

**UNIEVANGÉLICA**

**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**ISAAC MEDAU**

**ANÁLISE DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM URBANA NA  
AVENIDA SÃO FRANCISCO – ANÁPOLIS - GO**

**ANÁPOLIS / GO**

**2018**

**ISAAC MEDAU**

**ANÁLISE DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM URBANA NA  
AVENIDA SÃO FRANCISCO – ANÁPOLIS - GO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

**ORIENTADOR: AGNALDO ANTÔNIO MOREIRA TEODORO  
DA SILVA**

**ANÁPOLIS / GO: 2018**

## FICHA CATALOGRÁFICA

MEDAU, ISAAC

Análise dos Dispositivos de Drenagem Urbana na Avenida São Francisco – Anápolis - GO  
84P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2018).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

- |                             |                    |
|-----------------------------|--------------------|
| 1. escoamento Superficial   | 2. Drenagem Urbana |
| 3. Dispositivos de Drenagem | 4. Manutenção      |
| I. ENC/UNI                  |                    |

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MEDAU, Isaac. Análise dos Dispositivos de Drenagem Urbana na Avenida São Francisco – Anápolis - GO. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 84p. 2018.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Isaac Medau

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Análise dos dispositivos de Drenagem Urbana na Avenida São Francisco – Anápolis - GO.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2018

É concedida à UniEvangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Isaac Medau

E-mail: isaacmedau@hotmail.com

ISAAC MEDAU

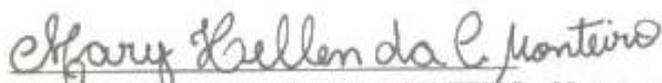
**ANÁLISE DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM URBANA NA  
AVENIDA SÃO FRANCISCO – ANÁPOLIS - GO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL

APROVADO POR:



AGNALDO ANTÔNIO MOREIRA TEODORO DA SILVA, Especialista em Eng. Civil  
(UniEvangélica) (ORIENTADOR)



MARY HELLEN DA COSTA MONTEIRO, Mestre em Física (UniEvangélica)  
(EXAMINADOR INTERNO)



WANESSA MESQUITA GODOI QUARESMA, Mestre em Eng. Civil (UniEvangélica)  
(EXAMINADOR INTERNO)

DATA: ANÁPOLIS/GO, 08 de JUNHO de 2018.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, que me deu forças em meio às lutas e me fez chegar até o fim, sem Ele nada seria possível, a meus pais pelo apoio e dedicação e aos professores que contribuíram até hoje para o meu conhecimento.

Isaac Medau

## **RESUMO**

Com o passar dos anos a urbanização trouxe um dos grandes problemas para o escoamento da água que é a impermeabilização do solo. Para solucionar esse problema existem elementos de drenagem urbana que ajudam de forma satisfatória a drenar as águas pluviais. No entanto para se obter uma drenagem urbana eficiente é preciso seguir algumas recomendações para que não haja pontos de alagamento nas cidades. No presente trabalho foi elaborado um estudo na Avenida São Francisco em Anápolis – GO em que se analisou as condições de drenagem no local e foi feito um comparativo entre o projeto que existe na avenida e outro elaborado seguindo as recomendações para os sistemas de microdrenagem. Os resultados mostraram que o projeto existente possui imperfeições causando pontos de alagamento na avenida, trazendo riscos a população do entorno. Entretanto não podemos acusar o projeto em vigor por falta de funcionalidade, pois o mesmo está em funcionamento há muitos anos sem manutenção o que o torna falho perante os demais.

### **PALAVRAS-CHAVE:**

Microdrenagem. Escoamento Superficial. Dispositivo de Drenagem. Drenagem Urbana. Projetos de Drenagem. Manutenção.

## **ABSTRACT**

Over the years urbanization has brought one of the major problems for the water runoff that is the waterproofing of the soil. To solve this problem there are elements of urban drainage that help in a satisfactory way to drain the rainwater. However, in order to achieve efficient urban drainage, it is necessary to follow some recommendations so that there are no flood points in the cities. In the present work, a study was carried out at Avenue São Francisco in Anápolis - GO, where the conditions of drainage were analyzed in the locality and a comparison was made between the project that exists on the avenue and another one elaborated following the recommendations for the microdrainage systems. The results showed that the existing project has imperfections causing flood spots on the avenue, bringing risks to the surrounding population. However we can't accuse the project in force due to lack of functionality, since it has been in force for many years without maintenance which makes it flawed before the others.

