSTIFICATIVO
PROJETO DE DRENAGEM

REFERÊNCIA:

JULHO/2020

Sumário

1 INTRODUÇÃO 5

2 ESTUDOS HIDROLÓGICOS 7

2.1 INTRODUÇÃO 7
2.2 CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES 8
2.3 DADOS E FONTES 8
2.4 PARÂMETROS HIDROLÓGICOS 8
2.4.1 Chuva de Projeto 8
2.4.2 Período de Recorrência 12
2.4.3 Tempo de Concentração (tc) 12
2.4.4 Duração da Chuva de Projeto (D) 14
2.4.5 Coeficiente de Escoamento Superficial (C) 14
2.4.6 Bacia de Contribuição 15
2.4.7 Vazão de Projeto (Q_P) 15

3 PROJETO DE DRENAGEM 17

3.1 DRENAGEM SUPERFICIAL 17
3.2 SARJETAS 17
3.3 BOCAS DE LOBO 18
3.4 redes tubulares 19

4 ART 23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1: Área de Projeto – Bairro São Luiz.....5
Figura 1-2: Área de Projeto – Bairro Abaetezinho 6
Figura 2-1: Localização da Estação Pluviométrica em relação ao Loteamento.....9
Figura 2-2: Dados Gerais da Estação Pluviométrica estudada – COD. 1945035.....9
Figura 2-3: Histograma de Chuva – Abaeté MG 12
Figura 3-1: Seção Típica Sarjeta de uma via 17
Figura 3-2: Verificação Boca de Lobo e Sarjeta – Bairro São Luiz.....18
Figura 3-3: Verificação Boca de Lobo e Sarjeta – Bairro Abaetezinho (R. Dom Pedro II).....18
Figura 3-4: Cálculo Capacidade Boca de Lobo e Sarjeta 19
Figura 3-5: Planilha de Cálculo de Rede – Bairro São Luiz.....22

LISTA DE QUADROS

Quadro 2-1: Dados de Entrada – Precipitações anuais.....10
Quadro 2-2: Cálculo das Intensidades – Diversos TR 11
Quadro 2-3: Cálculo das Vazões – Bairro São Luiz.....16
Quadro 2-4: Cálculo das Vazões – Bairro Abaetezinho (R. Dom Pedro II).....16
Quadro 3-1: Altura da lâmina d’água nas guias dos passeios.....18

1 INTRODUÇÃO

A área de projeto contempla ruas do bairro São Luiz faz parte da sub-bacia do Ribeirão Marmelada que por sua vez faz parte da bacia do Rio São Francisco. Para localização da área ver a imagem seguinte.



Figura 1-1: Área de Projeto – Bairro São Luiz

Fonte: Google Earth (2020)



Figura 1-2: Área de Projeto – Bairro Abaetezinho

Fonte: Google Earth (2020)

2 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

2.1 INTRODUÇÃO

Os Estudos Hidrológicos tiveram como finalidade qualificar as circunstâncias climáticas, pluviométricas e hídricas no município de Abaeté – MG, onde se localiza o empreendimento objeto deste trabalho, que deverá balizar a aplicação de modelos pluviais, principalmente na verificação hidráulica do sistema existente.

A verificação do sistema de drenagem projetado é apresentada em duas etapas. A primeira correspondendo aos estudos hidrológicos e a divisão das bacias de contribuição para a fixação do valor da vazão a ser empregada e, a segunda, de natureza hidráulica, compreende a verificação do sistema de drenagem, a capacidade de transporte pela rede a ser instalada.

Avaliou-se o histórico de chuva para o tempo de recorrência adequado e complementou-se com dados de precipitação e intensidade a fim de possibilitar' o cálculo da vazão de projeto.

Resumidamente, são consideradas as precipitações que ocorrem na região que tem influência direta na área onde está o objeto em estudo, objetivando a determinação das estimativas de *cheias máximas* prováveis. Entende-se como *cheias máximas* as fortes precipitações contínuas, com duração, de no máximo, poucas horas (2 horas, em média), ou segundo o *U.S. CorpsofEngineers dos E.U.A*, como "a vazão que pode ser esperada em consequência do conjunto mais desfavorável de condições meteorológicas e hidrológicas que podem ser razoavelmente consideradas como características da região geográfica interessada, excluindo as combinações extremamente raras". Essas *cheias máximas* serão úteis no dimensionamento do sistema de drenagem do local.

2.2 CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES

A área de projeto localiza-se no município de Abaeté / MG e se desenvolve na bacia do Rio São Francisco. Trata-se de estudo em área urbana no que concerne à definição das grandezas hidrológicas determinantes.

