

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS/MG
ENGENHARIA CIVIL – 10º PERIODO
NAYARE ELEUTÉRIO COSTA

**PROPOSTA PARA A MELHORIA DO SISTEMA DE MICRODRENAGEM NO
TRECHO ENTRE A AV. DEPUTADO CARLOS LUZ E RUA JOSÉ HENRIQUE
DA COSTA- TRÊS CORAÇÕES – MG**

VARGINHA

2016

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS/MG
ENGENHARIA CIVIL – 10º PERÍODO
NAYARE ELEUTÉRIO COSTA

**PROPOSTA PARA A MELHORIA DO SISTEMA DE MICRODRENAGEM NO
TRECHO ENTRE A AV. DEPUTADO CARLOS LUZ E RUA JOSÉ HENRIQUE
DA COSTA- 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 Vasconcelos.

VARGINHA

2016

NAYARE ELEUTÉRIO COSTA

**PROPOSTA PARA A MELHORIA DO SISTEMA DE MICRODRENAGEM NO
TRECHO ENTRE A AV. DEPUTADO CARLOS LUZ E RUA JOSÉ HENRIQUE
DA COSTA- 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 Vasconcelos.

Aprovado em: ___/___/___.

Ma. Ivana Prado Vasconcelos

Prof. Esp. Luana Ferreira Mendes

Prof. Dr. Leopoldo Uberto Júnior

OBS:

VARGINHA

2016

Dedico este trabalho a todos que de alguma forma, contribuíram para a sua realização.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades ao longo da realização deste trabalho.

Aos meus pais e amigos, pelo amor, incentivo e apoio incondicional. Ao engenheiro Mauro Pinto S. Junior da secretaria de planejamento de Três Corações, pela prontidão em passar conhecimentos ao longo da sua formação profissional.

Agradeço a minha orientadora Ivana Prado Vasconcelos pelo suporte e pelas suas correções e incentivos.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da elaboração deste trabalho, o meu muito obrigado.

RESUMO

O sistema de microdrenagem tem objetivo de captar, conduzir às águas pluviais e destiná-las para um sistema de macrodrenagem, afim de garantir a segurança e bem estar da população. Avenida Deputado Carlos Luz e a Rua José Henrique da Costa, são localizadas no centro, que é o bairro mais antigo de Três Corações, onde o problema de drenagem urbana vem agravando com o passar do tempo devido ao crescimento populacional. Pode-se dizer que os dispositivos de drenagem encontrados no trecho não atendem à demanda atual, causando alagamentos, prejuízos financeiros e desconforto aos pedestres e comerciantes, além de tornar uma área alvo para a proliferação de doenças. Através de visitas na área em estudo foi possível detectar as irregularidades do sistema existente, uma vez que os dispositivos de captação possuem a capacidade de engolimento inferior ao necessário, além de apresentarem restrição quanto a sua capacidade de condução da vazão pluvial. Por esses acontecimentos, faz-se importante o estudo de microdrenagem para melhoria dos problemas encontrados. Por meio das análises, cálculos e diretrizes normativas, serão sugeridas soluções para a minimização dos danos de drenagem urbana no local de estudo.

Palavras-chaves: Microdrenagem. Elementos do sistema de microdrenagem. Águas pluviais.

ABSTRACT

The microdrainage system has aimed to capture, drive ace rainwater and intended them to a macro drainage system in order to ensure the safety and welfare of the population. Mr Carlos Luz Avenue and José Henrique da Costa Street, are located in the center, which is the oldest district of Three Hearts, where the urban drainage problem has worsened over time due to population growth. It can be said that the drainage devices found in the section do not meet the current demand, causing flooding, financial losses and discomfort to pedestrians and traders, in addition to making a target area for the spread of disease. Through visits in the study area was possible to detect irregularities of the existing system, since the collection devices have the swallowing capacity lower than necessary, besides having restrictions to your driving ability of rainwater flow. For these events, it is important to microdrainage study for improvement of the problems encountered. Through analyzes, calculations and regulatory guidelines, solutions will be suggested to minimize the urban drainage damage at the study site.

Keywords: Microdrainage. Microdrainage system elements. Rainwater.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização do trecho em estudo.....	13
Figura 2: Delimitação da bacia hidrográfica.....	14
Figura 3: Trecho de escoamento crítico entre a Av. Dep. Carlos Luz e Rua José H. da Costa.....	15
Figura 4: Sarjeta em concreto na rua José Henrique da Costa.....	16
Figura 5: Sarjeta em pavimentação asfáltica na Av. Dep. Carlos Luz.....	16
Figura 6: Vegetação impedindo o escoamento das águas pelas sarjetas.....	17
Figura 7: Processo erosivo na sarjeta.....	17
Figura 8: Rampas obstruindo a passagem de água pela sarjeta.....	18
Figura 9: Estado estrutural da boca-de-lobo.....	19
Figura 10: Boca-de-lobo obstruída por plantas.....	19
Figura 11: Boca-de-lobo obstruída por lixos.....	20
Figura 12: Boca-de-lobo coberta por material asfáltico.....	20
Figura 13: Boca-de-lobo afetada por material asfáltico.....	21
Figura 14: Boca-de-lobo em estado aceitável.....	21
Figura 15: Boca-de-lobo em estado aceitável.....	22
Figura 16: Sarjetas Dimensões.....	30
Figura 17: Ábaco para determinação do fator de redução.....	31
Figura 18: Medidas da boca de lobo.....	33
Figura 19: Galerias.....	34
Figura 20: Ábaco fator de correção de vazão da galeria.....	35
Figura 21: Dados de chuva na cidade de Três Corações.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Períodos de retorno para diferentes ocupações.....	26
Tabela 2: Valores de coeficientes C com base em superfícies.....	28
Tabela 3: Valores de coeficientes C por tipo de ocupação.....	28
Tabela 4: Valores de coeficientes de rugosidade <i>Manning</i>	30
Tabela 5: Coeficientes de redução quanto a sua localização.....	32
Tabela 6: Cobrimentos mínimo.....	34
Tabela 7: Declividades.....	34
Tabela 8: Dados da sarjeta considerada.....	35
Tabela 9: Espaçamento dos Pvs.....	43
Tabela 10: Áreas das sub-bacias.....	44
Tabela 11: Vazões.....	45
Tabela 12: Declividade Longitudinal das ruas.....	46
Tabela 13: Declividade Transversal das ruas.....	48
Tabela 14: Dados da sarjeta.....	49
Tabela 15: Capacidade das sarjetas.....	51
Tabela 16: Capacidade das bocas de lobo.....	52
Tabela 17: Dimensionamento das galerias	54
Tabela 18: Tubulação secundária.....	55
Tabela 19: Poços de visita.....	55
Tabela 20: Quantitativo de materiais.....	60
Tabela 21: Estimativa de custo.....	61

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	12
3 BREVE DIAGNÓSTICO	13
3.1 Caracterização do trecho em análise	13
3.2 Caracterização da bacia de contribuição	14
3.3 Caracterização do sistema de drenagem existente no trecho em análise	15
3.3.1 Análise das Sarjetas	16
3.3.2 Análise das Galerias e bocas-de-lobo	18
4. PROJETO	23
4.1. MEMORIAL DESCRITIVO	23
4.1.2 Concepção de projeto	23
4.1.3 Parâmetros Hidrológicos	24
4.1.4 Parâmetros Hidráulicos.....	29
4.2 MEMORIAL DE CÁLCULO	38
4.2.1 Análise Hidrológica da bacia de contribuição	38
4.2.2 Determinação das estruturas Hidráulicas	41
4.3 Planilhas de Cálculo	44
4.4 ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS E SERVIÇOS	55
4.4.1 Serviços Preliminares	55
4.4.2 Serviços de Execução	56
4.5 QUANTITATIVO DE MATERIAIS	60
4.6 ESTIMATIVA DE CUSTO	61
5 CONCLUSÃO	62
REFERÊNCIAS	64
APÊNDICE	66

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, diversas cidades passam por problemas associados a falta drenagem urbana, que conseqüentemente causam impactos ao meio ambiente e prejuízos à população. O crescimento populacional e a falta de um bom planejamento contribuem de maneira significativa para os problemas de drenagem urbana.

A ineficiência dos sistemas de drenagem podem gerar inúmeros prejuízos a população, e está diretamente ligado a urbanização sem planejamento, falta de limpeza e manutenção dos elementos que compõem um sistema de microdrenagem, falta de controle e ocupação do solo, entre outros.

O presente estudo realizado na cidade de Três Corações – Minas Gerais, entre a Avenida Deputado Carlos Luz e na Rua José Henrique da Costa, mostrou-se bastante vulnerável à drenagem urbana, pois quando precipitações intensas ocorrem, no trecho formam-se grandes pontos de alagamento, trazendo danos para o tráfego e para os comércios, além de ocasionar desconforto para pedestres e moradores.

Outro fator relevante, é o retorno de água das bocas de lobo presentes, gerando um potencial causador de doenças, podendo afetar a saúde da população. Quando um sistema de microdrenagem é planejado, dimensionado e executado de maneira adequada é possível eliminar alguns desses transtornos, além de oferecer segurança e qualidade de vida para a população.

Portanto, o objetivo deste trabalho é apresentar os problemas oriundos da ausência de planejamento do sistema de microdrenagem, no trecho compreendido entre a Avenida Deputado Carlos Luz e Rua José Henrique da Costa, utilizando conceitos da Engenharia Civil, e buscar soluções que minimizam os impactos e problemas causados pelo escoamento excessivo e deficiência no sistema de captação de águas pluviais.

2 OBJETIVOS

Objetivo Geral:

- ✓ Propor uma solução para o sistema de microdrenagem entre o trecho da Avenida Deputado Carlos Luz e Rua José Henrique da Costa, localizados na cidade de Três Corações – MG.

Objetivos Específicos

- ✓ Estudar o problema e suas causas através de pesquisas bibliográficas.
- ✓ Diagnosticar o sistema de drenagem urbana existente.
- ✓ Caracterizar a bacia de contribuição.
- ✓ Levantar dados e índices pluviométricos.
- ✓ Apresentar soluções para o problema de microdrenagem urbana.
- ✓ Quantificar e discriminar os materiais para a solução dos problemas apresentados.

3 BREVE DIAGNÓSTICO

3.1 Caracterização do trecho em análise

Os trechos em estudo são compostos pela Avenida Deputado Carlos Luz e Rua José Henrique da Costa, localizadas na cidade de Três Corações – MG, com coordenadas de latitude 21°41'40.34'' S e longitude 45°15'28.45'' O. São vias coletoras situadas no centro da cidade, constituídas por residências pluri-habitacionais e com grande concentração de comércio.

A Rua José Henrique da Costa tem uma extensão de aproximadamente 219,769 metros, a pavimentação é em asfalto e a largura da maioria da rua (mão única) é de 6 metros, a rua também possui um trecho de mão dupla onde a largura é de aproximadamente 12 metros.

A Avenida Deputado Carlos Luz tem extensão de aproximadamente 4 km, a pavimentação também é de asfalto, e tem largura (mão dupla) de aproximadamente 12 metros. Devido a sua grande extensão considerou-se apenas o trecho mais crítico em relação a falta de drenagem.

Figura 01: Localização do trecho em estudo



Fonte: (GOOGLE EARTCH), Acesso em 19/04/2016.

3.2 Caracterização da bacia de contribuição

A bacia hidrográfica mostrada na figura 2 apresenta área de aproximadamente 170.891,28 m². Sendo 10.438,24 m² de cobertura vegetal, correspondente a 6,10% da área total, possui área de pavimentação asfáltica de aproximadamente 23.689,35 m², correspondente a 13,86 % da área total. A área residencial e comercial é de 136.763,69 m², que equivale a 80,02 % da área total.

Figura 2: Delimitação da bacia hidrográfica



Fonte: Google Earth, cotas topográficas por Global Mapper, adaptado.

A bacia de contribuição levantada para o estudo do sistema de microdrenagem, tem grandes variações topográficas, por haver essas mudanças, a Avenida Deputado Carlos Luz e a Rua José Henrique da Costa, apresentam áreas críticas em relação ao escoamento.

A figura 3 apresenta o sentido do escoamento para os pontos críticos, onde formam áreas com grande concentração de águas pluviais.

Figura 3: Trecho de escoamento crítico entre a Av. Dep. Carlos Luz e Rua José H. da Costa.



Fonte: Fonte: Google Earth, cotas topográficas por Global Mapper, adaptado.

3.3 Caracterização do sistema de drenagem existente no trecho em análise

O centro é o bairro mais antigo de Três corações, a drenagem pluvial é insuficiente, as galerias pluviais precisam ser redimensionadas, principalmente porque não atendem à demanda atual.

3.3.1 Análise das Sarjetas

As sarjetas são dispositivos de drenagem destinados a receber a vazão escoada das vias, depositando-a nas bocas de lobo. No trecho em análise possuem sarjetas, porém a maioria encontrada na sua extensão foi feita de maneira inadequada.

