

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS - UNIS/MG**  
**ENGENHARIA CIVIL**  
**KAMILA BROGI DE CARVALHO NUNES**

**MICRODRENAGEM: Estudo de caso da Avenida Filomena Rezende Silva, Bairro  
Rezende – Varginha - MG**

**Varginha  
2015**

**KAMILA BROGI DE CARVALHO NUNES**

**MICRODRENAGEM: Estudo de caso da Avenida Filomena Rezende Silva, Bairro  
Rezende – 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**

**KAMILA BROGI DE CARVALHO NUNES**

**MICRODRENAGEM: Estudo de caso da Avenida Filomena Rezende Silva, Bairro  
Rezende – 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.

---

Prof.

OBS.:

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pois sem ele não chegaria onde cheguei, e por sempre está iluminando o meu caminho.

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

Minha família por todo apoio, ao meu padrasto que está sempre ao meu lado querendo sempre me mostrar os bons caminhos a ser seguido, a minha mãe pelos conselhos e incentivos pra nunca desistir e aos meus irmãos por estarem sempre me apoiando e caminhando junto comigo.

A meu namorado, Robson pelo apoio de todos os finais de semana, estando sempre ao meu lado me orientando e ajudando a melhorar cada vez mais.

Aos amigos de sala de aula, que juntos nesses cinco anos compartilhamos muitas experiências e aprendizagem, que jamais serão apagados.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Períodos de retorno em função da ocupação da área.....	14
Tabela 2. Coeficientes de escoamento superficial.....	15
Tabela 3. Coeficiente de rugosidade “ $\eta$ ” de Manning.....	16
Tabela 4. Características dos condutos circulares parcialmente cheios. ....	17
Tabela 5. Cálculo da vazão máxima.....	18
Tabela 6. Calculo de galerias.....	19
Tabela 7. Cálculo das Bocas de Lobos .....	20
Tabela 8. Cálculo das Tubulações Secundárias.....	21
Tabela 9. Cálculo Tubo de Lançamento.....	21

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
<b>1.1 Justificativa .....</b>	<b>6</b>
<b>2 OBJETIVO.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1 Geral .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2 Específicos .....</b>	<b>8</b>
<b>3 DIAGNÓSTICO.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1 Características do local de estudo. ....</b>	<b>9</b>
<b>3.2 Caracterização do sistema existente. ....</b>	<b>10</b>
<b>3.3 Análise de resultados .....</b>	<b>11</b>
<b>4 MEMORIAL .....</b>	<b>12</b>
<b>4.1 Apresentação.....</b>	<b>12</b>
<b>4.2 Área de projeto .....</b>	<b>12</b>
<b>5 CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO .....</b>	<b>13</b>
<b>5.1 Vazões de projeto.....</b>	<b>13</b>
<b>6 MEMÓRIA DE CÁLCULO .....</b>	<b>18</b>
<b>6.1 Dimensionamento para as galerias .....</b>	<b>19</b>
<b>6.2 Dimensionamento das bocas de lobo.....</b>	<b>20</b>
<b>6.3 Dimensionamento da tubulações secundárias .....</b>	<b>21</b>
<b>6.4 Dimensionamento do tubo de lançamento .....</b>	<b>21</b>
<b>7 ESTIMATIVA DE CUSTO .....</b>	<b>22</b>
<b>8 CONCLUSÃO .....</b>	<b>30</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>31</b>
<b>ANEXO A – PARAMETROS E EQUAÇÕES DE CHUVA .....</b>	<b>33</b>
<b>ANEXO B – ABÁCO PARA DETERMINAR OS COEFICIENTES E RAIOS HIDRÁULICO PARA SEÇÕES CIRCULARES .....</b>	<b>34</b>
<b>APÊNDICE A – PROJETO DE MICRODRENAGEM BAIRRO REZENDE PLANTA BAIXA .....</b>	<b>35</b>
<b>APÊNDICE B – PROJETO DE MICRODRENAGEM BAIRRO REZENDE .....</b>	<b>37</b>
<b>APÊNDICE C – PROJETO DE MICRODRENAGEM BAIRRO REZENDE.....</b>	<b>39</b>

## 1 INTRODUÇÃO

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

Assim através de pesquisas bibliográficas, levantamento de dados na área do 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 desfavoravel, 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 em questão, tornando o sistema eficiente.

### 1.1 Justificativa

Sistema de drenagem urbana é o conjunto de infraestrutura que tem como finalidade realizar a coleta, o transporte e o lançamento final das águas superficiais. Este sistema é elaborado afim de minimizar os riscos a que a população fica exposta, bem como diminuir os prejuízos causados pelas inundações.

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 Avenida Filomena Rezende Silva 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 Avenida Filomena Rezende Silva, no Bairro Rezende, na cidade de Varginha.

### **2.2 Específicos**

- Identificar o sistema de drenagem existente
- Coletar dados referentes ao sistema de microdrenagem
- Analisar causas do problema
- Indicar possíveis soluções para minimizar ou eliminar os problemas existentes.
- Propor projeto

### 3 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 de análise é a Avenida Filomena Rezende Silva, que fica situada nas coordenadas de latitude  $21^{\circ}35'07,81''S$  longitude  $45^{\circ}26'03,44''S$ . A Avenida Filomena Rezende Silva é a avenida que dá acesso ao bairro, onde se pode ter acesso a ela através da Avenida Princesa do Sul e Avenida Celina Ottoni.

O bairro Rezende é um bairro pluri-habitacional, e não há concentração de comércio e industriais, não possui também áreas institucionais. A área verde do bairro representa (185.211 m<sup>2</sup>) cento e oitenta e cinco e duzentos e onze mil metros quadrados, o que equivale a 32,17 % da área total, as áreas de lotes pluri-habitacionais representam (300.397,28 m<sup>2</sup>) trezentos e trezentos e noventa e sete mil metros quadrados, equivale a 52,20% da área total, completando os 100% da área contribuinte da bacia as áreas impermeabilizadas como os passeios de concreto e as ruas pavimentadas com asfalto, representam os (89.977 m<sup>2</sup>) oitenta e nove e novecentos e setenta e sete mil metros quadrados equivale a 15,63%, formando um total 575.585,54 m<sup>2</sup>.

Assim a bacia de contribuição do bairro em questão constitui uma área de (575.585,54 m<sup>2</sup>) cinquenta e setenta e cinco mil e quinhentos e oitenta e cinco metros quadrados conforme apresentado anteriormente.

Á distância entre o divisor mais distante até a seção em estudo é de 1013 m, e a cota do ponto mais alto da bacia é 913 m, e a do mais baixo é de 830 m, que foi determinada pelas curvas de nível apresentada na Figura 1. A distância entre os dois trechos em linha reta é de 1168m.

