

LUCIENE COUTINHO SANTOS

**PROJETO DE MICRODRENAGEM PARA AV. DEPUTADO RENATO AZEREDO
EM TRÊS CORAÇÕES - 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 Ivana Prado de Vasconcelos.

Aprovado em: _____ / _____ / _____.

Ma. Ivana Prado de Vasconcelos.

Prof. Dr. Leopoldo Uberto Ribeiro Júnior.

Esp. Max Filipe Ferreira Marques.

Dedico a todos os que fazem da minha vitória, a própria vitória. A esses, verdadeiros amigos, eu dedicaria até a minha vida. Em especial, quero dedicar às amigas: Marina Gavioli Araújo e Laís Morais Bueno, a minha orientadora Ivana Prado Vasconcelos e ao meu esposo Rafael Seixas Lemos, estes foram os que mais de perto me acompanharam, auxiliando, apoiando e incentivando.

AGRADECIMENTOS

Agradeço á Deus, aos meus maravilhosos avós, Aparecida e Antônio, aos meus amados pais, Ricardo e Lurdes, e a todos os meus familiares, em especial minha irmã Nathália e minha prima Tamiris, ao meu marido Rafael, a todos os amigos, em especial Jonatas, Rosane e Magda, e à minha orientadora Ivana Prado. Enfim, á todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste projeto, bem como me ajudam na caminhada, fazendo da vida mais suave, dividindo dores e multiplicando alegrias.

"Toda a glória seja dada á Deus, que é poderoso para fazer tudo, muito mais abundantemente além, daquilo que pedimos ou pensamos, segundo o poder que em nós opera."

Efésios 3:20. Bíblia Sagrada.

“Toda a glória seja dada á Deus, que é poderoso para fazer tudo, muito mais abundantemente além, daquilo que pedimos ou pensamos, segundo o poder que em nós opera.”

Efésios 3:20. Bíblia Sagrada.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01: Trecho da Avenida Deputado Renato Azeredo, alvo de análise	13
Figura 02: Delimitação inicial da bacia de contribuição.....	14
Figura 03: Delimitação da bacia de contribuição	15
Figura 04: Trechos de escoamento crítico na Avenida Deputado Renato Azeredo.	15
Figura 05: Condição das sarjetas na Avenida Deputado Renato Azeredo.....	16
Figura 06: Formação de pequenas voçorocas devido à força do escoamento da água.....	17
Figura 07: Crescimento de plantas na sarjeta na Avenida Deputado Renato Azeredo.....	18
Figura 08: Interferência dos dispositivos de trânsito na drenagem	18
Figura 09: Boca de lobo com perda de seção por mau posicionamento	19
Figura 10: Bocas de lobo com posição desfavorável ao engolimento	20
Figura 11: Boca de lobo implantada como sarjetão.....	20
Figura 12: Boca de lobo com função alterada	21
Figura 13: Bocas de lobo obstruídas.....	21
Figura 14: Bacia hidrográfica	24
Figura 15: Relação coeficiente run-off e urbanização	28
Figura 16: Sarjeta e suas dimensões	31
Figura 17: Ábaco para determinação do fator de redução	32
Figura 18: Bocas-de-lobo	32
Figura 19: Grelha adjacente ao meio-fio.....	34
Figura 20: Grelha não adjacente ao meio-fio	34
Figura 21: Grelha de barras longitudinais.	35
Figura 22: Grelha de barras transversais	35
Figura 23: Ábaco de fator de correção de vazão e raio hidráulico de galerias pluviais	36
Figura 24: Esquema de drenagem.....	38
Figura 25: Dados de chuva obtidos para Três Corações - MG.....	40
Figura 26: Sarjeta considerada em projeto	43
Figura 27: Boca de lobo padrão pequeno.....	44
Figura 28: Boca de lobo padrão grande	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Metodologia dos estudos hidrológicos de drenagem urbana	25
Tabela 2: Valores do coeficientes de <i>run-off</i>	29
Tabela 3: Eficiência de bocas-de-lobo quanto a sua localização.....	33
Tabela 4: Galerias - geometria e equações.....	36
Tabela 5: Dados de sarjeta considerada.	43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
3 BREVE DIAGNÓSTICO	13
3.1 Caracterização do local de estudo	13
3.2 Caracterização da bacia hidrográfica	14
3.3 Caracterização do sistema de drenagem existente.....	16
3.3.1 Condição das sarjetas.....	16
3.3.2 Condição das galerias e bocas-de-lobo	19
3.4 Soluções propostas no TCC 1	22
4 PROJETO	23
4.1 Memorial descritivo	23
4.1.1 Determinação das vazões de projeto.....	23
4.1.2 Dispositivos hidráulicos	30
4.2 Memorial de cálculo	39
4.2.1 Determinação dos parâmetros hidrológicos	39
4.2.2 Determinação dos parâmetros hidráulicos	42
4.3 Planilhas de cálculo	46
4.4 Especificação de materiais e serviços	61
4.4.1 Normas de execução	61
4.4.1.1 Escavação da Vala	61
4.4.1.2 Remoção de Terra Excedente	61
4.4.1.3 Escoramento de Vala	62
4.4.1.4 Reenchimento da Vala.....	62
4.4.1.5 Lastro de Pedra Britada	62
4.4.1.6 Concreto Armado	63
4.4.1.7 Argamassa	63
4.4.1.8 Assentamento e Rejuntamento de Tubos.....	63
4.4.1.9 Alvenaria de Tijolos Comuns	64
4.4.1.10 Poços de Visita, Caixa de Ligação e Bocas de Lobo	64
4.4.1.11 Chaminés	64
4.4.2 Recomendações Gerais	64
4.5 Quantitativo de materiais	65
4.6 Estimativa de custo	68
5 SÍNTESE: PROBLEMA x SOLUÇÃO	70
6 CONCLUSÃO	71
REFERÊNCIAS	73
APÊNDICE	75

1 INTRODUÇÃO

A principal função do sistema de microdrenagem é coletar, conduzir a água pluvial retirando-a dos pavimentos das vias públicas e a dispor no sistema de macrodrenagem, além de, evitar alagamentos, oferecer segurança aos pedestres e motoristas nas vias e evitar ou reduzir danos.

A deficiência dos sistemas de microdrenagem é, infelizmente, uma realidade bastante presente nas cidades brasileiras, por motivos como: falta de controle do uso do solo, impermeabilização generalizada, urbanização sem planejamento, falta de limpeza e manutenção dos dispositivos hidráulicos, etc.

A Avenida Deputado Renato Azeredo é uma via expressa que compõe a principal entrada da cidade de Três Corações, recebendo as rodovias advindas de Varginha - MG, São Paulo - SP, Belo Horizonte - MG, entre outros. Por sua localização se constitui uma via importante, onde se localizam também os hotéis, chopperias e restaurantes mais frequentados da cidade. Portanto, faz-se importante o correto manejo do escoamento pluvial com um sistema de microdrenagem eficiente.

Como diagnosticado minuciosamente no Trabalho de Conclusão de Curso 1, utilizando-se de ampla abordagem de referencial teórico, a avenida apresenta problemas de microdrenagem, onde, em dias de chuvas muito intensas (porém frequentes, pelo menos uma vez por ano) apresenta formação de grandes poças, que podem ocasionar aquaplanagem de veículos, desconforto aos pedestres, degradação do revestimento asfáltico, entre outros problemas. Sendo assim, segundo Kamura, Mori, Oshiro e Nakazato (2005), o estudo, análise e projeto de microdrenagem se justificam pelos seguintes seguintes problemas relacionados à microdrenagem:

- Alagamentos, Enchentes e Inundações: a ausência, a deficiência ou a manutenção inadequada do sistema de microdrenagem permitem a ocorrência de alagamentos, enchentes e inundações, esses juntamente com a impermeabilização do solo devido à urbanização e a ocupação de áreas de várzea tendem à aumentar a magnitude desses fenômenos;

- Problemas de saúde: o contato com a água contaminada das enchentes coloca em perigo a saúde da população devido ao risco de contaminação e proliferação de doenças contagiosas, como por exemplo, a cólera e a leptospirose;

- Problemas de segurança: em vias alagadas tanto pedestres quanto demais usuários são colocados em risco, pois a aquaplanagem de veículos, o ocultamento de buracos pela água e, em casos mais severos de inundação, a formação de correntezas, podem causar acidentes sérios, colocando vidas em risco;

- Prejuízo econômico aos municípios: em se tratando de drenagem urbana deve-se explicitar que asfalto e água são incompatíveis. Ao falhar o sistema de microdrenagem permitindo a permanência da água sobre o asfalto, o mesmo tem vida útil bastante reduzida em relação ao planejado, isso gera grande prejuízo econômico aos municípios pois aumenta a necessidade de recapeamento e reparos da via;

- Erosão urbana: Com o aumento da impermeabilização do solo aumenta-se também o escoamento superficial e faz-se com que haja concentração das linhas de escoamento de fluxo, devido à força trativa do escoamento há formação de sulcos na superfície dos terrenos, e em casos mais extremos, formação de voçorocas;

- Assoreamento: o transporte e deposição de sedimentos para os leitos e a erosão causada pelo escoamento dos leitos dos rios, juntamente com deficiências no sistema de drenagem, que causam mudanças nas características hidráulicas das bacias hidrográficas.

Assim como é importante o diagnóstico do problema, faz-se indispensável também, a realização de projeto para solução do problema. Tendo em vista esse fato, consta no presente documento todos os procedimentos seguidos para confecção do projeto de solução proposto para a avenida em questão.

2 OBJETIVOS

Objetivo Geral:

- Propor solução para a microdrenagem no referido trecho da Avenida Deputado Renato Azeredo.

Objetivos Específicos:

- Diagnosticar os fatores que tem gerado o problema de micro drenagem na Avenida Deputado Renato Azeredo.
- Estudar o problema, suas causas e suas implicações, utilizando o aprofundamento no assunto através de pesquisa bibliográfica.
- Levantar dados hidrológicos da bacia de contribuição.
- Quantificar e avaliar a estrutura hidráulica presente na via.
- Propor, de acordo com o estudado, um projeto de solução para o problema.

3 BREVE DIAGNÓSTICO

3.1 Caracterização do local de estudo

A Avenida Deputado Renato Azeredo é uma via expressa que compõe a principal entrada da cidade de Três Corações, recebendo as rodovias advindas de Varginha - MG, São Paulo - SP, Belo Horizonte - MG, entre outros. Tem extensão aproximada de 4,9 km e é um trecho da rodovia LMG-862.

Devido a sua extensão elevada para análise considerou-se apenas o trecho mais crítico na questão de drenagem, que se inicia na Rua Lacilo Cazelato, tem seu ponto mais baixo entre as Avenidas Ângelo Grossi e Fernão Dias, e finaliza entre as Avenidas Zequinha César e De Cícero, contendo esse trecho de análise 1,9 km de extensão. A pavimentação da avenida é em asfalto e a largura da via estudada (mão de entrada da cidade) é de aproximadamente 4m, sendo a largura total (duas faixas de entrada) de aproximadamente 8,40 metros. É uma via de trânsito rápido e intenso. A figura 01 mostra o trecho analisado.

Figura 01: Trecho da Avenida Deputado Renato Azeredo, alvo de análise.



FONTE: Google Earth.

3.2 Caracterização da bacia hidrográfica

Para a análise inicial considerou-se que bacia hidrográfica contribuinte apresentava área de aproximadamente 147 ha, ou seja, 1,47 km², sendo que composta por: 31% de cobertura vegetal que corresponde à área não urbanizada, 69% de área urbanizada ocupada predominantemente por residências e 30% da área urbanizada como sendo de recobrimento asfáltico. Imagem da bacia hidrográfica considerada inicialmente na figura 02.

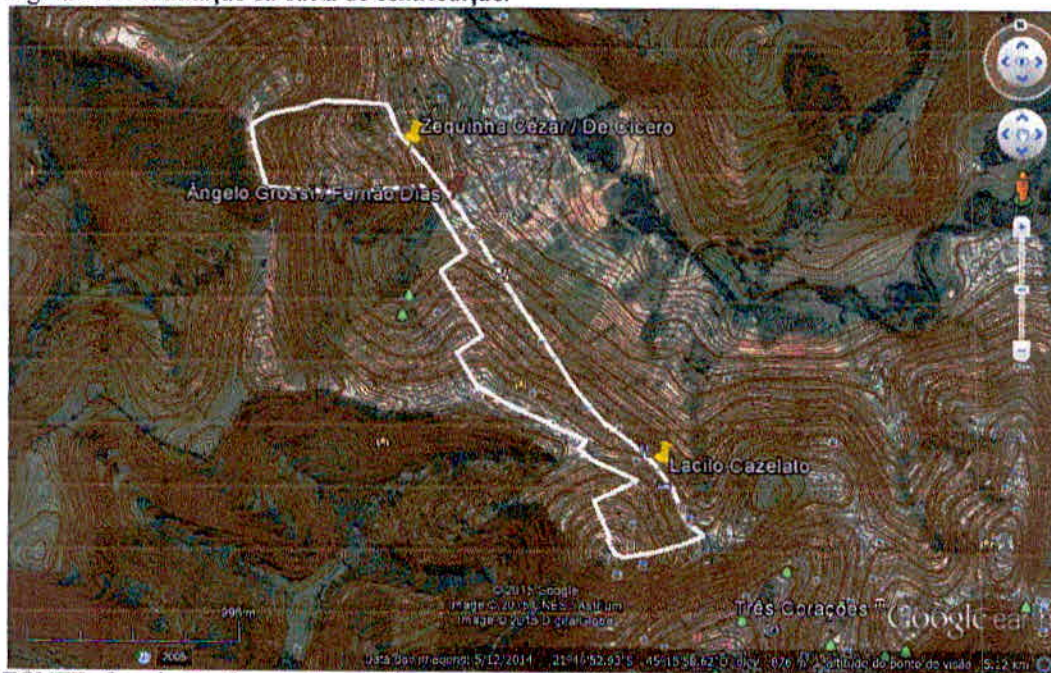
Figura 02: Delimitação inicial da bacia de contribuição.



FONTE: Google Earth, cotas topográficas pelo Global Mapper.

Porém, após o estudo detalhado visando o projeto, constatou-se que, devido às modificações advindas da ocupação humana (urbanização), reduziu-se a área de bacia que contribui efetivamente na avenida. Sendo assim, a bacia hidrográfica contribuinte apresenta 72,35 ha, sendo que dentro dessa área há 9% (6,52 ha) de área verde, 68% (49,51 ha) de área residencial e 23% (16,05 ha) de área asfaltada (considerando a área asfaltada como sendo 25% da área residencial). Esses valores foram utilizados para os cálculos de tempo de concentração e definição do coeficiente de escoamento. Bacia hidrográfica contribuinte após análise de urbanização demonstrada na figura 03.

Figura 03: Delimitação da bacia de contribuição.



FONTE: Google Earth, cotas topográficas pelo Global Mapper

A bacia de contribuição levantada para análise da drenagem se mostrou bastante sinuosa no que diz respeito à topografia. Nota-se que no trecho analisado há diversas mudanças topográficas, o que evidencia a existência de “baixadas” no decorrer da via, como se houvesse uma superposição de bacias de contribuição. Por haver grande variabilidade da topografia a via apresenta áreas críticas no que diz respeito ao escoamento, pois apresenta pontos de concentração de escoamento, como mostra a figura 04:

Figura 04: Trechos de escoamento crítico na Avenida Deputado Renato Azeredo.



FONTE: Google Earth, cotas topográficas do Global Mapper, adaptado.

3.3 Caracterização do sistema de drenagem existente

3.3.1 Condições das sarjetas

Considerando que a sarjeta é um canal de escoamento de água que recebe a vazão escoada das vias e transfere às bocas-de-lobo, mesmo que não haja a estrutura adequadamente calculada e executada, a sarjeta se faz existente pela tendência natural da água escoar, a partir da declividade transversal imposta às vias.

Por isso, na maior parte de sua extensão a drenagem na avenida é feita por sarjeta inadequada. Nos trechos onde há a estrutura executada adequadamente existem pontos de perda de eficiência e há trechos onde a sarjeta foi realmente extinta por má condição de conservação.

Deficiências encontradas nas sarjetas:

- **Sarjeta inadequada:** em boa parte do trecho analisado a sarjeta é de material inadequado, sendo do mesmo material que a via, pavimentação asfáltica. Essa situação se faz presente em toda a extensão na margem do canteiro central da via. O asfalto não tem resistência ao contato com a água, por isso essa forma de sarjeta/escoamento é negativa. Com o tempo o asfalto tende a sofrer erosão e as crateras depois de abertas apresentam evolução rápida, podendo degradar terrenos alheios, bem como atingir a pista de rolamento, gerando problemas ainda maiores, como risco de acidentes. Vide Figura 05.

Figura 05: Condição das sarjetas na Avenida Deputado Renato Azeredo.



FONTE: o autor.

- **Formação de pequenas voçorocas:** essa deficiência é encontrada em diversos pontos da sarjeta. A causa dessas formações provavelmente é a redução de velocidade, pois a dissipação da energia cinética pelo “efeito freio” faz com que aconteça o arraste/arranque de material (Vide figura 06). Essa mudança de velocidade pode se causada por:

- Mudança de rugosidade do material, passando a água do escoamento sobre uma superfície menos rugosa para uma mais rugosa.
- Mudança de declividade, a água chegando de uma declividade e encontrando um aclave, o que também gera o acúmulo de água.
- Redução brusca de seção de escoamento, o que criaria um “gargalo” no fluxo.

Figura 06: Formação de pequenas voçorocas devido à força do escoamento da água.



FONTE: o autor.

- **Extinção da sarjeta:** Há lugares onde a sarjeta realmente foi totalmente obstruída, não sendo mais possível o escoamento da água. Em tais lugares observa-se o crescimento de plantas, o que mostra não só a falta de manutenção na via, como também um erro de declividade ou bloqueio na sarjeta que gerou acúmulo de detritos e água, possibilitando o crescimento das plantas. Vide Figura 07.

Figura 07: Crescimento de plantas na sarjeta na Avenida Deputado Renato Azeredo.



FONTE: o autor.

- **Implantação inadequada dos dispositivos de trânsito:** As passagens elevadas colocadas na via interferem diretamente no funcionamento das sarjetas, primeiramente reduzindo seção e em alguns casos bloqueando totalmente o escoamento de água. Esse fato pode ser ainda agravado, pois em alguns pontos, por não haver a declividade correta direcionando a água para as sarjetas, a água atravessa a pista e se acumula nas junções da pista com as passagens elevadas, gerando grande transtorno no trânsito pela formação de grandes poças. Vide Figura 08.

Figura 08: Interferência dos dispositivos de trânsito na drenagem.



FONTE: o autor.

3.3.2 Condição das galerias e bocas-de-lobo

Galerias são canalizações públicas usadas para conduzir as águas pluviais provenientes das bocas de lobo e das ligações privadas e transportar a água pluvial desde a captação até o lugar de despejo. Há a suposição a existência de galerias de captação no trecho analisado, mas não há projetos para verificação dos diâmetros das mesmas disponíveis na prefeitura e não foi possível a abertura dos poços de visita para verificação das mesmas, pois a abertura das tampas foi impedida pela pavimentação asfáltica.

As bocas-de-lobo são dispositivos destinados à captação da água que escoa pela sarjeta encaminhando-as às caixas de passagem, aos poços de visita e conseqüentemente as galerias através dos tubos de ligação.

