

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS/MG**  
**ENGENHARIA CIVIL – 10º PERÍODO**  
**RODRIGO SILVA**

**MICRODRENAGEM: ESTUDO DE CASO DA AVENIDA TANCREDO NEVES COM  
A RUA PERNAMBUCO, NO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO DO SAPUCAÍ – MG**

**VARGINHA**

**2016**

**RODRIGO SILVA**

**MICRODRENAGEM: ESTUDO DE CASO DA AVENIDA TANCREDO NEVES COM  
A RUA PERNAMBUCO, NO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO DO SAPUCAÍ – MG**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Civil  
do Centro Universitário do Sul de Minas –  
UNIS/MG para conclusão do curso, sob orientação  
da professora Ivana Prado Vasconcelos.

**VARGINHA**

**2016**

**RODRIGO SILVA**

**MICRODRENAGEM: ESTUDO DE CASO DA AVENIDA TANCREDO NEVES COM  
A RUA PERNAMBUCO, NO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO DO SAPUCAÍ – MG**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Civil  
do Centro Universitário do Sul de Minas –  
UNIS/MG para conclusão do curso, sob orientação  
da professora Ivana Prado Vasconcelos.

Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_.

---

Prof. Me. Ivana Prado Vasconcelos

---

Prof. Dr. Leopoldo Uberto Junior

---

Prof. Esp. Luana Ferreira

**VARGINHA**

**2016**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, meus pais, irmãos, todos familiares, amigos, a minha namorada e a minha orientadora Ivana Prado Vasconcelos, pela orientação durante a execução deste trabalho.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação gráfica de Avenida Tancredo Neves e seu ponto crítico. ....	12
Figura 2 - Delimitação de bacia hidrográfica. ....	13
Figura 3 - Sentido do escoamento superficial na bacia de estudo. ....	13
Figura 4 –Cruzamento de vias. ....	14
Figura 5 – Cruzamento de vias. ....	15
Figura 6 – Sarjeta em pavimento asfáltico. ....	16
Figura 7 – Sarjeta em paralelepípedos. ....	17
Figura 8 – Altura de guia.....	18
Figura 9 – Sarjeta e via em condições inadequadas.....	19
Figura 10 – Condição de sarjetas na Avenida Tancredo Neves. ....	19
Figura 11 – Obstrução de passagem por rampa de garagens. ....	20
Figura 12 – Obstrução de passagem por rampa de garagem.....	20
Figura 13 – boca de lobo sem manutenção e limpeza. ....	21
Figura 14 –Bocas de lobo fora da sarjeta. ....	22
Figura 15 – Posicionamento inadequado de boca de lobo. ....	22
Figura 16 – Boca de lobo em situação desfavorável a eficiência.....	23
Figura 17 – Boca de lobo em situação desfavorável a eficiência. ....	23
Figura 18 – Boca de lobo em esquina. ....	24
Figura 19 – Boca de lobo em esquina. ....	24
Figura 20 – Boca de lobo em esquina. ....	25
Figura 21 – Boca de lobo em esquina. ....	25
Figura 22 – Seção transversal de sarjeta ....	31
Figura 23 – Classificação de bocas de lobo. ....	33
Figura 24 - Ábaco para determinar vazão em boca de lobo.....	34
Figura 25 – Boca de lobo em grelha ....	35
Figura 26 – Boca de lobo em grelha ....	35
Figura 27 - diferentes tipos de seções transversais para galerias. ....	36
Figura 28 – Ábaco, fator de correção.....	37
Figura 29 - Detalhamento de poço de visita.....	38
Figura 30 – dados de chuva obtidos para São Gonçalo do Sapucaí - MG.....	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Períodos de retorno. ....	29
Tabela 2 - Coeficiente de RUNOFF. ....	30
Tabela 3 - Fator de redução do escoamento para bocas de lobo. ....	34
Tabela 4 – Espaçamento de poços de visita ....	39
Tabela 5 - Sarjetas.....	43

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	10
2.1 Objetivo geral.....	10
2.2 Objetivos específicos .....	10
<b>3. BREVE DIAGNÓSTICO</b> .....	11
3.1 Caracterização do local de estudo .....	11
3.2 Caracterização da bacia hidrográfica .....	12
3.3 Caracterização do sistema de drenagem existente.....	13
3.3.1 Sarjetão.....	13
3.3.2 Sarjeta.....	15
3.3.3 Galerias e bocas de lobo.....	21
3.4 Estimativa de drenagem atual.....	26
3.5 Soluções propostas no TCC 1 .....	26
<b>4. MEMORIAL DESCRITIVO</b> .....	27
4.1 Apresentação.....	27
4.2 Método hidrológico .....	27
4.2.1 Método racional.....	27
4.3 Parâmetros para cálculo .....	27
4.3.1 Levantamento de dados.....	28
4.3.2 Tempo de concentração.....	28
4.3.3 Intensidade média de chuva .....	29
4.3.4 Período de retorno.....	29
4.3.5 Coeficiente de escoamento superficial.....	30
4.3.6 Sarjetão.....	30
4.3.7 Sarjeta.....	31
4.3.8 Boca de lobo .....	32
4.3.9 Galeria .....	35
4.3.10 Tubos de ligação .....	37
4.3.11 Poço de visita.....	38
4.3.12 Caixa de ligação.....	39

<b>5</b>	<b>MEMORIAL DE CÁLCULO</b> .....	40
<b>5.1</b>	<b>Determinação dos parâmetros hidrológicos</b> .....	40
<b>5.2</b>	<b>Planilha de cálculo</b> .....	45
<b>6</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS E SERVIÇOS</b> .....	60
<b>6.1</b>	<b>Normas de execução</b> .....	60
6.1.1	Concreto e argamassa .....	61
6.1.2	Regularização de sarjetas e sarjetões .....	61
6.1.3	Escavação de valas.....	61
6.1.4	Remoção de terra excedente.....	62
6.1.5	Escoramento de valas.....	62
6.1.6	Lastro de pedra britada e berço de concreto.....	62
6.1.7	Tubulação .....	63
6.1.8	Assentamento da tubulação .....	63
6.1.9	Rejuntamento de tubos.....	63
6.1.10	Reaterro das valas .....	63
6.1.11	Poço de visita.....	64
6.1.12	Caixa de ligação.....	64
6.1.13	Boca de lobo .....	65
6.1.14	Recomposição do pavimento.....	65
6.1.15	Recomendações gerais .....	65
<b>6.2</b>	<b>Quantitativo de materiais</b> .....	65
<b>6.3</b>	<b>Estimativa de custo</b> .....	67
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	68
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	69

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo CETESB (companhia de tecnologia de saneamento ambiental) 1980, o sistema de drenagem faz parte do conjunto de melhoramentos públicos existentes em uma área urbana. Com isso, tal sistema ocupa lugar de destaque entre as obras hidráulicas e sanitárias. Porém, a utilização correta do sistema de drenagem ainda é algo distante da realidade brasileira. Grande parte das cidades enfrentam problemas relacionados com o sistema de drenagem de águas pluviais, conseqüentemente a população sofre com seus efeitos e perdas. O objetivo de um sistema de drenagem é definido pela captação e condução da água pluvial, evitando que no decorrer de seu percurso ocorra qualquer falta de escoamento, que possa ocasionar alagamentos.

A inexistência ou dimensionamento incorreto do sistema de drenagem, afeta diretamente a qualidade de vida da sociedade, com alagamentos e enxurradas que interferem no trânsito local, geram perdas aos moradores próximos e aumenta a degradação das vias, elevando assim os gastos públicos com manutenções e reparos.

A bacia hidrográfica da região estudada, tem seu ponto à jusante na Avenida Tancredo Neves, sendo este, o ponto crítico analisado. A região é de grande importância para a locomoção dos veículos e pessoas da cidade, e também possui ao longo de sua avenida principal pontos comerciais e clubes mais frequentados da cidade. Portanto, faz-se importante o correto manejo do escoamento pluvial com um sistema de microdrenagem eficiente.

Como diagnosticado no trabalho de conclusão de curso 1, é possível afirmar que a região em estudo possui diversas patologias em seus dispositivos hidráulicos existentes no sistema de microdrenagem, onde, em dias de chuvas intensas é possível identificar pontos de alagamentos que interferem direta e indiretamente a qualidade de vida dos moradores de toda cidade de São Gonçalo do Sapucaí.

O projeto em questão visa mudar o mínimo possível a atual situação da região, porém deixando todo o sistema de microdrenagem rigorosamente eficiente quanto sua função de drenagem, sanando assim todas as possibilidades de enchentes e alagamentos na região.

Com a análise e diagnóstico do problema relatado no sistema de microdrenagem, a solução proposta para tal situação é descrita no presente trabalho, onde é projetada uma nova rede de microdrenagem que irá trabalhar em conjunto com a atual, sendo alterado ou incrementado somente os dispositivos hidráulicos que não atenderem as normas brasileiras prescritas na ABNT. Com isso, utilizando o devido rigor de qualidade na execução dos

serviços, a região descrita não ficará sujeita aos danos causados nos períodos chuvosos, melhorando consideravelmente a qualidade de vida da população.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O trabalho em questão possui o objetivo de propor a melhor solução para os problemas atuais relacionados a baixa eficiência do sistema de drenagem pluvial utilizado no bairro Santa Rita em São Gonçalo do Sapucaí-MG.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Analisar e levantar dados sobre a bacia hidrográfica estudada, junto com sua topografia;
- Analisar os fatores agravantes da região;
- Analisar todas as áreas de contribuição dos bairros, junto com as devidas áreas de ocupação da bacia hidrográfica;
- Projetar um sistema de drenagem que seja complementar ao existente, eliminando assim os déficits encontrados atualmente na drenagem superficial da bacia hidrográfica.

### **3. BREVE DIAGNÓSTICO**

#### **3.1 Caracterização do local de estudo**

O ponto crítico analisado na bacia hidrográfica, onde o bairro Santa Rita se localiza, na junção da avenida Tancredo Neves com a rua Pernambuco, é caracterizado como crítico, pelo fato de ser a jusante da bacia e sofrer com inundações frequentes. A Avenida Tancredo Neves é de grande importância para a cidade, pois a partir dela se consegue melhor fluxo dos automóveis, ligando bairros periféricos ao centro e possui ao seu entorno choperias, pizzarias e clubes mais frequentados. Sua extensão é de aproximadamente 842 m, possui duas pistas de rolamento, cada pista possui 6 metros de largura, destinados aos carros e 1,5 metros de cada lado destinado a calçada. A avenida em questão, possui em sua totalidade, pavimentação asfáltica e sarjetas construídas pela junção do asfalto ao meio-fio. No entanto, a avenida em questão não possui sarjetões, que direcionam o fluxo da água, tal direcionamento é feito pelo simples acabamento de ruas que se cruzam perpendicularmente.

As bocas de lobo existentes não apresentam qualquer uniformidade em suas dimensões, a definição de um padrão para todas as bocas de lobo facilita a execução de futuras manutenções.

A localização e a trajetória da Avenida Tancredo Neves, são apresentadas graficamente na figura 1, na mesma figura é destacado o ponto de jusante da bacia hidrográfica e ponto crítico do local de estudo.

Figura 1 - Representação gráfica de Avenida Tancredo Neves e seu ponto crítico.



Fonte: Google Earth – visitado em 19/14/2016.

### 3.2 Caracterização da bacia hidrográfica

A bacia hidrográfica apresenta área de aproximadamente 229792,82 m<sup>2</sup>, sendo composta por 20207,51 m<sup>2</sup> de área verde, a área residencial representa o montante de 188665,42 m<sup>2</sup> e a área destinada para as ruas são correspondentes a 20919,89 m<sup>2</sup>. A referida área, é ocupada principalmente por residências unifamiliares e comerciantes locais. A pavimentação é mista, sendo assim é composta por concreto betuminoso e paralelepípedos, com 6 metros de largura.

A bacia de contribuição levantada mostrou possuir elevada diferença de altitude, chegando a aproximadamente 23 metros do ponto mais alto ao mais baixo. Porém na Avenida Tancredo Neves, o trecho de chegada à jusante da bacia possui as cotas 844 m e 845 m em seus pontos distintos, tal diferença de cotas gera a inclinação de 1,42% no decorrer dos seus 70 m de extensão. Segundo CETESB (1980), a declividade mínima necessária para proporcionar uma drenagem adequada é de 0,4% (nas sarjetas), com isso é possível afirmar que o escoamento superficial do trecho à jusante se enquadra quanto sua capacidade de escoamento. Na figura 2 é apresentada a delimitação da bacia junto com suas devidas cotas topográficas a cada 5 metros.

Figura 2 - Delimitação de bacia hidrográfica.



Fonte: Google Earth, cotas topográficas geradas pelo Global Mapper.

A direção do escoamento superficial é definida na figura 3, onde sua jusante se define exatamente no ponto crítico apresentado. Também é disposto no apêndice todo o detalhamento da bacia hidrográfica, junto com seus dispositivos hidráulicos que são necessários para que ocorra a eficiência do sistema.

Figura 3 - Sentido do escoamento superficial na bacia de estudo.