### **KEYWORDS:**

Microdrainage. Surfacerunoff. Drainagedevice. Urban Drainage. Drainage Projects. Maintenance.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Extensão da Avenida São Francisco .....	16
Figura 2 - Sistema de Drenagem .....	17
Figura 3 - Inundação da Região Central da Cidade de Anápolis - GO Devido a Falta de Drenagem Eficiente .....	18
Figura 4 - Pontos Constituintes da Drenagem Urbana.....	19
Figura 5 - Tipos de Bocas de Lobos .....	21
Figura 6 - Boca de Lobo Tipo Sarjeta.....	22
Figura 7 - Boca de Lobo Mista ou Combinada .....	22
Figura 8 - Boca de Lobo de Meio Fio.....	23
Figura 9 - Doenças de Veiculação Hídrica.....	24
Figura 10 - As Curvas Fornecem o valor R, aumento da vazão média de inundação função da área impermeável e da canalização do sistema de drenagem.....	26
Figura 11 - Inundação na Cidade de Sete Lagos - MG.....	27
Figura 12 - Poço de Visita.....	28
Figura 13 - Galeria de Águas Pluviais .....	29
Figura 14 - Sistema de Macrodrenagem .....	30
Figura 16 - Áreas de influência compondo o mosaico.....	34
Figura 17 - Cotas Inferiores da Galeria.....	39
Figura 18 - Características Geométricas do Conduto Livre de Seção Circular.....	40
Figura 19 - Dados Climatológicos para Anápolis - 1987 a 2017 .....	43
Figura 20 - Boca de Lobo Danificada na Avenida São Francisco.....	45
Figura 21 - Boca de Lobo Apresentando Desgaste do Tempo .....	48
Figura 22 - Boca de Lobo Apresentando Erosão Lateral.....	49
Figura 23 - Boca de Lobo Apresentando Entupimento.....	49
Figura 24 - Boca de Lobo Apresentando Entupimento.....	50
Figura 25 - Mapa no AutoCAD da via.....	51
Figura 26 - Boca de Lobo Combinada com Depressão Apresentando Depressão da Sarjeta a Montante da Mesma.....	53
Figura 27 - Novo Projeto em AutoCAD .....	56

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Valores de “C” .....	35
Tabela 2 - Largura, Abertura e Distância aproximada de cada Boca de Lobo da Avenida São Francisco. ....	45
Tabela 3 - Largura, Abertura, Distância Aproximada e Tipo de cada Boca de Lobo da Avenida São Francisco.....	54
Tabela 4 - Especificações dos novos PV's .....	55

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Parâmetros Locais das Equações de Chuva.....	33
Quadro 2 - Espaçamentos Máximos entre PV's e Bocas de Lobo.....	34

**LISTA DE ABREVIATURAS**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADASA	Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal
ANAP	Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista
APP	Área de Preservação Ambiental
BC	Boca de Lobo
CEAP	Centro de Ensino Superior do Amapá
CBHU	Curso Básico de Hidrologia Urbana
CEHOP	Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas
CESET	Centro Superior de Educação Tecnológica
DAIA	Distrito Agroindustrial de Anápolis
FCA	Ferrovia Centro Atlântica
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LOC	Local
NPEGRH	Núcleo de Pesquisa e Extensão em Gerenciamento de Recursos Hídricos
OMS	Organização Mundial da Saúde
PDM	Plano Diretor Municipal
PV	Poço de Visita
RECESA	Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
USP	Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1	OBJETIVO .....	15
1.1.1	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>15</b>
1.1.2	<b>Objetivos específicos .....</b>	<b>15</b>
1.2	METODOLOGIA.....	15
1.3	Estrutura do trabalho .....	16
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>17</b>
2.1	Drenagem Urbana .....	17
2.1.1	Definição .....	18
2.1.2	Pontos Constituintes .....	19
2.1.2.1	<b>Bocas Coletoras.....</b>	<b>20</b>
2.1.2.2	<b>Boca de Lobo de Sarjeta .....</b>	<b>21</b>
2.1.2.3	<b>Boca de Lobo Mistas ou Combinada.....</b>	<b>22</b>
2.1.2.4	<b>Boca de Lobo de Meio Fio .....</b>	<b>23</b>
2.1.3	Importância.....	23
2.1.4	Problemas .....	25
2.2	MICRODRENAGEM.....	27
2.2.1	Elementos da Microdrenagem.....	27
2.3	MACRODRENAGEM .....	29
2.4	ALTERNATIVAS DE DRENAGEM .....	30
<b>3</b>	<b>ETAPAS E CONCEITOS PARA O DIMENSIONAMENTO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM .....</b>	<b>31</b>
3.1	EQUAÇÃO DE CHUVA.....	31
3.2	ETAPAS PARA O DIMENSIONAMENTO.....	33
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO DA CIDADE E REGIÃO .....</b>	<b>42</b>

	13
4.1	Clima..... 42
4.2	Hidrografia ..... 43
4.3	Bairro Jundiaí ..... 43
<b>5</b>	<b>ESTUDO DO PROJETO ..... 44</b>
5.1	Atual projeto..... 44
<b>5.1.1</b>	<b>Desenvolvimento do projeto ..... 44</b>
5.1	Projeto Existente..... 45
5.2	Verificação junto as normas e diretrizes ..... 47
5.3	Patologias da rede de drenagem urbana na via..... 47
<b>5.3.1</b>	<b>Patologia referente ao Desgaste do Tempo ..... 48</b>
<b>5.3.2</b>	<b>Patologia referente às erosões..... 48</b>
<b>5.3.3</b>	<b>Patologia referente aos Entupimentos..... 49</b>
5.4	Apresentação da previsão do atual projeto..... 50
<b>5.4.1</b>	<b>Software utilizado ..... 50</b>
<b>6</b>	<b>NOVO PROJETO ..... 51</b>
6.1	Desenvolvimento do projeto ..... 51
<b>6.1.1</b>	<b>Padronização dos Dispositivos de Microdrenagem Urbana..... 51</b>
<b>6.1.2</b>	<b>Estruturas Recomendáveis e de Possíveis Padronizações ..... 52</b>
6.2	Dados e apresentação do novo Projeto ..... 54
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO ..... 56</b>

