

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS/MG
ENGENHARIA CIVIL – 10º PERÍODO
RENAN BELO BERTOLI

MICRODRENAGEM: ESTUDO DE CASO DA RUA DOUTOR JOSÉ BÍSCARO NO
MUNICÍPIO DE VARGINHA – MG

VARGINHA

2016

RENAN BELO BERTOLI

**MICRODRENAGEM: ESTUDO DE CASO DA RUA DOUTOR JOSÉ BÍSCARO NO
MUNICÍPIO DE VARGINHA – MG**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel sob orientação da Professora Me. Ivana Prado Vanconcelos.

VARGINHA

2016

RENAN BELO BERTOLI

**MICRODRENAGEM: ESTUDO DE CASO DA RUA DOUTOR JOSÉ BÍSCARO NO
MUNICÍPIO DE VARGINHA – MG**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel sob orientação da Professora Me. Ivana Prado Vasconcelos.

Aprovado em: 11/11/2016.

Prof. Me. Ivana Prado Vasconcelos

Prof. Dr. Leopoldo Uberto Ribeiro Júnior

Prof. Luana Ferreira

VARGINHA

2016

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, aos meus pais, irmãos, familiares e a minha orientadora Ivana Prado Vasconcelos, pelo o apoio durante a execução deste trabalho.

RESUMO

O sistema de microdrenagem tem como função coletar e conduzir a água pluvial até o sistema de macrodrenagem, além de retirar a água pluvial dos pavimentos das vias públicas, evitar alagamentos, oferecer segurança aos pedestres e motoristas e evitar ou reduzir danos. O mesmo ocupa um lugar de destaque entre as obras hidráulicas e sanitárias, fundamental no planejamento das cidades, fazendo parte do conjunto de melhoramentos públicos existentes em uma área urbana. Infelizmente na maioria das cidades do Brasil, é o menos considerado, notado isso durante a execução deste trabalho, na Rua Doutor José Bísvaro, localizada na cidade de Varginha – MG, onde em épocas de chuvas intensas a mesma apresenta deficiências relacionadas ao sistema de drenagem urbana. O maior problema é a formação de alagamentos da via, atingindo diretamente a população, seja com prejuízos financeiros ou até mesmo proliferação de doenças. Para essa situação, o presente estudo teve como motivação o levantamento, caracterização e a análise dos fatores que influenciam diretamente nas condições de drenagem desta região, destacando a intensidade da chuva, período de retorno, tempo de concentração, coeficiente de escoamento superficial e as condições dos mecanismos físicos de drenagem (sarjetas, bocas de lobo, galerias e poços de visita), que em sua grande maioria se apresentam deficitários. Além de estarem subdimensionados e não atenderem as vazões solicitadas, suas capacidades de utilização estão substancialmente reduzidas por falta de reparos ou manutenções periódicas. Após a caracterização e o levantamento dos elementos comprobatórios de que o sistema de drenagem atual não atende com eficácia suas solicitações em épocas de chuvas intensas, foi gerado neste estudo um novo projeto, ou seja, uma complementação para os elementos existentes na bacia, com a implantação de novas tubulações, bocas de lobos, sarjetas e poços de visita, a fim de se ter um novo sistema que atenda a demanda de vazão gerada pela bacia.

Palavras-chave: Microdrenagem, Bacia de Contribuição, Solução.

ABSTRACT

The microdrainage system has the function of collecting and conducting rainwater up to the macro drainage system, as well as removing rainwater from the pavements of public roads, avoiding floods, offering safety to pedestrians and drivers and avoiding or reducing damages. It occupies a prominent place among the hydraulic and sanitary works, fundamental in the planning of the cities, being part of the set of public improvements existing in an urban area. Unfortunately in most cities in Brazil, it is the least considered, noted during the execution of this work, in Rua José Biscoaro, located in the city of Varginha - MG, where in times of heavy rains it has deficiencies related to the drainage system Urban The biggest problem is the formation of floodwaters, directly affecting the population, either with financial losses or even disease spread. For this situation, the present study had as motivation the survey, characterization and analysis of the factors that directly influence the drainage conditions of this region, highlighting the rainfall intensity, return period, concentration time, surface runoff coefficient and conditions Of the physical mechanisms of drainage (gutters, lobes, galleries and wells), which are mostly deficient. In addition to being undersized and not meeting the requested flows, their utilization capacities are substantially reduced due to lack of periodic repairs or maintenance. After characterizing and surveying the evidence that the current drainage system does not effectively meet its demands in times of heavy rains, a new project was generated in this study, ie a complementation for the existing elements in the basin, with the Installation of new pipes, mouths of wolves, gutters and wells, in order to have a new system that meets the flow demand generated by the basin.

Keywords: Microdrainage, Contribution Basin, Solution.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ponto crítico da Rua Doutor José Bísvaro.	15
Figura 2 – Delimitação Bacia Hidrográfica.....	15
Figura 3 – Delimitação Bacia Hidrográfica de acordo com o Território.....	15
Figura 4 – Sarjeta com revestimento asfáltico com altura de meio fio de 27cm.....	16
Figura 5 – Sarjeta com revestimento asfáltico com altura de meio fio de 15cm.....	17
Figura 6 – Sarjeta com revestimento de concreto com altura de meio fio de 17 cm.....	17
Figura 7 – Surgimento de fissuras e trincas no asfalto, por deterioração através da água.	18
Figura 8 – Escoamento superficial em sarjeta de asfalto, a mesma não resistiu, ocorrendo danos à pavimentação.	18
Figura 9 – Obstrução de Sarjetas através de rampas de acesso a garagens.	19
Figura 10 – Obstrução de Sarjetas através de lombadas.	19
Figura 11 – Presença de mato ao longo das sarjetas.....	20
Figura 12 – Boca de lobo simples 20x65cm.	21
Figura 13 – Boca de lobo simples 15x50cm.	21
Figura 14 – Boca de lobo sem manutenção (I).....	22
Figura 15 – Boca de lobo sem manutenção (II).....	22
Figura 16 – Relatório Software Plúvio.	23
Figura 17 – Imagem ilustrativa de uma sarjeta.....	27
Figura 18–Sarjeta de seção composta.....	28
Figura 19– Alinhamento dos Condutos.	29
Figura 20 – Elementos Hidráulicos.	30
Figura 21 – Ábaco, fator de correção.	31
Figura 22 – Tipos de Boca Coletora.	32
Figura 23 – Imagem ilustrativa de um Poço de Visita.	34
Figura 24 – Imagem ilustrativa de um Poço de Visita.	36
Figura 25 – Imagem esquemática de um Sarjetão.	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Períodos de retorno para diferentes ocupações.....	24
Tabela 2 – Valores do coeficiente C de acordo com superfícies.....	25
Tabela 3 – Valores do coeficiente C de acordo com ocupações.	25
Tabela 4 – Cálculo do Coeficiente médio da Bacia em Análise.	26
Tabela 5 – Coeficiente de rugosidade “ η ” de Manning.....	28
Tabela 6 – Parâmetros utilizados para Galeria de Concreto.....	31
Tabela 7 – Coeficientes de redução das capacidades das bocas coletoras.	33
Tabela 8 – Tabela de variação de dimensões PV’s de acordo com diâmetro.....	35
Tabela 9 – Sarjetas inalteradas da bacia em análise.	38
Tabela 10 – Sarjeta de padronização.	38
Tabela 11 - Vazão máxima (m^3/s)	39
Tabela 12 – Cálculo galerias	46
Tabela 13 – Boca de Lobo de padronização.....	48
Tabela 14 – Cálculo bocas de lobos tipo simples existente na bacia em análise.	49
Tabela 15 – Cálculo bocas de lobos tipo com grelha existente na bacia em análise.....	49
Tabela 16 – Cálculo bocas de lobos tipo mista existente na bacia em análise.....	51
Tabela 17 – Cálculo bocas de lobos que serão implementadas na bacia em análise.....	52
Tabela 18 – Cálculo tubulações secundárias	54
Tabela 19 – Quantitativos de Materiais e Serviços.	62
Tabela 20 – Quantitativos de Materiais e Serviços.	63
Tabela 21 – Quantitativos de Materiais e Serviços.	65
Tabela 22– Quantitativos de Materiais e Serviços.	65
Tabela 23– Quantitativos de Materiais e Serviços.	66
Tabela 24– Estimativa de Custos.....	70

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 Justificativa	11
2. OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo geral	13
2.2 Objetivos específicos	13
3. DIAGNÓSTICO	14
3.1 Caracterização região de estudo	14
3.2 Caracterização do sistema existente	16
3.2.1 Sarjetas	16
3.2.2 Bocas de Lobo	20
4. MEMORIAL DESCRITIVO E CÁLCULO	23
4.1 Dados Pluviométricos	23
4.1.1 Tempo de Retorno	24
4.1.2 Tempo de Escoamento Superficial	24
4.1.3 Precipitação Bacia em Análise	24
4.2 Coeficiente de escoamento superficial	24
4.2.1 Coeficiente médio da Bacia em Análise	26
4.3 Cálculo da vazão	26
4.4 Sarjetas	27
4.5 Galerias	29
4.6 Bocas de Lobo	32
4.7 Poços de Visita	34
4.8 Sarjetão	37
4.9 Tubos de ligação ou secundários	37
4.10 Planilhas de Cálculos	38
4.10.1 Dimensionamento vazão máxima	38
4.10.2 Dimensionamento galerias	46
4.10.3 Dimensionamento bocas de lobos	48

4.10.4 Dimensionamento tubulação secundária	54
5. ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS E SERVIÇOS.....	58
5.1 Normas de execução.....	58
5.2 Galerias subterrâneas	58
5.3 Poços de Visita.....	60
5.4 Bocas de Lobo.....	60
5.5 Sarjetas, Meio Fios e Sarjetões	61
5.6 Repavimentação	61
5.7 Serviços.....	61
6. QUANTITATIVO DE MATERIAIS E SERVIÇOS	62
7. ESTIMATIVA DE CUSTO DIRETO	70
8. CONCLUSÃO	73
REFERÊNCIAS	74
APÊNDICE A - DESENHOS	75

1. INTRODUÇÃO

Na atualidade do Brasil, grande parte das cidades enfrentam problemas que se relacionam diretamente a drenagem de águas pluviais, conseqüentemente o meio ambiente e a população sofrem os efeitos desta. O sistema de drenagem é definido como o conjunto de medidas que coletam, conduzem e direcionam o excesso de águas pluviais, objetivando a diminuição ou até extinção dos riscos, possibilitando o desenvolvimento urbano de forma articulada e sustentável. Sendo assim, o gerenciamento da água da chuva e seu excesso que escoam no meio urbano.

Quando este sistema de drenagem se encontra em condições incoerentes, causam implicações que afetam de modo direto a sociedade, através de interdições no tráfego, enchentes, enxurradas, ocasionando danos na pavimentação das vias e logicamente em custos excessivos para consertos e manutenções, considerados prejuízos.

A microdrenagem sendo o adjacente dos elementos como as sarjetas, bocas de lobo e galerias, que são tema deste trabalho acadêmico, tem o desempenho de captar, justamente, a água pluvial que incide em determinada área e local (bacia hidrográfica).

Portanto, o presente trabalho, visa analisar os dispositivos hidráulicos na Rua Doutor José Bísvaro, propondo uma solução aplicável e plausível de modo a minimizar os danos causados e sugerir formas para implementar um sistema totalmente eficaz.

1.1 Justificativa

Observa-se de forma exponencial a importância da drenagem não somente para o escoamento e direcionamento da água pluvial, já que o sistema devidamente dimensionado e em pleno uso impede desordens e custos desnecessários, tanto à sociedade quanto aos cofres da Prefeitura.

Isto, porque devido à falta de manutenção dos dispositivos hidráulicos, falta de controle do uso do solo, impermeabilização generalizada, urbanização/crescimento populacional sem planejamento, poluição dos cursos d'água, os decorrentes danos na pavimentação e também à influência do homem ocasionam diversos problemas, tais como: alagamento, enchentes, inundações, problemas de segurança, prejuízo econômico, problemas de saúde, entre muitos outros.

O enfoque deste foi em verificar e direcionar o real problema do sistema da Rua Doutor José Bísvaro e suas implicações, assim como encontrar as melhores soluções de ações corretivas, mas também e não menos importante, preventivas.

Portanto, foi analisado que a deficiência dos sistemas de microdrenagem é bastante comum em diversas cidades no Brasil e pretendeu-se então com este demonstrar o que pode ser feito. Chegou-se ao consenso de que com este estudo, e logicamente aplicação das soluções, muitos benefícios podem ser agregados, seguem alguns:

- Redução de danos a propriedades e pavimentações;
- Minimização considerável de gastos com manutenções nas vias públicas;
- Redução do índice de doenças advindas da veiculação hídrica;
- Ágil escoamento das águas superficiais;
- Condições ideais ou melhores de circulação de veículos e pedestres nas áreas urbanas.

Sendo assim, a justificativa deste estudo é a redução dos gastos do município e minimização de frequentes manutenções que podem ser evitadas com uma instalação ideal do sistema hidráulico nas vias públicas, bem como melhorias nas condições da sociedade e na circulação de veículos e pedestres.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo propor soluções ao sistema de microdrenagem, da Rua Doutor José Bisco, localizado no bairro Nossa Senhora Aparecida (Varginha – MG).

2.2 Objetivos específicos

- Levantar e analisar os dados sobre a bacia hidrográfica;
- Identificar a situação atual da região, no quesito drenagem, como: sarjetas, bocas de lobo, galerias e tipo de pavimentação;
- Identificar os motivos, que geram patologias no sistema de microdrenagem;
- Diagnosticar a situação verificada;
- Elaborar um novo projeto, para que não ocorram problemas recorrentes em épocas de precipitações intensas;

3. DIAGNÓSTICO

3.1 Caracterização região de estudo

A região de estudo, está situada na cidade de Varginha, sua área é formada por partes de 4 bairros, sendo eles Nossa Sra. Aparecida, Vila Ipiranga, Vila Morais e Centro, onde o ponto de análise está localizado na Rua Doutor José Bísvaro (conforme figura 1), que fica situado nas coordenadas de latitude $21^{\circ}33'41,89''$ e longitude $45^{\circ}25'41,02''$.

A bacia de contribuição em questão possui como característica de concentração, ocupações comerciais habitacionais e institucionais, com ausência de indústrias. Sua área é de $(429.235,57 \text{ m}^2)$ quatrocentos e vinte e nove mil, duzentos e trinta e cinco metros quadrados, sendo $(94.373,17 \text{ m}^2)$ noventa e quatro mil e trezentos e setenta e três metros quadrados de comércio, $(162.347,88 \text{ m}^2)$ cento e sessenta e dois mil, trezentos e quarenta e sete metros quadrados de residências, também $(68.155,60 \text{ m}^2)$ sessenta e oito mil, cento e cinquenta e cinco metros quadrados de área verde, uma área de $(28.865,47 \text{ m}^2)$ vinte e oito mil, oitocentos e sessenta e cinco metros quadrados destinados a praças e áreas institucionais, e completando, áreas impermeabilizadas como passeis de concreto e ruas pavimentadas com asfalto $(77.650,71 \text{ m}^2)$.

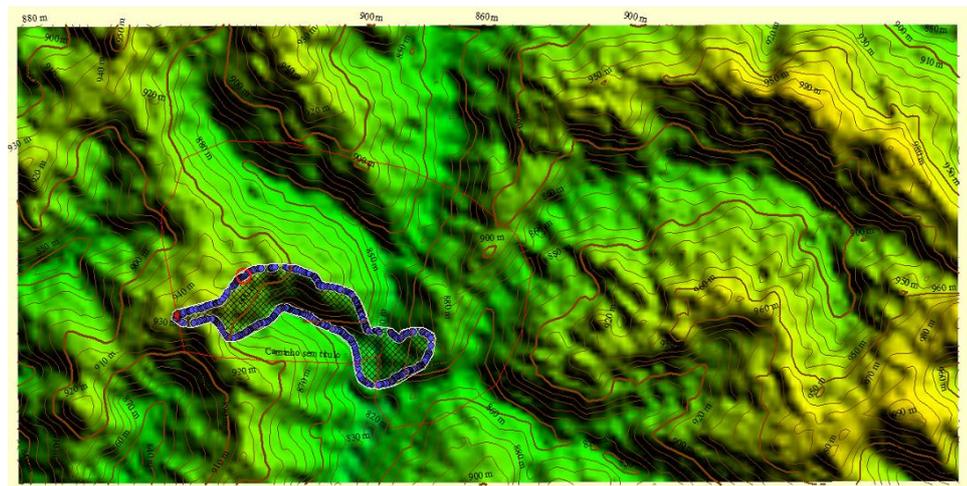
A distância entre o divisor mais distante até a seção em estudo é de 1436,65 metros, e a cota do ponto mais alto da bacia é 940 metros, e a cota do mais baixo é de 830 metros, que foi determinado através das curvas de nível apresentadas nas figuras 2 e 3. A distância entre os dois trechos em linha reta é de 1323,50 metros.

Figura 1 – Ponto crítico da Rua Doutor José Biscoaro.



Fonte: Google Earth, editada pelo autor.

Figura 2 – Delimitação Bacia Hidrográfica.



Fonte: Global Mapper, editada pelo autor.

Figura 3 – Delimitação Bacia Hidrográfica de acordo com o Território.



Fonte: Google Earth, editada pelo autor.