Deficiências encontradas nas bocas-de-lobo:

- **Mau posicionamento:** quando uma boca-de-lobo ocupa a via há uma perda de seção, pois a parte da seção que está na via será invalidada na função de captar a água que escoa longitudinalmente (vide figura 09). Há também a colocação em posição desfavorável à chegada de água na seção de engolimento, pois a declividade inserida não direciona o fluxo para a captação, conforme figura 10.

Figura 09: Boca de lobo com perda de seção por mau posicionamento.



FONTE: o autor.

Figura 10: Bocas de lobo com posição desfavorável ao engolimento.



FONTE: o autor.

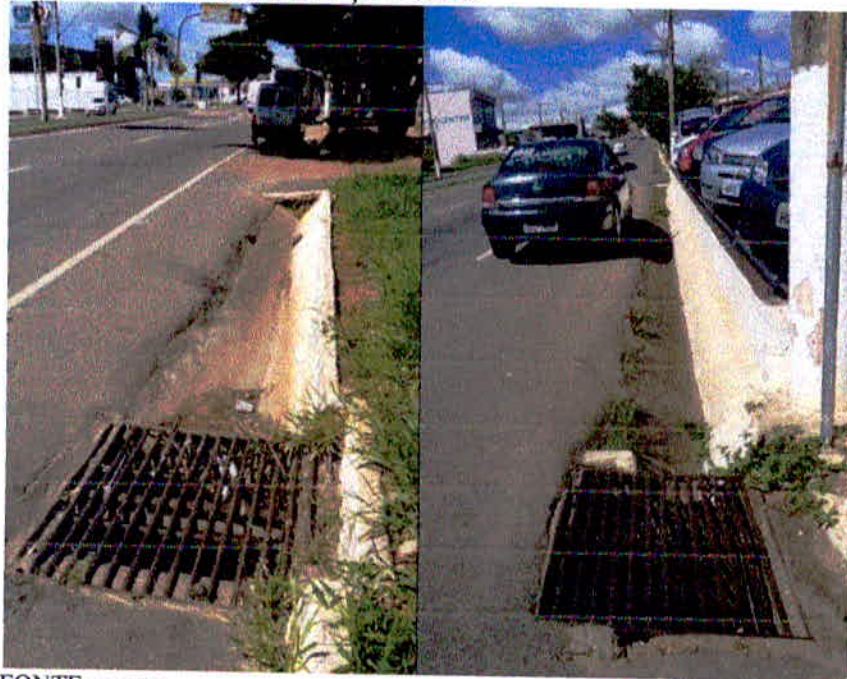
- **Alteração de função:** há na via bocas-de-lobo que foram implantadas para exercer um papel de sarjetão (por está localizada no eixo da via), mas a estrutura é totalmente inadequada, conforme ilustra a figura 11. Segundo o conceito original o engolimento pela boca-de-lobo é vertical, havendo direcionamento do fluxo de água da sarjeta para a grelha, e esta funcionando como vertedouro ao receber o fluxo de cima para baixo, em alguns casos pode-se observar que a grelha foi inutilizada, ao se fazer a inserção de água por canal abaixo dela, vide exemplo na figura 12.

Figura 11: Boca de lobo implantada como sarjetão.



FONTE: o autor.

Figura 12: Boca de lobo com função alterada.



FONTE: o autor.

- **Falta de manutenção:** A falta de manutenção que impacta as sarjetas também é verificada nas bocas-de-lobo. Há bocas-de-lobo onde algumas barras da grelha estão faltando, outras estão total ou parcialmente obstruídas por lixo, barro e plantas, e há ainda lugares onde parte da seção foi obstruída por pavimentação asfáltica. Vide figura 13.

Figura 13: Bocas de lobo obstruídas.



FONTE: o autor.

3.4 Soluções propostas no TCC 1

De acordo com as informações levantadas, situação hidráulica analisada e cálculos aferidos no Trabalho de Conclusão de Curso 1, foi apresentado algumas possibilidades de ações para solucionar ou minimizar o problema de drenagem na Avenida Deputado Renato Azeredo, as quais foram:

Em menor escala de modificação:

- Manutenção (reparo e limpeza) dos dispositivos responsáveis pela drenagem da rodovia.
- Correção dos dispositivos que foram mal executados, de forma a restaurar sua funcionalidade.
- Correção das interferências do sistema de trânsito no sistema de drenagem.

Em maior escala de modificação:

- Correção das inclinações das pistas, para correto direcionamento do fluxo de água para as sarjetas.
- **Projeto** e execução de sistema de drenagem adequado e funcional.

Cabe ainda salientar que tais modificações, das mais simples as mais complexas, demandariam boa vontade e investimento (de tempo, dinheiro, mão-de-obra, etc) por parte da administração pública.

4 PROJETO

O projeto de microdrenagem apresentado á seguir tem por objetivo sanar o problema de microdrenagem na Avenida Deputado Renato Azeredo, em Três Corações - Minas Gerais. Foram englobados na análise os bairros: Però I, Nossa Senhora Aparecida, Perozinho, Novo Horizonte, Parque Bandeirantes e São Conrado.

4.1 Memorial descritivo

4.1.1 Determinação das vazões de projeto

Para mensurar os fatores que intervém no sistema de drenagem é necessário realizar a análise hidrológica, que é a avaliação e quantificação do ciclo hidrológico em dada região. É importante fazer a análise e projeções dos períodos de cheias, o que se busca determinar é a vazão gerada por uma chuva.

Tucci (1995, pg. 109) considera que duas abordagens são de uso consagrado em Hidrologia urbana: o clássico método racional, aplicável a bacias urbanas com área de drenagem inferior a 3km² (presente caso), e os métodos baseados na teoria do hidrograma unitário, cuja utilização recomenda-se para bacias de maior porte.

Para real determinação dos fatores que influenciam no sistema será usado como base a análise da fórmula do método racional. Que apresenta a seguinte equação:

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

(Equação 1)

Onde: Q = vazão pluvial (m³/s);

C = coeficiente de *run-off* (adimensional);

i = intensidade da precipitação (mm/h / 3,6x10⁶);

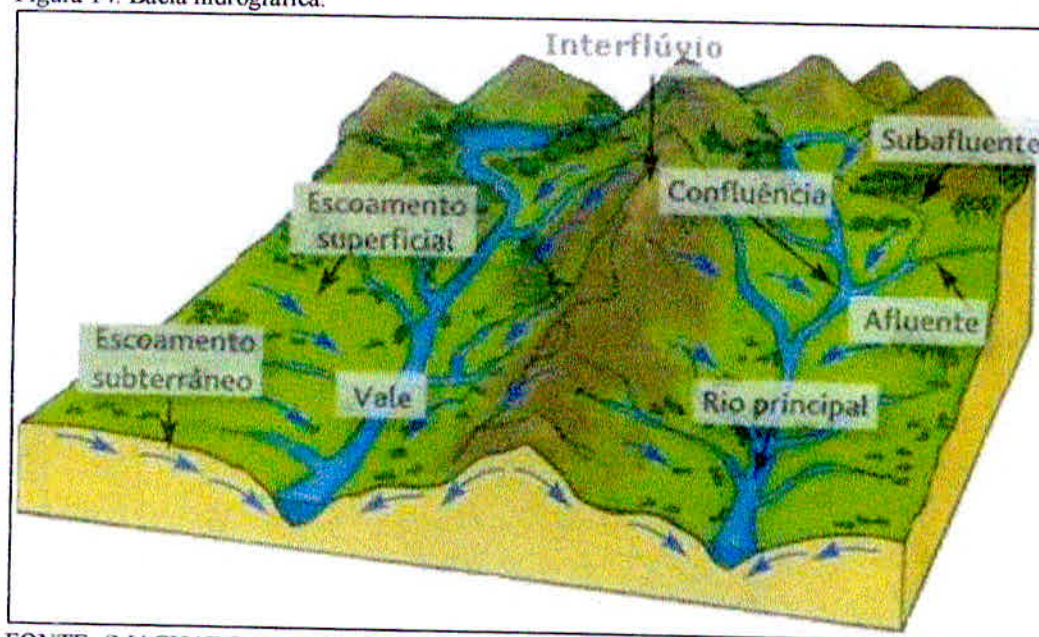
A = área de contribuição (m²).

Portante fazem-se determinantes os fatores: Área de contribuição, Intensidade da precipitação e relação entre o volume de chuva e escoamento.

- Delimitação da bacia de contribuição

Bacia hidrográfica é uma unidade de estudo onde se pode quantificar o ciclo da água, é a área de captação de água de precipitação demarcada topograficamente, onde toda a água captada converge para um único ponto, o exutório. A seguir, figura 14, ilustrando o conceito de bacias hidrográficas:

Figura 14: Bacia hidrográfica.



FONTE: (MACHADO, 2000) <<http://www.prof2000.pt/users/elisabethm/geo8/riol.htm>>

A delimitação da bacia de contribuição do presente projeto foi feita através de análise utilizando a ferramenta de imagem de satélite *Google Earth* e como não há levantamento topográfico da região em estudo disponível na prefeitura, foi utilizada juntamente com essa ferramenta o aplicativo *Global Mapper*. A delimitação consiste em verificar os divisores topográficos, que definem para onde a água escoará, considerando que o escoamento se dá dos pontos mais altos para os mais baixos, após a delimitação da área em que haverá escoamento para o trecho estudado faz-se possível a quantificação do volume de água a ser trabalhado na drenagem.

Após a delimitação da bacia de contribuição por imagem de satélite, foi feita, através de visita in loco, a determinação das direções de escoamento reais nas ruas que fazem parte da bacia de contribuição, sendo possível determinar assim uma bacia de contribuição menor do que a estimada anteriormente, que diz respeito apenas às ruas e avenidas que lançam seu fluxo no trecho de estudo.

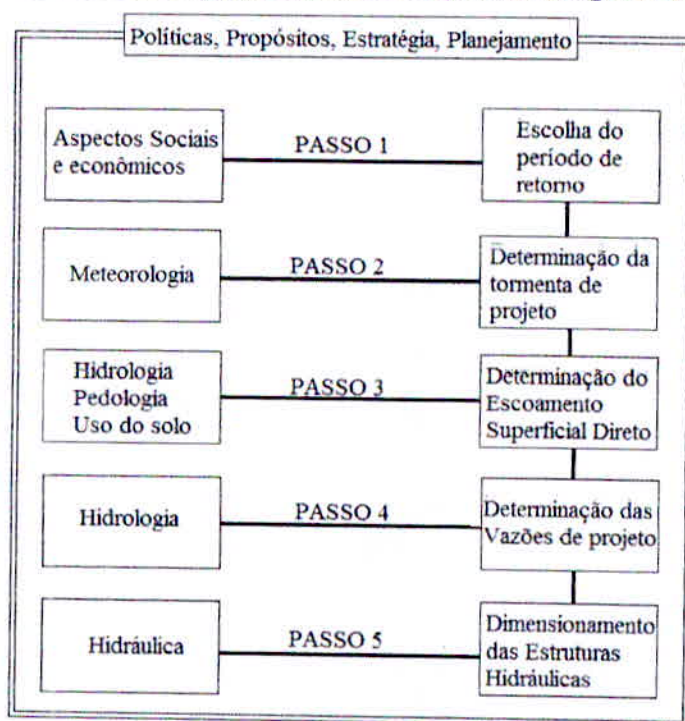
Após correção do mapa adquirido junto à prefeitura (este continha vários erros: apresentava ruas inexistentes e deixava de apresentar ruas existentes, bem como, não apresentava a divisão dos lotes dentro das quadras) e determinação das direções de escoamento dentro da bacia de contribuição foi possível fazer a divisão das sub-bacias para estimar a área de contribuição de cada trecho.

Segundo Tucci (1995, pg.77) o dimensionamento de uma rede pluvial é baseado nas seguintes etapas:

- Subdivisão da área e traçado;
- Determinação das vazões que afluem à rede de condutores;
- Dimensionamento da rede de condutores.

A seguir, tabela 1 apresentando o fluxograma da metodologia de estudos hidrológicos:

Tabela 1: Metodologia dos estudos hidrológicos de drenagem urbana.



FONTE: (TUCCI, 1995, pg.108)

- Determinação da intensidade de chuva

A intensidade da chuva é dada em mm por hora, e diz respeito ao volume de água que precipitará por unidade de tempo. O cálculo da intensidade depende sempre do período de retorno (T ou TR) dado em anos e o tempo de concentração (t ou tc) em minutos.

A universidade Federal de Viçosa (UFV) através de seu Grupo de Pesquisa em Recursos hídricos (GPRH) desenvolveu um *software* chamado Plúvio, que permite selecionar a localidade de interesse e este fornece os dados necessários para o cálculo de intensidade de chuva. Através do software são fornecidos os coeficientes K, a, b e c, que então, são aplicados na equação que correlaciona as características fundamentais de uma chuva intensa (IDF = intensidade, duração e frequência), proposta por Chen (1983), seguinte:

$$Im = \frac{K \times TR^a}{(t+b)^c} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde: Im = intensidade média de chuva (mm/h);

K, a, b e c = coeficientes obtidos no *software* Plúvio (adimensional);

TR = Tempo de retorno (anos);

t = tempo de concentração (minutos).

O período (tempo) de retorno é o intervalo de tempo estimado para que um evento seja igualado ou ultrapassado e está diretamente ligado ao risco de falha do projeto, portanto, ao se decidir o período de retorno automaticamente decide-se o grau de proteção conferido à população, deve ser determinado em função das características de cada projeto, levando-se em conta o “risco aceitável” de cada obra. Esta análise foi feita com o mapa do local, adquirido junto à prefeitura, em mãos e visita *in loco* para aferição da situação realmente existente.

Os períodos de retorno sugeridos no meio técnico indicam o uso de 2 a 10 anos para obras de microdrenagem, variando de acordo com a análise de cada caso. Quanto maior a obra e sua capacidade de catástrofe ao falhar, maior o período de retorno.

“Infelizmente, é quase sempre impossível fazer um cotejo realista entre os custos das obras e os prejuízos previsíveis, de modo a se obter a solução economicamente mais conveniente. Apesar de haver uma tendência generalizada de se declarar prejuízos maiores que os realmente ocorridos, os danos causados por inundações são grandes, além dos prejuízos materiais e perda de prestígio de administradores municipais.” (WILKER apud. CARVALHO, 1995, pg. 16)

“Á medida que o período de retorno cresce, o gradiente de vazões diminui. Dessa forma, nem sempre a escolha de um período de retorno maior ocasionará uma elevação muito grande no custo da obra” (TUCCI, 1995, pg. 73). Diante da relação custo vs segurança, é importante a correta análise da situação e estudo das possibilidades para equilibrar esses dois fatores na escolha do período de retorno.

Diante de tais considerações foi determinado um tempo de retorno de 8 anos para o presente projeto, o que se justifica pelo fato de a região considerada ser altamente ocupada por residências e conter dentro de sua área a unidade municipal do corpo de bombeiros, uma delegacia da Polícia Militar e uma delegacia da Polícia Civil, ou seja, em caso de falha do sistema de drenagem muitas pessoas estaria expostas aos danos, bem como os dispositivos de socorro à população estariam prejudicados.

O tempo de concentração, por sua vez, representa o tempo que a chuva leva para sair do divisor mais distante e chegar à seção considerada. Segundo Tucci (1995), em geral, adota-se, para a chuva crítica de uma pequena bacia hidrográfica, uma duração igual ao tempo de concentração da bacia. O tempo de concentração depende basicamente da porcentagem de cobertura vegetal, declividade e tempo de escoamento.

Pode ser calculado através da equação:

$$tc = \left[\frac{16 \times L}{(1,05 - 0,2p)} \times (100 \times Im)^{0,04} \right] + 10$$

(Equação 3)

Onde: tc = tempo de concentração (minutos);

L = comprimento do talvegue principal (Km);

p = porcentagem de cobertura vegetal (decimal);

Im = declividade média do talvegue principal (m/m).

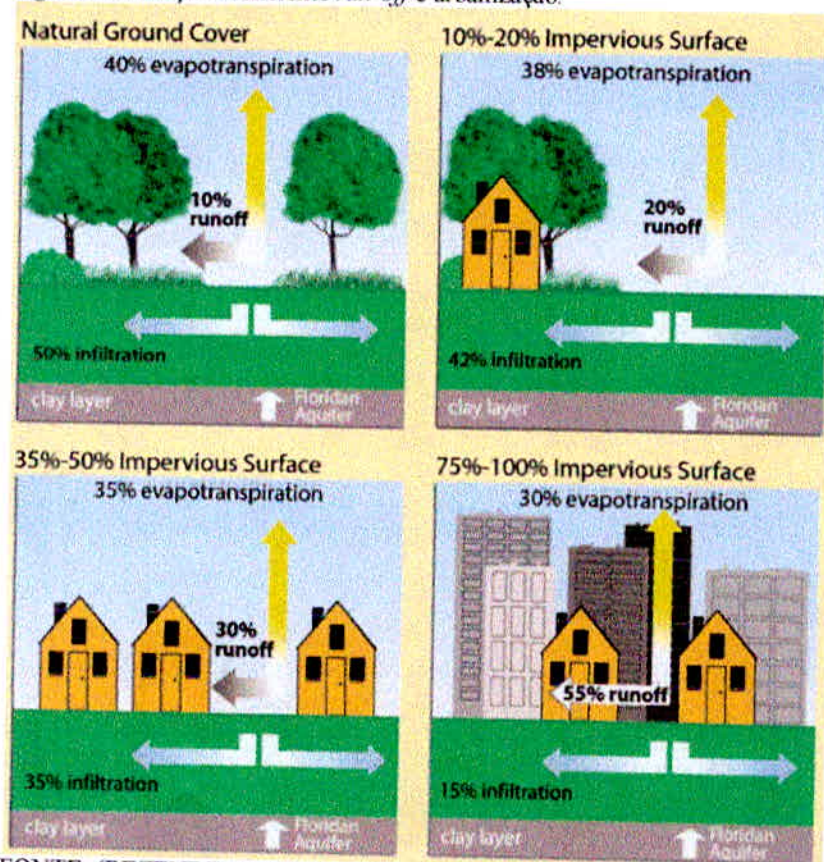
Para definição da intensidade de chuva do presente projeto foram utilizados os dados K , a , b e c , obtidos através do *software* Plúvio e aplicados na equação 2, considerando tempo de retorno de 8 anos e tempo de concentração calculado através da equação 3, com os dados coletados da bacia hidrográfica.

- Determinação do coeficiente de escoamento superficial

Segundo Cardoso Neto (2009), após a implantação de uma cidade, o percurso caótico das enxurradas passa a ser determinado pelo traçado das ruas e acaba se comportando, tanto quantitativa como qualitativamente, de maneira bem diferente de seu comportamento original.

O comportamento do escoamento superficial direto sofre alterações substanciais em decorrência do processo de urbanização de uma bacia, principalmente como consequência da impermeabilização da superfície, o que produz maiores picos e vazões. Na figura 15, a relação do ciclo hidrológico, da urbanização e do coeficiente de *run-off*:

Figura 15: Relação coeficiente *run-off* e urbanização.



FONTE: (REZENDE, 2012) <<http://aquafluxus.com.br/?p=2032>>

Segundo Carvalho (1995, pg.11), o uso do solo representa o principal elemento determinante da relação “chuva-deflúvio” em áreas urbanas. A “chuva efetiva” representa a parcela da chuva total que contribui diretamente para o deflúvio final. Por isso, é importantíssima a análise do modo de ocupação e taxa de impermeabilização do solo para correto dimensionamento do sistema de microdrenagem. No método racional, essa análise é representada através do coeficiente de *run-off*.