## **REFERÊNCIAS**

**ANEXO A**

**ANEXO B**

**ANEXO C**

## 1 INTRODUÇÃO

Por definição Saneamento Básico é um serviço público que compreende vários sistemas, inclusive o de drenagem de águas pluviais. Todos juntos são essenciais, que se regularmente bem executados, elevarão o nível de saúde da população beneficiada, gerando maior expectativa de vida e conseqüentemente, maior produtividade.

Segundo a cartilha da Fundação Estadual do Meio ambiente, os sistemas de drenagem urbana são sistemas preventivos de inundações, principalmente nas áreas mais baixas das comunidades sujeitas a alagamentos ou marginais aos cursos d'água. Todo rio tem sua área de inundação, sendo assim a enchente é um fenômeno natural do regime do rio. As inundações passam a ser um problema para o homem quando ele deixa de respeitar os limites naturais dos rios, ocupando suas áreas marginais.

De acordo com o Curso Básico de Hidrologia Urbana lançado em 2007 pelo Núcleo Regional Centro-Oeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental, a intensa concentração da população em áreas urbanas manifestou-se como um acontecimento mundial, a partir da segunda metade do século XX, até mesmo no Brasil. Constatando um aumento abundante no fluxo do campo em direção às cidades, agravando as dificuldades da infra-estrutura urbana, com profundo impacto no saneamento básico. Frequentemente, soluções localizadas destinadas a aparelhamentos de infra-estrutura, como o sistema viário, acabam provocando problemas que repercutem em outras partes da infra-estrutura, em específico, o sistema de drenagem urbana.

De maneira ampla os impactos da urbanização mais perceptíveis na drenagem urbana são os relacionados a alterações no escoamento superficial provocados pela intensa impermeabilização.

Toda e qualquer atividade desenvolvida nas cidades interfere diretamente no meio ambiente, modificando as relações naturais entre os ecossistemas, gerando uma crise ambiental, daí a importância de trabalhar o saneamento básico como instrumento essencial para o desenvolvimento das cidades. Segundo a Organização Mundial de Saúde – OMS (2010), saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem estar físico, mental e social.

Para Guimarães, Carvalho e Silva (2007) saneamento equivale à saúde, pois sanear quer dizer tornar sadio, saudável, ou seja, o saneamento promove a saúde pública preventiva,

reduzindo a necessidade de procura aos hospitais, porque elimina a chance de contágio por doenças.

Segundo Tucci (1995) caso não sejam realizadas mudanças substanciais na forma de gerenciar o espaço das cidades o prejuízo para população e para o ambiente podem se tornar irreversíveis.

## 1.1 OBJETIVO

### 1.1.1 Objetivo geral

O objetivo desse trabalho foi analisar as condições do sistema de drenagem urbana na Avenida São Francisco no município de Anápolis e seus impactos causados pela falta de infra-estrutura, demonstrando consequências econômicas e sociais.

### 1.1.2 Objetivos específicos

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo específico fazer um estudo detalhado na região da Avenida São Francisco levantando os pontos críticos na infra-estrutura de drenagem das águas pluviais. A partir dos resultados apresentaremos soluções viáveis para o reparo e manutenção da rede de drenagem.

## 1.2 METODOLOGIA

Para a apresentação do presente trabalho elaboramos um estudo de caso onde dimensionamos os dispositivos de drenagem, bocas de lobo, tubos de ligação, caixa de ligação e poços de visita da Avenida São Francisco, situada no município de Anápolis-Go, Figura 1.

O estudo foi feito em toda a Avenida São Francisco, sendo realizado um levantamento das características dos dispositivos de drenagem na extensão da via e um relatório fotográfico.

Como não tivemos acesso ao projeto existente, elaboramos um modelo a partir do levantamento feito na avenida e com auxílio dos responsáveis do setor de drenagem da prefeitura elaboramos um modelo de projeto existente no local.

**Figura 1 - Extensão da Avenida São Francisco**



Fonte: Google Maps.

### 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em 7 capítulos.

O capítulo 1 é referente ao capítulo atual, ou seja, onde são apresentadas as propostas, a estruturação, os objetivos almejados, além da metodologia utilizada para que esse possa atingir tais objetivos.

O capítulo 2 refere-se a revisão bibliográfica, onde é apresentado um estudo científico, fazendo uma análise crítica do objeto de estudo.

