

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS - UNIS/MG

ENGENHARIA CIVIL

LETÍCIA MARIETA SIQUEIRA DE OLIVEIRA

**MICRODRENAGEM: Estudo de caso da rua Marajós,
Bairro Rezende – Varginha MG**

Varginha

2016

LETÍCIA MARIETA SIQUEIRA DE OLIVEIRA

**MICRODRENAGEM: Estudo de caso da rua Marajós,
Bairro Rezende – Varginha MG**

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

**Varginha
2016**

LETÍCIA MARIETA SIQUEIRA DE OLIVEIRA

**MICRODRENAGEM: Estudo de caso da rua Marajós,
Bairro Rezende – Varginha MG**

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

Aprovado em / / 2016

Ma. Ivana Prado de Vasconcelos

Prof.

Prof.

OBS:

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, por me abençoar em cada sonho, e por sempre está iluminando os meus caminhos.

Minha família por todo apoio, carinho e atenção; em especial meu pai Fernando que esta sempre ao meu lado querendo sempre me mostrar os bons caminhos a ser seguido, a minha mãe Luzia pelos conselhos e por nunca me deixar desistir a minha irmã Fernanda por ser um exemplo de luta e dedicação e estar sempre me auxiliando e ao meu irmão Gabriel pela paciência, cuidado e por estar sempre caminhando junto a mim. Aos meus sobrinhos Maria Cecília, Maria Clara e Gabriel Jr. por me mostrarem que o amor também é um ato que nos encoraja e fortalece. Aos tios e tias primos e primas por toda força e conselhos.

Ao Sydney, pelo carinho, paciência e parceria, por vários finais de semana estudando juntos, por estar sempre ao meu lado me orientando e incentivando a melhorar cada vez mais como pessoa e profissional.

A professora Ivana Prado de Vasconcelos coordenadora do curso de Engenharia Civil, pela oportunidade de orientação, incentivo, muita paciência e dedicação ao meu projeto. Obrigado por tudo.

Aos amigos e amigas, pelos momentos de diversão e apoio, por sempre me darem força para continuar caminhando. Levo todos vocês em meu coração sempre.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Boca de lobo ineficiente 1	14
Figura 02 – Boca de lobo ineficiente 2	14
Figura 03 – Localização das vias	15
Figura 04 – Localização dos trechos.....	15
Figura 05 – Sentido de escoamento da água	16

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Períodos de retorno em função da ocupação da área	19
Tabela 02 – Coeficiente de escoamento superficial.....	20
Tabela 03 – Coeficiente de rugosidade de " η " de Manning	23
Tabela 04 – Características dos condutos circulares parcialmente cheios	24
Tabela 05 – Cálculo da vazões máximas de chuva.....	25
Tabela 06 – Cálculo das vazões a serem entubadas.....	26
Tabela 07 – Cálculo de dimensionamento das galerias.	27
Tabela 08 – Cálculo para quantidade de Bocas de lobo	29
Tabela 09 – Custo estimado da obra	33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Justificativa	11
2 OBJETIVOS	12
2.1 Geral	12
2.2 Específico	12
3 BREVE DIAGNÓSTICO	13
3.1 Características do local em estudo	13
3.2 Sistema existente	13
3.2.1 Condições das Sarjetas, Sarjetões e Meio fio	14
3.2.2 Condições da Galeria e Bocas de lobo	14
3.2.3 Localidade da via em estudo.....	16
3.3 Análise proposta no TCC 1	19
4 PROJETO	18
4.1 Memorial descritivo	18
4.1.1 Concepção do Projeto.....	18
4.1.2 Área do Projeto	18
4.1.3 Determinação das vazões de projeto	19
4.1.4 Dispositivos de Ligação.....	24
4.1.4.1 Sarjetas e Sarjetões.....	24
4.1.4.2 Bocas de Lobo.....	24
4.1.4.3 Tubos de ligação.....	24
4.1.4.4 Poços de visita.....	24
4.1.4.5 Galerias.....	24
4.2 Memoriais de Cálculo	25
4.2.1 Determinação dos Parâmetros.....	25
4.3 Planilhas de Cálculos	25
4.3.1 Vazão Máxima	26
4.3.2 Vazão excedente das Sarjetas	26
4.3.3 Dimensionamento das Galerias.....	28
4.3.4 Galerias Secundárias	28
4.3.5 Poços de Visita.....	29
4.3.6 Bocas de lobo.....	29
4.4 Especificação de materiais e serviços	30
4.4.1 Normas de execução.....	30
4.4.1.1 Escavação da Vala.....	30
4.4.1.2 Remoção de Terra Excedente	31
4.4.1.3 Escoramento de Vala	31
4.4.1.4 Reenchimento da Vala.....	31
4.4.1.5 Lastro de Pedra Britada	32
4.4.1.6 Concreto Armado	32
4.4.1.7 Argamassa.....	33
4.4.1.8 Assentamento e Rejuntamento de Tubos.....	33
4.4.1.9 Alvenaria de Tijolos Comuns	33

4.4.1.10 Poços de Visita, Caixa de Ligação e Bocas de Lobo.....	33
4.4.2 Recomendações Gerais	34
4.5 Estimativas de Custos.....	34
4.5.1 Custo Total.....	38
5 CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
ANEXO A.....	41
ANEXO B	42
ANEXO C.....	43

1 INTRODUÇÃO

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

No Brasil vários municípios enfrentam problemas relacionados á drenagem de águas pluviais, o que tem efeito direto ao meio ambiente e a sociedade. O sistema de drenagem pode ser definido como o conjunto de instalações destinadas á coletar, conduzir, e dar um destino final aos excessos de águas pluviais.

Os dispositivos de drenagem urbana quando implantados, deverão ser planejados e gerenciados, pois esses processos feitos de forma inadequada podem gerar transtornos ao município e a população, tais como: enxurradas, inundações, enchentes, doenças transmitidas pela água, e conseqüentemente à alteração da qualidade das águas dos rios, erosões no solo, escorregamento de encostas e até interdição do transito de veículos e pessoas.

Segundo Tucci (1995), a microdrenagem urbana é definida pelo sistema de condutos pluviais a níveis de loteamento ou rede primaria. Esse tipo de rede é utilizado em locais onde o escoamento da água é caracterizado pelo traçado da rua, ou seja, depende do tipo de ocupação do solo. É composto por bocas de lobo para a captação de águas superficiais que correm pelas vias. São coletados através de rede de galerias, transportando as águas superficiais até o ponto de lançamento nos canais.

Por meio de pesquisas bibliográficas, levantamento de dados na área de contribuição ao trecho determinado e consultas á órgãos públicos municipais, foi feito um levantamento do problema para a bacia em questão. Com os dados preliminares, foi possível realizar um estudo, através da análise do ponto mais desfavorável, ao qual foi apresentado no TCC I.

Após o estudo preliminar, deu-se inicio ao desenvolvimento de um novo projeto, considerando então toda bacia em questão, onde a proposta é minimizar e/ou eliminar o problema, tornando o sistema eficiente.

1 1 Justificativa

A importância de um sistema de drenagem torna-se claro para a população na medida em que ocorrem os efeitos negativos da chuva, tais como alagamento, inundações, deslizamentos, entre outros, onde os dispositivos implantados são capazes de controlar esses efeitos negativos.

