

N. CLASS. M627,54
CUTTER D695d
ANO/EDIÇÃO 2015

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS - UNIS/MG

ENGENHARIA CIVIL

DANIELLE APARECIDA SILVA DAS DORES

**DRENAGEM URBANA: Estudo de caso da Avenida Comendador Manoel Sendas,
Bairro Parque das Américas – Varginha - MG**

**Varginha
2015**

DANIELLE APARECIDA SILVA DAS DORES

**DRENAGEM URBANA: Estudo de caso da Avenida Comendador Manoel Sendas,
Bairro Parque das Américas – Varginha - MG**

O trabalho de conclusão de curso apresentado, referente ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel.

**Varginha
2015**

DANIELLE APARECIDA SILVA DAS DORES

**DRENAGEM URBANA: Estudo de caso da Avenida Comendador Manoel Sendas,
Bairro Parque das Américas – Varginha - MG**

O trabalho de conclusão de curso apresentado, referente ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como pré-requisito para a obtenção do grau de bacharel pela Banca examinadora compostas pelos membros:

Aprovado em / /

Prof. Ms. Ivana Prado de Vasconcelos

Prof. Especialista Max Felipe Ferreira Marques

Prof. Especialista Ana Paula Figueiredo

OBS.:

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sempre estar presente em minha vida, e por sempre estar iluminando os meus caminhos e meus pensamentos.

Minha família por todo apoio me mostrando sempre os bons caminhos a ser seguidos, principalmente a minha mãe pelos conselhos e incentivos pra nunca desistir ao meu pai pelo exemplo de força e determinação e meu irmão por estar sempre me auxiliando e caminhando junto comigo.

Ao meu noivo, Oesley pelo apoio de todos os dias, paciência e compreensão, estando sempre ao meu lado me orientando e ajudando.

A professora Ivana Prado de Vasconcelos coordenadora do curso de Engenharia Civil, pela oportunidade de orientação, incentivo, paciência e muita dedicação.

Aos amigos de sala de aula, que estão sempre ao meu lado me incentivando e dando forças para sempre continuar caminhando, e que juntos nesses cinco anos compartilhamos momentos inesquecíveis e que levarei comigo para sempre.

RESUMO

Este trabalho visa apresentar um projeto de drenagem da Avenida Manoel Comendador Sendas, bairro Parque das Américas, Varginha/MG com a finalidade de minimizar ou eliminar os problemas existentes. Com o diagnóstico apresentado no TCC I, foram levantados dados do sistema atual e dados hidrológicos da região. Através do levantamento em campo da atual situação dos elementos de microdrenagem existentes tais como: bocas de lobos, galerias, sarjetas e poços de visitas. Com os dados encontrados foi possível analisar, caracterizar e diagnosticar as falhas existentes no sistema e solucionar reaproveitando o máximo do sistema existente. A drenagem urbana faz parte do projeto de melhoramentos públicos existentes em uma área urbana para sanar os problemas com águas de chuvas, influenciando diretamente a parte social e econômica, deve ser projetado de forma a diminuir custos e aumentar seus benefícios.

Palavras Chave: Microdrenagem; Drenagem Urbana; Planejamento.

ABSTRACT

This paper presents a drainage project Manoel Commander Sendas Avenue Park neighborhood of the Americas , Varginha / MG in order to minimize or eliminate the existing problems . With the diagnosis presented in the TCC I were raised data from the current system and hydrological data in the area. Through the field survey of the current situation of existing microdrainage elements such as: mouths of wolves , galleries , gutters and visits wells. With the data found it was possible to analyze, characterize and diagnose the flaws in the system and solve the maximum reusing the existing system. Urban drainage is part of the design of existing public improvements in an urban area to solve the problems with rain water , directly influencing social and economic part must be designed in order to reduce costs and increase their benefits .

Keywords: *microdrainage; Urbandraining; Planning.*

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Coeficientes de escoamento superficial.....	14
Tabela 2. Períodos de retorno em função da ocupação da área.....	15
Tabela 3. Coeficiente de rugosidade “ η ” de Manning.....	17
Tabela 4. Características dos condutos circulares parcialmente cheios.	18
Tabela 5. Cálculo da vazão máxima.....	19
Tabela 6. Cálculo da vazão máxima.....	20
Tabela 7. Cálculo de galerias.....	20
Tabela 8. Cálculo de galerias.....	20
Tabela 9. Cálculo das Bocas de Lobos.....	21
Tabela 10. Cálculo das Bocas de Lobos.....	21
Tabela 11. Cálculo das Tubulações Secundárias.....	21
Tabela 12. Cálculo das Tubulações Secundárias.....	21
Tabela 13. Cálculo Tubo de Lançamento.....	22
Tabela 14. Cálculo Tubo de Lançamento.....	22

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	6
1.1 Justificativa	6
2 OBJETIVO.....	8
2.1 Geral	8
2.2 Específicos	8
3 DIAGNÓSTICO.....	9
3.1 Características da bacia de contribuição.....	9
3.2 Caracterização do sistema existente.....	10
3.3 Análise de resultados.....	11
4 MEMORIAL PROJETO DO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL PARA O BAIRRO PARQUE DAS AMÉRICAS	12
4.1 MEMORIAL DESCRITIVO	12
4.1.1 Apresentação.....	12
4.1.2 Objeto.....	12
4.1.3 Área de projeto	12
4.2 Critérios e parâmetros	13
4.2.1 Estudos Hidrologicos	13
4.2.2 Estudos Hidraulicos	16
4.3 Memória de cálculo	18
4.3.1 Dimensionamento para as galerias.....	20
4.3.2 Dimensionamento das bocas de lobo	20
4.3.3 Dimensionamento da tubulações secundárias	21
4.3.4 Dimensionamento do tubo de lançamento	22
5 ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS E SERVIÇOS.....	23
5.1 Galerias.....	23
5.2 Poços de visitas.....	24
5.3 Bocas-de-lobo	24
5.4 Sarjetas e meios-fios:.....	24
5.5 Serviços.....	25
6 ESTIMATIVA DE CUSTO	26
7 CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS	32
ANEXO A – ABÁCO PARA DETERMINAR OS COEFICIENTES E RAIOS HIDRÁULICO PARA SEÇÕES CIRCULARES	33

1 INTRODUÇÃO

O caminho percorrido pela água da chuva sobre uma superfície pode ser topograficamente bem definido, ou não. Após a implantação de uma cidade, o percurso da água passa a ser determinado pelo traçado das ruas e acaba se comportando, tanto quantitativa como qualitativamente, de maneira bem diferente de seu comportamento original. O projeto de drenagem visa dotar à via de dispositivos capazes de coletar e conduzir adequadamente as águas que incidem sobre a mesma.

A drenagem urbana faz parte do projeto de melhoramentos públicos existentes em uma área urbana para sanar os problemas com águas de chuvas, influenciando diretamente a parte social e econômica, deve ser projetado de forma a diminuir custos e aumentar seus benefícios.

O sistema de drenagem deve ser entendido como o conjunto de infraestrutura existente na cidade para realizar a coleta, o transporte e o lançamento final das águas superficiais, sendo assim os dispositivos quando implantados, deverão ser planejados e gerenciados.

A manutenção e limpeza periódica das vias e dos elementos de microdrenagem são de suma importância para evitar que a água pluvial arraste os entulhos interferindo no seu bom funcionamento.

Com o estudo apresentado no TCC 1, através de levantamentos de dados para a bacia de contribuição da Avenida Comendador Manoel Sendas, bairro Parque das Américas Varginha MG, foi adquirido premissas para as falhas existentes no local.