3.2 Caracterização do sistema existente

A bacia de contribuição em questão não possui sarjetões para direcionamento de fluxo. As sarjetas em sua grande maioria são do próprio revestimento asfáltico, e não em concreto.

A bacia em estudo possui na sua totalidade (60) sessenta bocas de lobo, sendo (5) cinco do tipo simples, (45) quarenta e cinco do tipo caixa com grelha, (1) uma do tipo combinada e (9) nove do tipo mista. No ponto crítico, conforme figura 19, local de maior vazão, há duas galerias de seção circular de 600 milímetros.

3.2.1 Sarjetas

As sarjetas do sistema de microdrenagem da região de estudo conforme citado anteriormente, na sua grande maioria possui revestimento asfáltico e em sua parte minoritária em concreto, sendo a última considerada ideal, pelo fato do asfalto não ter resistência em contato com a água. A altura do meio fio varia em 15 e 27 cm (conforme figuras 4, 5 e 6). Tal fato comprova a falta de padrão das mesmas, e por essa falta de uniformidade gera complicações na realização de manutenções, mas de acordo com a literatura está atendendo aos padrões de eficiência, garantindo altura mínima de 10 cm da guia.

Figura 4 – Sarjeta com revestimento asfáltico com altura de meio fio de 27cm.



Fonte: O autor.

Figura 5 – Sarjeta com revestimento asfáltico com altura de meio fio de 15cm.



Fonte: O autor.

Figura 6 – Sarjeta com revestimento de concreto com altura de meio fio de 17 cm.



Fonte: O autor.

Em vias de asfalto, onde há ausência sarjetas de concreto, a água escoar por um canal de asfalto formado pela declividade da rua, e a mesma não possui resistência à água, favorece ao aparecimento de problemas, conforme mostrado pelas figuras 7 e 8.

Figura 7 – Surgimento de fissuras e trincas no asfalto, por deterioração através da água.



Fonte: O autor.

Figura 8 – Escoamento superficial em sarjeta de asfalto, a mesma não resistiu, ocorrendo danos à pavimentação.



Fonte: O autor.

Existência de várias obstruções nas sarjetas, como rampas de acesso a garagens, estruturas educacionais de trânsito, como lombadas, impedindo e dificultando o trajeto da água escoada superficialmente pela sarjeta, conforme mostra figura 9 e 10.

Figura 9 – Obstrução de Sarjetas através de rampas de acesso a garagens.



Fonte: O autor.

Figura 10 – Obstrução de Sarjetas através de lombadas.



Fonte: O autor.

Ausência de manutenção em locais onde há mato ao longo de sarjetas, que possibilita a infiltração de água por baixo do asfalto e também diminuição da eficiência de escoamento pela sarjeta, mudando a característica da superfície de contato e diminuindo a área de seção transversal da mesma, conforme mostra a figura 11.

Figura 11 – Presença de mato ao longo das sarjetas.



Fonte: O autor.

3.2.2 Bocas de Lobo

Na bacia de contribuição em estudo, as bocas de lobo existentes são do tipo boca de lobo simples, boca de lobo com grelha, boca de lobo mista e combinada, com dimensões medidas no local, para simples 20 cm de altura e 65 de comprimento (2 unidades), também outra com 15 cm de altura e 50 cm de comprimento (3 unidades), para com grelha 55 cm de largura e 85 de comprimento (41 unidades), outra de 80 cm de largura e 120 cm de comprimento (1 unidade), e completando outra de 40 cm de largura e 80 cm de comprimento (1 unidade), para mista 1 unidade de 15 cm de altura e 86 cm de comprimento (parte simples) e 20 cm de altura e 86 cm de comprimento (parte com grelha), 1 unidade de outra com 10 cm de altura e 80 cm de comprimento (parte simples) e 55 cm de largura e 80 cm de comprimento (parte com grelha), com 4 unidades 25 cm de altura e 85 cm de comprimento (parte simples) e 10 cm de largura e 70 de comprimento (parte com grelha), para completar 3 unidades de 20

cm de altura e 78 de comprimento (parte simples) e 38 cm de largura e 78 cm de comprimento (parte com grelha). Para boca de lobo combinada 1 unidade de 15 cm de altura e 18 de comprimento, com 18 cm de altura e 80 cm de comprimento. Conforme mostra as figuras de 12 e 13 respectivamente.

Figura 12 – Boca de lobo simples 20x65cm.



Fonte: O autor.

Figura 13 – Boca de lobo simples 15x50cm.



Fonte: O autor.

É evidente no presente trabalho a falta de manutenção, limpeza das bocas coletoras pelos órgãos competentes e também a falta de educação ambiental da população, em virtude

de lixos e dejetos variados jogados sobre elas, prejudicando suas capacidades de engolimento, conforme figuras 14 e 15.

Figura 14 – Boca de lobo sem manutenção (I).



Fonte: O autor.

Figura 15 – Boca de lobo sem manutenção (II).



Fonte: O autor.

4. MEMORIAL DESCRITIVO E CÁLCULO

Para a concepção do projeto, foram considerados os seguintes parâmetros de cálculo, junto à bacia de análise.

4.1 Dados Pluviométricos

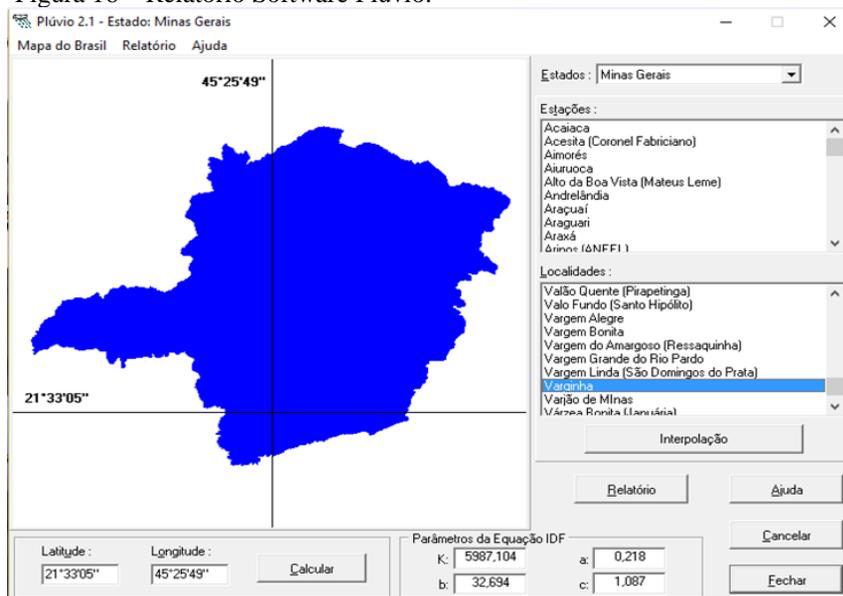
A intensidade média da chuva será determinada através da equação genérica citada por CARDOSO NETO (2014), com os parâmetros característicos obtidos pelo software Plúvio, da cidade de Varginha-MG.

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

Onde: **imax** é intensidade pluviométrica média máxima para a duração t, em mm/h, **T** é a duração da chuva em minutos, **TR** tempo de retorno em anos e **K**, **a**, **b** e **c** são parâmetros locais obtidos por regressão não linear, com base nas informações extraídas do programa Plúvio, de acordo com relatório do programa.

Para a realização do cálculo proposto, foi necessária a aquisição de dados característicos da região, os quais foram obtidos, conforme citado anteriormente, pelo software da Universidade Federal de Viçosa, o Plúvio, que gerou o seguinte relatório conforme mostra a Figura 16.

Figura 16 – Relatório Software Plúvio.



Fonte: Universidade Federal de Viçosa, 2016.

4.1.1 Tempo de Retorno

Para dimensionamento do sistema de microdrenagem da bacia em estudo será utilizado o período de retorno igual a 5 anos, pelo o fato do ponto crítico em análise possuir ocupações com âmbitos comerciais, conforme mostra a Tabela 1 de Tucci (2000) a seguir.

Tabela 1 – Períodos de retorno para diferentes ocupações.

Tipo de Obra	Tipo de Ocupação da Área	T (anos)
Microdrenagem	Residencial	2
	Comercial	5
	Áreas com edifícios de serviços ao público	5
	Aeroportos	2-5
	Áreas comerciais e artérias de tráfego	5-10
	Áreas comerciais e residenciais	50-100
Macro-drenagem	Áreas de importância específica	500 -

Fonte: Tucci (2000).

4.1.2 Tempo de Escoamento Superficial

Segundo Tucci (2000), para bacias de pequeno porte (até dois quilômetros quadrados), o tempo de duração ou tempo de escoamento superficial recomendado é de 10 minutos.

4.1.3 Precipitação Bacia em Análise

Para a bacia em estudo, foi utilizada a seguinte precipitação, conforme dados descritos previamente:

$$I_m = \frac{5987,104 * 5^{0,218}}{(30,49 + 32,694)^{1,087}} \rightarrow I_m = 93,84 \text{ mm/h}$$

4.2 Coeficiente de escoamento superficial

Segundo Tucci (2000) a ocupação do terreno é extremamente importante para se definir o grau de impermeabilização do terreno, esse quesito é definido através do coeficiente de deflúvio superficial direto, obtido pela equação a seguir de acordo com os valores explicitados nas Tabelas 2 e 3.

$$C = \frac{\sum A_i * C_i}{A_t}$$

Onde: **C** é coeficiente médio de Runoff, **A_i** é a área que cada tipo de ocupação de solo possui (m²), **A_t** é a somatória de A_i (m²) e **C_i** é o coeficiente de Runoff, ver tabelas 5 e 6.

Tabela 2 – Valores do coeficiente C de acordo com superfícies.

Superfície	C	
	Intervalo	Valor Esperado
Pavimento		
Asfalto	0,70-0,95	0,83
Concreto	0,80-0,95	0,88
Calçadas	0,75-0,85	0,80
Telhado	0,75-0,95	0,85

Fonte: (Massuia 2010 apud Zahed Filho 2009).

Tabela 3 – Valores do coeficiente C de acordo com ocupações.

Característica da Superfície	C
Área Comercial	
Central	0,70-0,95
Bairros	0,50-0,70
Área Residencial	
Residências Isoladas	0,30-0,50
Unidades Múltiplas (Separadas)	0,40-0,60
Unidades Múltiplas (Conjugadas)	0,60-0,75
Subúrbio	0,25-0,40
Área com prédios de apartamentos	0,50-0,70
Área Industrial	
Indústrias leves	0,50-0,80
Indústrias pesadas	0,60-0,90
Parques, Cemitérios	0,10-0,25
"Playground"	0,20-0,35
Pátios de estradas de ferro	0,20-0,40
Áreas sem melhoramentos	0,10-0,30
Ruas	
Pavimentação asfáltica	0,70-0,95
Pavimentação de concreto	0,80-0,95
Blocos	0,70-0,85
Passeios	0,75-0,85
Telhados	0,75-0,95
Terrenos elevados (solo arenoso)	
Pequena declividade (2%)	0,05-0,10

Declividade média (2 a 7%)	0,10-0,15
Forte declividade (7%)	0,15-0,20
Terrenos elevados (solo argiloso)	
Pequena declividade (2%)	0,15-0,20
Declividade média (2 a 7%)	0,20-0,25
Forte declividade (7%)	0,25-0,30

Fonte: (Massuia 2010 apud Zahed Filho 2009).

4.2.1 Coeficiente médio da Bacia em Análise

Foi calculado um coeficiente para toda a bacia, através de uma média ponderada dos valores dos coeficientes das diversas áreas, demonstrados anteriormente nas tabelas 2 e 3, explicitados e calculados na Tabela 4 a seguir:

Tabela 4 – Cálculo do Coeficiente médio da Bacia em Análise.

Tipologia da Área	Área(m ²)	C médio
Loteamentos Unifamiliares C: 0,6	162347,88	0,651
Áreas impermeabilizadas C: 0,9	77650,71	
Áreas Comerciais C: 0,825	94373,17	
Áreas Verdes C: 0,175	68155,6	
Praças e Áreas Institucionais C: 0,825	28865,47	

Fonte: O Autor, 2016.

4.3 Cálculo da vazão

Segundo Tucci (2000) um dos métodos mais empregados para determinação de vazões de pico em bacias de pequeno porte. Este método devido aos seus resultados satisfatórios e sua simplicidade, possui grande aceitação, sendo feito de acordo com suas limitações.

De acordo com Tucci (2000) o conceito bacia de pequeno porte é relativo, as propriedades das mesmas em relação às precipitações e as características de escoamento que produzem as vazões de pico, podem ser definidas como:

- Precipitação considerada distribuída uniformemente de acordo com o tempo;
- Precipitação considerada uniformemente distribuída de acordo com o espaço;
- A duração da chuva, normalmente, excede o tempo de concentração da bacia;
- O processo de amortecimento nos canais é desprezível;

Tucci (2000) ainda afirma que em termos práticos, bacias de pequeno porte, são aquelas menores de 2km² ou que tenha tempo de concentração menor que uma hora.

A equação abaixo define o método racional:

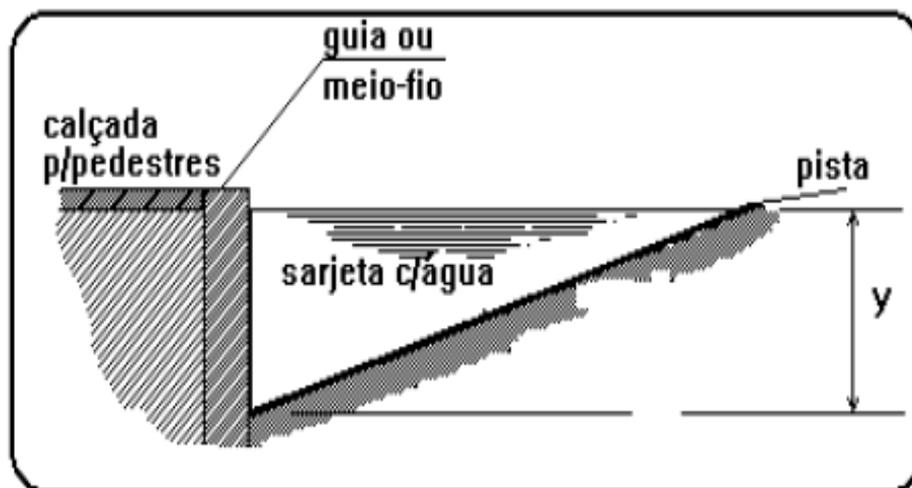
$$Q = C I A$$

Onde: **Q** é a vazão de pico (m³/s), **C** é coeficiente de escoamento superficial (Runoff), **I** é a intensidade média da chuva (mm/hora) e **A** área da bacia (km²).

4.4 Sarjetas

Segundo Silveira 2002, sarjetas são canais, normalmente de seção transversal triangular, situados nas laterais das ruas, entre a via e o passeio de circulação de pedestres (Conforme mostra figura 17), com função de coletar às águas derivadas do escoamento superficial, transportando as mesmas até as bocas de lobos. As sarjetas são restringidas verticalmente pela guia do passeio e seu leito pode ser formado preferencialmente por concreto.

Figura 17 – Imagem ilustrativa de uma sarjeta.



Fonte: <http://www.aquafluxus.com.br/na-sarjeta/> - acesso em 18 de abril de 2016.

De acordo com Ayres e Menezes (2010), o escoamento superficial de áreas urbanas se inicia pelo terreno até chegar às vias, através da declividade transversal e longitudinal das mesmas, as águas pluviais são destinadas às sarjetas. Se a vazão for excessiva poderá acarretar em algumas patologias, como: alagamentos, inundações de calçadas, erosão do pavimento devido a velocidades elevadas.

Conforme Fuchs (2011) o dimensionamento hidráulico para sarjetas simples, onde inclinação da sarjeta é igual inclinação da via, pode ser obtido pela equação de Manning, modificada por Izzard.

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

Onde: **qs** é capacidade de escoamento pela sarjeta (m³/s), **z** é o inverso da declividade transversal da sarjeta (m/m), **n** é o coeficiente de rugosidade de Manning, **y** é a altura da lâmina de água junto ao meio fio (m) e **i** declividade longitudinal da sarjeta (m/m).

O coeficiente de Manning é mostrado na Tabela 5 a seguir de acordo com a Prefeitura Municipal de Belo Horizonte:

Tabela 5 – Coeficiente de rugosidade “ η ” de Manning.

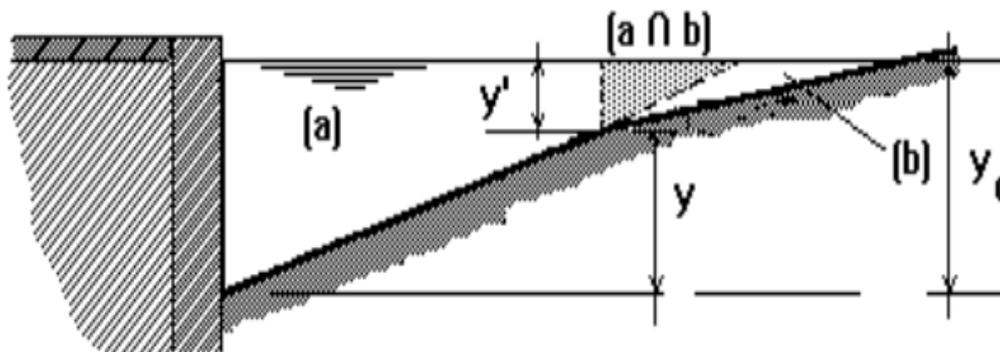
Tipo de superfície	Coeficiente de rugosidade " η "
Tubo de Concreto	0,014
Tudo de PVC	0,010

Fonte: Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, (2004).p.27..