“O coeficiente de “run off” C é a variável do Método Racional menos suscetível de determinação mais precisa e requer, portanto, muitos cuidados quando da sua seleção. Seu uso na equação implica numa relação fixa para qualquer área de drenagem. Na realidade isso não acontece. O coeficiente engloba efeitos de infiltração, armazenamento por detenção, evaporação, retenção, encaminhamento das descargas e interceptação, efeitos que afetam a distribuição cronológica e a magnitude do pico de deflúvio superficial direto.” (DAEE/CETESB, 1980, pg. 146)

Á seguir, tabela 2 contendo os valores do coeficiente de *run-off* geralmente adotados nos cálculos pelo método racional.

Tabela 2: Valores do coeficientes de *run-off*.

DESCRIÇÃO DA ÁREA	COEFICIENTE DE “RUNOFF”
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 2000 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
Áreas sem melhoramentos	0,10 a 0,30
CARACTERÍSTICAS DA SUPERFÍCIE	COEFICIENTE DE “RUNOFF”
Ruas	
• Pavimentação asfáltica	0,70 a 0,95
• Pavimentação de concreto	0,80 a 0,95

Fonte: (DAEE/CETESB, 1980, pg. 146), adaptado.

Em áreas como loteamentos é comum haver dentro da mesma bacia de contribuição ocupações e taxas de impermeabilização diferentes, neste caso calcula-se o $C_{\text{médio}}$, que é a soma das áreas multiplicadas pelo coeficiente de run-off á elas atribuído e divididas pela área total, conforme demonstrado na equação seguinte:

$$C_{\text{médio}} = \frac{\sum A_1 \times C_1 + A_2 \times C_2 \dots + A_n \times C_n}{\sum A_1 + A_1 \dots + A_n}$$

(Equação 4)

A situação de ocupação/escoamento do presente projeto foi verificada através de mapas fornecidos junto à prefeitura, imagens de satélite do Google *Earth* e confirmada por visitas *in loco*. De acordo com essas informações foi aferido o coeficiente de *run-off*, levantando-se as áreas e suas características de ocupação/escoamento (áreas residenciais, áreas verdes, ruas asfaltadas) e utilizando a equação 4.

Após todos os cálculos aferidos, foi possível a determinação da vazão de chuva, que foi calculada através do método racional, especificado na equação 1, tendo em mãos os dados de intensidade de chuva, coeficiente de escoamento e a determinação das áreas de sub-bacias, conforme demonstrado no memorial de cálculo e planilhas. Assim, estimou-se a vazão dos trechos e as vazões de margem direita e esquerda.

Para simplificação dos cálculos a serem executados, com o uso das fórmulas já apresentadas, foi utilizada a ferramenta de planilhas do programa Microsoft Excel.

4.1.2 Dispositivos hidráulicos

Os elementos que compõem o sistema hidráulico de microdrenagem, suas respectivas características e métodos de dimensionamento, constam a seguir:

- Meio-fio: São constituídos de blocos de concreto ou de pedra, situados entre a via pública e o passeio, com sua face superior nivelada com o passeio, formando uma faixa paralela ao eixo da via pública (TUCCI, 1995). São determinados nos projetos e o valor normalmente usado é de 15 centímetros de altura.
- Sarjeta: As sarjetas funcionam como um canal a céu aberto, de seção triangular, longitudinal, destinado a coletar e conduzir as águas superficiais da faixa pavimentada da via pública até a boca-de-lobo ou sarjetão. Tem capacidade variável com a declividade longitudinal e a declividade transversal (TUCCI, 1995).

Considerando que a via em análise tem como material constituinte a pavimentação asfáltica, a equação obtida para escoamento em canal irregular (sarjeta) para pavimentos em asfalto, é:

$$Q_{st} = 0,375 \times \left(\frac{z1}{n} \times y_0^{8/3} - \frac{z1}{n} \times y1^{8/3} + \frac{z2}{n} \times y1^{8/3} \right) \times I^{0,5} \quad (\text{Equação 5})$$

Onde: $z1$ = inverso da inclinação transversal da sarjeta;

$z2$ = inverso da inclinação transversal da via;

y_0 = altura da lâmina d'água junto à guia (usualmente 80% da altura do meio-fio);

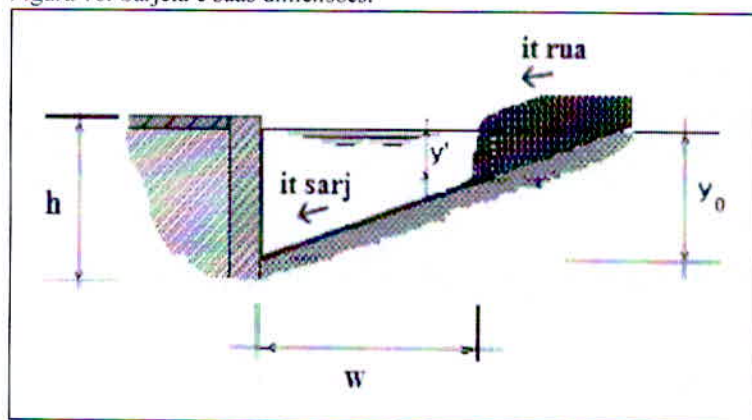
$y1$ = calcula-se por: $y_0 - (it \text{ sarj} \times w)$;

n = coeficiente de rugosidade do material (0,016 para pavimentação asfáltica);

I = declividade longitudinal do trecho.

Na figura 16, pode-se observar a aplicação prática dos dados de sarjeta da equação apresentada acima:

Figura 16: Sarjeta e suas dimensões.

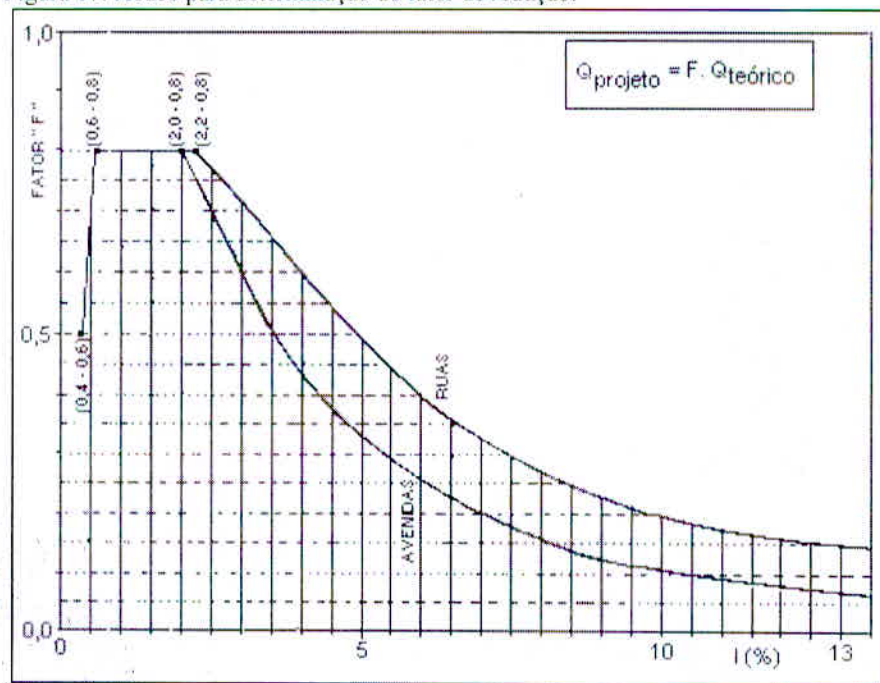


FONTE: MEDEIROS FILHO, 2009, adaptado.

O ideal para o sistema de microdrenagem é que a água seja entubada apenas quando o escoamento pela sarjeta não for mais possível.

É preciso considerar ainda uma margem de segurança na capacidade da sarjeta, tendo em vista problemas funcionais que tanto podem reduzir seu poder de escoamento como provocar danos materiais com velocidades excessivas. Essa margem de segurança é dada pelo emprego do "fator de redução **F**", que depende da inclinação transversal determinada para a sarjeta. Esse fator é obtido pelo Ábaco da figura 17, especificado a seguir:

Figura 17: Ábaco para determinação do fator de redução.



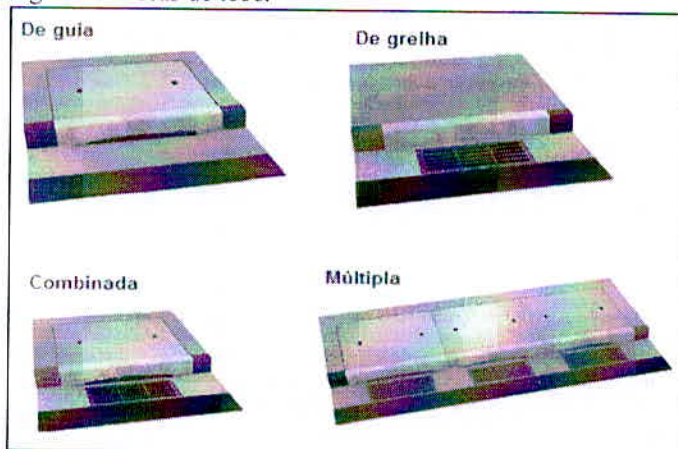
FONTE: DAEE/CETESB, 1993.

- Bocas-de-lobo: destinam-se a captar as águas pluviais provenientes de escoamento superficial pelas sarjetas, encaminhando-as às caixas de passagem, aos poços de visita e conseqüentemente as galerias através dos tubos de ligação (CARVALHO, 1995, pg.72). As bocas-de-lobo podem ser classificadas quanto ao seu tipo, sendo:

- De guia.
- De grelha.
- Combinada.

Na figura 18 estão representados os tipos de bocas-de-lobo:

Figura 18: Bocas-de-lobo.



FONTE: (NAKAMURA, 2011), adaptado.

Quanto a sua localização em relação ao fluxo de água, podem ser:

- De ponto baixo: localizam-se em pontos de mudança de declividade da rua ou junto à curvatura das guias no cruzamento das ruas, tendo entrada de água por mais de uma extremidade.
- De ponto intermediário: localizam-se em trechos contínuos e de declividade constante, tendo entrada das águas pluviais por apenas uma extremidade. Sua eficiência em relação à localização está mostrada na tabela 3, a seguir:

Tabela 3: Eficiência de bocas-de-lobo quanto a sua localização:

Localização na sarjeta	Tipo da 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	60

FONTE: Notas de aula. Slide Bocas-de-lobo. Março de 2015.

E quanto ao modo de funcionamento:

- Vertedor (dispositivo que possibilita a medição de vazão através da altura de lâmina d'água)
- Orifício (seção de saída que atua com uma carga de água atuando sobre ela).

No presente projeto serão utilizados dois padrões de boca-de-lobo, para melhor dimensionamento e qualidade de projeto. Os padrões adotados são de grelha, pois esses são os tipos usuais já presentes na região, a situação de localização varia conforme o local e todos funcionarão como vertedor. Portanto, para determinação da capacidade de engolimento foi utilizada a fórmula específica para o padrão determinado, e os cálculos estão contidos no memorial de cálculo:

$$Q = 1,7 \times P \times y^{1,5} \quad \text{(Equação 6)}$$

Onde: Q = Vazão a ser engolida (m³/s);

P = perímetro do orifício (m);

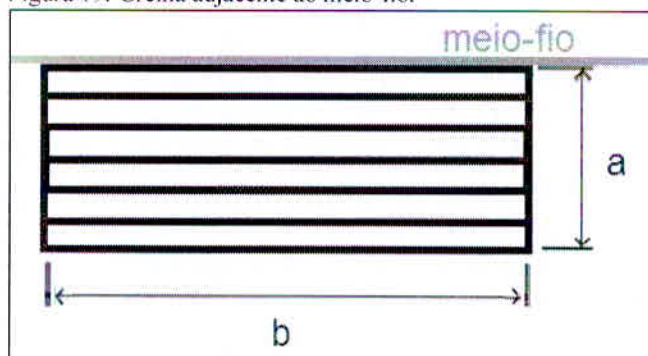
y = altura da lâmina d'água junto à guia (m).

Nas bocas-de-lobo de grelha, há ainda diferenciações, são estas por:

- Condições das grelhas:

A) Adjacente ao meio fio: quando a grelha é adjacente ao meio-fio, exclui-se a entrada de água pelo lado que está junto ao meio-fio. Como mostra a figura 19:

Figura 19: Grelha adjacente ao meio-fio.



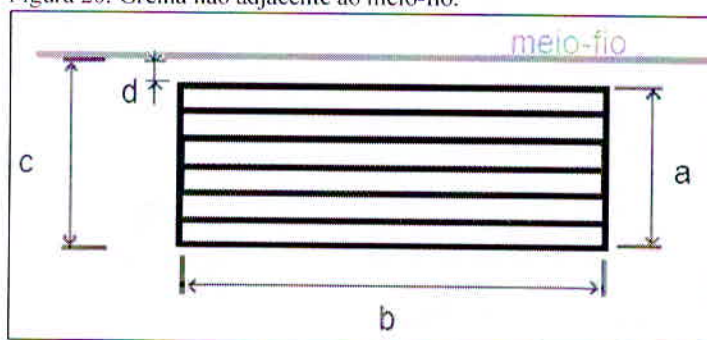
FONTE: o autor.

Portanto, o cálculo do perímetro se dá pela fórmula:

$$P = 2a + b \quad \text{(Equação 7)}$$

B) Não adjacente ao meio fio: quando a grelha não é adjacente ao meio-fio, considera-se a entrada de água por todos os lados. Como mostra a figura 20:

Figura 20: Grelha não adjacente ao meio-fio.



FONTE: o autor.

Portanto, o cálculo do perímetro se dá pela fórmula:

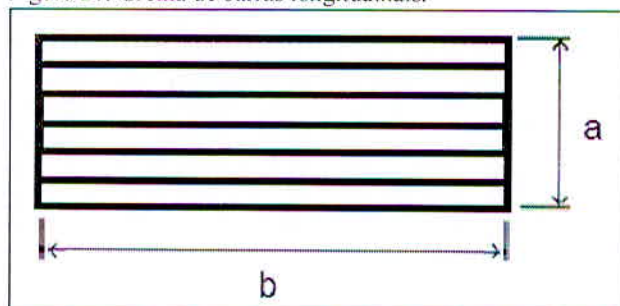
$$P = 2a + 2b \text{ ou } P = 2(c + d) + 2b$$

(Equação 8)

▪ Posição das barras:

- A) Barras longitudinais: apresentam eficiência de 60%, figura 21 ilustrando.

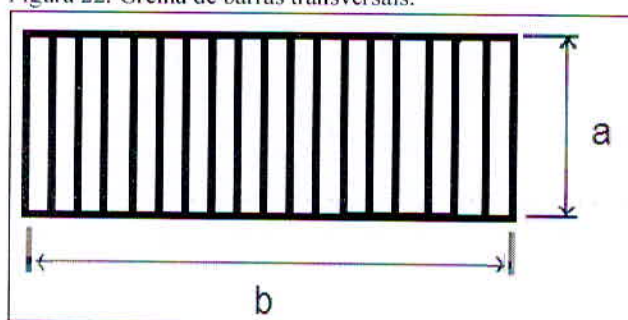
Figura 21: Grelha de barras longitudinais.



FONTE: o autor.

- B) Barras transversais: apresentam eficiência de 50%, conforme ilustra figura 22:

Figura 22: Grelha de barras transversais.



FONTE: o autor.

- Galeria: são canalizações públicas usadas para conduzir as águas pluviais provenientes das bocas de lobo e das ligações privadas. (TUCCI, 1995, pg.77). Ou ainda, conduto destinado a transportar a água pluvial desde a captação até o lugar de despejo. Podendo ter seção circular, retangular, oval ou de outra forma. (DAEE/CETESB, 1980, Terminologia básica).

O cálculo das galerias depende da escolha da geometria da seção, definição da relação de lâmina d'água e diâmetro, inclinação da galeria e vazão a ser escoada. Na tabela 4, as seções disponíveis e suas referentes equações.

Tabela 4: Galerias - geometria e equações.

Geometria da Seção	Área Molhada (A_m)	Perímetro Molhado (P_m)	Raio Hidráulico (R_m)	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
	$\frac{\pi \cdot D^2}{4}$	$\pi \cdot D$	$\frac{D}{4}$	---
	$\frac{\pi \cdot D^2}{8}$	$\frac{\pi \cdot D}{2}$	$\frac{D}{4}$	---
	$0,7662 \cdot D^2$	$2,6467 \cdot D$	$0,2895 \cdot D$	---

FONTE: Notas de aula. Slide Galerias. Março de 2015.

Para seções circulares com relações y/D diferentes de 0,5 e 1, busca-se o fator de correção de vazão através do Ábaco especificado na figura 23 e aplica-se o fator de correção de vazão (referente à projeção da linha vermelha da figura 23) encontrado no valor da vazão. De modo que:

$$Q_{gal} = Q_{ent} \times fcQ$$

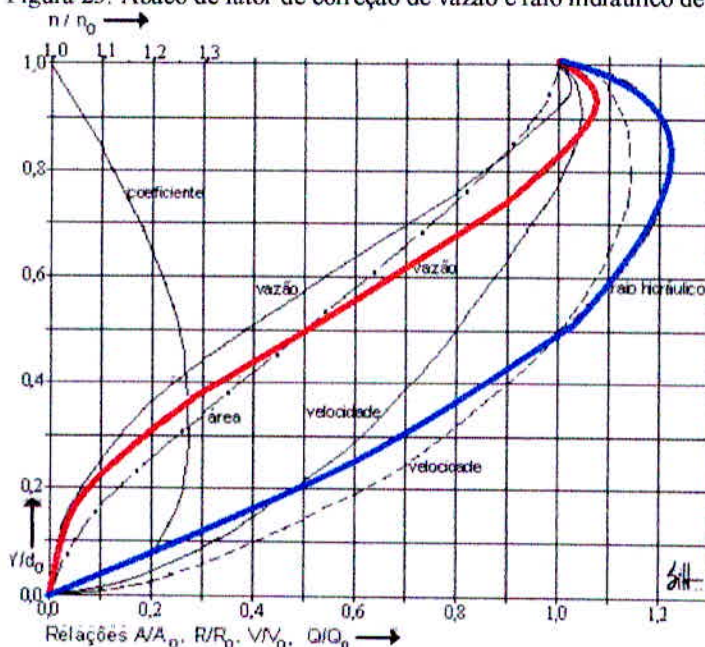
(Equação 9)

Onde: Q_{gal} = vazão transportada pela galeria (m^3/s).

Q_{ent} = Vazão entubada pelas bocas-de-lobo atendidas (m^3/s).

fcQ = fator de correção de vazão obtido pelo Ábaco (adimensional).

Figura 23: Ábaco de fator de correção de vazão e raio hidráulico de galerias pluviais.



FONTE: Notas de aula. Slide Galerias. Março de 2015, adaptado.

Com a vazão corrigida encontrada, procede-se aos cálculos considerando a galeria á seção plena. Com as seguintes equações:

$$D = \sqrt[2,667]{\frac{10,08 \times Q_{gal} \times n}{\pi \times I^{0,5}}} \quad \text{(Equação 10)}$$

Onde: D = diâmetro mínimo da seção (metros).

