

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS - UNIS/MG
ENGENHARIA CIVIL
DIOGO BASTOS GOUVÊA

PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO PARCIAL DO SISTEMA DE DRENAGEM DA
AVENIDA PLÍNIO SALGADO

Varginha
2016

DIOGO BASTOS GOUVÊA

**PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO PARCIAL DO SISTEMA DE DRENAGEM DA
AVENIDA PLÍNIO SALGADO**

Monografia apresentada ao curso Engenharia Civil do
Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como
pré-requisito para obtenção do grau de bacharel sob
orientação do Professor Leopoldo Uberto Ribeiro Junior

**Varginha
2016**

DIOGO BASTOS GOUVÊA

**PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO PARCIAL DO SISTEMA DE DRENAGEM DA
AVENIDA PLÍNIO SALGADO**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como pré-requisito para a obtenção do grau de bacharel pela Banca examinadora compostas pelos membros:

Aprovado em / /

Prof. Dr. Leopoldo Uberto Ribeiro Junior

Prof^a. Esp. Luana Ferreira Mendes

Tamara Amabili Roberto Fonseca

OBS.:

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por estar sempre comigo e por ele ter me proporcionado a oportunidade de trilhar este caminho.

RESUMO

A ausência de um sistema de drenagem nas vias urbanas acarreta problemas e transtornos ao meio ambiente e à população que a utiliza. Este trabalho evidencia a situação atual da Avenida Plínio Salgado, em Varginha (MG) que, por sua vez, confere acesso à bairros importantes do município, assim como serve de local de acesso às rodovias que circundam a cidade. Em sua extensão, existem sistemas de drenagem, que estão sobrecarregados devido ao escoamento que chega em suas galerias dos diversos bairros que a circundam, tornando ineficiente e gerando alagamentos no local. Com base na literatura específica e nas consultas aos órgãos administrativos, foi possível levantar todos os parâmetros de dimensionamento para a elaboração de um método de análise. A partir destes condicionantes, foi possível caracterizar a intensidade, duração e a frequências das chuvas da sub-bacia analisada, bem como as condições das vazões captadas. Dentro dos estudos e anexos, todos os procedimentos estão detalhados de forma a demonstrar a necessidade da implantação do sistema de águas pluviais assim como os caminhos a serem seguidos para o desenvolvimento do mesmo.

Palavras Chave: Drenagem. Alagamento. Águas Pluviais.

ABSTRACT

The absence of a drainage system on urban roads causes problems and disruption to the environment and the population that uses it. This work shows the current situation of Plínio Salgado Avenue, in Varginha (MG), which, in turn, gives access to important districts of the municipality, as well as serving as a point of access to the highways that surround the city. In its extension, there are drainage systems, which are overloaded due to the drainage that arrives in its galleries of the diverse neighborhoods that surround it, becoming inefficient and generating floods in the place. Based on the specific literature and the consultations with the administrative bodies, it was possible to raise all the parameters of design for the elaboration of a method of analysis. From these conditions, it was possible to characterize the intensity, duration and frequencies of the rains of the analyzed sub-basin, as well as the conditions of the capitated flows. Within the studies and annexes, all the procedures are detailed in order to demonstrate the necessity of the implantation of the rainwater system as well as the paths to be followed for its development.

Keywords: *Drainage. Flooding. Stormwater.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da Avenida Plínio Salgado.....	11
Figura 2. Delimitação das áreas de estudo	12
Figura 3. Bairro Bom Pastor.....	13
Figura 4. Representação da seção transversal de uma sarjeta	22
Figura 5. Detalhe genérico da boca de lobo simples	23
Figura 6. Relações trigonométricas e geométricas da galeria	24
Figura 7. Detalhe típico do poço de visita	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Coeficiente de escoamento superficial.	19
Tabela 2. Período de retorno de chuvas intensas.....	20
Tabela 3. Coeficiente de redução sobre os valores teóricos calculados	23
Tabela 4. Características dos condutos circulares parcialmente cheios	25
Tabela 5. Dimensões dos poços de visita: variação da dimensão A em função do maior diâmetro	26
Tabela 6. Dados e cálculos iniciais.....	28
Tabela 7. Vazão máxima	28
Tabela 8. Dimensionamento das galerias	30
Tabela 9. Dimensionamento das bocas de lobo.....	31
Tabela 10. Cálculo da tubulação secundária	32
Tabela 11. Comparativo de bocas de lobo existente e a serem implantadas	33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 OBJETIVOS.....	10
2.1 Objetivo Geral	10
2.2 Objetivo Específico.....	10
3 DIAGNÓSTICO.....	11
3.1 Características da área em estudo.	11
3.2 Áreas de Contribuição	13
4 MEMORIAL DESCRITIVO.....	14
4.1 Conceitos sobre sistema de microdrenagem	14
4.2 Componentes do sistema de microdrenagem.....	14
4.3 Fatores intervenientes no sistema	16
4.4 Parâmetros de projeto.....	17
5 MEMORIAL DE CÁLCULO.....	27
5.1 Cálculo da vazão total da bacia.....	27
5.2 Bocas de lobo.....	27
5.3 Planilha de cálculos	28
5.3.1 Dimensionamento da vazão máxima	28
5.3.2 Dimensionamento de galerias	30
5.3.3 Dimensionamento das bocas de lobo	31
5.3.4 Dimensionamento das tubulações secundárias	32
6 SOLUÇÃO PROPOSTA.....	34
6.1 Custos envolvidos	34
7 CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

Com base na metodologia de projeto e nas adversidades encontradas em campo, deve ser definida a melhor solução para área em estudo. É preciso levar em conta todos os fatores, bem como é importante não olvidar das interferências atuais e futuras, de modo que imprescindível seria desenvolver um projeto que tenha como finalidade melhorar as condições do local.

Este trabalho mostra a situação parcial de uma sub-bacia da Avenida Plínio Salgado, em Varginha (MG) e que dá acesso a diversos bairros e as rodovias que circundam à cidade. A referida Avenida tem sofrido frequentes alagamentos devido ao excesso de captação de águas pluviais, oriundas dos bairros adjacentes, o que vem gerando vários transtornos aos usuários.

Os problemas ocasionados pela falta de um sistema adequado de drenagem de águas pluviais são: os alagamentos, erosões, inundações, deslizamentos, aquaplanagem, obstrução da via e riscos de acidentes.

A maioria dos efeitos prejudiciais das chuvas em vias, como aquela que ora se comenta, ocorre devido a ação do homem, pois, a ocupação desordenada das áreas e a impermeabilização do solo diminui a capacidade de infiltração.

Um sistema adequado de drenagem proporciona diversos benefícios para a população e, como exemplo disso, temos:

- Diminuição dos gastos com manutenção das vias;
- Valorização das propriedades que existem na área afetada;
- escoamento rápido das águas superficiais;
- Facilitação do tráfego;
- Eliminação das águas estagnadas e lamaçais (focos de doenças);
- Diminuição das perdas ao meio ambiente;
- Melhoras das condições de circulação de pedestres e veículos em dias chuvosos.

Espera-se, com este trabalho, mostrar os problemas existentes e, outrossim, indicar soluções que possam melhorar a qualidade da via em questão.

Este é um exercício fundamental e de grande importância para se obter a graduação de Engenheiro Civil e, não obstante isso, o assunto que se segue mostra todos os métodos e processos para a solução do problema em tela.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Sabendo dos transtornos ocasionados pela ineficácia do sistema de drenagem pluvial na Avenida Plínio Salgado, no município de Varginha/MG, este estudo almeja a verificação da solução parcial deste problema em uma sub-bacia da Avenida em estudo.

2.2 Objetivo Específico

- Diagnosticar problemas existentes;
- Levantamento de dados hidrológicos;
- Mensurar vazões;
- Dimensionar o sistema;
- Aplicar a solução adequada.

3 DIAGNÓSTICO

3.1 Características da área em estudo.

A área em estudo será a bacia de contribuição da Avenida Plínio Salgado, na cidade de Varginha-MG. Situada em área de grande fluxo de veículos, apresenta problemas quanto à drenagem urbana, gerando riscos aos usuários, assim como danos estruturais a via e edifícios. Para melhor compreensão, toda a extensão da Avenida referida está exposta na Figura 01.

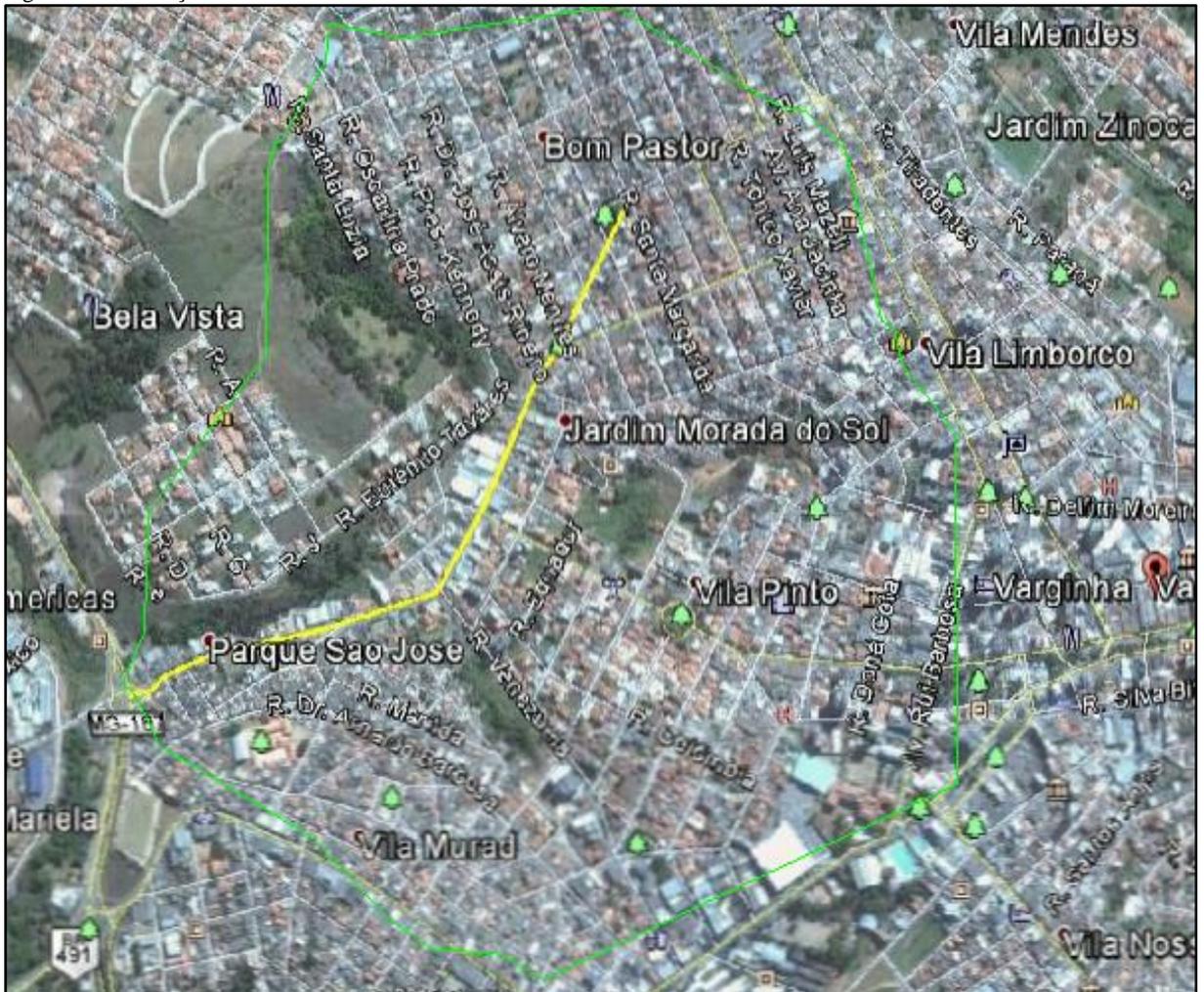
Figura 1. Localização da Avenida Plínio Salgado.