O mesmo autor ainda afirma que para sarjetas de seção composta, onde a inclinação da sarjeta é diferente da inclinação da via (conforme Figura 18), o dimensionamento hidráulico, pode ser obtido da seguinte forma:

$$Q = Q_a + Q_b - Q_{a \cap b}$$

Figura 18–Sarjeta de seção composta.



Fonte: Fuchs 2011.

4.5 Galerias

Segundo CETESB (1980) as galerias se tornam necessárias somente quando o sistema de drenagem inicial, como as sarjetas, não suporta a condução das descargas de água que são escoadas por elas.

De acordo com Tucci (2000), as galerias são projetadas para funcionamento de seção plena com vazão de projeto. A velocidade máxima da mesma varia de acordo com o material a ser empregado na rede. Para tudo de concreto a velocidade mínima é de 0,60m/s e a máxima de 5,0 m/s, para que não haja sedimentação e rompimento nas tubulações, verificado através da fórmula de Manning, mostrada abaixo:

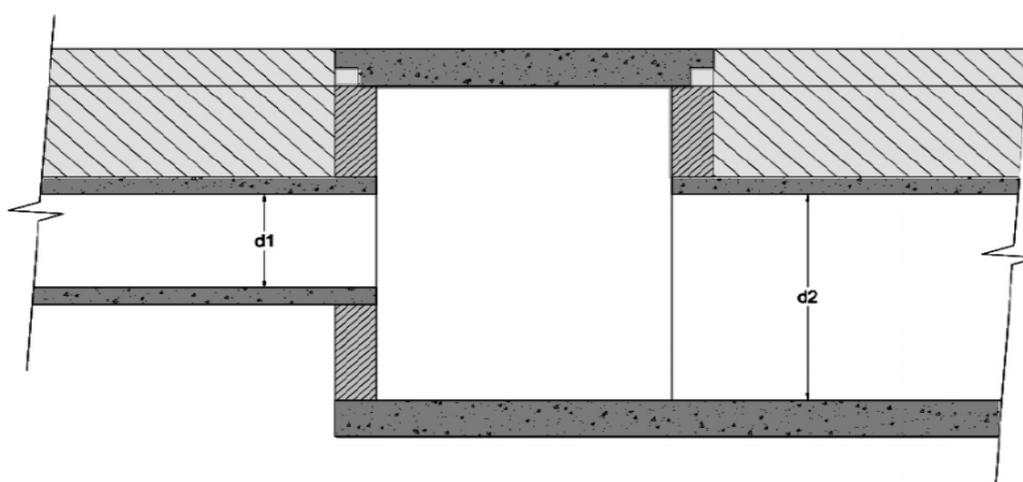
$$V = \frac{R_H^{2/3} \sqrt{i}}{n}$$

Onde: **V** é a velocidade (m/s), **n** é coeficiente de rugosidade de Manning, **R_h** é o raio hidráulico (m) e **i** é declividade média (m/m).

Tucci (1995) ainda afirma que o recobrimento deve ser de no mínimo 1,00 metro, quando for empregado sem estrutura especial, já se por condições topográficas, forem usados cobrimentos menores que o citado anteriormente, a mesma deve ser projetada estruturalmente.

Quando há mudança de diâmetro, o alinhamento deve ser feito de acordo com a geratriz superior, conforme mostra Figura 19.

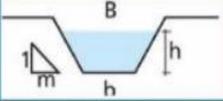
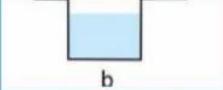
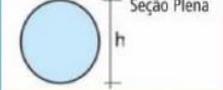
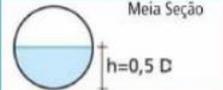
Figura 19– Alinhamento dos Condutos.



Fonte: Tucci 2000.

Segundo Fernandes (2007) os elementos hidráulicos se diferenciam de acordo com a geometria da galeria, conforme mostra Figura 20.

Figura 20 – Elementos Hidráulicos.

Geometria da Seção	Área Molhada (A_m)	Perímetro Molhado (P_m)	Raio Hidráulico (R_H)	Largura Superficial (B)
	$(b+mh)h$	$b + 2h\sqrt{1+m^2}$	$\frac{(b+mh)h}{b + 2h\sqrt{1+m^2}}$	$b+2mh$
	$b \cdot h$	$b+2h$	$\frac{b \cdot h}{b+2h}$	b
 Seção Plena	$\frac{\pi \cdot D^2}{4}$	$\pi \cdot D$	$\frac{D}{4}$	----
 Meia Seção	$\frac{\pi \cdot D^2}{8}$	$\frac{\pi \cdot D}{2}$	$\frac{D}{4}$	----
 Vazão Máxima	$0,7662 \cdot D^2$	$2,6467 \cdot D$	$0,2895 \cdot D$	----

Fonte: <http://wiki.urca.br/dcc/lib/exe/fetch.php?media=drenagem-urbana-microdrenagem.pdf> - acesso em 9 de abril de 2016.

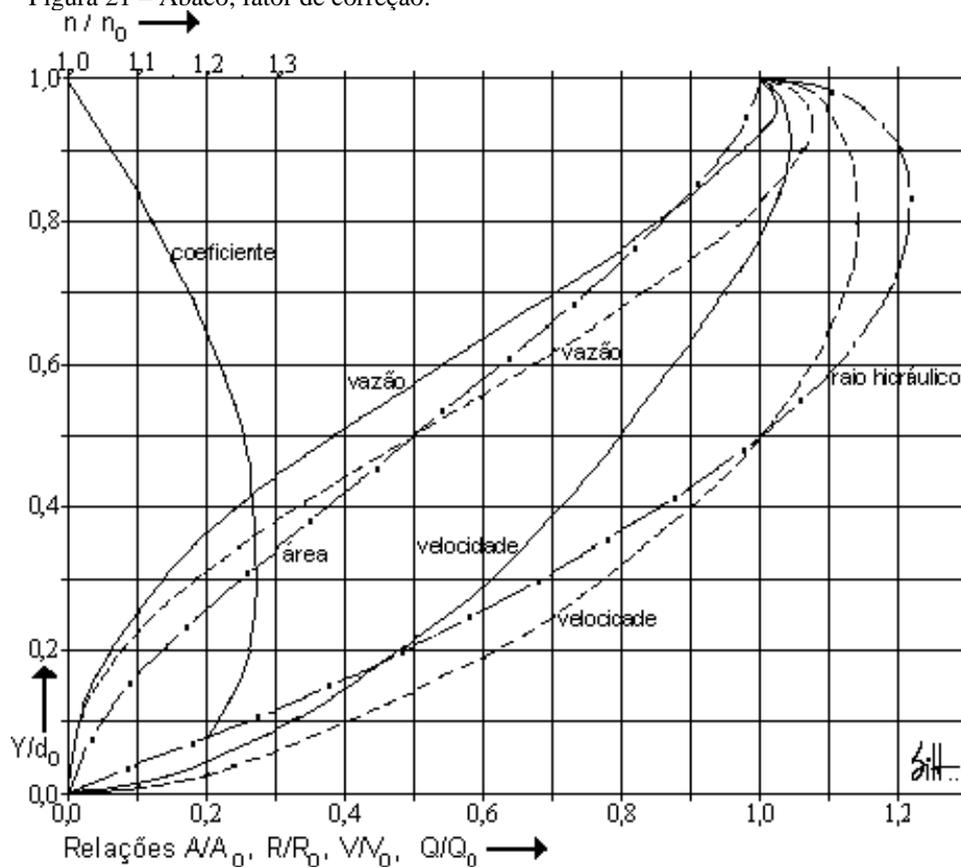
Fernandes (2007) ainda afirma que o sistema de galeria, pode ser dimensionado através da fórmula de Manning.

$$Q = \frac{1}{n} R_H^{2/3} \sqrt{i} A_m$$

Onde: **Q** é a vazão (m³/s), **n** é coeficiente de rugosidade de Manning, **R_H** é o raio hidráulico (m), **i** é declividade média (m/m) e **A_m** área molhada (m²).

Para seções circulares a relação y/D, varia entre 0,5 e 1 (Segundo Tucci (1995), o ideal para esta relação é 0,9), busca-se o fator de correção de vazão e outros parâmetros, através do ábaco especificado na figura 21.

Figura 21 – Ábaco, fator de correção.



Fonte: www.dec.ufcg.edu.br – visitado 19/09/2016

A seção escolhida para ser utilizada nas galerias pluviais foi a circular, por ser de mais acesso na região. Os parâmetros utilizados no presente projeto são mostrados na Tabela 6.

Tabela 6 – Parâmetros utilizados para Galeria de Concreto.

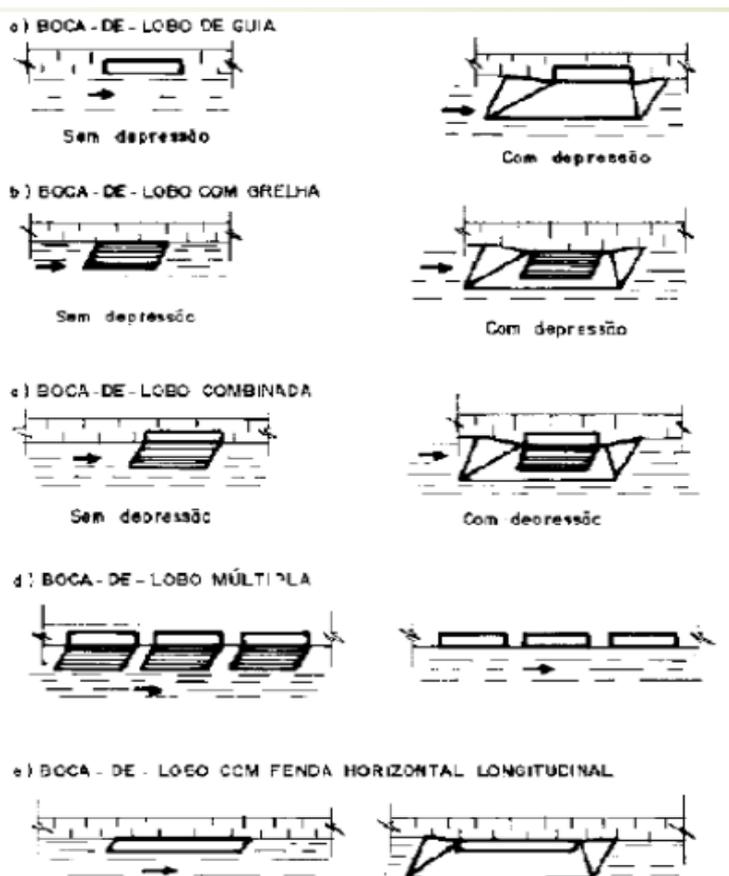
Definição dos Parâmetros	
Velocidade (m/s)	$0,75 \leq V \leq 5,00$
y/d	0,85
Q/Q_0	1,03
$N_{concreto}$	0,014
R/R_0	1,22

Fonte: O Autor, 2016.

4.6 Bocas de Lobo

Segundo CETESB (1980) boca de lobo é um aparelho hidráulico que possui como finalidade captar às águas pluviais que escoam sobre as sarjetas, e conduzi-las às galerias ou tubulações subterrâneas. Elas podem ser classificadas em quatro tipos (conforme mostra Figura 22).

Figura 22 – Tipos de Boca Coletora.



Fonte: CETESB 1980.

Segundo CETESB (1980), a capacidade de esgotamento das bocas de lobo é menor que a calculada, em função de vários fatores, como a obstrução causada por detritos, irregularidades dos pavimentos das ruas, junto às sarjetas e bocas coletoras, e hipóteses de cálculo que não se condiz com a realidade.

Para compensar os efeitos destes fatores, deve se aplicar coeficientes de redução sobre os valores teóricos, conforme Tabela 7.

Tabela 7 – Coeficientes de redução das capacidades das bocas coletoras.

Localização Sarjeta	Tipo de Boca-de-lobo	% Permitida sobre o valor teórico
Ponto Baixo	De Guia.	80
	Com grelha.	50
	Combinada.	65
Ponto Intermediário	De Guia.	80
	Grelha longitudinal.	60
	Grelha transversal ou longitudinal com barras transversais combinadas.	50
	Combinada.	110% dos valores indicados para a grelha correspondente

Fonte: (Ayres e Menezes, 2010 apud DNIT 2006).

O dimensionamento hidráulico das bocas coletoras depende diretamente do seu tipo (simples, grelhas, combinadas ou múltiplas), do seu posicionamento junto às sarjetas e a forma como a mesma trabalha.

Segundo Tucci (1995), no caso de boca de lobo simples localizadas em pontos baixos das sarjetas, quando a água acumulada sobre a boca coletora, gera uma altura de lâmina menor do que a abertura da guia, pode se considerar como um vertedor, a sua capacidade de engolimento pode ser definido pela expressão abaixo.

$$Q = 1,7 Ly^{1,5}$$

Onde: **Q** é a vazão de engolimento (m³/s), **y** é a altura de água próxima à abertura da guia (m) e **L** comprimento da soleira (m).

Segundo CETESB (1980), as experiências executadas pelo “UNITED STATES CORPS OF ENGINEERS” (Hydraulic Laboratory Report), para a determinação da capacidade de esgotamento da boca de lobo com grelhas em "ponto baixos das sarjetas", constaram que a grelha tem funcionamento idêntico ao de um vertedouro de soleira livre, para profundidade de lamina d’água de até 0,12 m, a sua capacidade de engolimento pode ser definido pela expressão abaixo.

$$\frac{Q}{P} = 1,655 Y^{1,5}$$

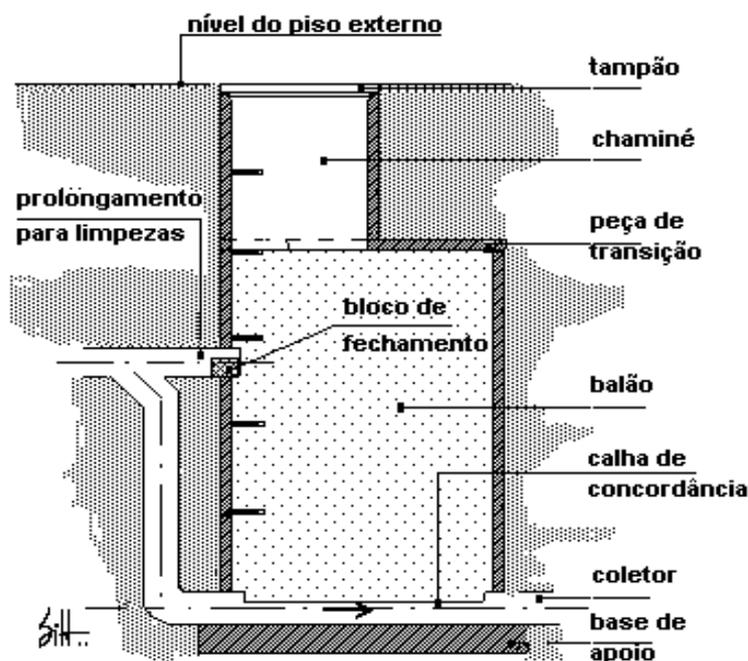
Onde: **Q** é a vazão de engolimento (m³/s), **Y** é a altura da lâmina d’água na sarjeta sobre a grelha (m) e **P** é perímetro do orifício (m).

Tucci (1995) ainda afirma que a capacidade teórica de esgotamento das bocas de lobo mistas, é aproximadamente igual à somatória das vazões pela grelha e pela abertura da guia, consideradas isoladamente.

4.7 Poços de Visita

De acordo com Tucci (2000) poços de visita, além de proporcionar acesso aos condutos para sua manutenção, os poços de visita também funcionam como caixas de ligação aos ramais secundários. Portanto, sempre deve haver um poço de visita onde houver mudanças de seção, de declividade ou de direção nas tubulações e nas junções dos troncos aos ramais. A figura 23 mostra um poço de visita.

Figura 23 – Imagem ilustrativa de um Poço de Visita.



Fonte: http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/ES08_01.html - acesso em 9 de abril de 2016.

Segundo a Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro (2010), os poços de visitas devem seguir as seguintes recomendações:

- Espaçamento entre poços de vista (PV) deve ser compreendido entre 30,0m e 120,0m, independentemente do diâmetro da tubulação;
- Os poços de visita com altura superior a 3,0 m devem ser construídos em concreto armado;

- Não são permitidas ligações de ralos as galerias em caixas cegas ou de passagem, ou seja, todas as ligações deverão ser executadas nos poços de visita.
- As galerias que conduzam vazões superiores a 10,0 m³/s, não devem ser fechadas, a não ser para travessia de vias.