Assim o sistema de drenagem urbana proporciona uma série de benefícios, tais como:

- Redução de danos a propriedades e riscos de perda humana;
- Redução de gastos com manutenção de vias pública;
- Redução da incidência de doenças de veiculação hídrica;
- escoamento rápido nas águas superficiais;
- Condições razoáveis de circulação de veículos e pedestres em áreas urbanas, na ocasião de chuvas intenso/frequentes.

O município de Varginha não é marcado por históricos de enchentes, porém, em decorrência do crescimento populacional e a combinação de vários outros fatores como a influência do homem, exploração irracional da natureza, poluição dos cursos d'água, impermeabilização do solo, este problema começa a fazer do histórico do município.

Assim a justificativa do estudo na Rua Marajós em Varginha seria a redução dos gastos do município com manutenção de vias públicas, bem como melhorias nas condições de circulação de veículos e pedestres, e a redução de danos as propriedades.

2 OBJETIVO

2.1 Geral

- Propor um novo projeto de microdrenagem para a Rua Marajós, no Bairro Rezende, na cidade de Varginha – MG.

2.2 Específicos

- Apresentar o sistema de micro drenagem existente;
- Apontar causas do problema;
- Indicar possíveis soluções;
- Propor projeto.

3 BREVE DIAGNÓSTICO

3.1 Características do local de estudo

A área em estudo está localizada no município de Varginha – MG no Bairro Rezende, onde o ponto em análise é a Rua Marajós, se tem acesso à rua através da Avenida Filomena Rezende Silva ou da Rua Antônio Nazareno Alves.

O bairro Rezende é um bairro pluri-habitacional, não há concentração de indústrias, não possui também áreas institucionais. A área total da bacia de contribuição da via em estudo é de 218.709,38 m².

O presente trabalho apresenta a situação atual do sistema de drenagem da rua Marajós, localizada no bairro Rezende em Varginha MG; onde há vários problemas relacionados a escoamento da água pluvial. Dessa forma, optou-se por realizar um estudo de caso possibilitando a análise da estrutura de drenagem atual no ponto mais crítico da via e as possíveis soluções.

O estudo consiste em uma análise fundamentada no sistema de microdrenagem existente e correlacionando com as diretrizes técnicas segundo especialistas em drenagem urbana para obter dados necessários a fim de propor soluções para um sistema eficaz.

Através de contato com a Prefeitura Municipal de Varginha, não foi possível acessar os projetos executados no loteamento e também não encontraram projetos especificando o sistema existente na rua em análise para esse estudo de caso. Através de alguns dos softwares como o AUTO CAD 2010, foi possível levantar a metragem quadrada das áreas contribuintes da bacia hidrográfica e outros softwares como o Google Earth para localizar a área em estudo conforme a figura 16, e o Global Mapper (64-bit), utilizado para gerar as curvas de nível e delimitar a área da bacia hidrográfica, 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 que haverá escoamento para o trecho em estudo faz-se possível a quantificação do volume de água a ser trabalhado na drenagem.

3.2 Sistema existente

3.2.1 Condições das sarjetas, sarjetões e meio fio.

O bairro em questão não possui sarjetões para o direcionamento do fluxo. As sarjetas existentes são do próprio revestimento asfáltico, e não em concreto, que é a considerada ideal, devido ao fato do asfalto não ser resistente a água; No ponto de análise, considerado como o mais desfavorável, a declividade longitudinal da sarjeta é zero, pois todo o trecho crítico com extensão de 65m está na cota 865. De acordo com a norma SUDECAP a declividade longitudinal mínima a ser adotada deve ser de 0,4%. A altura do meio fio é de 20 cm ao longo de todo trecho em análise. Em vários pontos analisados percebe-se a inexistência do meio fio dificultando o direcionamento correto da água, fazendo assim que toda água escoe pela via ocasionando a ineficiência do sistema.

3.2.2 Condições da Galeria e Bocas de lobo

O sistema em questão é composto por galerias primárias com diâmetros de 400mm, 500mm, 700mm e 1000mm; E o diâmetro de 400mm nas galerias secundárias que transportam a água captada pela boca de lobo até a galeria primária, analisados através da visita in loco, não há informações mais precisas em projeto das galerias para a verificação da declividade exata da mesma. Foram apresentados os cálculos do projeto para que se fizesse a verificação do sistema existente, se a galeria atende as necessidades da bacia.

Foram localizados através de visita in loco 08 poços de visita; obteve-se o acesso interno deparando-se com uma enorme falta de manutenção referente à limpeza, grande acúmulo de sedimentos.

As bocas de lobo existentes nas vias em estudo são: localizadas em ponto baixo, do tipo grelha com barras longitudinais, com dimensões de 90cm x 55cm e que apresentam uma grande ineficiência do sistema por falta de manutenção, e até a impossibilidade de receber manutenções pelo fato da pavimentação asfáltica das vias impossibilitarem a abertura das tampas, as bocas de lobo, totalizam em uma quantia de 29 unidades, sendo que 05 estão totalmente preenchidas por materiais sólidos, impossibilitando assim seu funcionamento; conforme apresentado nas figuras 01 e 02 a real situação de duas unidades.

Figura 01 – Boca de lobo Ineficiente 1.



Fonte: Própria autora (25/09/2016).

Figura 02 – Boca de lobo Ineficiente 2.



Fonte: Própria autora (25/09/2016)

3.2.3 Localidade da bacia em estudo

Apresentado no ANEXO A, projeto plotado para melhor visualização.

Figura 03 – Localização das vias



Fonte: Própria autora (25/09/2016).

Figura 04 – Localização dos Trechos



Fonte: Própria autora (25/09/2016).

Figura 05 – Sentido de escoamento da água.



Fonte: Própria autora (25/09/2016).

3.3 Análise proposta no TCC 1

As equações apresentadas no TCC 01 foram calculadas para o último trecho da rua, sendo considerado o mais desfavorável da via. Podendo constatar que os problemas de danos nas vias públicas, bem como os alagamentos no trecho mais crítico não atendem aos critérios técnicos e específicos de um bom projeto.

As galerias suportam o volume de água escoado pela via que são captados pelas bocas de lobo, apresentado os cálculos ao decorrer do projeto para a verificação do sistema existente. O fator principal interveniente para a ocorrência dos fortes alagamentos do ponto em análise é a falta da declividade no local, a localização dos dispositivos bocas de lobo, falta de manutenção e fiscalização, comprometem o sistema; ocasionando os danos nas vias públicas e consequentemente perdas e gastos ao município e a população.

Neste TCC-02 será apresentado a verificação do sistema existente, e assim verificar os pontos que ocorrem as falhas; considerando toda a área da bacia de contribuição em análise. Com os cálculos, visitas in loco e todo o conhecimento adquirido será possível elaborar um projeto final do sistema a fim de sanar o problema em questão.

4 PROJETO

4.1 Memorial descritivo

4.1.1 Concepção do Projeto

O objetivo deste projeto é apresentar alternativas que venham a sanar o problema enfrentado pela população da rua Marajós, através da visita in loco e estudos realizados para todo o sistema de microdrenagem existente e a elaboração do projeto que terá como base os dados planialtimétrico e cadastral da área em estudo, levantados pela Prefeitura Municipal de Varginha.