Fonte: mosaico de ortofoto adaptado pelo autor (2016).

A área de estudo corresponde a cinco bacias, distribuídas entre os bairros: Bom Pastor, Jardim Morada do Sol, Vila Santa Cruz, Vista Alegre, Vila Pinto, Vila Murad e Parque São José, sendo sua área de abrangência de 1.464.141,63 m².

Figura 2. Delimitação da área de estudo



Fonte: Google Earth 2016 – adaptado pelo autor.

Dentre as áreas de contribuição, será dividida em subáreas, uma vez que o sistema de drenagem apresenta uma segunda opção para o escoamento das águas pluviais da região.

Para o correto desenvolvimento deste trabalho, os parâmetros locais de regressão não linear, que são os padrões da equação de chuvas intensa do município de Varginha, extraiu-se informações de pluviogramas, conforme dados obtidos em MACHADO (2011, p.6 e 7).

- Altura: 916 metros
- $K = 5987,104$
- $b = 32,69$
- $a = 0,218$
- $c = 1,087$

3.2 Áreas de Contribuição

Para o estudo dos pontos de interferência para os problemas de drenagem na Avenida Plínio Salgado, é necessária a delimitação das subáreas. Desta forma, os bairros circunspectos serão delimitados e demarcados para a correta identificação dos pontos problemáticos da bacia.

A subárea 1 (Figura 3), referente ao bairro Bom Pastor, possui área de 190.911,23 m², sendo em quase sua totalidade de área residencial.

Figura 3. Bairro Bom Pastor



Fonte: Google Earth 2016 – adaptado pelo autor.

Esta área contribui diretamente ao ponto estudado, pois foi constatado através da prefeitura municipal que as águas oriundas das outras sub-bacias, são direcionadas para o córrego São José através de outra Galeria independente da Avenida Plínio Salgado.

Após estudos verificados através de trabalho de campo, atuando nos dias de grande fluxo de chuvas no local, constatou-se que alguns pontos do sistema de drenagem não são eficientes, ressaltando que a ineficácia do sistema referido está diretamente veiculado às bocas-de-lobo, que não suportam o grande escoamento de águas superficiais, gerando acúmulo de águas pluviais na avenida estudada.

4 MEMORIAL DESCRITIVO

4.1 Conceitos sobre sistema de microdrenagem

Segundo JABÔR (2013), a drenagem é uma ciência que, através de um sistema dinâmico que busca evitar o excesso de águas superficiais e profundas, visa proteger tudo aquilo que possa sofrer influência da mesma.

Conforme CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (1986), sempre existirá o escoamento das águas pluviais independente do sistema, mas a qualidade do mesmo é o que determinará os benefícios ou prejuízos à população.

Segundo BOTELHO (2011), a calha da rua é o caminho para a passagem das águas pluviais, mas dependendo da situação não é suficiente, ocasionando, assim, alagamentos e inundações. Surge então a necessidade de dispositivos que captam essas águas.

JABÔR (2013) complementa, que, para garantir a integridade das estradas, do meio ambiente e dos usuários, é necessário que seja observado um conjunto de dispositivos de drenagem.

BOTELHO (2011), deve se planejar a chegada das águas em rios ou córregos para não causar perturbações ou erosões no corpo receptor.

4.2 Componentes do sistema de microdrenagem

Conforme BOTELHO (2011) para se evitar o alagamento da rua, a vazão excedente da sarjeta deve ser captada por bocas de lobo, bocas de leão ou caixa com grelha e, ainda, por meio de galerias. A referida vazão deve ser enviada para os poços de visita ou caixas de passagem e destes vão para as tubulações principais onde são enviadas para os dissipadores de energia. Tais componentes devem ser colocados em pontos estratégicos, funcionando como “armadilhas” a fim de captar as águas nos locais corretos.

BOTELHO (2011), explica que são as guias, também chamadas de “meio-fio”, que definem o limite entre o passeio e o leito carroçável.

NETTO (1998), diz que as sarjetas são calhas formadas pelas faixas das vias e meio fio, já os sarjetões são faixas nos cruzamentos das vias. Ambos têm o comportamento de canais com seção triangular.

BOTELHO (2011) diz que os sarjetões são soluções superficiais para escoar as águas e evitar assim, em alguns casos, o uso de bocas de lobos e galerias.

Conforme CETESB (1986), as bocas de lobo são elementos localizados nas sarjetas e que tem como objetivo captar as águas provenientes das mesmas e conduzi-las para as galerias ou tubulações subterrâneas.

BOTELHO (2011) diz que a boca de lobo é a solução mais utilizada para a captação de água localizada na sarjeta, e essa captação é feita horizontalmente e/ou verticalmente. A boca de lobo consiste nos rebaixamentos da sarjeta, da guia chapéu, da grelha, da caixa de captação e da tampa de cobertura para, assim, conectar na galeria pluvial.

CETESB (1986) classifica as bocas de lobo de acordo com seu formato e mostra suas vantagens e/ou desvantagens para cada tipo:

- **Boca de lobo simples:** é constituída por uma abertura vertical na guia, denominada guia chapéu. A principal vantagem é que ocorrem obstruções por detritos com menor frequência, quando comparados com outros tipos de boca de lobo, sobretudo por conta de sua abertura ser maior. A desvantagem é a baixa eficiência quando utilizadas em sarjetas com alta declividade.
- **Boca de lobo com grelha:** possui uma abertura composta por barras, longitudinal ou transversal. A desvantagem é a fácil obstrução por detritos, ocasionando numa redução da sua capacidade de esgotamento.
- **Boca de lobo combinada:** é uma associação da boca de lobo simples e a boca de lobo com grelha, funcionando como um conjunto único. Sem ocorrência de obstrução, a guia chapéu pouco influi na capacidade de esgotamento, porém, caso haja uma obstrução, esta será importante para o seu funcionamento.
- **Boca de lobo múltipla:** é a ocorrência de duas ou mais bocas de lobos instaladas em série, pode ser de qualquer tipo daquelas citadas acima. E são consideradas todas as particularidades de cada tipo.

BOTELHO (2011) diz que as galerias são responsáveis pelo esgotamento da boca de lobo, encaminhando as águas até a canalização principal. Essas galerias podem ser de concreto simples ou concreto armado e seu critério de escolha é a capacidade que tem para suportar esforços. Ambos os tipos de galerias são junta elástica, usando um anel de borracha, e junta rígida, usando cimento argamassa de cimento e areia.

Para BOTELHO (2011), os poços de visita têm a função de permitir o acesso de pessoas para que seja feita a limpeza de desobstrução das galerias. Os Poços de visita são instalados em

cruzamento de redes, na alteração de diâmetro da galeria, na mudança de direção da galeria, na montante da rede e nos trechos muito longo de galeria sem inspeção.

BOTELHO (2011) explica que as rampas e as escadarias hidráulicas são canais utilizados para conduzir as águas das posições altas para as posições mais baixas. As rampas têm declividade contínua e alta velocidade de escoamento. Já as escadarias hidráulicas têm descida descontínua, utilizando-se de degraus. As escadarias hidráulicas são classificadas em escadarias hidráulicas com colchão de água e escadarias hidráulicas sem o colchão de água.

- **Escadarias hidráulicas com colchão de água:** A água vai caindo sobre um colchão formado pela própria água, evitando, assim, a erosão do pavimento.
- **Escadarias hidráulicas sem o colchão de água:** é a mais simples das escadas, porem o pavimento recebe diretamente à ação erosiva das águas.

Segundo DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes (2006) as bacias de amortecimento, ou dissipadores localizados, são obras destinadas a diminuir a velocidade da água que vem das galerias para o terreno natural, de modo a evitar o fenômeno da erosão. Geralmente as bacias de amortecimento são instaladas nos seguintes locais:

- No pé das descidas d'água nos aterros;
- Na boca de jusante dos bueiros;
- Na saída das sarjetas de corte, nos pontos de passagem de corte aterro.

JABÔR (2013) diz que os dissipadores de energia, são componentes utilizados para dissipar um fluxo d'água, diminuindo a sua velocidade e evitando a erosão no final das saídas d'água.

Para JABÔR (2013), um eficaz Projeto de Drenagem, definido e dimensionado, é fundamental para que os dispositivos que compõem um Sistema de Drenagem cumpram seus objetivos.

4.3 Fatores intervenientes no sistema

Conforme SUDERHSA - Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (2002) a drenagem pluvial é um item fundamental de um projeto

urbanístico, pois ela permite o melhor funcionamento urbano e exige espaço. Os dispositivos de drenagem só terão sua melhor eficiência quando a engenharia e arquitetura caminham juntas.

Segundo BOTELHO (2011), a ocupação urbana leva em conta a topografia da área (evitando urbanizar trechos com declividade superior a 30%) e a geologia, dando, assim, critérios para cortes e aterros.

NETTO (1998) mostra que a bacia hidrográfica é uma área delimitada pelas suas vertentes, que, por sua vez, recebem as águas provenientes das chuvas que foram escoadas superficialmente até atingir a seção de drenagem.

JABÔR (2013) diz que toda água proveniente de precipitação em uma bacia hidrográfica, tem uma parte considerável do seu volume retido através das depressões no terreno, vegetação, infiltração no solo. O resto do seu volume que flui para o local da área a ser drenada é chamado de coeficiente de escoamento ou coeficiente de deflúvio ou ainda coeficiente de “*run-off*”.

JABÔR (2013) diz que o tempo de concentração é o intervalo que se dá no início da precipitação até o momento em que toda bacia contribui para a vazão na seção analisada.

BOTELHO (2011), explica que a intensidade pluviométrica é a quantidade de chuva que cai em uma área de um metro quadrado num determinado espaço de tempo. E considerando a altura que a água subiu, temos o volume. A unidade usual é o milímetro, ou seja, quantos milímetros que a água subiu em um metro quadrado por um espaço de tempo.

JABÔR (2013) explica que o objetivo dos estudos hidrológicos é obter dados para que seja possível definir critérios para determinar as vazões a serem utilizadas no dimensionamento do projeto de drenagem.

CETESB (1986) afirma que devem ser feitos estudos hidrológicos para se obterem elementos e estabelecer índices para se determinar as vazões de projeto.

4.4 Parâmetros de projeto

CETESB (1986) diz que nunca haverá situações idênticas em projetos distintos. Por isso é indispensável que o projetista tenha todas as informações pertinentes à área em estudo.

Para BOTELHO (2011), com a planta da área a ser drenada, é fundamental saber a conformação da área em estudo verificando, assim, o sentido de escoamento. Desta forma, é preciso posicionar as flechas de sentido com a finalidade de indicar as vertentes e o sentido de escoamento das águas pluviais.

BOTELHO (2011) complementa dizendo que o traçado das ruas é o elemento definidor do sistema de esgotamento pluvial. Pois é ele que define as larguras, declividades e a liberação ou não dos fundos de vales.

CETESB (1986) explica que a planta da área a ser drenada, deverá mostrar ruas, interseções, utilidade pública e tipo de ocupação. Deverá ser apresentado em escala 1:500 ou 1:1000 com curvas de nível de espaçamento entre si, de 0,5 m ou 1,0 m em relação a altimetria.