Figura 1. Localização do trecho de estudo na área urbana de Varginha com as curvas de nível



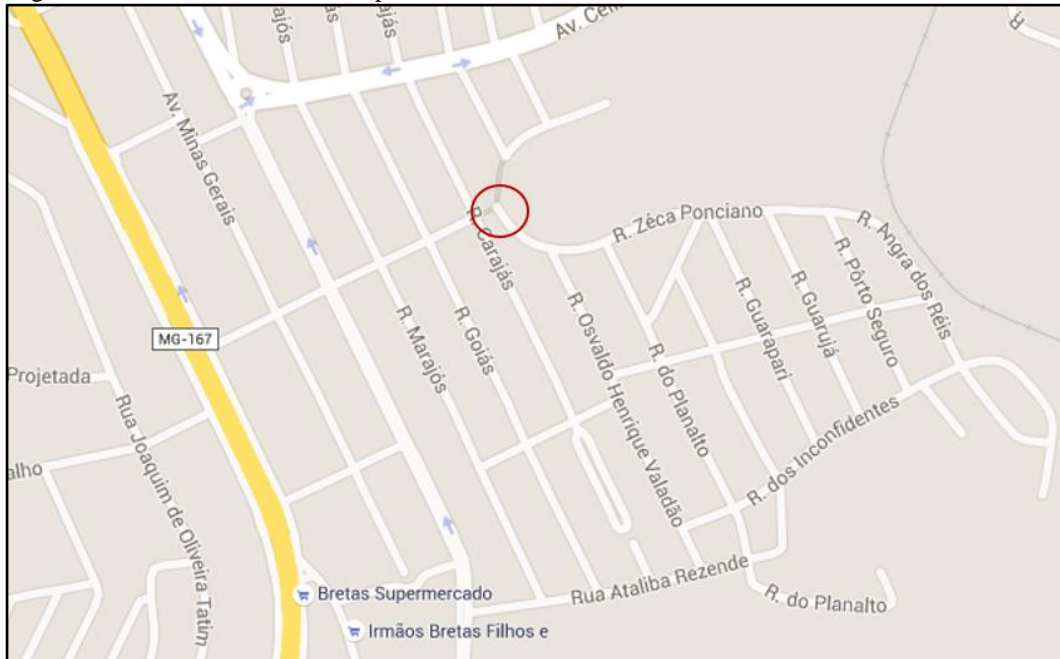
Fonte: GOOGLE EARTH (12/04/2015).

### 3.2 Caracterização do sistema existente.

O bairro em questão não possui sajetões para 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 à água. A altura do meio-fio é de 15 cm, e o sistema em questão é composto por galerias com diâmetros de 800 mm e 600 mm.

No ponto de análise, considerado como o mais desfavorável, a tubulação é de 800 mm, do início da Avenida Filomena Rezende Silva até antes do ponto de análise, na rua Zeca Ponciano, apresentado na Figura 2 apresentada a seguir. A partir do cruzamento das vias Filomena Rezende Silva e Zeca Ponciano, ela é dividida em duas tubulações de 600 mm. A destinação final é no vale no final do trecho de estudo, onde há uma escada dissipadora de energia.

Figura 2. Cruzamento das vias do ponto mais desfavorável



Fonte: GOOGLE MAPS (10/05/2015).

### 3.3 Análise de resultados

As equações apresentadas no TCC1 foram calculadas para o último trecho da rede de drenagem, sendo considerado como o trecho mais desfavorável de toda a galeria. Podendo constatar que os problemas de danos nas vias públicas, bem como os alagamentos no trecho mais crítico não estão atendendo aos critérios técnicos e específicos de um bom projeto.

O grande volume do escoamento superficial nas áreas viárias e o fato da vazão de engolimento das bocas de lobo ser inferior a esta vazão, pode ser a causa da sobrecarga no sistema. Onde, as mesmas não suportando tal vazão de escoamento, e por outros fatores intervenientes como a quantidade, localização, dimensionamento, manutenção e fiscalização comprometem o sistema, ocasionando os danos nas tubulações e vias públicas, e consequentemente perdas e gastos ao município e a população. Foi verificado também que a tubulação deveria ter um diâmetro mínimo de 1200 mm, para atender a demanda do sistema, assim será desenvolvendo um novo dimensionamento da mesma.

Para solução do problema apresentado, foi desenvolvido uma nova verificação considerando todo o sistema em questão. Com os cálculos e conhecimentos realizados foi possível elaborar um projeto do sistema, afim de solucionar o problema em questão.

## **4 MEMORIAL**

### **4.1 Apresentação**

O objetivo deste memorial é apresentar os resultados do projeto de drenagem elaborado para o Bairro Rezende, Varginha/MG.

Os documentos que serviram de base para a elaboração deste projeto, foram o levantamento planialtimétrico e cadastral da área em estudo levantados pela Prefeitura do Município de Varginha.

### **4.2 Área de projeto**

A área em estudo está localizada no município de Varginha - MG no Bairro Rezende, onde o ponto de análise é a Avenida Filomena Rezende Silva, que fica situada nas coordenadas de latitude 21°35'07,81"S longitude 45°26'03,44"S. A Avenida Filomena Rezende Silva é a avenida que dá acesso ao bairro, onde se pode ter acesso a ela através da Avenida Princesa do Sul e Avenida Celina Ottoni.

O bairro Rezende é um bairro pluri-habitacional, e não há concentração de comércio e industriais, não possui também áreas institucionais. A área verde do bairro representa (185.211 m<sup>2</sup>) cento e oitenta e cinco e duzentos e onze mil metros quadrados, o que equivale a 32,17 % da área total, as áreas de lotes pluri-habitacionais representam (300.397,28 m<sup>2</sup>) trezentos e trezentos e noventa e sete mil metros quadrados, equivale a 52,20% da área total, completando os 100% da área contribuinte da bacia as áreas impermeabilizadas como os passeios de concreto e as ruas pavimentadas com asfalto, representam os (89.977 m<sup>2</sup>) oitenta e nove e novecentos e setenta e sete mil metros quadrados equivale a 15,63%, formando um total 575.585,54 m<sup>2</sup>.

Assim a bacia de contribuição do bairro em questão constitui uma área de (575.585,54 m<sup>2</sup>) quinhentos e setenta e cinco mil e quinhentos e oitenta e cinco metros quadrados conforme apresentado anteriormente.

## 5 CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO

### 5.1 Vazões de projeto

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

$$T_s = \frac{16.L}{(1,05 - 0,2.p).(100.Im)^{0,04}} \quad (\text{Equação 1})$$

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 o 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.

$$T_c = T_s + t_a \quad (\text{Equação 2})$$

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 3 apresentada:

$$Im = \frac{\Delta h}{L} \quad (\text{Equação 3})$$

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.

$$i = \frac{k \cdot Tr^a}{(t_c + b)^c} \quad (\text{Equação 4})$$

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<sub>c</sub>:** Tempo de concentração (minutos)

Tabela 1. 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 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 2. 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)

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

$$C_m = \frac{\sum A \cdot C}{A_t} \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:

$\sum A$ : Somatório 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

**A<sub>t</sub>**: 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:

$$Q = C_m \cdot I \cdot A \quad (\text{Equação 6})$$



Onde:

- Q** Vazão de pico (m<sup>3</sup>/s)
- C** Coeficiente de escoamento superficial varia de 0 a 1
- I** Intensidade média da chuva (mm/h)
- A** Área de drenagem (km<sup>2</sup>)

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

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

Onde:

- y**: Altura da lâmina de água

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

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

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 – (12/04/2015)

O ajuste da vazão e o cálculo da velocidade da tubulação se dá para diferentes relações Y/D (relação entre o tirante d'água (y) e o diâmetro (d) do tubo) é mostrado na Tabela 4.