Grande parte das sarjetas que compõem o sistema de drenagem deste trecho são de asfalto, e em alguns pontos encontram-se em concreto. A figura 4 apresenta uma sarjeta em concreto encontrada na rua José Henrique da Costa.

Figura 4: Sarjeta em concreto na Rua José Henrique da Costa



Fonte: A autora.

A figura 5 apresenta uma sarjeta em pavimento asfáltico encontrada ao longo do trecho, sarjetas com esse tipo de material não é recomendada, pois o asfalto não tem boa resistência ao contato com água.

Figura 5: Sarjeta em pavimentação asfáltica na Av. Dep. Carlos Luz.



Fonte: A autora.

Em alguns pontos, a vegetação impede o escoamento das águas pluviais pela sarjeta, e com a falta de manutenção e limpeza das vias, as plantas crescem rapidamente, agravando o acúmulo de água na mesma.

Figura 6: Vegetação impedindo o escoamento das águas pelas sarjetas.



Fonte: A autora.

Na área de estudo foi identificado um processo de degradação na sarjeta. O problema pode estar associado ao acúmulo de água no local, à ausência de uma boca de lobo, ou erro de declividade na sarjeta. A sarjeta apontada na figura 7 tem declividade transversal de 1,4 %, considerada uma declividade relativamente baixa.

Segundo a SUDECAP, a inclinação transversal para as sarjetas devem ter 3% no mínimo. Por apresentar uma declividade transversal abaixo da recomendada a água não consegue escoar de maneira adequada. Com o passar do tempo as erosões tendem a aumentar, podendo atingir a pista de rolamento e consequentemente provocar problemas maiores.

Figura 7: Processo erosivo na sarjeta.



Fonte: A autora.

A rampa existente em um ponto na Rua José Henrique da Costa impede a passagem das águas pluviais. Conforme a figura 8.

Figura 8: Rampas obstruindo a passagem de água pela sarjeta.



Fonte: A autora.

Mesmo que a sarjeta não seja calculada corretamente, ela se faz existente pela tendência natural da água escoar, a partir da declividade transversal impostas às vias. O material adequado deve ser de concreto, pois o material asfáltico não tem uma boa resistência ao contato com água.

É necessário para toda a bacia, que onde não existam sarjetas, que estas sejam implantadas, calculadas e executadas de maneira condizente para que a água escoe de maneira adequada. As sarjetas existentes no trecho devem passar por manutenção, limpeza, ampliação e melhorias.

3.3.2 Análise das Galerias e bocas-de-lobo

Galerias consistem em canalizações públicas destinadas a conduzir as águas pluviais oriundas das bocas de lobo e das ligações privadas. TUCCI (1995).

Segundo o engenheiro Mauro Pinto S. Junior da secretaria de planejamento de Três Corações, as galerias localizadas na Avenida Deputado Carlos Luz, e na Rua José Henrique da Costa, ainda são de pedras, e por ser uma das primeiras a serem construídas na cidade, não existem projetos que comprovem seus diâmetros, de acordo com o mesmo há suposição do diâmetro das galerias ser de 600mm.

As bocas de lobo existentes no trecho entre Avenida Deputado Carlos Luz e Rua José Henrique da Costa são do tipo boca de lobo caixa com grelha, com dimensões variadas.

As bocas-de-lobo do trecho em estudo, encontram-se em estado de limpeza e manutenção afetados. Na figura 9 foi identificado uma boca de lobo implantada sobre a calçada, a mesma não tem função nenhuma de captar as águas pluviais por estar localizada em um local impróprio, além de estar prejudicando a passagem de pedestres, podendo ocasionar possíveis acidentes.

Figura 9: Estado estrutural da boca-de-lobo.



Fonte: A autora.

Á falta de manutenção e limpeza das boca de lobo, afetam no escoamento de água na seção de engolimento. A figura 10 apresenta uma boca de lobo encontrada no trecho obstruída por plantas e terra, onde a água não consegue escoar, formando um ponto de alagamento.

Figura 10: Boca-de-lobo obstruída por plantas.



Fonte: A autora

Um outro ponto importante é o excesso de lixo e dejetos encontrados dentro das bocas de lobo. Que com a falta de limpeza tende a agravar, onde futuramente a água não conseguirá escoar.

Figura 11: Boca-de-lobo obstruída por lixos.



Fonte: A autora.

A boca de lobo das figuras 12 e 13 foram totalmente danificadas pelo descaso ao aplicar o material asfáltico na via, impossibilitando a abertura da grelha para realização de limpeza e manutenção.

Figura 12: Boca-de-lobo coberta por material asfáltico.



Fonte: A autora.

Figura 13: Boca-de-lobo afetada por material asfáltico.



Fonte: A autora.

Á seguir, as figuras 14 e 15 mostram as bocas de lobo encontradas em melhor estado comparadas ás outras. Encontram-se limpas, as grelhas apresentam possibilidade de abertura para manutenção e limpeza, e as águas pluviais conseguem escoar pela seção de engolimento de maneira eficaz.

Figura 14: Boca-de-lobo em estado aceitável.



Fonte: A autora.

Figura 15: Boca-de-lobo em estado aceitável.



Fonte: A autora.

4. PROJETO

4.1. MEMORIAL DESCRITIVO

4.1.2 Concepção de projeto

O projeto de microdrenagem apresentado neste trabalho tem como finalidade melhorar a atual situação da rua José Henrique da Costa e da Avenida Deputado Carlos Luz, devido à falta de um sistema de drenagem eficaz.

A bacia hidrográfica analisada neste trabalho englobam os bairros: Centro, Monte Alegre, Triângulo e Chácara das Rosas. O direcionamento das águas pluviais foi feito através de análises e visitas in loco, desde modo foi determinado o sentido do escoamento das águas na bacia de contribuição.

A área em análise não possui sarjetões para o direcionamento do fluxo da água, e não foi proposto a implantação dos mesmos, os dispositivos de drenagem analisados no trecho são constituídos de sarjetas, bocas de lobo, poços de visitas e galerias.

Grande parte das sarjetas que compõem o sistema de drenagem da bacia de contribuição são de pavimentação asfáltica, sarjetas com esse tipo de material não é recomendado, pois o asfalto não tem resistência ao contato com água. Deste modo as sarjetas foram padronizadas para a realização dos cálculos de capacidade de escoamento.

As bocas de lobo vão passar por processo de manutenção e limpeza, e serão implantados novos dispositivos em locais onde se faz necessário a existência de novas bocas de lobo.

Segundo o engenheiro Mauro Pinto S. Júnior da secretaria de planejamento de Três Corações, as galerias localizadas na Avenida Dep. Carlos Luz e Rua José Henrique da Costa, ainda são de pedras, e por ser uma das primeiras a serem construídas na cidade, não existem projetos que comprovem seus diâmetros, por este fato serão implantados novas tubulações para atender a atual e futura demanda de águas pluviais gerada na bacia.

As galerias existente no trecho devem ser isoladas, e serão implantadas novas tubulações nos trechos 26-25,25-21,21-20, 20-17, 17-14, 14-8 e 8-4 da Avenida Deputado Carlos Luz, nos trechos 4-3,3-2,2-1 da rua José Henrique da Costa, nos trechos 8-7, 7-6 da rua José Vinagre e por fim no trecho 2-6 da rua primeiro de maio.

Por se tratar de uma área muito antiga, a rede de drenagem é ligada a rede de esgoto, portanto a área em estudo não possui poços de visitas para a rede de drenagem, apenas foi encontrado poços de visitas para a rede de esgoto. Em consequência deste caso foram implantados 15 poços de visita no trecho em estudo para fazer limpeza e manutenção das tubulações.

4.1.3 Parâmetros Hidrológicos

Para o sistema de drenagem é necessário e importante fazer uma análise hidrológica e projeções dos períodos das cheias. Buscando determinar a vazão gerada pela chuva.

O cálculo da vazão pluvial pode ser feito pelo método racional, indicado para bacias urbanas com área de drenagem menores ou menos complexas. NUNES (2008).

Segundo Porto (1995, pg.109) o clássico método racional é aplicável a bacias com área de drenagem inferior a 3km². A formula do método racional é dada pela equação a seguir:

$$Q = C \times I \times A$$

(Equação 1)

Onde:

Q= Vazão pluvial;

C= Coeficiente de *run-off* ou de deflúvio superficial;

I= Intensidade da precipitação (mm/h);

A= Área de precipitação (m² ou ha).

- ✓ Intensidade da precipitação

Para estimar-se a intensidade da chuva, é necessário conhecer-se o tempo de concentração e o período de retorno. TUCCI (1995).

A intensidade da chuva é a quantidade de água que precipitará por unidade de tempo e é dado em mm por hora.

A universidade UFV - Universidade Federal de Viçosa, desenvolveu um

software chamado Plúvio, que possibilita a obtenção da equação de chuvas intensas para diversas localidades do Brasil. A equação correlaciona intensidade, duração e frequência da chuva. É dada pela seguinte fórmula:

$$Im = k \times Tr^a / (tc + b)^c$$

(Equação 2)

Onde: Onde: Tr é o período de Retorno e tc tempo de concentração. Os coeficientes K , a , b e c , é determinado pelo *software* Plúvio de acordo com cada região.

✓ Tempo de Concentração

O tempo de concentração é definido como o intervalo de tempo, contado a partir do início da chuva, para que toda a bacia esteja contribuindo na seção de saída. TUCCI (1995).

Para calcular o tempo de concentração foi utilizado a fórmula de George Ribeiro, que depende diretamente da cobertura vegetal, declividade e do tempo de escoamento. E é dado por:

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

(Equação 3)

Onde:

tc = Tempo de concentração;

L = Comprimento do talveque principal;

p = Porcentagem de cobertura vegetal,

Im = declividade média do talveque principal.

✓ Período de Retorno

Para estabelecer o período de retorno é recomendado bom senso, custos das obras e prejuízos finais.

Segundo TUCCI (1995), para microdrenagem o período de retorno varia entre 2 a 10 anos, mudando de acordo com a análise de cada caso.

Tabela 1: Períodos de retorno para diferentes ocupações

Tipo de Obra	Tipo de Ocupação da Área	Tempo de Retorno
Microdrenagem	Residencial	2
	Comercial	2
	Áreas com edifícios de serviços públicos	5
	Aeroportos	2-5
	Áreas comerciais e artérias de tráfego	5- 10

Fonte: CETESB (1980)

Baseado na tabela 1 e de acordo com as características da área em estudo foi adotado um tempo de retorno de 5 anos.

✓ Delimitação da bacia de contribuição

Bacia Hidrográfica é uma área definida topograficamente, drenada por um curso d'água ou por um sistema conectado de cursos d'água, de modo, que toda a vazão efluente seja descarregada por uma simples saída, denominado de ponto exutório. FONSECA (2006).

Segundo PINTO e PINHEIRO (2006) O estudo da bacia de contribuição é realizado com a finalidade de se conhecerem as características e as influências relativas a:

- ✓ Forma geométrica, responsável pela individualização da bacia contribuinte;
- ✓ Relevo, declividade do curso d'água, declividade da bacia;
- ✓ Geomorfologia, fornecendo uma visão estrutural da região, a forma do relevo existente;
- ✓ Geologia, com o objetivo principal de se conhecer a maior ou menor permeabilidade e outras características do terreno.

A delimitação da bacia de contribuição deste trabalho foi feita por meio do *software Google Earth* e por visitas *in loco*, e como a prefeitura local não possuía um levantamento topográfico da região de estudo, foi utilizado junto ao *software Google Earth* o aplicativo *Global Mapper*, o qual gerou as curvas de nível necessárias para a delimitação da área de contribuição.

Delimitada a área de contribuição podemos definir as sub bacias, por meio de divisor das águas, bem como o cálculo das áreas para efetuar os cálculos de vazão.

Para o traçado do divisor de águas de uma bacia hidrográfica, deve-se considerar PEDRAZZI (2004):

- ✓ O divisor de água não deve cortar nenhum curso d'água
- ✓ Os pontos mais altos geralmente fazem parte do divisor de água.
- ✓ O divisor de água deve passar igualmente afastado quando estiver entre duas curvas de mesmo nível;

O divisor de água deve cortar as curvas de nível perpendicularmente

- ✓ Coeficiente de Escoamento

O escoamento superficial é caracterizado pelo deslocamento da água na superfície da terra e nos cursos d'água naturais. Envolve desde o excesso de precipitação que ocorre logo após uma chuva intensa e se desloca livremente pela superfície do terreno, até o escoamento de um rio. FONSECA (2006).