Com os resultados encontrados, deu-se início ao desenvolvimento de um novo projeto, para amenizar ou eliminar as falhas tornando o sistema eficiente.

1.1 Justificativa

Ao realizar ou analisar um sistema de microdrenagem deve – se considerar benefícios que influenciam diretamente na parte social e econômica, deve ser projetado de forma a diminuir impactos e aumentar sua eficiência, como redução de custos de manutenção em ruas; melhoria no tráfego de veículos, benefícios à saúde e meio ambiente.

O sistema de drenagem urbana deve ser entendido como o conjunto de infraestrutura existente na cidade para realizar a coleta, o transporte e o lançamento final das águas

superficiais.

O processo de urbanização, quando realizado sem planejamento e sem o estudo da ocupação do solo, aumenta as superfícies impermeáveis, causando impactos como o aumento do volume de escoamento superficial, das vazões de picos, trazendo como consequência a superação do sistema de drenagem das cidades. Isso tem tornado mais frequentes as ocorrências de inundações ou enchentes que trazem prejuízos sociais e financeiros para a população.

A Avenida Manoel Comendador Sendas situada no Bairro Parque das Américas, município de Varginha não é marcada por históricos de alagamentos ou enchentes, porém em decorrência do processo de urbanização e a combinação de vários outros fatores como, exploração da natureza, poluição dos cursos d'água, entupimentos de bocas de lobos e falta de manutenção nos elementos de microdrenagem, começa a surgir os efeitos dessas falhas.

Justifica-se assim o estudo de caso e a proposta de aplicação de projetos e obras de manutenção no bairro como alternativas eficientes, para o controle das águas pluviais excedentes, reduzindo os gastos do município com manutenção de vias públicas, bem como melhorias nas condições de circulação de veículos e pedestres.

2 OBJETIVO

2.1 Geral

Propor melhorias para o sistema de drenagem existente no Bairro Parque das Américas, município de Varginha.

2.2 Específicos

- Caracterizar e diagnosticar o sistema de microdrenagem existente no Bairro Parque das Américas;
- Analisar os dados hidrológicos e hidráulicos;
- Propor soluções para minimizar ou eliminar os problemas de microdrenagem existentes;

3 DIAGNÓSTICO

3.1 Características da bacia de contribuição.

A bacia de contribuição em estudo tem uma área de 221.319,36 m² (duzentos e vinte dois mil e trezentos oitenta e dois e trinta seis metros quadrados). A contribuição de área verde na bacia é de 22.491,00m² (vinte e dois mil, quatrocentos e noventa e um metros quadrados) correspondente 10,16% da área total, a área residencial predominantemente unifamiliar é de 126.348,38 m²(cento vinte e seis mil trezentos e quarenta oito e trinta oito metros quadrados) que equivale 57,1% da área total, a área comercial representa 23.178 m² (vinte e três mil cento e setenta e oito metros quadrados) 10,47% da área total, a área pavimentada corresponde 49301,98 m² (quarenta nove mil trezentos e um noventa oito metros quadrados) 22,27 % somando o total da área da bacia. O bairro possui 2 (dois) pontos de lançamento de águas pluvial, sendo assim necessário dividir a bacia de contribuição em 2 (duas) de acordo com a área de contribuição de cada ponto de lançamento representado na Figura 1.

A bacia 1 (um) tem uma área de 105.430,36 m² (cento e cinco mil, quatrocentos e trinta e trinta e seis metros quadrados). Constituída de 2.312 m² (dois mil e trezentos e doze metros quadrados) de área verde, uma área comercial de 14.333,00 m²(quatorze mil trezentos e trinta e três metros quadrados), somando uma área residencial de 56.419,37 m²(cinquenta e seis mil, quatrocentos e dezenove, e trinta sete metros quadrados), e a área pavimentada representa uma área de 32.365,99m²(trinta e dois mil trezentos e sessenta cinco noventa e nove metros quadrados).

Conforme figura 2 a cota do ponto mais alto é de 925m da sub-bacia e a do mais baixo é 850 m. A distância entre o divisor mais distante até o trecho em estudo é de 818m, e a distancia entre os dois trechos em linha reta é de 756m.

A bacia de contribuição 2 (dois) tem uma área de 115.889,00 m²(cento e quinze mil oitocentos e oitenta nove metros quadrados) , composta por 20.179,00 m²(vinte mil cento e setenta nove metros quadrados) de área verdes, uma área comercial de 8.845,00 m²(oito mil oitocentos e quarenta cinco metros quadrados), a área residencial contribui com 69.929,01 m²(sessenta nove mil e novecentos e vinte nove e um metros quadrados) e a área pavimentada de 16.935,99 m²(dezesseis mil, novecentos e trinta e cinco noventa e nove metros quadrados).

Conforme Figura 2 a cota do ponto mais alto é de 920m da sub-bacia e a do mais baixo é 855m. A distância entre o divisor mais distante até o trecho em estudo é de 761m, e a

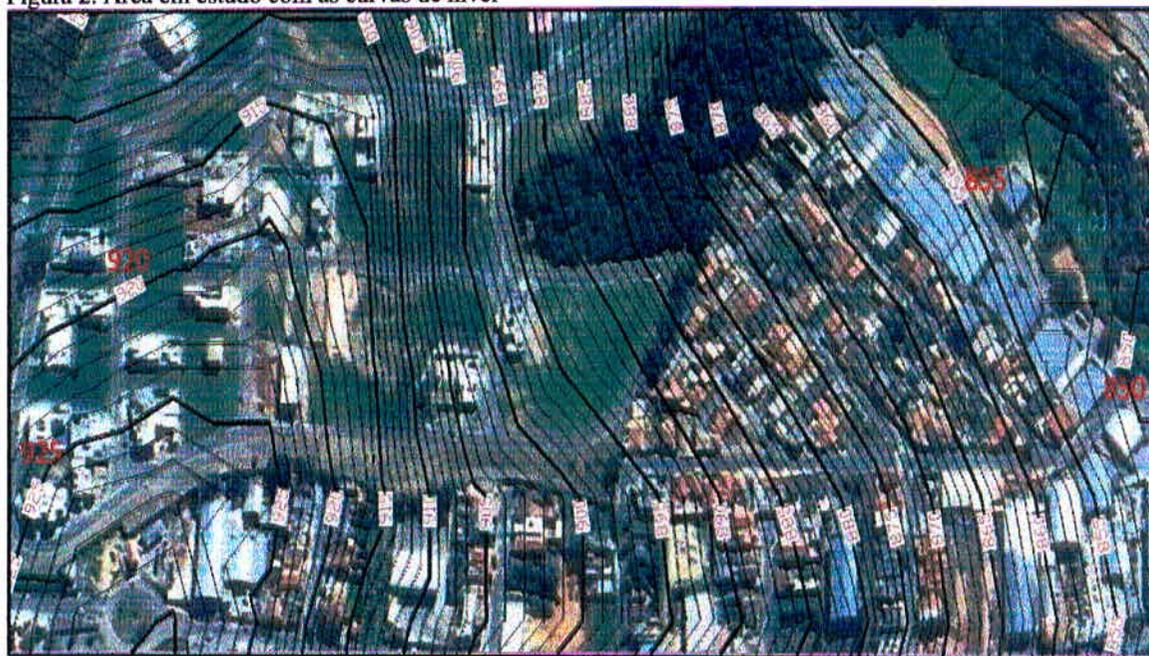
distancia entre os dois trechos em linha reta é de 541m.