Fonte: Google Earth, cotas topográficas geradas pelo Global Mapper.

### 3.3 Caracterização do sistema de drenagem existente

#### 3.3.1 Sarjetão

A seção transversal de um sarjetão varia conforme a utilização da via. No local de estudo, segundo a literatura, pode ser utilizado a seção em V, possuindo dimensões de 1,2 metros de largura com inclinação de 20°. Contudo, não foi detectado sarjetões no local de

estudo. As figuras 4 e 5, mostram a situação do local em que deveriam ser implantados os sarjetões.

O direcionamento da água é feito apenas pela junção e acabamento das vias que se cruzam perpendicularmente. A junção das vias demonstrado na figura 4 possui inclinação de aproximadamente 0,55%, de acordo com CETESB (1980), a declividade se encontra acima do mínimo necessário para escoamento, no entanto, a falta de manutenção e o mal acabamento da junção das vias, prejudicam o escoamento pluvial, acumulando parte da água que por ali passa.

Figura 4 –Cruzamento de vias.



Fonte: o autor.

**Figura 5** – Cruzamento de vias.



Fonte: o autor.

### 3.3.2 Sarjeta

A maior parte do sistema de drenagem superficial adotado na bacia de estudo é feito a princípio por sarjetas inadequadas. Nos trechos que possuem a estrutura executada adequadamente, existem pontos de perda de eficiência, e em outros trechos a sarjeta foi definitivamente extinta do local por falta de manutenção e recuperação.

Na maioria dos trechos analisados, que possuem pavimento asfáltico, a sarjeta é constituída pela extensão do asfalto até a guia. O uso do asfalto para sarjetas, não é indicado pela literatura, pois não possui resistência suficiente para suportar as ações da água. Entretanto, o local de estudo também possui vias e sarjetas construídas com paralelepípedos, material permitido para este fim, pois, resiste às ações da água, e atendem a necessidade de escoamento, desde que esteja corretamente dimensionada e executada. A sarjeta disponível na figura 6, é constituída com pavimento asfáltico, e a figura 7, mostra a sarjeta composta por paralelepípedos.

A baixa resistência do asfalto em contato com a água faz com que o pavimento sofra erosões e desenvolva crateras. Segundo CETESB (1980), o material sugerido para construção de sarjetas, em vias asfálticas é o concreto, pois possui melhor resistência as ações da água.

Figura 6 – Sarjeta em pavimento asfáltico.



Fonte: o autor.

Figura 7 – Sarjeta em paralelepípedos.



Fonte: o autor.

As sarjetas compostas por paralelepípedos devem possuir dimensões e declividades que suportem a vazão projetada. A sarjeta mostrada na figura 7, apesar de constituída com material correto, possui declividade transversal de 0,95%, segundo CETESB (1980), o valor mínimo para obter um bom resultado de drenagem é 1%. Como consequência a falta da declividade citada, ocorre redução da capacidade de escoamento da sarjeta.

Para que o sistema de escoamento de uma sarjeta tenha sucesso, é necessário que atenda diversos parâmetros descritos por norma ou apresentados na literatura presente. Entre estes parâmetros, as dimensões para a seção transversal da sarjeta, influenciam em sua eficiência. Além do fator, declividade transversal citado anteriormente, a altura da guia também modifica a capacidade de escoamento. Segundo CETESB (1980), varia de 0,1 a 0,15 m, dependendo da classificação da via. Na bacia de estudo, foram encontradas guias com alturas de até 0,05 m. Com essa altura útil sua capacidade de escoamento é reduzida consideravelmente. A figura 8 mostra a situação citada.

Figura 8 – Altura de guia.



Fonte: o autor.

Aliado a baixa altura das sarjetas e precária manutenção, o cobrimento do pavimento asfáltico está sobre os paralelepípedos existentes anteriormente. Pelo fato de se tratar de uma avenida, com fluxo de carros pesados, a base dos paralelepípedos não foi suficiente para resistir às ações geradas pelos veículos. Com isso, o pavimento começa a apresentar falhas e rupturas, que além de prejudicarem o trânsito de veículos, dificulta que a água escoe do meio da via para a sarjeta, além de ocasionar infiltração no pavimento que agrava ainda mais a situação. A situação descrita é demonstrada na figura 9.

Figura 9 – Sarjeta e via em condições inadequadas.



Fonte: o autor.

As obstruções encontradas ao longo das sarjetas são principalmente, rampas para garagens e falta de limpeza em seu percurso. Ambas as situações descritas são altamente prejudiciais a eficiência do sistema, pois, invadem a área destinada para as sarjetas, além de aumentar o atrito da água com a superfície da sarjeta. Como consequência, ocorre a redução da capacidade de transporte e em alguns casos chegam a impedir que a água percorra seu trajeto. As figuras 10,11 e 12 mostram as condições atuais das sarjetas.

Figura 10 – Condição de sarjetas na Avenida Tancredo Neves.



Fonte: o autor.

Figura 11 – Obstrução de passagem por rampa de garagens.



Fonte: o autor.

Figura 12 – Obstrução de passagem por rampa de garagem.



Fonte: o autor.

### 3.3.3 Galerias e bocas de lobo

As galerias são canalizações públicas, usadas para conduzir a água pluvial proveniente das bocas de lobo e das ligações privadas, até seu local de despejo. Segundo a engenheira Ursula Andréa Chein Elias Cunha, responsável pelo setor de engenharia da Prefeitura, o valor de diâmetro adotado para a referida rede é de 400 mm, e em seu ponto de jusante ocorre o desague no córrego do feijão.

As bocas de lobo existentes na bacia hidrológica foram contadas, medidas e analisadas. A princípio foram detectados, falta de manutenção e limpeza do local, que prejudicam a vazão de engolimento da mesma, fato este demonstrado na figura 13.

Figura 13 – boca de lobo sem manutenção e limpeza.



Fonte: o autor.

A principal função das bocas de lobo é a captação da água que escoa pela sarjeta e seu direcionamento para a galeria existente. Contudo, seu posicionamento deve ser bem definido e dentro dos limites da sarjeta. Quando uma boca de lobo ocupa a via, ocorre perda de seção, já que a área que estiver na via não conseguirá receber a água da sarjeta. No sistema analisado

observou-se a ocorrência de algumas bocas de lobo com posicionamento inadequado, conforme figuras 14 e 15.

Figura 14 –Bocas de lobo fora da sarjeta.



Fonte: o autor.

Figura 15 – Posicionamento inadequado de boca de lobo.



Fonte: o autor.

As figuras 16 e 17, mostram a sarjeta localizada no centro da rua, totalmente fora da área de escoamento da água, e sua seção útil para escoamento se torna consideravelmente menor.

Figura 16 – Boca de lobo em situação desfavorável a eficiência.



Fonte: o autor.

Figura 17 – Boca de lobo em situação desfavorável a eficiência.



Fonte: o autor.

As bocas de lobo localizadas em esquinas devem respeitar a largura das calçadas para se posicionarem e receber somente a vazão da sarjeta que se localiza, ou ser dimensionada para receber a vazão das duas sarjetas paralelas, porém com posicionamento correto. No local de estudo, na maioria dos casos as bocas de lobo se localizam justamente no encontro das duas sarjetas, e não estão corretamente posicionadas, fazendo com que a mesma perca área de engolimento. As figuras 18,19,20 e 21 demonstram a situação anterior.

Figura 18 – Boca de lobo em esquina.



Fonte: o autor.

Figura 19 – Boca de lobo em esquina.



Fonte: o autor.

Figura 20 – Boca de lobo em esquina.



Fonte: o autor.

Figura 21 – Boca de lobo em esquina.



Fonte: o autor.

### 3.4 Estimativa de drenagem atual

De acordo com as formulações e métodos utilizados e dispostos no memorial de cálculo, pode-se afirmar que a capacidade máxima de escoamento da galeria atual é de apenas 5,81 % da vazão de projeto encontrada, sendo assim, necessário realizar alterações no sistema de drenagem atual.

Os cálculos realizados foram feitos para a situação ideal do sistema, ou seja, os componentes de drenagem estão supostamente em boas condições de uso e trabalham com a eficiência projetada. Entretanto, a situação real em que se encontra o sistema é completamente adversa a condição ideal calculada, com isso o percentual drenado na região será menor.

### 3.5 Soluções propostas no TCC 1

De acordo com o levantamento de dados executado, situação hidráulica atual e cálculos referentes à vazão de suporte da galeria existente, é possível determinar possíveis soluções para os problemas de drenagem no cruzamento da Avenida Tancredo Neves com a rua Pernambuco.

Drenagem superficial:

- Correção e dimensionamento das sarjetas quanto a suas dimensões, declividades e material com que são feitas.
- Instalação de sarjetões dimensionados, para correto direcionamento pluvial.
- As bocas de lobo podem ser redimensionadas e posicionadas a favor da eficiência.
- Fiscalização pela prefeitura, com o intuito de proibir a construção de rampas de garagem que obstruam a passagem da água.

Galeria:

Como solução da incapacidade de escoamento encontrado na galeria existente, foi possível identificar três alternativas de correção, são elas:

- Pode-se complementar a rede já existente, com outra que atenda a vazão excedente.
- É possível substituir a galeria utilizada, por outra que seja dimensionada e atenda a vazão de projeto encontrada.
- Pode-se criar uma sub bacia, e determinar sua jusante em ponto estratégico, para que a vazão total da bacia seja dividida, não sobrecarregando a galeria já existente.

## **4. MEMORIAL DESCRITIVO.**

### **4.1 Apresentação**

O presente memorial possui como principal objetivo apontar, descrever e projetar conforme necessidade, os pontos relevantes dentro do projeto de microdrenagem, realizado na bacia hidrográfica onde o bairro Santa Rita na cidade de São Gonçalo do Sapucaí está localizado.

### **4.2 Método hidrológico**

#### **4.2.1 Método racional**

Para a execução dos cálculos de dimensionamento dos dispositivos hidráulicos existentes na bacia hidrológica estudada, foi utilizado como base de concepção da vazão pluvial o método racional. Segundo Tomaz (2002), tal método deve ser utilizado em bacias hidrográficas que possuam área de contribuição de até 3 km<sup>2</sup>, situação está em que a área estudada se encaixa.

Segundo Sampaio (1978), o método racional possui como conceito básico que a máxima vazão para uma pequena bacia contribuinte, ocorre quando toda a bacia está contribuindo, e que esta vazão é igual a uma fração da precipitação média.

Segundo Dias (1967), a principal característica apontada para o método racional é a fixação de um valor mais conveniente para a intensidade de chuva, que será utilizada para realizar os cálculos. A fórmula analítica utilizada para realizar o cálculo está disposta na equação 4 no memorial de cálculo.

### **4.3 Parâmetros para cálculo**

É fundamental que ocorra a compatibilização do projeto executado com o sistema de drenagem atual, fazendo que ambos trabalhem em conjunto, um complementando o outro a fim de sanar os problemas enfrentados atualmente. Para que ocorra o sucesso desejado é imprescindível que o decorrer do projeto siga a seguinte descrição de projeto:

- Definição dos parâmetros para cálculo, sendo eles: área total da bacia hidrográfica, área verde, área residencial, área asfaltada, coeficiente de Runoff médio, período de retorno da chuva, comprimento do talvegue, inclinação do talvegue, tempo de concentração pluvial e intensidade média de chuva;
- Definição das sub-bacias existentes junto com suas áreas de contribuição;
- Definição das ruas em que ocorre a necessidade de alteração das sarjetas, e projeta-las conforme necessidade e topografia local, definindo suas inclinações, cotas, dimensões e tipo de material constituinte;
- Cálculo de vazões através do método racional a fim de determinar os locais onde ocorrem a necessidade de implantação de galerias, fazendo com que a mesma, trabalhe em conjunto com a galeria existente;
- Determinação da localização em que será necessário a implantação de bocas de lobo junto com seus quantitativos.

#### 4.3.1 Levantamento de dados

No desenvolvimento do projeto de microdrenagem se fez necessário o levantamento de dados que auxiliaram no dimensionamento dos dispositivos hidráulicos da bacia hidrográfica. A princípio determinou-se, através dos softwares Google Earth, Global Mapper e AutoCad, a área total da bacia, área verde existente, área residencial, área asfaltada, comprimento de talvegue e sua inclinação.

#### 4.3.2 Tempo de concentração

Segundo Sampaio (1978), a definição usual para o tempo de concentração é basicamente o tempo em minutos que leva uma gota de água teórica para ir do ponto mais afastado da bacia até o ponto em que se quer analisar. Contudo, também se deve somar ao tempo de concentração a duração com que a chuva ocorreu. O cálculo do tempo de concentração é disponível na equação 1 do memorial de cálculo.

#### 4.3.3 Intensidade média de chuva

O cálculo desenvolvido em projeto, utilizou o processo de cálculo desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), que através de seu grupo de pesquisa em recursos hídricos (GPRH), desenvolveu um software chamado plúvio, que permite selecionar a localidade de interesse e este fornece os dados necessários para cálculo de intensidade de chuva. Através do software são fornecidos os coeficientes K, a, b e c que então são aplicados na equação 2, disponível no memorial de cálculo e calculado na planilha de dimensionamento.