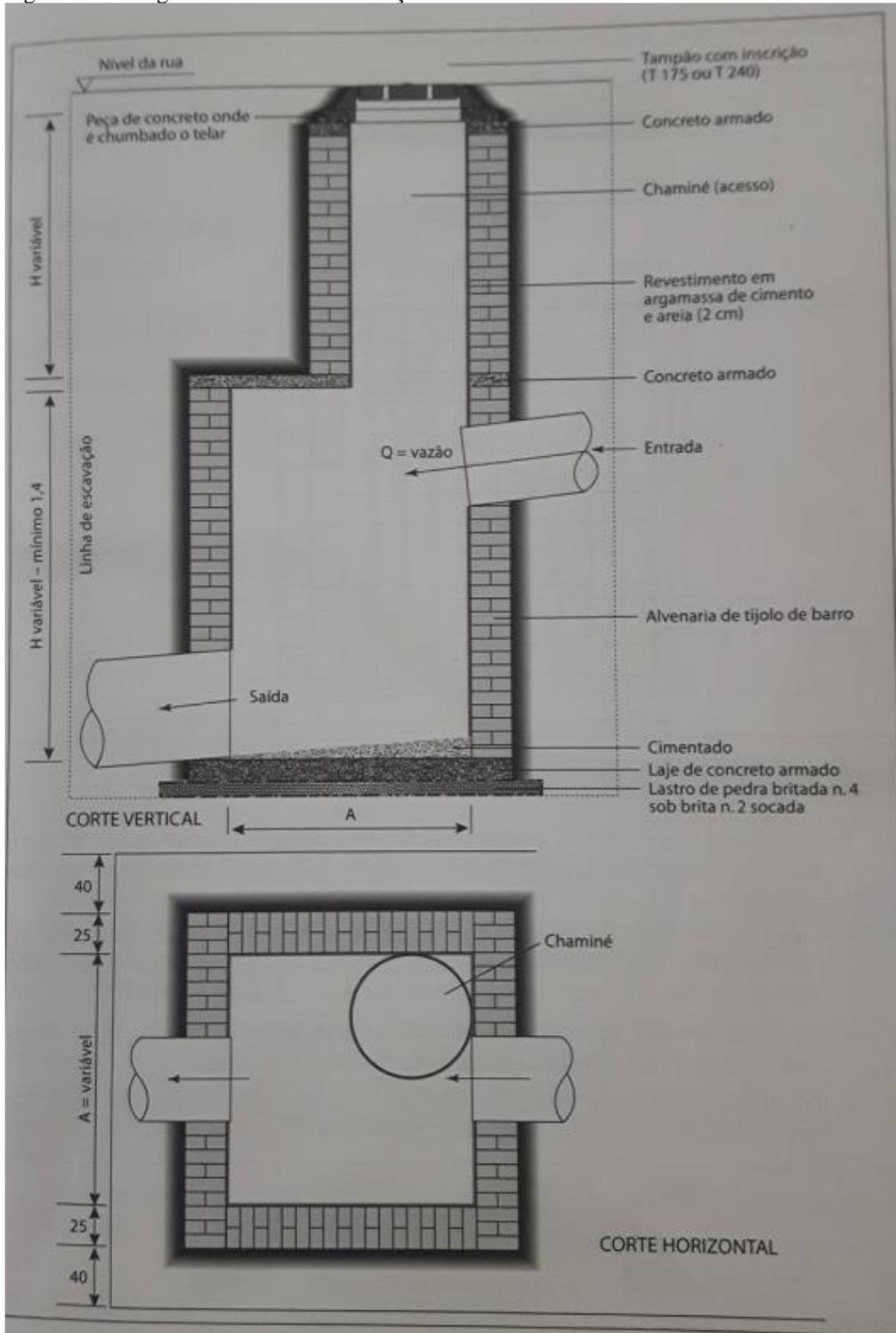
O detalhamento dos Poços de Vistas do seguinte projeto será determinado a partir das seguintes recomendações da Tabela 8 e Figura 24 a seguir:

Tabela 8 – Tabela de variação de dimensões PV's de acordo com diâmetro.

Tabela de Variação de dimensões PV's	
Até 400mm	1,20 (mínimo)
600mm	1,40 (mínimo)
700mm	1,50 (mínimo)
800mm	1,60 (mínimo)
900mm	1,70 (mínimo)
1000mm	1,80 (mínimo)
1200mm	2,00 (mínimo)
1500mm	2,30 (mínimo)

Fonte: Botelho, 2011.

Figura 24 – Imagem ilustrativa de um Poço de Visita.



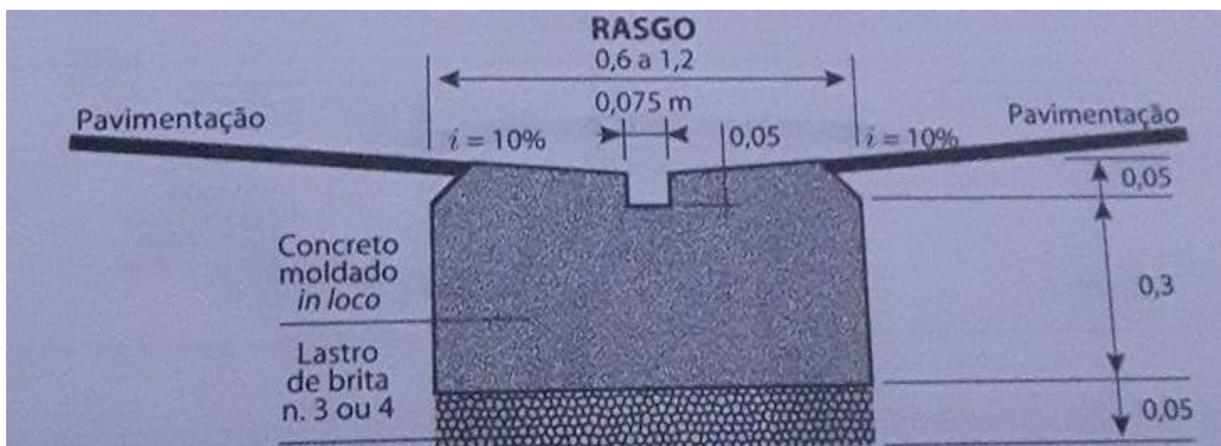
Fonte: Botelho, 2011.

4.8 Sarjetão

Os sarjetões são canais de seção triangular longitudinais executados geralmente nas cotas mais baixas das vias públicas e nos encontros dos leitos viários. São construídos de modo a coletar e conduzir as águas superficiais até elementos de drenagem, como bocas de lobo, além de conectar sarjetas ou encaminhar efluentes para o sistema de águas pluviais.

No local de estudo, segundo a literatura, pode ser utilizado à seção em V, com largura de 1 m, e o desnível entre borda e fundo de 15 cm para perfeita circulação de veículos baixos. Conforme mostra figura 25.

Figura 25 – Imagem esquemática de um Sarjetão.



Fonte: Botelho, 2011.

4.9 Tubos de ligação ou secundários

A água captada nas bocas de lobos será conduzida à canalização principal. Isso é feito pelo tubo de ligação ou tubo secundário. Os critérios de cálculo são iguais aos da tubulação principal.

4.10 Planilhas de Cálculos

4.10.1 Dimensionamento vazão máxima

Através de visitas *in loco* foi diagnosticado a falta de sarjetas de concreto ao longo das vias da bacia em análise, como parâmetro de cálculo foi definido que as sarjetas de concreto existentes na bacia permaneceram inalteradas conforme mostra Tabela 9, e os locais onde não possuem as mesmas, foi definida uma nova sarjeta que servirá de padronização ao longo da bacia em questão, conforme mostrado na Tabela 10, a fim de se calcular a vazão máxima trecho a trecho, demonstrado na Tabela 11.

Tabela 9 – Sarjetas inalteradas da bacia em análise.

Sarjetas existentes que não serão alteradas	Rua		
	Rua Orlanda Vasconcelos	Rua Rezende Xavier	Rua Mariana Gutierrez
Pavimentação	Asfáltica	Asfáltica	Asfáltica
Largura Rua (m)	9,2	9,5	9,6
I transversal rua	2,0%	1,5%	2,0%
Sarjeta Concreto	0,0145	0,0145	0,0145
I transversal sarjeta (%)	8%	7%	8%
h meio fio (m)	0,17	0,2	0,16
Largura Sarjeta (m)	0,4	0,5	0,5
Constante Qst	2,71	3,50	2,75

Fonte: O Autor, 2016.

Tabela 10 – Sarjeta de padronização.

Sarjeta de Padronização	
Sarjeta Concreto	0,014
I transversal sarjeta (%)	8%
h meio fio (m)	0,15
Largura Sarjeta (m)	0,5
Constante Qst	2,37

Fonte: O Autor, 2016.

Tabela 11 - Vazão máxima (m³/s)

Rua	Trecho	Im (mm/h)	Cm	Área (m²)		Q (m³/s)		Cota (m)		L (m)	Irua (m/m)	Qst (m³/s)	F	Qsr (m³/s)	Situação	
				Md	Me	Md	Me	Mont.	Jus.						Md	Me
AV. BENJAMIM CONSTANT	A-B	93,84	0,65	12263,02	3304,10	0,21	0,06	940,00	935,00	162,31	0,031	0,40	0,69	0,28	SG	SG
TRAVESSIA PRAÇA CHAMPAG	C-B			480,51	911,51	0,01	0,02	937,00	935,00	26,26	0,076	0,63	0,28	0,18	SG	SG
AV. BENJAMIM CONSTANT	B-D			12263,02	4696,12	0,21	0,08	935,00	934,00	59,53	0,017	0,30	0,80	0,24	SG	SG
RUA PROFESSORA HELENA REIS	E-F			1237,71	6293,01	0,02	0,11	939,50	939,00	83,57	0,006	0,18	0,80	0,14	SG	SG
AV. MAJOR VENANCIO	G-F			936,95	606,13	0,02	0,01	939,50	939,00	37,32	0,013	0,26	0,80	0,21	SG	SG
AV. MAJOR VENANCIO	F-H			936,95	8136,85	0,02	0,14	939,00	938,00	19,50	0,051	0,52	0,48	0,25	SG	SG
RUA MINISTRO BIAS FORTES	H-I			936,95	466,07	0,02	0,01	938,00	934,50	29,74	0,118	0,78	0,15	0,12	SG	SG
AV. MAJOR VENANCIO	H-J			30,87	8136,85	0,00	0,14	938,00	937,50	7,92	0,063	0,57	0,37	0,21	SG	SG
AV. MAJOR VENANCIO	J-D			498,04	10283,21	0,01	0,17	937,50	934,00	65,01	0,054	0,53	0,47	0,25	SG	SG
AV. MAJOR VENANCIO	D-K			498,04	27242,35	0,01	0,46	934,00	933,50	11,03	0,045	0,49	0,55	0,27	SG	CG
AV. MAJOR VENANCIO	J-L			353,11	311,47	0,01	0,01	937,50	931,00	41,45	0,157	0,90	0,10	0,09	SG	SG
AV. MAJOR VENANCIO	K-L			809,51	27635,87	0,01	0,47	933,50	931,00	31,16	0,080	0,65	0,25	0,16	SG	CG
PRACA GETULIO VARGAS	L-M			841,50	27635,87	0,01	0,47	931,00	928,00	16,97	0,177	0,96	0,10	0,10	SG	CG
PRACA MARECHAL FLORIANO	I-M			990,67	136,91	0,02	0,00	934,50	928,00	62,61	0,104	0,74	0,20	0,15	SG	SG
PRACA GETULIO VARGAS	M-N			10637,75	33171,69	0,18	0,56	928,00	917,00	250,90	0,044	0,48	0,53	0,25	SG	CG
RUA MINISTRO BIAS FORTES	I-O	2622,54	466,07	0,04	0,01	934,50	930,00	66,87	0,067	0,59	0,33	0,20	SG	SG		
RUA SAO GABRIEL	P-O	862,37	523,92	0,01	0,01	932,00	930,00	47,51	0,042	0,47	0,57	0,27	SG	SG		

RUA SÃO MIGUEL	Q-R
R.STA CRUZ	R-S
RUA MINISTRO BIAS FORTES	O-S
R.STA CRUZ	S-N
R.STA CRUZ	T-N
TRAV.MONSENHOR LEONIDAS	V-X
R. SILVA BITTENCOURT	N-Y
R. SANTOS ANJOS	Z-AA
R. OSWALDO CRUZ	AB-AA
R. SANTOS ANJOS	AA-AC
R. SANTOS ANJOS	AC-Y
R. CARLOS GOMES	AC-AD
TRAVESSA MARIZA	AE-AD
TRAVESSA MARIZA	AE-AF
TRAVESSA MARIZA	AF-AG
R. CARLOS GOMES	AD-AG
R. CARLOS GOMES	AG-AH
RUA SANTOS ANJOS	AG-AI
RUA SÃO PAULO	AH-AJ
AVENIDA RIO BRANCO	AK-AL

1906,03	4269,90	0,03	0,07	907,00	903,00	81,95	0,049	0,50	0,48	0,24	SG	SG
10566,10	500,58	0,18	0,01	932,00	920,50	49,11	0,234	1,11	0,10	0,11	CG	SG
7050,44	7505,47	0,12	0,13	930,00	920,50	152,99	0,062	0,57	0,38	0,22	SG	SG
10566,10	16648,03	0,18	0,28	920,50	917,00	71,30	0,049	0,51	0,49	0,25	SG	CG
642,55	721,48	0,01	0,01	918,50	917,00	49,35	0,030	0,40	0,70	0,28	SG	SG
942,19	721,48	0,02	0,01	912,50	907,50	67,34	0,074	0,62	0,32	0,20	SG	SG
41021,72	38920,05	0,70	0,66	917,00	907,00	130,36	0,077	0,63	0,28	0,18	CG	CG
474,75	1450,55	0,01	0,02	913,50	912,00	63,14	0,024	0,35	0,80	0,28	SG	SG
1341,00	350,17	0,02	0,01	913,00	912,00	46,17	0,022	0,34	0,80	0,27	SG	SG
1815,75	3655,91	0,03	0,06	912,00	911,00	40,03	0,025	0,36	0,76	0,27	SG	SG
3622,61	6018,32	0,06	0,10	911,00	907,00	86,25	0,046	0,49	0,52	0,26	SG	SG
521,25	520,90	0,01	0,01	911,00	909,50	42,21	0,036	0,43	0,65	0,28	SG	SG
275,19	441,04	0,00	0,01	911,50	909,50	33,16	0,060	0,56	0,40	0,22	SG	SG
421,93	276,21	0,01	0,00	911,50	910,00	33,58	0,045	0,48	0,55	0,27	SG	SG
447,41	304,82	0,01	0,01	910,00	909,00	36,04	0,028	0,38	0,74	0,28	SG	SG
1497,74	1041,79	0,03	0,02	909,50	909,00	33,32	0,015	0,28	0,80	0,22	SG	SG
1635,82	2205,91	0,03	0,04	909,00	901,00	76,89	0,104	0,74	0,19	0,14	SG	SG
2226,38	2001,04	0,04	0,03	909,00	884,00	82,08	0,305	1,26	0,10	0,13	SG	SG
3457,98	4124,85	0,06	0,07	901,00	891,00	80,36	0,124	0,81	0,15	0,12	SG	SG
447,12	910,28	0,01	0,02	919,00	918,00	49,32	0,020	0,33	0,80	0,26	SG	SG

AVENIDA RIO BRANCO	T-AL
TRAV.MONSENHOR LEONIDAS	AM-AL
TRAV.MONSENHOR LEONIDAS	AN-V
RUA DEP. RIBEIRO DE REZENDE	AP-AO
AVENIDA RIO BRANCO	AM-AN
AVENIDA RIO BRANCO	AN-AO
AVENIDA RIO BRANCO	AL-V
AVENIDA RIO BRANCO	V-AP
RUA DEP. RIBEIRO DE REZENDE	AP-AI
RUA SÃO PAULO	AQ-AJ
AVENIDA RIO BRANCO	AP-AQ
R. SILVA BITTENCOURT	Y-AI
R. SILVA BITTENCOURT	AI-AJ
RUA SÃO PAULO	AR-AQ
AVENIDA RIO BRANCO	AO-AR
TRAVESSA TARGINO NOGUEIRA	AX-AV
RUA SÃO PAULO	AQ-AJ
TRAVESSA TARGINO NOGUEIRA	AT-AV
R. SILVA BITTENCOURT	AJ-AV
AVENIDA RIO BRANCO	AQ-AT

1465,00	910,28	0,02	0,02	918,50	918,00	56,95	0,009	0,21	0,80	0,17	SG	SG
910,28	301,62	0,02	0,01	919,00	918,00	37,49	0,027	0,37	0,73	0,27	SG	SG
185,11	216,59	0,00	0,00	916,50	912,50	29,32	0,136	0,84	0,10	0,08	SG	SG
277,88	260,84	0,00	0,00	912,00	911,50	30,03	0,017	0,29	0,80	0,24	SG	SG
702,06	4095,87	0,01	0,07	919,00	916,50	54,86	0,046	0,49	0,55	0,27	SG	SG
1587,60	2730,58	0,03	0,05	916,50	911,50	82,39	0,061	0,56	0,40	0,23	SG	SG
2929,99	1918,63	0,05	0,03	918,00	912,50	74,18	0,074	0,62	0,32	0,20	SG	SG
4839,04	3282,02	0,08	0,06	912,50	912,00	78,83	0,006	0,18	0,80	0,15	SG	SG
972,08	889,66	0,02	0,02	912,00	894,00	66,69	0,270	1,19	0,10	0,12	SG	SG
805,75	982,72	0,01	0,02	903,50	891,00	67,92	0,184	0,98	0,10	0,10	SG	SG
6697,65	4276,88	0,11	0,07	912,00	903,50	78,97	0,108	0,75	0,19	0,14	SG	SG
45623,44	40592,58	0,77	0,69	907,00	894,00	64,11	0,203	1,03	0,10	0,10	CG	CG
46842,01	42320,06	0,80	0,72	894,00	891,00	78,32	0,038	0,45	0,62	0,28	CG	CG
247,82	317,78	0,00	0,01	904,50	903,50	30,53	0,033	0,41	0,67	0,28	SG	SG
3000,61	8191,73	0,05	0,14	911,50	904,50	78,76	0,089	0,68	0,24	0,16	SG	SG
346,60	422,72	0,01	0,01	885,50	882,50	37,10	0,081	0,65	0,26	0,17	SG	SG
805,75	982,72	0,01	0,02	903,50	891,00	67,74	0,185	0,98	0,10	0,10	SG	SG
1119,83	872,11	0,02	0,01	893,50	882,50	70,10	0,157	0,91	0,10	0,09	SG	SG
53624,71	13676,97	0,91	0,23	891,00	882,50	110,32	0,077	0,63	0,30	0,19	CG	CG
9294,19	7400,76	0,16	0,13	903,50	893,50	107,06	0,093	0,70	0,22	0,15	CG	SG