Figura 1. Delimitação das Sub-bacias de Contribuição 1 e 2



Fonte: Google Earth Pro- acesso 24/05/2015

Figura 2. Área em estudo com as curvas de nível



Fonte: Autocad 2012- acesso 01/07/2015

3.2 Caracterização do sistema existente.

O bairro Parque das Américas possui 4 (quatro) poços de visitas que podem ser identificados, (17) dezessete bocas de lobo simples com dimensão de 15x 60 cm, não possui sarjetas de concreto o que não interfere no escoamento superficial, os meios fio possui uma altura de 15 cm. O diâmetro das galerias é de 600mm, detectado através das aberturas do PV's(Poços de visitas).

Na Avenida em análise, ao seu lado esquerdo são localizados os barracões industriais e de comércio, onde ocorre poças de água durante o período da chuva, assim contribuindo para que ocorra infiltração nas trincas existentes pelo excesso de peso dos veículos, danificando a pavimentação. Existe trecho com ausência e presença de meio fio, pois os barracões adaptaram a via de acordo com sua necessidade, rebaixando o passeio e os meios fios.

A falta de manutenção dos elementos de microdrenagem contribui para o seu mau funcionamento. No bairro Parque das Américas podemos observar poços de visitas coberto parcialmente pelo asfalto ou até mesmo por concreto impedindo a verificação das tubulações, manutenção e limpeza dos mesmos. Algumas bocas de lobos estão cobertas por vegetação e até mesmo entupidas com lixos lançados pela população nas vias.

3.3 Análise de resultados

De acordo com os cálculos realizados no TCC 1 pode observar que a capacidade de vazão das galerias existentes no local de estudo atende a vazão de chuva da bacia, mesmo trabalhando em condições desfavoráveis, onde considera as vazões das bacias totalmente entubada. As bocas de lobo existentes não suportam a vazão, assim não sendo suficientes para conduzir as águas para as tubulações que serão lançadas nos pontos de destinação final. A falta de manutenção dos elementos agrava mais ainda a situação, pois se em bom funcionamento não atende a demanda, imagina se com as suas funções comprometidas.

Diante dos problemas relacionados à drenagem urbana no bairro Parque das Américas é evidente que na construção desse sistema houve falhas. Os desencadeamentos dessas falhas podem ser visto na quantidade de bocas de lobo no local, a inexistência das sarjetas de concreto e a falta de manutenção dos poços de visitas, bocas de lobos e os meios-fios em que alguns pontos são inexistentes.

A princípio pode se adotar algumas medidas de correção como: limpeza de bocas de lobo e galerias; uma conscientização no Bairro para os impactos causados dos resíduos no sistema de drenagem, implantação ou ampliação da capacidade de bocas de lobo, sarjetas de concreto e galerias, sendo importante desenvolver um novo dimensionamento da mesma para solucionar ou amenizar os problemas existentes.

4 MEMORIAL PROJETO DO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL PARA O BAIRRO PARQUE DAS AMÉRICAS

4.1 MEMORIAL DESCRITIVO

4.1.1 Apresentação

Este memorial tem por finalidade apresentar a metodologia empregada e os parâmetros adotados a fim de mostrar os resultados do projeto complementar de drenagem de águas pluviais, elaborado para a Avenida Comendador Manoel Sendas, Bairro Parque das Américas, Varginha/MG.

Os dados necessários para a elaboração do projeto foram obtidos através da colaboração da Prefeitura Municipal de Varginha e registros adquiridos em visitas técnicas.

4.1.2 Objeto

O objeto das especificações é o projeto de drenagem onde é baseado em estudos hidrológicos e hidráulicos, e tem como objetivo fornecer subsídios necessários para a construção de todos os dispositivos de drenagem das áreas em estudo. O sistema de drenagem da área consiste no projeto de galerias, sarjeta, boca de lobo e outros elementos do sistema, cuja finalidade é canalizar as águas coletadas até um ponto de lançamento localizado as margens da Avenida Comendador Manoel Sendas.

4.1.3 Área de projeto

A área em estudo está localizada no Bairro Parque das Américas, município de Varginha MG, próximo a Avenida dos Viajantes, rodovia MG- 167.

Onde o ponto de estudo é a Avenida Manoel Comendador Sendas e ao seu redor situam – se barracões industriais ou de comércio e áreas verdes.

O bairro Parque das Américas tem como ocupação predominante áreas residenciais tipo uni familiares, tendo concentração de comercio apenas na Avenida Comendador Manoel Sendas. A área da bacia de contribuição é de 221.319,36 m² (duzentos e vinte dois mil e trezentos oitenta e dois e trinta seis metros quadrados) onde a área verde representa

22.491,00m² (vinte e dois mil, quatrocentos e noventa e um metros quadrados) correspondente 10,16% da área total, a área residencial predominantemente uni-familiares é 126.348,38 m²(cento vinte e seis mil trezentos e quarenta oito e trinta oito metros quadrados) que equivale 57,1% da área total, a área comercial representa 23.178 m² (vinte e três mil cento e setenta e oito metros quadrados) 10,47% da área total, a área pavimentada corresponde 49301,98 m² (quarenta nove mil trezentos e um noventa oito metros quadrados) 22,27 % somando o total da área da bacia. O bairro possui 2 (dois) pontos de lançamento de águas pluviais, sendo assim necessário dividir a bacia de contribuição em 2 (duas) sub bacias para obter e analisar a contribuição para cada ponto de lançamento. Foram desconsiderados alguns pequenos trechos ao redor da Avenida México, pois sua contribuição para o projeto era mínima ou até nula às vezes, por falta de trajetos causados pelas formas de ocupação do bairro. Assim sendo importante ser consideradas no estudo e realização dos projetos referentes a bairros vizinhos.

4.2 Critérios e parâmetros

4.2.1 Estudos Hidrológicos

De acordo com Plinio (2011) o método racional é o mais utilizado para determinar a vazão de projeto para bacias pequenas com área de drenagem inferior a 3km² (300ha). Estabelecendo uma relação da água de chuva com o escoamento superficial. O Método Racional pode ser colocado sob a seguinte equação:

$$Q = C m . I . A \quad (1)$$

Onde:

- Q** Vazão de pico (m³/s)
- C** Coeficiente de escoamento superficial varia de 0 a 1
- I** Intensidade média da chuva (mm/h)
- A** Área de drenagem (km²)

O coeficiente “C” de escoamento superficial é também conhecido como coeficiente de “run-off” ou coeficiente de deflúvio. Por definição coeficiente de “run-off” é a razão entre o

volume total de escoamento superficial no evento e o volume total precipitado (Tucci, RBRH,2000).

Para efeito de projeto é usado o coeficiente de acordo com a tabela 1 apresentada abaixo:

Tabela 1. Coeficientes de escoamento superficial.