O fator contribuinte aos grandes alagamentos enfrentados por moradores da rua Marajós é proveniente da vazão excedente escoada pelas vias contribuintes ao ponto, localizadas nas cotas a montante da mesma, por ser uma grande área de contribuição e de alta declividades das vias contribuintes, através da visita in loco observou-se uma baixa declividade no ponto crítico da rua Marajós, declividade é que é responsável pelos grandes alagamentos no ponto crítico e com isso também processo erosivo, entre outros fatores. A partir da implementação dos novos dispositivos de drenagem a montante da via, toda vazão excedente será captada pelos mesmos, e assim alcançar o objetivo de sanar o problema existente.

4.1.2 Área do Projeto

A área em estudo está localizada no município de Varginha – MG no bairro Rezende, onde o ponto em análise é a Rua Marajós, que fica situada nas coordenadas de latitude 21°58'54,48''S e longitude 45°43'62,66''S. A Rua marajós é uma das vias que cruzam o bairro, onde se pode ter acesso a ela através da Avenida Filomena Rezende Silva.

O bairro Rezende é um bairro pluri-habitacional, não há concentração de indústrias, não possui também áreas institucionais. A área total da bacia de contribuição da via em estudo é de 218.709,38 m².

4.1.3 Determinação das vazões de projeto

Para elaboração e/ou verificação de um sistema de microdrenagem pode-se usar equações pré-estabelecidas para determinação do mesmo. O tempo de escoamento é calculado através da Equação 1, de George Ribeiro apresentada a seguir:

Onde:

L: Distância entre o divisor mais distante até a seção em estudo.

p: Porcentagem de cobertura vegetal da bacia.

Im: Declividade média.

O tempo em minutos que deve ser acrescentado ao tempo de escoamento, normalmente adotado mínimo de 10 minutos para projetos de sistemas urbanos, segundo Tomaz (2013), assim o tempo de concentração é dado pela Equação 2. Após determinado é possível definir a intensidade média de precipitação.

Onde:

Ts: Tempo de escoamento superficial (min)

ta: Tempo de maior percurso da água a partir de um ponto extremo, em geral adota-se como mínimo, para projetos de sistemas urbanos $t_a = 10\text{min}$.

Ainda para a determinação do ‘‘Ts’’, é necessário calcular a declividade média (Im), para isso faz-se o uso da Equação 3 apresentada:

Onde:

Δh : Diferença entre a maior e menor cota.

L: Distância entre os trechos em linha reta.

Todo processo técnico deve se atentar principalmente a intensidade de chuva, onde esta é encontrada através da Equação 4.

Onde:

I: Intensidade máxima média de precipitação em mm.

Tr: Período de retorno (anos vide tabela 01).

K,a,b,c: Parâmetros locais obtidos por regressão linear, com base nas informações extraídas do pluviômetro.

Tc: Tempo de concentração (minutos)

Tabela 01- Períodos de retorno em função da ocupação da área.

Tipo de obra	Tipo de ocupação	Período de retorno (anos)
micro drenagem	Residencial.	2
Micro drenagem	Comercial.	5
micro drenagem	Edifícios de serviços ao público.	5
micro drenagem	Aeroportos.	02-05
micro drenagem	Áreas comerciais e artérias de tráfego.	05-10
Macro drenagem	Áreas comerciais e residenciais.	50-100
Macro drenagem	Áreas de importância específica.	500

Fonte: DNIT (2006).

O coeficiente de *run off* ou coeficiente de escoamento superficial (C) é usado através da análise da Tabela 2 com relação as áreas de drenagem da bacia contribuinte. (RIGHETTO,2009).

Tabela 02 – Coeficiente de escoamento superficial.

DESCRIÇÃO DA ÁREA DE DRENAGEM		VALORES TÍPICOS DE C
Residenciais	Unifamiliares	0,30 - 0,50
	Edifício com área verde contigua	0,60 - 0,75
	Áreas residenciais com ocupação densa	0,70 - 0,95
	Áreas residenciais suburbanas	0,25 - 0,40
Áreas comerciais densamente ocupadas		0,80 - 0,95
Industriais	Densas	0,60 - 0,90
	Pouco densas	0,50 - 0,80
Vias asfaltadas ou concretadas		0,70 - 0,95
Vias com calçamento tipo paralelepípedo		0,70 - 0,85
Áreas de estacionamento pavimentadas		0,80 - 0,95
Áreas verdes e parques		0,10 - 0,25
Cemitérios		0,10 - 0,80
Áreas desocupadas		0,10 - 0,60

Fonte: Righetto(2009).

Após a análise da Tabela 2 com as áreas de drenagem da bacia, pode-se determinar o Coeficiente médio (Cm), utilizando assim a Equação 5 apresentada:

Onde:

ΣA : Somatória das áreas de drenagem.

C: Coeficiente relativo conforme a área de drenagem, apresentados na Tabela 3. Usa-se a média entre os valores, porém quando a tendência de ocupação é maior, usa-se o maior valor.

At: Área total de drenagem.

Segundo Tomaz (2013) o Método Racional permite uma relação entre o escoamento superficial e a chuva. A nomenclatura da fórmula se dá pelo fato dos métodos antigos serem empíricos e não racionais, onde seu objetivo é calcular a vazão de pico de uma determinada bacia.

De acordo com Tomaz (2013) a fórmula é a seguinte:

Onde:

Q: Vazão de pico (m^3/s).

C: Coeficiente de escoamento superficial varia de 0 a 1.

I: Intensidade média da chuva (mm/h).

A: Área de contribuição (m^2).

4.1.4 Dispositivos de Ligação

4.1.4.1 Sarjetas e Sarjetões

Pequeno 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 sarjetões. Não existem dispositivos de direcionamento da água, os sarjetões, o que impossibilita a previsão de direção de escoamento da mesma em alguns pontos do trecho em estudo.

As condições gerais para o dimensionamento das sarjetas conforme literatura é:

- Declividades: devem ser projetadas de acordo com as seguintes condições:

Transversais- $i_m = 3\%$; $i_{máx} = 10\%$ (há literatura que indica i maior – SUDECAP, por exemplo: pode chegar a 25%).

Longitudinal- $i_m = 0,4\%$; $i_{máx} =$ função do controle da velocidade máxima.

- Velocidade máxima: 4m/s (Prefeitura Municipal de Belo Horizonte)
- Largura: variável. SUDECAP: 0,5m.

Se pré-moldada: 0,5m (mais ou menos padrão)

As dimensões das sarjetas encontradas e conferidas através da visita in loco foram de:

Largura: 0,28m

Altura do meio fio: 0,22m

A declividade longitudinal da sarjeta localizada no ponto crítico é zero, pois além de estar localizada na cota mais baixa da via, está coberta por pavimentação asfáltica. De acordo com a norma SUDECAP a declividade longitudinal mínima a ser adotada deve ser de 0,4%.

A declividade transversal é de 7,14% apresentado na equação da declividade, estando dentro do padrão normalizado pela SUDECAP que indica valores entre 3 à 10%, podendo chegar a 25%.