#### 4.3.4 Período de retorno

De acordo com Tucci (2000), o período de retorno é o tempo estimado que um determinado episódio hidrológico é superado ou igualado em pelo menos uma vez. Segundo Villela (1975) é um parâmetro de extrema importância para projetos de sistemas hidráulicos, como reservatórios, canais, vertedouros, bueiros e galerias de água pluviais. A tabela 1 mostra as recomendações de qual período de retorno deve ser adotado para os diversos tipos de obra e ocupação.

Tabela 1 – Períodos de retorno.

<b>Tipo de Obra</b>	<b>Tipo de Ocupação da Área</b>	<b>T (anos)</b>
Microdrenagem	Residencial	2
	Comercial	5
	Áreas com edifícios de serviços ao público	5
	Aeroportos	2-5
	Áreas comerciais e artérias de tráfego	5-10
Macro-drenagem	Áreas comerciais e residenciais	50-100
	Áreas de importância específica	500 -

Fonte: Tucci (2000)

Para o projeto em questão, utilizou-se o período de retorno de 5 anos, por se tratar de um local comercial em seu ponto mais crítico.

#### 4.3.5 Coeficiente de escoamento superficial

Segundo CETESB (1980), no método racional utilizado para dimensionamento dos dispositivos hidráulicos neste projeto, é necessário a determinação do coeficiente de runoff representado na tabela 2. Em áreas como loteamentos é comum a utilização de diferentes coeficientes, neste caso utiliza-se o  $C_{\text{médio}}$ , a equação 3 para seu cálculo, está disponível no memorial de cálculo.

Tabela 2 - Coeficiente de RUNOFF.

DESCRIÇÃO DA ÁREA	COEFICIENTE DE "RUNOFF"
<b>Área Residencial</b>	
• Residências isoladas	0,35 a 0,50
• Unidades múltiplas (separadas)	0,40 a 0,60
• Unidades múltiplas (conjugadas)	0,60 a 0,75
• Lotes com 2000 m <sup>2</sup> ou mais	0,30 a 0,45
<b>Área com prédios de apartamentos</b>	0,50 a 0,70
<b>Área industrial</b>	
• Indústrias leves	0,50 a 0,80
• Indústrias pesadas	0,60 a 0,90
<b>Áreas sem melhoramentos</b>	0,10 a 0,30
CARACTERÍSTICAS DA SUPERFÍCIE	COEFICIENTE DE "RUNOFF"
<b>Ruas</b>	
• Pavimentação asfáltica	0,70 a 0,95
• Pavimentação de concreto	0,80 a 0,95

Fonte: CETESB (1980)

#### 4.3.6 Sarjetão

A principal função de um sarjetão é realizar o direcionamento pluvial, não deixando que a água escoe para fora da sarjeta, indo para caminhos indesejáveis o que prejudicaria a eficiência dos dispositivos de drenagem utilizados.

A seção transversal de um sarjetão varia conforme a utilização da via. No local de estudo, segundo a literatura, pode ser utilizado a seção em V, possuindo dimensões de 1,2 metros de largura com inclinação de 45°.

#### 4.3.7 Sarjeta

Segundo Tucci (1995), sarjetas são faixas da via pública, paralelas e vizinhas ao meio fio. A calha formada é a receptora das águas pluviais que incidem sobre as vias públicas, e também sobre todos os terrenos de contribuição daquela área.

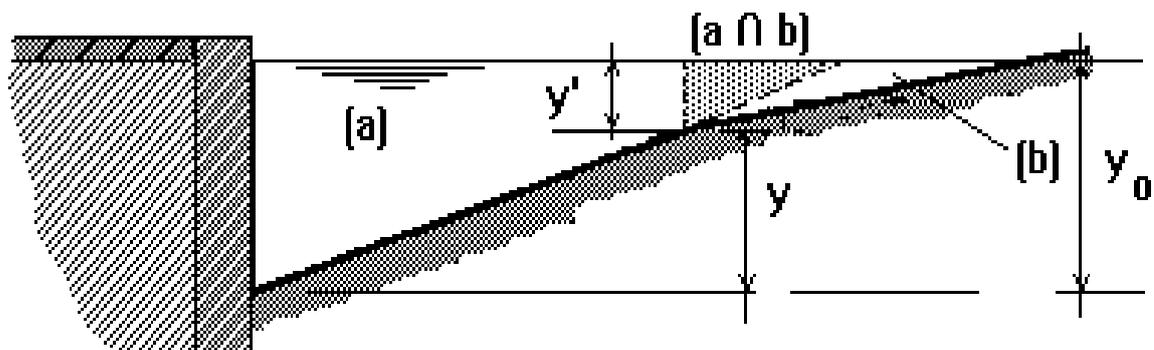
Segundo Tucci (1995), as águas ao caírem nas áreas urbanas, escoam, inicialmente, pelos terrenos até chegarem às ruas. Sendo as ruas abauladas (declividade transversal) e tendo inclinação longitudinal, essa inclinação fará com que a água se dirija rapidamente para as sarjetas. Caso se tenha uma vazão excessiva com a que foi projetada, ocorrerá alagamentos, inundação de calçadas e velocidades exageradas que resultam em erosão do pavimento.

Segundo Tucci (1995), a capacidade de suporte de drenagem de uma sarjeta ou rua pode ser calculada com base em duas hipóteses, que são:

- A água escoando por toda a calha da rua;
- A água escoando somente pelas sarjetas.

Para a primeira hipótese, admite-se declividade da rua de 3% e a altura da água na sarjeta de 0,15 m, conforme figura 22. Para a segunda hipótese, também é possível admitir uma declividade de 3% da rua, porém, a altura da água na sarjeta é de 0,1 m.

Figura 22 – Seção transversal de sarjeta



Fonte: Tucci (1995)

A sarjeta é fundamental para o escoamento pluvial, porém a área estudada possui locais precários e faz com que não exista o dispositivo hidráulico. Porém em outros trechos estudados as sarjetas atendem ao que é permitido normativamente, com isso é calculado através da equação 5 as sarjetas que não atendem as especificações técnicas.

#### 4.3.8 Boca de lobo

Segundo CETESB (1980), boca de lobo é um dispositivo especial, que tem a finalidade de captar a água pluvial que escoar pela sarjeta, guiando-a até a galeria ou tubulações subterrâneas. Podem ser classificadas em quatro tipos, que são apresentados graficamente na figura 23:

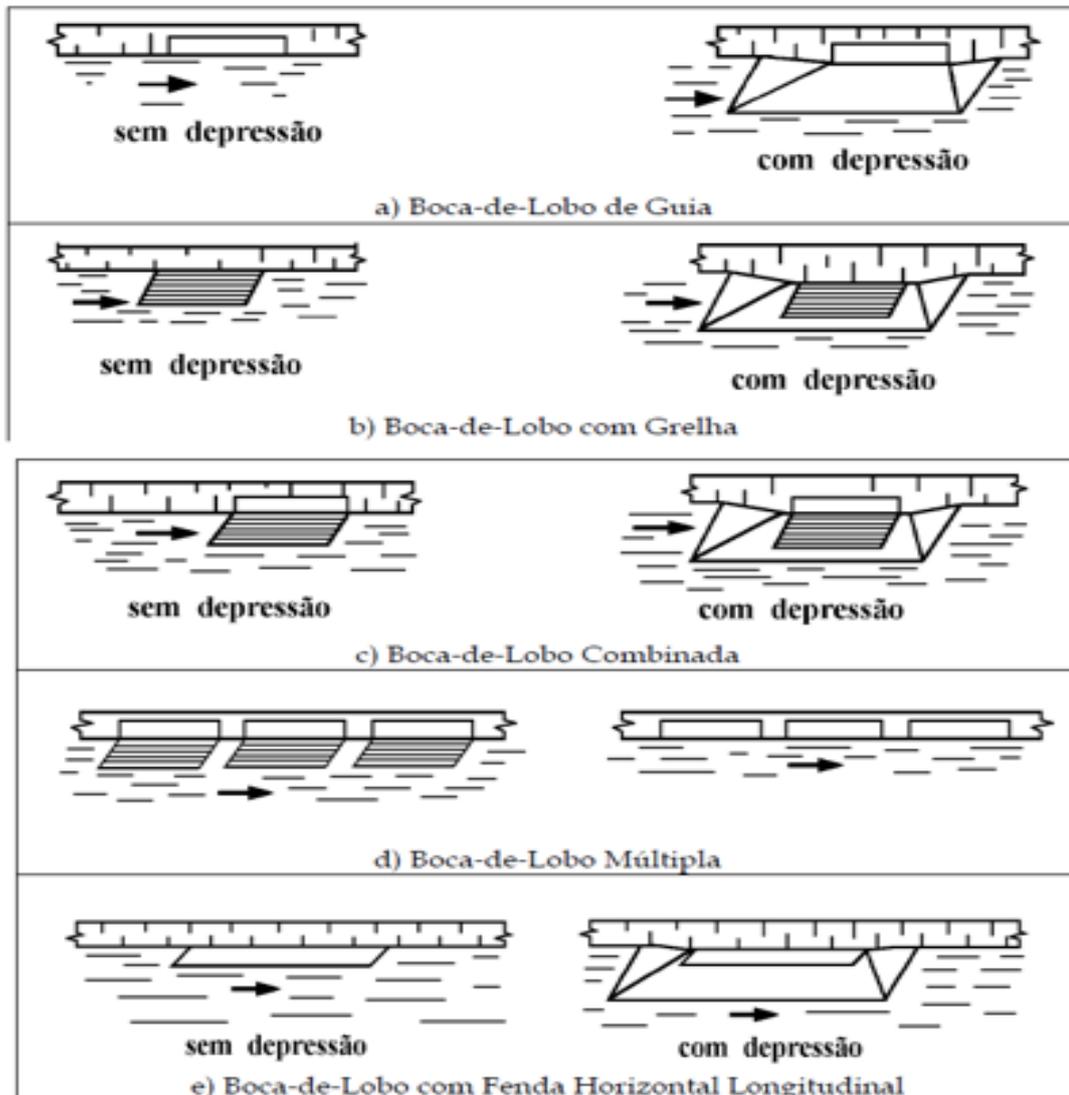
- Boca de lobo simples;
- Boca de lobo com grelha;
- Boca de lobo combinada;
- Boca de lobo múltipla.

Além destes tipos, ainda podem ser classificadas quanto sua localização:

- Bocas de lobo situadas em pontos intermediários das sarjetas;
- Bocas de lobo situadas em pontos baixos das sarjetas.

No primeiro caso, as bocas de lobo se encontram em trechos contínuos e de declividade constante da sarjeta. A entrada da água pluvial se dá apenas através de uma das extremidades da boca de lobo. Já no segundo caso, as bocas de lobo se localizam em pontos baixos das sarjetas, decorrentes da mudança de declividade da rua, ou junto à curvatura das guias, no cruzamento de duas ruas. A entrada da água pluvial ocorre pelas duas extremidades da boca de lobo.

Figura 23 – Classificação de bocas de lobo.

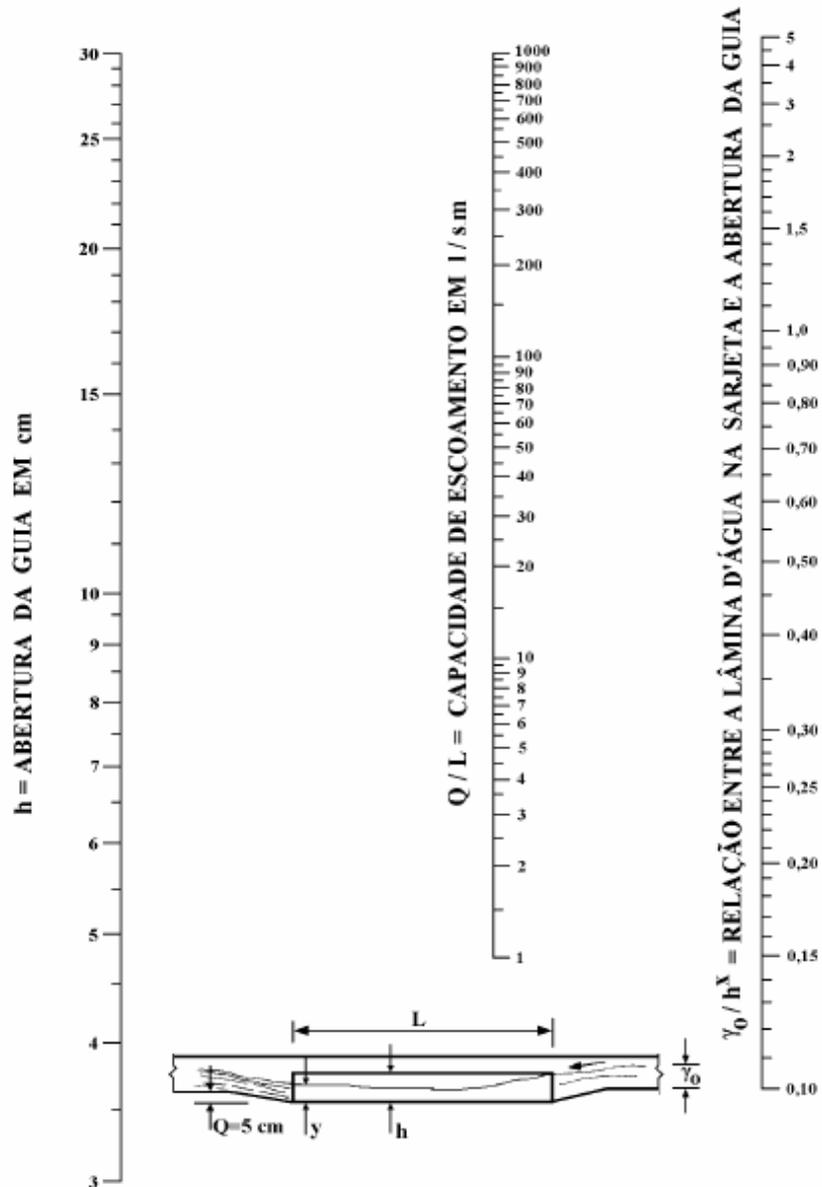


FONTE: CETESB (1980)

Segundo Tucci (1995), é possível determinar a vazão total através da análise do ábaco disposto na figura 24, tal análise é feita com base na altura e largura da depressão da boca de lobo, declividade transversal e altura projetada de água.