DESCRIÇÃO DA ÁREA DE DRENAGEM	VALORES TÍPICOS DE C
Residenciais	
Unifamiliares	0,30 - 0,50
Edifícios com área verde contígua	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)

Quando a bacia apresenta uma ocupação muito variada usa a media ponderada dos valores em relação às respectivas áreas de influência, resultando então na equação.

$$C = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + C_3 \cdot A_3 + \dots + C_n \cdot A_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \quad (2)$$

Onde:

$C_1, C_2, C_3 \dots C_n$ = coeficientes de escoamento correspondente as áreas $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$

C = coeficiente de escoamento da media ponderada

A intensidade da precipitação é estimada de acordo com o tempo de concentração da bacia e o tempo de retorno. Quanto menor o tempo de concentração, maior a intensidade e maior será a vazão específica média a ser adotada. Da mesma forma, quanto maior o tempo de retorno, maior será a vazão específica natural afirma Tucci (1995).

$$i = \frac{k \cdot Tr^a}{(t_c + b)^c} \quad (3)$$

Onde:

I: Intensidade máxima média de precipitação em mm

Tr: Período de retorno (anos)

K, a, b, c: São parâmetros locais obtidos por regressão não linear, com base nas informações extraídas do pluviômetro

T_c: Tempo de concentração (minutos)

Plinio, Tomaz (2011) afirma que o período de retorno é o intervalo médio em que um evento hidrológico é igualado ou superado ao menos uma vez.

Segundo Tucci(1995), o período de retorno pode variar de 2 a 10 anos de acordo com as áreas ocupadas.

Para o projeto foi adotado um tempo de retorno de 5 anos conforme tabela 2 abaixo:

Tabela 2. 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	2-5
Micro-drenagem	Áreas comerciais e artérias de tráfego.	5-10
Macro-drenagem	Áreas Comerciais e residenciais	50-100
Macro-drenagem	Áreas de importância específica	500

Fonte: DNIT(2006)

O tempo de concentração da bacia é o tempo necessário para que toda a bacia estudada contribua para o escoamento superficial da seção, ou seja, o tempo que leva uma gota d'água para ir do ponto mais afastado da bacia até o ponto em estudo.

Para o cálculo de Ts, usa-se a fórmula de George Ribeiro, Botelho (2011):

$$Ts = \frac{16 * L}{(1,05 - 0,2 p) * (100 * lm)^{0,04}} \quad (4)$$

Sendo:

L: comprimento mais distante do percurso da água

P: porcentagem de cobertura vegetal

Im: $\Delta L/L$ (diferenças de cotas/ comprimento em linha reta)

A partir do ponto inicial do sistema de drenagem deve-se acrescentar o tempo de percurso do escoamento calculado através do método cinemático, conforme indicado na equação 5 abaixo:

$$T_c = T_s + t_a \quad (5)$$

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 $t_a = 10$ min.

Ainda para determinação do “Ts”, é necessário calcular a declividade média (Im), para isso faz-se o uso da equação 6 apresentada:

$$I_m = \frac{\Delta h}{L} \quad (6)$$

Onde:

Δh: Diferença entre a maior e menor cota

L: Distância entre os trechos em linha reta

4.2.2 Estudos Hidraulicos

As bocas de lobo devem ser locadas nos pontos mais baixos respeitando como medida de segurança, a abertura máxima de uma boca de lobo de 0,15m, e nos dois sentidos da rua quando o escoamento pela sarjeta esteja saturado Tucci, (2011).

O tipo de boca de lobo existente no local em estudo é do tipo simples. A fim de minimizar gastos foi efetuado o calculo da capacidade de engolimento com as dimensões

reais. Devido a localização das mesmas e a situação de funcionamento de algumas estarem comprometidas e o aumento de bocas de lobos com a mesma dimensão para conseguir suportar a demanda do sistema. Sendo mais viável para a situação atual, o cálculo foi modificado aumentando as suas dimensões assim tendo uma maior capacidade de engolimento individual.

Tucci (2011) a água que acumula sobre a boca de lobo gera uma lamina de água com altura menor que a abertura da guia, essa guia é considerada um vertedor e sua capacidade de engolimento é calculada através da equação 7 apresentada:

$$Q = 1,7Ly^{3/2} \quad (7)$$

Onde:

Q: vazão máxima esgotada(m³/s)

Y: altura da água próxima a abertura da guia (m)

L: Comprimento da soleira (m)

Para o dimensionamento das galerias adota a equação 8 de “Manning”, para o escoamento da vazão de projeto funcionar em regime permanente uniforme Plínio, Tomaz (2011).

$$Q = \frac{Am \cdot Rh^{2/3} \cdot I^{0,5}}{\eta} \quad (8)$$

Onde:

Q: Vazão real de projeto

Rh: Raio hidráulico da seção Área molhada/Perímetro molhado

I: Declividade m/m, dado em projeto

η: Rugosidade do material

Tabela 3. 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 – (20/05/2015)

Para o ajuste da vazão e o cálculo da velocidade da tubulação se dá para diferentes relações Y/D como é mostrado na tabela 4.

Tabela 4. Características dos condutos circulares parcialmente cheios.

Autor / Instituição	V _{mín} (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 Araujo (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	-	0,7
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)

As galerias existentes foram todas aproveitadas para o novo projeto, exceto o trecho da Avenida México que antecede a Rua Cuba, sendo mais economico pois esse trecho teria uma mudança de declividade devido a Rua Cuba necessitar de galeria e termos que trabalhar com a inclinação inversa para se destinar a água.

Dos poços de visitas existentes, foi reaproveitado apenas 1(um).

4.3 Memória de cálculo

A seguir estão explícitas as planilhas utilizadas para cálculo e dimensionamento do projeto.

Dados de Entrada Sub bacia 1

Cm	0,54000
p	0,01040
L	0,81800
Im	0,01000
T	5,00000

Km

(2 a 10 anos)

itranssarjeta	0,05000
itransrua	0,02000
hmeiofio	0,15000
largsarjeta	0,50000
n	0,01400

m/m

(0,013 a 0,016)

F	0,8
---	-----

Cálculos

ts	12,4895	mm/h
tc	22,4895	
i	72,9239	

z1	20,0000
z2	50,0000
yo	0,1200
y1	0,0950

Tabela 5. Cálculo da vazão máxima

Rua	Trecho	Área		Q		L	Im	QS	Qsreal	QexcME	Qex MD	
		Direita	Esquerda	Direita	DH							
Sub - Baía 1												
Mexico	1 a 2	1674,55	5355,47	0,018	0,059	12,0	115,9	0,104	0,12	0,09	-0,08	-0,04
Cuba	3 a 2	3345,17	2290,86	0,037	0,025	0,6	110,7	0,005	0,03	0,02	0,01	0,00
Mexico	2 a 4	604,93	3461,55	0,087	0,096	13,0	97,2	0,134	0,13	0,11	-0,02	-0,01
Nicaragua	5 a 4	883,46	915,58	0,010	0,010	4,0	51,0	0,078	0,10	0,08	-0,07	-0,07
Mexico	4 a 6	973,9	4680,17	0,117	0,148	13,0	102,0	0,127	0,13	0,10	0,01	0,04
Venezuela	7 a 6	1941,71	1699,52	0,021	0,019	4,0	93,0	0,043	0,08	0,06	-0,04	-0,04
Mexico	6 a 8	1180,3	3418,75	0,170	0,185	6,0	73,0	0,082	0,11	0,08	0,09	0,10
Comendador	9 a 8	2502,29	4678,33	0,027	0,051	1,0	103,0	0,010	0,04	0,03	0,00	0,02
Comendador	10 a 8	4520,52	2598,82	0,049	0,028	2,0	104,4	0,019	0,05	0,04	0,01	-0,01

Fonte: A autora

Dados de Entrada Sub bacía 2

Cm	0,43000	Km
p	0,09120	
L	0,76100	
Im	0,12000	
T	5,00000	

(2 a 10 anos)

itranssarjeta	0,05000	m/m
itransrua	0,02000	
hmeloflo	0,15000	
largsarjeta	0,50000	
n	0,01400	

(0,013 a 0,016)