AVENIDA RIO BRANCO	AR-AS
AVENIDA RIO BRANCO	AY-AZ
R.CEL. JOÃO URBANO	BA-BB
AVENIDA RIO BRANCO	AT-BB
AVENIDA RIO BRANCO	AS-BB
AVENIDA RIO BRANCO	BB-AZ
RUA JOAO ANTONIO DOS REIS	AZ-BD
RUA CEL. JOÃO ANTÔNIO DOS REIS	BC-BE
RUA PROF. ELISA FONSECA	BF-BE
RUA CEL. JOÃO ANTÔNIO DOS REIS	BE-BD
R. SILVA BITTENCOURT	AV-BD
R. SILVA BITTENCOURT	BD-BI
RUA MAJOR EVARISTO PAIVA	BG-BI
RUA MAJOR EVARISTO PAIVA	BH-BI
R. REZENDE XAVIER	BM-BO
RUA DOMINGOS F. BRAGA	BN-BO
RUA DOMINGOS F. BRAGA	BO-BJ
R. SILVA BITTENCOURT	BI-BJ
R. SILVA BITTENCOURT	BJ-BK
RUA PADRE OLAVO PEREIRA	BL-BK

4881,15	8191,73	0,08	0,14	904,50	892,00	129,04	0,097	0,71	0,18	0,13	SG	CG
475,90	2150,20	0,01	0,04	891,00	889,50	56,22	0,027	0,37	0,73	0,27	SG	SG
213,49	102,66	0,00	0,00	892,50	891,50	19,95	0,050	0,51	0,50	0,26	SG	SG
13142,03	7400,76	0,22	0,13	893,50	891,50	89,50	0,022	0,34	0,80	0,27	CG	SG
5432,38	8191,73	0,09	0,14	892,00	891,50	76,27	0,007	0,19	0,80	0,15	SG	CG
25975,17	1280,94	0,44	0,02	891,50	889,50	38,64	0,052	0,52	0,47	0,24	CG	SG
28257,14	5454,71	0,48	0,09	889,50	876,00	97,01	0,139	0,85	0,10	0,09	CG	CG
216,03	173,30	0,00	0,00	881,00	879,50	22,61	0,066	0,59	0,33	0,19	SG	SG
2074,15	648,10	0,04	0,01	880,50	879,50	60,08	0,017	0,29	0,80	0,24	SG	SG
3235,36	1875,53	0,05	0,03	879,50	876,00	48,05	0,073	0,62	0,30	0,19	SG	SG
54394,03	14549,08	0,92	0,25	882,50	876,00	95,21	0,068	0,60	0,31	0,19	CG	CG
107603,38	76949,87	1,83	1,31	876,00	870,00	115,36	0,052	0,52	0,47	0,24	CG	CG
853,81	1322,67	0,01	0,02	874,00	870,00	50,86	0,079	0,64	0,25	0,16	SG	SG
1983,36	4088,60	0,03	0,07	875,00	870,00	76,60	0,065	0,58	0,30	0,18	SG	SG
3134,79	326,74	0,05	0,01	870,00	868,50	51,82	0,029	0,60	0,74	0,44	SG	SG
326,74	290,89	0,01	0,00	871,00	868,50	23,84	0,105	0,74	0,20	0,15	SG	SG
1336,28	998,09	0,02	0,02	868,50	867,00	80,12	0,019	0,31	0,80	0,25	SG	SG
110072,03	83559,67	1,87	1,42	870,00	867,00	67,78	0,044	0,48	0,55	0,26	CG	CG
110072,03	85894,04	1,87	1,46	867,00	866,50	7,34	0,068	0,60	0,31	0,18	CG	CG
877,26	605,22	0,01	0,01	868,00	866,50	63,29	0,024	0,35	0,77	0,27	SG	SG

R. SILVA BITTENCOURT	BK-BR
R. REZENDE XAVIER	BO-BS
RUA PROF. ELISA FONSECA	BP-BR
PÇA MARIANO SILVA CAMPOS	BS-BR
RUA CAPITÃO VALERIO REIS	BV-BX
PÇA MARIANO SILVA CAMPOS	BV-BT
PÇA MARIANO SILVA CAMPOS	BX-BT
PÇA MARIANO SILVA CAMPOS	BT-BS
R. REZENDE XAVIER	BR-BY
R. REZENDE XAVIER	BS-BY
RUA CAPITÃO VALERIO REIS	BX-CB
RUA DR. JOSÉ BÍSCARO	BZ-CA
RUA PROFESSORA ELISA FONSECA	BQ-CC
PRAÇA DAS MISSÕES	CD-CB
PRAÇA DAS MISSÕES	CB-CA
PRAÇA DAS MISSÕES	CC-CD
RUA REZENDE XAVIER	BY-CD
RUA DR. JOSÉ BÍSCARO	CA-CE
RUA REZENDE XAVIER	CD-CF
RUA MERCIA F. MORAES	CG-CI

113890,33	90525,19	1,93	1,54	866,50	860,50	117,76	0,051	0,52	0,48	0,25	CG	CG
5375,44	2591,24	0,09	0,04	868,50	861,00	106,20	0,071	0,93	0,30	0,28	SG	SG
1181,31	1803,75	0,02	0,03	864,00	860,50	86,48	0,040	0,46	0,60	0,28	SG	SG
207,71	117,25	0,00	0,00	861,00	860,50	23,00	0,022	0,34	0,78	0,26	SG	SG
575,32	1630,56	0,01	0,03	867,50	864,50	45,91	0,065	0,58	0,35	0,20	SG	SG
1324,95	221,47	0,02	0,00	867,50	861,50	70,86	0,085	0,66	0,25	0,17	SG	SG
177,38	446,73	0,00	0,01	864,50	861,50	39,48	0,076	0,63	0,28	0,18	SG	SG
1502,33	668,20	0,03	0,01	861,50	861,00	6,82	0,073	0,62	0,32	0,20	SG	SG
117508,57	91020,05	1,99	1,54	860,50	858,50	46,90	0,043	0,72	0,57	0,41	CG	CG
5552,30	5361,03	0,09	0,09	861,00	858,50	49,37	0,051	0,79	0,50	0,39	SG	SG
2361,84	4891,68	0,04	0,08	864,50	854,00	108,88	0,096	0,71	0,18	0,13	SG	SG
2505,10	4644,05	0,04	0,08	859,50	850,00	104,53	0,091	0,69	0,22	0,15	SG	SG
2371,19	2209,37	0,04	0,04	864,00	855,50	147,44	0,058	0,55	0,43	0,23	SG	SG
585,04	323,87	0,01	0,01	855,00	854,00	24,47	0,041	0,46	0,60	0,28	SG	SG
1170,07	8314,30	0,02	0,14	854,00	850,00	39,41	0,101	0,73	0,20	0,15	SG	SG
2371,19	2231,35	0,04	0,04	855,50	855,00	7,57	0,066	0,59	0,33	0,19	SG	SG
124960,42	97579,60	2,12	1,66	858,50	855,00	56,74	0,062	0,87	0,38	0,33	CG	CG
4031,63	11610,13	0,07	0,20	850,00	841,50	94,87	0,090	0,68	0,23	0,15	SG	CG
131371,50	98907,92	2,23	1,68	855,00	840,50	91,04	0,159	1,40	0,10	0,14	CG	CG
324,91	366,47	0,01	0,01	843,00	841,50	18,22	0,082	0,66	0,25	0,16	SG	SG

RUA MARIANA GUTIERRES	CH-CI
RUA MARIANA GUTIERRES	CI-CF
RUA MARIANA GUTIERRES	CE-CF
RUA REZENDE XAVIER	CF-CJ
RUA DR. JOSÉ BÍSCARO	CE-CJ
RUA FRANCISCO GONÇALVES DE MORAIS	CL-CM
RUA JÚLIO CARNEIRO	CK-CM
RUA FRANCISCO GONÇALVES DE MORAIS	CM-CO
RUA MERCIA F. MORAES	CI-CK
RUA MERCIA F. MORAES	CK-CP
RUA ORNINDA VASCONCELOS	CN-CO
RUA ORNINDA VASCONCELOS	CO-CP
RUA DR. JOSÉ BISCARO	CJ-CQ
RUA ORNINDA VASCONCELOS	CP-CQ
AVENIDA MIGUEL ALVES	CR-CS
AVENIDA MIGUEL ALVES	CS-CQ
AVENIDA MIGUEL ALVES	CT-CV
RUA DR. JOSÉ BISCARO	CQ-CX
RUA DR. JOSÉ BISCARO	CX-CV
ALAMEDA DOS PITANGÓES	DJ-DK

547,16	324,91	0,01	0,01	842,50	841,50	35,90	0,028	0,46	0,73	0,34	SG	SG
738,43	528,01	0,01	0,01	841,50	840,50	54,05	0,019	0,37	0,80	0,30	SG	SG
255,06	194,57	0,00	0,00	841,50	840,50	27,79	0,036	0,52	0,65	0,34	SG	SG
133684,43	99667,35	2,27	1,69	840,50	838,50	48,05	0,042	0,71	0,58	0,41	CG	CG
4342,76	25542,29	0,07	0,43	841,50	838,50	47,20	0,064	0,58	0,38	0,22	SG	CG
1745,75	1285,47	0,03	0,02	841,00	837,50	49,54	0,071	0,61	0,33	0,20	SG	SG
476,39	473,44	0,01	0,01	838,00	837,50	46,72	0,011	0,24	0,80	0,19	SG	SG
1745,75	2885,03	0,03	0,05	837,50	836,00	41,82	0,036	0,43	0,60	0,26	SG	SG
2006,02	1722,42	0,03	0,03	841,50	838,00	59,36	0,059	0,55	0,42	0,23	SG	SG
2894,92	4434,32	0,05	0,08	838,00	834,50	62,22	0,056	0,54	0,44	0,24	SG	SG
524,43	1900,85	0,01	0,03	852,50	836,00	90,92	0,181	1,15	0,10	0,12	SG	SG
1288,02	5144,44	0,02	0,09	836,00	834,50	53,18	0,028	0,46	0,72	0,33	SG	SG
236491,24	29885,05	4,01	0,51	838,50	833,00	92,20	0,060	0,56	0,40	0,22	CG	CG
2051,61	7641,27	0,03	0,13	834,50	833,00	40,13	0,037	0,52	0,62	0,32	SG	SG
2370,30	505,87	0,04	0,01	841,50	837,50	69,22	0,058	0,55	0,41	0,23	SG	SG
4740,60	1951,67	0,08	0,03	837,50	833,00	71,24	0,063	0,57	0,38	0,22	SG	SG
1401,82	6464,87	0,02	0,11	838,50	830,00	82,14	0,103	0,74	0,20	0,15	SG	SG
247042,36	37596,94	4,19	0,64	833,00	832,50	49,31	0,010	0,23	0,80	0,18	CG	CG
247042,36	37596,94	4,19	0,64	832,50	830,00	13,82	0,181	0,97	0,10	0,10	CG	CG
384,24	593,03	0,01	0,01	851,50	847,50	30,38	0,132	0,83	0,10	0,08	SG	SG

RUA OSWALDO AUGUSTO SIGIANI	DI-DK	419,89	706,29	0,01	0,01	850,50	847,50	57,33	0,052	0,52	0,48	0,25	SG	SG
RUA OSWALDO AUGUSTO SIGIANI	DK-DL	769,43	2534,11	0,01	0,04	847,50	846,50	57,07	0,018	0,30	0,80	0,24	SG	SG
RUA ANTÔNIO JOSÉ SALGADO	DM-DL	900,69	916,35	0,02	0,02	850,50	846,50	51,64	0,077	0,64	0,26	0,17	SG	SG
RUA OSWALDO AUGUSTO SIGIANI	DL-DN	1194,36	5415,42	0,02	0,09	846,50	845,50	59,02	0,017	0,30	0,80	0,24	SG	SG
AVENIDA DOS CURIOS	DN-DG	7612,27	2934,57	0,13	0,05	845,50	844,00	118,07	0,013	0,26	0,80	0,21	SG	SG
RUA SANTO ANTÔNIO	DG-DF	8027,93	5205,63	0,14	0,09	844,00	842,50	80,95	0,019	0,31	0,80	0,25	SG	SG
AVENIDA DR. MÁRIO FROTA	DE-DF	998,38	1641,40	0,02	0,03	843,50	842,50	63,12	0,016	0,29	0,80	0,23	SG	SG
AVENIDA DR. MÁRIO FROTA	DH-DF	8565,75	1602,22	0,15	0,03	846,50	842,50	237,62	0,017	0,30	0,80	0,24	SG	SG
RUA SANTO ANTÔNIO	DF-DD	18195,90	8491,00	0,31	0,14	842,50	837,00	56,82	0,097	0,71	0,18	0,13	CG	CG
RUA LIBERDADE	DB-DC	1001,00	200,68	0,02	0,00	838,00	837,50	39,98	0,013	0,26	0,80	0,20	SG	SG
RUA LIBERDADE	DC-DD	2001,99	779,27	0,03	0,01	837,50	837,00	47,21	0,011	0,24	0,80	0,19	SG	SG
RUA SANTO ALOISIO	DC-CZ	2393,46	468,42	0,04	0,01	837,50	832,50	139,65	0,036	0,43	0,60	0,26	SG	SG
RUA SANTO ANTÔNIO	DD-DA	25561,38	13993,52	0,43	0,24	837,00	830,50	135,35	0,048	0,50	0,48	0,24	CG	SG
RUA DR. JOSÉ BISCARO	CY-CZ	423,55	3065,03	0,01	0,05	833,50	832,50	79,15	0,013	0,26	0,80	0,21	SG	SG
RUA DR. JOSÉ BISCARO	CZ-DA	3934,09	3337,42	0,07	0,06	832,50	830,50	44,78	0,045	0,48	0,55	0,27	SG	SG
RUA DR. JOSÉ BISCARO	DA-CV	33189,24	5934,65	0,56	0,10	830,50	830,00	90,82	0,006	0,17	0,80	0,14	CG	SG

Fonte: O Autor, 2016.

4.10.2 Dimensionamento galerias

Tabela 12 – Cálculo galerias

Rua	Trecho	Qent. (m ³ /s)	Qproj. (m ³ /s)	Igal. (m/m)	Øgal. Exist. (m)	Qproj. Gal. Exist. (m ³ /s)	Øgal. Completar Rede (m)	Ø Comer. Gal. Completar Rede (m)	RH	Vgal. (m/s)
R.STA CRUZ	R-S	0,069	0,067	0,234	-	-	0,149	0,400	0,082	4,320
R.STA CRUZ	S-N	0,034	0,033	0,049	-	-	0,154	0,400	0,082	2,986
R. SILVA BITTENCOURT	N-Y	1,180	1,145	0,077	0,400	0,535	0,390	0,400	0,082	3,733
R. SILVA BITTENCOURT	Y-AI	1,360	1,321	0,203	0,400	0,870	0,312	0,400	0,082	4,780
R. SILVA BITTENCOURT	AI-AJ	1,236	1,200	0,038	0,400	0,378	0,535	0,600	0,123	3,457
R. SILVA BITTENCOURT	AJ-AV	0,952	0,924	0,077	0,400	0,537	0,354	0,600	0,123	4,902
R. SILVA BITTENCOURT	AV-BD	0,985	0,956	0,068	0,400	0,505	0,383	0,600	0,123	4,615
R. SILVA BITTENCOURT	BD-BI	2,887	2,803	0,052	0,400	0,441	0,751	0,800	0,164	4,879
R. SILVA BITTENCOURT	BI-BJ	3,022	2,934	0,044	0,600	1,199	0,689	0,800	0,164	4,501
R. SILVA BITTENCOURT	BJ-BK	3,141	3,050	0,068	0,600	1,487	0,611	0,800	0,164	5,210
R. SILVA BITTENCOURT	BK-BR	3,222	3,128	0,051	0,600	1,286	0,686	0,800	0,164	4,829
R. REZENDE XAVIER	BR-BY	3,127	3,036	0,043	0,600	1,177	0,712	0,800	0,164	4,418
RUA REZENDE XAVIER	BY-CD	3,447	3,346	0,062	0,600	1,415	0,674	0,800	0,164	5,314

RUA REZENDE XAVIER	CD-CF	3,769	3,659	0,159	0,600	2,274	0,498	0,800	0,164	4,980
RUA REZENDE XAVIER	CF-CJ	3,547	3,443	0,042	0,600	1,163	0,772	0,800	0,164	4,365
RUA DR. JOSÉ BISCARO	CJ-CQ	4,298	4,173	0,060	0,600	1,392	0,778	0,800	0,164	5,130
RUA DR. JOSÉ BISCARO	CQ-CX	4,647	4,511	0,010	0,600	0,574	1,235	1,500	0,307	3,276
RUA DR. JOSÉ BISCARO	CX-CV	4,734	4,596	0,181	0,600	2,424	1,278	1,500	0,307	4,780
RUA SANTO ANTÔNIO	DF-DD	0,325	0,316	0,097	-	-	0,314	0,400	0,082	4,193
RUA SANTO ANTÔNIO	DD-DA	0,193	0,188	0,048	-	-	0,295	0,400	0,082	2,954
RUA DR. JOSÉ BISCARO	DA-CV	0,428	0,415	0,006	-	-	0,596	0,600	0,123	1,310
RUA DR. MÁRIO FROTA	CV-ZZ	5,162	5,012	0,006	0,600	0,423	1,416	1,500	0,307	2,414

Fonte: O Autor, 2016.