Ainda segundo CETESB (1986), complementa dizendo que o engenheiro responsável pelo projeto e drenagem deve trabalhar em conjunto com o urbanista no planejamento das seções típicas das ruas e avenidas.

Conforme CETESB (1986), o Método Racional é o método mais recomendado para analisar a descarga de projeto, porém, é indicado para bacias que sejam iguais ou menores que 1 km² e que não tenham complexidades.

NETTO (1998) afirma que a avaliação da vazão utilizando o método racional, consiste na aplicação da seguinte expressão:

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

Onde:

Q: Deflúvio superficial máximo direto. (m³/s)

C: Coeficiente de “*Run-off*”.

i: Intensidade máxima de chuva. (m/h)

A: Área contribuinte da bacia em m².

Segundo CETESB (1986), para se calcular o coeficiente de “*Run-off*” médio, baseia-se na porcentagem de diferentes tipos de superfícies em relação à área em estudo. Encontrando assim valores razoáveis do coeficiente para toda a área. Utiliza-se a fórmula:

$$C_{\text{Médio}} = \frac{\sum A_i \times C_i}{A_t}$$

Onde:

A_i: Área de acordo com sua característica de escoamento superficial da bacia em estudo, como por exemplo, pavimentação asfáltica, área verde, área industrial e área residencial.

C_i: Coeficiente de escoamento superficial de acordo com sua característica com base no uso e/ou ocupação da área conforme Tabela 1.

A_t: Área total da bacia.

Tabela 1. Coeficiente de escoamento superficial.

DESCRIÇÃO DA ÁREA	COEFICIENTE DE “RUN-OFF”
Área comercial	
– Central	0,70 a 0,95
– Bairros	0,50 a 0,70
Área residencial	
– Residências isoladas	0,35 a 0,50
– Unidades Múltiplas (separadas)	0,40 a 0,60
– Unidades Múltiplas (conjugadas)	0,60 a 0,75
– Lotes com 2.000 m ² ou mais	0,30 a 0,45
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
Área residencial	
– Residências isoladas	0,35 a 0,50
– Unidades Múltiplas (separadas)	0,40 a 0,60
– Unidades Múltiplas (conjugadas)	0,60 a 0,75
– Lotes com 2.000 m ² ou mais	0,30 a 0,45
Parques, Cemitérios	0,10 a 0,25
“Playgrounds”	0,20 a 0,35
Pátios de estradas de ferro	0,20 a 0,40
Áreas sem melhoramento	0,10 a 0,30
Ruas	
– Pavimentação asfáltica	0,70 a 0,95
– Pavimentação de concreto	0,80 a 0,95
Passeios	0,70 a 0,85
Telhados	0,70 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 pesados)	
– 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: CETESB (1986).

CHEN (1983) propõe que, em regiões onde não há equações para se determinar a intensidade máxima de precipitação, deve ser utilizada a seguinte equação:

$$I_m = \frac{K \times TR^a}{(t + b)^c}$$

Onde:

I_m: Intensidade máxima de precipitação em mm.h⁻¹

TR: tempo de retorno da chuva em anos.

K, a, b, c: são parâmetros locais obtidos por regressão não linear, com base nas informações extraídas de pluviogramas.

t: Tempo de duração mínima (min)

Conforme CETESB (1986) para um sistema de microdrenagem será considerado um tempo de retorno de chuvas de 2 a 10 anos, que deve ser adotado de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2. Período de retorno de chuvas intensas

TIPO DE OCUPAÇÃO DA ÁREA	PERÍODO DE RETORNO DA CHUVA INICIAL DE PROJETO
1. Residencial	2 anos
2. Áreas comerciais	5 anos
3. Áreas com edifícios públicos	5 anos
4. Aeroportos	2 -5 anos
5. Áreas comerciais altamente valorizadas e terminais aeroportuários	5 -10 anos

Fonte: CETESB (1986).

Segundo BOTELHO (2011) o tempo de concentração pode ser estimado pela soma de dois tempos:

$$t_c = t_a + t_s$$

Onde:

t_c: Tempo de duração da chuva em minutos.

t_a: Tempo gasto por uma gota de água percorre do ponto extremo da bacia, até chegar ao vale de maior extensão, fixa-se: **ta = 10 minutos em projetos urbanos.**

t_s: Tempo que uma gota de água gasta para percorrer o caminho de maior extensão da bacia, até a seção drenante.

BOTELHO (2011), para calcular o t_s utiliza-se a fórmula de George Ribeiro, publicada em fevereiro de 1961, na revista do Clube de Engenharia.

$$T_s = \frac{16 \times L}{(1,05 - 0,2p) \times (100 \times I_m^{0,04})}$$

Onde:

t_s: Tempo de escoamento superficial da bacia (min)

L: Distância entre o ponto mais longe da área de contribuição ao ponto considerado, (km).

p: Porcentagem de área verde da bacia.

I_m: Declividade média do terreno ao longo do trecho L considerado (m/m).

Segundo CETESB (1986), pode-se calcular a capacidade teórica de descarga nas sarjetas pela equação de Manning modificada por IZZARD:

$$Q = 0,375 \cdot \left(\frac{Z}{n}\right) \cdot i^{1/2} \cdot y^{8/3}$$

Onde:

Q: descarga em m³/s.

Z: é o inverso da declividade transversal em m/m.

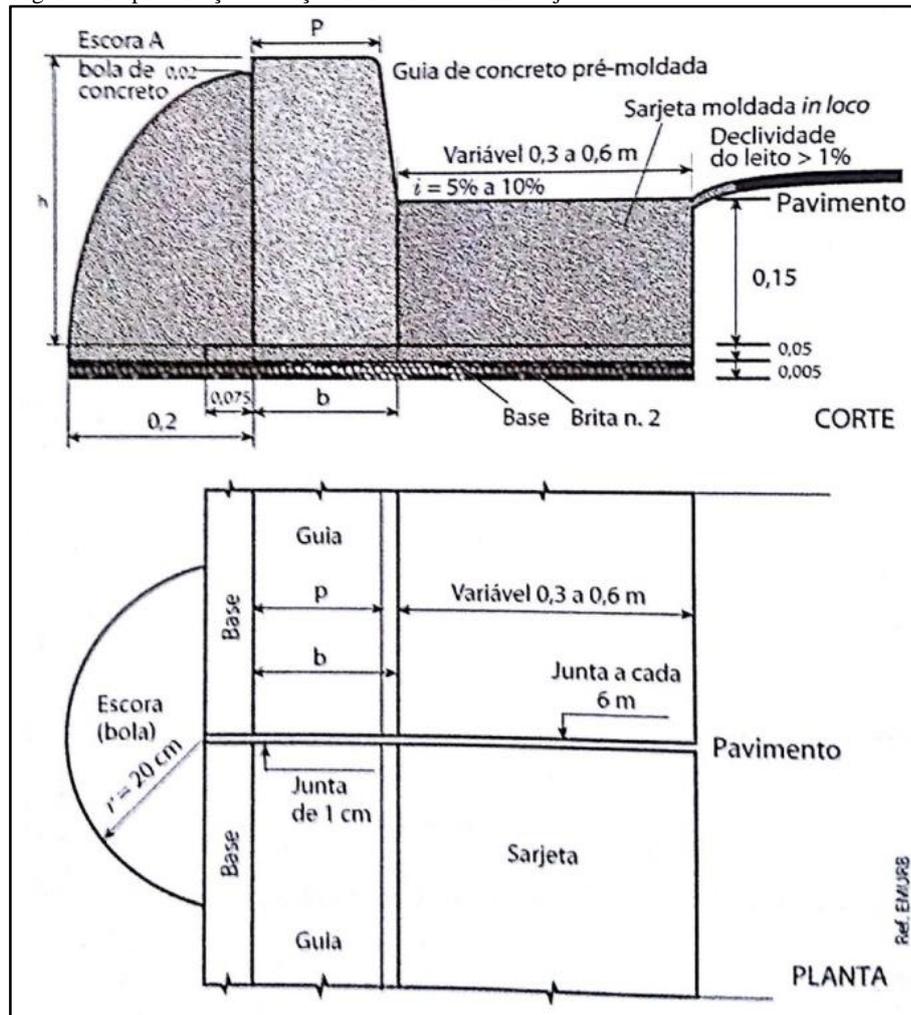
i: é a declividade longitudinal em m/m

y: é profundidade junto à linha de fundo em m.

n: é o coeficiente de rugosidade.

A Figura 4 mostra uma seção típica de uma sarjeta representando itens a serem considerados para a aplicação na equação.

Figura 4. Representação da seção transversal de uma sarjeta



Fonte: BOTELHO (2011)

NETTO (1998), diz que a capacidade hidráulica das bocas de lobo na guia, pode ser considerada como a de um vertedor de parede espessa, cuja expressão é:

$$Q = 1,71 \cdot L \cdot H^{3/2} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

Onde:

Q: capacidade hidráulica da boca de lobo (m³/s)

L: é o comprimento da abertura (m)

H: é a altura da água nas proximidades (m)

Para boca de lobo com grelha, pode-se utilizar a mesma expressão, porém deve-se substituir L por P (perímetro da área livre do orifício).

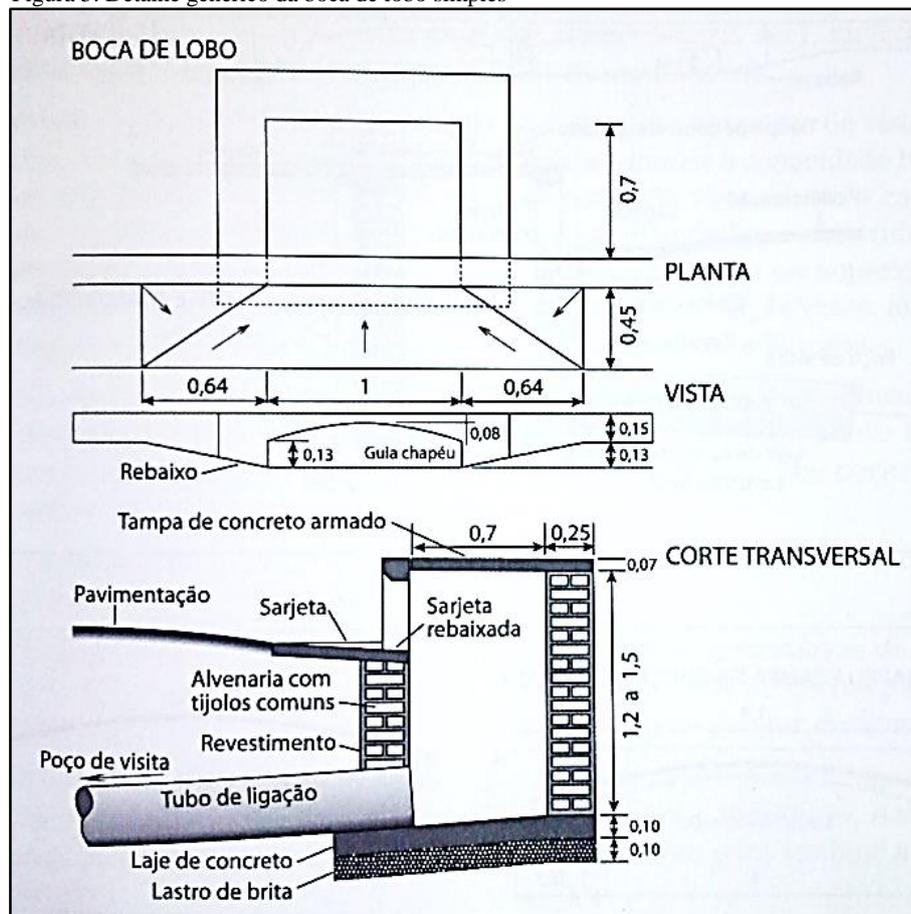
CETESB (1986) mostra que a capacidade hidráulica das bocas de lobo é reduzida por diversos fatores, tais como detritos carregados pelas chuvas e irregularidades nos pavimentos. Para compensar esses efeitos deve-se aplicar coeficientes de redução conforme o Tabela 3.