F 0,8

Cálculos

ts	12,4895	mm/h
tc	22,4895	
i	72,9239	

z1	20,0000
z2	50,0000
yo	0,1200
y1	0,0950

Tabela 6. Cálculo da vazão máxima

Rua	Trecho	Esquerda	Área		Q		L	Im	QS	Qsreal	QexcME	Qex MD
			Direita	Esquerda	Direita	DH						
Sub - Bacia 2												
Nicarágua	1 a 2	3118,47	3565,28	0,028	0,032	4,0	134,5	0,030	0,06	0,05	-0,02	-0,02
Chile	2 a 3	1171,82	2083,86	0,039	0,051	10,0	68,9	0,145	0,14	0,11	-0,07	-0,06
Venezuela	4 a 3	3129,32	3531,1	0,028	0,032	5,0	155,1	0,032	0,07	0,05	-0,02	-0,02
Chile	3 a 5	1999,43	765,07	0,057	0,118	9,0	86,1	0,105	0,12	0,09	-0,04	0,02
Comendador	6 a 5	4513,31	1323,04	0,041	0,012	3,0	144,1	0,021	0,05	0,04	0,00	-0,03

Fonte: A autora

4.3.1 Dimensionamento para as galerias

Tabela 7. Cálculo de galerias

Rua	Trecho	Qgal (Mesquerda)	Qgal (Mdireita)	Fator de majoracao	Qdim	I	N	D calc(m)	Comercial (mm)
Sub - bacia 1									
Cuba	3 a 2	0,037	0,025	1,066	0,058	0,005	0,014	0,29	400
México	2 a 4	0,087	0,096	1,066	0,172	0,134	0,014	0,24	400
México	4 a 6	0,117	0,148	1,066	0,248	0,127	0,014	0,27	400
México	6 a 8	0,170	0,185	1,066	0,333	0,082	0,014	0,33	400
Comendador	9 a 8	0,027	0,051	1,066	0,074	0,010	0,014	0,28	400
Comendador	10 a 8	0,049	0,028	1,066	0,073	0,019	0,014	0,25	400

Fonte: A autora

Tabela 8. Cálculo de galerias

Rua	Trecho	Qgal (Mesquerda)	Qgal (Mdireita)	Fator de majoracao	Qdim	I	N	D calc(m)	Comercial (mm)
Sub - bacia 2									
Chile	3 a 5	0,057	0,118	1,066	0,164	0,105	0,014	0,24	400
Comendador	6 a 5	0,041	0,012	1,066	0,049	0,021	0,014	0,21	400

Fonte: A autora

4.3.2 Dimensionamento das bocas de lobo

Tabela 9. Cálculo das Bocas de Lobos

Rua	Trecho	Qme	Qmd	H Bl (m)	L me (m)	L md (m)	Fator de Majoracao	L real Me	L real Md	Adotado Me	Adotado Md	n° de BL's Me	n° de BL's Md
Sub – bacia 1													
Cuba	3 a 2	0,037	0,025	0,155	0,35	0,24	1,2	0,42	0,29	0,8	0,8	1	1
Mexico	2 a 4	0,025	0,096	0,155	0,24	0,93	1,2	0,29	1,12	0,8	0,8	1	2
Mexico	4 a 6	0,092	0,051	0,155	0,89	0,49	1,2	1,06	0,59	0,8	0,8	2	1
Mexico	6 a 8	0,078	0,134	0,155	0,75	1,29	1,2	0,90	1,55	0,8	0,8	2	2
Comendador	9 a 8	0,027	0,051	0,155	0,26	0,49	1,2	0,32	0,59	0,8	0,8	1	1
Comendador	10 a 8	0,049	0,028	0,155	0,48	0,27	1,2	0,57	0,33	0,8	0,8	1	1

Fonte: A autora

Tabela 10. Cálculo das Bocas de Lobos

Rua	Trecho	Qme	Qmd	H Bl (m)	L me (m)	L md (m)	Fator de Majoraçã	L real Me	L real Md	Adotado Me	Adotado Md	n° de BL's Me	n° de BL's Md
Sub – bacia 2													
Chile	3 a 5	0,057	0,118	0,155	0,55	1,14	1,2	0,66	1,37	0,8	0,8	1	2
Comendador	6 a 5	0,041	0,012	0,155	0,39	0,12	1,2	0,47	0,14	0,8	0,8	1	1

Fonte: A autora

4.3.3 Dimensionamento da tubulações secundárias

Tabela 11. Cálculo das Tubulações Secundárias

Rua	Trecho	Qme	Qmd	Fator de majoração	Qdim Me	Qdim Md	I	N	D Calc. Me	D Calc. Md	D adot. Me	D Adot. Md
Sub – bacia 1												
Cuba	3 a 2	0,037	0,025	1,066	0,039	0,027	0,05	0,014	0,16	0,14	300	300
Mexico	2 a 4	0,025	0,096	1,066	0,027	0,103	0,05	0,014	0,14	0,23	300	300
Mexico	4 a 6	0,092	0,051	1,066	0,098	0,055	0,05	0,014	0,23	0,18	300	300
Mexico	6 a 8	0,078	0,134	1,066	0,083	0,143	0,05	0,014	0,22	0,26	300	300
Comendador	9 a 8	0,027	0,051	1,066	0,029	0,055	0,05	0,014	0,15	0,18	300	300
Comendador	10 a 8	0,049	0,028	1,066	0,053	0,030	0,05	0,014	0,18	0,15	300	300

Fonte: A autora

Tabela 12. Cálculo das Tubulações Secundárias

Rua	Trecho	Qme	Qmd	Fator de majoração	Qdim Me	Qdim Md	I	N	D Calc. Me	D Calc. Md	D adot. Me	D Adot. Md
Sub – bacia 2												
Chile	3 a 5	0,0568	0,1181	1,066	0,061	0,126	0,05	0,014	0,19	0,25	300	300

Comendador	6 a 5	0,0408	0,0120	1,066	0,043	0,013	0,05	0,014	0,17	0,11	300	300
------------	-------	--------	--------	-------	-------	-------	------	-------	------	------	-----	-----

Fonte: A autora

4.3.4 Dimensionamento do tubo de lançamento

Tabela 13. Cálculo Tubo de Lançamento

Saídas	Q	Fator de majoração	Qdim	I	N	D calc(m)	Comercial (mm)
A	0,511	1,066	0,545	0,02	0,016	0,545	600

Fonte: A autora

Tabela 14. Cálculo Tubo de Lançamento

Saídas	Q	Fator de majoração	Qdim	I	N	D calc(m)	Comercial (mm)
A	0,228	1,066	0,214	0,083	0,014	0,279	400

Fonte: A autora

5 ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS E SERVIÇOS

OBRA: REDIMENSIONAMENTO DE REDE DE DRENAGEM PLUVIAL

LOCAL: BAIRRO PARQUE DAS AMERICAS

CIDADE: VARGINHA - MG

O novo sistema de drenagem urbana do **bairro Parque das América**, será composto por meios fios, sarjetas, sarjetões, bocas-de-lobo simples, poços de visitas e galerias.

5.1 Galerias

As galerias propriamente ditas são os condutos destinados ao escoamento das águas de precipitações coletadas, até seu destino final. As galerias serão de tubos de concreto, de seção circular

As manilhas de diâmetro até 40 cm serão de tubos de concreto, deverão enquadrar-se na especificação EB-6, Classe C-1 da ABNT.

O serviço de escavação e assentamento dos tubos deve seguir as recomendações: a escavação a ser realizada será mecanizada.