Q_{gal} = Vazão a ser escoada pela galeria (m^3/s).

n = coeficiente de rugosidade do material (adimensional = 0,013 para concreto).

I = inclinação da galeria (preferencialmente igual à inclinação da rua - em m/m).

Após achar o valor mínimo de diâmetro escolhe-se o diâmetro comercial acima, diâmetros comerciais: 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 1,00; 1,20; 1,50 m, e obtêm-se o raio hidráulico corrigido através da equação:

$$Rh_{real} = \frac{D_{real}/4}{fcRh} \quad \text{(Equação 11)}$$

Onde: Rh real = raio hidráulico real (metros).

D real = diâmetro usual escolhido (metros).

fcRh = fator de correção do raio hidráulico encontrado no ábaco (referente a projeção da linha azul da figura 23).

Após a correção do raio hidráulico verifica-se a velocidade de escoamento na galeria, esta deve respeitar o mínimo de 0,6 m/s (para que não haja sedimentação de material) e máximo de 5 m/s (para que não haja rompimentos nas tubulação). A velocidade é verificada através da equação:

$$V = \frac{Rh^{2/3} \times I^{0,5}}{n} \quad \text{(Equação 12)}$$

Onde: V = velocidade de escoamento (m/s).

Rh = raio hidráulico real e corrigido (metros).

I = inclinação da galeria (m/m).

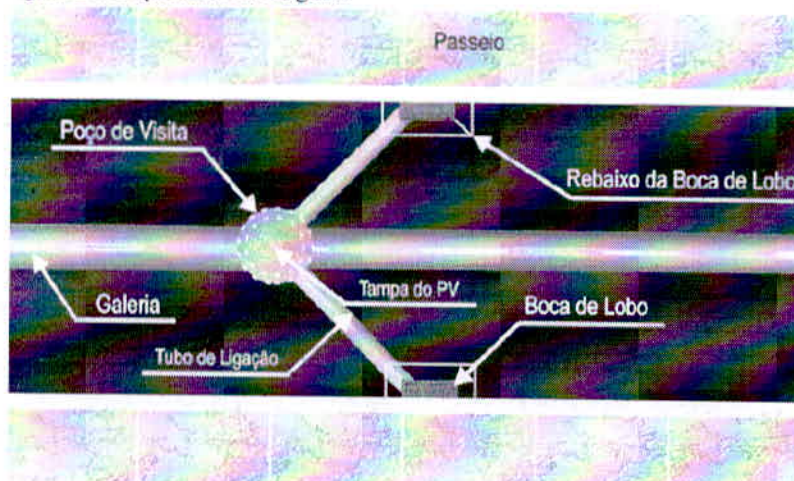
n = coeficiente de rugosidade do material (adimensional = 0,013 para concreto).

Depois de verificadas estas condições e estando dentro das especificações, têm-se o diâmetro ideal de acordo com a vazão a ser escoada.

- Tubos de ligação: São canalizações destinadas a conduzir as águas pluviais captadas nas bocas-de-lobo para as galerias ou para poços de visitas (TUCCI, 1995, pg. 78). Esses tubos, também chamados de tubulações secundárias, têm dimensionamento conforme as galerias, porém, cabe ressaltar que a vazão a ser conduzida é apenas as vazões de engolimento da(s) boca(s)-de-lobo por elas atendidas.
- Poço de visita: dispositivos localizados em pontos convenientes do sistema de galerias para permitirem mudança de direção, mudança de declividade, mudança de diâmetro e inspeção e limpeza das canalizações (TUCCI, 1995, pg.78).
- Caixas de passagem (caixa de ligação ou caixa morta): caixa de alvenaria ou pré-moldado de concreto que recebe os condutos de conexão das bocas de lobo e se liga, por conduto, à galeria. (DAEE/CETESB, 1980, Terminologia básica).

A seguir, figura 24, mostrando a interação entre os dispositivos de drenagem mencionados anteriormente.

Figura 24: Esquema de drenagem.



FONTE: Notas de aula. Slide Galerias. Março de 2015, adaptado

O levantamento da estrutura hidráulica presente na via foi feito primeiramente por tentativa de obtenção do projeto junto à prefeitura, porém não existe tal projeto, portanto, tudo

foi levantado por visita *in loco*, verificando-se sua capacidade, suas deficiências e a coerência com a vazão obtida nos estudos.

Com a vazão em mãos faz-se possível o dimensionamento e análise dos dispositivos hidráulicos necessários para solução do problema.

4.2 Memorial de cálculo

4.2.1 Determinação dos parâmetros hidrológicos

- **Intensidade de chuva:**

Em uma análise preliminar da bacia de contribuição, se obteve os seguintes dados:

- Área da bacia de contribuição = 725491,33 m².
- Comprimento do talvegue = 651 m.
- Inclinação média do talvegue = 0,106 m/m.
- Taxa de cobertura vegetal = 0,11.

Sendo assim, o tempo de concentração encontrado, a partir da equação 3:

$$tc = \left[\frac{16 \times L}{(1,05 - 0,2p)} \times (100 \times Im)^{0,04} \right] + 10$$

Onde: L (comprimento do talvegue) = 0,651 Km
 p (taxa de cobertura vegetal) = 0,11 decimal
 Im (inclinação média do talvegue) = 0,106 m/m

Portanto calculou-se um tempo de concentração de:

$$tc = 21,14 \text{ minutos}$$

Para cálculo da intensidade foram usados os dados do software Plúvio, mostrados na figura 25, aplicados na equação 2:

Figura 25: Dados de chuva obtidos para Três Corações - MG.

The screenshot shows the Plúvio software interface. On the left, a map of Minas Gerais is displayed with a grid showing coordinates 45°15'12" longitude and 21°41'49" latitude. On the right, a list of rain gauging stations is shown, with 'Três Corações' selected. Below the list, the IDF equation parameters are displayed: K = 6057,951, a = 0,220, b = 32,867, and c = 1,090. The interface also includes buttons for 'Relatório', 'Ajuda', 'Cancelar', and 'Fechar'.

FONTE: Software Plúvio.

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

Onde:

K = 6057,951
a = 0,22
b = 32,867
c = 1,09
tc = 21,14 min
TR = 8 anos

Portanto calculou-se uma intensidade de chuva de:

$$I = 123,77 \text{ mm/h}$$

- **Coefficiente de escoamento superficial**

Para o cálculo do $C_{\text{médio}}$ foram usados os dados obtidos através da análise da bacia de contribuição aplicados à equação 4:

$$C_{\text{médio}} = \frac{\sum A_1 \times C_1 + A_2 \times C_2 \dots + A_n \times C_n}{\sum A_1 + A_1 \dots + A_n}$$

Onde:

Quantitativo de áreas

Áreas asfaltadas (m ²) =	165054,35
Áreas residenciais (m ²) =	495163,06
Áreas verdes/não urbanizadas (m ²) =	65273,92

Coefficiente de Runoff

Ruas asfaltadas =	0,85
Áreas residenciais =	0,50
Áreas verdes/não urbanizadas =	0,20

$C_{\text{médio}} = 0,56$

- **Área de contribuição**

Conforme já descrito, as áreas de contribuição às margens das vias foram obtidas a partir da divisão da área total em sub-bacias de contribuição, levando-se em consideração a topografia do local, bem como o lançamento das vias de circulação em consonância com os lotes propostos. As subdivisões foram numeradas e sua área foi mensurada, na folha de desenho n. 01 do apêndice está representada a divisão das sub-bacias, e as planilhas com os valores das áreas de contribuição estão contida na seção planilhas de cálculo.

- **Vazão de chuva**

A vazão, como já mencionado anteriormente, será calculada através do método racional, pela equação 1:

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

Onde: $C = 0,56$

$I = 0,00003438 \text{ m/s}$

A área será mantida como incógnita, devido à divisão das sub-bacias, onde a área de contribuição varia em cada trecho, dependendo da divisão das quadras e loteamentos.

Portanto se determinará a vazão de chuva através da equação:

$$Q = 1,925 \times 10^{-5} \times A$$

As planilhas em que constam os valores de vazão determinados pelas sub-bacias consta na seção de planilhas de cálculo.

4.2.2 Determinação dos parâmetros hidráulicos

- **Determinação da capacidade de escoamento pelas sarjetas**

No presente projeto foi adotado como altura de meio-fio o que é geralmente adotado nos projetos de microdrenagem urbana, 15 centímetros.

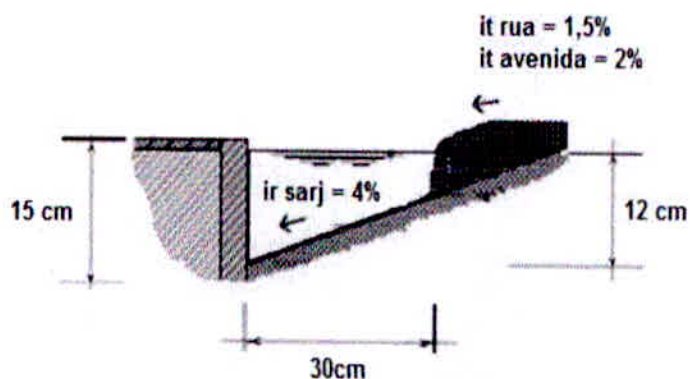
Como a análise se dá em local já implantado, considerou-se a pré-existência de sarjeta, com dimensões desfavoráveis. A sarjeta considerada para o presente projeto contém os parâmetros mostrados na figura 26 e tabela 5, a seguir:

Tabela 5: Dados de sarjeta considerada.

Dimensões	
h (cm) =	15
w (cm) =	30
it av (%) =	1,5
it rua (%) =	2
it sarj (%) =	4
yo (cm) =	12
y' (cm) =	10,8
n material =	0,016
z ¹ =	25,00
z ² rua =	50
z ² av =	66,67
Qs rua =	3,60 x √I
Qs av =	4,64 x √I

FONTE: o autor.

Figura 26: Sarjeta considerada em projeto.



FONTE: MEDEIROS FILHO, 2009, adaptado.

O fator de correção de vazão da sarjeta obtido no Ábaco foi de 0,6. A verificação da capacidade, em relação às inclinações longitudinais e vazões, estão especificada na seção de planilhas de cálculo.

- **Determinação da capacidade de engolimento das bocas de lobo**

O modelo escolhido para projeto foi a boca-de-lobo de grelha (mais usual na região), onde a posição das barras escolhida para o projeto foi a longitudinal (por apresentar maior eficiência no engolimento). Sendo assim, foram determinados os seguintes modelos-padrão: Padrão pequeno (figuras 27) e padrão grande (figura 28), e suas respectivas características calculadas, como constam a seguir:

Padrão pequeno:

Q engolimento (m³/s)

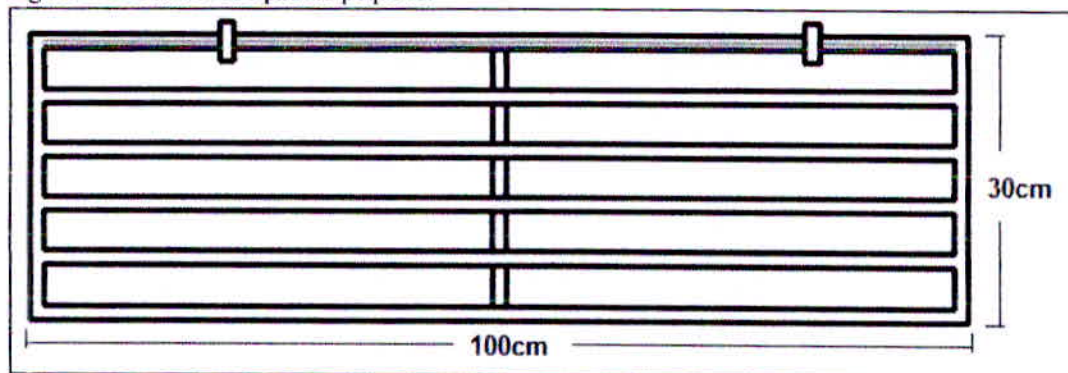
Se adjacente ao meio-fio

0,068

Se não adjacente ao meio-fio

0,110

Figura 27: Boca de lobo padrão pequeno.



FONTE: o autor

Padrão grande:

Q engolimento (m³/s)

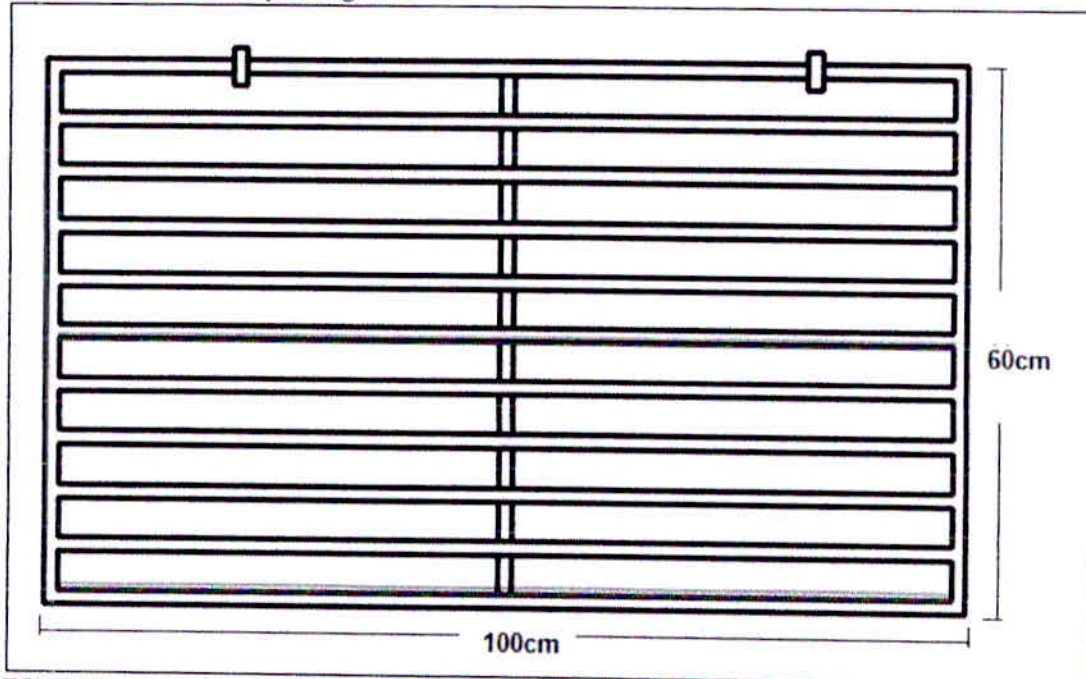
Se adjacente ao meio-fio

Se não adjacente ao meio-fio

0,093

0,136

Figura 28: Boca de lobo padrão grande.



FONTE: o autor

- **Diâmetros das galerias**

A seção escolhida foi a circular, por ser a mais usual. A relação y/D adotada no presente projeto é de 0,9 (pois de acordo com a literatura existente, é o valor ideal para esta

relação), sendo assim, o fator de correção de vazão equivalente foi de aproximadamente 1,066, e o de correção de raio hidráulico aproximadamente 1,192.

Através do cálculo das vazões e da capacidade de transporte pela sarjeta pôde-se verificar onde seria necessário fazer a implantação de galeria, para captar a água excedente nas sarjetas. Após a determinação da vazão excedente, que deve ser captada, foram locados os dispositivos de engolimento (aproveitando-se os já implantados na medida do possível) e determinou-se a vazão engolida, que escoaria pela galeria.

Determinando-se a vazão que escoaria pela galeria foi possível proceder aos cálculos para determinar inclinação dos trechos, verificar a velocidade de escoamento e definir o diâmetro das mesmas. A planilha contendo os cálculos de galeria consta na seção de planilhas de cálculo.

- **Poços de visita**

Os poços de visita foram previstos para receber as águas pluviais de condutos de montante alinhados e conectados com bocas de lobo. Os PVs estão detalhados no desenho n.02, do apêndice.

- **Pontos de disposição final das águas pluviais**

Há um curso d'água que faz parte do Rio do Peixe localizado próximo ao local do projeto em questão para onde toda a água drenada através das galerias pluviais foi direcionada, em três pontos distintos.

Cabe ainda salientar que para efetivação do projeto faz-se necessária a busca de licenciamento ambiental para a disposição do fluxo no curso d'água mencionado. Pois as atividades referentes à drenagem que modificam o meio ambiente estão previstas na Deliberação Normativa 74 e deve ser analisada a abrangência das atividades para que sejam tomadas as devidas medidas de regularização ambiental.

Os diâmetros e vazões de chegada são respectivamente: Ponto 30 da rede com diâmetro de 1500 e vazão de 2,60 m³/s, Ponto 49 da rede com diâmetro de 1200 e vazão de 2,77 m³/s e Ponto 69 da rede com diâmetro de 1500 e vazão de 3,54 m³/s. Conforme representados nos respectivos desenhos contidos no apêndice.