Tabela 4. Características dos condutos circulares parcialmente cheios.

<b>Autor / Instituição</b>	<b>V<sub>mín</sub> (m/s)</b>	<b>V<sub>máx</sub> (m/s)</b>	<b>Recobrimento mínimo (m)</b>	<b>y/D ou Seção Plena</b>
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	-	0,7
Porto (1999)	V <sub>med</sub> = 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)

## 6 MEMÓRIA DE CÁLCULO

Por questão de precisão dos resultados, utilizou-se para a confecções dos cálculos uma planilha eletrônica, e os resultados são expostos abaixo.

### Dados de Entrada

<b>Cm</b>	0,61600	Km	<b>itranssarjeta</b>	0,05000	m/m	F	0,8
<b>p</b>	0,32000		<b>itransrua</b>	0,02000			
<b>L</b>	1,16800		<b>hmeiofio</b>	0,15000			
<b>Im</b>	0,07000		<b>largsarjeta</b>	0,50000			
<b>T</b>	2,00000		<b>n</b>	0,01400			
		(2 a 10 anos)					

### Cálculos

ts	17,5340	mm/h	z1	20,0000
tc	27,5340		z2	50,0000
i	60,5548		yo	0,1200
			y1	0,0950

Tabela 5. Cálculo da vazão máxima

Rua	Trecho	Esquerda	Área		Q		L	Im	QS	Qsreal	QexcME	Qex MD
			Direita	Esquerda	Direita	DH						
<b>A</b>												
Avenida Filomena Resende Silva	1 a 2	4023,83	3487	<b>0,042</b>	<b>0,036</b>	1,0	127,0	0,008	0,03	0,03	0,02	0,01
Avenida Filomena Resende Silva	2 a 3	1748	42920	<b>0,018</b>	<b>0,445</b>	9,0	75,0	0,120	0,13	0,10	-0,08	<b>0,34</b>
Avenida Filomena Resende Silva	3 a 4	1775	1554	<b>0,018</b>	<b>0,016</b>	8,0	77,8	0,103	0,12	0,09	-0,08	-0,08
Avenida Filomena Resende Silva	4 a 5	1724,85	1490	<b>0,018</b>	<b>0,015</b>	7,0	70,0	0,100	0,12	0,09	-0,07	-0,08
Avenida Filomena Resende Silva	5 a 6	1718	1490	<b>0,018</b>	<b>0,015</b>	10,0	66,0	0,152	0,14	0,11	-0,10	-0,10
Avenida Filomena Resende Silva	6 a 7	861,6	658,57	<b>0,009</b>	<b>0,007</b>	7,0	36,0	0,194	0,16	0,13	-0,12	-0,12
Avenida Filomena Resende Silva	1 a 7	11851,28	51599,57	<b>0,123</b>	<b>0,535</b>	41,0	426,0	0,096	0,11	0,09	<b>0,03</b>	<b>0,44</b>
<b>B</b>												
Avenida Minas Gerais	3 a 2	10807	7496	<b>0,112</b>	<b>0,078</b>	11,0	245,7	0,045	0,08	0,06	<b>0,05</b>	<b>0,02</b>
<b>C</b>												
Avenida Francisco Gonçalves Vallim	8 a 3	8190	8769	<b>0,085</b>	<b>0,091</b>	11,0	245,6	0,045	0,08	0,06	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>
<b>D</b>												
Rua Marajós	9 a 4	8098	7225	<b>0,084</b>	<b>0,075</b>	10,0	246,9	0,041	0,07	0,06	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>
<b>E</b>												

Rua Goiás	10 a 5	6637	6324	0,069	0,066	10,0	225,0	0,044	0,08	0,06	0,01	0,00
<b>F</b>												
Rua Carajás	11 a 6	6386	5929	0,066	0,061	5,0	223,0	0,022	0,05	0,04	0,02	0,02
<b>G</b>												
Avenida Minas Gerais	2 a 25	8556	6726	0,089	0,070	1,0	230,0	0,004	0,02	0,02	0,07	0,05
<b>G</b>												
Avenida Francisco Gonçalves Vallim	3 a 23	7249	8225	0,075	0,085	2,0	230,0	0,009	0,03	0,03	0,05	0,06
<b>G</b>												
Rua Marajós	4 a 22	7391	8379	0,077	0,087	6,0	312,3	0,019	0,05	0,04	0,04	0,05
<b>G</b>												
Rua Goiás	5 a 21	8820	9120	0,091	0,094	4,0	263,4	0,015	0,05	0,04	0,06	0,06
<b>G</b>												
Rua Carajás	6 a 20	9207	9467	0,095	0,098	12,0	287,0	0,042	0,08	0,06	0,04	0,04
<b>G</b>												
Rua 4	16 a 19	7684	4617	0,080	0,048	17,0	163,0	0,104	0,12	0,09	-0,02	-0,05
<b>G</b>												
Rua 3	17 a 18	3203	1964	0,033	0,020	12,0	81,0	0,148	0,14	0,11	-0,08	-0,09

Fonte: A autora

## 6.1 Dimensionamento para as galerias

Tabela 6. Calculo de galerias

Rua	Trecho	Qgal (Mesquerda)	Qgal (Mdireita)	Fator de majoracao	Qdim	I	N	D calc(m)	Comercial (mm)
<b>A</b>									
Avenida Filomena Rezende Silva	2 a 3	0,018	0,445	1,066	0,493	0,194	0,016	0,34	600
Avenida Filomena Rezende Silva	1 a 7	0,123	0,535	1,066	0,701	0,096	0,016	0,45	700
<b>B</b>									
Avenida Minas Gerais	3 a 2	0,112	0,078	1,066	0,202	0,045	0,016	0,32	300
<b>C</b>									
Avenida Francisco Gonçalves Vallim	8 a 3	0,085	0,091	1,066	0,187	0,045	0,016	0,31	300
<b>D</b>									
Rua Marajós	9 a 4	0,000	0,000	1,066	0,000	0,041	0,016	0,00	300
<b>E</b>									
Rua Goiás	10 a 5	0,069	0,066	1,066	0,143	0,044	0,016	0,28	300
<b>F</b>									
Rua Carajás	11 a 6	0,066	0,061	1,066	0,136	0,022	0,016	0,32	400
<b>G</b>									
Avenida Minas Gerais	2 a 25	0,089	0,070	1,066	0,169	0,004	0,016	0,47	500
<b>H</b>									
Avenida Francisco Gonçalves Vallim	3 a 23	0,075	0,085	1,066	0,171	0,009	0,016	0,41	400
<b>I</b>									