A altura mínima de terra acima da geratriz superior da bolsa das galerias será de 1,00 metro ou 1,50, respeitando o maior dos dois.

A rede de drenagem deve respeitar sempre o centro da via de rolamento.

A reposição de terra até a altura de 30 cm acima da geratriz superior do tubo, será feita manualmente, evitando-se a presença de pedras e corpos estranhos.

A geratriz superior externa do tubo deverá ficar com recobrimento mínimo de 1,50 ou 1,0 metro.

Os aterros serão executados com material retirados da escavação, desde que este esteja sem detritos vegetais, em camadas sucessivas e compactadas.

A compactação deverá ser feita por processo mecânico ou manual, até atingirem um grau de compactação pelo menos igual ao do solo adjacente.

Para que obtenhamos a declividade e alinhamento desejado, utilizaremos no assentamento dos tubos duas régua fixadas na posição horizontal, uma a jusante e outra a montante do terreno em questão. Faz-se o nivelamento em função da declividade, estica-se

uma linha de nylon, sendo fixadas nas duas régua niveladas de tal maneira que após o assentamento dos tubos a linha coincida com a geratriz superior externa dos tubos.

5.2 Poços de visitas

Os poços de visita são as câmaras de acesso às galerias, facilitando a inspeção, limpeza e reparos das mesmas.

Sua localização ser feita; nos pontos de mudança de direção das galerias; de junções de galerias entre si e com condutos de ligação; de mudança secção de galerias; nas extremidades de montante das mesmas; no máximo a cada 80 metros, nas mudanças de greides das galerias, conforme o projeto.

Os poços de visita terão tampões de ferro fundido com diâmetro igual a 600mm.

Sua confecção será em alvenaria estrutural, sem revestimento, sendo a laje com abertura excêntrica e fundida no local.

A chaminé dos poços será em alvenaria estrutural, com diâmetro de 0,60 m, devendo o mesmo receber um tampão de ferro fundido.

5.3 Bocas-de-lobo

As bocas de lobo são os dispositivos destinados a promover o afluxo de águas pluviais em escoamento na superfície do solo, para o interior das manilhas.

Deverão ser executados rigorosamente conforme modelo anexo no projeto, em concreto traço 1:3:4 adensado com vibradores de imersão.

Os lastros do fundo das bocas de lobo deverão ser executados em concreto traço 1:2:3 vibrados com vibradores de imersão e deverão possuir inclinação suficiente para evitar deposição de materiais e empoçamento de água.

5.4 Sarjetas e meios-fios:

As sarjetas serão de concreto com espessura de 5 cm por 80cm de largura, inclinada cerca de 5% em relação ao meio-fio, em traço 1:3:4 vibrado adequadamente.

Serão construídos os meios-fios e sarjetas em estrutura de concreto moldada no local

ao longo de toda a bacia.

Os meios-fios terão 15 centímetros de altura e as sarjetas terão 80 centímetros de largura.

A espessura de concreto da sarjeta será de 5 centímetros.

A resistência do concreto será de 15 MPa e durante os primeiros 21 dias a estrutura será “curada” continuamente.

5.5 Serviços

A obra será executada conforme especificações que segurem dentro das normas de construção e obedecendo aos desenhos e detalhes do projeto.

O projeto estrutural, projeto arquitetônico e memorial descritivo, são complementares entre si, devendo o empreiteiro ao apresentar a sua proposta, declarar que não encontrou qualquer divergência entre os mesmos, nem dúvidas na interpretação dos detalhes.

Os materiais que não satisfizerem as especificações ou forem julgados inadequados, não serão utilizados na execução do projeto.

Caso haja dúvida quanto ao projeto ou a execução, esta deverá ser esclarecida com antecedência, através do contato com o engenheiro fiscal.

6 ESTIMATIVA DE CUSTO

O levantamento foi estimado de acordo com a planilha de custo de infraestrutura do Estado de São Paulo a seguir.

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA DE CUSTOS			
EMPRESA: UNIS - MG			
OBRA: ADEQUAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL BAIRRO PARQUE DAS AMERICAS			DATA: OUTUBRO DE 2015
LOCAL: VARGINHA-MG			FORMA DE EXECUÇÃO:
REGIÃO/MÊS DE REFERÊNCIA: OUTUBRO DE 2015			() DIRETA () INDIRETA
PRAZO DE EXECUÇÃO:			LDI

Item	Cód.	Descrição	Unid.	Quant.	Preço unitário s/ ldi	Preço unitário c/ ldi	Preço total
1 SERVIÇOS PRELIMINARES							
1		SERVIÇOS PRELIMINARES					
1.1	01-15-00	NIVELAMENTO DO EIXO DE VIA PÚBLICA INCLUSIVE SOLEIRAS, GUIAS E TAMPÕES.	m	1037,25	3,46	3,46	3.588,89
1.2	02-01-02	SONDAGEM COM EXTRAÇÃO DE AMOSTRAS NAS CONDIÇÕES NATURAIS	unidade	35	76,68	76,68	2.683,80
1.3	02-06-04	ENSAIOS DE LABORATÓRIO - COMPACTAÇÃO	ensaio	25	188,70	188,70	4.717,50
2 RUA CUBA							
2.1	04-05-00	ESCAVAÇÃO MECÂNICA PARA FUNDAÇÕES E VALAS COM PROFUNDIDADE MAIOR QUE 4,0M	m³	178,42	9,13	9,13	1.628,97
2.2	06-04-00	ESCORAMENTO CONTÍNUO DE MADEIRA PARA CANALIZAÇÃO DE TUBOS	m²	222,80	53,94	53,94	12.017,83
2.3	06-06-00	LASTRO DE CONCRETO FCK=10MPA	m³	4,44	263,75	263,75	1.171,05
2.4	06-09-00	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO SIMPLES - DIÂMETRO 40CM	m	231,80	48,68	48,68	11.284,02
2.5	06-07-00	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO SIMPLES - DIÂMETRO 30CM	m	20,00	34,24	34,24	684,80
2.6	06-18-01	POÇO DE VISITA TIPO 1 - 1,40 X 1,40 X 1,40M	unidade	1,00	2.783,67	2.783,67	2.783,67