Tabela 3. Coeficiente de redução sobre os valores teóricos calculados

LOCALIZAÇÃO NAS SARJETAS	TIPO DA BOCA DE LOBO	% PERMITIDA SOBRE O VALOR TEÓRICO
Ponto baixo	Simple	80
	Com grelha	50
	Combinada	65
Ponto intermediário	Simple	80
	Grelha longitudinal	60
	Grelha transversal, ou longitudinal com barras transversais.	50
	Combinada	110% dos valores indicados para a grelha correspondente.

Fonte: CETESB (1986).

Figura 5. Detalhe genérico da boca de lobo simples



Fonte: BOTELHO (2011).

Conforme NETTO (1998), com as vazões de projeto definidas, a aplicação do método racional considera-se os seguintes princípios:

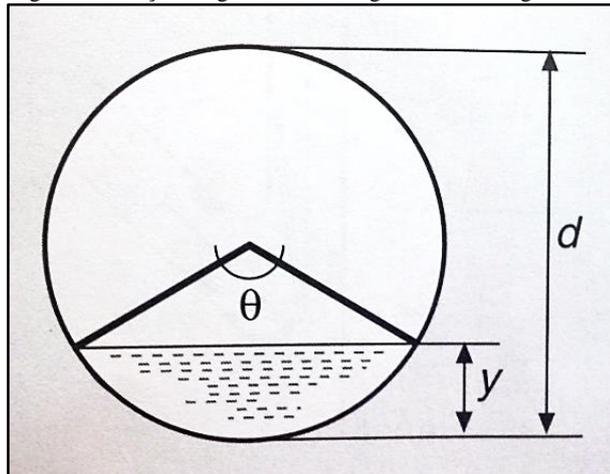
- A duração da chuva é igual ao tempo de concentração;
- Intensidade constante na duração da chuva;
- Impermeabilidade da superfície não se altera na duração da chuva;
- O escoamento da galeria como conduto livre em regime permanente e uniforme;
- Diâmetro mínimo é de 300 mm;
- Velocidade mínima de 0,75 m/s;
- Velocidade máxima de 5 m/s;
- Declividade econômica é igual à do terreno.

Os valores indicados acima são sugeridos, pois ainda não existe uma norma brasileira de recomendações.

O diâmetro da tubulação pode ser calculado com a equação de Manning, considerando altura de lamina d'água menor que 0,8d, com a seguinte expressão:

$$d = 1,511 (n \cdot Q \cdot I^{-\frac{1}{2}})^{\frac{3}{8}}$$

Figura 6. Relações trigonométricas e geométricas da galeria



Fonte: NETTO (1998).

$$Q_p = \frac{\pi d^2}{4 \cdot n} * \left(\frac{d}{4}\right)^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}}$$

$$v_p = \frac{1}{n} * \left(\frac{d}{4}\right)^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}}$$

Onde:

n: Rugosidade do material

Q_p: Vazão a seção plena em m³/s

d: Diâmetro do tubo em m

I: Inclinação m/m

v_p: velocidade a seção plena m/s

Com a relação de Q/Q_p, consultar a Tabela 4 para de obter os valores de y/d.

Tabela 4. Características dos condutos circulares parcialmente cheios

Características dos condutos circulares parcialmente cheios.											
y/d	Qx/Qp	Ux/Up	y/d	Qx/Qp	Ux/Up	y/d	Qx/Qp	Ux/Up	y/d	Qx/Qp	Ux/Up
0,07	0,01	0,32	0,36	0,26	0,82	0,51	0,51	1	0,66	0,76	1,1
0,1	0,02	0,41	0,37	0,27	0,83	0,51	0,52	1,01	0,66	0,77	1,1
0,12	0,03	0,46	0,38	0,28	0,85	0,52	0,53	1,01	0,67	0,78	1,11
0,14	0,04	0,47	0,39	0,29	0,87	0,52	0,54	1,02	0,68	0,79	1,11
0,15	0,05	0,49	0,39	0,3	0,87	0,54	0,55	1,02	0,68	0,8	1,12
0,16	0,06	0,51	0,39	0,31	0,88	0,55	0,56	1,02	0,69	0,81	1,12
0,18	0,07	0,53	0,4	0,32	0,89	0,55	0,57	1,03	0,69	0,82	1,13
0,19	0,08	0,54	0,41	0,33	0,9	0,56	0,58	1,03	0,7	0,83	1,13
0,2	0,09	0,59	0,41	0,34	0,9	0,56	0,59	1,04	0,7	0,84	1,13
0,22	0,1	0,62	0,42	0,35	0,91	0,57	0,6	1,04	0,71	0,85	1,13
0,22	0,11	0,63	0,42	0,36	0,92	0,58	0,61	1,05	0,72	0,86	1,13
0,25	0,12	0,65	0,43	0,37	0,93	0,58	0,62	1,06	0,73	0,87	1,13
0,26	0,13	0,67	0,44	0,38	0,93	0,58	0,63	1,06	0,74	0,88	1,13
0,27	0,14	0,68	0,45	0,39	0,93	0,58	0,64	1,06	0,74	0,89	1,13
0,28	0,15	0,69	0,46	0,4	0,94	0,59	0,65	1,07	0,75	0,9	1,14
0,28	0,16	0,71	0,47	0,41	0,95	0,6	0,66	1,08	0,75	0,91	1,14
0,28	0,17	0,71	0,47	0,42	0,96	0,6	0,67	1,08	0,76	0,92	1,14
0,29	0,18	0,72	0,48	0,43	0,97	0,61	0,68	1,08	0,77	0,93	1,14
0,3	0,19	0,73	0,48	0,44	0,97	0,62	0,69	1,08	0,78	0,94	1,14
0,31	0,2	0,77	0,48	0,45	0,98	0,62	0,7	1,08	0,78	0,95	1,15
0,32	0,21	0,78	0,49	0,46	0,99	0,62	0,71	1,09	0,78	0,96	1,15
0,33	0,22	0,79	0,49	0,47	0,99	0,63	0,72	1,09	0,79	0,97	1,15
0,34	0,23	0,8	0,5	0,48	0,99	0,63	0,73	1,09	0,8	0,98	1,15
0,35	0,24	0,81	0,5	0,49	0,99	0,64	0,74	1,09	0,81	0,99	1,15
0,36	0,25	0,82	0,5	0,5	1	0,65	0,75	1,1	0,82	1	1,15

Fonte: BAPTISTA (2010)

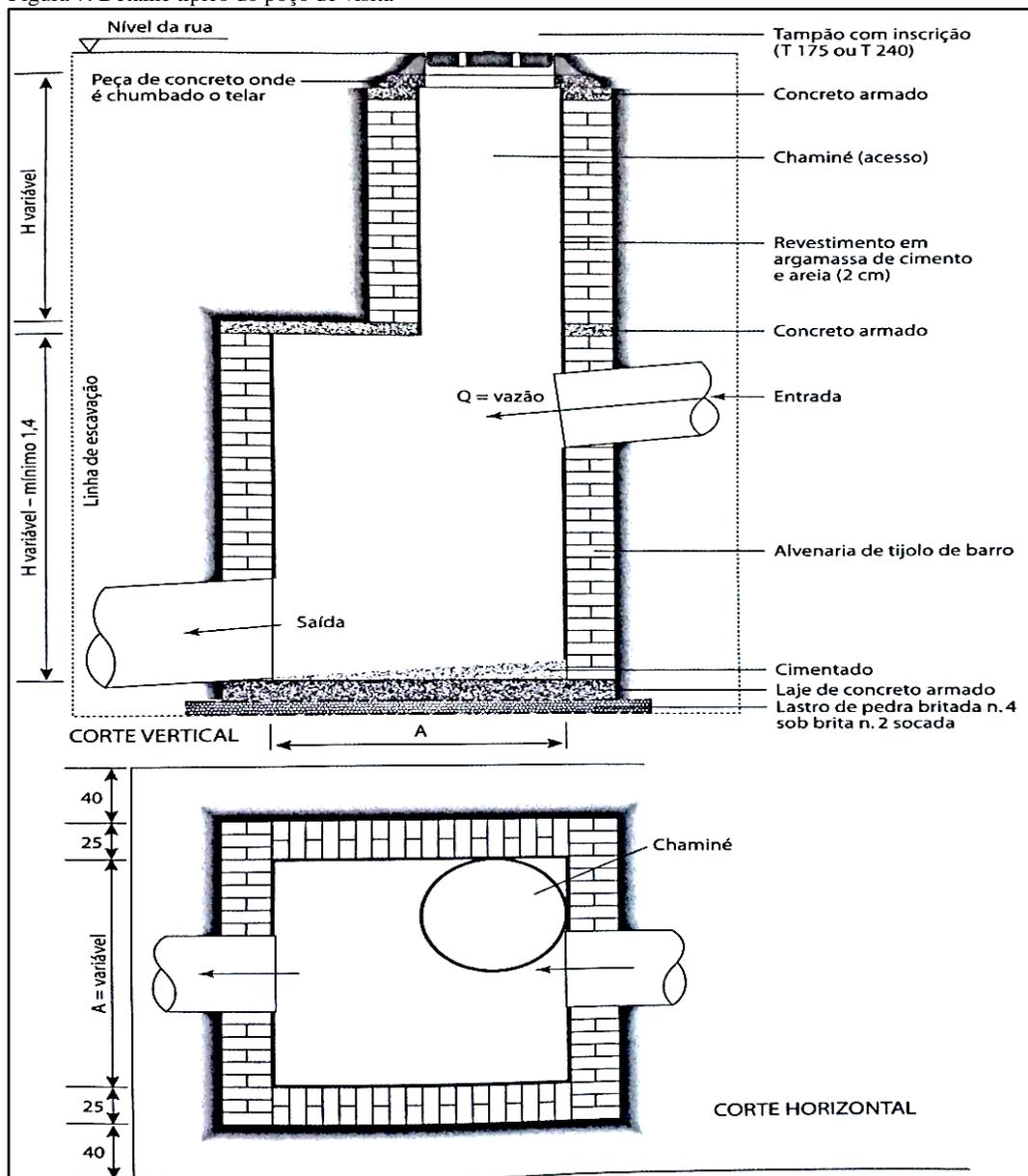
Segundo BOTELHO (2011) as dimensões dos poços de visita variam em função do diâmetro da galeria, da qual recebe. Conforme mostra as dimensões na Tabela 5 e aplicando na Figura 7 a seguir:

Tabela 5. Dimensões dos poços de visita: variação da dimensão A em função do maior diâmetro

D (mm)	A (m)	D (mm)	A (m)
	1,20 mínimo	900	1,7
600	1,4	1000	1,8
700	1,5	1200	2
800	1,6	1500	2,3

Fonte: BOTELHO (2011).

Figura 7. Detalhe típico do poço de visita



Fonte: BOTELHO (2011).