O ideal para o sistema de microdrenagem conforme TUCCI(1995) é que a água seja entubada apenas quando o escoamento pela sarjeta não for mais possível, através das visitas in loco pode-se observar a deficiência das sarjetas em diversos trechos, não apresentam declividades indicadas em norma como já descrito, em grande parte da extensão da sarjeta nota-se que a mesma foi construída de material inadequado, sendo ela do mesmo material que a via, pavimentação asfáltica.

4.1.4.2 Bocas de Lobo

Segundo BIDONE e TUCCI (1995), quando a água acumula sobre a boca de lobo, gera uma lâmina d'água, com altura menos que a abertura da guia, assim para determinação da vazão de engolimento que passa nas bocas de lobo, é utilizada a Equação 7 apresentada.

Onde:

Qi : Vazão de engolimento da grelha (m^3/s)

Y: Altura de água na sarjeta sobre a grelha (m)

P: Perímetro da boca de lobo (m).

4.1.4.3 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) Utiliza-se um diâmetro de

400mm para todos os tubos de ligação, pois as bocas de lobo tem a mesma dimensão, conforme o existente no local, apresentado o cálculo no tópico 4.3.4 Galerias Secundárias.

4.1.4.4 Poços 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). Foram encontrados através da visita in loco 06 unidades, dentre eles 03 tipos. O detalhamento dos mesmos e localidade estão apresentados no Anexo B.

Tipo 01 : 1,50m x 1,50m x 2,20m

Tipo 02 : 2,00m x 2,00m x 2,20m

Tipo 03 : 2,00m x 2,00m x 2,70m

4.1.4.5 Galerias

Para cálculo da vazão na galeria será utilizada a seguinte equação de “*Manning*”

Onde:

Q: Vazão real do projeto.

Rh: Raio hidráulico da seção Área molhada/Perímetro molhado.

I: Declividade m/m, obtido pela visita in loco.

η : Rugosidade do material.

Tabela 03 – Coeficiente de rugosidade ” η ” de Manning.

Tipo de superfície	Coeficiente de rugosidade " η "
Tubo de concreto	0,014
Tubo de pvc	0,010

Fonte: SUDECAP-(2004). Acesso – (21/09/2016)

O ajuste da vazão e o cálculo da velocidade da tubulação se dão para diferentes relações Y/D (relação entre o tirante d'água (y) e o diâmetro (d) do tubo) é mostrado na Tabela 4. O coeficiente utilizado para cálculo deste projeto foi 0,9.

Tabela04 – Características dos condutos circulares parcialmente cheios.

Autor / Instituição	V _{min} (m/s)	V _{máx} (m/s)	Recobrimento Mínimo (m)	y/D ou Seção Plena
Tucci et al (2004)	0,60	5,00	1,00	Plena
Azevedo Netto e Araújo (1998)	0,75	5,00	1,00	Plena ou 0,9
Wilken (1978)	0,75	3,50	.	Plena
Alcântara, apud Azevedo Netto (1969)	1,00	4,00	.	0,70
Porto (1999)	V _{med} = 4 até 6m/s	.	.	0,75
Cirilo (2003)	0,60	4,50	.	.
Haestad - Durrans (2003)	0,60 até 0,90	4,50	0,90	0,85
DAEE/CETESB (1980)	.	.	.	0,82

Fonte: Adaptado MENEZES FILHO e COSTA (2012).

4.2 Memoriais de Cálculo

4.2.1 Determinação dos Parâmetros

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

- Área da bacia de contribuição = 218.709,38 m²
- Comprimento total = 980,75 m
- Inclinação média = 0,133 m/m
- Taxa de cobertura vegetal = 0%

4.3 Planilhas de Cálculos

Por questão de precisão dos resultados, utilizou-se para a confecção dos cálculos uma planilha eletrônica, e os resultados são expostos a seguir:

4.3.1 Vazão Máxima

Dados de Entrada			
Cm	0,55800		
p	0,00000	%	
L	1,03500	Km	
Im	0,13300	m/m	
T	10,00000	(2 a 10 anos)	
I trans sarjeta	0,07100		
I trans rua	0,10000		
H meio fio	0,22000		
n	0,01400	(0,013 a 0,016)	

Cálculos		
ts	14,2206	
tc	24,2206	
i	122,2613	mm/h

z1	14,0845
z2	10,0000
yo	0,1760
y1	0,1561

Tabela 05 – Cálculo das Vazões Máximas de Chuva

Rua	Trecho	Vazão trecho (m³/s)		Vazão acumulada (m³/s)		DH (m)	L (m)	Im (m/m)	Vazão Suportada Sarjeta (m³/s)	F	Vazão Suportada Sarjeta Real(m³/s)	QexcME (m³/s)	Qex MD (m³/s)
		Esquerda	Direita	Esquerda	Direita								
RUA INACIO ALVARENGA	J - G	0,274	0,242	0,274	0,242	2	100	0,020	0,41	0,80	0,328	0,054	0,086
RUA INACIO ALVARENGA	G - D	0,135	0,135	0,409	0,902	6	70	0,086	0,85	0,80	0,679	0,270	-0,223
AV. MINAS GERAIS	H - G	0,401	0,314	0,401	0,314	2	156	0,013	0,33	0,80	0,262	-0,138	-0,052
AV. MINAS GERAIS	G - F	0,390	0,392	0,390	0,392	3	230	0,013	0,33	0,80	0,265	-0,126	-0,127
AV FRANCISCO GONÇALVES VALIM	E - D	0,336	0,369	0,336	0,369	4	165	0,024	0,45	0,80	0,361	0,025	-0,008
AV FRANCISCO GONÇALVES VALIM	D - C	0,375	0,344	1,799	0,705	3	235	0,013	0,33	0,80	0,262	-1,537	-0,443
AV FILOMENA RESENDE	I - F	0,000	0,262	0,000	0,262	1	100	0,010	0,29	0,80	0,232	0,232	-0,031
AV FILOMENA RESENDE	F - C	0,000	0,162	0,000	0,923	8	77	0,104	0,93	0,80	0,747	0,747	-0,176
AV FILOMENA RESENDE	C - A	0,000	0,102	0,000	1,372	10	75	0,133	1,06	0,80	0,846	0,846	-0,526
RUA MARAJÓS	A - B	0,103	0,095	0,949	0,095	1	100	0,010	0,29	0,80	0,232	-0,717	0,136

Fonte: Própria autora (25/09/2016)

4.3.2 Vazão excedente das sarjetas.

As sarjetas são canais a céu aberto, de seção triangular, sua capacidade varia de acordo com a sua declividade, transversal e longitudinal e o coeficiente de rugosidade.