4.3 Planilhas de cálculo

• Divisão área de contribuição em sub-bacias:

Área	m ²	Área	m ²	Área	m ²	Área	m ²
1	3408,83	31	824,63	61	6058,91	91	601,75
2	5522,8	32	721,48	62	4928,91	92	1735,47
3	3379,04	33	358,47	63	5848,6	93	3871,18
4	520,04	34	653,86	64	5323,33	94	2564,31
5	689,1	35	1620,39	65	5090,06	95	410,61
6	1023,94	36	1756,12	66	5442,42	96	2258,97
7	1104,34	37	1686,96	67	4991,57	97	896,39
8	950,93	38	1659,76	68	5222,1	98	633,12
9	1742,63	39	1713,99	69	5136,82	99	1859,72
10	551,24	40	1893,36	70	5301,75	100	1332,38
11	315,06	41	4524,43	71	5378,22	101	1165,98
12	471,1	42	1516,32	72	5437,13	102	2027,47
13	847,57	43	1581,77	73	1902,93	103	655,29
14	962,81	44	1853,55	74	1270,65	104	2132,7
15	893,93	45	1669,78	75	700,35	105	1096,00
16	971,66	46	1545,87	76	785,96	106	4495,68
17	1295,38	47	1457,74	77	1266,38	107	908,72
18	1583,62	48	784,81	78	3128,84	108	881,92
19	1992,37	49	946,5	79	474,81	109	713,17
20	2043,15	50	1001,61	80	852,39	110	56,00
21	488,13	51	998,97	81	937,15	111	6237,11
22	1145,06	52	1192,97	82	1023,04	112	2056,57
23	884,53	53	966,54	83	1046,57	113	851,28
24	1072,78	54	945,15	84	982,86	114	749,95
25	824,63	55	1202,89	85	943,57	115	1026,64
26	788,08	56	1159,53	86	556,51	116	2414,05
27	757,47	57	1113,29	87	667,55	117	2441,98
28	765,77	58	1063,61	88	947,41	118	1790,36
29	778,99	59	1192,97	89	1718,19	119	1699,94
30	947,97	60	2860,01	90	1037,05	120	811,63

Área	m ²	Área	m ²	Área	m ²	Área	m ²
121	1834,03	151	1229,79	181	660,03	211	2242,29
122	1078,63	152	1938,15	182	695,67	212	2347,91
123	757,78	153	660,49	183	964,81	213	2213,09
124	830,17	154	1913,56	184	698,84	214	2205,99
125	1238,21	155	401,42	185	1082,04	215	2235,61
126	1786,94	156	663,80	186	719,88	216	2147,76
127	2729,21	157	643,67	187	303,62	217	488,83

128	817,86
129	794,50
130	2668,25
131	1250,52
132	789,06
133	784,77
134	1447,67
135	499,82
136	1149,62
137	718,13
138	931,69
139	691,33
140	457,97
141	1429,84
142	2233,88
143	858,68
144	815,726
145	1036,85
146	230,86
147	234,44
148	1288,73
149	94,20
150	3710,77

158	2234,00
159	946,01
160	1265,67
161	228,08
162	84,81
163	587,91
164	109,38
165	1303,26
166	764,04
167	495,65
168	643,29
169	351,36
170	894,98
171	330,43
172	812,25
173	486,32
174	5710,45
175	990,05
176	1381,53
177	261,84
178	1722,20
179	135,37
180	1216,23

188	107,52
189	216,35
190	159,40
191	299,52
192	128,40
193	167,80
194	75,78
195	523,93
196	303,42
197	193,91
198	107,09
199	408,44
200	262,60
201	371,81
202	201,06
203	13411,22
204	1842,52
205	1941,11
206	1784,19
207	1860,95
208	684,49
209	2925,42
210	2432,67

218	10659,13
219	1659,45
220	2037,61
221	2178,67
222	2359,48
223	2183,25
224	2212,83
225	2253,22
226	2253,19
227	1471,07
228	1836,80
229	1918,64
230	1907,00
231	2003,96
232	2769,90
233	2014,52
234	1954,04
235	1866,11
236	1882,51
237	1351,03
238	4773,70
239	4397,00
240	4565,84

Área	m ²
241	4417,76
242	6508,73
243	6773,95
244	1937,57
245	1858,82
246	1314,75
247	1777,84
248	1810,07
249	998,45
250	4418,49
251	4384,80
252	4806,12
253	4571,68
254	6550,32
255	7063,66
256	1723,81
257	1207,20
258	1223,06

Área	m ²
271	12274,62
272	669,77
273	999,50
274	2572,76
275	5814,15
276	3072,77
277	2793,66
278	11992,41
279	1082,26
280	1882,92
281	2654,98
282	693,91
283	1696,50
284	2169,33
285	164,42
286	584,20
287	6922,83
288	2078,85

Área	m ²
301	6685,87
302	7829,34
303	15128,19
304	4026,51
305	2262,41
306	2122,29
307	878,45
308	1881,70
309	2283,08
310	7557,97
311	1929,22
312	4301,56
313	501,54
314	3207,78
315	988,59
316	4655,98
317	799,20
318	2430,08

Área	m ²
331	419,89
332	1036,08
333	96,59
334	75,63
335	1628,19
336	1713,58
337	336,06
338	313,61
339	1046,41
340	994,53
341	902,50
342	1584,46
343	438,60
344	614,51
345	1216,04
346	693,97
347	392,89
348	212,65

259	338,84	289	1376,58	319	2687,97		
260	352,74	290	1933,01	320	5116,58		
261	372,94	291	4704,10	321	826,08		
262	25128,26	292	1775,43	322	206,89		
263	4218,48	293	2006,95	323	740,48		
264	3162,71	294	3601,89	324	341,60		
265	12320,31	295	8402,25	325	332,77		
266	13158,52	296	2096,30	326	609,80		
267	5897,79	297	2204,86	327	95,96		
268	1117,29	298	2357,13	328	599,61		
269	785,30	299	5194,99	329	417,43		
270	6335,87	300	3634,30	330	463,80		

• **Determinação das vazões por trecho:**

Vazões					
Trecho	Rua	Área de contribuição (m ²)		Q chuva (m ³ /s)	
		MD	ME	MD	ME
0-1	R. Do Pinheiro	3408,83	1209,14	0,065	0,023
0-a	R. Do Pinheiro		520,04	0,000	0,010
a-1	R. Do Pinheiro		1209,14	0,000	0,023
1-2	R. Do Pinheiro	8931,63	4288,35	0,171	0,082
1-b	R. Do Pinheiro		2233,08	0,000	0,043
b-c	R. Do Pinheiro		3337,42	0,000	0,064
c-2	R. Do Pinheiro		4288,35	0,000	0,082
2-3	R. Do Pinheiro	12310,67	6030,98	0,236	0,116
0-1	R. João Benevides	488,13	757,47	0,009	0,015
1-2	R. João Benevides	2499,49	1523,24	0,048	0,029
2-3	R. João Benevides	4702,69	2302,23	0,090	0,044
3-4	R. João Benevides	7632,21	3250,2	0,146	0,062
4-5	R. João Benevides	10723,88	4074,83	0,205	0,078
5-6	R. João Benevides	15087,95	4796,31	0,289	0,092
0-1	R. Mangueiras	1457,74	945,15	0,028	0,018
1-2	R. Mangueiras	4875,27	2148,04	0,093	0,041
2-3	R. Mangueiras	9264,85	2204,04	0,177	0,042
3-4	R. Mangueiras	13640,21	3317,33	0,261	0,064
4-5	R. Mangueiras	21056,97	4380,94	0,403	0,084
5-6	R. Mangueiras	25348,03		0,486	0,000
6-7	R. Mangueiras	29837,9	5573,91	0,572	0,107
0-1	R. S/D	785,96	700,35	0,015	0,013
0-1	R. Lacilo Cazelato	11714,66	947,41	0,224	0,018
1-2	R. Lacilo Cazelato	23151,09	2665,6	0,443	0,051
2-3	R. Lacilo Cazelato	34631,65	3702,65	0,663	0,071

3-4	R. Lacilo Cazelato	45973,43	4304,4	0,881	0,082
4-5	R. Lacilo Cazelato	57596,97	6039,87	1,103	0,116
5-6	R. Lacilo Cazelato	65493,54	6321,87	1,254	0,121
0-1	R. Reizado	896,39	633,12	0,017	0,012
0-1	R. Das Pastorinhas	1332,38	1165,98	0,026	0,022
0-1	R. João P. Vilela	655,29	2132,7	0,013	0,041
0-1	Av. Rosária Paulino	4495,68	42951,70	0,086	0,823
0-a	Av. Rosária Paulino		908,72	0,000	0,017
a-b	Av. Rosária Paulino		13714,02	0,000	0,263
b-c	Av. Rosária Paulino		29373,76	0,000	0,563
c-1	Av. Rosária Paulino		42951,70	0,000	0,823
0-1	Rua S	234,44	94,20	0,004	0,002
1-2	Rua S		6972,91	0,000	0,134
2-3	Rua S	1523,17	7633,40	0,029	0,146
0-1	Rua E	5455,03	2613,10	0,104	0,050
0-a	Rua E		946,01	0,000	0,018
0-b	Rua E	2234,00		0,043	0,000
a-c	Rua E		2211,68	0,000	0,042
b-1	Rua E	5455,03		0,104	0,000
c-1	Rua E		2613,10	0,000	0,050
0-1	Rua S/D	84,81	228,08	0,002	0,004
0-1	Rua R	109,38	587,91	0,002	0,011
0-1	Rua F	2067,30	495,65	0,040	0,009
0-1	Rua P	351,36	643,29	0,007	0,012
0-1	Rua G	894,98	330,43	0,017	0,006
0-1	Rua H	12563,63	5710,45	0,241	0,109
0-a	Rua H	1298,57		0,025	0,000
a-b	Rua H	2721,57		0,052	0,000
b-c	Rua H	4500,31		0,086	0,000
c-d	Rua H	8098,77		0,155	0,000
d-e	Rua H	8794,44		0,168	0,000
e-f	Rua H	12260,01		0,235	0,000
f-1	Rua H	12563,63		0,241	0,000
0-1	Rua Deputado Renato Azeredo	1576,93	8121,89	0,030	0,156
1-2	Rua Deputado Renato Azeredo	1736,33	8338,24	0,033	0,160
2-3	Rua Deputado Renato Azeredo	1864,73	8950,65	0,036	0,171
3-4	Rua Deputado Renato Azeredo	1940,51	9815,74	0,037	0,188
4-5	Rua Deputado Renato Azeredo	2243,93	12902,62	0,043	0,247
5-6	Rua Deputado Renato Azeredo	2351,02	14091,18	0,045	0,270
6-7	Rua Deputado Renato Azeredo	2613,62	15725,03	0,050	0,301
7-8	Rua Deputado Renato Azeredo	2814,68	21807,29	0,054	0,418
0-1	R. João Rodrigues Beck	13411,22	27352,83	0,257	0,524

0-a	R. João Rodrigues Beck		4767,94	0,000	0,091
a-b	R. João Rodrigues Beck		11384,01	0,000	0,218
b-c	R. João Rodrigues Beck		17729,20	0,000	0,340
c-d	R. João Rodrigues Beck		24031,75	0,000	0,460
d-1	R. João Rodrigues Beck		27352,83	0,000	0,524
0-1	R. Domingos Borges Carvalho	3496,25	2014,52	0,067	0,039
1-2	R. Domingos Borges Carvalho	9631,17	3968,56	0,184	0,076
2-3	R. Domingos Borges Carvalho	16080,90	5834,67	0,308	0,112
3-4	R. Domingos Borges Carvalho	22550,91	7717,18	0,432	0,148
4-5	R. Domingos Borges Carvalho	29045,07	9068,21	0,556	0,174
0-1	Av. Centenário	6711,27	1777,84	0,129	0,034
1-2	Av. Centenário	17532,93	3587,91	0,336	0,069
2-3	Av. Centenário	29774,17	4586,36	0,570	0,088
0-1	Av. Fernão Dias	6142,30	338,84	0,118	0,006
1-2	Av. Fernão Dias	16540,42	691,58	0,317	0,013
2-3	Av. Fernão Dias	28885,48	1064,52	0,553	0,020
0-1	Av. Ângelo Grossi	12320,31	12274,62	0,236	0,235
1-2	Av. Ângelo Grossi	15483,02	14847,38	0,297	0,284
0-1	Av. Zequinha César	5814,15	12710,58	0,111	0,243
0-a	Av. Zequinha César		693,91	0,000	0,013
a-1	Av. Zequinha César		12710,58	0,000	0,243
1-2	Av. Zequinha César	8886,92	37837,44	0,170	0,725
2-3	Av. Zequinha César	11680,58	38421,64	0,224	0,736
3-4	Av. Zequinha César	26424,52	47423,32	0,506	0,908
3-b	Av. Zequinha César		45344,47	0,000	0,869
3-c	Av. Zequinha César	23672,99		0,453	0,000
b-4	Av. Zequinha César		47423,32	0,000	0,908
c-4	Av. Zequinha César	26424,52		0,506	0,000
0-1	Av. De Cícero	1458,79	2178,51	0,028	0,042
1-2	Av. De Cícero	3391,80	4383,37	0,065	0,084
2-3	Av. De Cícero	15480,17	11935,49	0,297	0,229
2-a	Av. De Cícero	8095,90		0,155	0,000
a-3	Av. De Cícero	15480,17		0,297	0,000
0-1	R. Velha Guarda	4026,51	2262,41	0,077	0,043
0-1	Av. Carmem Júlia	878,45	1881,70	0,017	0,036
1-2	Av. Carmem Júlia	3161,53	9439,67	0,061	0,181
2-3	Av. Carmem Júlia	5090,75	13741,23	0,098	0,263
3-4	Av. Carmem Júlia	5592,29	16949,01	0,107	0,325
4-5	Av. Carmem Júlia	6580,88	21604,99	0,126	0,414
5-6	Av. Carmem Júlia	7380,08	24035,07	0,141	0,460
6-7	R. Stella	10068,05	29151,65	0,193	0,558

Vazões					
Trecho	Rua	Área de contribuição		Q	
		MD	ME	MD	ME
4-5	Av.Deputado Renato Azeredo	599,61	74074,38	0,011	1,419
5-6	Av.Deputado Renato Azeredo	1017,04	77463,61	0,019	1,484
6-7	Av.Deputado Renato Azeredo	1480,84	81989,44	0,028	1,570
7-8	Av.Deputado Renato Azeredo	1900,73	85873,43	0,036	1,645
8-9	Av.Deputado Renato Azeredo	2936,81	139557,92	0,056	2,673
9-10	Av.Deputado Renato Azeredo	5039,63	141618,76	0,097	2,713
10-11	Av.Deputado Renato Azeredo	6086,04	217663,91	0,117	4,169
11-12	Av.Deputado Renato Azeredo	7080,57	262551,14	0,136	5,029
12-13	Av.Deputado Renato Azeredo	7983,07	303975,33	0,153	5,822
13-d	Av.Deputado Renato Azeredo	9567,53	359053,59	0,183	6,877
e-15	Av.Deputado Renato Azeredo	8402,25	1216,04	0,161	0,023
15-14	Av.Deputado Renato Azeredo	84133,01	1830,55	1,612	0,035
14-d	Av.Deputado Renato Azeredo	118681,89	2269,15	2,273	0,043

- Verificação da capacidade das sarjetas:

Capacidade da sarjeta								
Trecho	Rua	Q chuva		Inclinação	Qst	Qsr	Galeria?	
		MD	ME				MD	ME
0-1	R. Do Pinheiro	0,065	0,023	0,1065	1,1755	0,7053	Não	Não
0-a	R. Do Pinheiro	0,000	0,010	0,0844	1,0468	0,6281	Não	Não
a-1	R. Do Pinheiro	0,000	0,023	0,1272	1,2849	0,7710	Não	Não
1-2	R. Do Pinheiro	0,171	0,082	0,0852	1,0516	0,6309	Não	Não
1-b	R. Do Pinheiro	0,000	0,043	0,0935	1,1018	0,6611	Não	Não
b-c	R. Do Pinheiro	0,000	0,064	0,0827	1,0362	0,6217	Não	Não
c-2	R. Do Pinheiro	0,000	0,082	0,0791	1,0133	0,6080	Não	Não
2-3	R. Do Pinheiro	0,236	0,116	0,0673	0,9345	0,5607	Não	Não
0-1	R. João Benevides	0,009	0,015	0,0901	1,0814	0,6489	Não	Não
1-2	R. João Benevides	0,048	0,029	0,1305	1,3017	0,7810	Não	Não
2-3	R. João Benevides	0,090	0,044	0,0963	1,1182	0,6709	Não	Não
3-4	R. João Benevides	0,146	0,062	0,0854	1,0525	0,6315	Não	Não
4-5	R. João Benevides	0,205	0,078	0,0784	1,0089	0,6053	Não	Não
5-6	R. João Benevides	0,289	0,092	0,1071	1,1788	0,7073	Não	Não
0-1	R. Mangueiras	0,028	0,018	0,0149	0,5663	0,3398	Não	Não
1-2	R. Mangueiras	0,093	0,041	0,0633	1,1660	0,6996	Não	Não
2-3	R. Mangueiras	0,177	0,042	0,1039	1,4943	0,8966	Não	Não
3-4	R. Mangueiras	0,261	0,064	0,0942	1,4227	0,8536	Não	Não
4-5	R. Mangueiras	0,403	0,084	0,1326	1,6883	1,0130	Não	Não
5-6	R. Mangueiras	0,486	0,000	0,0717	1,2411	0,7447	Não	Não
6-7	R. Mangueiras	0,572	0,107	0,1142	1,5669	0,9401	Não	Não
0-1	R. S/D	0,015	0,013	0,1262	1,2800	0,7680	Não	Não
0-1	R. Laciolo Cazalato	0,224	0,018	0,0136	0,5415	0,3249	Não	Não

1-2	R. Lacilo Cazelato	0,443	0,051	0,0143	0,5551	0,3331	Sim	Não
2-3	R. Lacilo Cazelato	0,663	0,071	0,0446	0,9795	0,5877	Sim	Não
3-4	R. Lacilo Cazelato	0,881	0,082	0,0427	0,9582	0,5749	Sim	Não
4-5	R. Lacilo Cazelato	1,103	0,116	0,0690	1,2175	0,7305	Sim	Não
5-6	R. Lacilo Cazelato	1,254	0,121	0,1163	1,5810	0,9486	Sim	Não
0-1	R. Reizado	0,017	0,012	0,0645	0,9151	0,5490	Não	Não
0-1	R. Das Pastorinhas	0,026	0,022	0,0714	0,9624	0,5774	Não	Não
0-1	R. João P. Vilela	0,013	0,041	0,0921	1,0933	0,6560	Não	Não
0-1	Av. Rosária Paulino	0,086	0,823	0,0684	1,2127	0,7761	Não	Sim
0-a	Av. Rosária Paulino	0,000	0,017	0,0224	0,6936	0,4162	Não	Não
a-b	Av. Rosária Paulino	0,000	0,263	0,0408	0,9362	0,5617	Não	Não
b-c	Av. Rosária Paulino	0,000	0,563	0,0900	1,3911	0,8347	Não	Não
c-1	Av. Rosária Paulino	0,000	0,823	0,2604	2,3658	1,4195	Não	Não
0-1	Rua S	0,004	0,002	0,0862	1,0578	0,6347	Não	Não
1-2	Rua S	0,000	0,134	0,0498	0,8042	0,4825	Não	Não
2-3	Rua S	0,029	0,146	0,1014	1,1470	0,6882	Não	Não
0-1	Rua E	0,104	0,050	0,0187	0,4929	0,2957	Não	Não
0-a	Rua E	0,000	0,018	0,0139	0,4254	0,2552	Não	Não
0-b	Rua E	0,043	0,000	0,0175	0,4760	0,2856	Não	Não
a-c	Rua E	0,000	0,042	0,0120	0,3940	0,2364	Não	Não
b-1	Rua E	0,104	0,000	0,0101	0,3618	0,2171	Não	Não
c-1	Rua E	0,000	0,050	0,0171	0,4714	0,2829	Não	Não
0-1	Rua S/D	0,002	0,004	0,0592	0,8766	0,5260	Não	Não
0-1	Rua R	0,002	0,011	0,1193	1,2443	0,7466	Não	Não
0-1	Rua F	0,040	0,009	0,0148	0,4386	0,2631	Não	Não
0-1	Rua P	0,007	0,012	0,0922	1,0937	0,6562	Não	Não
0-1	Rua G	0,017	0,006	0,0225	0,5398	0,3239	Não	Não
0-1	Rua H	0,241	0,109	0,0923	1,0946	0,6568	Não	Não
0-a	Rua H	0,025	0,000	0,0442	0,7577	0,4546	Não	Não
a-b	Rua H	0,052	0,000	0,0786	1,0100	0,6060	Não	Não
b-c	Rua H	0,086	0,000	0,0953	1,1122	0,6673	Não	Não
c-d	Rua H	0,155	0,000	0,0801	1,0196	0,6118	Não	Não
d-e	Rua H	0,168	0,000	0,1722	1,4951	0,8971	Não	Não
e-f	Rua H	0,235	0,000	0,1011	1,1455	0,6873	Não	Não
f-1	Rua H	0,241	0,000	0,0669	0,9321	0,5592	Não	Não
0-1	R. Dep. Renato Azeredo	0,030	0,156	0,0723	0,9684	0,5810	Não	Não
1-2	R. Dep. Renato Azeredo	0,033	0,160	0,0262	0,5831	0,3498	Não	Não
2-3	R. Dep. Renato Azeredo	0,036	0,171	0,0675	0,9362	0,5617	Não	Não
3-4	R. Dep. Renato Azeredo	0,037	0,188	0,0960	1,1161	0,6696	Não	Não
4-5	R. Dep. Renato Azeredo	0,043	0,247	0,0451	0,7651	0,4591	Não	Não
5-6	R. Dep. Renato Azeredo	0,045	0,270	0,1484	1,3880	0,8328	Não	Não
6-7	R. Dep. Renato Azeredo	0,050	0,301	0,0200	0,5093	0,3056	Não	Não
7-8	R. Dep. Renato Azeredo	0,054	0,418	0,0485	0,7934	0,4760	Não	Não
0-1	R. João Rodrigues Beck	0,257	0,524	0,0814	1,3223	0,7934	Não	Não