O capítulo 3 dado por etapas e conceitos para o dimensionamento dos dispositivos de drenagem no qual foi apresentado uma descrição detalhada do método de cálculo utilizado nos projetos de drenagem urbana.

O capítulo 4 é referente à apresentação da região de Anápolis, seu clima e hidrologia, juntamente com a apresentação do Bairro Jundiaí onde se encontra a Avenida São Francisco.

Nos capítulos 5 e 6 onde são apresentados os materiais de estudos, análises e comparação de resultados.

No capítulo 7 onde são dispostas as considerações finais sobre o objetivo do estudo.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

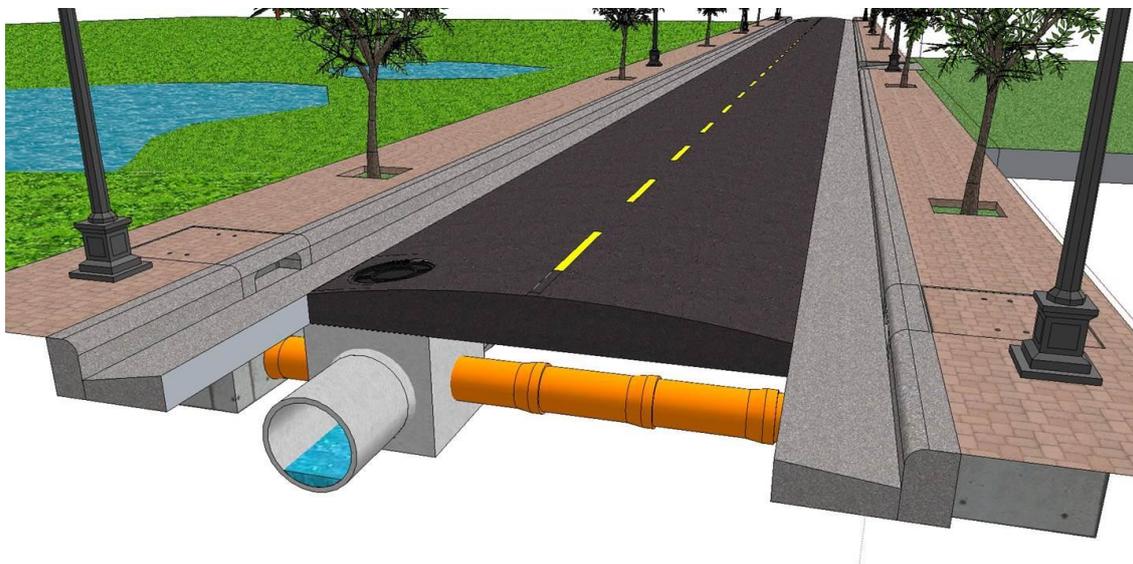
### 2.1 DRENAGEM URBANA

Para Philippi Jr. (2005), drenagem de águas pluviais urbanas é o conjunto de instalações operacionais de drenagem de águas pluviais de atividades de infraestrutura, de transporte, de detenção ou de retenção das águas da chuva para o amortecimento de vazões de cheias.

Para execução de projetos de drenagem urbana, o tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas devem estar inseridos nos planos diretores<sup>1</sup> com a concepção em que a tecnologia e a técnica devem ser colocadas a favor da prestação do serviço público (PHILIPPI JR., 2005).

Segundo Tucci (1995), criar os mecanismos de gestão da infraestrutura urbana, relacionados com o escoamento das águas pluviais, dos rios e arroios em áreas urbanas é o principal objetivo do Plano Diretor de Drenagem Urbana.

Figura 2 - Sistema de Drenagem



Fonte: <http://sunordengenharia.com.br/infraestrutura/>

---

<sup>1</sup>Conforme os artigos 39º e 40º do Estatuto da Cidade o Plano Diretor Municipal é o “instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana”. Atualmente esta em vigor no Município de Anápolis o PDM Lei Complementar nº349/2016.

### 2.1.1 Definição

Um dos objetivos/definições da drenagem urbana é minimizar os riscos que a população está exposta, diminuir os prejuízos causados por inundações e possibilitar o desenvolvimento urbano de forma harmônica, articulada e sustentável. Ou seja, a drenagem nada mais é do que o gerenciamento da água da chuva que escoar no meio urbano (NPEGRH, BOLETIM 2004).

Esses sistemas preventivos de inundações ocorrem principalmente nas áreas mais baixas das comunidades sujeitas a alagamentos ou marginais aos cursos d'água (FEAM, 2006).

Para que não sejam necessárias obras estruturantes, atualmente, o sistema de drenagem urbana aponta para a preservação dos cursos d'água, sua despoluição e a manutenção das várzeas de inundação. Dessa forma, os custos de implantação serão reduzidos, tirando proveito do potencial urbanístico como áreas verdes e parques lineares (FEAM, 2006, P.9).