Rua Marajós	4 a 22	0,077	0,087	1,066	0,174	0,019	0,016	0,36	400
<b>J</b>									
Rua Goiás	5 a 21	0,091	0,094	1,066	0,198	0,015	0,016	0,39	400
<b>K</b>									
Rua Carajás	6 a 20	0,095	0,098	1,066	0,206	0,042	0,016	0,33	400

Q<sub>total</sub>: 2,781

Fonte: A autora

## 6.2 Dimensionamento das bocas de lobo

Tabela 7. Cálculo das Bocas de Lobos

Rua	Trecho	Q <sub>me</sub>	Q <sub>md</sub>	HBI (m)	L <sub>me</sub> (m)	L <sub>md</sub> (m)	Fator de Majoracao	L <sub>real Me</sub>	L <sub>real Md</sub>	Adotado Me	Adotado Md	n° de BL's Me	n° de BL's Md
<b>A</b>													
Avenida Filomena Rezende Silva	2 a 3	0,009	0,007	0,155	0,09	0,07	1,2	0,10	0,08	0,8	0,8	1	1
Avenida Filomena Rezende Silva	1 a 7	0,123	0,535	0,155	1,18	5,15	1,2	1,42	6,18	0,8	0,8	2	8
<b>B</b>													
Avenida Minas Gerais	3 a 2	0,112	0,078	0,155	1,08	0,75	1,2	1,30	0,90	0,8	0,8	2	1
<b>C</b>													
Avenida Francisco Gonçalves Vallim	8 a 3	0,085	0,091	0,155	0,82	0,88	1,2	0,98	1,05	0,8	0,8	1	1
<b>D</b>													
Rua Marajós	9 a 4	0,084	0,075	0,155	0,81	0,72	1,2	0,97	0,87	0,8	0,8	1	1
<b>E</b>													
Rua Goiás	10 a 5	0,069	0,066	0,155	0,66	0,63	1,2	0,80	0,76	0,8	0,8	1	1
<b>F</b>													
Rua Carajás	11 a 6	0,066	0,061	0,155	0,64	0,59	1,2	0,77	0,71	0,8	0,8	1	1
<b>G</b>													
Avenida Minas Gerais	2 a 25	0,089	0,070	0,155	0,85	0,67	1,2	1,03	0,81	0,8	0,8	1	1
<b>H</b>													
Avenida Francisco Gonçalves Vallim	3 a 23	0,075	0,085	0,155	0,72	0,82	1,2	0,87	0,99	0,8	0,8	1	1
<b>I</b>													
Rua Marajós	4 a 22	0,077	0,087	0,155	0,74	0,84	1,2	0,89	1,00	0,8	0,8	1	1
<b>J</b>													
Rua Goiás	5 a 21	0,091	0,094	0,155	0,88	0,91	1,2	1,06	1,09	0,8	0,8	1	1
<b>K</b>													
Rua Carajás	6 a 20	0,095	0,098	0,155	0,92	0,95	1,2	1,10	1,13	0,8	0,8	1	1

Fonte: A autora

### 6.3 Dimensionamento da tubulações secundárias

Tabela 8. 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
<b>A</b>												
Avenida Filomena Resende Silva	2 a 3	0,0089	0,0068	1,066	0,010	0,007	0,05	0,016	0,10	0,09	300	300
Avenida Filomena Resende Silva	1 a 7	0,1228	0,5347	1,066	0,131	0,570	0,05	0,016	0,27	0,47	500	500
<b>B</b>												
Avenida Minas Gerais	3 a 2	0,1120	0,0777	1,066	0,119	0,083	0,05	0,016	0,26	0,23	300	300
<b>C</b>												
Avenida Francisco Gonçalves Vallim	8 a 3	0,0849	0,0909	1,066	0,090	0,097	0,05	0,016	0,23	0,24	300	300
<b>D</b>												
Rua Marajós	9 a 4	0,0839	0,0749	1,066	0,089	0,080	0,05	0,016	0,23	0,22	300	300
<b>E</b>												
Rua Goiás	10 a 5	0,0688	0,0655	1,066	0,073	0,070	0,05	0,016	0,22	0,21	300	300
<b>F</b>												
Rua Carajás	11 a 6	0,0662	0,0614	1,066	0,071	0,065	0,05	0,016	0,21	0,21	300	300
<b>G</b>												
Avenida Minas Gerais	2 a 25	0,0887	0,0697	1,066	0,095	0,074	0,05	0,016	0,24	0,22	300	300
<b>H</b>												
Avenida Francisco Gonçalves Vallim	3 a 23	0,0751	0,0852	1,066	0,080	0,091	0,05	0,016	0,22	0,23	300	300
<b>I</b>												
Rua Marajós	4 a 22	0,0766	0,0868	1,066	0,082	0,093	0,05	0,016	0,23	0,24	300	300
<b>J</b>												
Rua Goiás	5 a 21	0,0914	0,0945	1,066	0,097	0,101	0,05	0,016	0,24	0,24	300	300
<b>K</b>												
Rua Carajás	6 a 20	0,0954	0,0981	1,066	0,102	0,105	0,05	0,016	0,24	0,25	300	300

Fonte: A autora

### 6.4 Dimensionamento do tubo de lançamento

Tabela 9. Cálculo Tubo de Lançamento

Saídas	Q	Fator de majoração	Qdim	I	N	D calc(m)	Comercial (mm)
A	2,781	1,066	2,965	0,01	0,016	1,171	1200