5 MEMORIAL DE CÁLCULO

5.1 Cálculo da vazão total da bacia

A Avenida Plínio salgado sofre alagamentos constantes durante os períodos de chuva, desta forma serão analisadas as áreas alagadas e os entornos que contribuem para o problema, verificando assim as possíveis causas dos danos.

Desta forma, a utilização do Método Racional foi o primeiro passo para o desenvolvimento.

$$C_{médio} = \Sigma ((134661,96 \times 0,2) + (1329479,67 \times 0,9)) / 1464141,63 = 0,83$$

Para o cálculo de chuvas intensas da região estudada, foi utilizada a equação proposta por CHEN (1983). Sendo que para isto, foi realizada o cálculo da concentração da bacia e do tempo de escoamento de escoamento da gota de água até a boca de lobo mais distante (ts). Onde:

$$T_s = \frac{16 * 1,2}{(1,05 - 0,2 * 0,09) * (100 * 0,0275)^{0,04}} = 17,87 \text{ min}$$

$$T_c = 10 + 17,87 = 27,87 \text{ min}$$

$$I_m = \frac{5.987,104 \times 10^{0,218}}{(17,87 + 32,694)^{1,087}} = 139,04 \text{ mm/h ou } 0,139 \text{ m/h}$$

$$Q = 0,83 * \frac{139,04 / 1000}{3600} * 1464141,6 = 46,93 \text{ m}^3/\text{s}$$

5.2 Bocas de lobo

Após a análise de campo das bocas de lobo que não conseguiam atender a demanda pluvial do bairro, os pontos problemáticos foram identificados, fazendo-se de importância a verificação numérica de cada um dos pontos, de forma a apresentar corretamente os pontos a serem tratados.

Com posse de dados coletados através de estudos já realizados nesta etapa de estudo, foi possível a verificação da incapacidade do conjunto de bocas de lobo que estão aquém das necessidades pluviais do trecho em estudo, e para melhor exemplificação dos pontos, foram desenvolvidas tabelas explicativas com relação aos pontos em análise.

5.3 Planilha de cálculos

Os cálculos descritos anteriormente, são apresentados de modo sucinto e direto pela planilha abaixo:

Tabela 6. Dados e cálculos iniciais

Dados de Entrada					Cálculos					
Cm	0,83		itrans_{sarjeta}	0,05 m/m	ts	17,8669		z1	20	m ⁻¹
p	0,09	%	itrans_{Rua}	0,02 m/m	tc	27,8669		z2	50	m ⁻¹
L	1,2	km	h_{meio fio}	0,15 m/m	i	139,04	mm/h	yo	0,12	m
Im	0,0275	m/m	larg_{sarjeta}	0,5 m/m				y1	0,095	m
T	10	(2 a 10 anos)	n	0,016						

5.3.1 Dimensionamento da vazão máxima

Tabela 7. Vazão máxima

Rua	Trecho	Área		Q				DH(m)	L (m)	Im (m/m)	QS (m ³ /s)	Qsreal (m ³ /s)	QexcME (m ³ /s)	QexMD (m ³ /s)
		Esquerda (m ²)	Direita (m ²)	Esquerda (m ³ /s)	Direita (m ³ /s)	Esq. Acumulada (m ³ /s)	Dir. Acumulada (m ³ /s)							
R. Tenente Joaquim Pinto	1 a 2	670,62	710,98	0,0215	0,0228	0,021	0,023	4,40	62,30	0,071	0,09	0,07	-0,05	-0,05
R. Tenente Joaquim Pinto	2 a 3	1197,57	1239,01	0,0384	0,0397	0,060	0,063	3,30	62,60	0,053	0,07	0,06	0,00	0,00
R. Tenente Joaquim Pinto	3 a 4	1219,6	877,47	0,0391	0,0281	0,099	0,091	3,40	59,89	0,057	0,08	0,06	0,04	0,03
R. Tenente Joaquim Pinto	4 a 5	1195,57	985,56	0,0383	0,0316	0,137	0,122	2,30	58,97	0,039	0,06	0,05	0,09	0,07
Av. Ana Jacinta	16 a 6	4534,56	348,56	0,1454	0,0112	0,145	0,011	1,00	195,85	0,005	0,02	0,02	0,13	-0,01
R. Allan Kardec	6 a 7	575,42	478,45	0,0184	0,0153	0,175	0,015	2,60	49,58	0,052	0,07	0,06	0,12	-0,04
R. Tonico Xavier	1 a 7	3656,09	3882,71	0,1172	0,1245	0,117	0,124	3,80	167,62	0,023	0,05	0,04	0,08	0,09
R. Tonico Xavier	17 a 7	4671,04	4113,11	0,1497	0,1319	0,150	0,132	3,10	192,51	0,016	0,04	0,03	0,12	0,10
R. Allan Kardec	7 a 8	800,51	675,17	0,0257	0,0216	0,482	0,279	3,20	63,20	0,051	0,07	0,06	0,42	0,22
R. Dr. José Maros	2 a 8	5315,49	4084,58	0,1704	0,1309	0,170	0,131	2,70	167,66	0,016	0,04	0,03	0,14	0,10
R. Dr. José Maros	18 a 8	4520,08	5339,59	0,1449	0,1712	0,145	0,171	2,20	189,10	0,012	0,03	0,03	0,12	0,14
R. Allan Kardec	8 a 9	1273,79	1235,53	0,0408	0,0396	0,839	0,620	4,10	62,43	0,066	0,08	0,07	0,77	0,55
R. Maria Antonieta	3 a 9	3959,73	3681,22	0,1269	0,1180	0,127	0,118	3,00	167,37	0,018	0,04	0,03	0,09	0,08
R. Maria Antonieta	19 a 9	4307,53	4525,55	0,1381	0,1451	0,138	0,145	2,30	183,19	0,013	0,04	0,03	0,11	0,12
R. Allan Kardec	9 a 10	936,74	1127,23	0,0300	0,0361	1,152	0,901	3,80	59,56	0,064	0,08	0,06	1,09	0,84

Rua	Trecho	Área		Q				DH(m)	L (m)	Im (m/m)	QS (m³/s)	Qsreal (m³/s)	QexcME (m³/s)	Qex MD (m³/s)
		Esquerda (m²)	Direita (m²)	Esquerda (m³/s)	Direita (m³/s)	Esq. Acumulada (m³/s)	Dir. Acumulada (m³/s)							
R. Santa Margarida	4 a 10	3992,97	3910,11	0,1280	0,1253	0,128	0,125	3,60	167,70	0,021	0,05	0,04	0,09	0,09
R. Santa Margarida	20 10	3924,11	4248,71	0,1258	0,1362	0,126	0,136	2,60	178,48	0,015	0,04	0,03	0,09	0,11
R. Allan Kardec	10 a 11	564,31	1351,95	0,0181	0,0433	0,018	0,043	3,30	59,89	0,040	0,06	0,05	-0,03	-0,01
R. Dr. Antonio Francisco de Oliveira	5 a 11	3511,22	4178,75	0,1126	0,1340	0,250	0,256	4,70	167,76	0,028	0,05	0,04	0,21	0,21
R. Allan Kardec	11 a 12	1124,33	1290,35	0,0360	0,0414	0,054	0,591	1,60	61,10	0,026	0,05	0,04	0,01	0,55
R. Dr. Rodrigo Rosemburg	12 a 14	1726,19	2240,45	0,0553	0,0718	0,109	0,663	1,10	103,74	0,011	0,03	0,03	0,08	0,64
Av. Plínio Salgado	10 a 13	982,65	504,84	0,0315	0,0162	1,446	1,170	3,30	81,54	0,040	0,06	0,05	1,39	1,12
R. Dr. Antonio Francisco de Oliveira	11 a 13	541,13	1057,49	0,0173	0,0339	0,017	0,034	0,20	53,86	0,004	0,02	0,02	0,00	0,02
R. Dr. Antonio Francisco de Oliveira	21 a 13	2169,9	2765,18	0,0696	0,0886	0,070	0,089	1,90	121,45	0,016	0,04	0,03	0,04	0,06
Av. Plínio Salgado	13 a 14	916,95	888,29	0,0294	0,0285	1,633	1,250	2,50	79,45	0,031	0,06	0,05	1,59	1,20
R. Dr. Rodrigo Rosemburg	22 a 14	957,31	1311,05	0,0307	0,0420	0,031	0,042	1,40	67,33	0,021	0,05	0,04	-0,01	0,00
Av. Plínio Salgado	14 a 23	1145,06	865,26	0,0367	0,0277	1,743	2,050	3,10	111,19	0,028	0,05	0,04	1,70	2,01
R. Santa Catarina	15 a 16	958,72	485,58	0,0307	0,0156	0,031	0,016	1,40	38,57	0,036	0,06	0,05	-0,02	-0,03
Av. Ana Jacinta	25 a 16	2919,37	3204,9	0,0936	0,1027	0,094	0,103	1,50	103,97	0,014	0,04	0,03	0,06	0,07
R. Santa Catarina	16 a 17	579,72	440,71	0,0186	0,0141	0,246	0,030	1,50	49,88	0,030	0,06	0,04	0,20	-0,01
R. Tônico Xavier	26 a 17	2774,16	1998,95	0,0889	0,0641	0,089	0,064	1,50	119,20	0,013	0,04	0,03	0,06	0,04
R. Santa Catarina	17 a 18	1116,41	1232,89	0,0358	0,0395	0,434	0,069	3,30	63,45	0,052	0,07	0,06	0,38	0,01
R. Dr. José Maros	27 a 18	2843,7	3359,19	0,0912	0,1077	0,091	0,108	2,70	111,28	0,024	0,05	0,04	0,05	0,07
R. Santa Catarina	18 a 19	1339,1	1274,3	0,0429	0,0408	0,676	0,110	3,80	62,43	0,061	0,08	0,06	0,61	0,05
R. Maria Antonieta	28 a 19	2430,03	2482,34	0,0779	0,0796	0,078	0,080	2,50	102,58	0,024	0,05	0,04	0,04	0,04
R. Santa Catarina	19 a 20	1232,01	1355,31	0,0395	0,0434	0,873	0,154	3,60	60,00	0,060	0,08	0,06	0,81	0,09
R. Santa Margarida	29 a 20	2508,28	2733,74	0,0804	0,0876	0,080	0,088	2,10	115,02	0,018	0,04	0,03	0,05	0,05
R. Santa Catarina	20 a 21	1266,49	1313,62	0,0406	0,0421	1,082	0,196	3,80	59,71	0,064	0,08	0,06	1,02	0,13
R. Dr. Antonio Francisco de Oliveira	30 a 21	2660,76	2662,01	0,0853	0,0853	0,085	0,085	2,40	111,24	0,022	0,05	0,04	0,05	0,05
R. Santa Catarina	21 a 22	1213,54	1301,95	0,0389	0,0417	1,291	0,237	3,30	60,36	0,055	0,08	0,06	1,23	0,18
R. Dr. Rodrigo Rosemburg	31 a 22	2531,19	2476,43	0,0811	0,0794	0,081	0,079	2,10	100,49	0,021	0,05	0,04	0,04	0,04
R. Santa Catarina	22 a 23	1119,7	582,71	0,0359	0,0187	1,488	0,256	3,50	59,65	0,059	0,08	0,06	1,43	0,19
R. Alvaro Mendes	32 a 23	1921,98	2440,97	0,0616	0,0782	0,062	0,078	2,00	128,01	0,016	0,04	0,03	0,03	0,05
Av. Plínio Salgado	23 a 24	1303,29	1033,82	0,0418	0,0331	3,412	2,083	1,90	73,73	0,026	0,05	0,04	3,37	2,04