**Figura 3 - Inundação da Região Central da Cidade de Anápolis - GO Devido a Falta de Drenagem Eficiente**



Fonte: <https://portal6.com.br/2015/11/26/chuva-deixa-regiao-central-de-anapolis-inundada/>

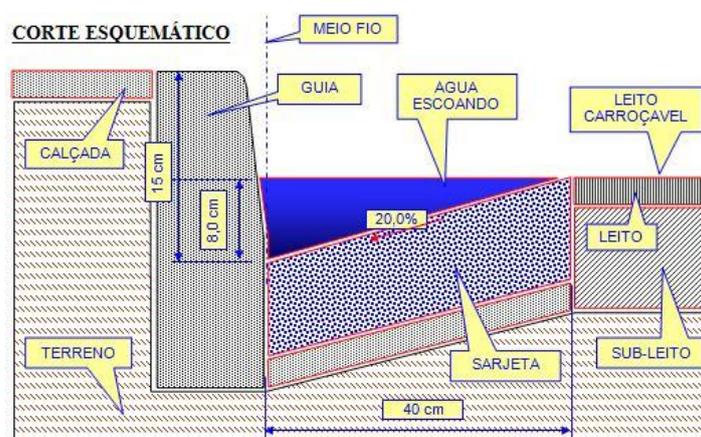
### 2.1.2 Pontos Constituintes

O sistema de drenagem deve ser entendido como o conjunto da infraestrutura existente em uma cidade para realizar coleta, o transporte e o lançamento final das águas superficiais (FEAM, 2006).

Para tal sistema entrar em funcionamento são necessários vários dispositivos hidráulicos interligados. Entre eles temos:

- Guia: As guias têm a função de separar a faixa de passeio da faixa de pavimentação, servindo para orientação do tráfego, drenagem superficial e aumento da segurança para os usuários das vias (SINAPI, 2016).
- Greide: É uma linha do perfil correspondente ao eixo longitudinal da superfície livre da via pública (SINAPI, 2016).
- Sarjeta: As sarjetas são canais longitudinais que acompanham o sentido das vias e são destinados a coletar e conduzir as águas superficiais da faixa pavimentada e da faixa de passeio até o dispositivo de drenagem, boca de lobo, galeria etc. (SINAPI, 2016).
- Sarjetões: Os sarjetões são necessários, para orientar o sentido de escoamento superficial das águas. O mesmo permite o desvio do excesso de vazão em determinada rua para outra com capacidade de escoamento superficial ociosa, de forma a minimizar a quantidade de galerias (TOMAZ, 2013).

**Figura 4 - Pontos Constituintes da Drenagem Urbana**



Fonte: <http://www.ebanataw.com.br/drenagem/definicoes.htm>

### 2.1.2.1 Bocas Coletoras

Bocas de lobo são dispositivos em forma de caixas coletoras construídas em alvenaria, a serem executadas junto aos meios-fios ou meios-fios com sarjetas. Sua função é receber as águas pluviais que correm pelas sarjetas e direcioná-las à rede coletora. De acordo com a necessidade de drenagem, podem ser simples, múltiplas e equipadas com grelhas pré-moldadas de concreto ou de ferro fundido dúctil (CEHOP, 2008).

De acordo com os Planos Diretores de vários municípios, as bocas coletoras podem ser instaladas em posições pré-estudadas, de maneira a conduzir adequadamente as vazões superficiais para as galerias. A fim de evitar zonas mortas com alagamentos e águas paradas, são necessárias aplicações de vários recursos nos abaixamentos ou pontos mais baixos do sistema viário.

Alguns modelos mais utilizados nos sistemas de drenagem são:

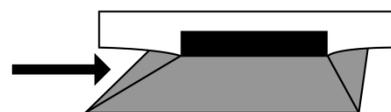
- Boca de lobo de Guia
- Boca de Lobo com Grelha
- Boca de Lobo Combinada ou Mista

Figura 5 - Tipos de Bocas de Lobos

## Boca de lobo de guia

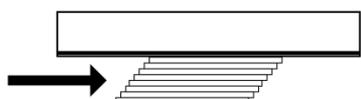


Sem depressão

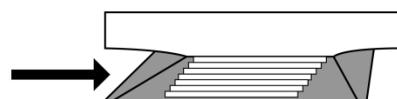


Com depressão

## Boca de lobo com grelha



Sem depressão

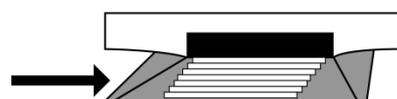


Com depressão

## Boca de lobo combinada



Sem depressão



Com depressão

Fonte: [https://iesb.blackboard.com/bbcswbdav/institution/Ead/\\_disciplinas/EADG257/nova/aula16.html](https://iesb.blackboard.com/bbcswbdav/institution/Ead/_disciplinas/EADG257/nova/aula16.html)

### 2.1.2.2 Boca de Lobo de Sarjeta

São aquelas que têm uma abertura, geralmente retangular, ao nível da sarjeta, provida de ralo. A ausência de material retido nos ralos e grelhas é de suma importância para a capacidade máxima de uma boca de lobo. Sua limpeza periódica é indispensável para prevenir o alagamento das ruas (CESET, 2003).