Fonte: A autora

## 7 ESTIMATIVA DE CUSTO

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

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

Item	Cód.	Descrição	Unid.	Quant.	Preço unitário s/ ldi	Preço unitário c/ ldi	Preço total
<b>1</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>						
1.1	01-15-00	NIVELAMENTO DO EIXO DE VIA PÚBLICA INCLUSIVE SOLEIRAS, GUIAS E TAMPÕES	m	2625,98	3,46	3,46	9.085,89
1.2	02-01-02	SONDAGEM COM EXTRAÇÃO DE AMOSTRAS NAS CONDIÇÕES NATURAIS	Unid.	50	76,68	76,68	3.834,00
1.3	02-06-04	ENSAIOS DE LABORATÓRIO - COMPACTAÇÃO	ensaio	25	188,70	188,70	4.717,50
<b>2</b>	<b>RUA 9 (AVENIDA MINAS GERAIS)</b>						
2.1	04-05-00	ESCAVAÇÃO MECÂNICA PARA FUNDAÇÕES E VALAS COM PROFUNDIDADE MAIOR QUE 4,0M	m³	942,20	9,13	9,13	8.602,29
2.2	06-01-00	ARRANCAMENTO E REMOÇÃO DE CANALIZAÇÃO, 30,0CM < 0 < OU = A 60CM	m	471,10	64,06	64,06	30.178,67
2.3	06-04-00	ESCORAMENTO CONTÍNUO DE MADEIRA PARA CANALIZAÇÃO DE TUBOS	m²	471,10	53,94	53,94	25.411,13
2.4	06-06-00	LASTRO DE CONCRETO FCK=10MPA	m³	70,66	263,75	263,75	18.636,58
2.5	06-09-00	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO SIMPLES - DIÂMETRO 50CM	m	231,80	67,68	67,68	15.688,22
2.6	06-07-00	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO SIMPLES - DIÂMETRO 30CM	m	298,30	34,24	34,24	10.213,79
2.7	06-18-01	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	06-18-03	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	06-19-00	CHAMINÉ DE POÇO DE VISITA COM ALVENARIA DE UM TIJOLO COMUM	m	3,50	616,25	616,25	2.156,88
2.10	06-20-03	INSTALAÇÃO DE TAMPÃO PARA GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS - ARTICULADO, EXCETO FORNECIMENTO DE TAMPÃO	Unid.	4,00	81,74	81,74	326,96
2.11	06-20-21	FORNECIMENTO DE TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO DÚCTIL CLASSE MÍNIMA 400 (40T) D=600MM - NBR 10160 ARTICULADO - P/ GAL. ÁGUAS PLUV.	Unid.	4,00	308,54	308,54	1.234,16
2.12	06-65-05	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	06-65-21	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	1.004,12
2.14	04-09-00	REENCHIMENTO DE VALA COM COMPACTAÇÃO, SEM FORNECIMENTO DE TERRA	m³	706,65	7,86	7,86	5.554,27
2.15	05-26-00	IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE	m²	370,55	2,57	2,57	952,31
2.16	05-31-00	REVESTIMENTO DE MASTIQUE ASFÁLTICO, COM ESPESSURA DE 3,0CM	m²	370,55	33,99	33,99	12.594,99
<b>3</b>	<b>AVENIDA AMAZONAS (AVENIDA FRANCISCO GONÇALVES VALIM)</b>						
3.1	04-05-00	ESCAVAÇÃO MECÂNICA PARA FUNDAÇÕES E VALAS COM PROFUNDIDADE MAIOR QUE 4,0M	m³	822,88	9,13	9,13	7.512,89
3.2	06-01-00	ARRANCAMENTO E REMOÇÃO DE CANALIZAÇÃO, 30,0CM < 0 < OU = A 60CM	m	514,30	64,06	64,06	32.946,06
3.3	06-04-00	ESCORAMENTO CONTÍNUO DE MADEIRA PARA CANALIZAÇÃO DE TUBOS	m²	514,30	53,94	53,94	27.741,34
3.4	06-06-00	LASTRO DE CONCRETO FCK=10MPA	m³	38,57	263,75	263,75	10.172,84
3.5	06-09-00	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO SIMPLES - DIÂMETRO 40CM	m	231,60	48,10	48,10	11.139,96



3.6	06-07-00	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO SIMPLES - DIÂMETRO 30CM	m	282,70	34,24	34,24	9.679,65
3.7	06-18-01	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	06-18-03	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
3.9	06-19-00	CHAMINÉ DE POÇO DE VISITA COM ALVENARIA DE UM TIJOLO COMUM	m	7,00	616,25	616,25	4.313,75
3.10	06-20-03	INSTALAÇÃO DE TAMPÃO PARA GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS - ARTICULADO, EXCETO FORNECIMENTO DE TAMPÃO	Unid.	5,00	81,74	81,74	408,70
3.11	06-20-21	FORNECIMENTO DE TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO DÚCTIL CLASSE MÍNIMA 400 (40T) D=600MM - NBR 10160 ARTICULADO - P/ GAL. ÁGUAS PLUV.	Unid.	5,00	308,54	308,54	1.542,70
3.12	06-65-05	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
3.13	06-65-21	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	1.004,12
3.14	04-09-00	REENCHIMENTO DE VALA COM COMPACTAÇÃO, SEM FORNECIMENTO DE TERRA	m³	617,16	7,86	7,86	4.850,88
3.15	05-26-00	IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE	m²	205,72	2,57	2,57	528,70
3.16	05-31-00	REVESTIMENTO DE MASTIQUE ASFÁLTICO, COM ESPESSURA DE 3,0CM	m²	205,72	33,99	33,99	6.992,42
<b>4</b>	<b>RUA 7 (MARAJÓS)</b>						
4.1	04-05-00	ESCAVAÇÃO MECÂNICA PARA FUNDAÇÕES E VALAS COM PROFUNDIDADE MAIOR QUE 4,0M	m³	816,56	9,13	9,13	7.455,19
4.2	06-01-00	ARRANCAMENTO E REMOÇÃO DE CANALIZAÇÃO, 30,0CM < 0 < OU = A 60CM	m	510,35	64,06	64,06	32.693,02
4.3	06-04-00	ESCORAMENTO CONTÍNUO DE MADEIRA PARA CANALIZAÇÃO DE TUBOS	m²	510,35	53,94	53,94	27.528,28

4.4	06-06-00	LASTRO DE CONCRETO FCK=10MPA	m³	30,62	263,75	263,75	8.076,03
4.5	06-09-00	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO SIMPLES - DIÂMETRO 40CM	m	225,80	48,10	48,10	10.860,98
4.6	06-07-00	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO SIMPLES - DIÂMETRO 30CM	m	284,55	34,24	34,24	9.742,99
4.7	06-18-01	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
4.8	06-18-03	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
4.9	06-19-00	CHAMINÉ DE POÇO DE VISITA COM ALVENARIA DE UM TIJOLO COMUM	m	7,00	616,25	616,25	4.313,75
4.10	06-20-03	INSTALAÇÃO DE TAMPÃO PARA GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS - ARTICULADO, EXCETO FORNECIMENTO DE TAMPÃO	Unid.	5,00	81,74	81,74	408,70
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.	Unid.	5,00	308,54	308,54	1.542,70
4.12	06-65-05	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
4.13	06-65-21	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	1.004,12
4.14	04-09-00	REENCHIMENTO DE VALA COM COMPACTAÇÃO, SEM FORNECIMENTO DE TERRA	m³	714,49	7,86	7,86	5.615,89
4.15	05-26-00	IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE	m²	204,14	2,57	2,57	524,64
4.16	05-31-00	REVESTIMENTO DE MASTIQUE ASFÁLTICO, COM ESPESSURA DE 3,0CM	m²	204,14	33,99	33,99	6.938,72
<b>5</b>	<b>RUA 6 (GOIÁS)</b>						
5.1	04-05-00	ESCAVAÇÃO MECÂNICA PARA FUNDAÇÕES E VALAS COM PROFUNDIDADE MAIOR QUE 4,0M	m³	833,56	9,13	9,13	7.610,40