Segundo Izzard, aplica-se a fórmula de Manning desde que desprezado o perímetro molhado correspondente a face da guia, pela equação 9 apresentada:

Onde:

Q_o = descarga em l/s

n = coeficiente de Manning

Z = inverso da declividade transversal

I = declividade longitudinal da via (m/m)

Y_o = lâmina d'água (cm)

Tabela 06 – Cálculo das vazões a serem entubadas

Rua	Trecho	Vazão entubada (m ³ /s)		Total por trecho
		Esquerda	Direita	
RUA INACIO ALVARENGA	J - G	0,000	0,000	0,000
RUA INACIO ALVARENGA	G - D	0,000	0,223	0,223
AV. MINAS GERAIS	H - G	0,138	0,052	0,190
AV. MINAS GERAIS	G - F	0,126	0,127	0,253
AV FRANCISCO GONÇALVES VALIM	E - D	0,000	0,008	0,008
AV FRANCISCO GONÇALVES VALIM	D - C	1,537	0,443	1,980
AV FILOMENA RESENDE	I - F	0,000	0,031	0,031
AV FILOMENA RESENDE	F - C	0,000	0,176	0,176
AV FILOMENA RESENDE	C - A	0,000	0,526	0,526
RUA MARAJÓS	A - B	0,717	0,000	0,717

Fonte: Própria autora (25/09/2016)

4.3.3 Dimensionamento das galerias

Tabela 07 – Cálculo de dimensionamento das galerias

RUA	Trecho	L trecho (m)	I trecho (m)	Q galeria (m³/s)	i (%)	y/d	Q proj	diametro proj (mm)	diametro com. (mm)	rh 0,9	vel. (m/s)
RUA INACIO ALVARENGA	J - G	100	0,0200	0,0000	2,00	0,9	0,0000	0,0000	0	0,0000	0,000
RUA INACIO ALVARENGA	G - D	70	0,0857	0,2230	8,57	0,9	0,2144	292,2003	400	0,0826	1,098
AV. MINAS GERAIS	H - G	156	0,0128	0,1900	1,28	0,9	0,1827	392,9290	400	0,0826	0,425
AV. MINAS GERAIS	G - F	230	0,013043	0,253	1,30	0,9	0,2433	436,0615	500	0,1033	0,497
AV FRANCISCO GONÇALVES VALIM	E - D	165	0,024242	0,008	2,42	0,9	0,0077	106,3076	400	0,0826	0,584
AV FRANCISCO GONÇALVES VALIM	D - C	235	0,012766	1,98	1,28	0,9	1,9038	947,0616	1000	0,2066	0,780
AV FILOMENA RESENDE	I - F	100	0,01	0,031	1,00	0,9	0,0298	208,5808	400	0,0826	0,375
AV FILOMENA RESENDE	F - C	77	0,103896	0,176	10,39	0,9	0,1692	257,9103	400	0,0826	1,209
AV FILOMENA RESENDE	C - A	75	0,133333	0,526	13,33	0,9	0,5058	371,0713	1000	0,2066	2,522
RUA MARAJÓS	A - B	100	0,01	0,717	1,00	0,9	0,6894	677,3817	700	0,1446	0,545

Fonte: Própria autora (25/09/2016)

4.3.4 Galerias Secundárias

Também chamada de tubo de ligação, as galerias secundárias têm dimensionamento conforme as galerias, porém, a vazão a ser conduzida pela mesma é apenas a vazão de engolimento das bocas de lobo por elas atendidas, abaixo o dimensionamento da galeria secundária existente no sistema:

Utiliza-se um diâmetro de 400mm para todos os tubos de ligação, pois as bocas de lobo tem a mesma dimensão, conforme o existente no local.

4.3.5 Poços de Visita

Este dispositivo está localizado em pontos convenientes do sistema da galeria, que permitem a mudança de direção, declividade, diâmetro e inspeção e limpeza das canalizações foi encontrado através da visita in loco 06 unidades, dentre eles 03 tipos.

Tipo 01 : 1,50m x 1,50m x 2,20m

Tipo 02 : 2,00m x 2,00m x 2,20m

Tipo 03 : 2,00m x 2,00m x 2,70m

Apresentados junto ao corte longitudinal das vias no ANEXO B.

4.3.6 Bocas de lobo

As bocas de lobo existentes em todo o trecho da bacia em estudo se dividem em 29 (vinte e nove) unidades. E a quantidade necessária para atender o sistema seria um total de 39 (trinta e nove) bocas de lobo conforme apresentado nos cálculos da tabela 08. E apresentado detalhamento no ANEXO C.

A capacidade das bocas de lobo conforme ABPv (Associação Brasileira de Pavimentação) (2008), pode ser menor que a calculada em virtude de:

- obstrução por detritos carreados pelas águas;
- irregularidades nos pavimentos das ruas, junto às sarjetas e bocas de lobo;
- metodologia de cálculo que nem sempre corresponde exatamente à realidade.

Levando em conta essas possibilidades, é conveniente aplicar um coeficiente de redução aos valores teóricos obtidos, na tabela 08 esse fator encontra-se aplicado.

Tabela 08 – Cálculo para quantidade de Bocas de lobo.

RUA	TRECHO	L trecho (m)	I trecho	qs sarj	Vazão boca de lobo (m³/s)		Vazão engolimento boca de lobo (m³/s)			QTDE BOCA DE LOBO		QTDE BOCA DE LOBO EXISTENTE	
					DIR	ESQ	Qteorica (m³/s)	Fator de redução (%)	Qadmissivel (m³/s)	DIR.	ESQ.	DIR.	ESQ.
RUA INACIO ALVARENGA	J - G	100	0,0200	0,328	0,0000	0,0000	0,25	50,00	0,13	0	0	0	0
RUA INACIO ALVARENGA	G - D	70	0,0857	0,679	0,2230	0,0000	0,25	50,00	0,13	2	0	2	0
AV. MINAS GERAIS	H - G	156	0,0128	0,262	0,0520	0,1380	0,25	50,00	0,13	1	2	1	2
AV. MINAS GERAIS	G - F	230	0,013043	0,265	0,127	0,126	0,25	50,00	0,13	1	1	1	1
AV FRANCISCO GONÇALVES VALIM	E - D	165	0,024242	0,361	0,008	0	0,25	50,00	0,13	1	0	1	0
AV FRANCISCO GONÇALVES VALIM	D - C	235	0,012766	0,262	0,443	1,537	0,25	50,00	0,13	4	13	3	11
AV FILOMENA RESENDE	I - F	100	0,01	0,232	0,031	0	0,25	50,00	0,13	1	-	1	-
AV FILOMENA RESENDE	F - C	77	0,103896	0,747	0,176	0	0,25	50,00	0,13	2	-	2	-
AV FILOMENA RESENDE	C - A	75	0,133333	0,846	0,526	0	0,25	50,00	0,13	5	-	0	-
RUA MARAJÓS	A - B	100	0,01	0,232	0	0,717	0,25	50,00	0,13	0	6	0	4

Fonte: Própria autora (25/09/2016)

4.4 Especificação 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.

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-A ou CA-50-B 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 Madeirit 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, as “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 equilátero 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.

4.4.2 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 Estimativas de Custos

Toda a estimativa de custo foi feita sob a forma da planilha abaixo; pois, deste modo à identificação do item, sua descrição e referido preço torna-se mais simples e direta.

Tabela 09 – Custo estimado da obra

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA DE CUSTOS		
EMPRESA: UNIS - MG		
OBRA: ADEQUAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL BAIRRO REZENDE		DATA: OUTUBRO 2016
LOCAL: VARGINHA - MG	FORMA DE EXECUÇÃO:	
REGIÃO/MÊS DE REFERÊNCIA: JULHO DE 2016	() DIRETA	() INDIRETA
PRAZO DE EXECUÇÃO:	LDI	

Fonte: A autora.