O fato de o empreendimento estar localizado em município que possui uma estação pluviométrica de responsabilidade da Agência Nacional de Águas - ANA, facilita a obtenção dos dados pluviométricos.

2.3 DADOS E FONTES

Os dados necessários para desenvolvimento dos estudos são:

- Chuvas (ANA – Agência Nacional de Águas);
- Vegetação e tipo de solo da região;
- Cursos d'água.

2.4 PARÂMETROS HIDROLÓGICOS

2.4.1 Chuva de Projeto

Extraída em função de dados de chuva da estação pluviométrica denominada ESTAÇÃO ABAETÉ, código 19455035, obtida através da Agência Nacional de Águas - ANA, onde se definiu os valores de intensidade, para os tempos de recorrência de 10, 15, 25, 50 e 100 anos. Será utilizado o tempo de recorrência de **10 anos** para verificação hidráulica da drenagem da área. A estação utilizada apresentou um histórico de chuva completo com cerca de 45 anos de registros (entre os anos de 1974 e 2019). A seguir o mapa de localização da estação pluviométrica em relação a área de projeto.

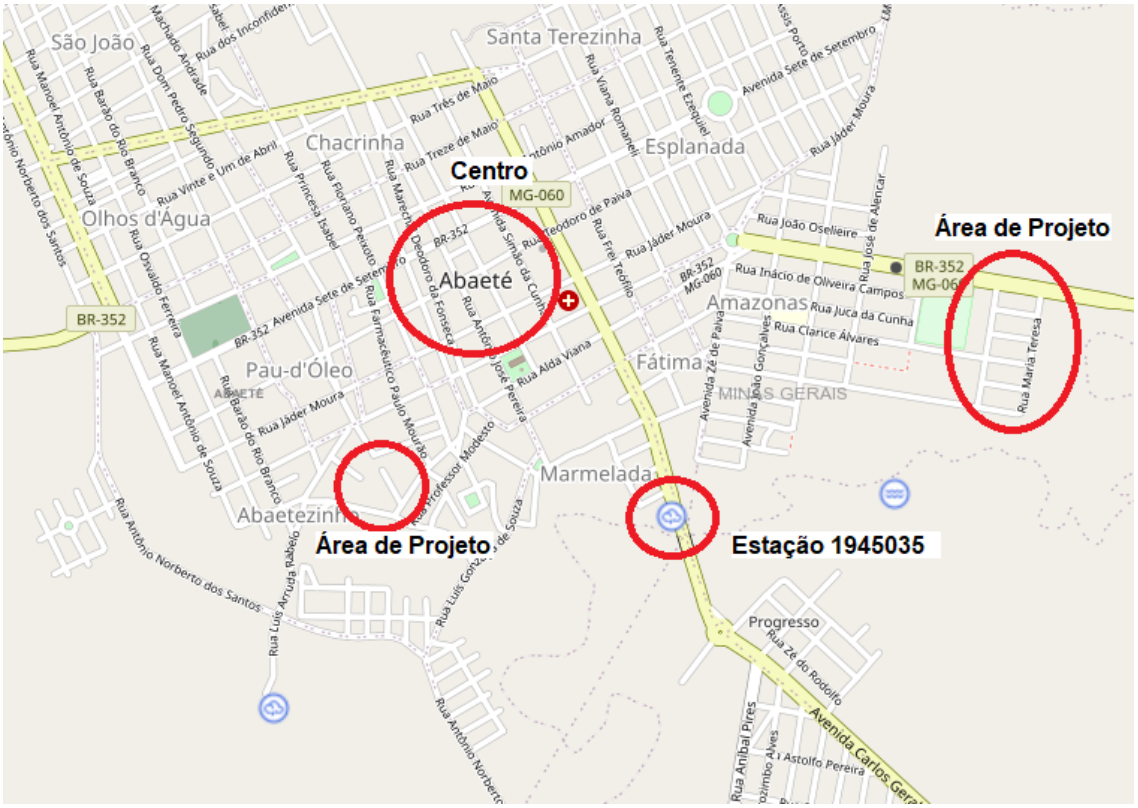


Figura 2-1: Localização da Estação Pluviométrica em relação ao Loteamento

Fonte: Hidroweb – ANA (2020)

Rede Hidrometeorológica Nacional:

Bacia	4 - RIO SÃO FRANCISCO
Rio	
Unidade da Federação	MG
Município	ABAETÉ
Responsável	ANA
Operadora	CPRM
Escritório Regional	CPRM-BH
Roteiro	3
Tipo	Pluviométrica
Código	1945035
Nome	ABAETÉ
Baixar Dados	Mais info
Baixar MDB (Convencional)	Mais info
Baixar TXT (Convencional)	Mais info
Baixar CSV (Convencional)	Mais info
Latitude	-19,16
Longitude	-45,44

Figura 2-2: Dados Gerais da Estação Pluviométrica estudada – COD. 1945035

Fonte: Hidroweb – ANA (2020)

As informações de precipitação (mm) disponibilizadas na estação pluviométrica compreendem o período de 1974 e 2019 (quadro 2-1). A partir dos dados brutos,

expurgou-se os anos com sinais de inconsistências nas marcações. Foram consideradas válidas 42 marcações.