De acordo com TUCCI (1995). O coeficiente de escoamento depende das seguintes características:

- ✓ Solo;
- ✓ Cobertura;
- ✓ Tipos de ocupação;
- ✓ Tempo de retorno;
- ✓ Intensidade da precipitação

Tabela 2: Valores de coeficientes C com base em superfícies

Superfície	Coeficiente de <i>Run-off</i>
Pavimentação asfáltica	0,70 a 0,95
Pavimentação de concreto	0,80 a 0,95
Calçadas	0,75 a 0,85
Telhados	0,75 a 0,95
Cobertura: grana (solos arenosos)	
Plano (2%)	0,05 a 0,10
Médio (2% a 7%)	0,10 a 0,15
Alta (7%)	0,15 a 0,20
Gramma (solos pesados)	
Plano (2%)	0,15 a 0,20
Médio (2% a 7%)	0,20 a 0,25
Alta (7%)	0,25 a 0,30

Fonte: (CETESB, 1980 ,pg .146)

Tabela 3: Valores de coeficientes C por tipo de ocupação

Descrição da Área	Coeficiente de <i>Run off</i>
Área comercial	
Central	0,70 a 0,95
Bairros	0,50 a 0,70
Área Residencial	
Residências isoladas	0,35 a 0,50
Umidades múltiplas (separadas)	0,40 a 0,60
Umidades 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
Parques e cemitérios	0,10 a 0,25
Playgrounds	0,20 a 0,35
Pátios de estrada de ferros	0,20 a 0,40
Áreas sem melhoramentos	0,10 a 0,30

Fonte: CETESB,1980,pg .146)

Em loteamento é comum ter ocupações e taxas e impermeabilização diferentes, neste contexto deve calcular o C médio, que é dado pela formula:

$$C \text{ médio} = \frac{\sum A1 \times C1 + A2 \times C2 \dots + An \times Cn}{\sum A1 + A2 \dots + An}$$

(Equação 4)

Onde a soma das áreas é multiplicadas pelo coeficiente de *run-off* e divididas pela soma das áreas.

Com os dados de intensidade, área de contribuição e coeficiente de escoamento superficial “Run-off” foi possível determinar a vazão de escoamento por meio da equação 1, e posteriormente foi estimado a vazão nos trechos na margem esquerda e direita utilizando a ferramenta de planilhas do programa Excel, que tem como objetivo simplificar os cálculos a serem executados.

4.1.4 Parâmetros Hidráulicos

O sistema hidráulico de microdrenagem são compostos pelos elementos descritos a seguir.

✓ Sarjetas

Canais irregulares, geralmente de seção transversal triangular, destinados a coletar e conduzir as águas superficiais.

O dimensionamento hidráulico das sarjetas pode ser obtido pela equação de Manning modificada por Izzard, considerando que a via do trecho em análise é constituída de pavimentação asfáltica.

$$Qs = 0,375 \times \left(\frac{z1}{n} \times y0^{\frac{8}{3}} - \frac{z1}{n} \times y1^{\frac{8}{3}} + \frac{z2}{n} \times y1^{\frac{8}{3}} \right) \times I^{0,5}$$

(Equação 5)

Onde:

Qs= Capacidade de escoamento pela sarjeta, m³/s;

z_1 = Inverso da declividade transversal da sarjeta;

z_2 = Inverso da declividade transversal da via;

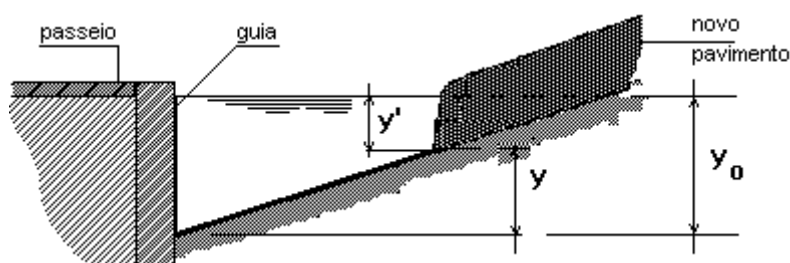
y_0 =Altura da lâmina de água junto ao meio fio, geralmente é 80% da altura do meio fio;

y_1 = É calculado pela fórmula: $y_0 - (it sarj \times w)$;

n = Coeficiente de rugosidade de manning;

I = Declividade longitudinal da sarjeta.

Figura 16: Sarjeta dimensões



Fonte: FERNANDES (1997).

Tabela 4: Valores de coeficientes de rugosidade *Manning*

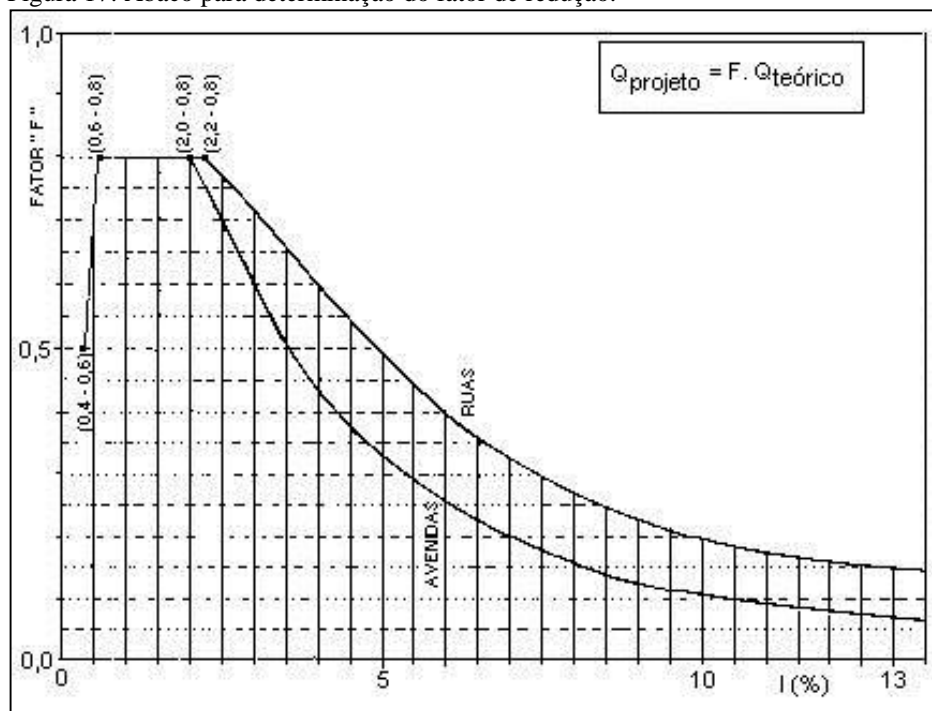
Característica	"n"
Canais retilíneos com grama até 15 cm de altura.	0,30 – 0,40
Canais retilíneos com capins até 30 cm de altura.	0,30 - 0,060
Galerias de concreto pré- moldados com bom acabamento.	0,011 – 0,014
Galerias de concreto moldado no local com formas de metálicas.	0,012 - 0,014
Galerias de concreto moldado no local com formas de madeira.	0,015 – 0,020
Sarjeta – asfalto suave.	0,013
Sarjeta- asfalto rugoso.	0,016
Sarjeta- concreto suave com pavimento asfáltico.	0,014

Sarjeta- concreto rugoso com pavimento asfáltico.	0,015
Sarjeta- pavimento de concreto	0,014 – 0,016
Sarjeta- pedras	0,016

Fonte: (TUCCI, 1995, pg.92)

Para o sistema de microdrenagem é necessário considerar uma margem de segurança na capacidade de escoamento pelas sarjetas. Essa margem de segurança é obtido pelo emprego do fator de redução “F”, que é dado pelo ábaco da figura 2, mostrado a seguir:

Figura 17: Ábaco para determinação do fator de redução.



FONTE:CETESB, (1995).

- ✓ Bocas de lobo

Destinadas a captar as águas pluviais que escoam pelas sarjetas, encaminhando-as para galerias e tubulações secundárias. CETESB (1980). São classificadas em:

- ✓ Boca de lobo simples;

- ✓ Boca de lobo com grelha;
- ✓ Boca de lobo combinada;
- ✓ Boca de lobo múltipla.

Também são classificadas quanto a localização:

- ✓ Boca de lobo de pontos intermediários das sarjetas: localizam-se nos trechos contínuos e possui declividade constante, tendo entrada das águas pluviais por uma única extremidade.
- ✓ Boca de lobo de pontos baixos das sarjetas: localizam-se em pontos de mudança de declividade da rua, ou junto a curvatura das guias no cruzamento de duas ruas, tendo entrada das águas pluviais por mais de uma extremidade.

CETESB (1980). Na prática, a capacidade de escoamento das bocas de lobo é menor que a calculada, devido a vários fatores como; obstruções causadas por detritos carregados pelas águas, irregularidade dos pavimentos da rua, cálculos incorretos que não correspondem com a realidade.

Para melhorar os efeitos destes fatores, deve-se aplicar coeficientes de redução. A tabela 5 demonstram os coeficientes de redução sugeridos.

Tabela 5: Coeficientes de redução quanto a sua localização.

Localização nas sarjetas	Tipo de boca de lobo	% permitida sobre o valor teórico
Ponto Baixo	De guia	80
	Com grelha	50
	Combinada	65
Ponto intermediário	De guia	80
	Grelha longitudinal	60
	Grelha transversal ou longitudinal.	60
	Grelha transversal com barras combinadas	110% dos valores indicados para grelha correspondente.

Fonte: CETESB (1980).

O projeto apresenta bocas-de-lobo do tipo caixa com grelha de dimensões variadas, e de ponto baixo, funcionando como vertedouro. Portanto, para o cálculo da capacidade de engolimento foi utilizada as seguintes fórmulas:

$$Q = 1,7 \times L \times y^{1,5}$$

(Equação 6)

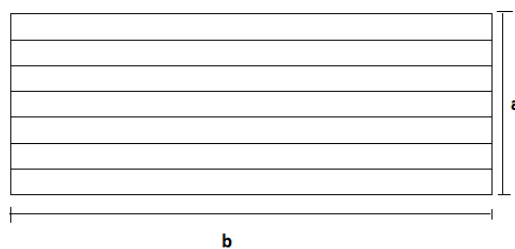
Onde:

Q= Vazão a ser engolida.

Y= Altura da lâmina d'água junto ao meio-fio.

L= Comprimento da soleira.

Figura 18: Medidas da boca-de-lobo.



Fonte: A autora.

Onde: O perímetro é dado pela equação 7 quando a grelha é adjacente ao meio-fio:

$$P = 2a + b$$

(Equação 7)

Quando a grelha não é adjacente ao meio-fio, considera-se a entrada da água por todos os lados. O cálculo do perímetro é dado pela equação 8:

$$P = 2a + 2b$$

(Equação 8)

✓ Galerias

Canalizações públicas usadas para transportar as águas pluviais provenientes das bocas de lobo e das ligações privadas. TUCCI (1995). É a parte subterrânea de um sistema de microdrenagem.

O cálculo hidráulico para galerias depende do tipo de galeria adotado, da definição da relação de lâmina d'água e diâmetro, inclinação da galeria e vazão a ser escoada.

Para dimensionamento de galerias, o recobrimento mínimo deve ser de 1,0 metro, quando as tubulações não forem de estruturas especiais. Nas mudanças de diâmetros os tubos deverão ser alinhados pela geratriz superior. A tabela abaixo apresenta alguns cobrimentos mínimos indicados.

Tabela 6: Cobrimentos mínimos

Tubos	Recobrimento mínimo (H)
Concreto Simples	0,60 m
Concreto Armado	
Diâmetro 700mm	0,70 m
Diâmetro 800mm	1,00 m
Diâmetro 1000mm	1,00 m
Diâmetro 1200mm	1,20 m
Diâmetro 1500mm	1,50 m

Fonte: Vasconcelos,2016.

Declividades mínimas para galerias

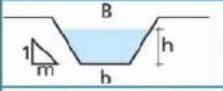
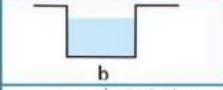
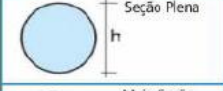

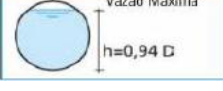
Tabela 7: Declividades

Diâmetros (mm)	Declividade min (m/m)	Diâmetros (mm)	Declividade min (m/m)
300	0,03	700	0,0009
350	0,0023	800	0,0007
400	0,0019	900	0,0006
500	0,0014	1000	0,0005
600	0,0011	1200	0,0004

Fonte: Vasconcelos, 2016.

A tabela a seguir indica as geometrias das seções e suas equações.