Continuação da tabela 09 de Custo estimado da obra

Item	Cód.	Descrição	Unid.	Quant.	Preço unitário s/ ldi	Preço unitário c/ ldi	Preço total
1 SERVIÇOS PRELIMINARES							
1.1	01-16-00	NIVELAMENTO DO EIXO DE VIA PÚBLICA INCLUSIVE SOLEIRAS, GUIAS E TAM PÔES	m	2625,98	3,46	3,46	9.085,89
1.2	02-16-02	SONDAGEM COM EXTRAÇÃO DE AMOSTRAS NAS CONDIÇÕES NATURAIS	Unid.	50	76,68	76,68	3.834,00
1.3	02-15-03	ENSAIOS DE LABORATÓRIO - COM PACTAÇÃO	ensaio	25	188,70	188,70	4.717,50
2 AVENIDA MINAS GERAIS							
2.1	04-15-00	ESCAVAÇÃO MECÂNICA PARA FUNDAÇÕES E VALAS COM PROFUNDIDADE MAIOR QUE 4,0M	m³	942,2	9,13	9,13	8.602,29
2.2	06-00-01	ARRANCAMENTO E REMOÇÃO DE CANALIZAÇÃO, 30,0CM < 0 < OU = A 60CM	m	471,1	64,06	64,06	30.178,67
2.3	06-18-05	ESCORAMENTO CONTÍNUO DE MADEIRA PARA CANALIZAÇÃO DE TUBOS	m²	471,1	53,94	53,94	25.411,13
2.4	03-00-19	LASTRO DE CONCRETO FCK=10M PA	m³	70,66	263,75	263,75	18.636,58
2.5	02-23-00	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO SIMPLES - DIÂMETRO 50CM	m	231,8	67,68	67,68	15.688,22
2.6	05-00-18	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO SIMPLES - DIÂMETRO 30CM	m	298,3	34,24	34,24	10.213,79
2.7	09-20-00	POÇO DE VISITA TIPO 1 - 1,40 X 1,40 X 1,40M	Unid.	2,00	2.783,67	2.783,67	5.567,34
2.8	08-15-03	POÇO DE VISITA TIPO 3 - 2,20 X 2,20 X 2,20M	Unid.	2,00	5.592,88	5.592,88	11.185,76
2.9	07-18-00	CHAMINÉ DE POÇO DE VISITA COM ALVENARIA DE UM TIJOLO COM UM	m	3,50	616,25	616,25	2.156,88
2.10	03-19-22	INSTALAÇÃO DE TAMPAO PARA GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS - ARTICULADO, EXCETO FORNECIMENTO DE TAMPAO	Unid.	4,00	81,74	81,74	326,96
2.11	05-13-00	FORNECIMENTO DE TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DÚCTIL CLASSE MÍNIMA 400 (40T) D=600M M - NBR 10160 ARTICULADO - P/ GAL. ÁGUAS PLUV.	Unid.	4,00	308,54	308,54	1.234,16
2.12	02-14-03	INSTALAÇÃO DE BOCA DE LEÃO SIMPLES COM GRELHA ARTICULADA, EXCETO FORNECIMENTO DA GRELHA	Unid.	4,00	1.337,13	1.337,13	5.348,52
2.13	03-15-00	FORNECIMENTO DE GRELHA TIPO "BOCA DE LEÃO" DE FERRO FUND. DÚCTIL CL. MÍN.250 - 25T - DIM. APR=810X270M M - NBR 10160 - T. ARTICU. - P/ GAL. ÁGUAS PLUV.	Unid.	4,00	251,03	251,03	1.004,12
2.14	15-14-08	REENCHIMENTO DE VALA COM COM PACTAÇÃO, SEM FORNECIMENTO DE TERRA	m³	706,65	7,86	7,86	5.554,27
2.15	16-17-00	IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE	m²	370,55	2,57	2,57	952,31
2.16	08-19-02	REVESTIMENTO DE MASTIQUE ASFÁLTICO, COM ESPESSURA DE 3,0CM	m²	370,55	33,99	33,99	12.594,99
3 AVENIDA FRANCISCO GONÇALVES VALIM							
3.1	16-18-00	ESCAVAÇÃO MECÂNICA PARA FUNDAÇÕES E VALAS COM PROFUNDIDADE MAIOR QUE 4,0M	m³	822,88	9,13	9,13	7.512,89
3.2	11-17-01	ARRANCAMENTO E REMOÇÃO DE CANALIZAÇÃO, 30,0CM < 0 < OU = A 60CM	m	514,30	64,06	64,06	32.946,06
3.3	15-17-02	ESCORAMENTO CONTÍNUO DE MADEIRA PARA CANALIZAÇÃO DE TUBOS	m²	514,30	53,94	53,94	27.741,34
3.4	01-17-03	LASTRO DE CONCRETO FCK=10M PA	m³	38,57	263,75	263,75	10.172,84
3.5	05-16-04	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO SIMPLES - DIÂMETRO 40CM	m	231,60	48,10	48,10	11.139,96
3.6	03-13-05	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO SIMPLES - DIÂMETRO 30CM	m	282,70	34,24	34,24	9.679,65
3.7	05-17-09	POÇO DE VISITA TIPO 1 - 1,40 X 1,40 X 1,40M	Unid.	3,00	2.783,67	2.783,67	8.351,01
3.8	16-18-02	POÇO DE VISITA TIPO 3 - 2,20 X 2,20 X 2,20M	Unid.	2,00	5.592,88	5.592,88	11.185,76
3.9	07-17-05	CHAMINÉ DE POÇO DE VISITA COM ALVENARIA DE UM TIJOLO COM UM	m	7,00	616,25	616,25	4.313,75
3.10	08-19-09	INSTALAÇÃO DE TAMPAO PARA GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS - ARTICULADO, EXCETO FORNECIMENTO DE TAMPAO	Unid.	5,00	81,74	81,74	408,7

Fonte: A autora.