0-a	R. João Rodrigues Beck	0,000	0,091	0,0408	0,9364	0,5619	Não	Não
a-b	R. João Rodrigues Beck	0,000	0,218	0,0670	1,2004	0,7202	Não	Não
b-c	R. João Rodrigues Beck	0,000	0,340	0,1324	1,6870	1,0122	Não	Não
c-d	R. João Rodrigues Beck	0,000	0,460	0,1022	1,4818	0,8891	Não	Não
d-1	R. João Rodrigues Beck	0,000	0,524	0,0713	1,2379	0,7427	Não	Não
0-1	R. Domingos B. Carvalho	0,067	0,039	0,0138	0,5446	0,3267	Não	Não
1-2	R. Domingos B. Carvalho	0,184	0,076	0,0278	0,7723	0,4634	Não	Não
2-3	R. Domingos B. Carvalho	0,308	0,112	0,1127	1,5566	0,9340	Não	Não
3-4	R. Domingos B. Carvalho	0,432	0,148	0,0839	1,3425	0,8055	Não	Não
4-5	R. Domingos B. Carvalho	0,556	0,174	0,0831	1,3367	0,8020	Não	Não
0-1	Av. Centenário	0,129	0,034	0,0555	1,0921	0,6553	Não	Não
1-2	Av. Centenário	0,336	0,069	0,0988	1,4571	0,8743	Não	Não
2-3	Av. Centenário	0,570	0,088	0,0929	1,4129	0,8477	Não	Não
0-1	Av. Fernão Dias	0,118	0,006	0,0287	0,7854	0,4712	Não	Não
1-2	Av. Fernão Dias	0,317	0,013	0,0724	1,2476	0,7486	Não	Não
2-3	Av. Fernão Dias	0,553	0,020	0,0723	1,2465	0,7479	Não	Não
0-1	Av. Ângelo Grossi	0,236	0,235	0,0588	1,1242	0,6745	Não	Não
1-2	Av. Ângelo Grossi	0,297	0,284	0,1286	1,6624	0,9974	Não	Não
0-1	Av. Zequinha César	0,111	0,243	0,1561	1,8314	1,0989	Não	Não
0-a	Av. Zequinha César	0,000	0,013	0,2912	2,5018	1,5011	Não	Não
a-1	Av. Zequinha César	0,000	0,243	0,0900	1,3904	0,8343	Não	Não
1-2	Av. Zequinha César	0,170	0,725	0,0806	1,3159	0,7895	Não	Não
2-3	Av. Zequinha César	0,224	0,736	0,0535	1,0720	0,6432	Não	Sim
3-4	Av. Zequinha César	0,506	0,908	0,0734	1,2559	0,7535	Não	Sim
3-b	Av. Zequinha César	0,000	0,869	0,0522	1,0597	0,6358	Não	Sim
3-c	Av. Zequinha César	0,453	0,000	0,0679	1,2078	0,7247	Não	Não
b-4	Av. Zequinha César	0,000	0,908	0,1017	1,4782	0,8869	Não	Sim
c-4	Av. Zequinha César	0,506	0,000	0,1143	1,5672	0,9403	Não	Não
0-1	Av. De Cícero	0,028	0,042	0,1169	1,5854	0,9512	Não	Não
1-2	Av. De Cícero	0,065	0,084	0,0697	1,2240	0,7344	Não	Não
2-3	Av. De Cícero	0,297	0,229	0,0776	1,2914	0,7748	Não	Não
2-a	Av. De Cícero	0,155	0,000	0,0735	1,2568	0,7541	Não	Não
a-3	Av. De Cícero	0,297	0,000	0,0836	1,3404	0,8042	Não	Não
0-1	R. Velha Guarda	0,077	0,043	0,0815	1,0285	0,6171	Não	Não
0-1	Av. Carmem Júlia	0,017	0,036	0,1582	1,8440	1,1064	Não	Não
1-2	Av. Carmem Júlia	0,061	0,181	0,0714	1,2388	0,7433	Não	Não
2-3	Av. Carmem Júlia	0,098	0,263	0,1407	1,7392	1,0435	Não	Não
3-4	Av. Carmem Júlia	0,107	0,325	0,0984	1,4543	0,8726	Não	Não
4-5	Av. Carmem Júlia	0,126	0,414	0,0782	1,2961	0,7777	Não	Não
5-6	Av. Carmem Júlia	0,141	0,460	0,1527	1,8119	1,0871	Não	Não
6-7	R. Stella	0,193	0,558	0,0704	0,9557	0,5734	Não	Não

Capacidade da sarjeta								
Trecho	Rua	Q chuva		Inclinação	Qst	Qsr	Galeria?	
		MD	ME				MD	ME
4-5	Av.Deputado R. Azeredo	0,011	1,419	0,0161	0,5884	0,3530	Não	Sim
5-6	Av.Deputado R. Azeredo	0,019	1,484	0,0654	1,1853	0,7112	Não	Sim
6-7	Av.Deputado R. Azeredo	0,028	1,570	0,0584	1,1205	0,6723	Não	Sim
7-8	Av.Deputado R. Azeredo	0,036	1,645	0,0161	0,5877	0,3526	Não	Sim
8-9	Av.Deputado R. Azeredo	0,056	2,673	0,0103	0,4703	0,2822	Não	Sim
9-10	Av.Deputado R. Azeredo	0,097	2,713	0,0447	0,9806	0,5884	Não	Sim
10-11	Av.Deputado R. Azeredo	0,117	4,169	0,0215	0,6803	0,4082	Não	Sim
11-12	Av.Deputado R. Azeredo	0,136	5,029	0,0335	0,8481	0,5089	Não	Sim
12-13	Av.Deputado R. Azeredo	0,153	5,822	0,0336	0,8500	0,5100	Não	Sim
13-d	Av.Deputado R. Azeredo	0,183	6,877	0,0253	0,7377	0,4426	Não	Sim
e-15	Av.Deputado R. Azeredo	0,161	0,023	0,0608	1,1427	0,6856	Não	Não
15-14	Av.Deputado R. Azeredo	1,612	0,035	0,0799	1,3102	0,7861	Sim	Não
14-d	Av.Deputado R. Azeredo	2,273	0,043	0,0314	0,8218	0,4931	Sim	Não

- **Análise das necessidades de captação da vazão:**

Necessidade e análise de captação								
Trecho	Rua	Q chuva		Galeria?		Vazão a entubar		Vazão entubada
		MD	ME	MD	ME			
1-2	R. Lacilo Cazelato	0,4434		Sim	Não	0,1104		0,136
2-3	R. Lacilo Cazelato	0,5530		Não	Não			
3-4	R. Lacilo Cazelato	0,7702		Sim	Não	0,1953		0,204
4-5	R. Lacilo Cazelato	0,7976		Sim	Não	0,0671		0,068
5-6	R. Lacilo Cazelato	0,8817		Não	Não			
2-3	Av. Zequinha César		0,7359	Não	Sim		0,0927	0,136
3-4	Av. Zequinha César		0,8156	Não	Sim		0,0621	0,068
3-b	Av. Zequinha César		0,7137	Não	Sim		0,0779	0,136

Necessidade e análise de captação								
Trecho	Rua	Q chuva		Galeria?		Vazão a entubar		Vazão entubada
		MD	ME	MD	ME			
4-5	Av.Deputado R. Azeredo	0,0115	1,4188	Não	Sim		1,0658	1,026
5-6	Av.Deputado R. Azeredo	0,0195	0,4577	Não	Sim			
6-7	Av.Deputado R. Azeredo	0,0284	0,5444	Não	Sim			
7-8	Av.Deputado R. Azeredo	0,0239	0,6188	Não	Sim		0,2661	0,178
8-9	Av.Deputado R. Azeredo	0,0563	1,4690	Não	Sim		1,1868	1,102
9-10	Av.Deputado R. Azeredo	0,0965	0,4060	Não	Sim			
10-11	Av.Deputado R. Azeredo	0,1166	1,8626	Não	Sim		1,4544	1,221
11-12	Av.Deputado R. Azeredo	0,1356	1,5013	Não	Sim		0,9924	0,695
12-13	Av.Deputado R. Azeredo	0,1529	1,5994	Não	Sim		1,0894	0,814
13-d	Av.Deputado R. Azeredo	0,1833	1,8403	Não	Sim	0,1833	1,8403	1,628

e-15	Av.Deputado R. Azeredo	0,1609	0,0233	Não	Não			
15-14	Av.Deputado R. Azeredo	1,6115	0,0351	Sim	Não	0,8254		0,746
14-d	Av.Deputado R. Azeredo	1,5270	0,0435	Sim	Não	1,0339	0,0435	1,221

• **Determinação das bocas-de-lobo:**

Dispositivo	Tipo	Engolimento
a	P ADJ	0,068
b	P ADJ	0,068
c	P ADJ	0,068
54	P ADJ	0,068
55	P ADJ	0,068
53	G ÑADJ	0,136
d	P ÑADJ	0,110
e	P ÑADJ	0,110
f	P ÑADJ	0,110
g	P ÑADJ	0,110
h	P ÑADJ	0,110
52	P ÑADJ	0,110
47	P ADJ	0,068
48	P ADJ	0,068
49	P ADJ	0,068
46	P ÑADJ	0,110
i	G ÑADJ	0,136
j	G ÑADJ	0,136
44	P ADJ	0,068
45	P ÑADJ	0,110
43	G ÑADJ	0,136
42	G ÑADJ	0,136
41	G ÑADJ	0,136
40	G ÑADJ	0,136
39	G ÑADJ	0,136
22	G ÑADJ	0,136
23	P ADJ	0,068
24	G ÑADJ	0,136
25	P ADJ	0,068
26	G ÑADJ	0,136
31	P ADJ	0,068
32	P ADJ	0,068
33	P ADJ	0,068
34	P ADJ	0,068
35	P ADJ	0,068
36	P ADJ	0,068
k	G ÑADJ	0,136

Dispositivo	Tipo	Engolimento
29	G ÑADJ	0,136
27	P ÑADJ	0,110
21	P ÑADJ	0,110
20	G ÑADJ	0,136
19	G ÑADJ	0,136
18	G ÑADJ	0,136
l	G ÑADJ	0,136
m	G ÑADJ	0,136
n	G ÑADJ	0,136
o	G ÑADJ	0,136
17	G ÑADJ	0,136
p	G ÑADJ	0,136
q	G ÑADJ	0,136
r	G ÑADJ	0,136
15	P ADJ	0,068
s	G ÑADJ	0,136
16	P ADJ	0,068
t	G ÑADJ	0,136
13	G ÑADJ	0,136
12	G ÑADJ	0,136
u	G ÑADJ	0,136
v	G ÑADJ	0,136
w	G ÑADJ	0,136
x	G ÑADJ	0,136
y	P ADJ	0,068
z	P ADJ	0,068
aa	P ADJ	0,068
9	P ADJ	0,068
ab	P ADJ	0,068
10	G ÑADJ	0,136
ac	G ÑADJ	0,136
ad	G ÑADJ	0,136
ae	G ÑADJ	0,136
11	G ÑADJ	0,136
af	G ÑADJ	0,136
ag	G ÑADJ	0,136
ah	G ÑADJ	0,136

28	P ADJ	0,068	ai	G ÑADJ	0,136
----	-------	-------	----	--------	-------

• Determinação dos poços de visita:

POÇOS DE VISITA							
Dispositivo	Ø entrada (mm)	Ø saída (mm)	Profundidade (m)	Tipo	h chaminé (m)	Observações	
PV-a	0	300	1,28	A	0,54	-	
PV-b	300	300	1,38	A	0,59	-	
PV-c	300	300	1,69	A	0,91	-	
PV-d	300	300	4,50	Especial	0,73	h balão =	3,78
PV-e	300	300	1,65	A	0,82	-	
PV-0	300	300	1,76	A	0,96	-	
PV-1	300	300	2,13	1	0,75	-	
PV-2	300	300	2,43	2	0,85	-	
PV-3	300	300	2,70	3	0,59	-	
PV-4	300	300	2,98	3	0,90	-	
PV-5	300	400	2,11	1	0,77	-	
PV-6	400	400	2,23	1	0,86	-	
PV-f	300	300	1,88	1	0,56	-	
PV-g	300	300	3,39	Especial	0,59	h balão =	2,98
PV-h	300	300	2,44	3	0,51	-	
PV-7	300 + 400	1000	2,48	2	2,48	-	
PV-8	1000	1000	3,61	Especial	0,61	h balão =	2,98
PV-9	1000	1000	4,88	Especial	1,00	h balão =	3,86
PV-10	1000	1000	6,29	Especial	1,00	h balão =	5,29
PV-11	1000	1000	5,71	Especial	1,00	h balão =	4,80
PV-12	1000	1500	6,39	Especial	1,00	h balão =	5,39
PV-13	1500	1500	7,03	Especial	1,00	h balão =	6,03
PV-14	1500	1500	6,20	Especial	1,00	h balão =	5,20
PV-15	1500	1500	7,41	Especial	1,00	h balão =	6,41
PV-16	1500	1500	4,93	Especial	1,00	h balão =	3,92
PV-17	1500	1500	5,07	Especial	1,00	h balão =	4,06
PV-18	1500	1500	5,07	Especial	1,00	h balão =	4,06
PV-19	1500	1500	5,07	Especial	1,00	h balão =	4,06
PV-20	1500	1500	5,32	Especial	1,00	h balão =	4,31
PV-21	1500	1500	4,31	Especial	1,00	h balão =	3,30
PV-22	1500	1500	5,70	Especial	1,00	h balão =	4,69
PV-23	1500	1500	5,70	Especial	1,00	h balão =	4,69
PV-24	1500	1500	5,70	Especial	1,00	h balão =	4,69
PV-25	1500	1500	5,70	Especial	1,00	h balão =	4,69
PV-26	1500	1500	3,98	Especial	1,00	h balão =	2,96
PV-27	1500	1500	5,01	Especial	1,00	h balão =	4,01
PV-28	1500	1500	4,00	Especial	1,00	h balão =	3,00

PV-29	1500	1500	4,00	Especial	1,00	h balão =	3,00
PV-i	0	300	2,62	2	1,00	-	
PV-j	300	300	2,62	2	1,00	-	
PV-k	300	300	2,62	2	1,00	-	
PV-l	300	300	2,62	2	1,00	-	
PV-m	300	300	4,71	Especial	1,00	h balão =	3,69
PV-n	300	300	1,74	A	0,94	-	
PV-o	300	300	2,44	2	0,84	-	
PV-p	300	300	1,62	A	0,82	-	
PV-q	300+300	600	2,21	2	0,61	-	
PV-32	300+600	1000	3,30	Especial	1,00	h balão =	2,28
PV-r	0	300	2,95	3	0,75	-	
PV-s	300	300	2,43	1	1,00	-	
PV-t	300	300	2,76	3	0,56	-	
PV-u	300	300	1,59	A	0,79	-	
PV-33	1000	1000	3,52	Especial	1,00	h balão =	2,51
PV-34	1000	1000	3,00	3	0,80	-	
PV-35	1000	1000	3,71	Especial	1,00	h balão =	2,70
PV-36	1000	1000	3,69	Especial	1,00	h balão =	2,68
PV-37	1000	1200	3,20	3	1,00	-	
PV-38	1200	1200	3,61	Especial	1,00	h balão =	2,59
PV-39	1200	1200	4,86	Especial	1,00	h balão =	3,85
PV-40	1200	1200	4,25	Especial	1,00	h balão =	3,24
PV-41	1200	1200	4,25	Especial	1,00	h balão =	3,24
PV-42	1200	1200	4,25	Especial	1,00	h balão =	3,24
PV-43	1200	1200	4,25	Especial	1,00	h balão =	3,24
PV-44	1200	1200	4,40	Especial	1,00	h balão =	3,39
PV-45	1200	1200	3,39	Especial	1,00	h balão =	2,38
PV-46	1200	1200	4,40	Especial	1,00	h balão =	3,39
PV-47	1200	1200	3,40	Especial	1,00	h balão =	2,40
PV-48	1200	1200	4,82	Especial	1,00	h balão =	3,82
PV-50	0	300	1,31	A	0,50	-	
PV-51	300	300	1,60	A	0,80	-	
PV-v	0	300	1,31	A	0,50	-	
PV-w	300	300	1,86	A	0,88	-	
PV-52	300+300	400	2,08	1	0,70	-	
PV-53	400	500	2,60	2	1,00	-	
PV-54	500	600	3,07	3	0,87	-	
PV-55	600	600	2,99	3	0,79	-	
PV-56	600	1000	3,79	Especial	1,00	h balão =	2,79
PV-57	1000+1000	1000	4,79	Especial	1,00	h balão =	3,79
PV-x	0	300	2,67	2	1,00	-	
PV-y	300	300	3,29	Especial	1,00	h balão =	2,27
PV-z	300	300	3,30	Especial	1,00	h balão =	2,29
PV-aa	300	300	3,19	Especial	1,00	h balão =	2,18

PV-ab	300	300	3,20	3	1,00	-	2,19
PV-ac	300	300	1,60	A	0,80	-	
PV-58	300	300	2,02	1	0,59	-	
PV-59	300	300	1,62	A	0,83	-	
PV-60	300	300	3,69	Especial	1,00	h balão =	2,68
PV-ad	0	300	3,79	Especial	1,00	h balão =	2,78
PV-ae	300	300	3,84	Especial	1,00	h balão =	2,84
PV-61	300+300	500	2,31	1	0,89	-	
PV-62	500	600	2,13	1	0,72	-	
PV-63	600	1000	3,13	3	0,93	-	
PV-64	1000	1000	3,53	Especial	1,00	h balão =	2,53
PV-65	1000	1500	5,48	Especial	1,00	h balão =	4,47
PV-66	1500	1500	5,85	Especial	1,00	h balão =	4,85
PV-67	1500	1500	7,47	Especial	1,00	h balão =	6,46
PV-68	1500	1500	7,09	Especial	1,00	h balão =	6,08

Observações: As especificações relativas aos tipos de dispositivos estão contidas na folha de desenho n.02 do apêndice.

As localizações dos referidos dispositivos e os cortes longitudinais estão especificados em desenhos do projeto que constam no apêndice.