Fonte: O autor

5.3.2 Dimensionamento de galerias

Tabela 8. Dimensionamento das galerias

Rua	Trecho	Qgal (Mesquerda) (m ³ /s)	Qgal (Mdireita) (m ³ /s)	Fator de majoração	Qdim (m ³ /s)	L (m)	I (m/m)	N	D calc (m)	Comercial (mm)
Rua Tenente Joaquim Pinto	3 a 4	0,10	0,09	0,98	0,193	59,890	0,057	0,016	0,304	400
Rua Tenente Joaquim Pinto	4 a 5	0,14	0,12	0,98	0,265	58,970	0,039	0,016	0,367	400
Av. Ana Jacinta	16 a 6	0,15	0,01	0,98	0,160	195,850	0,005	0,016	0,444	500
Rua Allan Kardec	6 a 7	0,17	0,02	0,98	0,194	49,580	0,052	0,016	0,309	400
Rua Tunico Xavier	1 a 7	0,12	0,12	0,98	0,247	167,620	0,023	0,016	0,395	400
Rua Tunico Xavier	17 a 7	0,15	0,13	0,98	0,287	192,510	0,016	0,016	0,446	500
Rua Allan Kardec	7 a 8	0,48	0,28	0,98	0,776	63,200	0,051	0,016	0,523	600
Rua Dr. José Maros	2 a 8	0,17	0,13	0,98	0,307	167,660	0,016	0,016	0,458	500
Rua Dr. José Maros	18 a 8	0,14	0,17	0,98	0,323	189,100	0,012	0,016	0,495	500
Rua Allan Kardec	8 a 9	0,84	0,62	0,98	1,488	62,430	0,066	0,016	0,635	700
Rua Maria Antonieta	3 a 9	0,13	0,12	0,98	0,250	167,370	0,018	0,016	0,415	500
Rua Maria Antonieta	19 a 9	0,14	0,15	0,98	0,289	183,190	0,013	0,016	0,469	500
Rua Allan Kardec	9 a 10	1,15	0,90	0,98	2,095	59,560	0,064	0,016	0,726	800
Rua Santa Margarida	4 a 10	0,13	0,13	0,98	0,259	167,700	0,021	0,016	0,406	500
Rua Santa Margarida	20 10	0,13	0,14	0,98	0,267	178,480	0,015	0,016	0,443	500
Rua Dr. Antonio Francisco de Oliveira	5 a 11	0,25	0,26	0,98	0,516	167,760	0,028	0,016	0,501	600
Rua Allan Kardec	11 a 12	0,05	0,59	0,98	0,658	61,100	0,026	0,016	0,556	600
Rua Dr. Rodrigo Rosemburg	12 a 14	0,11	0,66	0,98	0,788	103,740	0,011	0,016	0,704	800
Av. Plínio Salgado	10 a 13	1,45	1,17	0,98	2,669	81,540	0,040	0,016	0,866	1000
Rua Dr. Antonio Francisco de Oliveira	11 a 13	0,02	0,03	0,98	0,052	53,860	0,004	0,016	0,310	400
Rua Dr. Antonio Francisco de Oliveira	21 a 13	0,07	0,09	0,98	0,161	121,450	0,016	0,016	0,361	400
Av. Plínio Salgado	13 a 14	1,63	1,25	0,98	2,942	79,450	0,031	0,016	0,942	1000
Av. Plínio Salgado	14 a 23	1,74	2,05	0,98	3,870	111,190	0,028	0,016	1,068	1200
Av. Ana Jacinta	25 a 16	0,09	0,10	0,98	0,200	103,970	0,014	0,016	0,398	400
Rua Santa Catarina	16 a 17	0,25	0,03	0,98	0,281	49,880	0,030	0,016	0,394	400
Rua Tunico Xavier	26 a 17	0,09	0,06	0,98	0,156	119,200	0,013	0,016	0,372	400
Rua Santa Catarina	17 a 18	0,43	0,07	0,98	0,514	63,450	0,052	0,016	0,445	500
Rua Dr. José Maros	27 a 18	0,09	0,11	0,98	0,203	111,280	0,024	0,016	0,363	400
Rua Santa Catarina	18 a 19	0,68	0,11	0,98	0,802	62,430	0,061	0,016	0,511	600
Rua Maria Antonieta	28 a 19	0,08	0,08	0,98	0,161	102,580	0,024	0,016	0,332	400
Rua Santa Catarina	19 a 20	0,87	0,15	0,98	1,048	60,000	0,060	0,016	0,566	600
Rua Santa Margarida	29 a 20	0,08	0,09	0,98	0,171	115,020	0,018	0,016	0,359	400
Rua Santa Catarina	20 a 21	1,08	0,20	0,98	1,304	59,710	0,064	0,016	0,608	700
Rua Dr. Antonio Francisco de Oliveira	30 a 21	0,09	0,09	0,98	0,174	111,240	0,022	0,016	0,350	400
Rua Santa Catarina	21 a 22	1,29	0,24	0,98	1,560	60,360	0,055	0,016	0,669	700
Rua Dr. Rodrigo Rosemburg	31 a 22	0,08	0,08	0,98	0,164	100,490	0,021	0,016	0,344	400
Rua Santa Catarina	22 a 23	1,49	0,26	0,98	1,779	88,760	0,039	0,016	0,748	800
Rua Alvaro Mendes	32 a 23	0,06	0,08	0,98	0,143	128,010	0,016	0,016	0,345	400
Av. Plínio Salgado	23 a 24	3,41	2,08	0,98	5,607	73,730	0,026	0,016	1,245	1500

Fonte: O autor

5.3.3 Dimensionamento das bocas de lobo

Tabela 9. Dimensionamento das bocas de lobo

Rua	Trecho	Q _{me} (m ³ /s)	Q _{md} (m ³ /s)	H BI (m)	L _{me} (m)	L _{md} (m)	Fator de Majoração	L _{real Me} (m)	L _{real Md} (m)	Adotado Me (m)	Adotado Md (m)
R. Tenente Joaquim Pinto	3 a 4	0,039	0,028	0,165	0,34	0,25	1,2	0,41	0,30	1,0	1,0
R. Tenente Joaquim Pinto	4 a 5	0,038	0,032	0,165	0,34	0,28	1,2	0,40	0,33	1,0	1,0
Av. Ana Jacinta	16 a 6	0,145	0,011	0,165	1,28	0,10	1,2	1,53	0,12	1,0	1,0
R. Allan Kardec	6 a 7	0,018	0,015	0,165	0,16	0,13	1,2	0,19	0,16	1,0	1,0
R. Tónico Xavier	1 a 7	0,117	0,124	0,165	1,03	1,09	1,2	1,23	1,31	1,0	1,0
R. Tónico Xavier	17 a 7	0,150	0,132	0,165	1,31	1,16	1,2	1,58	1,39	1,0	1,0
R. Allan Kardec	7 a 8	0,026	0,022	0,165	0,23	0,19	1,2	0,27	0,23	1,0	1,0
R. Dr. José Maros	2 a 8	0,170	0,131	0,165	1,50	1,15	1,2	1,79	1,38	1,0	1,0
R. Dr. José Maros	18 a 8	0,145	0,171	0,165	1,27	1,50	1,2	1,53	1,80	1,0	1,0
R. Allan Kardec	8 a 9	0,041	0,040	0,165	0,36	0,35	1,2	0,43	0,42	1,0	1,0
R. Maria Antonieta	3 a 9	0,127	0,118	0,165	1,11	1,04	1,2	1,34	1,24	1,0	1,0
R. Maria Antonieta	19 a 9	0,138	0,145	0,165	1,21	1,27	1,2	1,45	1,53	1,0	1,0
R. Allan Kardec	9 a 10	0,030	0,036	0,165	0,26	0,32	1,2	0,32	0,38	1,0	1,0
R. Santa Margarida	4 a 10	0,128	0,125	0,165	1,12	1,10	1,2	1,35	1,32	1,0	1,0
R. Santa Margarida	20 10	0,126	0,136	0,165	1,10	1,20	1,2	1,32	1,43	1,0	1,0
R. Dr. Antonio Francisco de Oliveira	5 a 11	0,113	0,134	0,165	0,99	1,18	1,2	1,19	1,41	1,0	1,0
R. Allan Kardec	11 a 12	0,036	0,041	0,165	0,32	0,36	1,2	0,38	0,44	1,0	1,0
R. Dr. Rodrigo Rosemburg	12 a 14	0,055	0,072	0,165	0,49	0,63	1,2	0,58	0,76	1,0	1,0
Av. Plínio Salgado	10 a 13	0,032	0,016	0,165	0,28	0,14	1,2	0,33	0,17	1,0	1,0
R. Dr. Antonio Francisco de Oliveira	11 a 13	0,017	0,034	0,165	0,15	0,30	1,2	0,18	0,36	1,0	1,0
R. Dr. Antonio Francisco de Oliveira	21 a 13	0,070	0,089	0,165	0,61	0,78	1,2	0,73	0,93	1,0	1,0
Av. Plínio Salgado	13 a 14	0,029	0,028	0,165	0,26	0,25	1,2	0,31	0,30	1,0	1,0
Av. Plínio Salgado	14 a 23	0,037	0,028	0,165	0,32	0,24	1,2	0,39	0,29	1,0	1,0
Av. Ana Jacinta	25 a 16	0,094	0,103	0,165	0,82	0,90	1,2	0,99	1,08	1,0	1,0
R. Santa Catarina	16 a 17	0,019	0,014	0,165	0,16	0,12	1,2	0,20	0,15	1,0	1,0
R. Tónico Xavier	26 a 17	0,089	0,064	0,165	0,78	0,56	1,2	0,94	0,67	1,0	1,0
R. Santa Catarina	17 a 18	0,036	0,040	0,165	0,31	0,35	1,2	0,38	0,42	1,0	1,0
R. Dr. José Maros	27 a 18	0,091	0,108	0,165	0,80	0,95	1,2	0,96	1,13	1,0	1,0
R. Santa Catarina	18 a 19	0,043	0,041	0,165	0,38	0,36	1,2	0,45	0,43	1,0	1,0
R. Maria Antonieta	28 a 19	0,078	0,080	0,165	0,68	0,70	1,2	0,82	0,84	1,0	1,0
R. Santa Catarina	19 a 20	0,039	0,043	0,165	0,35	0,38	1,2	0,42	0,46	1,0	1,0
R. Santa Margarida	29 a 20	0,080	0,088	0,165	0,71	0,77	1,2	0,85	0,92	1,0	1,0
R. Santa Catarina	20 a 21	0,041	0,042	1,165	0,02	0,02	2,2	0,04	0,04	1,0	1,0
R. Dr. Antonio Francisco de Oliveira	30 a 21	0,085	0,085	0,165	0,75	0,75	1,2	0,90	0,90	1,0	1,0
R. Santa Catarina	21 a 22	0,039	0,042	0,165	0,34	0,37	1,2	0,41	0,44	1,0	1,0
R. Dr. Rodrigo Rosemburg	31 a 22	0,081	0,079	0,165	0,71	0,70	1,2	0,85	0,84	1,0	1,0
R. Santa Catarina	22 a 23	0,036	0,019	0,165	0,32	0,16	1,2	0,38	0,20	1,0	1,0
R. Alvaro Mendes	32 a 23	0,062	0,078	0,165	0,54	0,69	1,2	0,65	0,82	1,0	1,0
Av. Plínio Salgado	23 a 24	0,042	0,033	0,165	0,37	0,29	1,2	0,44	0,35	1,0	1,0