Continuação da tabela 09 de Custo estimado da obra

3.11	06-18-15	FORNECIMENTO DE TAM PÃO DE FERRO FUNDIDO DÚCTIL CLASSE M ÍNIM A 400 (40T) D=600M M - NBR 10160 ARTICULADO - P/ GAL. ÁGUAS PLUV.	Unid.	5,00	308,54	308,54	1.542,70
3.12	01-17-11	INSTALAÇÃO DE BOCA DE LEÃO SIM PLES COM GRELHA ARTICULADA, EXCETO FORNECIMENTO DA GRELHA	Unid.	4,00	1.337,13	1.337,13	5.348,52
3.13	11-17-13	FORNECIMENTO DE GRELHA TIPO "BOCA DE LEÃO" DE FERRO FUND. DÚCTIL CL. M ÍN.250 - 25T - DIM . APR=810X270M M - NBR 10160 - T. ARTICU. - P/ GAL. ÁGUAS PLUV.	Unid.	4,00	251,03	251,03	1.004,12
3.14	08-19-14	REENCHIMENTO DE VALA COM COM PACTAÇÃO, SEM FORNECIMENTO DE TERRA	m³	617,16	7,86	7,86	4.850,88
3.15	02-14-15	IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE	m²	205,72	2,57	2,57	528,70
3.16	04-13-08	REVESTIMENTO DE MASTIQUE ASFÁLTICO, COM ESPESSURA DE 3,0CM	m²	205,72	33,99	33,99	6.992,42
4	RUA MARAJÓS						
4.1	04-16-02	ESCAVAÇÃO MECÂNICA PARA FUNDAÇÕES E VALAS COM PROFUNDIDADE MAIOR QUE 4,0M	m³	816,56	9,13	9,13	7455,19
4.2	06-00-04	ARRANCAMENTO E REMOÇÃO DE CANALIZAÇÃO, 30,0CM < 0 < OU = A 60CM	m	510,35	64,06	64,06	32693,02
4.3	01-16-08	ESCORAMENTO CONTÍNUO DE MADEIRA PARA CANALIZAÇÃO DE TUBOS	m²	510,35	53,94	53,94	27528,28
4.4	04-15-00	LASTRO DE CONCRETO FCK=10M PA	m³	30,62	263,75	263,75	8076,03
4.5	06-00-01	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO SIM PLES - DIÂMETRO 40CM	m	225,80	48,10	48,10	10860,98
4.6	06-18-05	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO SIM PLES - DIÂMETRO 30CM	m	284,55	34,24	34,24	9742,99
4.7	03-00-19	POÇO DE VISITA TIPO 1 - 1,40 X 1,40 X 1,40M	Unid.	3,00	2783,67	2783,67	8351,01
4.8	02-23-00	POÇO DE VISITA TIPO 3 - 2,20 X 2,20 X 2,20M	Unid.	2,00	5592,88	5592,88	11185,76
4.9	05-00-18	CHAMINÉ DE POÇO DE VISITA COM ALVENARIA DE UM TIPOLO COM UM	m	7,00	616,25	616,25	4313,75
4.10	09-20-00	INSTALAÇÃO DE TAM PÃO PARA GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS - ARTICULADO, EXCETO FORNECIMENTO DE TAM PÃO	Unid.	5,00	81,74	81,74	408,70
4.11	08-15-03	FORNECIMENTO DE TAM PÃO DE FERRO FUNDIDO DÚCTIL CLASSE M ÍNIM A 400 (40T) D=600M M - NBR 10160 ARTICULADO - P/ GAL. ÁGUAS PLUV.	Unid.	5,00	308,54	308,54	1542,70
4.12	07-18-00	INSTALAÇÃO DE BOCA DE LEÃO SIM PLES COM GRELHA ARTICULADA, EXCETO FORNECIMENTO DA GRELHA	Unid.	4,00	1337,13	1337,13	5348,52
4.13	01-16-00	FORNECIMENTO DE GRELHA TIPO "BOCA DE LEÃO" DE FERRO FUND. DÚCTIL CL. M ÍN.250 - 25T - DIM . APR=810X270M M - NBR 10160 - T. ARTICU. - P/ GAL. ÁGUAS PLUV.	Unid.	4,00	251,03	251,03	1004,12
4.14	02-16-02	REENCHIMENTO DE VALA COM COM PACTAÇÃO, SEM FORNECIMENTO DE TERRA	m³	714,49	7,86	7,86	5615,89
4.15	02-15-03	IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE	m²	204,14	2,57	2,57	524,64
4.16	03-15-12	REVESTIMENTO DE MASTIQUE ASFÁLTICO, COM ESPESSURA DE 3,0CM	m²	204,14	33,99	33,99	6938,72
5	AVENIDA FILOMENA RESENDE DA SILVA						
5.1	04-15-00	ESCAVAÇÃO MECÂNICA PARA FUNDAÇÕES E VALAS COM PROFUNDIDADE MAIOR QUE 4,0M	m³	1525,44	9,13	9,13	13927,27
5.2	06-00-01	ARRANCAMENTO E REMOÇÃO DE CANALIZAÇÃO, 30,0CM < 0 < OU = A 60CM	m	544,80	64,06	64,06	34899,89
5.3	06-18-05	ESCORAMENTO CONTÍNUO DE MADEIRA PARA CANALIZAÇÃO DE TUBOS	m²	544,80	53,94	53,94	29386,51
5.4	03-00-19	LASTRO DE CONCRETO FCK=10M PA	m³	57,04	263,75	263,75	15044,30
5.5	02-23-00	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO SIM PLES - DIÂMETRO 30CM	m	60,00	34,24	34,24	2054,40

Fonte: A autora.