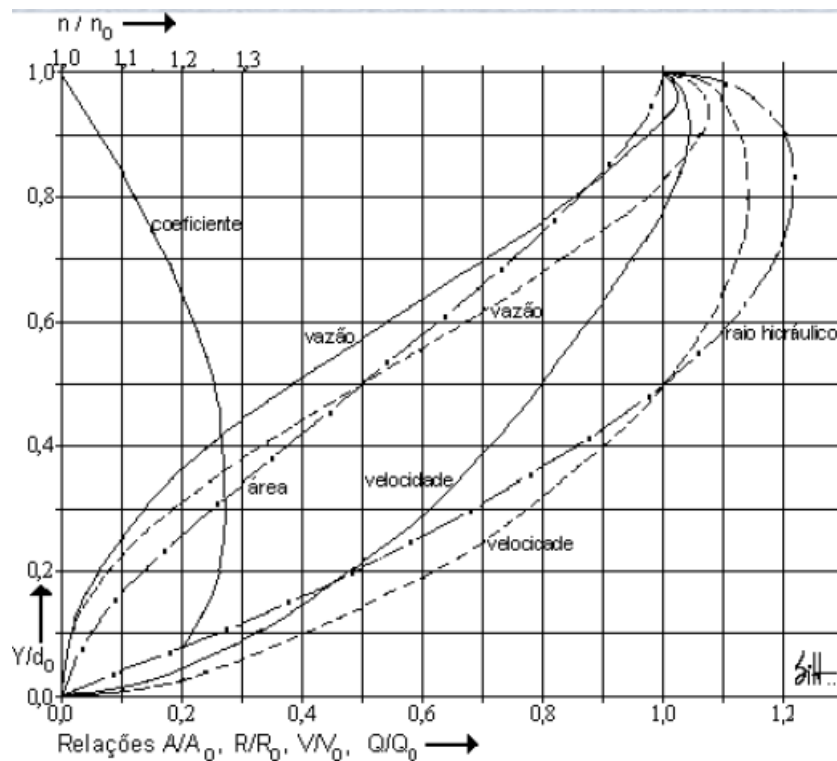
Figura 19: Galerias

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

Fonte: Vasconcelos, 2016.

Para seções circulares com relações $y/D \neq 0,5$ e 1, utiliza-se o ábaco para o fator de correção.

Figura 20: Ábaco fator de correção de vazão de galerias.



Fonte: Fonte: WILKEN, (1978).

Utiliza-se o fator de correção de vazão encontrado o valor da mesma pela linha contínua relacionada a vazão, onde a fórmula é dada por:

$$Q_{galeria} = Q_{entrada} / fcQ$$

(Equação 9)

Com a vazão corrigida encontrada, continua-se os cálculos considerando a galeria com seção plena. Onde:

$$D = \sqrt[2,667]{\frac{10,80 \times Q_{galeria} \times n}{\pi \times I^{0,5}}}$$

(Equação 10)

Onde:

D= Diâmetro mínimo da seção.

Q galeria= Vazão a ser escoada pela galeria.

n= Coeficiente de rugosidade.

I= Declividade média da galeria.

Após achar o diâmetro mínimo, escolhe-se o diâmetro usual e aplica-se a fórmula:

$$Rh_{real} = \frac{D_{real}/4}{fcRh}$$

(Equação 11)

Onde:

Rh rela= Raio hidráulico rela.

D real= Diâmetro usual escolhido

fcRh= Fator de correção, referente a projeção da linha continua raio hidráulico no ábaco.

Em seguida é aplicado a equação de Manning, é dada por:

$$V = \frac{Rh^{2/3} \times I^{0,5}}{n}$$

(Equação 12)

Onde:

V= Velocidade de escoamento.

Rh= Raio Hidráulico real.

I= Declividade média da galeria.

n= Coeficiente de rugosidade

A velocidade ideal deve estar entre 0,75 a 5,5 m/s para que não haja sedimentação e rompimento nas tubulações.

✓ Tubos de Ligações ou Ligações secundária

CETESB (1980). São condutos destinados a conduzir as águas captadas pelas bocas-de-lobo para as galerias, ou para canais coletores quando se tratar de vias marginais. Tem dimensionamento de acordo com as galerias, porém a vazão a ser conduzida é apenas as vazões de engolimento das bocas-de-lobo.

✓ Poços de visita

Dispositivos localizados em pontos apropriados do sistema de galerias para permitirem mudança de direção, mudança de declividade, mudança de diâmetro e permitir o acesso às canalizações para limpeza e inspeção, afim de mantê-las em bom estado de funcionamento. TUCCI (1995);

A realização do levantamento dos dados das estruturas hidráulicas existentes no trecho em estudo foi feito por visitas in loco, onde as mesmas, foram medidas e analisadas para a possível solução do problema de drenagem.

4.2 MEMORIAL DE CÁLCULO

4.2.1 Análise Hidrológica da bacia de contribuição

Para calcular a estimativa de vazão na bacia de contribuição foram utilizadas as equações; Método racional (1), intensidade de chuva (2), George Ribeiro- tempo de concentração (3) e coeficiente médio (4).

- ✓ **Dados da bacia de Contribuição:**
- ✓ Área da bacia de contribuição: 170.891,28 m²
- ✓ Comprimento do talveque: 512,82 m
- ✓ Inclinação média do talveque: 0,146
- ✓ Porcentagem de cobertura vegetal: 6,10%

O tempo de concentração da bacia foi calculado pela equação 3:

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

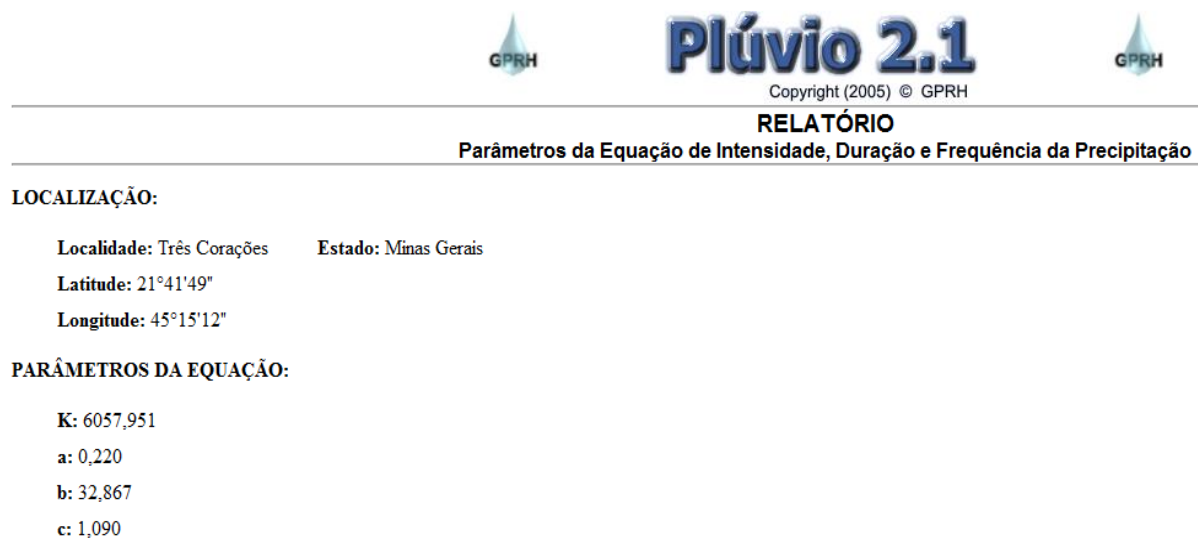
Onde:

$$tc = \left[\frac{16 \times 0,512}{(1,05 - 0,2 * 0,061)} \times (100 \times 0,146)^{0,04} \right] + 10$$

Portanto calculou-se um tempo de concentração de 18,78 minutos.

A intensidade da chuva é equacionada de acordo com as características de cada local, através do *software* Plúvio.

Figura 21: Dados de chuva na cidade de Três Corações- MG



Fonte: *Software* Plúvio.

Com os dados obtidos pelo *software* Plúvio, foi possível determinar a intensidade de chuva para a cidade de Três Corações- MG, através da equação 2:

$$Im = k \times Tr^a / (tc + b)^c$$

Onde foi adotado um tempo de retorno de 5 anos, baseado na tabela 01.

$$Im = 6057,951 \times 5^{0,220} / (18,78 + 32,86)^{1,09}$$

Portanto calculou-se uma intensidade de chuva de 117,19 mm/h ou 0,00003255 m/s.

Para o cálculo do coeficiente de escoamento médio, foi utilizado a equação 4, através das áreas da bacia de contribuição e dos coeficientes de *Runoff*.

$$C \text{ médio} = \frac{\sum A1 \times C1 + A2 \times C2 \dots + An \times Cn}{\sum A1 + A2 \dots + An}$$

Onde:

- ✓ Áreas asfaltadas: 23.689,35 m²
- ✓ Áreas comerciais: 136.763,69 m²
- ✓ Área verde: 10.438,24 m²
- ✓ Coeficiente de Runoff – Ruas asfaltadas: 0,85
- ✓ Coeficiente de Runoff – Áreas comerciais: 0,85
- ✓ Coeficiente de Runoff – Áreas verdes: 0,2

$$C \text{ médio} = \frac{\sum 23.689,35 \times 0,85 + 136.763,69 \times 0,85 + 10.438,24 \times 0,2}{\sum 170.891,28} = 0,81$$

A vazão de chuva será calculada pelo método racional, por meio da equação 1:

$$Q = C \times I \times A$$

Onde:

$$C = 0,81$$

$$I = 0,00003255 \text{ m/s}$$

A área será uma incógnita, devido à divisão das sub- bacias, onde a área de contribuição varia de acordo com cada trecho. Entretanto, as vazões pluviais de trecho a trecho e por margem esquerda e direita serão determinadas pela equação:

$$Q = 2,63678 \times 10^{-5} \times A$$

Os valores de vazão determinados pelas sub-bacias constam nas planilhas de cálculo.

4.2.2 Determinação das estruturas Hidráulicas

- ✓ Capacidade de escoamento pela sarjeta

Grande parte das sarjetas que compõe o sistema de drenagem existente no trecho são de pavimentação asfáltica, e em alguns pontos encontram-se em concreto. Devido a este problema foi feita uma padronização, e onde não existia a mesma foi implantada. A sarjeta considerada no projeto contém os seguintes dados:

Tabela 8: Dados da sarjeta considerada

Dados Sarjeta	
h(cm)	15
w(cm)	50
it sarj (%)	3
yo (cm)	12
y1 (cm)	10,5
n material	0,016
z1=	33,33

Fonte: A Autora

O fator de correção de vazão da sarjeta foi obtido através do ábaco. As inclinações longitudinais e transversais das vias, e as vazões, estão especificadas nas planilhas de cálculo.

- ✓ Capacidade de engolimento das bocas de lobo

Primeiramente foi verificado as condições das bocas de lobo nos trechos onde passam as galerias. Foram encontradas muitas bocas de lobo obstruídas por lixos, dejetos e material asfáltico, portanto, estas não são passíveis de recuperação e deverão ser substituídas por novas e com dimensões padronizadas. As bocas de lobo existente onde não eram necessárias foram totalmente isoladas.

O modelo escolhido para ser implantado no projeto foi a boca de lobo caixa com grelha (pois é o modelo mais usual na região) com barras no sentido longitudinal, de ponto baixo e funcionando como vertedouro.

Para as bocas de lobo adjacentes ao meio-fio a capacidade de engolimento será de:

$$Q = 0,1085 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para as bocas de lobo não adjacentes ao meio-fio a capacidade de engolimento será de:

$$Q = 0,158 \text{ m}^3/\text{s}$$

Nas planilhas de cálculo os dispositivos numerados são os existentes, os dispositivos indicado por letras são os que devem ser implantados.

✓ Diâmetro das galerias

Para o projeto foi escolhida a seção circular. A relação y/D foi de 0,9, pois segundo a literatura é o valor mais favorável para esta relação, deste modo o fator de correção da vazão foi de aproximadamente 1,066, e o de correção do raio hidráulico de 1,192.

Por meio dos cálculos da capacidade de transporte pela sarjeta pode-se determinar onde seria necessário a implantação de galeria, para captar a água que excede na sarjeta. E em seguida, foi calculado os diâmetros e a velocidade de escoamento.

✓ Dimensionamento das Ligações secundárias

Todos os cálculos respectivos ao seu dimensionamento estão expressos nas planilhas de cálculos. Sendo o diâmetro mínimo de 400 mm.

✓ Poços de Visita

A quantidade necessária de poços de visitas nas determinadas ruas constam nas planilhas de cálculos. Os poços de visita devem estar posicionados no mínimo 50 metros um do outro, o espaçamento entre eles está apresentado na tabela 5. O desenho detalhado dos poços de visita constam no apêndice.

Tabela 9: Espaçamento dos PVs

Diâmetro (mm)	Espaçamento (m)
300	120
500 – 900	150
1000 ou mais	180

Fonte: CETESB

✓ Disposição final das águas oriundas das chuvas

A disposição final das águas pluviais vinda das galerias serão disposta no Rio Verde localizado próximo ao local de estudo.