2.7	06-18-03	POÇO DE VISITA TIPO 3 - 2,20 X 2,20 X 2,20M	unidade	1,00	5.592,88	5.592,88	5.592,88
2.8	06-19-00	CHAMINÉ DE POÇO DE VISITA COM ALVENARIA DE UM TIJOLO COMUM	m	2,00	616,25	616,25	1.232,50
2.9	06-20-03	INSTALAÇÃO DE TAMPÃO PARA GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS - ARTICULADO, EXCETO FORNECIMENTO DE TAMPÃO	unidade	2,00	81,74	81,74	163,48
2.10	06-20-21	FORNECIMENTO DE TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO DÚCTIL CLASSE MÍNIMA 400 (40T) D=600MM - NBR 10160 ARTICULADO - P/ GAL. ÁGUAS PLUV.	unidade	2,00	308,54	308,54	617,08
2.11	06-22-03	BOCA DE LOBO SIMPLES	unidade	2,00	1.244,27	1.244,27	2.488,54
2.12	04-09-00	REENCHIMENTO DE VALA COM COMPACTAÇÃO, SEM FORNECIMENTO DE TERRA	m³	155,68	7,86	7,86	1.223,64
2.13	05-26-00	IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE	m²	44,48	2,57	2,57	114,31
2.14	05-31-00	REVESTIMENTO DE MASTIQUE ASFÁLTICO, COM ESPESSURA DE 3,0CM	m²	44,48	33,99	33,99	1.511,88
3	RUA CHILE						
3.1	04-05-00	ESCAVAÇÃO MECÂNICA PARA FUNDAÇÕES E VALAS COM PROFUNDIDADE MAIOR QUE 4,0M	m³	24,00	9,13	9,13	219,12
3.2	06-06-00	LASTRO DE CONCRETO FCK=10MPA	m³	0,60	263,75	263,75	158,25
3.3	06-07-00	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO SIMPLES - DIÂMETRO 30CM	m	20,00	34,24	34,24	684,80
3.4	06-18-01	POÇO DE VISITA TIPO 1 - 1,40 X 1,40 X 1,40M	unidade	2,00	2.783,67	2.783,67	5.567,34
3.5	06-19-00	CHAMINÉ DE POÇO DE VISITA COM ALVENARIA DE UM TIJOLO COMUM	m	3,00	616,25	616,25	1.848,75
3.6	06-20-03	INSTALAÇÃO DE TAMPÃO PARA GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS - ARTICULADO, EXCETO FORNECIMENTO DE TAMPÃO	unidade	2,00	81,74	81,74	163,48
3.7	06-20-21	FORNECIMENTO DE TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO DÚCTIL CLASSE MÍNIMA 400 (40T) D=600MM - NBR 10160 ARTI - P/ GAL. ÁGUAS PLUV.	unidade	2,00	308,54	308,54	617,08

3.8	06-22-03	BOCA DE LOBO SIMPLES	unidade	2,00	1.244,27	1.244,27	2.488,54
3.9	04-09-00	REENCHIMENTO DE VALA COM COMPACTAÇÃO, SEM FORNECIMENTO DE TERRA	m ³	20,00	7,86	7,86	157,20
3.10	05-26-00	IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE	m ²	6	2,57	2,57	15,42
3.11	05-13-00	BASE DE CONCRETO FCK=15,00MPA PARA GUIAS, SARJETAS OU SARJETÕES	m ³	0,60	297,87	297,87	178,72
3.12	05-19-02	CONSTRUÇÃO DE SARJETA OU SARJETÃO DE CONCRETO - FCK= 20,0MPA	m ³	0,80	350,54	350,54	280,43
3.13	05-31-00	REVESTIMENTO DE MASTIQUE ASFÁLTICO, COM ESPESSURA DE 3,0CM	m ²	6,00	33,99	33,99	203,94
4	AVENIDA COMENDADOR MANOEL SENDAS						
4.1	04-05-00	ESCAVAÇÃO MECÂNICA PARA FUNDAÇÕES E VALAS COM PROFUNDIDADE MAIOR QUE 4,0M	m ³	562,43	9,13	9,13	5.134,99
4.2	06-04-00	ESCORAMENTO CONTÍNUO DE MADEIRA PARA CANALIZAÇÃO DE TUBOS	m ²	351,52	53,94	53,94	18.960,99
4.3	06-06-00	LASTRO DE CONCRETO FCK=10MPA	m ³	14,40	263,75	263,75	3.798,00
4.4	06-09-00	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO SIMPLES - DIÂMETRO 40CM	m	351,52	48,10	48,10	16.908,11
4.5	06-07-00	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO SIMPLES - DIÂMETRO 30CM	m	30,00	34,24	34,24	1.027,20
4.6	06-18-01	POÇO DE VISITA TIPO 1 - 1,40 X 1,40 X 1,40M	unidade	2,00	2.783,67	2.783,67	5.567,34
4.7	06-18-02	POÇO DE VISITA TIPO 2 - 1,60 X 1,60 X 1,60M	unidade	3,00	3.372,16	3.372,16	10.116,48
4.8	06-18-03	POÇO DE VISITA TIPO 3 - 2,20 X 2,20 X 2,20M	unidade	2,00	5.592,88	5.592,88	11.185,76
4.9	06-19-00	CHAMINÉ DE POÇO DE VISITA COM ALVENARIA DE UM TIJOLO COMUM	m	14,00	616,25	616,25	8.627,50
4.10	06-20-03	INSTALAÇÃO DE TAMPÃO PARA GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS - ARTICULADO, EXCETO FORNECIMENTO DE TAMPÃO	unidade	7,00	81,74	81,74	572,18

4.11	06-20-21	FORNECIMENTO DE TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO DÚCTIL CLASSE MÍNIMA 400 (40T) D=600MM - NBR 10160 ARTICULADO - P/ GAL. ÁGUAS PLUV.	unidade	7,00	308,54	308,54	2.159,78
4.12	06-22-03	BOCA DE LOBO SIMPLES	unidade	6,00	1.244,27	1.244,27	7.465,62
4.13	04-09-00	REENCHIMENTO DE VALA COM COMPACTAÇÃO, SEM FORNECIMENTO DE TERRA	m³	491,40	7,86	7,86	3.862,40
4.14	05-26-00	IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE	m²	140,60	2,57	2,57	361,34
4.15	05-31-00	REVESTIMENTO DE MASTIQUE ASFÁLTICO, COM ESPESSURA DE 3,0CM	m²	140,60	33,99	33,99	4.778,99
5	AVENIDA MEXICO						
5.1	04-05-00	ESCAVAÇÃO MECÂNICA PARA FUNDAÇÕES E VALAS COM PROFUNDIDADE MAIOR QUE 4,0M	m³	6,00	9,13	9,13	54,78
5.2	06-04-00	ESCORAMENTO CONTÍNUO DE MADEIRA PARA CANALIZAÇÃO DE TUBOS	m²	6,00	53,94	53,94	323,64
5.3	06-06-00	LASTRO DE CONCRETO FCK=10MPA	m³	1,50	263,75	263,75	395,63
5.4	06-07-00	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO SIMPLES - DIÂMETRO 30CM	m	50,00	34,24	34,24	1.712,00
5.5	06-18-01	POÇO DE VISITA TIPO 1 - 1,40 X 1,40 X 1,40M	unidade	4,00	2.783,67	2.783,67	11.134,68
5.6	06-19-00	CHAMINÉ DE POÇO DE VISITA COM ALVENARIA DE UM TIJOLO COMUM	m	9,00	616,25	616,25	5.546,25
5.7	06-20-03	INSTALAÇÃO DE TAMPÃO PARA GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS - ARTICULADO, EXCETO FORNECIMENTO DE TAMPÃO	unidade	4,00	81,74	81,74	326,96
5.8	06-20-21	FORNECIMENTO DE TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO DÚCTIL CLASSE MÍNIMA 400 (40T) D=600MM - NBR 10160 ARTICULADO - P/ GAL. ÁGUAS PLUV.	unidade	4,00	308,54	308,54	1.234,16
5.9	06-22-03	BOCA DE LOBO SIMPLES	unidade	10,00	1.244,27	1.244,27	12.442,70
5.10	04-09-00	REENCHIMENTO DE VALA COM COMPACTAÇÃO, SEM FORNECIMENTO DE TERRA	m³	4,00	7,86	7,86	31,44

5.11	05-26-00	IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE	m ²	15,00	2,57	2,57	38,55
5.12	05-31-00	REVESTIMENTO DE MASTIQUE ASFÁLTICO, COM ESPESSURA DE 3,0CM	m ²	15,00	33,99	33,99	509,85
5.13	05-13-00	BASE DE CONCRETO FCK=15,00MPA PARA GUIAS, SARJETAS OU SARJETÕES	m ³	1,80	297,87	297,87	536,17
5.14	05-19-02	CONSTRUÇÃO DE SARJETA OU SARJETÃO DE CONCRETO - FCK= 20,0MPA	m ³	2,40	350,54	350,54	841,30
TOTAL GERAL DA OBRA							201.742,70

Fonte: A autora

7 CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos no TCCI pode se observar que existem falhas no sistema existente onde esse não está conseguindo suprir a demanda.