Segundo FCTH (fundação centro tecnológico de hidráulica) 1999, a capacidade de esgotamento real é inferior à que foi devidamente calculada, tal fato ocorre por diversos fatores, entre os quais a obstrução por detritos, irregularidades nos pavimentos das ruas junto às sarjetas e ao alinhamento real, a tabela 3 estabelece os coeficientes que estimam esta redução.

Figura 24 - Ábaco para determinar vazão em boca de lobo



FORNE: TUCCI (1995)

Tabela 3 - Fator de redução do escoamento para bocas de lobo.

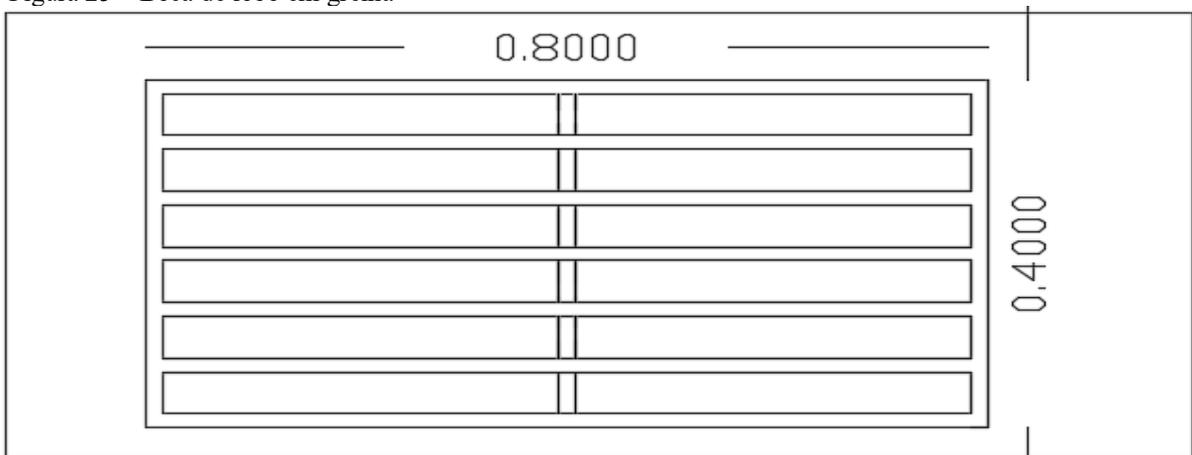
Localização na sarjeta	Tipo de boca-de-lobo	% permitida sobre o valor teórico
Ponto Baixo	De guia	80
	Com grelha	50
	Combinada	65
Ponto intermediário	De Guia	80
	Grelha longitudinal	60
	Grelha transversal ou longitudinal com barras transversais combinadas	60

FORNE: FCTH (1999)

No presente projeto será utilizado dois tipos de boca de lobo, a fim de padronizar e facilitar possíveis manutenções em suas estruturas. O padrão utilizado será as bocas de lobo com grelhas adjacentes ao meio-fio e barras longitudinais ao sentido da via, apresentando uma eficiência 60% maior que as barras transversais. As bocas de lobo já existentes apenas serão padronizadas para seu melhor funcionamento, excluindo assim as patologias existentes no sistema.

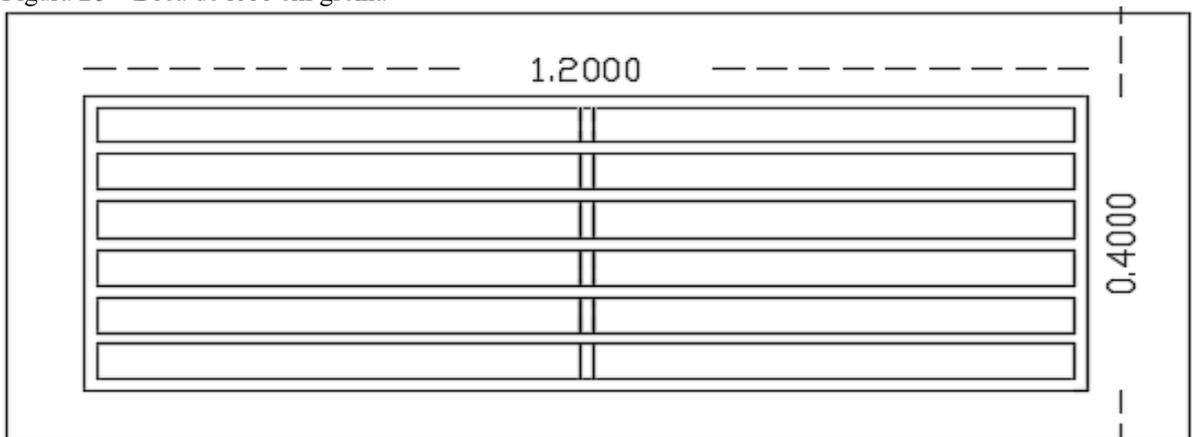
A capacidade de engolimento (vazão) das bocas de lobo com grelha será definida conforme equação 6, e o modelo de boca de lobo utilizado é demonstrado na figura 25 e 26 a seguir.

Figura 25 – Boca de lobo em grelha



Fonte: O autor

Figura 26 – Boca de lobo em grelha



Fonte: O autor

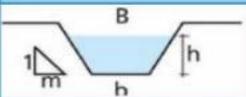
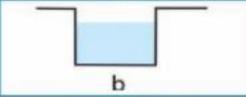
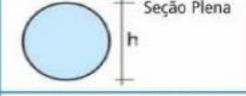
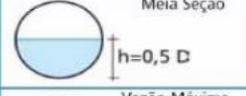
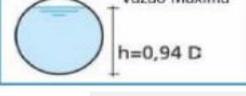
#### 4.3.9 Galeria

Segundo CETESB (1980), a expressão, sistema de galerias pluviais, refere-se ao conjunto compreendido de um sistema que possua condutos subterrâneos e também

dispositivos complementares, sarjetas, bocas de lobo, condutos, poços de visita, entre outros, que permitam coletar e conduzir as descargas provenientes de uma chuva, ao ponto final de descarga da água. Ainda de acordo com CETESB (1980), a galeria só é utilizada quando o sistema de drenagem inicial não suporta a vazão que a bacia hidrográfica recebe.

O cálculo das galerias depende da escolha da geometria da seção, definição da lamina d'água, diâmetro, inclinação da galeria e vazão a ser escoada. Na figura 27, as seções disponíveis e suas referentes equações.

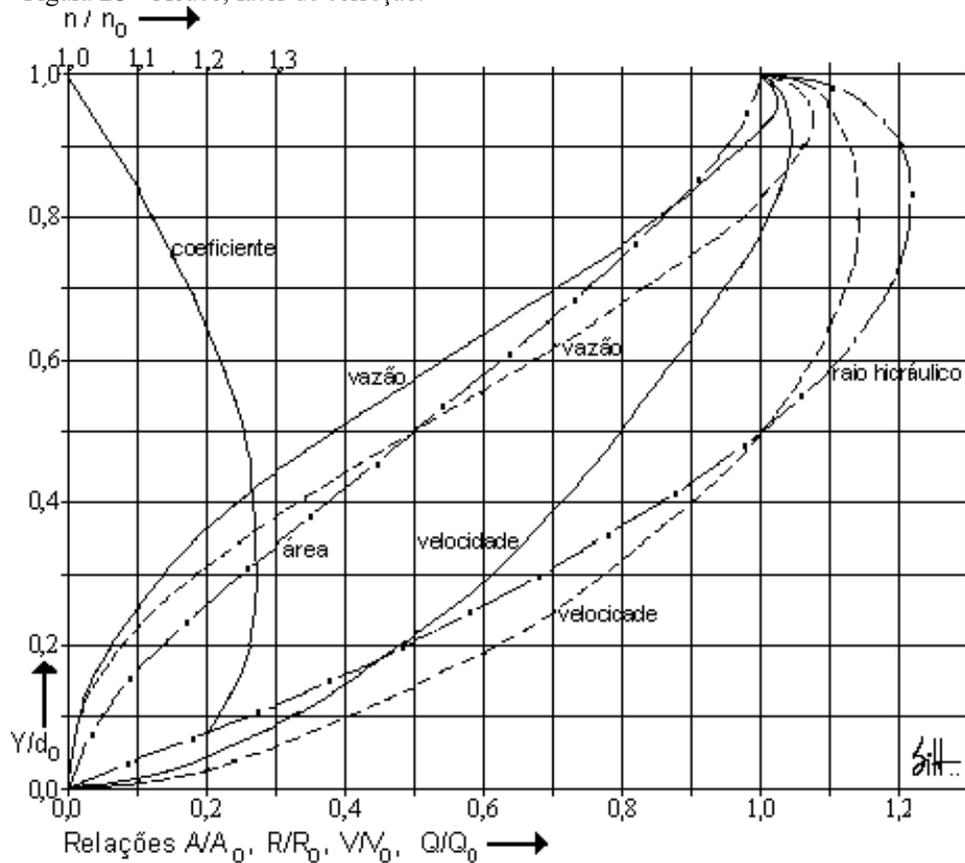
Figura 27 - diferentes tipos de seções transversais para galerias.

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

FONTE: WWW.AGRO.UFG.BR – VISITADO EM 16/04/2016

Para seções circulares a relação  $y/D$ , varia entre 0,5 e 1 (Segundo Tucci (1995), o ideal para esta relação é 0,9), busca-se o fator de correção de vazão e outros parâmetros, através do ábaco especificado na figura 28.

Figura 28 – Ábaco, fator de correção.



Fonte: [www.dec.ufcg.edu.br](http://www.dec.ufcg.edu.br) – visitado 14/04/2016

Com a vazão corrigida, procede-se aos cálculos considerando a galeria com seção plena, calculada com a equação 7, disposta no memorial de cálculo.

#### 4.3.10 Tubos de ligação

Segundo Netto (1998), os tubos de conexão constituem os condutos que conduzem toda a água captada pelas bocas de lobo para as galerias, ou diretamente aos canais coletores quando se tratar de vias marginais. O dimensionamento correto destes tubos é de suma importância para a total eficiência do sistema, pois, a partir do momento que ocorre uma falha no dimensionamento e é utilizada uma tubulação com capacidade de vazão menor que as previstas pelas bocas de lobo, os tubos funcionaram afogados e não possibilitaram captar a totalidade da descarga que deveriam.

Segundo CETESB (1980), os tubos de conexão podem apresentar três condições básicas de funcionamento hidráulico, quais sejam:

- O tubo operado em regime livre e seção parcialmente cheia, porém, com entrada afogada. Neste caso o controle do nível a montante é condicionado pela entrada do tubo.