4.3 Planilhas de Cálculo

✓ Divisão e área das sub- bacias

Tabela 10: Áreas das sub-bacias

ÁREAS DAS SUB-BACIAS							
ÁREA	(m ²)	ÁREA	(m ²)	ÁREA	(m ²)	ÁREA	(m ²)
1	563,93	31	2848,53	61	813,53	91	375,28
2	324,46	32	2512,26	62	952,46	92	3259,6
3	3620,69	33	982,65	63	860,35	93	2355,6
4	347,91	34	708,69	64	1520,86	94	2192,8
5	299,78	35	2394,66	65	2381,77	95	1148,7
6	1332,49	36	1717,33	66	2449,9	96	4836,4
7	468,3	37	1015,39	67	1152,84	97	589,28
8	1607,92	38	631,11	68	732,39	98	7528,73
9	975,94	39	459,6	69	1598,12	99	681,12
10	312,77	40	549,37	70	1750,76	100	3042,28
11	259,26	41	575,78	71	313,52	101	1146,056
12	1435,12	42	1601,94	72	462,71	102	5565,3
13	1553,24	43	1313,58	73	1774,17	103	5664,56
14	976,12	44	640,98	74	1709,39	104	5804,14
15	3263,2	45	1285,33	75	4852,95	105	5439,29
16	2652,16	46	797,56	76	4772,4	106	417,65
17	344,02	47	703,29	77	4725,68	Σ	50046,79
18	567,09	48	858,36	78	4853,64		
19	2329,2	49	821,69	79	3109,92		
20	2465,29	50	676,11	80	975		
21	551,46	51	2650,93	81	1262,15		
22	1079	52	2543,05	82	829,77		
23	959,9	53	821,9	83	465,16		
24	426,64	54	522,57	84	987,14		
25	497,06	55	2424,52	85	415,78		
26	320,08	56	2080,34	86	1430,39		
27	1211,33	57	342,38	87	1356,87		
28	790,69	58	359,4	88	556,73		
29	846,66	59	1224,81	89	450,09		
30	1212,02	60	1315,44	90	354,77		
Σ	33593,73		37379,55		49871,21		
ÁREA TOTAL=		170891,28					

Fonte: A autora (Excel).

✓ **Determinação das vazões por trecho**

DADOS	
i=	117,19
C=	0,81
Q=	2,63678E-05 x A

Tabela 11: Vazões

VAZÕES (m³/s)					
RUA	TRECHO	ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO		Q	
		MD	ME	MD	ME
José Henrique da Costa	1-2	86754,28	87740,9	2,287515	2,31353
José Henrique da Costa	2-3	86495,02	87176,97	2,2807	2,298661
Viela	3-B	86852,51	87176,97	2,290105	2,298661
José Henrique da Costa	3-4	86495,02	86852,51	2,280679	2,290105
Tuiuti	4-5	3959,66	2962,95	0,104407	0,078126
José Vinagre	6-7	88515,01	90090,32	2,333942	2,375479
José Vinagre	7-8	88195,01	90090,32	2,325504	2,375479
José Vinagre	8-9	3025,77	2465,29	0,079783	0,065004
José Vinagre	9-10	631,11	2465,29	0,016641	0,065004
José Vinagre	10-11	1008,97	924	0,026604	0,024364
José Vinagre	11-O	549,37	497,06	0,014486	0,013106
Domingues P. Campos	12-M	1285,33	1313,58	0,033891	0,034636
Juíz Dr. José F	D-13	846,66	703,29	0,022325	0,018544
Juíz Dr. José F	13-14	3358,92	3354,22	0,088567	0,088443
Aureliano M. Andrade	14-15	3649,33	2514,89	0,096225	0,066312
Aureliano M. Andrade	15-16	3649,33	2514,89	0,096225	0,066312
Aureliano M. Andrade	16-L	1224,81	797,56	0,032295	0,02103
Rua José Pedro Sandy	17-18	3372,29	3395,78	0,08892	0,089539
Rua José Pedro Sandy	18-K	1774,17	1315,44	0,046781	0,034685
Milton Mendes	19-20	3195,3	3401,41	0,084253	0,089688
Jorge A. Neto	21-22	3047,31	3460,15	0,080351	0,091236
Jorge A. Neto	22-23	2200,94	2587,88	0,058034	0,068237
Jorge A. Neto	23-J	354,77	1709,39	0,009354	0,045073
Av. Castelo Branco	24-25	2499,9	10774,05	0,065917	0,284087
Paraguaçu	26-27	9146,88	2561,92	0,241183	0,067552
Paraguaçu	27-28	3259,6	1732,15	0,085948	0,045673
Paraguaçu	28-I	3259,6	375,28	0,085948	0,009895
Edgar C. de Albuquerque	29-30	16655,54	16156,68	0,439169	0,426015
Edgar C. de Albuquerque	30-31	12689,24	16655,54	0,334587	0,439169
Laranjal	30-32	7252,856	5565,3	0,191241	0,146744
Laranjal	32-33	1827,176	5565,3	0,048179	0,146744

Laranjal	33-E	1146,056	5565,3	0,030219	0,146744
Av. ep. Carlos Luz	34-F	5664,56	5804,14	0,149362	0,153042
Av. Dep. Carlos Luz	34-31	12689,24	8159,74	0,334587	0,215154
Av. Dep. Carlos Luz	31-26	15799,16	9146,88	0,416588	0,241183
Av. Dep. Carlos Luz	26-25	29073,11	3536,92	0,766592	0,093261
Av. Dep. Carlos Luz	25-21	36822,66	10075,07	0,970931	0,265657
Av. Dep. Carlos Luz	21-20	44572,21	10807,46	1,175269	0,284968
Av. Dep. Carlos Luz	20-17	45394,11	17575,53	1,196941	0,463427
Av. Dep. Carlos Luz	17-14	52107,25	23739,75	1,373951	0,625964
Av. Dep. Carlos Luz	14-8	53089,9	29230,81	1,399861	0,770751
Av. Dep. Carlos Luz	8-4	53433,92	29797,9	1,408932	0,785704
Alfa	G-H	5804,14	5439,29	0,153042	0,143422
Alfa	H-34	7996,94	2355,6	0,210861	0,062112
Beco	23-28	556,73	450,09	0,01468	0,011868
Elói Mendes	22-27	465,16	415,78	0,012265	0,010963
Elói Mendes	18-22	778,68	878,49	0,020532	0,023164
Elói Mendes	16-18	1121,06	1341,2	0,02956	0,035364
Elói Mendes	12-16	2136,45	1982,18	0,056333	0,052266
Elói Mendes	9-12	2136,45	2613,29	0,056333	0,068907
Elói Mendes	9-15	1015,39	1272,09	0,026774	0,033542
Pio Avelar	5-10	551,46	1079	0,014541	0,028451
Luciano Andrade Peixoto	1-A	354,14	1435,12	0,009338	0,037841
Primeiro de maio	2-6	1553,24	91022,54	0,040955	2,40006
Primeiro de maio	6-C	1553,24	1531,41	0,040955	0,04038
Daniel Mendes	7-13	5090,57	9330,09	0,134227	0,246013
Daniel Mendes	13-19	4243,91	8118,07	0,111902	0,214055
Daniel Mendes	19-24	2718,93	7441,96	0,071692	0,196228
Daniel Mendes	24-29	1766,93	5921,1	0,04659	0,156126

Fonte: A autora (Excel)

✓ Declividades das ruas

Tabela 12: Declividade longitudinal da rua

DECLIVIDADE LONGITUDINAL DA RUA					
TRECHO	RUA	COTA INICIAL	COTA FINAL	L	INCLINAÇÃO
1-2	José Henrique da Costa	838	836	25,2	0,0794
2-3	José Henrique da Costa	840	838	22,1	0,0905
3-B	Viela	840	838	21,31	0,0939
3-4	José Henrique da Costa	848	840	142,92	0,0560
4-5	Tuiuti	853	840	99,8	0,1303
6-7	José Vinagre	839	835	37,64	0,1063
7-8	José Vinagre	889	851	137,47	0,2764
8-9	José Vinagre	855	851	100,68	0,0397

9-10	José Vinagre	857	855	21,6	0,0926
10-11	José vinagre	860	857	41,09	0,0730
11-O	José Vinagre	862	860	35,17	0,0569
12-M	Domingues P. Campos	860	858	74,93	0,0267
D-13	Juíz Dr. José F de Paixão	848	846	64,13	0,0312
13-14	Juíz Dr. José F de Paixão	857	848	129,13	0,0697
14-15	Aureliano M. Andrade	857	853	101,28	0,0395
15-16	Aureliano M. Andrade	855	853	18,47	0,1083
16-L	Aureliano M. Andrade	857	855	50,53	0,0396
17-18	Rua José Pedro Sandy	859	858	104,71	0,0096
18-K	Rua José Pedro Sandy	861	858	72,77	0,0412
19-20	Milton Mendes	859	851	128,16	0,0624
21-22	Jorge A. Neto	868	861	85,36	0,0820
22-23	Jorge A. Neto	869	868	75,45	0,0133
23-J	Jorge A. Neto	871	869	21,85	0,0915
24-25	Av. Castelo Branco	862	855	127,43	0,0549
26-27	Paraguaçu	871	867	53,73	0,0744
27-28	Paraguaçu	881	871	75,69	0,1321
28-I	Paraguaçu	887	881	31,43	0,1909
29-30	Edgar C. de Albuquerque	876	873	147,9	0,0203
30-31	Edgar C. de Albuquerque	880	876	47,88	0,0835
30-32	Laranjal	880	876	44,37	0,0902
32-33	Laranjal	883	880	46,25	0,0649
33-E	Laranjal	886	883	55,85	0,0537
34-F	Av. Dep. Carlos Luz	895	888	142,44	0,0491
34-31	Av. Dep. Carlos Luz	888	880	53,49	0,1496
31-26	Av. Dep. Carlos Luz	880	867	94,25	0,1379
26-25	Av. Dep. Carlos Luz	867	862	40,41	0,1237
25-21	Av. Dep. Carlos Luz	862	860	18,51	0,1080
21-20	Av. Dep. Carlos Luz	861	859	37,84	0,0529
20-17	Av. Dep. Carlos Luz	859,5	859	12,93	0,0387
17-14	Av. Dep. Carlos Luz	859,5	857	36,62	0,0683
14-8	Av. Dep. Carlos Luz	857	851	56,57	0,1061
8-4	Av. Dep. Carlos Luz	851	848	33,26	0,0902
G-H	Alfa	898	889	172,8	0,0521
H-34	Alfa	889	888	56,93	0,0176
23-28	Beco	882	871	50,02	0,2199
22-27	Elói Mendes	868	858	48,51	0,2061
18-22	Elói Mendes	868	858	45,16	0,2214
16-18	Elói Mendes	858	855	49,81	0,0602
12-16	Elói Mendes	855	853	47,3	0,0423
9-12	Elói Mendes	855	853	28,3	0,0707
9-15	Elói Mendes	855	853	69,04	0,0290
5-10	Pio Avelar	856	853	60,67	0,0494
1-A	Luciano Andrade Peixoto	836	834	47,38	0,0422

2-6	Primeiro de maio	838	836	67,9	0,0295
6-C	Primeiro de maio	836	835	52,98	0,0189
7-13	Daniel Mendes	847	840	60,36	0,1160
13-19	Daniel Mendes	851	847	53,54	0,0747
19-24	Daniel Mendes	855	851	61,7	0,0648
24-29	Daniel Mendes	873	855	138,3	0,1302

Fonte: A autora (Excel)

Figura 13: Declividade Transversal das ruas

DECLIVIDADE TRANSVERSAL DAS RUAS						
TRECHO	RUA	L	i transv	n	z	Qs
1-2	José Henrique da Costa	12	1,30%	0,013	76,92	9,42
2-3	José Henrique da Costa	6	1,66%	0,016	60,24	6,86
3-B	Vieira	6	1,66%	0,013	60,24	6,86
3-4	José Henrique da Costa	6	1,66%	0,016	60,24	6,86
4-5	Tuiuti	6	1,66%	0,016	60,24	6,86
6-7	José Vinagre	5,6	1,78%	0,016	56,18	6,24
7-8	José Vinagre	5,6	1,78%	0,016	56,18	6,24
8-9	José Vinagre	5,6	1,78%	0,016	56,18	6,24
9-10	José Vinagre	4,8	1,66%	0,013	60,24	6,86
10-11	José Vinagre	4,8	1,66%	0,013	60,24	6,86
11-O	José Vinagre	4,8	1,66%	0,013	60,24	6,86
12-M	Domingues P. Campos	4,8	1,25%	0,013	80,00	9,89
D-13	Juíz Dr. José F de Paixão	4,8	1,25%	0,013	80,00	9,89
13-14	Juíz Dr. José F de Paixão	5,9	1,01%	0,013	99,01	12,81
14-15	Aureliano M. Andrade	5,9	1,01%	0,013	99,01	12,81
15-16	Aureliano M. Andrade	5,9	1,01%	0,013	99,01	12,81
16-L	Aureliano M. Andrade	5,9	1,01%	0,013	99,01	12,81
17-18	Rua José Pedro Sandy	5,7	1,75%	0,016	57,14	6,39
18-K	Rua José Pedro Sandy	5,7	1,75%	0,016	57,14	6,39
19-20	Milton Mendes	8	1,25%	0,013	80,00	9,89
21-22	Jorge A. Neto	5,8	1,72%	0,016	58,14	6,54
22-23	Jorge A. Neto	5,8	1,72%	0,016	58,14	6,54
23-J	Jorge A. Neto	5,8	1,72%	0,016	58,14	6,54
24-25	Av. Castelo Branco	12	1,66%	0,013	60,24	6,86
26-27	Paraguaçu	5,6	2,80%	0,013	35,71	3,10
27-28	Paraguaçu	5,6	2,80%	0,013	35,71	3,10
28-I	Paraguaçu	5,6	2,80%	0,013	35,71	3,10
29-30	Edgar C. de Albuquerque	6,3	1,90%	0,016	52,63	5,70
30-31	Edgar C. de Albuquerque	6,3	1,90%	0,013	52,63	5,70
30-32	Laranjal	5,8	1,72%	0,013	58,14	6,54
32-33	Laranjal	5,8	1,72%	0,013	58,14	6,54
33-E	Laranjal	5,8	1,72%	0,013	58,14	6,54
34-F	Av. Dep. Carlos Luz	12	1,30%	0,013	76,92	9,42
34-31	Av. Dep. Carlos Luz	12	1,30%	0,013	76,92	9,42