A quantidade de escoamento superficial existente é maior que a capacidade de engolimento das bocas de lobos, já os diâmetros das galerias atendem a demanda do sistema juntamente com os dois pontos de lançamento.

A falta de manutenção e limpeza dos dispositivos de microdrenagem são fatores que interferem no seu bom funcionamento causando gastos ao município, desconforto e perigo para a população.

Através dessas análises foi necessário implantar galerias na Avenida em estudo e em outra rua do bairro para ajudar a conduzir as águas. Foi verificado também que as bocas de lobos existentes não poderiam ser reaproveitadas, pois suas locações não favoreciam o projeto, assim se tornando economicamente inviável.

Foi elaborado um novo projeto para a área em estudo, que após os resultados obtidos foi desenvolvido um método para complementar o atual como uma nova proposta para corrigir e eliminar os problemas existentes, acompanhado de uma estimativa de custo para adequação do sistema, levando em consideração todos os serviços envolvidos.

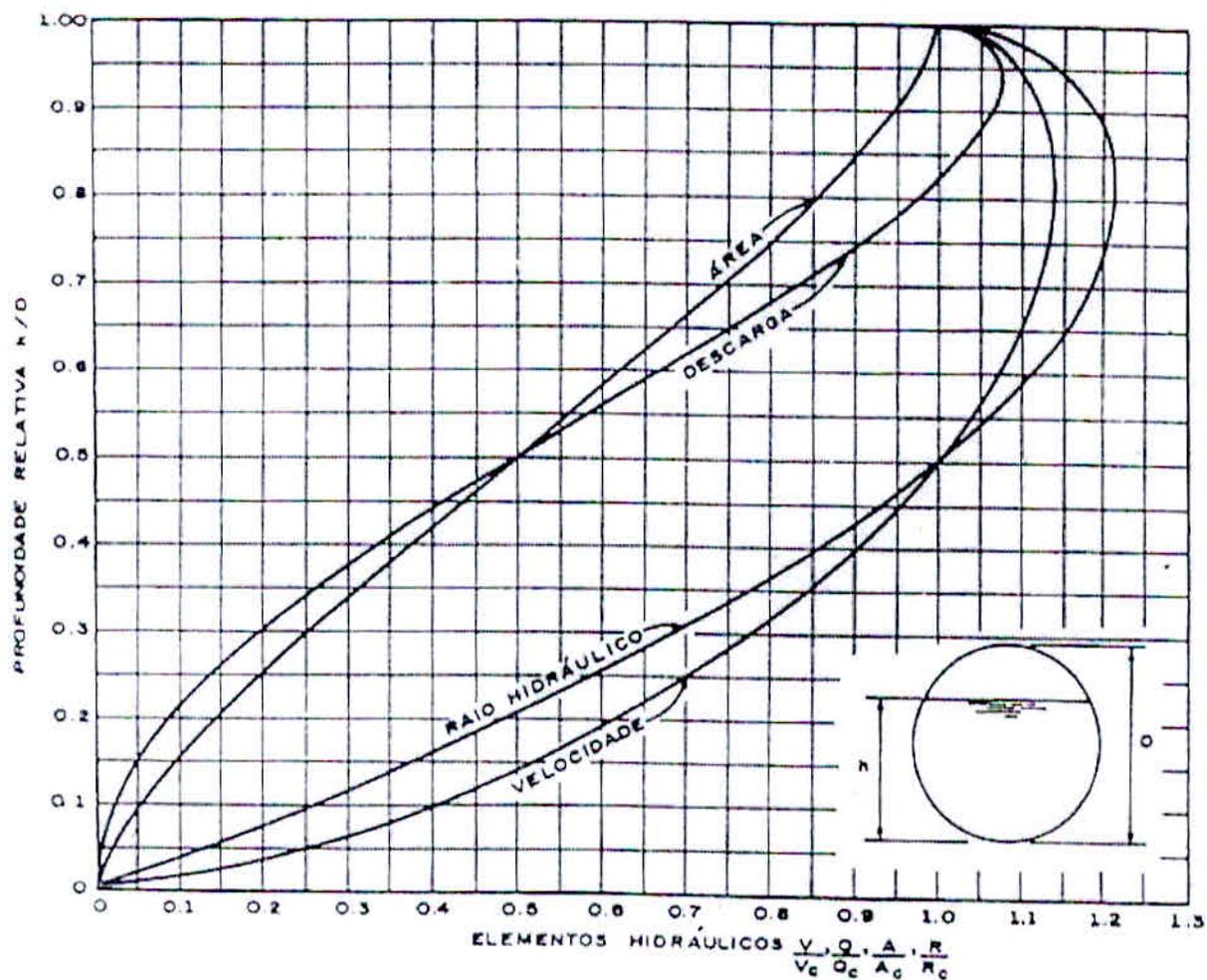
Com o projeto proposto estima-se uma melhora na qualidade de vida dos moradores, pois os dispositivos de drenagem irão captar as águas otimizando o tráfego de veículos e pedestres. O sistema de drenagem foi projetado para trabalhar de acordo com a demanda do local evitando assim o saturamento e danificações de seus dispositivos e vias. A parte econômica será beneficiada já que os danos e prejuízos serão diminuídos ou até mesmo anulados, com isso os gastos provenientes se darão pela manutenção.

Para a elaboração do projeto foi de suma importância os conhecimentos obtidos ao longo do curso, para localizar e analisar as falhas e propor soluções. Pois como é um sistema antigo a falta de dados e projetos é iminente sendo necessário levantamentos em campo e procura de dados e orientações em referências bibliográficas. Contudo é possível ao caminhar pela cidade ter um parecer técnico inicial do que está acontecendo e uma possível solução para os problemas enfrentados pela população. É de suma importância um estudo detalhado para qualquer tomada de decisão.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO NETO, J. M. **Manual de Hidráulica**. 7ª ed., São Paulo: Edigard Blücher Ltda, 1982. 336p.
- 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**. 3ª ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1986.
- JR, A. P. **Saneamento, Saúde e Ambiente**. In: Barros, M. T. L; Zioni F.; Souza D. V.; Junior A. P; **Fundamentos para um desenvolvimento sustentável–USP/ FSP**, 2005.
- JUNIOR, Arlindo Phillippi. (Coord.) **Saneamento, saúde e ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. 1ª ed. São Paulo: Manole, 2005.
- Manual de Drenagem de Rodovias. DNIT**. Disponível em:
<http://www1.dnit.gov.br/normas/download/Manual_de_Drenagem_de_Rodovias.pdf> Acesso em: 13 maio. 2015
- 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: 20 março. 2015
- 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
- RIGHETTO, Antônio Morazzi. **PROSAB: Manejo de águas pluviais urbanas**. 1ª ed. Rio de Janeiro: ABES, 2009
- TOMAZ, Plínio. **Cálculos hidrológicos e hidráulicos para obras municipais**. 2ª ed. São Paulo: Navegar Editora, 2011.
Janeiro: ABES, 2009

ANEXO A – ABÁCO PARA DETERMINAR OS COEFICIENTES E RAIOS
HIDRÁULICO PARA SEÇÕES CIRCULARES



Fonte: CETESB(1980)