Quadro 2-1: Dados de Entrada – Precipitações anuais

m	Ano	P(mm)	F=(m/(n+1))*100	P=100-F	T=100/F	P=CH 24 horas	y
1	1975	70,4	2,33	97,67	43,00	164,9	3,749
2	1976	108,0	4,65	95,35	21,50	161,9	3,044
3	1977	72,8	6,98	93,02	14,33	154,0	2,627
4	1978	154,0	9,30	90,70	10,75	144,1	2,326
5	1979	111,6	11,63	88,37	8,60	111,6	2,091
6	1980	58,7	13,95	86,05	7,17	108,9	1,895
7	1981	82,2	16,28	83,72	6,14	108,0	1,728
8	1982	96,2	18,60	81,40	5,38	107,6	1,581
9	1983	88,4	20,93	79,07	4,78	104,2	1,449
10	1984	90,0	23,26	76,74	4,30	104,0	1,329
11	1985	104,0	25,58	74,42	3,91	100,8	1,219
12	1986	56,3	27,91	72,09	3,58	97,8	1,117
13	1987	86,1	30,23	69,77	3,31	97,2	1,022
14	1988	51,1	32,56	67,44	3,07	96,5	0,932
15	1989	61,2	34,88	65,12	2,87	96,2	0,846
16	1990	95,1	37,21	62,79	2,69	95,1	0,765
17	1991	88,3	39,53	60,47	2,53	90,0	0,687
18	1992	161,9	41,86	58,14	2,39	88,4	0,612
19	1993	87,3	44,19	55,81	2,26	88,3	0,539
20	1994	97,8	46,51	53,49	2,15	88,3	0,469
21	1995	68,1	48,84	51,16	2,05	87,3	0,400
22	1996	75,0	51,16	48,84	1,95	86,1	0,333
23	1997	108,9	53,49	46,51	1,87	83,5	0,267
24	1998	144,1	55,81	44,19	1,79	82,2	0,202
25	1999	107,6	58,14	41,86	1,72	78,5	0,138
26	2000	83,5	60,47	39,53	1,65	75,2	0,075
27	2001	63,9	62,79	37,21	1,59	75,0	0,011
28	2002	75,2	65,12	34,88	1,54	72,8	-0,052
29	2003	67,5	67,44	32,56	1,48	70,4	-0,115
30	2004	96,5	69,77	30,23	1,43	68,1	-0,179
31	2005	104,2	72,09	27,91	1,39	67,5	-0,244
32	2006	164,9	74,42	25,58	1,34	64,3	-0,310
33	2007	43,4	76,74	23,26	1,30	63,9	-0,377
34	2008	97,2	79,07	20,93	1,26	61,2	-0,447
35	2009	100,8	81,40	18,60	1,23	60,0	-0,520
36	2010	51,0	83,72	16,28	1,19	58,7	-0,596
37	2011	88,3	86,05	13,95	1,16	56,3	-0,678
38	2012	49,6	88,37	11,63	1,13	51,1	-0,766
39	2013	60,0	90,70	9,30	1,10	51,0	-0,865
40	2016	64,3	93,02	6,98	1,08	49,6	-0,979
41	2018	78,5	95,35	4,65	1,05	49,0	-1,121
42	2019	49,0	97,67	2,33	1,02	43,4	-1,325

Fonte: Posto Abaeté – COD. 01945035 – Abaeté / MG – ANA - Hidroweb

Com esses dados calculou-se a intensidade para todos os tempos de recorrência (quadro 2-2).

Quadro 2-2: Cálculo das Intensidades – Diversos TR

Horas	Minutos	PERÍODO DE RECORRÊNCIA (ANOS)				
		10	15	25	50	100
0,08	5	188,86	204,44	223,76	249,65	275,35
0,17	10	149,97	162,35	177,69	198,25	218,66
0,25	15	129,61	140,30	153,56	171,33	188,96
0,33	20	112,48	121,76	133,27	148,69	163,99
0,42	25	101,09	109,44	119,78	133,64	147,39
0,50	30	92,58	100,22	109,68	122,38	134,97
1,00	60	62,55	67,71	74,11	82,69	91,20
6,00	360	17,87	19,35	21,17	23,62	26,06
8,00	480	14,52	15,72	17,20	19,20	21,17
10,00	600	12,21	13,22	14,47	16,14	17,81
12,00	720	10,55	11,42	12,50	13,95	15,38
24,00	1440	6,21	6,72	7,35	8,20	9,05

Fonte: Os autores

Pelos registros pluviométricos da Estação Abaeté, observa-se a existência de dois períodos: um seco, de abril até setembro e outro chuvoso, de outubro a março, com maior incidência de chuva nos meses de janeiro e dezembro. Os meses de abril e setembro são de transição entre o período seco e chuvoso.