Continuação da tabela 09 de Custo estimado da obra

5.6	05-00-18	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO ARMADO, DIÂMETRO 60CM - TIPO PA-2	m	169,50	114,48	114,48	19404,36
5.7	09-20-00	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBO DE CONCRETO ARMADO, DIÂMETRO 70CM - TIPO PA-2	m	255,27	208,84	208,84	53310,59
5.8	08-15-03	POÇO DE VISITA TIPO 1 - 1,40 X 1,40 X 1,40M	Unid.	3,00	2783,67	2783,67	8351,01
5.9	07-18-00	POÇO DE VISITA TIPO 2 - 1,60 X 1,60 X 1,60M	Unid.	5,00	3372,16	3372,16	16860,80
5.10	03-19-22	POÇO DE VISITA TIPO 3 - 2,20 X 2,20 X 2,20M	Unid.	2,00	5592,88	5592,88	11185,76
5.11	05-13-00	CHAMINÉ DE POÇO DE VISITA COM ALVENARIA DE UM TIJOLO COM UM	m	19,00	616,25	616,25	11708,75
5.12	02-14-03	INSTALAÇÃO DE TAMPAO PARA GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS - ARTICULADO, EXCETO FORNECIMENTO DE TAMPAO	Unid.	10,00	81,74	81,74	817,40
5.13	03-15-00	FORNECIMENTO DE TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DÚCTIL CLASSE MÍNIMA A 400 (40T) D=600M M - NBR 10160 ARTICULADO - P/ GAL. ÁGUAS PLUV.	Unid.	10,00	308,54	308,54	3085,40
5.14	15-14-08	INSTALAÇÃO DE BOCA DE LEÃO SIMPLES COM GRELHA ARTICULADA, EXCETO FORNECIMENTO DA GRELHA	Unid.	6,00	1337,13	1337,13	8022,78
5.15	16-17-00	FORNECIMENTO DE GRELHA TIPO "BOCA DE LEÃO" DE FERRO FUND. DÚCTIL CL. MÍN.250 - 25T - DIM. APR=810X270M M - NBR 10160 - T. ARTICU. - P/ GAL. ÁGUAS PLUV.	Unid.	6,00	251,03	251,03	1506,18
5.16	08-19-02	REENCHIMENTO DE VALA COM COMPACTAÇÃO, SEM FORNECIMENTO DE TERRA	m³	1334,76	7,86	7,86	10491,21
5.17	08-15-03	IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE	m²	381,36	2,57	2,57	980,10
5.18	07-18-00	REVESTIMENTO DE MASTIQUE ASFÁLTICO, COM ESPESURA DE 3,0CM	m²	381,36	33,90	33,90	12962,43
5.19	01-16-00	BASE DE CONCRETO FCK=15,00M PA PARA GUIAS, SARJETAS OU SARJETÕES	m³	6,75	297,87	297,87	2010,62
5.20	02-16-02	CONSTRUÇÃO DE SARJETA OU SARJETÃO DE CONCRETO - FCK= 20,0M PA	m³	4,50	350,54	350,54	1577,43
6	RUA INÁCIO ALVARENGA						
6.1	04-16-02	ESCAVAÇÃO MECÂNICA PARA FUNDAÇÕES E VALAS COM PROFUNDIDADE MAIOR QUE 4,0M	m³	840,88	9,13	9,13	7677,23
6.2	06-00-04	ARRANCAMENTO E REMOÇÃO DE CANALIZAÇÃO, 30,0CM < 0 < OU = A 60CM	m	485,55	64,06	64,06	31104,33
6.3	01-16-08	ESCORAMENTO CONTÍNUO DE MADEIRA PARA CANALIZAÇÃO DE TUBOS	m²	485,55	53,94	53,94	26190,57
6.4	04-15-00	LASTRO DE CONCRETO FCK=10M PA	m³	29,13	263,75	263,75	7683,04
6.5	06-00-01	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO SIMPLES - DIÂMETRO 40CM	m	485,55	48,10	48,10	23354,96
6.6	06-18-05	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO SIMPLES - DIÂMETRO 30CM	m	40,00	34,24	34,24	1369,60
6.7	03-00-19	POÇO DE VISITA TIPO 1 - 1,40 X 1,40 X 1,40M	Unid.	6,00	2783,67	2783,67	16702,02
6.8	02-23-00	CHAMINÉ DE POÇO DE VISITA COM ALVENARIA DE UM TIJOLO COM UM	m	10,00	616,25	616,25	6162,50
6.9	05-00-18	INSTALAÇÃO DE TAMPAO PARA GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS - ARTICULADO, EXCETO FORNECIMENTO DE TAMPAO	Unid.	6,00	81,74	81,74	490,44
6.10	09-20-00	FORNECIMENTO DE TAMPAO DE FERRO FUNDIDO DÚCTIL CLASSE MÍNIMA A 400 (40T) D=600M M - NBR 10160 ARTICULADO - P/ GAL. ÁGUAS PLUV.	Unid.	6,00	308,54	308,54	1851,24
6.11	08-15-03	INSTALAÇÃO DE BOCA DE LEÃO SIMPLES COM GRELHA ARTICULADA, EXCETO FORNECIMENTO DA GRELHA	Unid.	4,00	1337,13	1337,13	5348,52
6.12	07-18-00	FORNECIMENTO DE GRELHA TIPO "BOCA DE LEÃO" DE FERRO FUND. DÚCTIL CL. MÍN.250 - 25T - DIM. APR=810X270MM - NBR 10160 - T. ARTICU. - P/ GAL. ÁGUAS PLUV.	Unid.	4,00	251,03	251,03	1004,12
6.13	01-16-00	REENCHIMENTO DE VALA COM COMPACTAÇÃO, SEM FORNECIMENTO DE TERRA	m³	735,77	7,86	7,86	5783,15
6.14	02-16-02	IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE	m²	210,22	2,57	2,57	540,27
6.15	02-15-03	REVESTIMENTO DE MASTIQUE ASFÁLTICO, COM ESPESURA DE 3,0CM	m²	210,22	33,99	33,99	7145,38

Fonte: A autora.

4.5.1 Custo Total

A estimativa total de custo da obra projetada se dá no valor de **R\$ 857.597,54** (oitocentos e cinquenta e sete mil e quinhentos e noventa e sete reais e cinquenta e quatro centavos). Com base em uma instalação totalmente renovada sem aproveitamento dos materiais e dispositivos existentes. Conforme apresentado no ANEXO A, B e C onde pode-se analisar a projeção das bocas de lobo, galerias e poços de visita.

5 CONCLUSÃO

Como diagnóstico do estudo desenvolvido no TCC-I, constatou-se que os problemas de danos na via pública em estudo, bem como os alagamentos no trecho mais crítico não estão diretamente ligados ao mal planejamento do sistema existente na própria via. Em um estudo mais aprofundado da bacia contribuinte a via apresentado no TCC-II nota-se a deficiência do sistema presente, localizado a montante do ponto crítico analisado apresentou falhas em alguns pontos.

O grande volume de escoamento superficial nas vias contribuintes que causa alagamento no ponto em análise se dá pelo fato da quantidade das bocas de lobo ser inferior a necessidade da via. Foram feitos cálculos para verificar qual parte do sistema que não estava de acordo com a necessidade, e através de planilhas de cálculos (já apresentadas acima), chega-se a conclusão de que as bocas de lobo existentes não suportam tal vazão de escoamento. Além disso, outros fatores intervenientes como a localização e manutenção das mesmas compromete o sistema das bocas de lobo. Assim ocasionam danos nas vias públicas, e conseqüentemente perdas e gastos ao município e a população. A construção dos novos dispositivos do sistema deve ser realizada de acordo com as necessidades de cada via apresentadas na Tabela 08, para que a vazão escoada ao ponto crítico em análise localizado na Rua Marajós não exceda o limite suportado pelo mesmo.

Foram desenvolvidos cálculos para verificação do escoamento superficial, a fim de verificar a capacidade do sistema, visto que a galeria existente atende a vazão escoada pelas vias, conclui-se que não se faz necessário a alteração nas galerias existentes.

Foi realizada uma estimativa de custo para implantação de um novo projeto, para a área em estudo; Um projeto de microdrenagem deve ser elaborado atentando-se a toda a demanda da bacia. Onde devem ser levados sempre em consideração todos os fatores pertinentes à mesma, para que assim possa se ter mais precisão, com a finalidade de garantir a eficácia do sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIDONE, F.; TUCCI, C. E. M. Microdrenagem. In: Tucci, C.E.M.; Porto, R.L.L.; Barros, M.T. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH, 1995, V.5, p.277- 347.
BOTELHO, Manoel Henrique Campos. **Águas de chuva**: Engenharia das águas pluviais nas cidades. 3ª ed. São Paulo: Blucher, 2011.

CETESB, **Drenagem urbana**: Manual de projeto. 3ºed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1980.

Tabelas de Custos – Infraestrutura Urbana - Custos Unitários: Disponível em:
<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/infraestrutura/tabelas_de_custos/index.php?p=204451> Acesso em 15 de outubro 2016.

Manual de Drenagem Urbana – SUDECAP. Disponível em:
<http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/files.do?evento=download&urlArqPlc=instrucao_tecnica_elaboracao_de_estudos_e_proj_drenagem_urbana_municipio_bh_out_2004.pdf>. Acesso em: 10 março. 2016.

Plínio Tomaz - Método Racional. Disponível em:
<http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos_livros/livro_metodo_calculos_vazao_capitulo02.pdf>. Acesso em 05 março. 2016.

MENEZES FILHO, F.C.M. de; COSTA, A.R. Sistemática de cálculo para o dimensionamento das galerias de águas pluviais: uma abordagem alternativa. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v.1, p16-17, 2012 34

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

CARDOSO NETO, Antônio. **Apostila Sistemas Urbanos de Drenagem**. Disponível na página da agência nacional de águas (ANA) <http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativasCDOC/ProducaoAcademica/Antonio%20Cardoso%20Neto/Introducao_a_drenagem_urbana.pdf> Acesso em 18/09/2016.

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

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

Google *Earth*. Google. Disponível para download em :<<https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>> Acesso em 10/09/2016.