- **Dimensionamento das galerias:**

Dimensionamento das Galerias								
Trecho da galeria	Q entubada (m³/s)	Q galeria (m³/s)	I techo (m/m)	I galeria (m/m)	Ø calc (m)	Ø com (mm)	Rh (m)	Velocidade (m/s)
a-b	0,068	0,072	0,054	0,050	0,02	300	0,149	4,84
b-c	0,136	0,145	0,050	0,050	0,05	300	0,149	4,85
c-d	0,204	0,217	0,054	0,050	0,07	300	0,149	4,84
d-e	0,271	0,289	0,138	0,050	0,09	300	0,149	4,84
e-0	0,339	0,362	0,060	0,050	0,11	300	0,149	4,84
0-1	0,339	0,362	0,000	0,005	0,18	300	0,149	1,53
1-2	0,475	0,506	0,023	0,023	0,18	300	0,149	3,31
2-3	0,585	0,624	0,019	0,019	0,24	300	0,149	3,02
3-4	0,695	0,741	0,042	0,042	0,24	300	0,149	4,44
4-5	0,806	0,859	0,074	0,050	0,27	300	0,149	4,84
5-6	0,916	0,976	0,046	0,040	0,32	400	0,181	4,92
6-7	1,026	1,094	0,067	0,040	0,36	400	0,181	4,92
f-g	0,068	0,072	0,072	0,050	0,02	300	0,149	4,84
g-h	0,136	0,145	0,112	0,050	0,05	300	0,149	4,84
h-7	0,204	0,217	0,147	0,050	0,07	300	0,149	4,84
7-8	1,340	1,428	0,000	0,005	0,70	1000	0,333	2,61
8-9	1,450	1,546	0,000	0,005	0,75	1000	0,333	2,61

9-10	1,586	1,690	0,012	0,005	0,82	1000	0,333	2,61
10-11	1,721	1,835	0,019	0,005	0,89	1000	0,333	2,61
11-12	1,900	2,025	0,060	0,005	0,99	1000	0,333	2,61
12-13	2,035	2,170	0,036	0,005	1,06	1500	0,436	3,13
13-14	2,171	2,314	0,058	0,005	1,13	1500	0,436	3,13
14-15	2,307	2,459	0,024	0,005	1,20	1500	0,436	3,13
15-16	2,442	2,603	0,164	0,005	1,27	1500	0,436	3,13
16-17	2,442	2,603	0,086	0,010	1,11	1500	0,436	4,42
17-18	2,442	2,603	0,086	0,005	1,27	1500	0,436	3,13
18-19	2,442	2,603	0,086	0,005	1,27	1500	0,436	3,13
19-20	2,442	2,603	0,086	0,005	1,27	1500	0,436	3,13
20-21	2,442	2,603	0,081	0,005	1,27	1500	0,436	3,13
21-22	2,442	2,603	0,054	0,005	1,27	1500	0,436	3,13
22-23	2,442	2,603	0,064	0,005	1,27	1500	0,436	3,13
23-24	2,442	2,603	0,064	0,005	1,27	1500	0,436	3,13
24-25	2,442	2,603	0,064	0,005	1,27	1500	0,436	3,13
25-26	2,442	2,603	0,064	0,005	1,27	1500	0,436	3,13
26-27	2,442	2,603	0,018	0,005	1,27	1500	0,436	3,13
27-28	2,442	2,603	0,028	0,005	1,27	1500	0,436	3,13
28-29	2,442	2,603	0,028	0,005	1,27	1500	0,436	3,13
29-30	2,442	2,603	0,018	0,005	0,00	1500	0,436	3,13
31-32	0,136	0,145	0,055	0,050	0,05	300	0,149	4,84
i-j	0,136	0,145	0,102	0,050	0,05	300	0,149	4,84
j-k	0,136	0,145	0,102	0,050	0,05	300	0,149	4,84
k-l	0,136	0,145	0,102	0,050	0,05	300	0,149	4,84
l-m	0,136	0,145	0,102	0,050	0,05	300	0,149	4,84
m-n	0,204	0,217	0,148	0,050	0,07	300	0,149	4,84
n-o	0,339	0,362	0,063	0,050	0,11	300	0,149	4,84
o-p	0,407	0,434	0,110	0,050	0,14	300	0,149	4,84
p-q	0,543	0,579	0,062	0,050	0,18	300	0,149	4,84
r-s	0,136	0,145	0,104	0,050	0,05	300	0,149	4,84
s-t	0,271	0,289	0,078	0,050	0,09	300	0,149	4,84
t-u	0,407	0,434	0,092	0,050	0,14	300	0,149	4,84
u-q	0,543	0,579	0,043	0,043	0,19	300	0,149	4,47
q-32	1,153	1,229	0,000	0,005	0,60	600	0,237	2,08
32-33	1,425	1,519	0,024	0,015	0,60	1000	0,333	4,53
33-34	1,535	1,636	0,021	0,005	0,80	1000	0,333	2,61
34-35	1,645	1,754	0,046	0,005	0,86	1000	0,333	2,61
35-36	1,781	1,898	0,035	0,005	0,93	1000	0,333	2,61
36-37	1,917	2,043	0,033	0,005	1,00	1000	0,333	2,61
37-38	2,188	2,332	0,026	0,005	1,14	1200	0,376	2,83
38-39	2,324	2,477	0,018	0,010	1,06	1200	0,376	4,01
39-40	2,595	2,766	0,087	0,010	1,18	1200	0,376	4,01
40-41	2,595	2,766	0,082	0,015	1,10	1200	0,376	4,91

41-42	2,595	2,766	0,082	0,015	1,10	1200	0,376	4,91
42-43	2,595	2,766	0,082	0,015	1,10	1200	0,376	4,91
43-44	2,595	2,766	0,082	0,015	1,10	1200	0,376	4,91
44-45	2,595	2,766	0,033	0,015	1,10	1200	0,376	4,91
45-46	2,595	2,766	0,025	0,015	1,10	1200	0,376	4,91
46-47	2,595	2,766	0,033	0,015	1,10	1200	0,376	4,91
47-48	2,595	2,766	0,008	0,010	1,18	1200	0,376	4,01
48-49	2,595	2,766	0,009	0,010	1,18	1200	0,376	4,01
50-51	0,271	0,289	0,025	0,025	0,10	300	0,149	3,45
51-52	0,543	0,579	0,000	0,005	0,28	300	0,149	1,53
v-w	0,204	0,217	0,019	0,019	0,08	300	0,149	3,01
w-52	0,407	0,434	0,077	0,050	0,14	300	0,149	4,84
52-53	0,950	1,012	0,028	0,028	0,36	400	0,181	4,11
53-54	1,085	1,157	0,034	0,030	0,40	500	0,210	4,70
54-55	1,221	1,302	0,030	0,020	0,49	600	0,237	4,16
55-56	1,357	1,446	0,019	0,015	0,57	600	0,237	3,61
56-57	1,493	1,591	0,015	0,015	0,63	1000	0,333	4,49
x-y	0,068	0,072	0,064	0,050	0,02	300	0,149	4,84
y-z	0,136	0,145	0,096	0,050	0,05	300	0,149	4,84
z-aa	0,136	0,145	0,096	0,050	0,05	300	0,149	4,84
aa-ab	0,271	0,289	0,104	0,050	0,09	300	0,149	4,84
ab-ac	0,271	0,289	0,104	0,050	0,09	300	0,149	4,84
ac-58	0,339	0,362	0,070	0,050	0,11	300	0,149	4,84
58-59	0,339	0,362	0,075	0,050	0,11	300	0,149	4,84
59-60	0,475	0,506	0,054	0,050	0,16	300	0,149	4,84
60-61	0,611	0,651	0,117	0,050	0,21	300	0,149	4,84
ad-ae	0,271	0,289	0,174	0,053	0,09	300	0,149	4,98
ae-61	0,271	0,289	0,174	0,053	0,09	300	0,149	4,98
61-62	0,882	0,940	0,049	0,030	0,33	500	0,210	4,70
62-63	1,018	1,085	0,027	0,027	0,39	600	0,237	4,82
63-64	1,153	1,229	0,037	0,015	0,49	1000	0,333	4,53
64-57	1,289	1,374	0,027	0,015	0,55	1000	0,333	4,53
57-65	3,053	3,254	0,078	0,015	1,29	1000	0,333	4,53
65-66	3,324	3,544	0,023	0,0105	1,50	1500	0,436	4,53
66-67	3,324	3,544	0,010	0,0105	1,50	1500	0,436	4,53
67-68	3,324	3,544	0,020	0,0105	1,50	1500	0,436	4,53
68-69	3,324	3,544	0,017	0,0105	1,50	1500	0,436	4,53

4.4 Especificações de materiais e serviços

4.4.1. Normas de execução

Deverão ser seguidas todas as normas e especificações da ABNT.

Todos os materiais a serem empregados na construção da rede coletora de águas pluviais, deverão ser de primeira qualidade, atendendo às normas técnicas e especificações da ABNT.

4.4.1.1 Escavação da Vala

Para a construção da canalização, de acordo com as cotas do projeto, sem distinção da qualidade do terreno, com exceção de rocha sã. A escavação será feita pelo processo manual ou mecânico que assegure além da regularidade do fundo da vala, compatível com o perfil projetado, a manutenção da espessura prevista para o lastro.

Deverá ser considerado todo e qualquer serviço necessário para retirada ou desvio de águas do local da construção, seja por esgotamento mediante bombas, calhas, tubulações, etc., bem como a remoção do material escavado e depositado até 30 m do eixo da canalização. A execução de corta-rios e ensecadeiras somente serão permitidas depois de aprovada pela fiscalização.

O rebaixamento do lençol freático será objeto de estudo, se necessário, mediante aprovação prévia da fiscalização.

O andamento dos trabalhos deverá ser tal que não permanecerá material escavado ao lado da vala a não ser aquele que esteja sendo manipulado, devendo para isso, ser removido o material da parte inicial da canalização, como sobra a ser obtida no decorrer da execução.

4.4.1.2 Remoção de Terra Excedente

Toda terra excedente deverá ser removida para fora do canteiro de serviço, sem distância determinada, de maneira que ao final da obra o local se apresente limpo. Quando

houver terra imprópria para reaterro de vala, a juízo da fiscalização, deverá a mesma ser removida para o bota-fora.

4.4.1.3 Escoramento de Vala

Será feito de forma e com o material que a construtora escolher como mais eficiente e econômico. Não obstante, fica estabelecido que o escoramento será justificado em sua suficiência pela construtora, que é responsável pela sua estabilidade e por danos que possam ocorrer às vias públicas percorridas, às canalizações subterrâneas de serviços públicos ou aos próximos, salvo casos especiais de força maior, de danos ou acidentes que claramente não possam ser atribuídos a defeitos de escoramento, tanto pelo sistema como pelo estado de conservação que apresente. O escoramento, de qualquer tipo, deverá ser contínuo, descontínuo, metálico ou entroncamento, embora sem o caráter de estanque a infiltração de água, de escolha a critério da construtora.

As canalizações de diâmetro superior a 0,10 metros e postes que estiverem contidas na área de trabalho de execução das galerias, deverão ser protegidas de forma a evitar danificação ou rompimento.

4.4.1.4 Reenchimento da Vala

Será feito com apiloamento em camadas de 20 centímetros, por qualquer processo manual ou mecânico, por vias seca ou úmida, desde que seja eficiente para perfeita compactação de aterro aos lados e sobre a galeria construída.

4.4.1.5 Lastro de Pedra Britada

Sempre que necessário e o terreno do fundo da vala o exigir, deverá ser executado lastro de brita ou de concreto para aumentar o suporte estabilizante do fundo da vala, de acordo com as seguintes recomendações:

a) Lastro simples de pedra britada nº 4 e 2, compactado até a boa arrumação das pedras, com a largura da galeria prevista mais 40 centímetros.

b) Lastro com pedra britada nº 4 e 2, sobre o qual será executada uma camada de 6 cm de concreto de 150 quilos de cimento por metro cúbico e com largura da galeria prevista, mais 40 cm. O lastro deve ser apiloado até boa arrumação das pedras sem prejuízo da declividade da tubulação.

4.4.1.6 Concreto Armado

Será feito obedecendo as Normas Brasileiras de acordo com as seções projetadas.

a) Concreto - Na execução de concreto armado serão obedecidas as Normas Brasileiras, fazendo-se dosagem racional. A determinação dos traços será feita considerando um acréscimo de 20 % sobre a resistência mínima indicada para o projeto, atendendo-se a um consumo mínimo de 320 Kg de cimento por metro cúbico de concreto e relação água-cimento máximo de 0,56.

b) Aço CA-24 e CA-50 ou CA-60 ou especial - O aço para o concreto armado deverá satisfazer as Especificações Brasileiras sobre o assunto.

c) Formas - As formas serão revestidas de chapas de madeirite ou material similar.

Observações: Mediante comprovação, poderão ser retiradas as formas desde que o concreto atinja a resistência a compressão 80 Kg/cm², e somente poderá ser efetuado o aterro desde que o concreto atinja a resistência de 180 Kg/cm².

4.4.1.7 Argamassa

Cimento e areia - para assentamento dos tubos, bem como para alvenaria de tijolos e revestimento interno, será a seguinte:

Cimento: 400 Kg/m³

Areia: 1,03 m³/m³

4.4.1.8 Assentamento e Rejuntamento de Tubos

O assentamento de tubos deve obedecer, rigorosamente, os "grades" do projeto e devem estar de acordo com as dimensões indicadas.

O rejuntamento deve ser feito com a argamassa especificada no item 4.4.1.7. As juntas, nas partes internas, serão tomadas cuidadosamente, alisando-se a argamassa de modo a

se evitar, ao máximo, rugosidade que altere o regime de escoamento da água. Na parte externa, além de tomadas, as juntas serão as bolsas completadas com um colar de seção triangular equilátera da mesma argamassa.

Não serão assentados tubos trincados ou danificados durante a descida na vala, ou os que apresentem qualquer defeito construtivo aparente.

4.4.1.9 Alvenaria de Tijolos Comuns

Dever ser assentado com argamassa especificada no item 4.4.1.7, os poços de inspeção, chaminés, caixas de ligação e outros maciços eventuais.

4.4.1.10 Poços de Visita, Caixa de Ligação e Bocas de Lobo

Os poços de visita e caixas de ligação serão construídos nas posições e dimensões indicadas nos desenhos. As formas para as lajes, as quais serão retiradas após 28 dias de idade do concreto, que terá a dosagem racional. As paredes serão de alvenaria de tijolos assentes com argamassa especificada no item 4.4.1.7 e revestidas, internamente, com a mesma argamassa na espessura de 2 cm.

4.4.1.11 Chaminés

Serão circulares de 0,70 m de diâmetro, em anel de concreto CA-I.

4.4.2 Recomendações Gerais

As valas que receberão as tubulações serão escavadas segundo a linha demarcada no projeto aprovado, sendo respeitadas todas as cotas e alinhamentos indicados.

A necessidade ou não de escoramento será de responsabilidade e competência da companhia construtora da rede, mas deverá obrigatoriamente ser usado escoramento quando as paredes das valas forem constituídas de solos de fácil desmoronamento, valas com

profundidade superior a 1,50m, de acordo com as normas de Higiene e Segurança do Trabalho.

O assentamento das tubulações será executado no sentido de jusante para montante, com as bolsas voltadas para o ponto mais alto.

O projeto será executado de acordo com as plantas e detalhes anexos. Onde estas especificações forem omissas, serão observadas as regras da boa técnica de construir e de comum acordo com a fiscalização municipal. Qualquer alteração que se fizer necessária, não poderá alterar o diâmetro e a declividade da rede.

4.5 Quantitativo de materiais

Considerando que o projeto foi concebido sobre uma região já instalada (não se tratando de um loteamento ainda não ocupado), foi determinada a existência de sarjeta já instalada, sendo assim, o quantitativo de materiais, bem como o orçamento se dará apenas sobre os gastos com a implantação das bocas-de-lobo e do sistema de galerias (tubulação, poços de visita, caixas de ligação, escavação, etc.). A seguir, planilha de quantitativos:

Tubulação	
Diâmetro	Extensão (m)
Ø 300	1474,54
Ø 400	108,8
Ø 500	69,84
Ø 600	171,67
Ø 1000	750,78
Ø 1200	855,55
Ø 1500	1654,32

Total = 5085,5 m

Poços de visita	
Tipo	nº
A	14
1	9
2	10
3	11
Especial	53

Total = 97

Bocas-de-lobo	
Tipo	nº
P	36
G	40

Total = 76

Quantitativo de materiais							
Trecho da galeria	h escavação inicial (m)	h escavação final (m)	Escoramento (m ²)	Escavação (m ³)	Reaterro (m ³)	Bota-fora (m ³)	Lastro de brita (m ³)
a-b	1,30	1,08	66,24	33,12	33,01	0,14	2,35
b-c	1,38	1,39	82,81	41,40	41,30	0,14	2,51

c-d	1,68	1,40	113,59	56,80	56,69	0,14	3,10
d-e	4,49	1,35	105,67	52,84	52,73	0,14	1,52
e-0	1,59	1,45	25,29	12,65	12,54	0,14	0,70
0-1	1,76	1,83	27,03	13,52	13,41	0,14	0,63
1-2	2,13	2,13	91,04	45,52	45,41	0,14	1,80
2-3	2,43	2,42	124,65	62,32	62,21	0,14	2,16
3-4	2,71	2,71	64,25	32,13	32,02	0,14	1,00
4-5	2,98	1,73	126,49	63,24	63,14	0,14	2,26
5-6	2,11	1,86	86,19	51,71	51,54	0,23	2,08
6-7	2,23	1,43	54,28	32,57	32,39	0,23	1,42
f-g	1,88	1,34	45,03	22,52	22,41	0,14	1,17
g-h	3,39	1,32	83,77	41,88	41,78	0,14	1,49
h-7	2,44	1,25	25,17	12,58	12,48	0,14	0,57
7-8	2,48	2,60	69,67	83,61	82,71	1,17	2,30
8-9	3,61	3,86	196,05	235,26	234,36	1,17	4,41
9-10	4,88	5,29	434,06	520,87	519,97	1,17	7,17
10-11	6,29	4,82	582,50	699,00	698,10	1,17	8,81
11-12	5,71	4,89	88,51	106,21	105,31	1,17	1,40
12-13	6,39	5,53	166,40	282,89	280,95	2,52	3,18
13-14	7,03	5,20	210,97	358,64	356,71	2,52	3,93
14-15	6,20	5,92	253,07	430,21	428,28	2,52	4,76
15-16	7,41	3,58	134,24	228,21	226,28	2,52	2,79
16-17	4,93	2,52	118,53	201,50	199,56	2,52	3,63
17-18	5,07	2,52	120,76	205,29	203,35	2,52	3,63
18-19	5,07	2,52	120,76	205,29	203,35	2,52	3,63
19-20	5,07	2,52	120,76	205,29	203,35	2,52	3,63
20-21	5,32	2,50	144,71	246,01	244,07	2,52	4,22
21-22	4,31	2,50	126,12	214,41	212,47	2,52	4,22
22-23	5,70	2,50	223,49	379,93	378,00	2,52	6,21
23-24	5,70	2,50	223,49	379,93	378,00	2,52	6,21
24-25	5,70	2,50	223,49	379,93	378,00	2,52	6,21
25-26	5,70	2,50	223,49	379,93	378,00	2,52	6,21
26-27	3,98	2,55	355,95	605,12	603,18	2,52	12,43
27-28	5,01	2,50	409,37	695,93	693,99	2,52	12,43
28-29	4,00	2,50	354,32	602,34	600,40	2,52	12,43
29-30	4,00	2,57	360,63	613,07	611,13	2,52	12,51
31-32	1,85	1,30	172,40	86,20	86,09	0,14	4,60
i-j	2,62	1,30	47,82	23,91	23,80	0,14	1,02
j-k	2,62	1,30	47,82	23,91	23,80	0,14	1,02
k-l	2,62	1,30	47,82	23,91	23,80	0,14	1,02
l-m	2,62	1,30	47,82	23,91	23,80	0,14	1,02
m-n	4,71	1,33	102,11	51,05	50,95	0,14	1,42
n-o	1,74	1,33	49,09	24,54	24,44	0,14	1,34
o-p	2,44	1,32	34,27	17,14	17,03	0,14	0,77