31-26	Av. Dep. Carlos Luz	12	1,30%	0,013	76,92	9,42
26-25	Av. Dep. Carlos Luz	12	1,30%	0,013	76,92	9,42
25-21	Av. Dep. Carlos Luz	12	1,30%	0,013	76,92	9,42
21-20	Av. Dep. Carlos Luz	12	1,30%	0,013	76,92	9,42
20-17	Av. Dep. Carlos Luz	12	1,30%	0,013	76,92	9,42
17-14	Av. Dep. Carlos Luz	12	1,30%	0,013	76,92	9,42
14-8	Av. Dep. Carlos Luz	12	1,30%	0,013	76,92	9,42
8-4	Av. Dep. Carlos Luz	12	1,30%	0,013	76,92	9,42
G-H	Alfa	5,8	1,72%	0,013	58,14	6,54
H-34	Alfa	5,8	1,72%	0,013	58,14	6,54
23-28	Beco	4	1,50%	0,013	66,67	7,85
22-27	Elói Mendes	5,8	1,72%	0,013	58,14	6,54
18-22	Elói Mendes	5,8	1,72%	0,013	58,14	6,54
16-18	Elói Mendes	5,8	1,72%	0,013	58,14	6,54
12-16	Elói Mendes	5,8	1,72%	0,013	58,14	6,54
9-12	Elói Mendes	5,8	1,72%	0,013	58,14	6,54
9-15	Elói Mendes	5,8	1,72%	0,013	58,14	6,54
5-10	Pio Avelar	4,8	1,66%	0,013	60,24	6,86
1-A	Luciano Andrade Peixoto	4,8	1,66%	0,013	60,24	6,86
2-6	Primeiro de maio	5,8	2,06%	0,016	48,54	5,07
6-C	Primeiro de maio	5,8	2,06%	0,016	48,54	5,07
7-13	Daniel Mendes	5,6	1,78%	0,016	56,18	6,24
13-19	Daniel Mendes	5,6	1,78%	0,016	56,18	6,24
19-24	Daniel Mendes	5,6	1,78%	0,016	56,18	6,24
24-29	Daniel Mendes	5,6	1,78%	0,016	56,18	6,24

Fonte: A autora (Excel).

✓ Dados das sarjetas

Tabela 14: Dados das sarjetas

DADOS DAS SARJETAS								
TRECHO	RUA	L	i transv	n	h	z	yo	y ¹
1-2	José Henrique da Costa	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
2-3	José Henrique da Costa	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
3-B	Viela	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
3-4	José Henrique da Costa	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
4-5	Tuiuti	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
6-7	José Vinagre	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
7-8	José Vinagre	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
8-9	José Vinagre	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
9-10	José Vinagre	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
10-11	José vinagre	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105

11-O	José Vinagre	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
12-M	Domingues P. Campos	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
D-13	Juíz Dr. José F de Paixão	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
13-14	Juíz Dr. José F de Paixão	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
14-15	Aureliano M. Andrade	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
15-16	Aureliano M. Andrade	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
16-L	Aureliano M. Andrade	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
17-18	Rua José Pedro Sandy	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
18-K	Rua José Pedro Sandy	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
19-20	Milton Mendes	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
21-22	Jorge A. Neto	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
22-23	Jorge A. Neto	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
23-J	Jorge A. Neto	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
24-25	Av. Castelo Branco	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
26-27	Paraguaçu	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
27-28	Paraguaçu	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
28-I	Paraguaçu	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
29-30	Edgar C. de Albuquerque	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
30-31	Edgar C. de Albuquerque	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
30-32	Laranjal	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
32-33	Laranjal	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
33-E	Laranjal	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
34-F	Av. Dep. Carlos Luz	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
34-31	Av. Dep. Carlos Luz	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
31-26	Av. Dep. Carlos Luz	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
26-25	Av. Dep. Carlos Luz	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
25-21	Av. Dep. Carlos Luz	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
21-20	Av. Dep. Carlos Luz	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
20-17	Av. Dep. Carlos Luz	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
17-14	Av. Dep. Carlos Luz	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
14-8	Av. Dep. Carlos Luz	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
8-4	Av. Dep. Carlos Luz	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
G-H	Alfa	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
H-34	Alfa	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
23-28	Beco	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
22-27	Elói Mendes	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
18-22	Elói Mendes	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
16-18	Elói Mendes	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
12-16	Elói Mendes	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
9-12	Elói Mendes	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
9-15	Elói Mendes	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
5-10	Pio Avelar	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
1-A	Luciano Andrade Peixoto	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
2-6	Primeiro de maio	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
6-C	Primeiro de maio	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105

7-13	Daniel Mendes	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
13-19	Daniel Mendes	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
19-24	Daniel Mendes	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105
24-29	Daniel Mendes	0,5	3%	0,016	0,15	33,33	0,12	0,105

Fonte: A autora (Excel)

✓ Capacidade das sarjetas

Tabela 15: Capacidade da sarjeta

CAPACIDADE DA SARJETA									
TRECHO	RUA	Q Chuva		Inclinação	Qst	F	Qsr	Galeria	
		ME	MD					ME	MD
1-2	José Henrique da Costa	2,287515	2,31353	0,0793651	2,6538	0,28	1,030624	CG	CG
2-3	José Henrique da Costa	2,280679	2,298661	0,0904977	2,0648	0,25	0,516192	CG	CG
3-B	Viela	2,290105	2,298661	0,0938527	2,1027	0,26	0,5467	CG	CG
3-4	José Henrique da Costa	2,280679	2,290105	0,0559754	1,6239	0,43	0,698263	CG	CG
4-5	Tuiuti	0,104407	0,078126	0,1302605	2,4772	0,1500	0,371578	SG	SG
6-7	José Vinagre	2,333942	2,375479	0,1062699	2,0344	0,2000	0,406887	CG	CG
7-8	José Vinagre	2,325504	2,375479	0,2764239	3,2811	0,1500	0,492172	CG	CG
8-9	José Vinagre	0,079783	0,065004	0,0397298	1,2439	0,6000	0,746359	SG	SG
9-10	José Vinagre	0,016641	0,065004	0,0925926	2,0885	0,2800	0,584788	SG	SG
10-11	José vinagre	0,026604	0,024364	0,0730105	1,8546	0,3200	0,593464	SG	SG
11-O	José Vinagre	0,014486	0,013106	0,0568666	1,6367	0,4800	0,785637	SG	SG
12-M	Domingues P. Campos	0,033891	0,034636	0,0266916	1,6164	0,8000	1,293136	SG	SG
D-13	Juíz Dr. José F de Paixão	0,022325	0,018544	0,0311867	1,7472	0,7000	1,223065	SG	SG
13-14	Juíz Dr. José F de Paixão	0,088567	0,088443	0,0696972	3,3817	0,3300	1,115955	SG	SG
14-15	Aureliano M. Andrade	0,096225	0,066312	0,0394945	2,5456	0,6000	1,527371	SG	SG
15-16	Aureliano M. Andrade	0,096225	0,066312	0,1082837	4,2151	0,2000	0,843017	SG	SG
16-L	Aureliano M. Andrade	0,032295	0,02103	0,0395804	2,5484	0,6000	1,529032	SG	SG
17-18	Rua José Pedro Sandy	0,08892	0,089539	0,0095502	0,6243	0,8000	0,499451	SG	SG
18-K	Rua José Pedro Sandy	0,046781	0,034685	0,0412258	1,2971	0,6000	0,778274	SG	SG
19-20	Milton Mendes	0,084253	0,089688	0,062422	2,4719	0,4000	0,988771	SG	SG
21-22	Jorge A. Neto	0,080351	0,091236	0,0820056	1,8732	0,2800	0,5245	SG	SG
22-23	Jorge A. Neto	0,058034	0,068237	0,0132538	0,7531	0,8000	0,602457	SG	SG
23-J	Jorge A. Neto	0,009354	0,045073	0,0915332	1,9790	0,2500	0,49476	SG	SG
24-25	Av. Castelo Branco	0,065917	0,284087	0,0549321	1,6087	0,5000	0,804332	SG	SG
26-27	Paraguaçu	0,241183	0,067552	0,0744463	0,8464	0,3100	0,262388	SG	SG
27-28	Paraguaçu	0,085948	0,045673	0,1321178	1,1276	0,1500	0,169135	SG	SG
28-I	Paraguaçu	0,085948	0,009895	0,1909004	1,3554	0,1600	0,216863	SG	SG
29-30	Edgar C. de Albuquerque	0,439169	0,426015	0,020284	0,8113	0,8000	0,649057	SG	SG
30-31	Edgar C. de Albuquerque	0,334587	0,439169	0,0835422	1,6465	0,2700	0,444563	SG	SG

30-32	Laranjal	0,191241	0,146744	0,090151	1,9640	0,2800	0,549932	SG	SG
32-33	Laranjal	0,048179	0,146744	0,0648649	1,6660	0,4000	0,666393	SG	SG
33-E	Laranjal	0,030219	0,146744	0,0537153	1,5161	0,3700	0,56094	SG	SG
34-F	Av. Dep. Carlos Luz	0,149362	0,153042	0,0491435	2,0887	0,4900	1,023464	SG	SG
34-31	Av. Dep. Carlos Luz	0,334587	0,215154	0,1495607	3,6438	0,1500	0,546567	SG	SG
31-26	Av. Dep. Carlos Luz	0,416588	0,241183	0,137931	3,4992	0,1600	0,559879	SG	SG
26-25	Av. Dep. Carlos Luz	0,766592	0,093261	0,1237317	3,3142	0,1700	0,563421	CG	SG
25-21	Av. Dep. Carlos Luz	0,970931	0,265657	0,1080497	3,0971	0,2000	0,61942	CG	SG
21-20	Av. Dep. Carlos Luz	1,175269	0,284968	0,0528541	2,1661	0,5000	1,083061	CG	SG
20-17	Av. Dep. Carlos Luz	1,196941	0,463427	0,0386698	1,8528	0,5800	1,074626	CG	SG
17-14	Av. Dep. Carlos Luz	1,373951	0,625964	0,0682687	2,4618	0,3200	0,787779	CG	SG
14-8	Av. Dep. Carlos Luz	1,399861	0,770751	0,1060633	3,0685	0,2000	0,6137	SG	SG
8-4	Av. Dep. Carlos Luz	1,408932	0,785704	0,0901984	2,8297	0,3000	0,848915	SG	SG
G-H	Alfa	0,153042	0,143422	0,0520833	1,4928	0,4000	0,597138	SG	SG
H-34	Alfa	0,210861	0,062112	0,0175654	0,8670	0,8000	0,693562	SG	SG
23-28	Beco	0,01468	0,011868	0,219912	3,6808	0,1500	0,55212	SG	SG
22-27	Elói Mendes	0,012265	0,010963	0,2061431	2,9700	0,1500	0,445493	SG	SG
18-22	Elói Mendes	0,020532	0,023164	0,2214349	3,0781	0,1000	0,307814	SG	SG
16-18	Elói Mendes	0,02956	0,035364	0,0602289	1,6053	0,4000	0,642137	SG	SG
12-16	Elói Mendes	0,056333	0,052266	0,0422833	1,3451	0,6000	0,807052	SG	SG
9-12	Elói Mendes	0,056333	0,068907	0,0706714	1,7390	0,3200	0,556464	SG	SG
9-15	Elói Mendes	0,026774	0,033542	0,0289687	1,1133	0,7200	0,801609	SG	SG
5-10	Pio Avelar	0,014541	0,028451	0,0494478	1,5263	0,5000	0,763125	SG	SG
1-A	Luciano Andrade Peixoto	0,009338	0,037841	0,0422119	1,4102	0,5500	0,77559	SG	SG
2-6	Primeiro de maio	0,040955	2,40006	0,0294551	0,8701	0,7000	0,609058	SG	CG
6-C	Primeiro de maio	0,040955	0,04038	0,018875	0,6965	0,8000	0,557205	SG	SG
7-13	Daniel Mendes	0,134227	0,246013	0,1159708	2,1253	0,1800	0,382547	SG	SG
13-19	Daniel Mendes	0,111902	0,214055	0,0747105	1,7058	0,3300	0,562915	SG	SG
19-24	Daniel Mendes	0,071692	0,196228	0,0648298	1,5890	0,3000	0,476702	SG	SG
24-29	Daniel Mendes	0,04659	0,156126	0,1301518	2,2515	0,1500	0,337718	SG	SG