5.2	06-01-00	ARRANCAMENTO E REMOÇÃO DE CANALIZAÇÃO, 30,0CM < 0 < OU = A 60CM	m	521,16	64,06	64,06	33.385,51
5.3	06-04-00	ESCORAMENTO CONTÍNUO DE MADEIRA PARA CANALIZAÇÃO DE TUBOS	m <sup>2</sup>	521,16	53,94	53,94	28.111,37
5.4	06-06-00	LASTRO DE CONCRETO FCK=10MPA	m <sup>3</sup>	31,26	263,75	263,75	8.244,83
5.5	06-09-00	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO SIMPLES - DIÂMETRO 40CM	m	257,50	48,10	48,10	12.385,75
5.6	06-07-00	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO SIMPLES - DIÂMETRO 30CM	m	263,66	34,24	34,24	9.027,72
5.7	06-18-01	POÇO DE VISITA TIPO 1 - 1,40 X 1,40 X 1,40M	Unid.	4,00	2.783,67	2.783,67	11.134,68
5.8	06-18-02	POÇO DE VISITA TIPO 2 - 1,60 X 1,60 X 1,60M	Unid.	1,00	3.372,16	3.372,16	3.372,16
5.9	06-18-03	POÇO DE VISITA TIPO 3 - 2,20 X 2,20 X 2,20M	Unid.	1,00	5.592,88	5.592,88	5.592,88
5.10	06-19-00	CHAMINÉ DE POÇO DE VISITA COM ALVENARIA DE UM TIJOLO COMUM	m	9,00	616,25	616,25	5.546,25
5.11	06-20-03	INSTALAÇÃO DE TAMPÃO PARA GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS - ARTICULADO, EXCETO FORNECIMENTO DE TAMPÃO	Unid.	6,00	81,74	81,74	490,44
5.12	06-20-21	FORNECIMENTO DE TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO DÚCTIL CLASSE MÍNIMA 400 (40T) D=600MM - NBR 10160 ARTICULADO - P/ GAL. ÁGUAS PLUV.	Unid.	6,00	308,54	308,54	1.851,24
5.13	06-65-05	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
5.14	06-65-21	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	1.004,12
5.15	04-09-00	REENCHIMENTO DE VALA COM COMPACTAÇÃO, SEM FORNECIMENTO DE TERRA	m <sup>3</sup>	729,24	7,86	7,86	5.731,83
5.16	05-26-00	IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE	m <sup>2</sup>	208,64	2,57	2,57	536,20

5.17	05-31-00	REVESTIMENTO DE MASTIQUE ASFÁLTICO, COM ESPESSURA DE 3,0CM	m <sup>2</sup>	208,64	33,99	33,99	7.091,67
<b>6</b>	<b>RUA 5 (CARAJÁS)</b>						
6.1	04-05-00	ESCAVAÇÃO MECÂNICA PARA FUNDAÇÕES E VALAS COM PROFUNDIDADE MAIOR QUE 4,0M	m <sup>3</sup>	840,88	9,13	9,13	7.677,23
6.2	06-01-00	ARRANCAMENTO E REMOÇÃO DE CANALIZAÇÃO, 30,0CM < 0 < OU = A 60CM	m	485,55	64,06	64,06	31.104,33
6.3	06-04-00	ESCORAMENTO CONTÍNUO DE MADEIRA PARA CANALIZAÇÃO DE TUBOS	m <sup>2</sup>	485,55	53,94	53,94	26.190,57
6.4	06-06-00	LASTRO DE CONCRETO FCK=10MPA	m <sup>3</sup>	29,13	263,75	263,75	7.683,04
6.5	06-09-00	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO SIMPLES - DIÂMETRO 40CM	m	485,55	48,10	48,10	23.354,96
6.6	06-07-00	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO SIMPLES - DIÂMETRO 30CM	m	40,00	34,24	34,24	1.369,60
6.7	06-18-01	POÇO DE VISITA TIPO 1 - 1,40 X 1,40 X 1,40M	Unid.	6,00	2.783,67	2.783,67	16.702,02
6.8	06-19-00	CHAMINÉ DE POÇO DE VISITA COM ALVENARIA DE UM TIJOLO COMUM	m	10,00	616,25	616,25	6.162,50
6.9	06-20-03	INSTALAÇÃO DE TAMPÃO PARA GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS - ARTICULADO, EXCETO FORNECIMENTO DE TAMPÃO	Unid.	6,00	81,74	81,74	490,44
6.10	06-20-21	FORNECIMENTO DE TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO DÚCTIL CLASSE MÍNIMA 400 (40T) D=600MM - NBR 10160 ARTICULADO - P/ GAL. ÁGUAS PLUV.	Unid.	6,00	308,54	308,54	1.851,24
6.11	06-65-05	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
6.12	06-65-21	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	1.004,12
6.13	04-09-00	REENCHIMENTO DE VALA COM COMPACTAÇÃO, SEM FORNECIMENTO DE TERRA	m <sup>3</sup>	735,77	7,86	7,86	5.783,15

6.14	05-26-00	IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE	m <sup>2</sup>	210,22	2,57	2,57	540,27
6.15	05-31-00	REVESTIMENTO DE MASTIQUE ASFÁLTICO, COM ESPESSURA DE 3,0CM	m <sup>2</sup>	210,22	33,99	33,99	7.145,38
<b>7</b>	<b>RUA 21 (AVENIDA FILOMENA RESENDE DA SILVA)</b>						
7.1	04-05-00	ESCAVAÇÃO MECÂNICA PARA FUNDAÇÕES E VALAS COM PROFUNDIDADE MAIOR QUE 4,0M	m <sup>3</sup>	1525,44	9,13	9,13	13.927,27
7.2	06-01-00	ARRANCAMENTO E REMOÇÃO DE CANALIZAÇÃO, 30,0CM < 0 < OU = A 60CM	m	544,80	64,06	64,06	34.899,89
7.3	06-04-00	ESCORAMENTO CONTÍNUO DE MADEIRA PARA CANALIZAÇÃO DE TUBOS	m <sup>2</sup>	544,80	53,94	53,94	29.386,51
7.4	06-06-00	LASTRO DE CONCRETO FCK=10MPA	m <sup>3</sup>	57,04	263,75	263,75	15.044,30
7.5	06-07-00	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO SIMPLES - DIÂMETRO 30CM	m	60,00	34,24	34,24	2.054,40
7.6	06-10-01	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO ARMADO, DIÂMETRO 60CM - TIPO PA-2	m	169,50	114,48	114,48	19.404,36
7.7	06-11-01	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBO DE CONCRETO ARMADO, DIÂMETRO 70CM - TIPO PA-2	m	255,27	208,84	208,84	53.310,59
7.8	06-18-01	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
7.9	06-18-02	POÇO DE VISITA TIPO 2 - 1,60 X 1,60 X 1,60M	Unid.	5,00	3.372,16	3.372,16	16.860,80
7.10	06-18-03	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
7.11	06-19-00	CHAMINÉ DE POÇO DE VISITA COM ALVENARIA DE UM TIJOLO COMUM	m	19,00	616,25	616,25	11.708,75
7.12	06-20-03	INSTALAÇÃO DE TAMPÃO PARA GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS - ARTICULADO, EXCETO FORNECIMENTO DE TAMPÃO	Unid.	10,00	81,74	81,74	817,40
7.13	06-20-21	FORNECIMENTO DE TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO DÚCTIL CLASSE MÍNIMA 400 (40T) D=600MM - NBR 10160 ARTICULADO - P/ GAL. ÁGUAS PLUV.	Unid.	10,00	308,54	308,54	3.085,40