Fonte: O autor

5.3.4 Dimensionamento das tubulações secundárias

Tabela 10. Cálculo da tubulação secundária

Rua	Trecho	Q _{me} (m ³ /s)	Q _{md} (m ³ /s)	Fator de majoracao	Q _{dim Me} (m ³ /s)	Q _{dim Md} (m ³ /s)	I (m/m)	N	D Calc. Me (m)	D Calc. Md (m)	D adot. Me (mm)	D Adot. Md (mm)
R. Tenente Joaquim Pinto	3 a 4	0,039	0,028	0,98	0,040	0,029	0,05	0,016	0,17	0,15	300	300
R. Tenente Joaquim Pinto	4 a 5	0,038	0,032	0,98	0,039	0,032	0,05	0,016	0,17	0,16	300	300
Av. Ana Jacinta	16 a 6	0,145	0,011	0,98	0,148	0,011	0,05	0,016	0,28	0,11	300	300
R. Allan Kardec	6 a 7	0,018	0,015	0,98	0,019	0,016	0,05	0,016	0,13	0,12	300	300
R. Tonico Xavier	1 a 7	0,117	0,124	0,98	0,120	0,127	0,05	0,016	0,26	0,27	300	300
R. Tonico Xavier	17 a 7	0,15	0,132	0,98	0,153	0,135	0,05	0,016	0,28	0,27	300	300
R. Allan Kardec	7 a 8	0,026	0,022	0,98	0,026	0,022	0,05	0,016	0,15	0,14	300	300
R. Dr. José Maros	2 a 8	0,17	0,131	0,98	0,174	0,134	0,05	0,016	0,30	0,27	300	300
R. Dr. José Maros	18 a 8	0,145	0,171	0,98	0,148	0,175	0,05	0,016	0,28	0,30	300	300
R. Allan Kardec	8 a 9	0,041	0,04	0,98	0,042	0,040	0,05	0,016	0,17	0,17	300	300
R. Maria Antonieta	3 a 9	0,127	0,118	0,98	0,130	0,120	0,05	0,016	0,27	0,26	300	300
R. Maria Antonieta	19 a 9	0,138	0,145	0,98	0,141	0,148	0,05	0,016	0,28	0,28	300	300
R. Allan Kardec	9 a 10	0,03	0,036	0,98	0,031	0,037	0,05	0,016	0,16	0,17	300	300
R. Santa Margarida	4 a 10	0,128	0,125	0,98	0,131	0,128	0,05	0,016	0,27	0,27	300	300
R. Santa Margarida	20 a 10	0,126	0,136	0,98	0,128	0,139	0,05	0,016	0,27	0,27	300	300
R. Dr. Antonio Francisco de Oliveira	5 a 11	0,113	0,134	0,98	0,115	0,137	0,05	0,016	0,26	0,27	300	300
R. Allan Kardec	11 a 12	0,036	0,041	0,98	0,037	0,042	0,05	0,016	0,17	0,18	300	300
R. Dr. Rodrigo Rosemburg	12 a 14	0,055	0,072	0,98	0,056	0,073	0,05	0,016	0,20	0,22	300	300
Av. Plínio Salgado	10 a 13	0,032	0,016	0,98	0,032	0,017	0,05	0,016	0,16	0,12	300	300
R. Dr. Antonio Francisco de Oliveira	11 a 13	0,017	0,034	0,98	0,018	0,035	0,05	0,016	0,13	0,16	300	300
R. Dr. Antonio Francisco de Oliveira	21 a 13	0,07	0,089	0,98	0,071	0,090	0,05	0,016	0,21	0,23	300	300
Av. Plínio Salgado	13 a 14	0,029	0,028	0,98	0,030	0,029	0,05	0,016	0,15	0,15	300	300
Av. Plínio Salgado	14 a 23	0,037	0,028	0,98	0,037	0,028	0,05	0,016	0,17	0,15	300	300
Av. Ana Jacinta	25 a 16	0,094	0,103	0,98	0,095	0,105	0,05	0,016	0,24	0,25	300	300
R. Santa Catarina	16 a 17	0,019	0,014	0,98	0,019	0,014	0,05	0,016	0,13	0,12	300	300
R. Tonico Xavier	26 a 17	0,089	0,064	0,98	0,091	0,065	0,05	0,016	0,23	0,21	300	300
R. Santa Catarina	17 a 18	0,036	0,04	0,98	0,037	0,040	0,05	0,016	0,17	0,17	300	300
R. Dr. José Maros	27 a 18	0,091	0,108	0,98	0,093	0,110	0,05	0,016	0,24	0,25	300	300
R. Santa Catarina	18 a 19	0,043	0,041	0,98	0,044	0,042	0,05	0,016	0,18	0,17	300	300
R. Maria Antonieta	28 a 19	0,078	0,08	0,98	0,079	0,081	0,05	0,016	0,22	0,22	300	300
R. Santa Catarina	19 a 20	0,039	0,043	0,98	0,040	0,044	0,05	0,016	0,17	0,18	300	300
R. Santa Margarida	29 a 20	0,08	0,088	0,98	0,082	0,089	0,05	0,016	0,23	0,23	300	300
R. Santa Catarina	20 a 21	0,041	0,042	1,98	0,021	0,021	0,05	0,016	0,13	0,14	300	300
R. Dr. Antonio Francisco de Oliveira	30 a 21	0,085	0,085	0,98	0,087	0,087	0,05	0,016	0,23	0,23	300	300
R. Santa Catarina	21 a 22	0,039	0,042	0,98	0,040	0,043	0,05	0,016	0,17	0,18	300	300
R. Dr. Rodrigo Rosemburg	31 a 22	0,081	0,079	0,98	0,083	0,081	0,05	0,016	0,23	0,22	300	300
R. Santa Catarina	22 a 23	0,036	0,019	0,98	0,037	0,019	0,05	0,016	0,17	0,13	300	300
R. Alvaro Mendes	32 a 23	0,062	0,078	0,98	0,063	0,080	0,05	0,016	0,20	0,22	300	300
Av. Plínio Salgado	23 a 24	0,042	0,033	0,98	0,043	0,034	0,05	0,016	0,18	0,16	300	300

Fonte: O autor

Tabela 11. Comparativo de bocas de lobo existente e a serem implantadas

Rua	Trecho	Existentes	À implantar
Rua Tenente Joaquim Pinto	3 a 4	2	0
Rua Tenente Joaquim Pinto	4 a 5	2	0
Av. Ana Jacinta	16 a 6	0	3
Rua Allan Kardec	6 a 7	2	0
Rua Tônico Xavier	1 a 7	0	4
Rua Tônico Xavier	17 a 7	2	2
Rua Allan Kardec	7 a 8	2	0
Rua Dr. José Maros	2 a 8	1	3
Rua Dr. José Maros	18 a 8	0	4
Rua Allan Kardec	8 a 9	2	0
Rua Maria Antonieta	3 a 9	2	2
Rua Maria Antonieta	19 a 9	0	4
Rua Allan Kardec	9 a 10	1	1
Rua Santa Margarida	4 a 10	1	3
Rua Santa Margarida	20 10	2	2
Rua Dr. Antonio Francisco de Oliveira	5 a 11	2	2
Rua Allan Kardec	11 a 12	0	2
Rua Dr. Rodrigo Rosemburg	12 a 14	0	2
Av. Plínio Salgado	10 a 13	2	0
Rua Dr. Antonio Francisco de Oliveira	11 a 13	1	1
Rua Dr. Antonio Francisco de Oliveira	21 a 13	0	2
Av. Plínio Salgado	13 a 14	2	0
Av. Plínio Salgado	14 a 23	1	1
Av. Ana Jacinta	25 a 16	1	2
Rua Santa Catarina	16 a 17	2	0
Rua Tônico Xavier	26 a 17	2	0
Rua Santa Catarina	17 a 18	2	0
Rua Dr. José Maros	27 a 18	1	2
Rua Santa Catarina	18 a 19	2	0
Rua Maria Antonieta	28 a 19	0	2
Rua Santa Catarina	19 a 20	1	1
Rua Santa Margarida	29 a 20	2	0
Rua Santa Catarina	20 a 21	1	1
Rua Dr. Antonio Francisco de Oliveira	30 a 21	2	0
Rua Santa Catarina	21 a 22	0	2
Rua Dr. Rodrigo Rosemburg	31 a 22	2	0
Rua Santa Catarina	22 a 23	1	1
Rua Alvaro Mendes	32 a 23	2	0
Av. Plínio Salgado	23 a 24	0	2
TOTAL:			51

6 SOLUÇÃO PROPOSTA

Como verificado nas tabelas desenvolvidas neste estudo, o conjunto de bocas de lobo não suportam a quantidade de águas pluviais oriundas de dias mais chuvosos na bacia estudada, para isto, alguns dispositivos devem ser criados, como novas bocas de lobo para a minimização dos danos gerados à avenida.

A mais afetada de todas as ruas estudadas, é a Avenida Plínio Salgado, a qual sofre com sobrecarga de escoamento em toda a sua extensão, devido ao subdimensionamento do sistema de drenagem, bem como a baixa declividade da avenida em estudo o que ocasiona uma velocidade das águas menor que em outros pontos.

Concluiu-se com o estudo, que o atual sistema é incapaz de dar vazão para as águas pluviais com as dimensões existentes. Sendo que o redimensionamento é a opção técnico-financeira para sanar o problema.

6.1 Custos envolvidos

O levantamento de custos é disponibilizado na tabela.

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UN	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
01.00		ADMINISTRAÇÃO LOCAL				
01.01	SETOP - ADM-001	ENGENHEIRO DE OBRAS PLENO - ENG CIVIL	MÊS	6,00	12.737,25	76.423,50
Subtotal do item 01						76.423,50
02.00		MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO				
02.01	MOB-DES-030	OBRAS COM VALORES ACIMA DE 3.000.000,01 - para obras executadas em centros urbanos ou próximos de centros urbanos	%	1,00%	51.098,56	51.098,56
Subtotal do item 02						51.098,56
03.00		CANTEIRO DE OBRAS				
03.01	IIO-PLA-005	FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO DE PLACA DE OBRA EM CHAPA GALVANIZADA (3,00 X 1,50 M) - EM CHAPA GALVANIZADA 0,26 AFIXADAS COM REBITES 540 E PARAFUSOS 3/8, EM ESTRUTURA METÁLICA VIGA U 2" ENRIJECIDA COM METALON 20 X 20, SUPORTE EM EUCALIPTO AUTOCLAVADO PINTADAS NE FRENTE E NO VERSO COM FUNDO ANTICORROSIVO E TINTA AUTOMOTIVA, CONFORME MANUAL DE IDENTIDADE VISUAL DO GOVERNO DE MINAS	um	1,00	1.159,26	1.159,26
03.02	SINAPI - 73847/003	ALUGUEL CONTAINER/SANIT C/2 VASOS/1 LAVAT/1 MIC/4 CHUV LARG= 2,20M COMPR=6,20M ALT=2,50M CHAPA ACO C/NERV TRAPEZ FORRO C/ CAIXA REFERENCIAL	MÊS	6,00	574,08	3.444,48
subtotal do item 03						4.603,74