A precipitação média anual é de 1369,1 mm. Nos meses de dezembro a janeiro tem-se um valor médio de precipitação de 260,00 e 267,99 mm enquanto julho a média é de 8,28 mm.

Chove em média 94 dias no ano. A média mensal de chuva varia entre 1 (no mês com menos dias de chuva) e 16 (no mês com mais dias de chuva).

Os histogramas com as normais mensais de precipitação e o número de dias de chuva dos postos são apresentados a seguir.

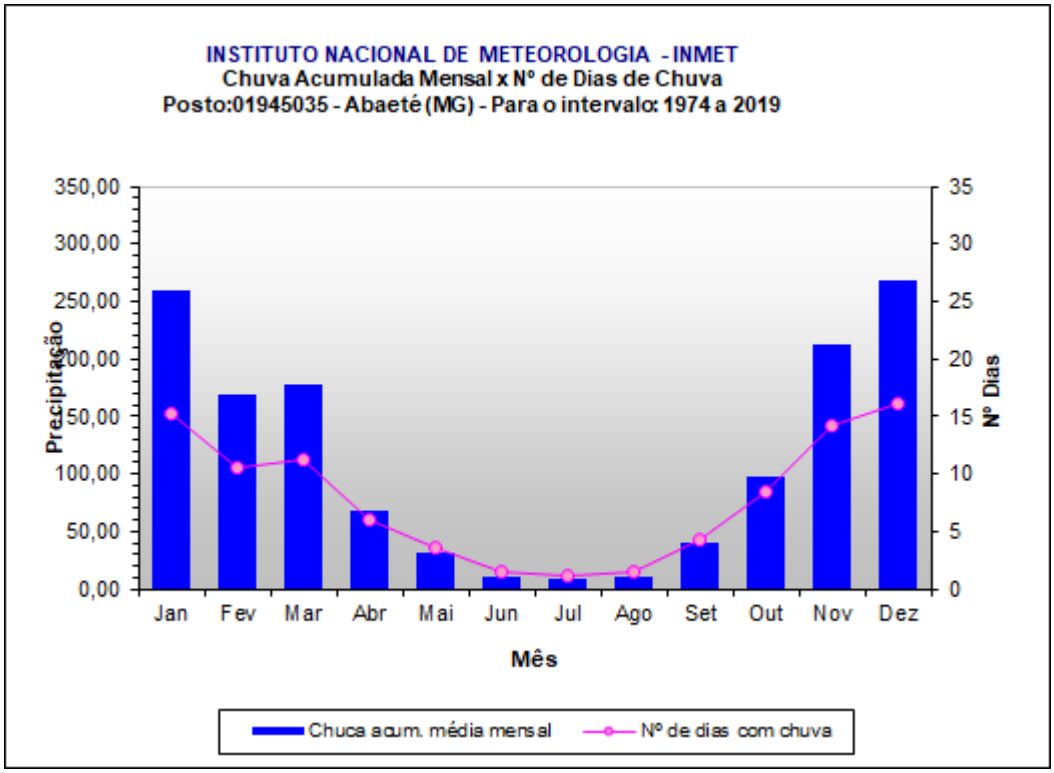


Figura 2-3: Histograma de Chuva – Abaeté MG

Fonte: Os autores (2020)

2.4.2 Período de Recorrência

Por se tratar de um sistema de drenagem composto por redes tubulares e boca de lobo considerou-se o tempo de recorrência igual a **10 anos**, normalmente utilizado para cálculo de sistemas de microdrenagem.

2.4.3 Tempo de Concentração (tc)

O parâmetro “tempo de concentração” das áreas a serem drenadas deve ser calculado com base em procedimentos diferenciados conforme as características da ocupação do solo.

Para áreas de drenagem de até 5,0 km^2 e com características naturais (sem parcelamentos), e para loteamentos com sistema viário definido, o tempo de concentração deve ser calculado pelas fórmulas de *Kirpich* e do *California Culverts Practice*.