p-q	1,62	1,41	24,48	12,24	12,13	0,14	0,68
r-s	2,95	1,32	61,62	30,81	30,70	0,14	1,21
s-t	2,43	1,31	71,73	35,87	35,76	0,14	1,61
t-u	2,76	1,31	66,32	33,16	33,05	0,14	1,37
u-q	1,59	1,60	74,85	37,43	37,32	0,14	1,97
q-32	2,21	2,27	31,76	25,41	25,06	0,46	0,85
32-33	3,30	2,52	239,90	287,88	286,98	1,17	6,92
33-34	3,52	2,00	264,99	317,99	317,09	1,17	8,06
34-35	3,00	2,12	55,53	66,63	65,73	1,17	1,82
35-36	3,71	2,00	164,56	197,47	196,58	1,17	4,84
36-37	3,69	2,00	174,60	209,52	208,62	1,17	5,16
37-38	3,20	2,40	106,46	149,04	147,77	1,65	3,65
38-39	3,61	3,15	188,87	264,42	263,16	1,65	5,36
39-40	4,86	2,20	121,11	169,56	168,29	1,65	3,29
40-41	4,25	2,20	98,49	137,89	136,62	1,65	2,93
41-42	4,25	2,20	98,49	137,89	136,62	1,65	2,93
42-43	4,25	2,20	98,49	137,89	136,62	1,65	2,93
43-44	4,25	2,20	98,49	137,89	136,62	1,65	2,93
44-45	4,40	2,21	403,31	564,63	563,37	1,65	11,71
45-46	3,39	2,20	341,07	477,50	476,24	1,65	11,71
46-47	4,40	2,21	403,31	564,63	563,37	1,65	11,71
47-48	3,40	3,62	428,33	599,66	598,39	1,65	11,71
48-49	4,84	4,99	575,35	805,49	804,22	1,65	11,24
50-51	1,31	1,30	51,27	25,64	25,53	0,14	1,65
51-52	1,60	1,67	22,09	11,04	10,94	0,14	0,57
v-w	1,30	1,31	67,34	33,67	33,56	0,14	2,17
w-52	1,68	1,31	19,32	9,66	9,55	0,14	0,54
52-53	2,10	2,07	74,48	44,69	44,51	0,23	1,71
53-54	2,60	2,44	73,38	51,37	51,11	0,33	1,57
54-55	3,07	2,36	180,41	144,33	143,98	0,46	3,99
55-56	2,99	2,76	154,24	123,40	123,04	0,46	3,22
56-57	3,79	3,75	254,85	305,82	304,92	1,17	5,68
x-y	2,67	1,31	186,58	93,29	93,18	0,14	3,94
y-z	3,29	1,30	95,89	47,94	47,84	0,14	1,75
z-aa	3,30	1,32	96,51	48,26	48,15	0,14	1,75
aa-ab	3,19	1,30	75,66	37,83	37,72	0,14	1,42
ab-ac	3,20	1,32	76,16	38,08	37,97	0,14	1,42
ac-58	1,60	1,31	20,88	10,44	10,33	0,14	0,60
58-59	2,02	1,31	44,44	22,22	22,11	0,14	1,12
59-60	1,62	1,44	56,47	28,24	28,13	0,14	1,55
60-61	3,69	1,32	85,60	42,80	42,69	0,14	1,44
ad-ae	3,79	1,30	51,31	25,65	25,55	0,14	0,85
ae-61	3,84	1,34	52,21	26,11	26,00	0,14	0,85
61-62	2,31	1,51	77,78	54,44	54,19	0,33	2,20

62-63	2,13	2,10	79,08	63,26	62,91	0,46	2,24
63-64	3,13	2,51	75,66	90,79	89,89	1,17	2,25
64-57	3,53	3,04	123,38	148,06	147,16	1,17	3,16
57-65	4,79	3,98	56,13	67,35	66,45	1,17	1,08
65-66	5,48	4,35	434,39	738,46	736,52	2,52	10,08
66-67	5,85	5,95	1194,04	2029,87	2027,94	2,52	23,07
67-68	7,47	5,57	1319,52	2243,18	2241,24	2,52	23,07
68-69	7,09	5,93	1148,10	1951,78	1949,84	2,52	20,11
		Total =	17371,27	23066,78	22989,55	100,40	415,02

4.6 Estimativa de custos

Tendo como base o quantitativo apresentado anteriormente, utilizando ferramentas de estimativa de custos mais usuais (SINAPI e SETOP) foi desenvolvida uma estimativa de custo. Cabe ressaltar que é apenas uma estimativa, pois não considera sequer a sondagem de solo que deve ser feita para implantação do projeto. A seguir, planilha de estimativa de orçamento:

Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total
1	Estimativa de custo de implantação				
1.1	ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALAS DE MATERIAL DE 1ª CATEGORIA, INCLUINDO REMOÇÃO PARA BOTA FORA DO LEITO ESTRADAL	m³	23066,78	7,54	173.923,55
1.2	ESCORAMENTO CONTÍNUO DE MADEIRA PARA CANALIZAÇÃO DE TUBOS	m²	17371,27	53,04	921.372,05
1.3	LASTRO DE BRITA 2 OU 3 APILOADO MANUALMENTE	m³	415,02	8,38	3.477,83
1.4	FORNECIMENTO, ASSENTAMENTO E REJUNTAMENTO DE TUBO DE CONCRETO SIMPLES PSI D = 300 MM	m	1474,54	52,23	77.015,22
1.5	FORNECIMENTO, ASSENTAMENTO E REJUNTAMENTO DE TUBO DE CONCRETO SIMPLES PSI D = 400 MM	m	108,8	78,56	8.547,33
1.6	FORNECIMENTO, ASSENTAMENTO E REJUNTAMENTO DE TUBO DE CONCRETO SIMPLES PSI D = 500 MM	m	69,84	107,7	7.521,77
1.7	FORNECIMENTO, ASSENTAMENTO E REJUNTAMENTO DE TUBO DE CONCRETO SIMPLES PSI D = 600 MM	m	171,67	135,91	23.331,67
1.8	FORNECIMENTO, ASSENTAMENTO E REJUNTAMENTO DE TUBO DE	m	750,78	311	233.492,58

	CONCRETO ARMADO PAI D = 1000 MM				
1.9	FORNECIMENTO, ASSENTAMENTO E REJUNTAMENTO DE TUBO DE CONCRETO ARMADO PAI D = 1200 MM	m	855,55	417,55	357.234,90
1.10	FORNECIMENTO, ASSENTAMENTO E REJUNTAMENTO DE TUBO DE CONCRETO ARMADO PAI D = 1500 MM	m	1654,32	642,09	1.062.222,33
1.11	POÇO DE VISITA PARA REDE TUBULAR TIPO A DN 500	unidade	14	1.355,36	18.975,04
1.12	POÇO DE VISITA TIPO 1 - 1,40 X 1,40 X 1,40M	unidade	9	2.783,67	25.053,03
1.13	POÇO DE VISITA TIPO 2 - 1,60 X 1,60 X 1,60M	unidade	10	3.372,16	33.721,60
1.14	POÇO DE VISITA TIPO 3 - 2,20 X 2,20 X 2,20M	unidade	11	5.592,88	61.521,68
1.15	POÇO DE VISITA TIPO ESPECIAL - 2,20 x 2,20 x altura de balão.	m³	963,16	787,66	758.642,61
1.16	CHAMINÉ DE POÇO DE VISITA EM ANEL DE CONCRETO CA-1	m	88,93	223,93	19.914,09
1.17	INSTALAÇÃO DE TAMPÃO PARA GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS - ARTICULADO, EXCETO FORNECIMENTO DE TAMPÃO	unidade	97	81,74	7.928,78
1.18	FORNECIMENTO DE TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO DÚCTIL CLASSE MÍNIMA 400 (40T) D=600MM - NBR 10160 ARTICULADO - P/ GAL. ÁGUAS PLUV.	unidade	97	308,54	29.928,38
1.19	BOCA DE LOBO SIMPLES (TIPO P), QUADRO, GRELHA E CANTONEIRA, INCLUSIVE ESCAVAÇÃO, REATERRO E BOTA-FORA	unidade	36	768,29	27.658,44
1.20	BOCA DE LOBO SIMPLES (TIPO G), QUADRO, GRELHA E CANTONEIRA, INCLUSIVE ESCAVAÇÃO, REATERRO E BOTA-FORA	unidade	40	1.296,83	51.873,20
1.21	REATERRO COMPACTADO DE VALA COM EQUIPAMENTO PLACA VIBRATÓRIA	m³	22989,55	24,25	557.496,58
1.22	IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE	m²	6916,924	2,57	17.776,49
1.23	REVESTIMENTO DE MASTIQUE ASFÁLTICO, COM ESPESSURA DE 3,0CM	m²	6916,924	33,99	235.106,25

Total estimado = R\$ 4.713.735,40

5 SÍNTESE: PROBLEMA x SOLUÇÃO

- Devido à magnitude da área analisada e desta, em sua maior parte, ser dotada de meio-fio e assim existir o escoamento por tendência natural da água, a sarjeta foi considerada pré-existente e sendo a mais crítica, não sendo então quantificada e orçada. Porém, cabe salientar que é de grande importância sua implantação, bem como de sarjetões, pois constituem o sistema inicial de drenagem e seu mau funcionamento compromete todo o sistema.

- Conforme apresentado detalhadamente no TCC 1, das 14 bocas-de-lobo analisadas na via, apenas duas se apresentavam em situação aceitável (sendo “aceitável” diferente de “boa condição”). Essa situação analisada não foi diferente ao que observou-se nas demais bocas-de-lobo analisadas, tanto na via quanto nos bairros que nela deságuam. Destacam-se também o fato de que, não só a precariedade das condições físicas das bocas-de-lobo foi observada, mas juntamente o mau posicionamento de acordo com a drenagem necessária em cada área (bocas-de-lobo desnecessárias em alguns pontos e bocas-de-lobo faltando em outros pontos).

Para analisar e resolver essa situação, foi usado o seguinte esquema:

- Os dispositivos existentes foram representados por números e deverão se adequar ao padrão estabelecido no projeto, bem como ter sua funcionalidade totalmente restaurada. Foram contadas 55 bocas-de-lobo na área de estudo.

- Os dispositivos existentes que se mostraram totalmente inúteis diante do escoamento apresentado foram removidos do projeto. Ao todo foram removidos 14 dispositivos.

- Os dispositivos que necessitam de implantação foram adequadamente inseridos no projeto e são designados por letras. Foram implantadas 35 bocas-de-lobo.

- As localizações dos referidos dispositivos estão especificadas em projeto que consta no apêndice.

- As galerias não puderam ser verificadas devido à falta de projeto e impossibilidade de abertura dos poços de visita (que em sua maioria foram obstruídos por pavimentação asfáltica), sendo assim, foi desconsiderada a sua existência, sendo o projeto concebido “do zero”. Cabe salientar que na implantação do projeto as galerias que estiverem em acordo com o projeto devem ser mantidas e as que estiverem em desacordo, substituídas. Se houver obstrução de galerias e/ou tubos de ligação os mesmos devem ser restaurados ou trocados.

6 CONCLUSÃO

O sistema geral de drenagem faz parte do conjunto de melhoramentos públicos existentes em uma área urbana, e independente de existir ou não, um sistema adequado, ocorrerá o escoamento das águas pluviais naturalmente. Este fator tem excluído o sistema de drenagem do planejamento urbano ou quando considera a importância da drenagem, esta ainda é menos considerada que os demais melhoramentos.

Quando o sistema de drenagem não é considerado desde o início da formulação do planejamento urbano, é bastante provável que esse sistema, ao ser projetado, revele-se de alto custo, sendo então ideal o seu planejamento simultâneo ao planejamento de urbanização. É conveniente, para a comunidade, que a área urbana seja planejada de forma integrada, isto é, que todos os melhoramentos públicos sejam planejados coerentemente. Portanto, nota-se a importância de projetos integrados do conjunto de melhoramentos públicos, bem como o devido reconhecimento da importância do sistema de drenagem.

A confecção e execução de um projeto de microdrenagem resolvem problemas como: alagamentos, enchentes e inundações, problemas de saúde, problemas de segurança, prejuízo econômico aos municípios, erosão urbana e assoreamento, entre outros. Mostrando-se de extrema importância e utilidade.

Ao se desenvolver o presente projeto, tema de trabalho de conclusão de curso, visando a resolução do problema de microdrenagem na Avenida Deputado Renato Azeredo, buscou-se o melhor dimensionamento, para que este se mostrasse racional, eficaz e viável. Bem como espera-se, que se executado, resolva os problemas apresentados na Avenida, que incluem: formação de grandes poças, que podem ocasionar aquaplanagem de veículos, desconforto aos pedestres, degradação do revestimento asfáltico, entre outros.

O trabalho de conclusão de curso é uma atividade curricular, de caráter individual e de natureza científica, em campo de conhecimento que mantenha correlação direta com o curso do graduando, com o objetivo propiciar ao aluno a oportunidade de desenvolver um trabalho teórico e/ou prático relacionado à utilização dos conhecimentos adquiridos no curso. O Centro Universitário do Sul de Minas está à frente no que diz respeito às exigências quanto ao trabalho de conclusão de curso, sendo necessário para tal, abordar um problema real, diagnosticando-o e posteriormente propondo solução.

Além da função de fazer o intercâmbio entre o aprendizado durante a graduação e a resolução de um problema existente, o trabalho de conclusão de curso possibilita também a

descoberta de dificuldades que surgem quando se desenvolve um projeto real, no presente projeto puderam ser verificadas algumas dessas dificuldades, tais como:

- Dificuldade de obter dados junto á prefeituras.
- Dados precários disponibilizados, que necessitaram de correção.
- Dificuldades impostas pela topografia típica de Minas Gerais.
- A ampla concepção de um projeto.
- Entre outros.

Através do diagnóstico e avaliação do problema, levantamento de dados, análise hidrológica (intensidade de chuva, tempo de retorno, tempo de concentração, etc.), análise e dimensionamento hidráulico (sarjetas, bocas-de-lobo, galerias, etc.) e confecção de projeto executivo, fez-se possível a concepção do presente projeto. Alcançando-se assim os objetivos traçados para o presente Trabalho de Conclusão de Curso.

Não obstante disso, ao se desenvolver um trabalho de conclusão de curso espera-se que o graduando esteja apto a desenvolver um projeto demonstrando conhecimento na área abordada, adquirido nos anos de graduação. Considerando-se este o objetivo geral do trabalho de conclusão de curso, pode-se concluir que o presente projeto alcançou seus objetivos, pois através de pesquisa bibliográfica e aplicação do conhecimento adquirido em sala de aula, fez-se possível a proposta de resolução de engenharia de um problema real.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, Grover Moisés de. **Drenagem Urbana**. Manual SUDECAP. Belo Horizonte - MG. 1995.
- DAEE / CETESB – **Drenagem Urbana - Manual de Projeto**. 2ª Edição. 1980. São Paulo - SP.
- ELETROBRÁS. **Critérios de projeto civil de usinas hidrelétricas**. CBDB. Outubro/2003.
- KAMURA, Douglas Toshinobu; MORI, Fabio Hideo; OSHIRO, Renato Akira; NAKAZATO, Rodrigo. **Microdrenagem nas grandes cidades: problemas e soluções**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. 2005. São Paulo - SP.
- MACHADO, Elizabeth. **Os rios e seus afluentes - uma rede organizada**. 2000. Geografia. Disponível em <<http://www.prof2000.pt/users/elisabethm/geo8/rio1.htm>> Acesso em 28/03/2015 as 09h 15min.
- MACHADO, Marco Aurélio de Mello; SILVA, Eder David Borges da. **Estimativa de chuvas intensas para o oeste de minas gerais e o entorno do reservatório da usina hidrelétrica de furnas**. Conexão Ciência. v. 6, n. 2. 2011.
- MEDEIROS FILHO, Carlos Fernandes de. **Notas de aula de Saneamento básico e Engenharia Sanitária**. Universidade Federal de Campina Grande. 2009. Campina Grande - PB. Disponível em <<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Drenagem.html?submit=%C&ndice=Drenagem>> Acesso em 30/06/2015 as 17h 40min.
- NAKAMURA, Juliana. Saneamento. 2011. **Infraestrutura Urbana**. Disponível em <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/8/2-bocas-de-lobo-como-planejar-o-posicionamento-das-239376-1.aspx>> Acesso em 04/04/2015 as 15h 25min.
- NEGRÃO, Jaqueline Boiadeiro Ayres; GEMAQUE, Vitor Hugo Menezes. **Levantamento de dispositivos de drenagem de vias urbanas com funcionamento comprometido: estudo de caso Belém/PA**. Universidade Da Amazônia – UNAMA. 2010. Belém - PA.
- CARDOSO NETO, Antonio. **Apostila Sistemas Urbanos de Drenagem**. Disponível na página da agência nacional de águas (ANA) <http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/ProducaoAcademica/Antonio%20Cardoso%20Neto/Introducao_a_drenagem_urbana.pdf> Acesso em 04/04/2015 as 08h 30min.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. **Instrução técnica para elaboração de estudos e projetos de drenagem urbana do município de Belo Horizonte**. 2004. Belo Horizonte - MG.
- REZENDE, Osvaldo Moura. **Desenvolvendo com baixo impacto**. 2012. Aquafluxus. Disponível em <<http://aquafluxus.com.br/?p=2032>> Acesso em 06/04/2015 as 08h 55min.

SETOP - Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas. **Planilha referencial de preços unitários para obras de edificação e infraestrutura.** Estado de Minas Gerais. Região sul. Junho/2015.

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. **Planilha referencial de preços unitários de insumos.** CAIXA/IBGE. Belo Horizonte - MG. Junho/2015.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Hidrologia: Ciência e Aplicação.** 3ª edição. Porto Alegre - RS. Editora da UFRGS/ABRH. 2004.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli (org). **Drenagem Urbana.** Editora da Universidade UFRGS. Porto Alegre - RS. 1995.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil.** Associação Mundial da Água. 2004.

Plúvio 2.1 - *Software*. Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos - GPRH da Universidade Federal de Viçosa - UFV. Disponível para download em:
<<http://www.gprh.ufv.br/?area=softwares>> Acesso em 16/04/2015 às 09h 30min.

Google *Earth*. Google. Disponível para download em : < <https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>> Acesso em 16/04/2015 às 10h 25min.

Global Mapper. Blue Marble Geographics. Disponível para download em:
<<http://www.bluemarblegeo.com/products/global-mapper.php>> Acesso em 20/04/015 as 21h 40min.

Excel. Microsoft Office. Disponível para compra em: <<https://products.office.com/pt-br/excel>>

Notas de aula. Disciplina de Saneamento II. Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS/MG. Ma. Ivana Prado de Vasconcelos. 2015. Varginha - MG.

APÊNDICE

- Folha de desenho nº 01 - Representação da divisão das áreas de contribuição das sub-bacias.
- Folha de desenho nº 02 - Geometria, nomenclaturas e demais considerações executivas dos poços de visita.
- Folha de desenho nº 03 - Traçado da rede de microdrenagem I.
- Folha de desenho nº 04 - Perfil longitudinal da rede de microdrenagem I.
- Folha de desenho nº 05 - Traçado da rede de microdrenagem II.
- Folha de desenho nº 06 - Perfil longitudinal da rede de microdrenagem II.
- Folha de desenho nº 07 - Traçado da rede de microdrenagem III.
- Folha de desenho nº 08 - Perfil longitudinal da rede de microdrenagem III.
- Folha de desenho nº 09 - Representação geral do sistema de microdrenagem.