**Figura 6 - Boca de Lobo Tipo Sarjeta**

Fonte: <http://www.ebanataw.com.br/drenagem/bocadelobo.htm>

### 2.1.2.3 Boca de Lobo Mistas ou Combinada

É a associação da boca de lobo simples com a de grelha. Além de combinada, a boca de lobo pode ser múltipla, ou seja: várias bocas de lobo funcionando em série. Possuem uma abertura no alinhamento do meio fio e outra ao nível da sarjeta. A abertura ao longo do meio-fio fica de frente da abertura do nível da sarjeta, ambas com o mesmo comprimento, igual ao da boca de lobo. Entretanto, a abertura vertical, pode ficar afastada da outra, pode iniciar onde a outra termina ou pode com a outra coincidir parcialmente (CESET, 2003, P. 34).

**Figura 7 - Boca de Lobo Mista ou Combinada**

Fonte: <http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/8/2-bocas-de-lobo-como-planejar-o-posicionamento-das-239376-1.aspx>

#### 2.1.2.4 Boca de Lobo de Meio Fio

Através de uma abertura situada ao longo da face vertical do meio-fio, recebem águas pluviais. O comprimento da abertura depende da vazão máxima a receber, da altura da lâmina de água na sarjeta ao encontrar a boca de lobo e a depressão na sarjeta ao longo da boca de lobo (CESET, 2003, P. 34).

**Figura 8 - Boca de Lobo de Meio Fio**



Fonte: <http://www.ebanataw.com.br/drenagem/bocadelobo.htm>

#### 2.1.3 Importância

Na medida em que se acumulam os efeitos negativos das chuvas, tais como alagamentos, inundações, deslizamentos e perda de rios e lagos, pode ser observada a importância de um serviço adequado de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas tornando-se mais clara para a população das grandes cidades (ADASA, 2015).

Grande parte dos efeitos prejudiciais das chuvas deve-se à ação dos homens. Um dos fatores que ocasionam a redução de infiltração das chuvas no solo, tornando-o impermeável, é a ocupação desordenada de áreas urbanas e a conseqüente cobertura de grandes áreas (TUCCI, 1995).

A lavagem de superfícies urbanas acarreta aumento de carga de poluentes em rios e lagos, além de facilitar a veiculação de doenças. No Brasil, 65% das instalações hospitalares têm origem em doenças de veiculação hídrica.

**Figura 9 - Doenças de Veiculação Hídrica**

Transmissão	Doença	Agente patogênico	Medida
Pela água.	Cólera Febre tifóide Giardiase Amebíase Hepatite infecciosa Diarréia aguda	<i>Vibrio cholerae</i> O 1 e O 139; <i>Salmonella typhi</i> ; <i>Giardia lamblia</i> ; <i>Entamoeba histolytica</i> ; <i>Hepatitis virus A e E</i> ; <i>Balantidium coli</i> , <i>Cryptosporidium</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Campylobacter</i> , <i>E. coli</i> enterotoxogênica e enteropatogênica, enterohemolítica, <i>Shigella</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Astrovirus</i> , <i>Calicivirus</i> , <i>Norwalk</i> , <i>Rotavirus A e B</i> ;	- Implantar sistema de abastecimento e tratamento da água, com fornecimento em quantidade e qualidade para consumo humano, uso doméstico e coletivo; - Proteger de contaminação os mananciais e fontes de água;
Pela falta de limpeza, higienização com a água.	Escabiose Pediculose (piolho) Tracoma Conjuntivite bacteriana aguda Salmonelose Tricuríase Enterobiase Ancilostomiase Ascariíase	<i>Sarcoptes scabiei</i> ; <i>Pediculus humanus</i> ; <i>Chlamydia trachomatis</i> ; <i>Haemophilus aegyptius</i> ; <i>Salmonella typhimurium</i> , <i>S. enteritidis</i> ; <i>Trichuris trichiura</i> ; <i>Enterobius vermiculares</i> ; <i>Ancylostoma duodenale</i> ; <i>Ascaris lumbricoides</i> ;	- Implantar sistema adequado de esgotamento sanitário; - Instalar abastecimento de água preferencialmente com encanamento no domicílio; - Instalar melhorias sanitárias domiciliares e coletivas; - Instalar reservatório de água adequado com limpeza sistemática (a cada seis meses);
Por vetores que se relacionam com a água.	Malária Dengue Febre amarela Filarirose	<i>Plasmodium vivax</i> , <i>P. malarie</i> e <i>P. falciparum</i> ; Grupo B dos arbovírus; RNA vírus; <i>Wuchereria bancrofti</i> ;	- Eliminar o aparecimento de criadouros de vetores com inspeção sistemática e medidas de controle (drenagem, aterro e outros); - Dar destinação final adequada aos resíduos sólidos;
Associada à água.	Esquistossomose Leptospirose	<i>Schistosoma mansoni</i> ; <i>Leptospira interrogans</i> ;	- Controlar vetores e hospedeiros intermediários.

Fonte: Adaptado de Saunders, 1976.

Fonte: Manual de Saneamento – Ministério da Saúde – 2007.