Fórmula de Kirpich

$$t_c = 3{,}989 \times L^{0{,}77} \times S^{-0{,}385}$$

Sendo:

t_c = tempo de concentração, em min
L = comprimento do talvegue, em km
S = declividade do talvegue, em m/m

Fórmula do Califórnia Culverts Practice

É a fórmula de Kirpich, em que S é substituído por

$$t_c = 57 \times \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0{,}385}$$

Sendo:

t_c = tempo de concentração, em min
L = comprimento do talvegue, em km
H = diferença entre as cotas da seção de saída e o ponto mais

A aplicação do método cinemático deve ser realizada com base na velocidade correspondente a um escoamento em regime permanente e uniforme, supondo-se a área molhada à meia seção. Para canais e galerias bem definidas deve ser usada a fórmula de Manning para cálculo de vazão.

O empreendimento e a região de estudo ocupam uma área pequena. Assim, utilizando as fórmulas descritas anteriormente, o tempo de concentração obtido é inferior a 5,0 min. Recomenda-se, nessas condições, adotar o tempo de concentração mínimo, que é de 5,0 min ou 10,0 min.

O tempo de concentração adotado para verificação hidráulica da rede existente será de 10 min.

T_c = 10,0 min.

2.4.4 Duração da Chuva de Projeto (D)

A duração (D) da chuva de projeto deve igualar ao tempo de concentração (t_c).

$$\mathbf{D = t_c = 10,0\ min\ (Rede)}$$

2.4.5 Coeficiente de Escoamento Superficial (C)

De acordo com o manual “Procedimento para Elaboração e Apresentação de Projetos de Infraestrutura” da SUDECAP, para projetos de drenagem em áreas restritas com uso e/ou ocupação específica, podem ser utilizados os valores de C indicados nas tabelas a seguir.

Tabela I – Coeficiente de escoamento superficial direto

CARACTERÍSTICA DA ÁREA	C	
	min.	max.
PÁTIO E ESTACIONAMENTO	0,90	0,95
ÁREA COBERTA	0,75	0,95
LOTE URBANO GRANDE	0,30	0,45
PARQUE E CEMITÉRIO	0,10	0,25
TERRENO ROCHOSO MONTANHOSO	0,50	0,85
RELEVO ARENOSO PLANO	0,05	0,10

fonte: Deflúvios Superficiais no Estado de MG - Hidrossistemas/COPASA 1993

Tabela II – Coeficiente de escoamento superficial / Run off

TIPO DE SUPERFÍCIE	COEFICIENTE DE DEFÚVIO "C"
RUAS:	
Asfalto	0,70 a 0,95
Concreto	0,80 a 0,95
Tijolos	0,70 a 0,85
Trajetos de acesso a calçadas	0,75 a 0,85
Telhados	0,75 a 0,95
GRAMADOS; SOLOS ARENOSOS:	
Plano 2%	0,05 a 0,10
Médio 2 a 7%	0,10 a 0,15
ìngreme 7%	0,15 a 0,20
GRAMADOS; SOLO COMPACTO:	
Plano 2%	0,13 a 0,17
Médio 2 a 7%	0,18 a 0,22
ìngreme 7%	0,15 a 0,35

fonte: Manual de Hidrologia do DNIT

As contribuições para as redes objeto do projeto foram divididas em 22 bacias. Considerando sempre o cenário futuro quando o bairro estiver ocupado e adensado as bacias englobarão 03 tipos de cobertura do solo ou ocupação: lote, via e passeio. Desta forma considerou-se um coeficiente de escoamento ponderado de **C=0,70**.

2.4.6 Bacia de Contribuição

A bacia de contribuição foi delimitada levando-se em consideração a topografia disponibilizada pelo levantamento planialtimétrico e o projeto geométrico e de terraplenagem fornecido pelo empreendedor.

2.4.7 Vazão de Projeto (Q_P)

Por vazão de projeto entende-se o valor instantâneo de pico (ou o Hidrograma de cheia), calculado indiretamente a partir da transformação da chuva de projeto em vazão do escoamento superficial. Essa vazão chamada de projeto vai ser utilizada para verificação hidráulica da rede.

A vazão de projeto para o sistema de microdrenagem serão calculadas pelo Método Racional, empregando-se a seguinte fórmula:

$$Q_p = 0{,}00278\ C\ I\ A$$

Onde:

Q_p = Vazão de projeto, em m³/s

C = Coeficiente de escoamento superficial

I = Intensidade da chuva de projeto, em mm/h

A = Área de drenagem, em ha

Quadro 2-3: Cálculo das Vazões – Bairro São Luiz

CÁLCULO DE VAZÃO							
BACIA	ÁREA TOTAL m²	ÁREA TOTAL ha	C PONDERADO	tc min	$I_{10\ anos}$ mm/h	Q_{10anos} m3/s	Q_{10anos} L/s
1	5.641,19	0,56	0,70	10,00	149,97	0,16	164,63
2	5.554,57	0,56	0,70	10,00	149,97	0,16	162,11
3	25.972,15	2,60	0,70	10,00	149,97	0,76	757,98
4	17.353,88	1,74	0,70	10,00	149,97	0,51	506,46
5	8.969,03	0,90	0,70	10,00	149,97	0,26	261,75
6	4.618,38	0,46	0,70	10,00	149,97	0,13	134,78
7	1.996,74	0,20	0,70	10,00	149,97	0,06	58,27
17	3.704,73	0,37	0,70	10,00	149,97	0,11	108,12
18	3.863,14	0,39	0,70	10,00	149,97	0,11	112,74
19	1.564,23	0,16	0,70	10,00	149,97	0,05	45,65
20	2.690,40	0,27	0,70	10,00	149,97	0,08	78,52
21	4.293,93	0,43	0,70	10,00	149,97	0,13	125,31
22	1.557,13	0,16	0,70	10,00	149,97	0,05	45,44

Fonte: Os autores (2020)

Quadro 2-4: Cálculo das Vazões – Bairro Abaetezinho (R. Dom Pedro II)

CÁLCULO DE VAZÃO							
BACIA	ÁREA TOTAL m²	ÁREA TOTAL ha	C PONDERADO	tc min	$I_{10\ anos}$ mm/h	Q_{10anos} m3/s	Q_{10anos} L/s
1	5.655,53	0,57	0,70	10,00	149,97	0,17	165,05
2	86.070,67	8,61	0,70	10,00	149,97	2,51	2.511,90

Fonte: Os autores (2020)

3 PROJETO DE DRENAGEM

Os trabalhos referentes ao projeto de drenagem foram executados com o objetivo central de dimensionar e posicionar um novo sistema de drenagem para área de projeto.

3.1 DRENAGEM SUPERFICIAL

Para o local foram projetados os seguintes dispositivos de drenagem:

- Sarjeta Tipo B;
- Redes tubulares;
- Poços de Visita;
- Bocas de lobo;
- Ala Tubular;
- Dissipador de Energia.

3.2 SARJETAS

Adotou-se o limite de 1,67 m 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.

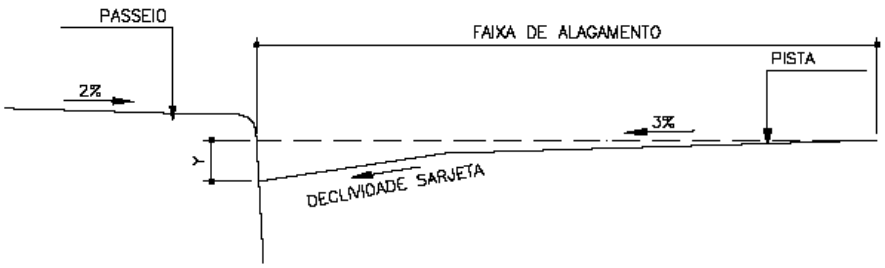


Figura 3-1: Seção Típica Sarjeta de uma via

Fonte: SUDECAP

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 2.

Quadro 3-1: Altura da lâmina d'água nas guias dos passeios

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

Fonte: SUDECAP

3.3 BOCAS DE LOBO

As bocas-de-lobo são destinadas 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.

Apresenta-se a seguir as planilhas da verificação da sarjeta e boca de Lobo.

CÁLCULO DE VAZÃO x VERIFICAÇÃO DAS SARJETAS

BACIA	ÁREA TOTAL m²	ÁREA TOTAL ha	C PONDERADO	tc min	$I_{10\ anos}$ mm/h	Q_{10anos} m3/s	Q_{10anos} L/s	Nº BL	Rua	Declividade (%)	Q BL (L/s)
1	5.641,19	0,56	0,70	10,00	149,97	0,16	164,63	1,00	MARIA TERESA	4,50	129,70
2	5.554,57	0,56	0,70	10,00	149,97	0,16	162,11	1,00	MARIA TERESA	4,50	129,70
3	25.972,15	2,60	0,70	10,00	149,97	0,76	757,98	1,00	MARIA TERESA	4,50	129,70
4	17.353,88	1,74	0,70	10,00	149,97	0,51	506,46	1,00	MARIA TERESA	4,50	129,70
5	8.969,03	0,90	0,70	10,00	149,97	0,26	261,75	-	-	-	-
6	4.618,38	0,46	0,70	10,00	149,97	0,13	134,78	1,00	DONA BIA	4,00	122,28
7	1.996,74	0,20	0,70	10,00	149,97	0,06	58,27	1,00	MARIA TERESA	4,50	129,70
14	4.007,26	0,40	0,70	10,00	149,97	0,12	116,95	1,00	RUA CLARICE ALVES	2,50	96,67
15	3.939,81	0,39	0,70	10,00	149,97	0,11	114,98	1,00	RUA CLARICE ALVES	2,00	86,46
17	3.704,73	0,37	0,70	10,00	149,97	0,11	108,12	1,00	RUA ANTÔNIO ROMERO	5,00	136,71
18	3.863,14	0,39	0,70	10,00	149,97	0,11	112,74	1,00	RUA ANTÔNIO ROMERO	3,50	114,38