Fonte: A autora (Excel)

✓ Capacidade das bocas de lobo

Tabela 16: Bocas de lobo

BOCAS DE LOBO						
Dispositivos	Tipo	Localização	Dimensões (m)	Capacidade Unitária (m³/s)	Coefficiente de redução	Capacidade das Bocas de lobo (m³/s)
A	Não adj	Rua José H. da Costa	0,60 x 1,00	0,217	0,5	0,1085
B	Adj	Rua José H. da Costa	0,60 x 1,00	0,217	0,5	0,1085
1	Adj	Rua José H. da Costa	0,35 x 1,50	0,217	0,5	0,1085

2	Adj	Rua José H. da Costa	0,35 x 1,50	0,217	0,5	0,1085
5	Adj	Rua José H. da Costa	0,40 x 0,60	0,168	0,5	0,084
C	Adj	Rua José H. da Costa	0,60 x 1,00	0,217	0,5	0,1085
D	Adj	Rua José H. da Costa	0,60 x 1,00	0,217	0,5	0,1085
E	Adj	Rua José H. da Costa	0,60 x 1,00	0,217	0,5	0,1085
6	Adj	Rua José H. da Costa	0,40 x 0,60	0,168	0,5	0,084
F	Adj	Rua José H. da Costa	0,60 x 1,00	0,217	0,5	0,1085
G	Adj	Rua José H. da Costa	0,60 x 1,00	0,217	0,5	0,1085
H	Adj	Rua José H. da Costa	0,60 x 1,00	0,217	0,5	0,1085
I	Adj	Rua José H. da Costa	0,60 x 1,00	0,217	0,5	0,1085
J	Adj	Rua José H. da Costa	0,60 x 1,00	0,217	0,5	0,1085
K	Adj	Rua José H. da Costa	0,60 x 1,00	0,217	0,5	0,1085
21	Adj	Av. Dep. Carlos Luz	0,40 x 0,60	0,168	0,5	0,084
22	Adj	Av. Dep. Carlos Luz	0,60 x 1,30	0,324	0,5	0,162
23	Não adj	Av. Dep. Carlos Luz	0,40 x 0,60	0,168	0,5	0,084
24	Adj	Av. Dep. Carlos Luz	0,40 x 0,60	0,168	0,5	0,084
1	Não adj	Av. Dep. Carlos Luz	0,60 x 1,00	0,316	0,5	0,158
19	Adj	Av. Dep. Carlos Luz	0,40 x 0,60	0,168	0,5	0,084
18	Adj	Av. Dep. Carlos Luz	0,40 x 0,60	0,168	0,5	0,084
M	Adj	Av. Dep. Carlos Luz	0,60 x 1,00	0,217	0,5	0,1085
15	Adj	Av. Dep. Carlos Luz	0,60 x 1,00	0,217	0,5	0,1085
N	Adj	Av. Dep. Carlos Luz	0,60 x 1,00	0,217	0,5	0,1085
O	Adj	Av. Dep. Carlos Luz	0,60 x 1,00	0,217	0,5	0,1085
P	Adj	Av. Dep. Carlos Luz	0,60 x 1,00	0,217	0,5	0,1085
Q	Adj	Rua José Vinagre	0,60 x 1,00	0,217	0,5	0,1085
R	Adj	Rua José Vinagre	0,60 x 1,00	0,217	0,5	0,1085
S	Adj	Rua José Vinagre	0,60 x 1,00	0,217	0,5	0,1085
T	Adj	Rua José Vinagre	0,60 x 1,00	0,217	0,5	0,1085
U	Adj	Rua primeiro de maio	0,60 x 1,00	0,217	0,5	0,1085
4	Adj	Rua primeiro de maio	0,35 x 0,80	0,106	0,5	0,053

Fonte: A autora (Excel)

✓ Dimensionamento das galerias

Figura 17: Dimensionamento das galerias

DIMENSIONAMENTO DAS GALERIAS												
Rua	Trecho	L	Cota		ig	Q Ent			Ø(mm)	y/D	V (m/s)	0,75≤V≤5
			Inicial	Final		ME	MD	Total				
José H. da Costa	1-2	25,2	838	836	0,05000	1,2569	1,2829	2,5398	1000	0,9	4,238	ok
José H. da Costa	2-3	22,1	840	838	0,05000	1,7645	1,7825	3,5470	1000	0,9	4,921	ok
José H. da Costa	3-4	142,92	848	840	0,04000	1,5824	1,5919	3,1743	600	0,9	3,66	ok
José Vinagre	6-7	37,64	839	835	0,05000	1,9271	1,9686	3,8957	1000	0,9	4,921	ok

José Vinagre	7-8	137,47	839	851	0,05000	1,8334	1,8833	3,7167	700	0,9	3,87	ok
Av. Dep. Carlos Luz	26-25	40,41	867	862	0,05000	0,2031	-	0,2031	400	0,9	2,659	ok
Av. Dep. Carlos Luz	25-21	18,51	862	860	0,05000	0,3515	-	0,3515	400	0,9	2,659	ok
Av. Dep. Carlos Luz	21-20	37,84	861	859	0,05000	0,0920	-	0,092	400	0,9	2,659	ok
Av. Dep. Carlos Luz	20-14	49,55	859,5	857	0,05000	0,1223	-	0,1223	400	0,9	2,318	ok
Av. Dep. Carlos Luz	14-8	56,78	857	852,5	0,05000	0,5868	-	0,5868	400	0,9	2,659	ok
Av. Dep. Carlos Luz	8-4	33,5	852,5	849,5	0,05000	0,5868	-	0,5868	400	0,9	2,659	ok
Primeiro de Maio	2-6	67,9	838	836	0,02946	-	1,7910	1,791	800	0,9	3,227	ok

Fonte: A autora (Excel)

Obs: Os valores das vazões de entrada em alguns trechos deram elevados devido ter sido adotado uma relação Y/D de 0,9.

✓ Dimensionamento Tubulação secundária

Figura 18: Tubulação secundária

Trecho	ig	Q Ent			Ø calc(m)		Ø com. (mm)		n	y/D
		ME	MD	Total	Esq.	Dir	Esq	Dir		
1-2	0,01000	1,2569	1,2829	2,5398	0,312	0,319	400	400	0,016	0,9
2-3	0,01000	1,7645	1,7825	3,5470	0,439	0,443	600	600	0,016	0,9
3-B	0,01000	1,7434	1,7519	3,4953	0,434	0,436	600	600	0,016	0,9
3-4	0,01000	1,5824	1,5919	3,1743	0,393	0,396	400	400	0,016	0,9
6-7	0,01000	1,9271	1,9686	3,8957	0,479	0,49	600	600	0,016	0,9
7-8	0,01000	1,8334	1,8833	3,7167	0,456	0,456	600	600	0,016	0,9
26-25	0,01000	0,2031	-	0,2031	0,05	-	400	-	0,016	0,9
25-21	0,01000	0,3515	-	0,3515	0,087	-	400	-	0,016	0,9
21-20	0,01000	0,0920	-	0,092	0,023	-	400	-	0,016	0,9
20-14	0,01000	0,1223	-	0,1223	0,03	-	400	-	0,016	0,9
14-8	0,01000	0,5868	-	0,5868	0,146	-	400	-	0,016	0,9
8-4	0,01000	0,5868	-	0,5868	0,146	-	400	-	0,016	0,9
2-6	0,01000	-	1,7910	1,791	-	0,445	-	600	0,016	0,9

Fonte: A autora (Excel).

✓ Determinação dos Poços de Visita

Figura 19: Poços de Visita

POÇOS DE VISITA				
Rua	L (m)	Quantidade de pv's	Espaçamento	Ø (mm)
José Henrique da Costa	190,22	5	180 m	1000
José Vinagre	373,65	2	180 m	1000
Av. Dep. Carlos Luz	526,32	6	120 m	400
Primeiro de maio	120,88	1	150 m	800
Total = 15				

Fonte: A autora (Excel).

4.4 ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS E SERVIÇOS

As especificações de materiais e serviços devem seguir as normas técnicas e especificações da ABNT e do DNIT 030/2004. As normas visam estabelecer os procedimentos que precisa conter para a execução de dispositivos de drenagem pluvial.

4.4.1 Serviços Preliminares

✓ Limpeza

Ao começar a implantação do projeto de drenagem cabe a limpeza inicial das ruas, sarjeta e bocas de lobo, sendo retirados os entulhos e lixos que possam vir a interferir em sua manutenção, realizado com uso manual ou equipamentos mecânicos de remoção, em seguida transportado ao local adequado.

✓ Placas

Será responsabilidade da contratada providenciar o assentamento da placa da obra conforme os padrões da prefeitura de Três Corações.

✓ Sinalização

Tornar-se responsabilidade da empresa contratada a executar o serviço, a colocação de placas de sinalização, com a finalidade de alertar pedestres e motoristas sobre os possíveis riscos de acidentes durante a execução da obra. As placas devem ser de aço galvanizado com pintura totalmente refletida com lado mínimo de 0,45 m.

4.4.2 Serviços de Execução

✓ Escavação de Valas

As escavações de valas deverá ficar livres de chuva e vazamento de lençol freático, devendo para isso ser providenciada a sua drenagem através de esgotamento para não prejudicar os serviços, ou causar danos à obra. As escavações acima de 1,20m deverão ser escoradas a fim de preservar a vida e a qualidade da obra. A largura da vala será igual ao diâmetro do tubo acrescido de 1,0 m para tubos de todos os diâmetros.

A escavação será feita através de processo mecânico ou manual, a abertura das valas será no sentido de jusante para montante, atendendo as dimensões do projeto. O material escavado será depositado, de um lado só da vala, afastado a 1 m da borda da escavação. Em alguns casos especiais a fiscalização poderá determinar que o material escavado seja retirado.

✓ Preenchimento da Vala

O preenchimento da vala será feito com material de primeira categoria, com apiloamento em camadas de 20 centímetros, devidamente umedecidas até atingir uma boa umidade para a compactação ideal, de 100%, a referência para o grau de compactação é o ensaio CBR.

✓ Assentamento

Para o assentamento das tubulações, os tubos devem ser transportados e armazenados com cuidado para evitar a danificação dos mesmos, devendo ser analisadas as especificações de cada material e as recomendações do fabricante.

As tubulações antes de serem assentadas devem estar limpas e sem trincas. A medida que for sendo concluída a escavação e o escoramento das vala, deve ser feita a regularização e o preparo do fundo no sentido da jusante para a montante, para o recebimento das tubulações.

✓ Terraplenagem

Deverá ser executada, incluindo os cortes ou aterros/ reaterros, as demolições de pisos existentes e o remanejamento de árvores, entre outros. A terraplenagem precisará ser feita de forma a comportar a construção de um passeio de no mínimo 1,00 m de largura.

✓ Concreto

As estruturas, obras ou serviços em concreto, serão executadas atendendo às especificações da ABNT. O concreto será composto pela mistura de cimento, água e agregados, em alguns casos aditivos químicos. O controle de qualidade será feito em laboratório de acordo com a ABNT, com o intuito de ter uma mistura plástica com trabalhabilidade adequada. A cura do concreto deverá ser feita por no mínimo sete dias após o lançamento, garantindo uma constante umidade, para que a resistência máxima seja atingida.

✓ Armadura

O aço para o concreto armado deverá satisfazer as Especificações Brasileiras sobre o assunto. Serão da classe A, laminados a quente, com escoamento definido no diagrama de tensão deformação. Todo aço utilizado na obra deverá ser de um único fabricante, de modo a facilitar o recebimento. Deverá ser estocado em local protegido contra intempéries para não modificar sua resistência.

✓ Formas

As formas serão revestidas de chapas de Madeirit ou outro material, só poderão ser reaproveitadas no máximo três vezes e se estiverem em bom estado de conservação. As mesmas só poderão ser retiradas 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.

✓ Argamassas

As argamassas serão preparadas mecanicamente. O amassamento deve durar o tempo necessário para a mistura homogeneizar. As argamassas com vestígios de endurecimento ou caídas das alvenarias e revestimentos em execução não deveram ser reaproveitadas.

✓ Alvenaria Convencional

Deverá ser assentado com argamassa especificada segundo o tópico relacionado a argamassas acima, os poços de inspeção, chaminés, caixas de ligação e outros maciços eventuais. Serão utilizados tijolos comuns de primeira qualidade, fabricados segundo a NBR.