Além de provocar alagamentos, ocasionando prejuízos materiais e humanos, inclusive mortes, a obstrução de canais e galerias por lixo também degradam o ambiente urbano.

Segundo a Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal um adequado sistema de drenagem proporciona uma série de benefícios, tais como:

- Redução de Gastos com manutenção de vias públicas;
- Valorização das propriedades existentes na área beneficiada;
- Redução de danos às propriedades e do risco de perdas humanas;
- escoamento rápido das águas superficiais, facilitando o tráfego por ocasião das chuvas;
- Redução de impactos da chuva ao meio ambiente, como erosões e poluição de rios e lagos;
- Condições razoáveis de circulação de veículos e pedestres em áreas urbanas, por ocasião de chuvas frequentes e/ou intensas;

#### 2.1.4 Problemas

É evidente que uma urbanização desordenada agrava os problemas no campo da drenagem. Quando um sistema de drenagem não é considerado desde o início da formação do planejamento urbano, é provável que esse sistema, ao ser projetado, revele-se, de alto custo e deficiente (CEAP, 2012).

Segundo o Jornal O Globo um dos principais fatores para o deslocamento da população da área rural em direção à área urbana (Êxodo rural) foi o processo de urbanização no Brasil, que teve início no século XX a partir do processo de industrialização. Atualmente, mais de 80% da população brasileira vive em áreas urbanas, o que equivale aos níveis de urbanização dos países desenvolvidos, num modelo urbano-industrial. As principais atividades econômicas, até 1950 no Brasil, estavam associadas à exportação de produtos agrícolas. Colocando assim o país num patamar, predominantemente, rural.

Devido a este desenvolvimento urbano, ocorre a impermeabilização do solo através das ruas, calçadas, pátios, telhados entre outros. Dessa forma a parcela da água que infiltrava passa a escoar pelos condutores, aumentando o escoamento superficial. O volume que escoava lentamente pela superfície do solo e ficava retido pelas plantas, com a urbanização, passa a escoar no canal, exigindo maior capacidade de escoamento das seções (TUCCI, 1995).

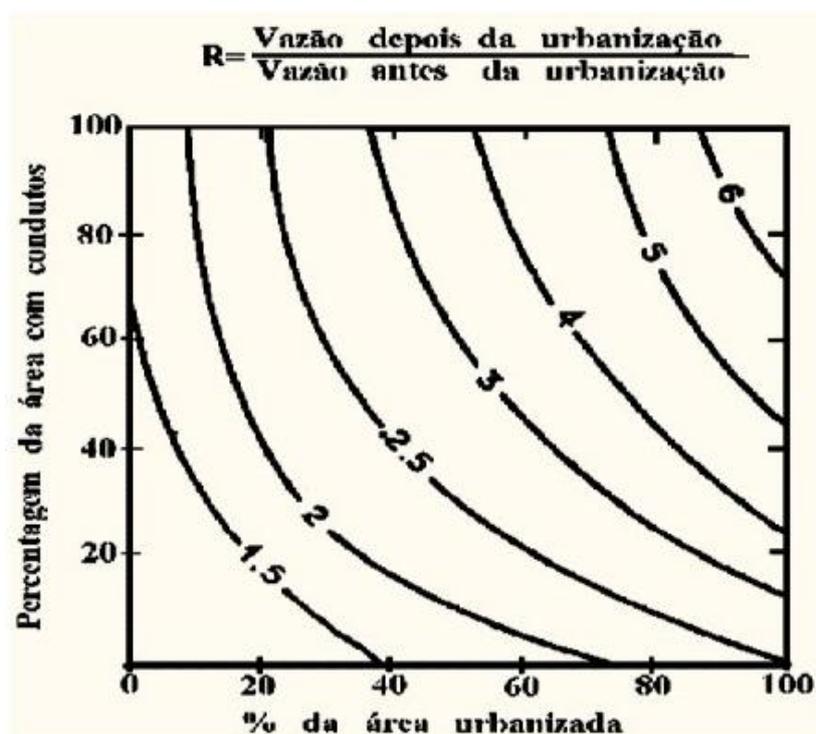
Um plano de drenagem urbana deve ser feito para todo plano urbanístico de expansão, visando delimitar as áreas mais baixas potencialmente inundáveis a fim de diagnosticar a viabilidade ou não da ocupação destas áreas de ponto de vista de expansão dos serviços públicos. Uma série de benefícios acontecerá, onde esta drenagem for viável, se um adequado sistema de drenagem quer de águas superficiais ou subterrâneas, for projetado (CEAP, 2012).

Para Tucci e Bertoni (2003), a grande demanda de urbanização acarreta os seguintes impactos:

- Devido à desproteção das superfícies e à produção de resíduos (Lixo) sólidos há o aumento da produção de sedimentos;

- Devido à lavagem das ruas, acarreta a deterioração da qualidade da água superficial e subterrânea, transporte de materiais sólidos e às ligações clandestinas de esgoto cloacal e pluvial e contaminação de aquíferos;
- Entre outras;

Figura 10 - As Curvas Fornecem o valor R, aumento da vazão média de inundação função da área impermeável e da canalização do sistema de drenagem.