7.14	06-65-05	INSTALAÇÃO DE BOCA DE LEÃO SIMPLES COM GRELHA ARTICULADA, EXCETO FORNECIMENTO DA GRELHA	Unid.	6,00	1.337,13	1.337,13	8.022,78
7.15	06-65-21	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.	6,00	251,03	251,03	1.506,18
7.16	04-09-00	REENCHIMENTO DE VALA COM COMPACTAÇÃO, SEM FORNECIMENTO DE TERRA	m <sup>3</sup>	1334,76	7,86	7,86	10.491,21
7.17	05-26-00	IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE	m <sup>2</sup>	381,36	2,57	2,57	980,10
7.18	05-31-00	REVESTIMENTO DE MASTIQUE ASFÁLTICO, COM ESPESSURA DE 3,0CM	m <sup>2</sup>	381,36	33,99	33,99	12.962,43
7.19	05-13-00	BASE DE CONCRETO FCK=15,00MPA PARA GUIAS, SARJETAS OU SARJETÕES	m <sup>3</sup>	6,75	297,87	297,87	2.010,62
7.20	05-19-02	CONSTRUÇÃO DE SARJETA OU SARJETÃO DE CONCRETO - FCK= 20,0MPA	m <sup>3</sup>	4,50	350,54	350,54	1.577,43
<b>TOTAL GERAL DA OBRA</b>							<b>1.004.063,11</b>

Fonte: A autora

## 8 CONCLUSÃO

Como diagnóstico do estudo desenvolvido no TCCI, pode-se constatar que os problemas de danos nas vias públicas, bem como os alagamentos no trecho mais crítico não estão atendendo aos critérios técnicos e específicos de um bom projeto.

O grande volume do escoamento superficial nas áreas viárias e o fato da vazão de engolimento das bocas de lobo ser inferior a esta vazão, é a causa da sobrecarga no sistema. Onde, as mesmas não suportando tal vazão de escoamento, e por outros fatores intervenientes como a quantidade, localização, dimensionamento, manutenção e fiscalização comprometem o sistema. Assim ocasionam danos nas tubulações e vias públicas, e conseqüentemente perdas e gastos ao município e a população. Foi verificado também que a tubulação deveria ter um diâmetro mínimo de 1200mm, para atender a demanda do sistema.

Assim foi desenvolvido um novo projeto para a bacia em questão, que após os cálculos realizados, tem-se uma nova proposta para o sistema de microdrenagem do Bairro Rezende. Foi realizado também, uma estimativa de custo para implantação do projeto em questão, onde o mesmo leva em consideração todos os serviços a serem realizados.

O projeto apresentado foi elaborado levando em consideração todos os dados levantados da bacia em questão. Com isso foi possível estabelecer a quantidade necessária de bocas de lobo, poços de visita, bem como a definição dos diâmetros das galerias. O sistema atual de microdrenagem no Bairro Rezende não apresenta sarjeta de concreto, que é a considerada a ideal, visto que o asfalto não possui resistência a água. Assim foi proposto no projeto em questão, a implantação das sarjetas de concreto, bem como a inclusão de sarjetões para direcionamento do fluxo.

Após elaborado o projeto, foi realizada uma estimativa de custo para implantação do mesmo, para que assim o município possa estudar a viabilidade para execução. Vale ressaltar, que o investimento para implantação do projeto, analisado isoladamente, pode ser considerado um custo muito alto. Porém, deve-se comparado com os custos que o município tem com a frequente manutenção das redes e das vias públicas.

Portanto um projeto de microdrenagem deve ser elaborado atentando-se a toda a demanda da bacia. Onde deve ser levado sempre em consideração todos os fatores pertinentes a mesma, para que assim, possa se ter mais precisão com a finalidade de garantir a eficácia do sistema.

## REFERÊNCIAS

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, 1980.

**Estimativa de chuvas intensas para o oeste de Minas Gerais e o entorno do reservatório da usina hidrelétrica de Furnas**. Disponível em:

<<http://periodicos.uniformg.edu.br:21011/periodicos/index.php/testeconexaociencia/article/view/83>>. Acesso em 16 abril 2015.

**Google Maps**: Disponível em:

<<https://www.google.com.br/maps/place/Av.+Filomena+Rezende+da+Silva+-+Rezende,+Varginha+-+MG,+37062-210/@-21.585473,-45.4369319,17z/data=!3m1!4b1!4m2!3m1!1s0x94ca92b375dc9fdd:0x84fac0e9261017e2>>. Acesso em 10 de maio.2015

**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](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/infraestrutura/tabelas_de_custos/index.php?p=204451)>  
Acesso em 7 de outubro 2015

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.

**Manual de Drenagem de Rodovias. DNIT**. Disponível em:

<[http://www1.dnit.gov.br/normas/download/Manual\\_de\\_Drenagem\\_de\\_Rodovias.pdf](http://www1.dnit.gov.br/normas/download/Manual_de_Drenagem_de_Rodovias.pdf)>. Acesso em: 02 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](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. 2015

**Plínio Tomaz - Método Racional**. Disponível em:

<[http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos\\_livros/livro\\_metodo\\_calculos\\_vazao\\_capitulo02.pdf](http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos_livros/livro_metodo_calculos_vazao_capitulo02.pdf)>. Acesso em 05 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

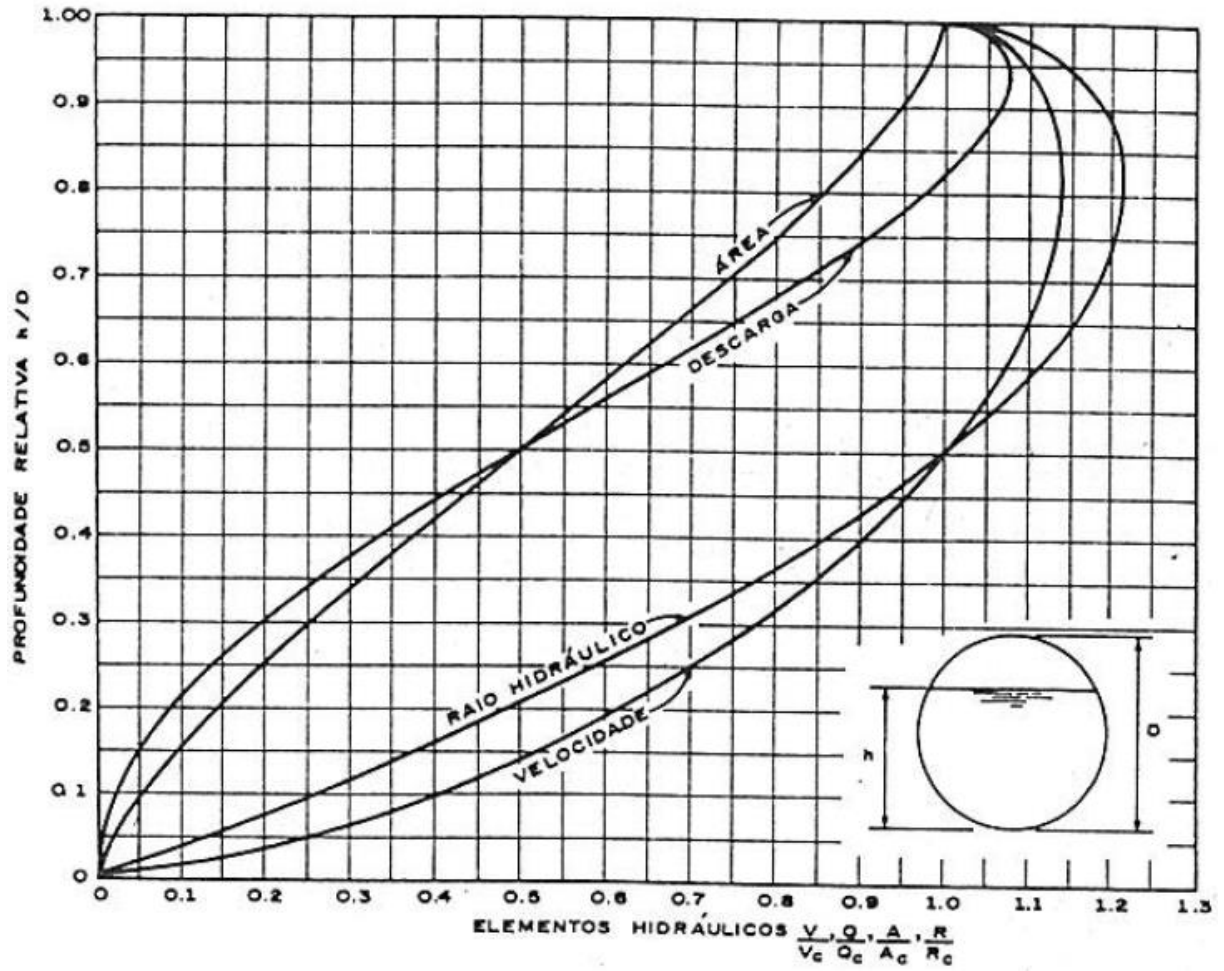
## ANEXO A – PARAMETROS E EQUAÇÕES DE CHUVA