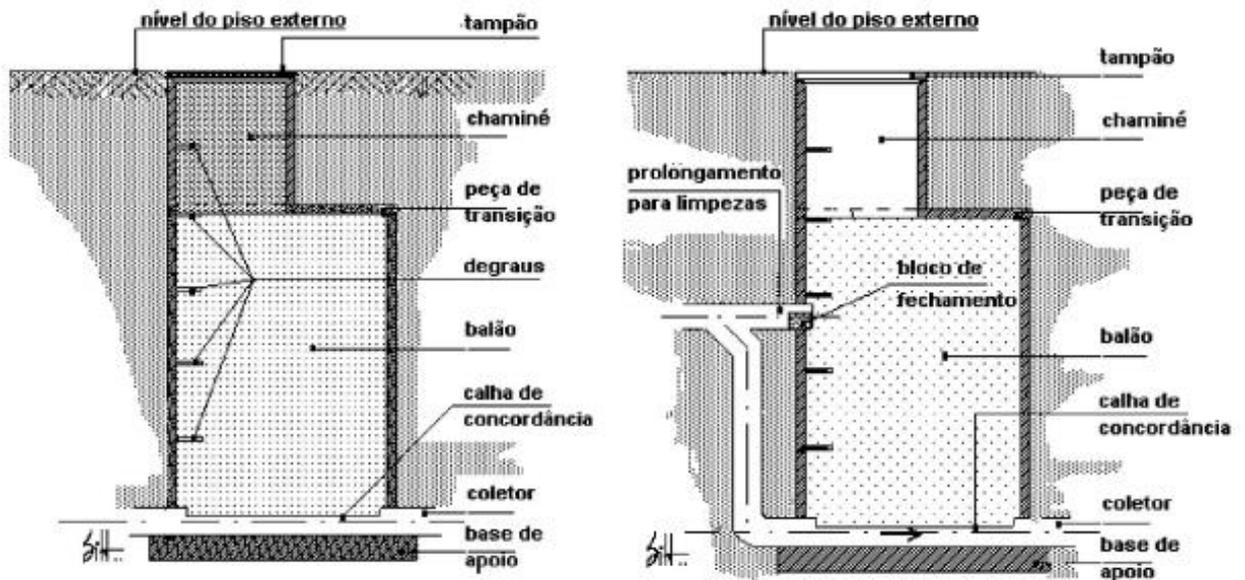
- O tubo operando a plena seção e com saída afogada. Neste caso os níveis na caixa da boca de lobo serão controlados pelo nível a jusante.
- O tubo operando a plena seção e com saída não afogada. Neste caso os níveis da caixa da boca de lobo serão controlados, pelas perdas de carga no próprio tubo.

Segundo CETESB (1980), na maioria dos casos, os tubos de conexão trabalham segundo a primeira condição de funcionamento citada anteriormente, ou seja, em regime livre. Entretanto, quando se trata de avenidas largas, ou situações em que as bocas de lobo estejam relativamente afastadas do conduto coletor, poderão operar a plena seção em virtude do maior comprimento e menor declividade disponível.

#### 4.3.11 Poço de visita

Segundo Carvalho (1995), o poço de visita é distinguido em duas partes: a câmara de trabalho, de dimensões mais amplas, permitindo que se consiga realizar manutenções necessárias e a câmara de acesso ou chaminé, figura 29. Entre as duas partes, se encontra uma laje que realiza a junção das peças.

Figura 29 - Detalhamento de poço de visita.



Fonte: [www.em.ufop.br](http://www.em.ufop.br) – visitado em 13/3/2016.

Segundo FCTH (1999), sua locação é sugerida nos pontos de mudanças de direção, cruzamento de ruas (reunião de vários coletores), mudanças de declividade e mudanças de

diâmetro. O espaçamento máximo recomendado e utilizado para os poços de visita é apresentado na tabela 4 a seguir.

Tabela 4 – Espaçamento de poços de visita

<b>Diâmetro ( ou altura do conduto ) ( m )</b>	<b>Espaçamento ( m )</b>
0,30	120
0,50 - 0,90	150
1,00 ou mais	180

Fonte: FCTH (1999).

#### 4.3.12 Caixa de ligação

Segundo Carvalho (1995), o formato de uma caixa de ligação se assemelha ao da câmara de trabalho de um poço de visita, porém, possuem dimensões que variam conforme os diâmetros dos tubos da rede, e possuem como principal função realizar a ligação entre diferentes tubulações. As caixas de ligação serão utilizadas quando for necessária a locação de bocas-de-lobo intermediárias ou para evitar a chegada em um mesmo poço de visita mais de quatro tubulações.

## 5 MEMORIAL DE CÁLCULO

### 5.1 Determinação dos parâmetros hidrológicos

- Tempo de concentração

Na análise concebida da bacia de contribuição, foi possível apresentar dados importantes referentes a suas áreas e comprimentos de talvegue.

- Área da bacia de contribuição = 186546,85 m<sup>2</sup>
- Comprimento do talvegue = 285 m
- Inclinação média do talvegue = 0,08 m/m
- Porcentagem de cobertura vegetal = 11 %

Definido os dados acima, o tempo de concentração é encontrado a partir da equação 1:

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

(Equação 1)

Portanto calculou-se o tempo de concentração de:

$$tc = \left[ \frac{16x0,285}{(1,05 - 0,2x0,11)} x (100x0,08)^{0,04} \right] + 10 \rightarrow tc = \mathbf{14,82 \text{ min}}$$

- Intensidade de chuva

Para o cálculo de intensidade de chuva da região estudada foram usados os dados fornecidos pelo software Plúvio, mostrados na figura 30.

Figura 30 – dados de chuva obtidos para São Gonçalo do Sapucaí - MG

Plúvio 2.1 - Estado: Minas Gerais

Mapa do Brasil Relatório Ajuda

Estados : Minas Gerais

Estações :

- Acaiaca
- Acesita (Coronel Fabriciano)
- Aimorés
- Áiuruoca
- Alto da Boa Vista (Mateus Leme)
- Andrelândia
- Araçuaí
- Araguari
- Araxá
- Árinos (ANFFI 1)

Localidades :

- São Gonçalo do Monte (Itabirito)
- São Gonçalo do Pará
- São Gonçalo do Rio Abaixo
- São Gonçalo do Rio das Pedras (Serro)
- São Gonçalo do Rio Preto
- São Gonçalo do Sapucaí**
- São Gotardo
- São Jerônimo dos Poções (Campos Altos)
- São João Batista do Glória
- São João da Chapada (Diamantina)

Interpolação

Relatório Ajuda

Cancelar

Fechar

Latitude : 21°53'32" Longitude : 45°35'43" Calcular

Parâmetros da Equação IDF

K: 1458,345 a: 0,189

b: 22,409 c: 0,708

FONTE: PLÚVIO.

Os valores obtidos com o software são utilizados na equação 2 abaixo.

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

Onde: K = 1458,34; a = 0,189; b = 22,409; c = 0,708; Tc = 14,82 min; TR (utilizado) = 5 anos

Portanto calculou-se uma intensidade de chuva de:

$$i = \frac{1458,34 * 5^{0,189}}{(14,82 + 22,409)^{0,708}} \rightarrow i = \mathbf{152,68 \text{ mm/h}}$$

- Coeficiente de escoamento superficial

Para o cálculo do Cmédio foram usados os dados obtidos através da análise da bacia de contribuição aplicados a equação 3.

$$C_{\text{médio}} = \frac{\sum A1 \times C1 + A2 \times C2 \dots + A3 \times C3}{\sum A1 + A2 \dots + An} \quad (\text{Equação 3})$$

Quantitativos de áreas:

Área asfaltadas (m<sup>2</sup>) = 20919,89 m<sup>2</sup>

Área residenciais (m<sup>2</sup>) = 188665,42 m<sup>2</sup>

Área verde = 20207,51 m<sup>2</sup>

Coefficiente de Runoff:

Ruas asfaltadas = 0,85

Área residencial = 0,5

Área verde = 0,2

$$Cm = \frac{((20919,89 * 0,85) + (188665,42 * 0,5) + (20207,51 * 0,2))}{229792,82}$$

$$C_{\text{médio}} = 0,55$$

- Área de contribuição

As áreas de contribuição as margens da via, foram obtidas a partir da divisão da área total em sub-bacias de contribuição, levando-se em consideração a topografia do local, bem como o lançamento das vias de circulação em consonância com os lotes propostos. As subdivisões foram numeradas e suas área foi mensurada, na folha de desenho 01 do apêndice.

- Vazão pluvial

O cálculo da vazão é encontrado através do método racional, pela equação 4:

$$Q = C . i . A$$

(Equação 4)

Onde: C = 0,55

$$I = (152,68 \text{ mm/h}) / (3600 \times 1000) = 0,0000424 \text{ m/s}$$

A área será mantida como incógnita, devido a divisão das sub-bacias, onde a área de contribuição varia em cada trecho.

Portanto calculou-se uma vazão de chuva de:

$$Q = 2,33 \times 10^{-5} * A$$

- Capacidade de escoamento da sarjeta

No presente projeto foi adotado como altura do meio-fio o valor de 15 centímetros. Porém a outros pontos em que não se faz necessário a troca da sarjeta existente, que variam entre 10 e 15 centímetros. As novas sarjetas implantadas terão as dimensões dispostas na tabela 5 abaixo.

Tabela 5 - Sarjetas

DIMENSÕES	
Largura Rua (m)	6
I transversal rua	2%
Sarjeta Concreto	0,015
I transversal sarjeta (%)	10%
H meio fio (m)	0,15
Largura Sarjeta (m)	0,5

Fonte: O autor.

Através da equação 5 abaixo, é possível identificar a vazão de escoamento da sarjeta cujo cálculo está especificado na seção planilhas de cálculos.

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

(Equação 5)

Onde: Z1 = inverso da inclinação transversal da sarjeta;

Z2 = inverso da inclinação transversal da via;

Y0 = altura da lamina d'agua junto a guia;

Y1 = calcula-se por:  $y0 - (I \text{ trans. Sarj.} \times L \text{ sarj.})$ ;

N = coeficiente de rugosidade do material;

I = declividade longitudinal do trecho.

- Determinação da capacidade de engolimento das bocas de lobo.

O modelo escolhido para projeto foi a boca de lobo com grelha, onde a posição das barras escolhida para projeto foi a longitudinal, por apresentar maior eficiência no engolimento. O cálculo para a referida boca de lobo é disponível na equação 6 a seguir.

$$\frac{Q}{P} = 1,655 Y^{1,5}$$

(Equação 6)

Onde: Q é a vazão de engolimento (m<sup>3</sup>/s), Y é a altura da lâmina d'água na sarjeta sobre a grelha (m) e P é perímetro do orifício (m).

Assim:

$$Q = 1,655 \times 0,12^{1,5} \times 2,40$$

$$Q = 0,165 \text{ m}^3$$

- Galerias.

Através do cálculo de vazões e de capacidade de escoamento das sarjetas é possível determinar onde é necessário utilizar galerias através da vazão excedente das sarjetas.

A seção escolhida para ser utilizada nas galerias pluviais foi a circular, por ser de mais acesso na região. A relação y/d adotada no presente projeto é de 0,85, chegando assim próximo do ideal descrito pela literatura. Sendo assim, o fator de correlação de vazão equivalente foi de aproximadamente 1,03, e o de correção de raio hidráulico aproximadamente 1,22. O dimensionamento da galeria é feito através da equação 7 e seus cálculos constam na seção planilhas de cálculo.

$$Q = \frac{\left( A \times R h^{\frac{2}{3}} \times i^{0,5} \right)}{n}$$

(Equação 7)

Onde: A (área molhada) =  $\pi D^2/4$ ; R (raio hidráulico) = D/4; I (declividade da galeria); n (coeficiente de rugosidade) = 0,016; D (diâmetro)

## 5.2 Planilha de cálculo

QUADRA	LOTE	ÁREA (m <sup>2</sup> )
1	1	2626,81
	2	657,31
	3	1870,36
	4	121,82
2	1	788,79
	2	1253,85
	3	847,47
	4	1139,5
3	1	7494,77
	2	1263,31
	3	1639,33
	4	4346,94
	5	1516,18
4	1	1333,38
	2	728,25
	3	668,31
5	1	2746,04
	2	626,03
	3	2796,85
	4	634,7

QUADRA	LOTE	ÁREA (m <sup>2</sup> )
6	1	627,43
	2	1382,85
	3	616,74
	4	1527,83
7	1	3510,05
	2	1320,64
	3	3463,77
	4	1463,21
8	1	2084,86
	2	799,29
	3	2676,05
	4	1148,53
9	1	1107,03
	2	1190,25
	3	1052,81
	4	1161,7
10	1	1136,51
	2	684,85
	3	1138,72
	4	839,27

QUADRA	LOTE	AREA (m <sup>2</sup> )
--------	------	------------------------

21		1	8194,33					
		2	1338,91					
LOTES COMPLEMENTARES		3	4461,2					
		4	1342,99					
		11	1189,71					
		12	2244					
		13	2525,41					
		14	842,39					
		15	3004,69					
		16	11453,81					
		17	2689,69					
		18	7105,37					
		19	5179,71					
		20	2911,44					
		21	2184,64					
		22	4080,24					
		23	2200,79					
		24	2603,56					
		25	242,09					
		26	1598,98					
		QUADRA	LOTE	ÁREA (m <sup>2</sup> )		QUADRA	LOTE	ÁREA (m <sup>2</sup> )
		11	1	3440,21		16	1	1163,92
2	1082,04		2	1976,96				
3	3708,35		3	1197,44				
4	965,42		4	1974,61				
12	1	2183,03	17	1	1406,21			
	2	2220,6		2	1236,76			
	3	1339,53		3	753,44			
13	1	3271,46		4	129,13			
	2	786,58		5	1030,17			
	3	3189,21		6	1121,99			
	4	808,41		7	2909,7			
14	1	4999,87		8	2018,29			
	2	684,25	18	1	548,86			
15	1	1377,62		2	1019,22			
	2	2189,65	3	686,77				
	3	1371,99	19	1	2411,93			
	4	2537,89	20	1	6725,97			
		2		1376,5				
		3		6865,08				
		4		906,85				