Figura 3-2: Verificação Boca de Lobo e Sarjeta – Bairro São Luiz

Fonte: Os autores

CÁLCULO DE VAZÃO x VERIFICAÇÃO DAS SARJETAS

BACIA	ÁREA TOTAL m²	ÁREA TOTAL ha	C PONDERADO	tc min	$I_{10\ anos}$ mm/h	Q_{10anos} m3/s	Q_{10anos} L/s	Nº BL	Rua	Declividade (%)	Q BL (L/s)
1	5.655,53	0,57	0,70	10,00	149,97	0,17	165,05	1,00	R. Dom Pedro II (1)	5,50	143,39
2	86.070,67	8,61	0,70	10,00	149,97	2,51	2.511,90	2,00	R. Dom Pedro II (2)	7,50	167,44

Figura 3-3: Verificação Boca de Lobo e Sarjeta – Bairro Abaetezinho (R. Dom Pedro II)

Fonte: Os autores

CÁLCULO DA CAPACIDADE DA SARJETA E BOCA DE LOBO

Dados de Entrada:

Sarjeta

Tipo:		B
Revestimento:	n = 0,013	CONCRETO LISO

Via

Revestimento:	n = 0,016	CBUQ
Declividade Longitudinal Minima:		0,5%
Incremento de Decliv. Longitudinal:		0,5%
Declividade Transversal (aprox.):		3,0%

Boca de Lobo

Local:		GREIDE CONTINUO
Tipo:		SIMPLES COMBINADA
Grelha:	m = 6,6	VÁRIAS BARRAS TRANSVERSAIS

Dados de Saida:

	Sarjeta		Boca de Lobo		Observações
i	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	0,0001	61,1402	
1,5%	74,8812	1,3201	0,0170	74,8643	
2,0%	86,4654	1,5243	0,0489	86,4165	
2,5%	96,6713	1,7042	0,0698	96,6014	
3,0%	105,8981	1,8669	0,0855	105,8125	
3,5%	114,3830	2,0164	0,0983	114,2847	
4,0%	122,2806	2,1557	0,1091	122,1714	
4,5%	129,6981	2,2864	0,1187	129,5794	
5,0%	136,7138	2,4101	0,1274	136,5865	
5,5%	143,3867	2,5278	0,1353	143,2514	
6,0%	149,7625	2,6401	0,1427	149,6198	
6,5%	155,8777	2,7480	0,1497	155,7281	
7,0%	161,7620	2,8517	0,1562	161,6058	
7,5%	167,4396	2,9518	0,1625	167,2771	
8,0%	172,9308	3,0486	0,1685	172,7624	
8,5%	178,2530	3,1424	0,1742	178,0788	
9,0%	183,4208	3,2335	0,1797	183,2411	
9,5%	188,4470	3,3221	0,1851	188,2619	
10,0%	193,3426	3,4084	0,1902	193,1523	
10,5%	198,1172	3,4926	0,1953	197,9219	
11,0%	202,7794	3,5748	0,2001	202,5792	
11,5%	207,3368	3,6551	0,2049	207,1319	
12,0%	211,7962	3,7337	0,2095	211,5866	
12,5%	216,1635	3,8107	0,2141	215,9495	
13,0%	220,4444	3,8862	0,2185	220,2259	
13,5%	224,6437	3,9602	0,2228	224,4209	
14,0%	228,7660	4,0329	0,2271	228,5389	
14,5%	232,8153	4,1043	0,2312	232,5840	
15,0%	236,7953	4,1744	0,2353	236,5600	

Figura 3-4: Cálculo Capacidade Boca de Lobo e Sarjeta

Fonte: SUDECAP

3.4 redes tubulares

O projeto para estas redes utilizou o tubo em manilha de concreto que apresenta um coeficiente de rugosidade e n=0,014. Para o cálculo hidráulico destas redes

funcionando como condutos livres e escoamento uniforme, são válidas as seguintes equações:

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

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 (m-1/3 s)

Combinando-se a formulação obtêm-se:

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R_h^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{i}$$

Os escoamentos nas redes de drenagem foram considerados no regime permanente e uniforme, adotando-se a equação de Manning para o cálculo de suas velocidades:

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

Onde:

- U = velocidade média, em m/s;
- RH = raio hidráulico, em m;

- i = declividade média do conduto, em m/m;
- n = coeficiente de rugosidade. O valor do coeficiente de rugosidade “n” adotado para os cálculos de velocidade foi de 0,014.