Coordenadas geográficas e parâmetros da equação de chuvas intensas para os municípios da Associação dos Municípios do Lago de Furnas (ALAGO) e da região Oeste de Minas Gérias.

LOCALIDADES (ALAGO E OESTE DE MG)	Lat (S)	Long (W)	Alt (m)	K	b	a	c
1. Aguanil	20°56'	45°23'	823	3643,659	29,581	0,171	1,011
2. Alfenas	21°25'	45°56'	881	3810,884	20,339	0,207	1,075
3. Alpinópolis	20°51'	46°23'	876	3156,330	17,827	0,205	1,009
4. Alterosa	21°14'	46°08'	843	3571,337	18,518	0,216	1,047
5. Arcos	20°16'	45°32'	740	826,446	10,188	0,194	0,742
6. Areado	21°21'	46°08'	815	3645,200	19,111	0,213	1,056
7. Bambuí	20°00'	45°58'	706	978,2050	17,83	0,187	0,722
8. Boa Esperança	21°05'	45°33'	775	4291,578	31,733	0,175	1,025
9. Cabo Verde	21°28'	46°23'	927	3543,313	18,233	0,218	1,044
10. Campo Belo	20°53'	45°16'	945	3628,243	29,525	0,171	1,011
11. Campo do Meio	21°06'	45°49'	785	3541,593	20,620	0,199	1,038
12. Campos Gerais	21°14'	45°45'	843	3830,386	20,705	0,206	1,071
13. Cana Verde	21°01'	45°10'	867	3630,718	29,535	0,171	1,011
14. Candeias	20°46'	45°16'	967	3627,415	29,519	0,171	1,011
15. Capitólio	20°36'	46°03'	766	2049,092	16,674	0,168	0,913
16. Carmo do Rio Claro	20°58'	46°07'	830	2608,310	17,324	0,186	0,961
17. Cláudio	20°26'	44°45'	832	692,251	9,716	0,204	0,688
18. Coqueiral	21°11'	45°26'	867	5949,010	38,665	0,179	1,059
19. Córrego Fundo	20°26'	45°33'	844	940,881	10,863	0,192	0,758
20. Cristais	20°52'	45°31'	873	3641,217	29,412	0,171	1,009
21. Divinópolis	20°08'	44°53'	712	2.377,021	22,171	0,205	0,869
22. Divisa Nova	21°30'	46°11'	877	3663,250	19,489	0,210	1,059
23. Elói Mendes	21°36'	45°33'	907	4262,090	23,324	0,209	1,067
24. Fama	21°24'	45°49'	776	3810,506	20,341	0,207	1,075
25. Formiga	20°27'	45°25'	841	1320,945	14,740	0,191	0,808
26. Guapé	20°45'	45°55'	760	2048,334	16,670	0,168	0,913
27. Iguatama	20°10'	45°42'	664	819,687	10,121	0,194	0,741
28. Ilicínea	20°56'	45°49'	857	2126,349	17,075	0,169	0,917
29. Itapeverica	20°28'	45°07'	835	734,727	10,032	0,203	0,694
30. Itaúna	20°04'	44°34'	880	3481,557	31,697	0,240	0,964
31. Lavras	21°14'	44°59'	919	10224,810	56,281	0,187	1,149
32. Machado	21°40'	45°55'	820	3811,290	20,340	0,207	1,075
33. Nepomuceno	21°14'	45°14'	840	9821,279	54,553	0,187	1,141
34. Oliveira	20°41'	44°49'	982	692,260	9,716	0,204	0,688
35. Pains	20°22'	45°39'	693	837,842	10,219	0,194	0,744
36. Paraguaçu	21°32'	45°44'	826	3810,660	20,341	0,207	1,075
37. Perdões	21°05'	45°05'	842	7201,555	43,123	0,188	1,087
38. Pimenta	20°29'	45°47'	776	2048,582	16,671	0,168	0,913
39. Piumhi	20°27'	45°57'	793	2049,118	16,674	0,168	0,913
40. Ribeirão Vermelho	21°11'	45°03'	808	10219,194	56,255	0,187	1,149
41. Santo Antônio do Monte	20°05'	45°17'	919	1727,084	19,210	0,189	0,870
42. São João Batista do Glória	20°38'	46°30'	695	2122,868	16,736	0,173	0,915
43. Três Pontas	21°22'	45°30'	885	5690,461	32,626	0,200	1,080
44. Varginha	21°33'	45°25'	916	5987,104	32,694	0,218	1,087

Fonte: Estimativa de chuvas intensas para o oeste de Minas Gerais e o entorno do reservatório da usina hidrelétrica de furnas. (02/04/2015).

**ANEXO B – ABÁCO PARA DETERMINAR OS COEFICIENTES E RAIOS  
HIDRÁULICOS PARA SEÇÕES CIRCULARES**



Fonte: CETESB(1980)

**APÊNDICE A – PROJETO DE MICRODRENAGEM BAIRRO REZENDE  
PLANTA BAIXA**

**APÊNDICE B – PROJETO DE MICRODRENAGEM BAIRRO REZENDE**  
**PROJETO DE DETALHAMENTO**

**APÊNDICE C – PROJETO DE MICRODRENAGEM BAIRRO REZENDE**  
**PERFIL DAS RUAS**