Área total	210572,39	Porcentagem de cobertura vegetal	0,11
Área verde	20207,51	L (km)	0,285
Área residencial	188665,42	Im	0,08
Área asfaltada	20919,89	Ts	4,82
Cm	0,55	Tc	14,82
Período de retorno	5,00	i (mm/h)	152,68

<b>Definição Galeria</b>	
Velocidade (m/s)	$0,75 \leq V \leq 5,00$
y/d	0,85
Q/Qo	1,03
Nconcreto	0,016
R/Ro	1,22
Galeria existente (M <sup>3</sup> )	0,202
<b>DIMENSÕES</b>	
Largura Rua (m)	6
I transversal rua	2%
Sarjeta Concreto	0,015
I transversal sarjeta (%)	10%
h meio fio (m)	0,15
Largura Sarjeta (m)	0,5
Constante Qst	2,50

Sarjetas existentes que não serão alteradas	<b>Rua</b>						
	Rio grande do Norte	Santa Catarina	Alagoas	Ceará	Av. Brasília	Pará	Rio Grande do Sul
Largura Rua (m)	6	6	6	6	6	6	6
I transversal rua	1,5%	2,0%	2,0%	2,0%	1,0%	1,0%	2,0%
Sarjeta Paralelepípedo	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
I transversal sarjeta (%)	10%	10%	10%	10%	4%	5%	8%
h meio fio (m)	0,1	0,1	0,15	0,1	0,15	0,15	0,15
Largura Sarjeta (m)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Constante Qst	2,39	1,88	1,88	1,88	3,93	3,75	1,96
Sarjetas existentes que	<b>Rua</b>						

não serão alteradas	Mato Grosso	Paraná	Minas Gerais	São Paulo	Ildefonso Inácio Ramos	Geraldo M.P. Rig
Largura Rua (m)	6	6	6	6	6	6
I transversal rua	1,5%	2,0%	1,5%	1,5%	2,0%	1,5%
Sarjeta Paralelepípedo	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
I transversal sarjeta (%)	5%	10%	5%	5%	10%	5%
h meio fio (m)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,1
Largura Sarjeta (m)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Constante Qst	2,74	1,88	2,74	2,74	1,88	2,74
RUA	TRECHO	i (mm/h)	Cm	AREA DE COLABORAÇÃO (m²)		
				Md	Me	
Rio grande do Norte	22-23	152,68	0,55	4999,87	3189,21	
Alagoas	29 . 23			1189,87	684,25	
	23 . 21			2244,00	786,59	
	21 . 12			2525,41	1320,64	
Santa Catarina	22 . 20			808,41		
	20 . 11			1463,21	1382,85	
	11 . 06			1516,18	1253,85	
Ceará	20 . 21			3271,46	3463,77	
	19 . 20				616,74	
	19 . 18			1138,72		
	18 . 17			1052,81	2183,03	
	17 . 02			2676,05	3440,21	
Av. Brasília	12 . 13			842,39	1639,33	
	12 . 11			4346,94	3510,05	
	11 . 10			847,47	627,43	
Pará	13 . 07			3004,69	1263,31	
Rio Grande do Sul	19 . 16				684,85	
	19 . 10			1527,83		
	16 . 09				626,03	
	10 . 05			1139,50		
	09 . 05		657,31			
Mato Grosso	09 . 08	1870,00	2746,04			
Paraná	16 . 15		1136,51			
	16 . 14	2796,85				

	15 . 14			1107,03
	14 . 03		668,31	2084,86
	18 . 15		839,27	1190,25
Minas Gerais	14 . 17		799,29	1161,70
	14 . 08		634,70	728,25
	08 . 04		121,82	
	17 . 25		1082,04	1339,53
	33 . 24		2018,29	1976,96
Amapá	38 . 36			1376,50
	31 . 36		548,86	
	38 . 31		2411,93	
João Matias Marques	38 . 37		6865,08	8194,33
Amazonas	36 . 35		1019,22	
	35 . 34		2909,70	
	34 . 33		1197,44	
	33 . 32		1371,99	
	36 . 32			6725,97
Acre	35 . 28		686,77	1121,99
	28 . 27			1030,17
Pernambuco	27 . 26			129,13
	26 . 25		2220,60	1406,21
	25 . 24			1163,92
	24 . 01			1377,62
	25 . 01		3708,35	
Goiás	30 . 26		753,44	1236,70
São Paulo	33 . 24		1974,61	2189,65
Geraldo M.P. Pig	41 . 40		1338,91	1598,98
Ildefonso Inácio Ramos	40 . 39		4461,20	4335,32
Av. Tancredo Neves	39 . 37		1342,99	2603,56
	37 . 32		906,85	2200,79
	32 . 01		2537,99	4080,24
	07 . 06		11453,81	7494,77
	06 . 05		2689,69	788,79
	05 . 04		7105,37	2626,81
	04 . 03		5179,71	1333,38
	03 . 02		2911,44	1148,53
	02 . 01		2184,64	965,42
	01 . 00			

RUA	TRECHO	VAZÃO (m³/s)		Cota (m)		L
		Md	Me	Mont.	Jus.	(m)
Rio grande do norte	22-23	0,12	0,07	873,30	868,00	126,04
Alagoas	29 . 23	0,03	0,02	872,40	868,00	76,95
	23 . 21	0,08	0,23	868,00	863,00	61,69
	21 . 12	0,14	0,41	863,00	860,00	70,09
Santa Catarina	22 . 20	0,02		873,30	868,00	63,72
	20 . 11	0,05	0,03	868,00	858,50	76,96
	11 . 06	0,09	0,06	858,50	855,00	82,27
Ceará	20 . 21	0,08	0,08	868,00	863,00	131,35
	19 . 20		0,01	870,00	868,00	50,50
	19 . 18	0,03		870,00	862,00	63,34
	18 . 17	0,10	0,05	862,00	853,40	69,57
	17 . 02	0,21	0,13	853,40	844,70	122,90
Av. Brasília	12 . 13	0,16	0,04	860,00	859,00	59,90
	12 . 11	0,10	0,50	860,00	858,50	135,46
	11 . 10	0,02	0,01	858,50	857,40	50,97
Pará	13 . 07	0,23	0,07	859,00	857,90	73,01
Rio Grande do Sul	19 . 16		0,02	870,00	859,50	68,00
	19 . 10	0,05		870,00	856,50	88,20
	16 . 09		0,03	859,50	856,60	51,21
	10 . 05	0,11		856,50	852,40	73,54
	09 . 05		0,05	856,60	852,40	55,49
Mato Grosso	09 . 08	0,04	0,06	856,60	855,40	131,77
Paraná	16 . 15		0,03	859,50	856,00	62,56
	16 . 14	0,07		859,50	854,00	133,33
	15 . 14		0,05	856,00	854,00	70,79
	14 . 03	0,08	0,10	854,00	848,00	83,34
	18 . 15	0,02	0,03	861,00	856,00	65,40
Minas Gerais	14 . 17	0,02	0,03	855,00	853,00	63,32
	14 . 08	0,01	0,02	855,00	854,60	51,34
	08 . 04	0,00		854,60	854,00	13,56
	17 . 25	0,03	0,03	853,00	852,30	71,31
	33 . 24	0,05	0,05	855,00	849,80	98,34
Amapá	38 . 36		0,03	860,00	857,30	73,66
	31 . 36	0,01		868,50	866,00	34,53
	38 . 31	0,06		868,00	866,00	180,06
João Matias Marques	38 . 37	0,16	0,19	860,00	851,00	281,52
Amazonas	36 . 35	0,04		857,30	856,30	58,46
	35 . 34	0,07		856,30	855,00	107,18

	34 . 33	0,10		860,00	855,50	60,01
	33 . 32	0,13		855,50	849,00	76,38
	36 . 32		0,16	867,00	849,00	302,03
Acre	35 . 28	0,05	0,03	862,00	861,00	57,33
	28 . 27	0,05	0,05	861,00	860,00	48,58
Pernambuco	27 . 26	0,05	0,05	860,00	858,00	21,57
	26 . 25	0,10	0,13	858,00	853,00	74,41
	25 . 24		0,16	853,00	849,60	64,02
	24 . 01		0,19	849,60	843,50	76,37
	25 . 01	0,19		853,00	843,50	141,03
Goiás	30 . 26	0,02	0,03	859,00	858,00	56,93
São Paulo	33 . 24	0,05	0,05	855,20	849,70	98,34
Geraldo M.P. Pig	41 . 40	0,03	0,04	855,80	855,00	52,49
Ildefonso Inácio Ramos	40 . 39	0,14	0,14	855,00	852,00	106,73
Av. Tancredo Neves	39 . 37	0,17	0,20	852,00	851,00	60,50
	37 . 32	0,54	0,25	851,00	849,00	46,59
	32 . 01	0,92	0,35	849,00	843,50	97,15
	07 . 06	0,50	0,24	862,00	855,00	227,67
	06 . 05	0,56	0,94	855,00	854,50	52,78
	05 . 04	0,73	1,16	853,50	853,00	136,59
	04 . 03	0,85	1,34	853,00	849,00	103,69
	03 . 02	0,92	1,55	849,00	844,00	74,50
	02 . 01	0,97	1,91	844,00	843,50	71,00
	01 . 00					

RUA	I	Qst	F	Qsr	Situação	
	(m/m)	(m³/s)		(m³/s)	Md	Me
Rio grande do norte	0,042	0,49	0,63	0,31	SG	SG
Alagoas	0,057	0,45	0,42	0,19	SG	SG
	0,081	0,53	0,26	0,14	SG	CG
	0,043	0,39	0,57	0,22	SG	CG
Santa Catarina	0,083	0,54	0,32	0,17	SG	SG
	0,123	0,66	0,15	0,10	SG	SG
	0,043	0,39	0,58	0,22	SG	SG
Ceará	0,038	0,49	0,64	0,31	SG	SG
	0,040	0,50	0,60	0,30	SG	SG

	0,126	0,89	0,15	0,13	SG	SG
	0,124	0,88	0,16	0,14	SG	SG
	0,071	0,67	0,33	0,22	SG	SG
Av. Brasília	0,017	0,51	0,80	0,41	SG	SG
	0,011	0,41	0,80	0,33	SG	CG
	0,022	0,58	0,80	0,46	SG	SG
Pará	0,015	0,48	0,80	0,39	SG	SG
Rio Grande do Sul	0,154	0,77	0,05	0,04	SG	SG
	0,153	0,77	0,04	0,03	CG	SG
	0,057	0,47	0,41	0,19	SG	SG
	0,056	0,46	0,41	0,19	SG	SG
	0,076	0,54	0,30	0,16	SG	SG
Mato Grosso	0,009	0,26	0,80	0,21	SG	SG
Paraná	0,056	0,44	0,45	0,20	SG	SG
	0,041	0,38	0,58	0,22	SG	SG
	0,028	0,32	0,80	0,25	SG	SG
	0,072	0,50	0,32	0,16	SG	SG
	0,076	0,52	0,30	0,16	SG	SG
Minas Gerais	0,032	0,49	0,70	0,34	SG	SG
	0,008	0,24	0,80	0,19	SG	SG
	0,044	0,58	0,56	0,32	SG	SG
	0,010	0,27	0,80	0,22	SG	SG
	0,053	0,63	0,47	0,30	SG	SG
Amapá	0,037	0,48	0,63	0,30	SG	SG
	0,072	0,67	0,32	0,22	SG	SG
	0,011	0,26	0,80	0,21	SG	SG
João Matias Marques	0,032	0,45	0,70	0,31	SG	SG
Amazonas	0,017	0,33	0,80	0,26	SG	SG
	0,012	0,28	0,80	0,22	SG	SG
	0,075	0,69	0,30	0,21	SG	SG
	0,085	0,73	0,25	0,18	SG	SG
	0,060	0,61	0,39	0,24	SG	SG
Acre	0,017	0,33	0,80	0,26	SG	SG
	0,021	0,36	0,80	0,29	SG	SG
Pernambuco	0,093	0,76	0,22	0,17	SG	SG
	0,067	0,65	0,33	0,21	SG	SG
	0,053	0,58	0,46	0,27	SG	SG
	0,080	0,71	0,28	0,20	SG	SG
	0,067	0,65	0,33	0,21	SG	SG
Goiás	0,018	0,33	0,80	0,27	SG	SG
São Paulo	0,056	0,65	0,44	0,28	SG	SG
Geraldo M.P. Pig	0,015	0,34	0,80	0,27	SG	SG
Ildefonso	0,028	0,31	0,72	0,23	SG	SG

Inácio Ramos						
Av. Tancredo Neves	0,017	0,32	0,80	0,26	SG	SG
	0,043	0,52	0,59	0,31	CG	SG
	0,057	0,60	0,45	0,27	CG	CG
	0,031	0,44	0,71	0,31	CG	SG
	0,009	0,24	0,80	0,19	CG	CG
	0,004	0,15	0,55	0,08	CG	CG
	0,039	0,49	0,63	0,31	CG	CG
	0,067	0,65	0,33	0,21	CG	CG
	0,007	0,21	0,80	0,17	CG	CG