4.10.3 Dimensionamento bocas de lobos

Através de visitas *in loco* foi diagnosticado a falta de padronização das bocas de lobos ao longo das vias da bacia em análise, a fim de se aproveitar ao máximo o sistema existente, foi calculado a capacidade de engolimento das mesmas (conforme demonstrado nas Tabelas 14,15 e 16), e os trechos nos quais esse engolimento foi inferior a demanda (conforme demonstrado na Tabela 17), se tornou necessária à colocação de outras bocas lobos, para isso foi padronizada uma boca de lobo (demonstrada na Tabela 13), tornando menos variável a quantidade das mesmas.

Tabela 13 – Boca de Lobo de padronização.

Boca de Lobo de padronização					
Largura (m)	Comprimento (m)	Largura Barra Longitudinal (m)	QTD. Barra	Coef. Redução	Vazão Eng. (m³/s)
0,48	1,00	0,03	7	0,50	0,200

Fonte: O Autor, 2016.

Tabela 14 – Cálculo bocas de lobos tipo simples existente na bacia em análise.

Bocas de Lobo existentes na Bacia - Tipo Simples									
Rua	Trecho	Tipo 1							
		Altura (m)	Comprimento (m)	Coef. Redução	Vazão Eng. (m³/s)	Qtd. MD	Qtd. ME	Vazão MD (m³/s)	Vazão ME (m³/s)
AVENIDA RIO BRANCO	AR-AS	0,15	0,50	0,80	0,028	1	2	0,03	0,06
Rua	Trecho	Tipo 2							
		Altura (m)	Comprimento (m)	Coef. Redução	Vazão Eng. (m³/s)	Qtd. MD	Qtd. ME	Vazão MD (m³/s)	Vazão ME (m³/s)
AVENIDA RIO BRANCO	BB-AZ	0,20	0,65	0,80	0,064	1,0	1,0	0,06	0,06

Fonte: O Autor, 2016.

Tabela 15 – Cálculo bocas de lobos tipo com grelha existente na bacia em análise.

Bocas de Lobo existentes na Bacia - Tipo com Grelha											
Rua	Trecho	Tipo 1									
		Largura (m)	Comprimento (m)	Largura Barra Long. (m)	QTD. Barra	Coef. Redução	Vazão Eng. (m³/s)	Qtd. MD	Qtd. ME	Vazão MD (m³/s)	Vazão ME (m³/s)
AV. MAJOR VENANCIO	D-K	0,55	0,85	0,03	8	0,50	0,19	-	1	-	0,19
AV. MAJOR VENANCIO	K-L	0,55	0,85	0,03	8	0,50	0,19	-	1	-	0,19
PRACA GETULIO VARGAS	L-M	0,55	0,85	0,03	8	0,50	0,19	-	2	-	0,39
PRACA GETULIO VARGAS	M-N	0,55	0,85	0,03	8	0,50	0,19	1	2	0,19	0,39
R. SILVA BITTENCOURT	N-Y	0,55	0,85	0,03	8	0,50	0,19	1	1	0,19	0,19
R. SILVA BITTENCOURT	Y-AI	0,55	0,85	0,03	8	0,50	0,19	1	1	0,19	0,19
R. SILVA BITTENCOURT	AI-AJ	0,55	0,85	0,03	8	0,50	0,19	1	1	0,19	0,19

R. SILVA BITTENCOURT	AJ-AV	0,55	0,85	0,03	8	0,50	0,19	1	1	0,19	0,19
AVENIDA RIO BRANCO	AQ-AT	0,55	0,85	0,03	8	0,50	0,19	1	1	0,19	0,19
R. SILVA BITTENCOURT	AV-BD	0,55	0,85	0,03	8	0,50	0,19	1	1	0,19	0,19
R. SILVA BITTENCOURT	BD-BI	0,55	0,85	0,03	8	0,50	0,19	1	-	0,19	-
R. SILVA BITTENCOURT	BI-BJ	0,55	0,85	0,03	8	0,50	0,19	1	1	0,19	0,19
R. SILVA BITTENCOURT	BK-BR	0,55	0,85	0,03	8	0,50	0,19	1	-	0,19	-
RUA REZENDE XAVIER	BY-CD	0,55	0,85	0,03	8	0,50	0,19	2	2	0,39	0,39
RUA DR. JOSÉ BÍSCARO	CA-CE	0,55	0,85	0,03	8	0,50	0,19	1	1	0,19	0,19
RUA REZENDE XAVIER	CD-CF	0,55	0,85	0,03	8	0,50	0,19	1	1	0,19	0,19
RUA DR. JOSÉ BISCARO	CJ-CQ	0,55	0,85	0,03	8	0,50	0,19	2	-	0,39	-
RUA DR. JOSÉ BISCARO	CQ-CX	0,55	0,85	0,03	8	0,50	0,19	1	1	0,19	0,19
Rua	Trecho	Tipo 2									
		Largura (m)	Comprimento (m)	Largura Barra Long.	QTD. Barra	Coef. Redução	Vazão Eng. (m³/s)	Qtd. MD	Qtd. ME	Vazão MD (m³/s)	Vazão ME (m³/s)
R. SILVA BITTENCOURT	BD-BI	0,80	1,20	0,07	4	0,50	0,28	-	1	-	0,28
Rua	Trecho	Tipo 3									
		Largura (m)	Comprimento (m)	Largura Barra Long. (m)	QTD. Barra	Coef. Redução	Vazão Eng. (m³/s)	Qtd. MD	Qtd. ME	Vazão MD (m³/s)	Vazão ME (m³/s)
R. SILVA BITTENCOURT	BK-BR	0,40	0,80	0,05	6	0,50	0,17	-	1	-	0,17

Fonte: O Autor, 2016.

Tabela 16 – Cálculo bocas de lobos tipo mista existente na bacia em análise.

Bocas de Lobo existentes na Bacia - Tipo Mista														
Rua	Trecho	Tipo 1												
		Parte Simples			Parte com Grelha						Total			
		Altura (m)	Comprimento (m)	Vazão Eng. (m³/s)	Largura (m)	Comprimento (m)	Largura Barra Long.	QTD. Barra	Vazão Eng. (m³/s)	Coef. Redução	Qtd. MD	Qtd. ME	Vazão MD (m³/s)	Vazão ME (m³/s)
R. REZENDE XAVIER	BR-BY	0,10	0,80	0,04	0,55	0,80	0,05	3	0,19	0,65	1	-	0,15	-
Rua	Trecho	Tipo 2												
		Parte Simples			Parte com Grelha						Total			
		Altura (m)	Comprimento (m)	Vazão Eng. (m³/s)	Largura (m)	Comprimento (m)	Largura Barra Long.	QTD. Barra	Vazão Eng. (m³/s)	Coef. Redução	Qtd. MD	Qtd. ME	Vazão MD (m³/s)	Vazão ME (m³/s)
RUA REZENDE XAVIER	CF-CJ	0,10	0,70	0,03	0,55	0,85	0,05	8	0,19	0,65	-	1	-	0,15
RUA DR. JOSÉ BÍSCARO	CE-CJ	0,10	0,70	0,03	0,55	0,85	0,05	8	0,19	0,65	1	-	0,15	-
RUA DR. JOSÉ BISCARO	CJ-CQ	0,10	0,70	0,03	0,55	0,85	0,05	8	0,19	0,65	-	2	-	0,29
Rua	Trecho	Tipo 3												
		Parte Simples			Parte com Grelha						Total			
		Altura (m)	Comprimento (m)	Vazão Eng. (m³/s)	Largura (m)	Comprimento (m)	Largura Barra Long.	QTD. Barra	Vazão Eng. (m³/s)	Coef. Redução	Qtd. MD	Qtd. ME	Vazão MD (m³/s)	Vazão ME (m³/s)
RUA DR. JOSÉ BISCARO	DA-CV	0,20	0,78	0,10	0,38	0,78	0,05	8	0,16	0,65	1	1	0,17	0,17

Fonte: O Autor, 2016.

Tabela 17 – Cálculo bocas de lobos que serão implementadas na bacia em análise.

Rua	Trecho	Vazão total de engolimento		Vazão engolida pelas BL's existentes		Vazão excedente		Boca de Lobo - Padronização	
		Q (m³/s)		Q (m³/s)		Q (m³/s)		Qtd. (unidade)	
		Md	Me	Md	Me	Md	Me	Md	Me
AV. MAJOR VENANCIO	D-K	-	0,195	-	0,000	-	0,195	-	-
AV. MAJOR VENANCIO	K-L	-	0,112	-	0,000	-	0,195	-	-
PRACA GETULIO VARGAS	L-M	-	0,261	-	0,000	-	0,39	-	-
PRACA GETULIO VARGAS	M-N	-	0,049	-	0,385	-	-	-	-
R.STA CRUZ	R-S	0,069	-	-	-	0,069	-	1	-
R.STA CRUZ	S-N	0,069	0,034	0,000	0,000	0,069	0,034	1	1
R. SILVA BITTENCOURT	N-Y	0,450	0,400	0,193	0,193	0,258	0,207	2	1
R. SILVA BITTENCOURT	Y-AI	0,221	0,186	0,193	0,193	0,029	-	1	-
R. SILVA BITTENCOURT	AI-AJ	0,297	0,255	0,193	0,193	0,104	0,062	1	1
R. SILVA BITTENCOURT	AJ-AV	0,423	0,255	0,193	0,193	0,231	0,062	2	1
AVENIDA RIO BRANCO	AQ-AT	0,004	-	0,193	0,000	-	-	-	-
AVENIDA RIO BRANCO	AR-AS	-	0,011	-	0,056	-	-	-	-
AVENIDA RIO BRANCO	AT-BB	0,004	-	-	-	0,004	-	1	-
AVENIDA RIO BRANCO	AS-BB	-	0,011	-	-	-	0,011	-	1
AVENIDA RIO BRANCO	BB-AZ	0,197	0,011	0,497	-	-	0,011	-	1
RUA JOAO ANTONIO DOS REIS	AZ-BD	0,187	0,007	0,000	0,000	0,187	0,007	1	1

R. SILVA BITTENCOURT	AV-BD	0,315	0,317	0,193	0,193	0,122	-	1	-
R. SILVA BITTENCOURT	BD-BI	1,266	0,550	0,193	0,275	1,074	0,275	6	2
R. SILVA BITTENCOURT	BI-BJ	0,337	0,604	0,193	0,193	0,145	0,411	1	2
R. SILVA BITTENCOURT	BJ-BK	1,346	0,669	0,000	0,000	1,346	0,669	7	4
R. SILVA BITTENCOURT	BK-BR	0,339	0,620	0,193	0,165	0,147	0,454	1	3
R. REZENDE XAVIER	BR-BY	1,243	0,514	0,146	0,000	1,098	0,514	6	3
RUA REZENDE XAVIER	BY-CD	0,547	0,812	0,385	0,385	0,162	0,427	1	3
RUA DR. JOSÉ BÍSCARO	CA-CE	0,043	-	0,193	0,000	-	-	-	-
RUA REZENDE XAVIER	CD-CF	1,543	0,727	0,193	0,193	1,350	0,534	7	3
RUA REZENDE XAVIER	CF-CJ	0,312	0,551	0,000	0,146	0,312	0,405	2	2
RUA DR. JOSÉ BÍSCARO	CE-CJ	0,217	-	0,146	0,000	0,072	-	1	-
RUA DR. JOSÉ BISCARO	CJ-CQ	1,005	0,284	0,385	0,291	0,619	-	4	-
RUA DR. JOSÉ BISCARO	CQ-CX	1,219	0,454	0,193	0,193	1,026	0,261	5	2
RUA DR. JOSÉ BISCARO	CX-CV	0,112	0,027	0,000	0,000	0,112	0,027	1	1
RUA SANTO ANTÔNIO	DF-DD	0,181	0,016	0,000	0,000	0,181	0,016	1	1
RUA SANTO ANTÔNIO	DD-DA	0,013	-	0,000	0,000	0,013	-	1	-
RUA DR. JOSÉ BISCARO	DA-CV	0,234	-	0,172	0,000	0,062	-	1	-

Fonte: O Autor, 2016.

4.10.4 Dimensionamento tubulação secundária

Tabela 18 – Cálculo tubulações secundárias que serão implementadas na bacia em análise.

Tubo Secundário (T.S)	Extensão (m)	Bocas de Lobo (un.)	I (%)	Vazão (m³/s)	Ø (mm)
T.S 1	3,09	1	2	0,200	0,400
T.S 2	4,09	1	2	0,200	0,400
T.S 3	3,61	1	2	0,200	0,400
T.S 4	6,69	1	2	0,200	0,400
T.S 5	2,31	1	2	0,200	0,400
T.S 6	3,96	2	2	0,400	0,500
T.S 7	1,68	1	2	0,200	0,400
T.S 8	6,14	1	2	0,200	0,400
T.S 9	3,61	1	2	0,200	0,400
T.S 10	6,23	2	2	0,400	0,500
T.S 11	2,96	1	2	0,200	0,400
T.S 12	4,22	1	2	0,200	0,400
T.S 13	8,56	1	2	0,200	0,400
T.S 14	6,97	1	2	0,200	0,400
T.S 15	4,94	1	2	0,200	0,400
T.S 16	2,52	1	2	0,200	0,400
T.S 17	2,52	2	2	0,400	0,400
T.S 18	4,9	3	2	0,600	0,500

T.S 19	2,52	1	2	0,200	0,400
T.S 20	8,37	2	2	0,400	0,500
T.S 21	2,52	1	2	0,200	0,400
T.S 22	2,52	2	2	0,400	0,500
T.S 23	8,01	3	2	0,600	0,500
T.S 24	2,52	1	2	0,200	0,400
T.S 25	2,52	2	2	0,400	0,500
T.S 26	2,52	3	2	0,600	0,500
T.S 27	4,5	4	2	0,800	0,600
T.S 28	2,52	1	2	0,200	0,400
T.S 29	2,52	2	2	0,400	0,500
T.S 30	8,42	3	2	0,600	0,500
T.S 31	2,52	1	2	0,200	0,400
T.S 32	2,52	2	2	0,400	0,500
T.S 33	17,86	3	2	0,600	0,500
T.S 34	2,52	1	2	0,200	0,400
T.S 35	2,52	2	2	0,400	0,500
T.S 36	2,52	3	2	0,600	0,500
T.S 37	8,67	4	2	0,800	0,600
T.S 38	10,71	1	2	0,200	0,400
T.S 39	2,52	1	2	0,200	0,400
T.S 40	4,82	2	2	0,400	0,500

T.S 41	7,96	1	2	0,200	0,400
T.S 42	6,93	1	2	0,200	0,400
T.S 43	2,52	1	2	0,200	0,400
T.S 44	10,87	2	2	0,400	0,500
T.S 45	15,67	1	2	0,200	0,400
T.S 46	2,52	1	2	0,200	0,400
T.S 47	2,52	2	2	0,400	0,500
T.S 48	11,64	3	2	0,600	0,500
T.S 49	2,52	1	2	0,200	0,400
T.S 50	2,52	2	2	0,400	0,500
T.S 51	2,52	3	2	0,600	0,500
T.S 52	10,6	4	2	0,800	0,600
T.S 53	2,52	1	2	0,200	0,400
T.S 54	2,52	2	2	0,400	0,500
T.S 55	11,11	3	2	0,600	0,500
T.S 56	2,52	1	2	0,200	0,400
T.S 57	9,15	2	2	0,400	0,500
T.S 58	2,52	1	2	0,200	0,400
T.S 59	6,92	2	2	0,400	0,500
T.S 60	8,54	2	2	0,400	0,500
T.S 61	2,52	1	2	0,200	0,400
T.S 62	15,99	2	2	0,400	0,500

T.S 63	2,52	1	2	0,200	0,400
T.S 64	2,52	1	2	0,200	0,400
T.S 65	2,52	2	2	0,400	0,500
T.S 66	10,48	3	2	0,600	0,500
T.S 67	2,52	1	2	0,200	0,400
T.S 68	2,52	2	2	0,400	0,500
T.S 69	15,53	3	2	0,600	0,500
T.S 70	2,52	1	2	0,200	0,400
T.S 71	2,52	2	2	0,400	0,500
T.S 72	7,54	3	2	0,600	0,500
T.S 73	5,11	1	2	0,200	0,400
T.S 74	5,34	1	2	0,200	0,400
T.S 75	11,28	1	2	0,200	0,400
T.S 76	15,67	1	2	0,200	0,400

Fonte: O Autor, 2016.

5. ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS E SERVIÇOS

5.1 Normas de execução

Todas as especificações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) deverão ser seguidas.

Os materiais empregados na execução do projeto igualmente deverão ser adquiridos de fabricantes que garantam qualidade e durabilidade em seus produtos.

5.2 Galerias subterrâneas

As galerias propriamente ditas são os condutos destinados ao escoamento das águas de precipitações coletadas, até seu destino final. As galerias serão de tubos de concreto, de seção circular. E devem se enquadrar nas especificações da NBR 8890-2007: Tudo de concreto de seção circular para águas pluviais e esgotos sanitários – Requisitos e métodos de ensaio.

No presente projeto as galerias principais vão possuir diâmetros variáveis de 400 milímetros a 1500 milímetros e serão do tipo ponta e bolsa, já os tubos de ligação diâmetro mínimo de também 400 milímetros.

O serviço de escavação e assentamento dos tubos deve seguir as seguintes recomendações:

- As escavações de valas deverão propiciar depois de concluídas, condições para montagem das tubulações em planta e perfil, conforme elementos do projeto. O fundo das valas deverá ser perfeitamente regularizado e compactado, possuindo lastro de brita 02, sobre a qual será executada uma camada de 5 cm de concreto magro, com a largura prevista da galeria para melhor assentamento das tubulações;

- A escavação será mecanizada;
- A rede de drenagem deve se respeitar sempre o centro de rolamento da via;
- O diâmetro mínimo a ser utilizado na rede principal de drenagem deve ser DN 400 mm;

- A largura das valas deve ser respeitada como medida mínima, o diâmetro da tubulação + 1,0 metro;

- Os locais escavados deverão ficar livres de água, qualquer que seja a sua origem, devendo para isso ser providenciada a sua drenagem através de esgotamento, para não prejudicar os serviços, ou causar danos à obra.

- O escoramento das valas se torna obrigatório quando exceder 1,20 metros, para preservação da segurança no canteiro;

- O recobrimento mínimo dos tubos em concreto simples e em concreto armado será de 1,00 metro;

- As profundidades mínimas do fundo de valas das galerias irão variar de acordo com os diâmetros externos das bolsas, mais os berços. Onde para cada diâmetro interno, as profundidades serão: 400 mm = 1,40 m; 500 mm = 1,50 m; 600 mm = 1,60 m; 700 mm = 1,75 m; 800 mm = 2,00 m; 1000 mm = 2,50 m; 1200 mm = 3,00 m; 1500 mm = 3,75 m;

- O material escavado obrigatoriamente sempre que possível será colocado em um lado somente da via, a fim de deixar um lado passível de trânsito e também sem o excesso de material de escavação ao longo das bordas de valas;

- Os posicionamentos dos tubos serão feitos através de processos mecânicos, utilizando maquinário, tal como Retroescavadeira, permitindo o alinhamento, nivelamento e declividades impostas obrigatoriamente pelo projeto;

- A junta da tubulação deverá ser executada somente após a conferência da declividade da mesma;

- Quando há diferença de diâmetro entre as galerias, é obrigatório que a geratriz superior do tubo de menor diâmetro esteja alinhada com a geratriz também superior do tubo de maior diâmetro;

- Os tubos de concreto deverão ser rejuntados com argamassa de cimento e areia com traço 1:3;

Para o serviço de aterro devem ser seguidas as seguintes restrições:

- Os aterros que deverão ser executados serão provenientes do material retirado durante o processo de escavação, desde que não haja a presença de vestígios vegetais;

- O processo de compactação pode ser feito manualmente ou mecanizado, em camadas de 20 cm, gerando compactação de 97%;

- A reposição da terra, até a altura de 50 centímetros acima da geratriz superior da galeria, deve ser feita manualmente, para serem evitadas a presença de pedras ou outros tipos de corpos, e também a fim de evitar acidentes que podem gerar a danificação da tubulação;

5.3 Poços de Visita

Os poços de visita e caixas de passagem são dispositivos localizados em pontos convenientes do sistema de drenagem que permitem mudanças de direção, mudança de declividade, mudança de diâmetro, início de rede e inspeção e limpeza das canalizações.

Na execução dos mesmos, deve seguir as seguintes recomendações:

- Os poços de visita são espaçados em distâncias variando entre 30,0 metros a 135,0 metros, conforme projeto no Apêndice A;
- A quantidade e localização estão de acordo com o projeto no Apêndice A;
- Os poços de visita possuíram tampões de ferro fundido com diâmetro de 60 centímetros, com nível superior no mesmo nível do greide de pavimentação;
- O método construtivo dos poços de visita, assim como sua chaminé, serão em alvenaria estrutural, com parede de 25 centímetros de espessura, assentados com argamassa de cimento e areia, traço 1:3, com tijolos maciços rebocados no interior, e seu fundo em concreto com traço de 1:3:6, com espessura constante de 10 cm;
- As dimensões dos mesmos serão de acordo com o detalhamento no Apêndice A;

5.4 Bocas de Lobo

A boca de lobo é um aparelho hidráulico que possui como finalidade captar às águas pluviais que escoam sobre as sarjetas, e conduzi-las às galerias ou tubulações subterrâneas.

No presente projeto foi determinado como boca de lobo de padronização o tipo caixas de grelhas junto ao meio-fio, que é constituída por:

- Grelha de ferro fundido, com dimensões especificadas no projeto;
- Caixa de recepção em alvenaria estrutural, com parede de 25 centímetros de espessura assentados com argamassa de cimento e areia, traço 1:3, possuindo inclinação adequada para evitar decomposição de materiais e empoçamento de águas;
- Fundo em concreto com traço 1:3:6, com espessura de 10cm;
- Base apiloada;

5.5 Sarjetas, Meio Fios e Sarjetões

As sarjetas serão de concreto com espessura de 5cm por 50cm de largura, inclinada cerca de 8% em relação ao meio fio de 15cm, em traço 1:3:6 vibrado adequadamente.

Os serviços de execução dos mesmos devem seguir as seguintes recomendações:

- A moldagem das sarjetas, meio fios e sarjetões serão executadas e moldadas no local ao longo de toda bacia;
- É necessário que o concreto seja adensado e vibrado de forma correta, para que os mesmos apresentem um bom acabamento;
- A resistência do concreto é obrigatório que seja de 20 MPA, e que haja um processo de cura durante os primeiros 21 dias;
- A junta de dilatação se torna obrigatória a cada 1,20 m;

5.6 Repavimentação

Pronto o reaterro, será recomposta a pavimentação original de asfalto.

5.7 Serviços

A obra será executada conforme especificações que segurem dentro das normas de construção e obedecendo aos desenhos e detalhes do projeto no Apêndice A.

- Os memoriais de cálculo, descritivo e desenhos, são complementares entre si, não podendo ser analisados isoladamente, a fim de se evitar dúvidas de interpretação para quem o executar;
- Caso haja dúvida quanto ao projeto ou a execução, esta deverá ser esclarecida com antecedência, com o Engenheiro responsável pelo projeto;

6. QUANTITATIVO DE MATERIAIS E SERVIÇOS

Considerando que o projeto foi concebido sobre uma região já instalada, o quantitativo de materiais, bem como o orçamento se dará apenas sobre o projeto descrito por esse trabalho, a fim de haver uma compatibilização do sistema existente, com o sistema que será implantado. A seguir as tabelas 18 a 22 demonstram os quantitativos de materiais e serviços.

Tabela 19 – Quantitativos de Materiais e Serviços.

Rua	Tr ec ho	Galer ia Ø (m)	Exte nsão (m)	Largura Recorte Via (m)	Profundidad e Recorte Via (m)	Área Recort e (m ²)	Volume Escavaçã o (m ³)	Volume Reaterro (m ³)
R. STA. CRUZ	R- S	0,400	50,44	1,40	1,60	70,62	112,99	81,31
R. STA. CRUZ	S- N	0,400	70,46	1,40	1,60	98,64	157,83	113,58
R. SILVA BITTENC OURT	N- Y	0,400	130,6 9	1,40	1,60	182,97	292,75	210,67
R. SILVA BITTENC OURT	Y- AI	0,400	64,10	1,40	1,60	89,74	143,58	103,33
R. SILVA BITTENC OURT	AI - AJ	0,600	78,32	1,60	1,80	125,31	225,56	151,78
R. SILVA BITTENC OURT	AJ - AV	0,600	110,2 2	1,60	1,80	176,35	317,43	213,61
R. SILVA BITTENC OURT	A V- B D	0,600	95,21	1,60	1,80	152,34	274,20	184,52
R. SILVA BITTENC OURT	B D- BI	0,800	115,4 9	1,80	2,20	207,88	457,34	312,28
R. SILVA BITTENC OURT	BI- BJ	0,800	67,90	1,80	2,20	122,22	268,88	183,60
R. SILVA BITTENC OURT	BJ - BK	0,800	7,33	1,80	2,20	13,19	29,03	19,82
R. SILVA BITTENC OURT	B K- BR	0,800	117,7 5	1,80	2,20	211,95	466,29	318,40
R.	BR	0,800	46,76	1,80	2,20	84,17	185,17	126,44

REZENDE XAVIER	- B Y							
R. REZENDE XAVIER	B Y- C D	0,800	56,57	1,80	2,20	101,83	224,02	152,97
R. REZENDE XAVIER	C D- CF	0,800	91,04	1,80	2,20	163,87	360,52	246,17
R. REZENDE XAVIER	CF - CJ	0,800	46,74	1,80	2,20	84,13	185,09	126,38
R. DR. JOSÉ BÍSCARO	CJ - C Q	0,800	91,88	1,80	2,20	165,38	363,84	248,44
R. DR. JOSÉ BÍSCARO	C Q- C X	1,500	49,31	2,50	4,00	123,28	493,10	376,97
R. DR. JOSÉ BÍSCARO	C X- C V	1,500	13,82	2,50	4,00	34,55	138,20	105,65
R. SANTO ÂNTÔNIO	DF - D D	0,400	56,26	1,40	1,60	78,76	126,02	90,69
R. SANTO ÂNTÔNIO	D D- D A	0,400	135,3 5	1,40	1,60	189,49	303,18	218,18
R. DR. JOSÉ BÍSCARO	D A- C V	0,600	90,60	1,60	1,80	144,96	260,93	175,58
Total:						2621,63	5385,96	3760,39

Fonte: O Autor, 2016.

Tabela 20 – Quantitativos de Materiais e Serviços.

Rua	Trecho	Boca de Lobo - Padronização	
		Qtd. (unidade)	
		Md	Me
R.STA CRUZ	R-S	1	-
R.STA CRUZ	S-N	1	1

R. SILVA BITTENCOURT	N-Y	2	1
R. SILVA BITTENCOURT	Y-AI	1	-
R. SILVA BITTENCOURT	AI-AJ	1	1
R. SILVA BITTENCOURT	AJ-AV	2	1
AVENIDA RIO BRANCO	AQ-AT	-	-
AVENIDA RIO BRANCO	AR-AS	-	-
AVENIDA RIO BRANCO	AT-BB	1	-
AVENIDA RIO BRANCO	AS-BB	-	1
AVENIDA RIO BRANCO	BB-AZ	-	1
RUA JOAO ANTONIO DOS REIS	AZ-BD	1	1
R. SILVA BITTENCOURT	AV-BD	1	-
R. SILVA BITTENCOURT	BD-BI	6	2
R. SILVA BITTENCOURT	BI-BJ	1	2
R. SILVA BITTENCOURT	BJ-BK	7	4
R. SILVA BITTENCOURT	BK-BR	1	3
R. REZENDE XAVIER	BR-BY	6	3
RUA REZENDE XAVIER	BY-CD	1	3
RUA DR. JOSÉ BÍSCARO	CA-CE	-	-
RUA REZENDE XAVIER	CD-CF	7	3
RUA REZENDE XAVIER	CF-CJ	2	2
RUA DR. JOSÉ BÍSCARO	CE-CJ	1	-
RUA DR. JOSÉ BISCARO	CJ-CQ	4	-
RUA DR. JOSÉ BISCARO	CQ-CX	5	2
RUA DR. JOSÉ BISCARO	CX-CV	1	1
RUA SANTO ANTÔNIO	DF-DD	1	1
RUA SANTO ANTÔNIO	DD-DA	1	-
RUA DR. JOSÉ BISCARO	DA-CV	1	-
		Total:	88,00

Fonte: O Autor, 2016.

Tabela 21 – Quantitativos de Materiais e Serviços.

Brita 2 e Concreto Magro - fundo valas galerias			
Galeria Ø (m)	Extensão (m)	Brita 2 (m³)	Concreto Magro (m³)
0,400	507,30	10,15	10,15
0,600	374,35	11,23	11,23
0,800	641,46	25,66	25,66
1,500	63,13	4,73	4,73
Total:	1586,24	51,77	51,77

Fonte: O Autor, 2016.

Tabela 22– Quantitativos de Materiais e Serviços.

Brita 2 e Concreto Magro - poços de visita					
Poço de Visita	Área Fundo (m²)	Qtd .	Brita 2 (m³)	Concreto Magro (m³)	Volume Escavação (m³)
POCO VISITA AG PLUV:CON C ARM 1X1X1,40M COLETOR D=40	1,00	5	0,25	0,25	12,50
POCO VISITA AG PLUV:CON C ARM 1X1X1,40M COLETOR D=60	1,21	4	0,24	0,24	10,00
POCO VISITA AG PLUV:CON C ARM 1X1X1,40M COLETOR D=80	1,69	7	0,59	0,59	17,50
POCO VISITA AG PLUV:CON C ARM 1X1X1,40M COLETOR D=150cm	2,89	1	0,14	0,14	2,50
Total:	6,79	17	1,228	1,228	42,50

Fonte: O Autor, 2016.

Tabela 23– Quantitativos de Materiais e Serviços.

Rua	Trecho	Comprimento Sarjeta (m)	
		MD	ME
AV. BENJAMIM CONSTANT	A-B	180,62	148,21
AV. BENJAMIM CONSTANT	B-D	46,36	37,97
RUA PROFESSORA HELENA REIS	E-F	68,51	85,72
AV. MAJOR VENANCIO	G-F	40,04	31,82
AV. MAJOR VENANCIO	F-H	-	19,50
RUA MINISTRO BIAS FORTES	H-I	15,82	15,80
AV. MAJOR VENANCIO	H-J	8,04	7,92
AV. MAJOR VENANCIO	J-D	26,72	61,00
AV. MAJOR VENANCIO	D-K	-	-
AV. MAJOR VENANCIO	J-L	-	23,75
AV. MAJOR VENANCIO	K-L	37,93	19,27
PRACA GETULIO VARGAS	L-M	9,31	15,34
PRACA MARECHAL FLORIANO	I-M	45,32	45,77
PRACA GETULIO VARGAS	M-N	244,65	258,30
RUA MINISTRO BIAS FORTES	I-O	62,86	59,58
RUA SAO GABRIEL	P-O	41,43	39,31
RUA SÃO MIGUEL	Q-R	78,02	85,59
R.STA CRUZ	R-S	38,30	50,32
RUA MINISTRO BIAS FORTES	O-S	144,61	151,26
R.STA CRUZ	S-N	60,57	65,03
R.STA CRUZ	T-N	38,64	40,21
TRAV.MONSENHOR LEONIDAS	V-X	56,44	56,33
R. SILVA BITTENCOURT	N-Y	119,61	107,61
R. SANTOS ANJOS	Z-AA	65,84	40,30
R. OSWALDO CRUZ	AB-AA	40,46	29,74
R. SANTOS ANJOS	AA-AC	35,50	65,05
R. SANTOS ANJOS	AC-Y	76,91	54,76
R. CARLOS GOMES	AC-AD	36,15	31,39
TRAVESSA MARIZA	AE-AD	26,41	31,91
TRAVESSA MARIZA	AE-AF	33,23	26,30
TRAVESSA MARIZA	AF-AG	29,58	28,86