04.00		LOCAÇÃO DA OBRA				
04.01	SETOP - LOC-TOP-015	LOCAÇÃO TOPOGRÁFICA ACIMA DE 50 PONTOS	PT	200,00	65,00	13.000,00
subtotal do item 04						13.000,00
05.00		DEMOLIÇÕES/RETIRADAS E RECOMPOSIÇÕES				
05.01	SINAPI - 72949	DEMOLICAO DE PAVIMENTACAO ASFALTICA, EXCLUSIVE TRANSPORTE DO MATERIAL RETIRADO	m³	8.763,19	20,00	175.263,80
05.02	SETOP - URB-MFC-020	REMOÇÃO E REASSENTAMENTO DE MEIO-FIO DE CONCRETO COM REAPROVEITAMENTO	M	4.414,89	11,70	51.654,21
05.03	DRE-SAR-005	SARJETA TIPO 1 - 50 X 5 CM, I = 5%, PADRÃO DEOP-MG	m	4.414,89	16,22	71.609,52
05.04	SINAPI - 72946	IMPRIMACAO DE BASE DE PAVIMENTACAO COM EMULSAO CM-70	m²	9.997,99	3,63	36.292,70
subtotal do item 05						334.820,23
06.00		ESCAVAÇÃO				
06.01	TER-ESC-065	ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALAS COM DESCARGA LATERAL 3,00 M < H <= 5,00 M	m³	13.244,87	7,42	98.276,94
06.02	SINAPI - 74015/1	REATERRO E COMPACTACAO MECANICO DE VALA COM COMPACTADOR MANUAL TIPO SOQUETE VIBRATORIO	m³	10.595,90	17,37	184.050,71
06.03	SINAPI - 83868	ESCORAMENTO DE VALAS TIPO CONTINUO	m²	26.489,74	43,48	1.151.773,90
subtotal do item 06						1.434.101,54
07.00		BERÇO				
07.01	SINAPI - 73361	CONCRETO CICLOPICO C/CONC DOS RAC 10 MPA 30% PED DE MAO INCL TRANSP HORIZ C/CARRINHOS ATE 20M E COLOCACAO.	m³	2.348,70	191,27	449.236,04
subtotal do item 07						449.236,04
08.00		TUBOS DE CONCRETO				
08.01	DRE-TUB-045	ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO DIAMETRO = 400MM, SIMPLES OU ARMADO, JUNTA EM ARGAMASSA 1:3 CIMENTO:AREIA, INCLUSIVE FORNECIMENTO	m	1.453,04	78,56	114.150,82
08.03	DRE-TUB-050	ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO DIAMETRO = 500MM, SIMPLES OU ARMADO, JUNTA EM ARGAMASSA 1:3 CIMENTO:AREIA, INCLUSIVE FORNECIMENTO	m	1.441,86	107,70	155.288,32
08.05	DRE-TUB-055	ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO DIAMETRO = 600MM, SIMPLES OU ARMADO, JUNTA EM ARGAMASSA 1:3 CIMENTO:AREIA, INCLUSIVE FORNECIMENTO	m	414,49	135,91	56.333,34
08.07	DRE-TUB-065	ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO DIAMETRO = 700MM, SIMPLES OU ARMADO, JUNTA EM ARGAMASSA 1:3 CIMENTO:AREIA, INCLUSIVE FORNECIMENTO	m	182,50	189,14	34.518,05
08.09	DRE-TUB-080	ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO DIAMETRO = 800MM, SIMPLES OU ARMADO, JUNTA EM ARGAMASSA 1:3 CIMENTO:AREIA, INCLUSIVE FORNECIMENTO	m	252,06	221,11	55.732,99
08.11	DRE-TUB-085	ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO DIAMETRO = 1000MM, SIMPLES OU ARMADO, JUNTA EM ARGAMASSA 1:3 CIMENTO:AREIA, INCLUSIVE FORNECIMENTO	m	224,44	311,00	69.800,84
08.13	DRE-TUB-090	ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO DIAMETRO = 1200MM, SIMPLES OU ARMADO, JUNTA EM ARGAMASSA 1:3 CIMENTO:AREIA, INCLUSIVE FORNECIMENTO	m	111,19	417,55	46.427,38
08.15	DRE-TUB-095	ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO DIAMETRO = 1500MM, SIMPLES OU ARMADO, JUNTA EM ARGAMASSA 1:3 CIMENTO:AREIA, INCLUSIVE FORNECIMENTO	m	73,73	642,09	47.341,30
subtotal do item 08						579.593,04

09.00		BOCA DE LOBO				
09.01	DRE-BOC-005	BOCA DE LOBO SIMPLES (TIPO A), QUADRO, GRELHA E CANTONEIRA, INCLUSIVE ESCAVAÇÃO, REATERRO E BOTA-FORA	UN	51	1.296,83	66.138,33
subtotal do item 09						66.138,33
10.00		POÇO DE VISITA				
10.01	DRE-POÇ-095	POÇO DE VISITA PARA REDE TUBULAR TIPO A DN 400, EXCLUSIVE ESCAVAÇÃO, REATERRO E BOTA FORA	un	3,00	1276,43	3.829,29
10.02	DRE-POÇ-005	POÇO DE VISITA PARA REDE TUBULAR TIPO A DN 500, EXCLUSIVE ESCAVAÇÃO, REATERRO E BOTA FORA	un	1,00	1.355,36	1.355,36
10.03	DRE-POÇ-010	POÇO DE VISITA PARA REDE TUBULAR TIPO A DN 600, EXCLUSIVE ESCAVAÇÃO, REATERRO E BOTA FORA	un	6,00	1.437,71	8.626,26
10.04	DRE-POÇ-015	POÇO DE VISITA PARA REDE TUBULAR TIPO A DN 700, EXCLUSIVE ESCAVAÇÃO, REATERRO E BOTA FORA	un	3,00	1.510,15	4.530,45
10.05	DRE-POÇ-020	POÇO DE VISITA PARA REDE TUBULAR TIPO A DN 800, EXCLUSIVE ESCAVAÇÃO, REATERRO E BOTA FORA	un	3,00	1.698,20	5.094,60
10.06	DRE-POÇ-035	POÇO DE VISITA PARA REDE TUBULAR TIPO A DN 1000, EXCLUSIVE ESCAVAÇÃO, REATERRO E BOTA FORA	un	2,00	2.049,46	4.098,92
10.07	DRE-POÇ-045	POÇO DE VISITA PARA REDE TUBULAR TIPO A DN 1200, EXCLUSIVE ESCAVAÇÃO, REATERRO E BOTA FORA	un	2,00	2.622,50	5.245,00
10.08	DRE-POÇ-055	POÇO DE VISITA PARA REDE TUBULAR TIPO A DN 1500, EXCLUSIVE ESCAVAÇÃO, REATERRO E BOTA FORA	un	2,00	3.308,02	6.616,04
subtotal do item 10						39.395,92
11.00		CHAMINÉ				
11.01	DRE-CHA-005	CHAMINÉ DE POÇO DE VISITA TIPO A, EM ALVENARIA DE TIJOLO CERÂMICO MACIÇO E = 20 CM REVESTIDA	UN	22,00	476,98	10.493,56
subtotal do item 11						10.493,56
12.00		TAMPA DE FERRO FUNDIDO				
12.01	DRE-TAM-005	TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO PARA POÇO DE VISITA 1:3	UN	22,00	255,72	5.625,84
subtotal do item 12						5.625,84
TOTAL DA OBRA SEM BDI						3.064.530,30

7 CONCLUSÃO

Ao analisar a atual condição do sistema de drenagem pluvial de uma das sub-bacia da Avenida Plínio Salgado, constatou-se, que a mesma possui pontos nos quais o sistema de microdrenagem é ineficiente, gerando os acumulo de água na Avenida. As medições dos dispositivos de microdrenagem, e a comparação realizada através dos cálculos pelo método racional com a capacidade de projeto das bocas de lobo e tubos da rede de microdrenagem, foram de extrema importância para a detecção e confirmação dos problemas no ponto de estudo.

Devido ao grande escoamento superficial que percorrem o trecho estudado, as galerias da Avenida Plínio Salgado não suportam a vazão as quais estão sujeitas, gerando sobre carga no sistema e conseqüentemente inundações no local.

Os cálculos desenvolvidos em todo o trabalho demonstram que a solução para o problema é a adequação da quantidade bocas de lobo ao novo sistema de drenagem proposto que conta com 99 bocas de lobo, enquanto o existente possui 48, além do aumento da capacidade da rede, através do acréscimo de novos tubos e/ou troca dos existentes no sistema atual, onde, no ponto mais crítico conta com tubulação de 1000 mm de diâmetro e, segundo os cálculos realizados, há a necessidade de tubos com diâmetro de 1500 mm, para que a rede seja capaz de captar e conduzir toda água pluvial recorrente da bacia em estudo, visando sanar o problema recorrente neste local.

REFERÊNCIAS

BAPTISTA, Marcio B. **Fundamentos de Engenharia Hidráulica**. 3ª ed. Belo Horizonte: UFMG, 2010

BOTELHO, Manoel Henrique Campos. **Águas de chuva: Engenharia das águas pluviais nas cidades**. 3ª ed. São Paulo: Blucher, 2011.

CANHOLI, Aluísio Pardo. **Drenagem Urbana e controle de enchentes**. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

CETESB, **Drenagem urbana: Manual de projeto**. 3ªed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1986.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Guia prático para projetos de pequenas obras hidráulicas**. 1ª ed. São Paulo: DAEE, 2005.

DNIT, **Manual de Drenagem de Rodovias**, 2ªed. Rio de Janeiro: 2006.

FUNASA. **Manual de saneamento**. 3ª ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2004.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA. **Diretrizes básicas para projetos de drenagem urbana no município de São Paulo**. 2ª ed. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo, 1999.

JABÔR, Marcos Augusto. **Drenagem de Rodovias: Estudos Hidrológicos e Projeto de Drenagem**. 2013.

JÚNIOR, Álvaro Mari. **Determinação do coeficiente de deflúvio da bacia do arroio Ouro Verde localizada no município de Foz do Iguaçu**. Dissertação apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental, da Faculdade Dinâmica das Cataratas, 2010.

MACHADO, Marco Aurélio de Mello. **Estimativa de chuvas intensas para o Oeste de Minas Gerais e o entorno do reservatório da usina hidrelétrica de furnas**. Artigo apresentado no Centro Universitário de Formiga, UNIFOR-MG, 2011.

NETTO, J.M. A. et al. **Manual de Hidráulica**. 8ªed. São Paulo: Blucher, 1998.

RAMOS; Carlos Lloret. **Diretrizes básicas para projetos de drenagem urbana no município de São Paulo**. São Paulo: Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, 1999.

RIGHETTO, Antônio Morazzi. **PROSAB: Manejo de águas pluviais urbanas**. 1ª ed. Rio de Janeiro: ABES, 2009

SANTOS; Luciana Cabral Costa. **Estimativa de vazões máximas de projeto por métodos determinísticos e probabilísticos**. Dissertação apresentada ao Centro Tecnológico, da Universidade Federal do Espírito Santo, 2010.

SUDECAP. **Instrução técnica para elaboração de estudos e projetos de drenagem urbana do município de Belo Horizonte**. 2ª ed. Belo Horizonte: Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, 2004.

SUDERSA. **Manual de drenagem urbana**. 1ª ed. Curitiba: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2002. 57

TOMAZ; Plínio. **Curso de Manejo de Águas Pluviais**. 1º ed. Guarulhos: Livro eletrônico, 2010.

TOMAZ; Plínio. **Curso de Manejo de Águas Pluviais**. 2º ed. Guarulhos: Livro eletrônico, 2012.

**ANEXO – LEVANTAMENTO DA REDE DE DRENAGEM EXISTENTE
FORNECIDO PELA PREFEITURA MUNICIPAL DE VARGINHA.**

APÊNDICE - MELHOR PROPOSTA