RUA	Dimensionamento Galeria						RH	Vgal. (m/s)
	Qent. (m <sup>3</sup> /s)	Qproj. (m <sup>3</sup> /s)	Igal. (m/m)	Øgal. (m)	Øgal. Comercial (m)			
Rio grande do norte	-	-	-	-	-	-	-	-
Alagoas	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,087	0,085	0,081	0,208	0,400	0,082	3,358	
	0,193	0,187	0,043	0,316	0,400	0,082	2,440	
Santa Catarina	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceará	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
Av. Brasília	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,166	0,161	0,011	0,385	0,400	0,082	1,241	
	-	-	-	-	-	-	-	
Pará	-	-	-	-	-	-	-	
Rio Grande do Sul	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,019	0,019	0,153	0,105	0,400	0,082	4,614	
	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
Mato Grosso	-	-	-	-	-	-	-	

Paraná	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
Minas Gerais	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
Amapá	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
João Matias Marques	-	-	-	-	-	-	
Amazonas	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
Acre	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
Pernambuco	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
Goiás	-	-	-	-	-	-	
São Paulo	-	-	-	-	-	-	
Geraldo M.P. Pig	-	-	-	-	-	-	
Ildfonso Inácio Ramos	-	-	-	-	-	-	
Av. Tancredo Neves	-	-	-	-	-	-	-
	0,033	0,032	0,043	0,163	0,400	0,082	2,443
	0,795	0,772	0,057	0,511	0,600	0,123	3,677
	0,186	0,180	0,031	0,332	0,400	0,082	2,068
	1,109	1,076	0,009	0,809	0,900	0,184	1,971
	1,605	1,559	0,004	1,110	1,200	0,246	1,484
	1,674	1,625	0,039	0,725	1,200	0,246	4,818
	2,047	1,988	0,040	0,777	1,200	0,246	4,906

	2,506	2,433	0,007	1,161	1,200	0,246	2,059
	3,099	3,009	0,007	1,257	1,300	0,266	2,171

**Boca de lobo**

RUA	Q(bl) Me	Coef. Redução	Q(eng.) Me	P(bl)	Qtd.	Qtd. Util.	Dimensões (m)
	(m <sup>3</sup> /s)		(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(unid.)	(unid.)	
Rio grande do norte	-	-	-	-	-	-	-
Alagoas	-	-	-	-	-	-	-
	0,087	0,650	0,13	1,393	0,58	1,00	0,80 x 0,40
	0,193	0,650	0,30	3,090	1,29	2,00	0,80 x 0,40
Santa Catarina	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
Ceará	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
Av. Brasília	-	-	-	-	-	-	-
	0,166	0,650	0,25	2,65	1,11	2	0,80 x 0,40
Pará	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
Rio Grande do Sul	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
Mato Grosso	-	-	-	-	-	-	-
Paraná	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
Minas Gerais	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
Amapá	-	-	-	-	-	-	-

	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
João Matias Marques	-	-	-	-	-	-	-
Amazonas	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
Acre	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
Pernambuco	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
Goiás	-	-	-	-	-	-	-
São Paulo	-	-	-	-	-	-	-
Geraldo M.P. Pig	-	-	-	-	-	-	-
Ildefonso Inácio Ramos	-	-	-	-	-	-	-
Av. Tancredo Neves	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	0,251	0,650	0,39	4,02	1,67	2	0,80 x 0,40
	-	-	-	-	-	-	-
	0,945	0,650	1,25	13,02	4,07	5	1,20 x 0,40
	-	-	-	-	-	-	-
	0,219	1,650	0,13	1,38	0,6	1	0,80 x 0,40
	0,174	2,650	0,07	0,68	0,3	1	0,80 x 0,40
	0,209	3,650	0,06	0,60	0,2	1	0,80 x 0,40
	0,361	4,650	0,08	0,81	0,3	1	0,80 x 0,40
	-	-	-	-	-	-	-

Boca de lobo							
RUA	Q(bl) Md	Coef. Redução	Q(eng.) Md	P(bl)	Qtd.	Qtd. Util.	Dimensões (m)
	(m³/s)		(m³/s)	(m)	(unid.)	(unid.)	

Rio grande do norte	-	-	-	-	-	-	-
Alagoas	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
Santa Catarina	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
Ceará	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
Av. Brasília	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
Pará	-	-	-	-	-	-	
Rio Grande do Sul	-	-	-	-	-	-	-
	0,019	0,650	0,03	0,31	0,1	1	0,80 x 0,40
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
Mato Grosso	-	-	-	-	-	-	-
Paraná	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
Minas Gerais	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
Amapá	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
João Matias Marques	-	-	-	-	-	-	
Amazonas	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-





Geraldo M.P. Pig	-	-	-	-	-	-	-	-
Ildefonso Inácio Ramos	-	-	-	-	-	-	-	-
Av. Tancredo Neves	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	0,05	0,015	0,236	0,400
	0,193	0,015	0,390	0,400	0,26	0,015	0,437	0,500
					0,52	0,015	0,565	0,600
					0,143	0,015	0,348	0,400
	0,250	0,015	0,429	0,500	0,29	0,015	0,452	0,500
	0,750	0,015	0,648	0,700				
	0,133	0,015	0,338	0,400	0,13	0,015	0,334	0,400
	0,066	0,015	0,260	0,400	0,19	0,015	0,384	0,400
	0,057	0,015	0,247	0,400	0,10	0,015	0,310	0,400
	0,078	0,015	0,277	0,400	0,08	0,015	0,278	0,400
0,000								

## 6 ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS E SERVIÇOS.

### 6.1 Normas de execução

Deverá ser seguido no decorrer da execução da obra todas as normas e especificações determinadas pela ABNT, em especial a ABNT NBR 15645/2008 que possui o tema, execução de obras de esgoto sanitário e drenagem de águas pluviais utilizando-se tubos e aduelas de concreto.

Os materiais empregados na construção da rede coletora de águas pluviais, deverão ser de primeira qualidade, atendendo assim as normas técnicas e especificações da ABNT que estão impostas.

#### 6.1.1 Concreto e argamassa

Todo concreto utilizado na execução do projeto de microdrenagem deve possuir um FCK mínimo de 25 Mpa, e seguir rigorosamente todas as prescrições normativas para tal situação. A argamassa utilizada deve ser constituída com a mistura de cimento e areia respeitando o traço 1:3 prescrito em projeto, como também as normas de executivas vigentes para o serviço.

#### 6.1.2 Regularização de sarjetas e sarjetões

As sarjetas e sarjetões deverão ser regularizados nos locais impostos em projeto, sendo assim, os novos dispositivos de drenagem serão assentados sobre um lastro de concreto de acordo com especificações de projeto e de acordo com a NBR 6118/2014.

Para execução correta das inclinações dos dispositivos hidráulicos, o mesmo deverá ser acompanhado pelo engenheiro responsável da obra.

#### 6.1.3 Escavação de valas

Para a construção da canalização, de acordo com as cotas do projeto, será necessário a execução de valas. Sua escavação será realizada por processos manuais ou mecânicos, que assegurem a regularidade do fundo da vala, atenda a inclinação necessária em projeto respeitando o lastro necessário para o local. A realização do serviço deverá seguir os conceitos impostos pela NBR 12266/1992 de projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de esgoto ou drenagem urbana.

Deverá ser considerado todo e qualquer serviço necessário para retirada ou desvio de águas do local da construção, seja por meio de bombas, calhas, tubulações, etc., bem como local adequado para deposição do material proveniente da escavação.

A execução do serviço deverá ser feita de forma que não se deposite material escavado no entorno da canalização, a não ser que o mesmo esteja sendo manipulado, para isso deve ser planejado a locação do material, para que possa ou não ser usados no decorrer da obra.

#### 6.1.4 Remoção de terra excedente

O material excedente que não possuir características suficientes para reaproveitamento no reaterro das valas, deverá ser transportado adequadamente para um bota fora, apresentando no final da obra um local limpo e organizado.

#### 6.1.5 Escoramento de valas

Está prevista a utilização de escoramento em função da natureza do terreno, profundidade da vala e possíveis interferências com outras tubulações, que fica a critério da contratada e condicionada à aprovação prévia da fiscalização da obra.

A utilização do escoramento será feita sempre que as paredes laterais das cavas, poços e valas forem constituídos de solo passível de desmoronamento, bem como locais onde seja passível de alterações de estabilidade.

É obrigatório o escoramento para valas de profundidade superior a 1,2 metros, conforme a portaria nº 17 do ministério do trabalho, de 07/07/1983 – item 18.6.41.

O material utilizado deve estar dentro dos parâmetros permitidos normativamente, e fica a critério do contratado qual irá utilizar.

#### 6.1.6 Lastro de pedra britada e berço de concreto

Antes da realização do lastro deve-se preparar de forma correta todo o solo em questão. O mesmo deve ser apiloado e nos pontos em que se apresentar baixa resistência o solo deve ser trocado e substituído por material mais resistente.

O lastro deve ser executado com uma camada mínima de 5 cm de brita 3, sendo assim nivelada e levemente compactada.

Após a execução final do lastro de brita 3, é disposto um berço de concreto com FCK 25 MPa e espessura de 10 cm, com o intuito de que a tubulação seja assentada de forma que não ocorra seu deslocamento após sua fixação.

#### 6.1.7 Tubulação

A tubulação utilizada será constituída de seção circular com tubos em concreto armado com diâmetro mínimo de 0,4 m, obedecendo em sua fabricação todos os aspectos normativos exigidos pela ABNT.

#### 6.1.8 Assentamento da tubulação

Antes que o assentamento dos tubos de concreto seja feito, os mesmos devem ser verificados e limpos, eliminando qualquer peça que esteja trincada, quebrada ou que não se enquadre nas especificações normativas.

Os tubos utilizados deverão ser posicionados nas valas por um processo mecânico, utilizando assim um maquinário hidráulico, tal procedimento permitirá o perfeito alinhamento e nivelamento da tubulação de acordo com as cotas de projeto. O assentamento do material deve ser feito logo após a escavação das valas, a fim de sanar qualquer dano que possa ocorrer com a escavação devido ao trânsito de pessoas, veículos e por possíveis precipitações pluviais. Com isso deve-se prosseguir o andamento da obra de jusante para montante, com as bolsas voltadas para montante.

#### 6.1.9 Rejuntamento de tubos

Antes da execução do rejunte da junção dos tubos, deve-se observar se as ligações dos tubos estão centradas e limpas para o perfeito encaixe e junção das peças. A junta dos tubos será composta de argamassa de cimento e areia que deve ser misturada com o traço determinado em projeto.

#### 6.1.10 Reaterro das valas

O solo utilizado para execução do reaterro será preferencialmente o próprio material retirado nas escavações, em casos especiais deve-se determinar uma possível área de empréstimo, em ambos os casos o material utilizado deve apresentar boa qualidade, ser isento de material orgânico e de impurezas.

No decorrer da obra, deve-se compactar em camadas de 0,20 m, utilizando processos manuais com compactadores de placa vibratória. É imprescindível que a compactação seja feita de forma que garanta a uniformidade da compactação, isento de laminações e possuir características de resistência e incompressibilidade.

#### 6.1.11 Poço de visita

Os poços de visita deverão atender todas as normas pertinentes, ficando como dever da contratante a fiscalização do mesmo.

Dentro da composição do poço de visita temos: laje de fundo, câmara de trabalho, laje, chaminé e tampão. Sobre a laje de fundo, deverá ser construído as calhas e canaletas necessárias para o direcionamento correto da água, trabalhando em conjunto com os coletores de chegada e saída da vazão pluvial. A dimensão da câmara de trabalho pode variar conforme a localização do posto de visita, e a mesma deve ser adequada as dimensões mínimas estabelecidas por norma para que uma pessoa consiga realizar futuras manutenções. Os poços com profundidade de até 1,00 m serão construídos inteiramente com anéis de concreto com diâmetro de 0,60 m, a variação de profundidade entre 1,01 m e 2,5 m os anéis de concreto podem variar entre 1,00 m ou 1,20 m e sem chaminé de entrada, já para profundidades acima de 2,50 m terão chaminés de entrada com altura variável de no máximo 1,00 m, que permitirá o alcance até o nível do terreno, onde é posicionado o tampão de ferro fundido. É indispensável e também de responsabilidade da contratante fixar devidamente os degraus em aço para a câmara de trabalho do poço de visita, ficando sujeito a liberação por fiscais de todo o serviço prestado.

#### 6.1.12 Caixa de ligação

A execução das caixas de ligação será feita com concreto armado conforme em projeto, com dimensões variáveis de acordo com a tubulação no local, com paredes na espessura de 0,15 m. Na concepção da caixa será empregado concreto usinado com FCK 25 MPa e armação dupla em tela soldada Q196 com espaçamento de 0,10 m.

#### 6.1.13 Boca de lobo

Através do projeto fica imposto a utilização de bocas de lobo em locais pré-determinados. Será utilizado bocas de lobo com grelha no sentido longitudinal da via e deve-se utilizar bocas de lobo pré-moldadas em concreto armado com FCK 25 MPa.