✓ Poços de Visitas e Caixas de passagem

Os poços de visitas e as caixas de passagem serão com fundo em concreto e parede em alvenaria convencional especificada no item (Alvenaria Convencional), rebocados com argamassa segundo o item (Argamassas).

✓ Bocas de lobo

As bocas de lobo serão com fundo em concreto, paredes em alvenaria especificados no item (Alvenaria Convencional). Serão executadas com dimensões conforme projeto. Deverá ter acesso para a realização de limpeza e manutenção quando necessário.

✓ Condições Gerais

Os dispositivos abrangidos serão executados de acordo com as indicações do projeto, plantas e detalhes em anexos. A fiscalização deverá vistoriar toda a rede coletora executada, em seguida emitir documento que comprove que os serviços atendam às normas, especificações e condições do município.

4.5 QUANTITATIVOS DE MATERIAIS

Para readequação do sistema de drenagem do trabalho em estudo, foi determinada a existência de uma sarjeta padronizada já instalado conforme consta no memorial, deste modo, o quantitativo de materiais e a estimativa de custo será baseado em implantação de bocas de lobo, galerias e poços de visita. A planilha à seguir apresenta o quantitativo desses materiais.

Tabela 20: Quantitativo de materiais

QUANTITATIVO DE SERVIÇOS							
Trecho da galeria	h escav. Inicial	h escav. Final	Escorramento (m ²)	Escavação (m ³)	Reaterro (m ³)	Bota- fora (m ³)	Lastro de brita (m ³)
1-2	2,0	3,26	66,2760	66,276	65,6815	0,7728	1,8144
2-3	2,5	3,605	67,4603	80,9523	80,0531	1,1690	1,8564
3-B	2,5	3,5655	64,6279	77,553483	76,6543	1,1690	1,79004
3-4	1,5	7,2168	622,9025	498,3220224	497,9695	0,4583	8,5752
6-7	2,5	4,382	129,5192	155,423088	154,5239	1,1690	3,16176
7-8	1,8	8,6235	713,0225	713,0225225	712,4281	0,7728	9,89784
26-25	1,0	3,0205	81,2342	48,7405215	48,5670	0,2255	1,93968
25-21	1,0	1,9255	27,0755	16,2453015	16,0718	0,2255	0,88848
21-20	1,0	2,892	73,6366	44,181984	44,0085	0,2255	1,81632
20-17	1,0	1,5	16,1625	9,6975	9,5240	0,2255	0,62064
17-14	1,0	2,831	70,1456	42,087366	41,9139	0,2255	1,75776
14-8	1,0	3,839	137,3792	82,427526	82,2540	0,2255	2,72544
8-4	1,0	2,675	61,5563	36,93375	36,7603	0,2255	1,608
2-6	2,0	4	203,7000	203,7	203,1055	0,7728	4,8888
Total=			2334,6984	2075,563365	2069,5153	7,8624	43,34076

Tubulação	
Ø 400 mm	489,56
Ø 600 mm	208,02
Ø 800 mm	230,57
Ø 1000 mm	81,05
Total= 1009,2	

Poços de Visita	
Rua	n °
José Henrique da Costa	2
José Vinagre	4
Av. Dep. Carlos Luz	6
Viela	1
Primeiro de maio	1
Total = 14	

Bocas de lobo	
tipo	n°
0,60 x 1,00 m	21

4.6 ESTIMATIVA DE CUSTO

Afim de facilitar a elaboração de orçamentos, caracterizando seus insumos e serviços, foi utilizado a planilha da SINAP (Sistema Nacional de pesquisa de custos e índices da construção) do ano de 2015 para determinação da estimativa de custos.

Tabela 21: Estimativa de custo

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	2075,56	7,54	15.649,75
1.2	ESCORAMENTO CONTÍNUO DE MADEIRA PARA CANALIZAÇÃO DE TUBOS	m²	2334,70	53,04	123.832,40
1.3	LASTRO DE BRITA 2 OU 3 APILOADO MANUALMENTE	m³	43,34	8,38	363,20
1.4	FORNECIMENTO, ASSENTAMENTO E REJUNTAMENTO DE TUBO DE CONCRETO SIMPLES PS1 D = 400 MM	m	489,56	78,56	38.459,83
1.5	FORNECIMENTO, ASSENTAMENTO E REJUNTAMENTO DE TUBO DE CONCRETO SIMPLES PS1 D = 600 MM	m	208,02	135,91	28.272,00
1.6	FORNECIMENTO, ASSENTAMENTO E REJUNTAMENTO DE TUBO DE CONCRETO SIMPLES PS1 D = 800 MM	m	230,57	241,6	55.705,71
1.7	FORNECIMENTO, ASSENTAMENTO E REJUNTAMENTO DE TUBO DE CONCRETO ARMADO PA1 D = 1000 MM	m	81,05	311	25.206,55
1.8	POÇO DE VISITA	unidade	15	2.783,67	41.755,05
1.9	CHAMINÉ DE POÇO DE VISITA EM ANEL DE CONCRETO CA-1	m	6,0	223,93	1.343,93
1.10	INSTALAÇÃO DE TAMPÃO PARA GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS - ARTICULADO, EXCETO FORNECIMENTO DE TAMPÃO	unidade	15	81,74	1.226,10
1.11	FORNECIMENTO DE TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO DÚCTIL CLASSE MÍNIMA 400 (40T) D=600MM - NBR 10160 ARTICULADO - P/ GAL. ÁGUAS PLUV.	unidade	15	308,54	4.628,10
1.12	BOCA DE LOBO SIMPLES (TIPO G), QUADRO, GRELHA E CANTONEIRA, INCLUSIVE ESCAVAÇÃO, REATERRO E BOTA-FORA	unidade	23	1.296,83	29.827,09
1.13	REATERRO COMPACTADO DE VALA COM EQUIPAMENTO PLACA VIBRATÓRIA	m³	2069,52	24,25	50.185,75
1.14	IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE	m²	722,346	2,57	1.856,43
1.15	REVESTIMENTO DE MASTIQUE ASFÁLTICO, COM ESPESSURA DE 3,0CM	m²	722,346	33,99	24.552,54

Total estimado	=442.864,07
----------------	-------------

5 CONCLUSÃO

Diante do estudo apresentado dos sistemas de drenagem existentes na Avenida Deputado Carlos Luz e na Rua José Henrique da Costa, no município de três corações, foi possível constatar que ambos possuem vários problemas associados à drenagem urbana, os quais estão relacionados ao crescimento da população, a necessidade de manutenção e limpeza das estruturas hidráulicas presentes e pela ausência de dispositivos de drenagem que comportem a vazão dos trechos analisados.

Para a redução desses problemas de drenagem encontrados, faz-se necessário a intervenção do poder público, responsável pelas obras de drenagem do município, além da educação e conscientização da população, bem como a melhoria e o redimensionamento das estruturas hidráulicas.

Quando um projeto de microdrenagem é executado de maneira coerente, é possível descartar problemas como: alagamentos, inundações, enchentes, saúde e segurança da população, prejuízos econômicos ao município, erosão urbana, dentre outros. O que, conseqüentemente, melhora a qualidade de vida da população.

O presente trabalho buscou a melhoria nas estruturas presentes na Avenida Deputado Carlos Luz e na Rua José Henrique da Costa, no município de Três Corações, além do dimensionamento das novas estruturas, para que as mesmas sejam viáveis e eficazes, e a partir do momento que forem executadas e comecem a funcionar, resolvam os problemas de drenagem encontrados nos trechos estudados.

Na concepção do projeto foi considerada a implantação de sarjetas em concreto, já que a maioria das sarjetas encontradas na área estuda são de material inapropriado para a finalidade de conduzir as águas pluviais.

Como as galerias existentes nos dois trechos são construções muito antigas e não possuem projetos que comprovem seus diâmetros, as mesmas serão substituídas por novas redes coletoras que comportem as vazões pluviais geradas na bacia.

A instalação das 23 bocas de lobo possibilitou a introdução da água pluvial, uma vez que todas apresentaram capacidade de engolimento superior a capacidade de escoamento. As bocas de lobo existente que atendiam a capacidade de escoamento e que não estavam obstruídas por lixos e material asfáltico serão reaproveitadas.

Também foi proposta a implantação de poços de visitas para limpeza e manutenção das galerias, já que atualmente os mesmos são inexistentes no trecho.

Vale ressaltar, que todo o projeto foi elaborado em conformidade com as diretrizes normativas e memoriais descritivo e de cálculo, para que não haja falhas ou ineficiência do sistema de drenagem.

Cabe ainda ressaltar, que mesmo com todas as estruturas recalculadas e redimensionadas, se não houver manutenção e conservação do sistema proposto, as mesmas continuarão a apresentar problemas.

Dessa forma, Pode-se concluir que o projeto realizado na Avenida Deputado Carlos Luz e Rua José Henrique da Costa alcançou seus objetivos, pois foi possível estabelecer parâmetros para a obtenção de soluções eficientes para sanar o problema de drenagem encontrado no trecho.

REFERÊNCIAS

BIDONE, F. R., TUCCI, C.E.M., 1995, **Microdrenagem**, in: Tucci, C.E.M., Porto, R.L., Barros, M.T., 1995, org, **Drenagem Urbana**, Porto Alegre, Editora da Universidade, 428p., pp 77-105.

CETESB- **Drenagem Urbana- Manual de Projeto**. 2º Edição.1980. São Paulo- SP.

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

FERNANDES, Carlos. **MICRODRENAGEM- Um Estudo inicial**. Campina

Grande, 2002. Disponível em:

<<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Dren04.html>> Acesso em 01/04/2016 às 13:15 horas.

FONCESA, Daniel. **Bacia Hidrográfica**. 2006. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap3-BH.pdf>> Acesso em 02/04/2016 às 19:00 horas.

Google *Earth*. Google. Disponível para download em: <<https://www.google.com.br/intl/pt-br/earth/>> Acesso em 21/04/2016 às 8:30 horas.

Global Mapper. Blue Marble Geographics. Disponível para download em: <<https://www.bluemarblegeo.com/products/global-mapper.php>> Acesso em 22/04/2016 às 7:30 horas.

MARINS, Renata. **Gerenciamento de Drenagem Urbana**. 2006. São Paulo. Disponível em < <http://engenharia.anhemi.br/tcc-06/civil-58.pdf>> Acesso em 28/03/2016 às 8:00 horas.

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 28/03/2016 as 15:30 horas.

Notas de aula. Disciplina de Saneamento II. Centro Universitário do Sul de Minas-UNIS/MG. Ivana Prado de Vasconcelos. 2016. Varginha-MG.

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

PEDRAZZI, J.A. FACENS – **Hidrologia Aplicada**. Disponível em: <<http://www.facens.br/site/alunos/download/hidrologia>> Acesso em 02/04/2016.

PORTO, M. F. A. **Aspectos Qualitativos do Escoamento Superficial em Áreas Urbanas**. In: Tucci,C.E.M.; Porto, R.L.L.; Barros, M.T. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH, 1995, V.5, p.387-414.

PINTO, Luiza Helena; PINHEIRO, Sérgio. **Orientações Básicas para drenagem urbana**. Fundação Estadual do meio ambiente. Belo Horizonte- MG. 2006.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. Disponível em <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/vila_mariana/noticias/?p=18184> Acesso em 27/03/2016 as 8:30 horas.

PREFEITURA DE TOLEDO – PR. Disponível em <<http://www.toledo.pr.gov.br/noticia/prefeitura-realiza-obras-para-drenagem-das-aguas-pluviais-no-jardim-coopagro>> Acesso 30/03/2016 as 10:00 horas.

PREFEITURA ZONA NORTE DE NATAL- RIO GRANDE DO NORTE. Disponível em <<http://tribunadonorte.com.br/noticia/moradores-reclamam-de-problemas-em-obra-na-zn/137456>> Acesso em 27/03/2016 as 9:30 horas.

Plúvio 2.1- *software*. Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos- GPRH da Universidade Federal de Viçosa – UFV. Disponível para download em: <<http://www.gprf.ufv.br/?area=softwares>> Acesso em 12/04/2016 às 9:15 horas.

TOMAZ, Plínio. **Cálculos hidrológicos e hidráulicos para obras municipais**. Capítulo 3. 2010.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Plano diretor de drenagem urbana – DEP**. Volume VI. 2005. Porto Alegre – RS.

WILKEN, PAULO SAMAPAIO. São Paulo. **Engenharia de Drenagem superficial**, Companhia de Tecnologia, 1978.

APÊNDICE

- ✓ Folha de desenho nº 01 - Representação da divisão das áreas de contribuição das sub-bacias.
- ✓ Folha de desenho n.02 – Bocas de lobo.
- ✓ Folha de desenho n.03 - Traçado da rede de coletora de microdrenagem.
- ✓ Folha de desenho n.04 – Poços de visita.