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

$$\mathbf{y = 0{,}80 \times DN}$$

PLANILHA DE CÁLCULO HIDRÁULICO DA REDE COLETORA DE ÁGUAS PLUVIAIS

Localização: Bairro São Luiz

Tempo de Recorrência: 10 anos n= 0,014 Concreto

TERRAPLENAGEM							HIDROLOGIA							HIDRAULICA															
LOCALIZAÇÃO				TERRENO			Nº Bacia	ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO		COEFICIENTE ESCOAMENT	TEMPO DE	INTEN-	VAZÃO	REDE	COMPRI-	DECLI-	TUBOS PARCIALMENTE CHEIOS					DEGRAU	COTA DA SOLEIRA		PROFUNDI-DADE	
				COTAS		DECLI-				C Ponderado		SIDADE			MENTO	VIDADE					Dcrít-						
MONTANTE		JUSANTE		MON	JUS	VIDADE		TRECHO	ACUM		CONCENTR.			DN	EIXO A EIXO	Rede	V/D	V	v	Tp	vel		MON	JUS	MON	JUS
PV		PV		m	m	%		ha	ha	C	min	mm/h	l/s	mm	m	%	%	m	m/s	min	m	m	m	m	m	m
1	A	2	B	622,710	618,554	5,61	1	0,56	0,56	0,70	10,00	149,97	164,6	400	74,05	5,61	41	0,16	3,34	0,37	4,16		621,310	617,154	1,40	1,40
2	B	3	A	618,554	614,637	5,12	1+2	0,56	1,12	0,70	10,00	149,97	326,7	600	76,50	5,12	35	0,21	3,83	0,33	3,92	0,20	616,954	613,037	1,60	1,60
3	A	4	B	614,637	611,086	4,74	1+2+3	2,60	3,72	0,70	10,00	149,97	1084,7	600	74,90	4,74	73	0,44	4,95	0,25	3,55		613,037	609,486	1,60	1,60
4	B	5	B	611,086	606,949	5,47	1+2+3+4	1,74	5,45	0,70	10,00	149,97	1591,2	800	75,60	5,47	53	0,43	5,86	0,22	4,14	0,20	609,286	605,149	1,80	1,80
5	B	Lanç	2	606,949	604,449	5,00	1+2+3+4+5+6+7	1,56	7,01	0,70	10,00	149,97	2046,0	1000	50,00	1,00	76	0,76	3,22	0,26	0,50	0,20	604,949	604,449	2,00	0,00
7	A	8	B	608,955	608,231	1,45	17	0,37	0,37	0,70	10,00	149,97	108,1	400	50,00	1,45	48	0,19	1,81	0,46	0,72		607,555	606,831	1,40	1,40
8	B	9	A	608,231	608,942	-4,72	17+18	0,39	0,76	0,70	10,00	149,97	220,9	600	15,05	0,59	50	0,30	1,55	0,16	0,09	0,20	606,631	606,542	1,60	2,40
5	A	6	A	612,785	611,465	1,98	14	0,40	0,40	0,70	10,00	149,97	116,9	400	66,80	2,43	43	0,17	2,24	0,50	1,62		611,385	609,765	1,40	1,70
6	A	9	A	611,465	608,942	3,33	8+9+10+11+12+13+14+15+16	0,57	0,97	0,70	10,00	149,97	282,4	600	75,85	2,93	37	0,22	2,99	0,42	2,22	0,20	609,565	607,342	1,90	1,60
9	A	10	A	608,942	606,226	3,62	8+9+11+12+13+14+15+16+17+18+19	0,91	1,88	0,70	10,00	149,97	548,9	800	75,00	2,82	35	0,28	3,48	0,36	2,12		606,542	604,426	2,40	1,80
10	A	12	A	606,226	605,322	5,17	8+9+11+12+13+14+15+16+17+18+19+22	0,16	2,04	0,70	10,00	149,97	594,4	800	17,50	6,31	31	0,25	4,84	0,06	1,10		604,426	603,322	1,80	2,00
12	A	LANÇ	1	605,322	602,672	5,30	8+9+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22	0,70	2,74	0,70	10,00	149,97	798,2	800	50,00	1,30	54	0,43	2,88	0,29	0,65		603,322	602,672	2,00	

Figura 3-5: Planilha de Cálculo de Rede – Bairro São Luiz

Fonte: Os autores

4 ART