#### 6.1.14 Recomposição do pavimento

Todo pavimento retirado para escavação e implantação das galerias deve ser reconstituído da forma de origem, o deixando em perfeitas condições para o tráfego de veículos e pedestres no local.

#### 6.1.15 Recomendações gerais

As valas que receberão as tubulações das galerias serão escavadas segundo o alinhamento demarcado no projeto aprovado, sendo respeitado todas as cotas e alinhamentos solicitados.

O projeto será executado de acordo com as plantas e detalhes em anexo. Nos locais onde as especificações forem omissas, serão observadas as técnicas de boa construção que sejam de comum acordo com a fiscalização municipal. Qualquer alteração que se fizer necessária, não poderá alterar parâmetros calculados em projeto como diâmetros e declividade da rede, estando sempre sujeito a liberação e fiscalização do responsável da obra.

### **6.2 Quantitativo de materiais**

Considerando que o projeto proposto foi planejado para que houvesse uma compatibilização entre o sistema de drenagem atual e o projetado, é determinado a existência de dispositivos hidráulicos atuais que atendem as exigências normativas, não sendo necessário sua substituição. Com isso, o quantitativo de materiais, bem como o orçamento da obra se dão apenas sobre os gastos com a implantação dos novos dispositivos hidráulicos e dos que forem substituídos. A planilha de quantitativos é disposta a seguir.

<b>TUBULAÇÃO</b>
------------------

Diâmetro (mm)	Extensão (m)
Ø 400	861,88
Ø 600	97,15
Ø 900	52,78
Ø 1200	385,78
Ø 1300	30,86
Total	1428,45

<b>SARJETAS</b>	
Rua	Extensão
Amapá	216,12
Acre	211,82
Pernambuco	474,02
Goiás	113,86
Av. Tancredo Neves	1740,94
João Matias Marques	563,04
Amazonas	604,06
Total	3923,86

<b>BOCAS DE LOBO</b>	
Dimensão (m)	Quantidade
0,80 x 0,40	12
1,20 x 0,40	20

<b>POÇOS DE VISITA</b>	
Tipo	Quantidade
B	13

<b>SARJETÃO</b>	
Tipo	Quantidade
Seção V	27

<b>Caixa de passagem</b>	
Tipo	Quantidade
A	6

<b>RETIRADA DE MATERIAL ASFÁLTICO</b>	
428,54	M <sup>2</sup>

Trecho da galeria	H escavação inicial (m)	H escavação final (m)	Escoramento (m <sup>2</sup> )	Escavação (m <sup>3</sup> )	Reaterro (m <sup>3</sup> )	Bota-fora (m <sup>3</sup> )	Lastrado de brita (m <sup>3</sup> )	Berço de concreto
23 - 21	1,15	1,15	-	42,57	17,71	24,85	1,85	3,70
21 - 12	1,15	1,15	-	48,36	20,12	28,24	2,10	4,21
12 - 11	1,15	1,15	-	93,47	38,89	54,58	4,06	8,13
11 - 06	1,15	1,15	-	56,77	23,62	33,15	2,47	4,94
07 - 06	1,15	1,15	-	157,09	65,36	91,73	6,83	13,66
06 - 05	2,40	2,40	263,90	152,01	103,46	48,55	3,17	6,33
19 - 10	1,15	1,15	-	56,72	23,60	33,12	2,47	4,93
10 - 05	1,15	1,15	-	50,74	21,11	29,63	2,21	4,41
05 - 04	3,15	3,29	838,36	659,32	490,46	168,86	10,24	20,49
04 - 03	3,29	3,29	651,17	511,09	382,79	128,29	7,78	15,55
03 - 02	3,29	3,29	467,86	367,21	275,03	92,18	5,59	11,18
02 - 01	3,29	3,29	445,88	349,96	262,11	87,85	5,33	10,65
37 - 32	1,15	1,15	-	32,15	13,38	18,77	1,40	2,80
32 - 01	1,65	1,65	291,45	240,45	180,33	60,11	7,29	14,57

01 - 00	3,29	3,29	193,80	152,11	110,87	41,24	2,31	4,63
<b>TOTAL</b>	29,56	29,70	3152,42	2970,00	2028,86	941,14	65,09	130,17

### 6.3 Estimativa de custo

Utilizando os quantitativos de materiais e serviços citados anteriormente, é estimado o custo da execução da obra, tal estimativa é feita através das planilhas SINAPI e SETOP, que disponibilizam valores médios de custo para a região do sul de Minas Gerais. A seguir, planilha com estimativa de orçamento.

PLANILHA DE ESTIMATIVA DE CUSTOS					
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANTID	PR. UNIT.	PR. TOTAL
<b>1</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>				<b>675.969,52</b>
1.1	DEMOLIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA COM UTILIZAÇÃO DE MARTELO PERFURADOR, ESPESSURA ATÉ 15 CM, EXCLUSIVE CARGA E TRANSPORTE	m³	428,54	R\$ 8,69	3.724,01
1.2	RECOMPOSICAO DE REVESTIMENTO PRIMARIO MEDIDO P/ VOLUME COMPACTADO	m³	428,54	R\$ 6,00	2.571,24
1.3	EXECUÇÃO DE SARJETA DE CONCRETO USINADO, MOLDADA IN LOCO EM TRECHO R METO, 50 CM BASE X 15 CM ALTURA.	m	3.923,86	37,02	145.261,30
1.4	ESCAVACAO MEC VALA N ESCOR MAT 1A CAT C/RETROESCAV ATE 1,50M EXCETO ESGOTAMENTO	m³	778,31	5,19	4.039,43
1.5	ESCAVACAO MECANICA DE VALA EM MATERIAL 2A. CATEGORIA DE 2,01 ATE 4,00 M DE PROFUNDIDADE COM UTILIZACAO DE ESCAVADEIRA HIDRAULICA	m³	2.191,69	10,62	23.275,75
1.6	ESCORAMENTO DE MADEIRA EM VALAS, TIPO PONTALETEAMENTO	m²	3.152,42	6,62	20.869,02
1.7	LASTRO DE BRITA 2 OU 3 APILOADO MANUALMENTE	m³	65,09	71,48	4.652,63
1.8	LASTRO DE CONCRETO MAGRO	m³	130,17	391,17	50.918,60
1.9	FORNECIMENTO, ASSENTAMENTO E REJUNTAMENTO DE TUBO DE CONCRETO ARMADO PA1 D = 400 MM	m	861,88	75,24	64.847,85
1.10	FORNECIMENTO, ASSENTAMENTO E REJUNTAMENTO DE TUBO DE CONCRETO ARMADO PA1 D = 600 MM	m	97,15	143,17	13.908,97
1.11	FORNECIMENTO, ASSENTAMENTO E REJUNTAMENTO DE TUBO DE CONCRETO SIMPLES PSI D = 900MM	m	52,78	334,11	17.634,33

1.12	FORNECIMENTO, ASSENTAMENTO E REJUNTAMENTO DE TUBO DE CONCRETO ARMADO PA1 D = 1200 MM	m	385,78	450,95	173.967,49
1.13	FORNECIMENTO, ASSENTAMENTO E REJUNTAMENTO DE TUBO DE CONCRETO SIMPLES PSI D = 1300MM	m	30,86	682,90	21.074,29
1.14	POÇO DE VISITA PARA REDE TUBULAR TIPO B DN 500, EXCLUSIVE ESCAVAÇÃO, REATERRO E BOTA FORA	Unid.	7,00	1.770,46	12.393,22
1.15	POÇO DE VISITA PARA REDE TUBULAR TIPO B DN 900, EXCLUSIVE ESCAVAÇÃO, REATERRO E BOTA FORA	Unid.	1,00	2.419,45	2.419,45
1.16	POÇO DE VISITA PARA REDE TUBULAR TIPO B DN 1200, EXCLUSIVE ESCAVAÇÃO, REATERRO E BOTA FORA	Unid.	4,00	3.150,86	12.603,44
1.17	POÇO DE VISITA PARA REDE TUBULAR TIPO B DN 1300, EXCLUSIVE ESCAVAÇÃO, REATERRO E BOTA FORA	Unid.	1,00	3.407,78	3.407,78
1.18	CHAMINÉ DE POÇO DE VISITA TIPO "B", EM ANEL DE CONCRETO CA-1 COM DEGRAUS DE AÇO CA-50	Unid.	13,00	206,33	2.682,29
1.19	TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO PARA POÇO DE VISITA	Unid.	13,00	391,56	5.090,28
1.20	BOCA DE LOBO SIMPLES (TIPO B - CONCRETO), QUADRO, GRELHA E CANTONEIRA, INCLUSIVE ESCAVAÇÃO, REATERRO E BOTA-FORA	Unid.	32,00	888,51	28.432,32
1.21	CAIXA DE CAPTAÇÃO E DRENAGEM TIPO C (100 X 100 X 120 CM), D = 500 MM A 1500MM, INCLUSIVE ESCAVAÇÃO, REATERRO E BOTA FORA	Unid.	6,00	1.182,00	7.092,00
1.22	REATERRO COMPACTADO DE VALA COM EQUIPAMENTO PLACA VIBRATÓRIA	m <sup>3</sup>	2.028,86	27,16	55.103,84

## 7 CONCLUSÃO

O sistema de drenagem pluvial faz parte de um conjunto de melhoramentos públicos existentes em uma área urbana. Porém, grande parte das cidades brasileiras possuem a realidade de um sistema de drenagem, como um objetivo a ser alcançado, já que em sua maioria não possuem os devidos projetos de dimensionamento.

O planejamento e execução de um sistema de microdrenagem se faz essencial desde o momento de implantação de um loteamento, porém o fato de muitas cidades brasileiras serem antigas e não possuírem dispositivos hidráulicos com os parâmetros mínimos necessários é possível determinar algumas soluções como, implementação de outra rede de drenagem, trabalhando em conjunto com a já existente ou criação de novos pontos de jusante que divide a vazão de chegado no ponto final.

Ao se desenvolver o presente projeto de microdrenagem, é adotado com objetivo principal a solução dos problemas de microdrenagem da Avenida Tancredo Neves e sua bacia hidrográfica. Buscou-se o melhor dimensionamento, para que este se tornasse racional, viável e eficaz. Entre os problemas enfrentados é possível destacar: formação de alagamentos e enchentes, degradação do revestimento asfáltico, impossibilidade de locomoção, entre outros.

Em virtude dos fatos mencionados, o tema do trabalho busca através de pesquisas solucionar os acontecimentos atuais, e através de uma complementação e reestruturação do sistema de microdrenagem utilizado, é indicado a utilização de um novo sistema de galerias pluviais em locais que antes não haviam, reconstrução das sarjetas nos locais necessários e alteração das bocas de lobo atuais, além dos outros dispositivos hidráulicos que se fazem necessários como: poço de visita, caixa de passagem e sarjetão. E caso ocorra de fato sua implantação, o mesmo possui capacidade e eficiência para solucionar os problemas enfrentados atualmente.

Não obstante da realidade, a concepção do projeto se deu de forma sucinta sendo capaz de concluir que o presente projeto alcançou seus objetivos, pois através de pesquisas bibliográficas e aplicação dos conhecimento e parâmetros de projeto adquiridos em sala de aula, fez-se possível a proposta de solução do problema real enfrentado na cidade de São Gonçalo do Sapucaí.

## REFERÊNCIAS

CARVALHO, G. M. **Drenagem Urbana – Superintendência de desenvolvimento da capital**. Minas Gerais: Belo Horizonte, 1995.

CETESB, **Drenagem Urbana: manual de projeto**. 2 ed. São Paulo: CETESB, 1986.

DIAS, Inácio Marques. **Seção de vazão das obras d’arte**. Segunda edição, Rio de Janeiro – RJ, 1967.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICA DE HIDRÁULICA. **Diretrizes Básicas para Projeto de Drenagem Urbana no Município de São Paulo**. Edição Eletrônica, São Paulo, 1999.

<http://www.agro.ufg.br> – acesso em 16 de abril de 2016.

<http://www.dec.ufcg.edu.br> – acesso em 14 de abril de 2016.

<http://www.em.ufop.br> – acesso em 13 de março de 2016.

NETTO, Azevedo. **Manual de hidráulica**. Editora Edgard Bluncher, 8º edição, 1998.

SAMPAIO, P. W. **Engenharia de drenagem superficial**. São Paulo, 1978.

TUCCI, C. E. M; BIDONE, F.R.A. **Microdrenagem**. In: BARROS, M.T; PORTO, R.L, TUCCI, C.E.M. **DRENAGEM URBANA**. Porto Alegre: Rio Grande do Sul, Editora da Universidade/UFRGS, 1995.

TUCCI, C. E. M; COLLISCHONN, W. **Drenagem Urbana e Controle de Erosão – Avaliação e Controle da drenagem urbana**. Porto Alegre: Rio Grande do Sul, 2000.

VILLELA, Swami M. **Hidrologia aplicada**. Editora Mcgraw-hill, São Paulo, 1975.

TOMAZ, P. **Cálculos hidrológicos e hidráulicos para obras municipais**. São Paulo, 2002.

**APÊNDICE**