R. CARLOS GOMES	AD-AG	26,78	28,89
R. CARLOS GOMES	AG-AH	77,15	70,69
RUA SANTOS ANJOS	AG-AI	74,30	73,58
RUA SÃO PAULO	AH-AJ	78,59	72,07
AVENIDA RIO BRANCO	AK-AL	-	40,84
AVENIDA RIO BRANCO	T-AL	85,60	-
TRAV.MONSENHOR LEONIDAS	AM-AL	17,49	19,90
TRAV.MONSENHOR LEONIDAS	AN-V	15,35	16,31
RUA DEP. RIBEIRO DE REZENDE	AP-AO	17,44	17,89
AVENIDA RIO BRANCO	AM-AN	52,13	57,71
AVENIDA RIO BRANCO	AN-AO	67,92	67,92
AVENIDA RIO BRANCO	AL-V	35,26	58,48
AVENIDA RIO BRANCO	V-AP	77,07	65,73
RUA DEP. RIBEIRO DE REZENDE	AP-AI	56,56	57,20
RUA SÃO PAULO	AQ-AJ	57,48	57,22
AVENIDA RIO BRANCO	AP-AQ	73,40	66,67
R. SILVA BITTENCOURT	Y-AI	57,47	61,92
R. SILVA BITTENCOURT	AI-AJ	72,82	73,08
RUA SÃO PAULO	AR-AQ	19,08	20,12
AVENIDA RIO BRANCO	AO-AR	68,58	78,80
TRAVESSA TARGINO NOGUEIRA	AX-AV	31,25	33,47
RUA SÃO PAULO	AQ-AJ	57,48	52,27
TRAVESSA TARGINO NOGUEIRA	AT-AV	58,76	60,16
R. SILVA BITTENCOURT	AJ-AV	104,64	102,97
AVENIDA RIO BRANCO	AQ-AT	100,98	102,85
AVENIDA RIO BRANCO	AR-AS	124,91	133,12
AVENIDA RIO BRANCO	AY-AZ	44,96	54,39
R.CEL. JOÃO URBANO	BA-BB	21,82	12,51
AVENIDA RIO BRANCO	AT-BB	86,35	64,20
AVENIDA RIO BRANCO	AS-BB	48,38	67,08
AVENIDA RIO BRANCO	BB-AZ	33,95	19,21
RUA JOAO ANTONIO DOS REIS	AZ-BD	85,80	85,08
RUA CEL. JOÃO ANTÔNIO DOS REIS	BC-BE	12,30	24,19

RUA PROF. ELISA FONSECA	BF-BE	76,89	25,48
RUA CEL. JOÃO ANTÔNIO DOS REIS	BE-BD	35,70	42,24
R. SILVA BITTENCOURT	AV-BD	85,18	90,59
R. SILVA BITTENCOURT	BD-BI	108,64	109,28
RUA MAJOR EVARISTO PAIVA	BG-BI	46,51	45,30
RUA MAJOR EVARISTO PAIVA	BH-BI	71,09	72,25
RUA DOMINGOS F. BRAGA	BN-BO	17,55	22,62
RUA DOMINGOS F. BRAGA	BO-BJ	68,31	67,20
R. SILVA BITTENCOURT	BI-BJ	68,95	60,94
R. SILVA BITTENCOURT	BJ-BK	4,98	-
RUA PADRE OLAVO PEREIRA	BL-BK	57,98	57,20
R. SILVA BITTENCOURT	BK-BR	107,94	115,34
RUA PROF. ELISA FONSECA	BP-BR	71,51	87,79
PÇA MARIANO SILVA CAMPOS	BS-BR	15,66	11,24
RUA CAPITÃO VALERIO REIS	BV-BX	11,29	40,53
PÇA MARIANO SILVA CAMPOS	BV-BT	62,72	28,77
PÇA MARIANO SILVA CAMPOS	BX-BT	23,88	35,73
PÇA MARIANO SILVA CAMPOS	BT-BS	-	-
RUA CAPITÃO VALERIO REIS	BX-CB	94,09	102,90
RUA DR. JOSÉ BÍSCARO	BZ-CA	97,94	99,24
RUA PROFESSORA ELISA FONSECA	BQ-CC	141,42	127,58
PRAÇA DAS MISSÕES	CD-CB	26,32	15,84
PRAÇA DAS MISSÕES	CB-CA	24,82	28,64
PRAÇA DAS MISSÕES	CC-CD	-	-
RUA DR. JOSÉ BÍSCARO	CA-CE	83,78	94,83
RUA MERCIA F. MORAES	CG-CI	11,53	16,62
RUA DR. JOSÉ BÍSCARO	CE-CJ	27,86	37,31
RUA FRANCISCO GONÇALVES DE MORAIS	CL-CM	46,32	48,18
RUA JÚLIO CARNEIRO	CK- CM	36,21	37,07
RUA FRANCISCO GONÇALVES DE MORAIS	CM- CO	32,29	33,76
RUA MERCIA F. MORAES	CI-CK	49,72	50,02
RUA MERCIA F. MORAES	CK-CP	48,77	60,81
RUA DR. JOSÉ BISCARO	CJ-CQ	87,41	91,45

AVENIDA MIGUEL ALVES	CR-CS	77,30	71,10
AVENIDA MIGUEL ALVES	CS-CQ	42,62	69,09
AVENIDA MIGUEL ALVES	CT-CV	68,84	78,39
RUA DR. JOSÉ BISCARO	CQ-CX	43,21	42,75
RUA DR. JOSÉ BISCARO	CX-CV	13,82	-
ALAMEDA DOS PITANGÓES	DJ-DK	21,15	25,59
RUA OSWALDO AUGUSTO SIGIANI	DI-DK	63,24	46,07
RUA OSWALDO AUGUSTO SIGIANI	DK-DL	109,78	45,17
RUA ANTÔNIO JOSÉ SALGADO	DM-DL	43,92	46,51
RUA OSWALDO AUGUSTO SIGIANI	DL-DN	56,76	46,86
AVENIDA DOS CURIOS	DN-DG	113,38	104,54
RUA SANTO ANTÔNIO	DG-DF	68,07	95,93
AVENIDA DR. MÁRIO FROTA	DE-DF	54,42	61,65
AVENIDA DR. MÁRIO FROTA	DH-DF	234,13	231,26
RUA SANTO ANTÔNIO	DF-DD	48,25	44,83
RUA LIBERDADE	DB-DC	35,24	38,22
RUA LIBERDADE	DC-DD	42,86	38,37
RUA SANTO ALOISIO	DC-CZ	129,44	130,14
RUA SANTO ANTÔNIO	DD-DA	128,87	124,66
RUA DR. JOSÉ BISCARO	CY-CZ	73,97	73,19
RUA DR. JOSÉ BISCARO	CZ-DA	37,60	45,19
RUA DR. JOSÉ BISCARO	DA-CV	81,35	89,05
Total:		13737,16	

Fonte: O Autor, 2016.

7. ESTIMATIVA DE CUSTO DIRETO

Com base na execução do projeto no seguinte trabalho, foi sintetizado um orçamento, que contempla a estimativa de custos baseado, na composição de preços unitários de cada serviço, consultado do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção (SINAPI). A estimativa de custo direto está expressa na Tabela 24 a seguir.

Tabela 24– Estimativa de Custos.

PLANILHA DE ESTIMATIVA DE CUSTOS							
Serviços e Materiais: Implantação de elementos de microdrenagem						Data:	18/10/2016
Item	Referência	Código	Discriminação de Materiais e Serviços	Unid.	Quant.	Custo Unitário	Custo Total
1 Demolições/Retiradas e Recomposições							
1.1	SINAPI	92970	DEMOLIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA COM UTILIZAÇÃO DE MARTELO PERFURADOR, ESPESSURA ATÉ 15 CM, EXCLUSIVE CARGA E TRANSPORTE	m ³	2553,82	R\$ 8,69	R\$ 22.192,67
1.2	SINAPI	83771	RECOMPOSICAO DE REVESTIMENTO PRIMARIO MEDIDO P/ VOLUME COMPACTADO	m ³	2553,82	R\$ 6,00	R\$ 15.322,90
2 Escavação/Reaterro/Escoramento							
2.1	SINAPI	90085	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. MAIOR QUE 1,5 M ATÉ 4,0 M (MÉDIA ENTRE MONTANTE E JUSANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (0,8 M3/111 HP), LARG. DE 1,5 M A 2,5 M, EM SOLO DE 1A CATEGORIA, EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA.	m ³	5321,64	R\$ 6,84	R\$ 36.399,99
2.2	SINAPI	93382	REATERRO MANUAL DE VALAS COM COMPACTAÇÃO MECANIZADA.	m ³	3682,11	R\$ 16,75	R\$ 61.675,26
2.3	SINAPI	73877/001	ESCORAMENTO DE VALAS COM PRANCHOES METALICOS - AREA CRAVADA	m ²	1023,87	R\$ 44,79	R\$ 45.858,99

3		Base e Sub-base					
3.1	SINAPI	6514	FORNECIMENTO E LANÇAMENTO DE BRITA N. 2	m³	51,99	R\$ 80,43	R\$ 4.181,46
3.2	SINAPI	6045	CONCRETO FCK ≥ 15 MPA, INCLUSIVE PREPARO	m³	53,00	R\$ 44,25	R\$ 2.345,15
4		Sarjeta/Guia/Sarjetões					
4.1	SINAPI	94283	EXECUÇÃO DE SARJETA DE CONCRETO USINADO, MOLDADA IN LOCO EM TRECHO R METO, 50 CM BASE X 15 CM ALTURA.	m	13067,49	R\$ 37,02	R\$ 483.758,48
4.2	SINAPI	94293	EXECUÇÃO DE SARJETÃO DE CONCRETO USINADO, MOLDADA IN LOCO EM TRECHO RETO, 100 CM BASE X 10 CM ALTURA.	m	824,3	R\$ 87,25	R\$ 71.920,18
5		Bocas de lobo					
5.1	SINAPI	83659	BOCA DE LOBO EM ALVENARIA TIJOLO MACICO, REVESTIDA C/ ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA 1:3, SOBRE LASTRO DE CONCRETO 10CM E TAMPA DE CONCRETO ARMADO	Unid.	88,00	R\$ 597,12	R\$ 52.546,56
6		Fornecimento, transporte e assentamento de tubos de concreto					
6.1	SINAPI	92210	TUBO DE CONCRETO PARA REDES COLETORAS DE ÁGUAS PLUVIAIS, DIÂMETRO DE 400 MM, JUNTA RÍGIDA, INSTALADO EM LOCAL COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIAS - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO.	m	644,80	R\$ 85,94	R\$ 55.414,11
6.2	SINAPI	92211	TUBO DE CONCRETO PARA REDES COLETORAS DE ÁGUAS PLUVIAIS, DIÂMETRO DE 500 MM, JUNTA RÍGIDA, INSTALADO EM LOCAL COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIAS - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO.	m	205,62	R\$ 120,58	R\$ 24.793,66
6.3	SINAPI	92212	TUBO DE CONCRETO PARA REDES COLETORAS DE ÁGUAS PLUVIAIS, DIÂMETRO DE 600 MM, JUNTA RÍGIDA, INSTALADO EM LOCAL COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIAS - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO.	m	398,12	R\$ 140,67	R\$ 56.003,54
6.4	SINAPI	92214	TUBO DE CONCRETO PARA REDES COLETORAS DE ÁGUAS PLUVIAIS, DIÂMETRO DE 800 MM, JUNTA RÍGIDA, INSTALADO EM LOCAL COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIAS - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO.	m	641,46	R\$ 212,41	R\$ 136.252,52

6.5	SINAPI	92218	TUBO DE CONCRETO PARA REDES COLETORAS DE ÁGUAS PLUVIAIS, DIÂMETRO DE 1500 MM, JUNTA RÍGIDA, INSTALADO EM LOCAL COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIAS - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO.	m	63,13	R\$ 642,09	R\$ 40.535,14	
7			Poços de Visitas					
7.1	SINAPI	74124/001	POCO VISITA AG PLUV:CONC ARM 1X1X1,40M COLETOR D=40 A 50CM PAREDE E=15 CM BASE CONC FCK=10MPA REVEST C/ARG CIM/AREIA 1:3 INCL FORN TODOS MATERIAIS.	Unid.	5	R\$ 1.901,75	R\$ 9.508,75	
7.2	SINAPI	74124/002	POCO VISITA AG PLUV:CONC ARM 1,10X1,10X1,40M COLETOR D=60CM PAREDE E=15CM BASE CONC FCK=10MPA REVEST C/ARG CIM/AREIA 1:3 INCL FORN TODOS MATERIAIS.	Unid.	4	R\$ 2.169,47	R\$ 8.677,88	
7.3	SINAPI	74124/004	POCO VISITA AG PLUV:CONC ARM 1,30X1,30X1,40M COLETOR D=80CM PAREDE E=15CM BASE CONC FCK=10MPA REVEST C/ARG CIM/AREIA 1:3 INCL FORN TODOS MATERIAIS.	Unid.	9	R\$ 2.692,93	R\$ 24.236,37	
7.4	SINAPI	74124/009	POCO VISITA AG PLUV:CONC ARM 1,70X1,70X1,80M COLETOR D=1,50M PAREDE E=15CM BASE CONC FCK=10MPA REVEST C/ARG CIM/AREIA 1:3 DEGRAUS FF INCL FORN TODOS MATERIAIS.	Unid.	2	R\$ 3.308,02	R\$ 6.616,04	
8			Chaminé					
8.1	SINAPI	83627	CHAMINÉ DE POÇO DE VISITA TIPO A, EM ALVENARIA DE TIJOLO CERÂMICO MACIÇO E=25 CM COM REVESTIMENTO.	Unid.	20	R\$ 534,76	R\$ 10.695,20	
9			Tampa de ferro fundido					
9.1	SINAPI	83627	TAMPAO FOFO ARTICULADO, CLASSE B125 CARGA MAX 12,5 T, REDONDO TAMPA 600 MM, REDE PLUVIAL/ESGOTO, P = CHAMINE CX AREIA / POCO VISITA ASSENTADO COM ARG CIM/AREIA 1:4, FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO	Unid.	20	R\$ 363,83	R\$ 7.276,60	
							Total:	R\$ 1.176.211,45

Fonte: O Autor, 2016.

8. CONCLUSÃO

Nesta última etapa do trabalho, foi confirmada a suspeita inicial, na qual se esperava após a análise mais detalhada dos cálculos, o sistema atual que se encontra a bacia em estudo, não é compatível a solicitação pluvial que lhe é demandado em períodos específicos de chuvas intensas, como no caso de meses como dezembro e janeiro, gerando assim consequências negativas em vários pontos da bacia, e claro no ponto de gargalo da bacia, que foi o objeto de estudo deste presente trabalho, que é a Rua Doutor José Bísvaro, ponto de inundamento pelo o simples fato de não suportar o transporte do volume da água pluvial gerado pela bacia, para pontos mais jusantes do mesmo.

Com os cálculos devidamente realizados, e com os dados obtidos na fase inicial deste trabalho, tais como quantidade de bocas de lobo, caracterização da bacia, análise visual das sarjetas, patologias envolvendo os dispositivos da bacia, diâmetros das galerias, quantidade e localização dos poços de visitas; chegou à conclusão que a alternativa mais viável para solucionar os déficits de drenagem da atual bacia, claro que como premissa ideal, o aproveitamento dos dispositivos hidráulicos em perfeito estado da bacia, é a complementação da rede atual com uma nova, ou seja, a inserção de novas tubulações, bocas de lobo, sarjetas e poços de visitas, para que a vazão pluvial gerada na bacia seja transportada de maneira correta e sem gerar prejuízos à cidade e a população.

Como o projeto foi desenvolvido sobre as sugestões da literatura utilizada na primeira fase de estudo (TCC 1), é estimado que não haverá ocorrência de chuvas que excedam a capacidade do sistema em um intervalo de pelo menos 5 anos, que é o período de retorno indicado pela literatura para setores urbanos com âmbito comercial, tal como a região de gargalo da bacia em estudo (Rua Doutor José Bísvaro).

Os cálculos realizados neste estudo, foram apresentados em forma de planilha, para se obter uma maior precisão nos cálculos, afim de se evitar erros, e também agilizar o detalhamento e parâmetros dimensionais da bacia, avaliando também os custos envolvendo o projeto construído por esse presente trabalho.

Tendo em vista todos os aspectos de custos e também de projeto, o trabalho em questão enquadra se perfeitamente como a solução adequada para sanar as necessidades da população e também da prefeitura, por se tratar de um projeto altamente sustentável e aproveitando ao máximo a estrutura existente na bacia, em grosso modo, o atual projeto nada mais é que a complementação hidráulica, do que sem hoje na bacia em análise.

REFERÊNCIAS

- AYRES, J. B. N; MENEZES, V. H. G. **Levantamento de dispositivos de drenagem de vias urbanas com funcionamento comprometido: Estudo de caso (Belém/PA)**. Belém, 2010.
- BOTELHO, M. H. C. **Introdução a Drenagem Urbana: Microdrenagem**. Rio de Janeiro, 2011.
- CARDOSO NETO. **Sistemas Urbanos de Drenagem**. São Paulo, 2014.
- CETESB, **Drenagem Urbana: manual de projeto**. 2 ed. São Paulo: CETESB, 1980.
- FERNANDES, C. **Microdrenagem – Um estudo inicial**. Campina Grande, 2007.
- FUCHS, B. E. **Desenvolvimento de um Sistema de Cálculo automatizado para projetos em drenagem urbana**. Santa Catarina: Florianópolis, 2011.
- MASSUIA, G. S. **Análise de sensibilidade de hidrogramas de projeto aos parâmetros de sua definição indireta**. São Paulo, 2010.
- SILVEIRA, A. L. L. **Drenagem Urbana – Aspectos de Gestão**. Rio Grande do Sul: Porto Alegre, 2002.
- TUCCI, C. E. M; BIDONE, F.R.A. **Microdrenagem**. In: BARROS, M.T; PORTO, R.L, TUCCI, C.E.M. **DRENAGEM URBANA**. Porto Alegre: Rio Grande do Sul, Editora da Universidade/UFRGS, 1995.
- TUCCI, C. E. M; COLLISCHONN, W. **Drenagem Urbana e Controle de Erosão – Avaliação e Controle da drenagem urbana**. Porto Alegre: Rio Grande do Sul, 2000.

APÊNDICE A - DESENHOS