Fonte: LEOPOLD, L.B. 1968.

Nos Estados Unidos da América, em 1936, uma lei em nível federal foi aprovada, sobre controle de enchentes, onde caracterizava a implantação de medidas físicas ou estruturais como um meio de reduzir esses danos (TUCCI, 2012).

Em 1973, foi aprovada uma lei sobre proteção contra desastres de enchentes, foram aprovados em 1974, na legislação de desenvolvimentos de Recursos Hídricos, artigos específicos sobre enchentes que previam medidas não estruturais e a distribuição de custos, como no artigo 73 da Lei de 1974 (TUCCI, 2012).

**Figura 11 - Inundação na Cidade de Sete Lagos - MG**



Fonte: <http://www.megacidade.com/noticia/11643/o-que-fazer-em-caso-de-enchentes-no-transito>

## 2.2 MICRODRENAGEM

Este tipo de sistema de drenagem é projetado para atender à drenagem de precipitações com risco moderado. Ela é definida pelo sistema de condutos pluviais ou canais em nível de loteamento ou de rede primária urbana. Na microdrenagem os projetos aumentam a vazão e esgotam todo o seu volume para jusante (TUCCI E BERTONI, 2003).

Em termos gerais, o sistema da microdrenagem é necessário para criar condições mínimas de circulação de veículos e pedestres numa área urbana, por ocasião de ocorrência de chuvas frequentes, considerando-se os possíveis danos às propriedades e os riscos de perdas humanas por ocasião de temporais mais fortes tende-se a verificar o comportamento do sistema para chuvas mais intensas (CEAP, 2012).

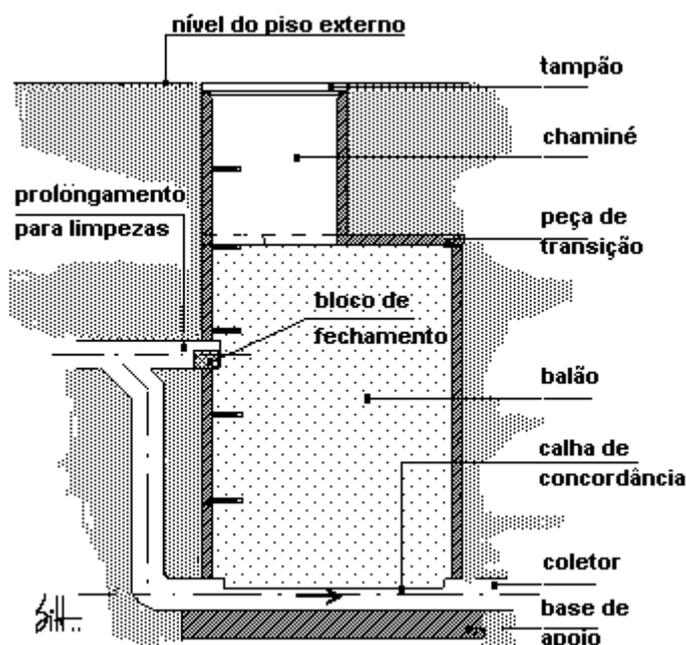
### 2.2.1 Elementos da Microdrenagem

- Guias ou Meio-fio: Item 2.1.2;
- Sarjeta: Item 2.1.2;
- Boca-de-lobo: Consiste em uma caixa de alvenaria ou pré-moldado de concreto localizado sob o passeio ou sob a sarjeta. É uma estrutura hidráulica destinada a

captar as águas superficiais. Instaladas com no mínimo 60 metros de distancia (USP, 2015). Vide Figura 4;

- Poço de visita: Para efeito de limpeza e inspeção, o poço de visita tem a função primordial de permitir o acesso às canalizações, de modo que se possam mantê-las em bom estado de funcionamento. Sua locação é indicada nos pontos de mudança de direção, mudança de declividade, cruzamento de ruas, e de diâmetro (TOMAZ, 2013);

Figura 12 - Poço de Visita



Fonte: <https://forumdacasa.com/discussion/21828/ajuda-projecto-de-saneamento/>

- Galeria de Águas Pluviais: As galerias pluviais são projetadas como conduto livre para funcionamento a seção plena para a vazão do projeto. A velocidade depende do material a ser usado. A velocidade mínima para tubos de concreto deverá ser de 0,65m/s e a máxima de 5,0m/s. O recobrimento mínimo é de 1,00 m (TOMAZ, 2013);

**Figura 13 - Galeria de Águas Pluviais**

Fonte: <http://hd.eng.br/projeto-galerias-agua-pluvia-loteamentos/>

### 2.3 MACRODRENAGEM

A macrodrenagem envolve os sistemas coletores de diferentes sistemas de microdrenagem. A macrodrenagem envolve áreas de pelo menos 2 km<sup>2</sup> ou 200 ha. Estes valores não devem ser tomados como absolutos porque a malha urbana pode possuir as mais diferentes configurações. Este tipo de sistema deve ser projetado para acomodar precipitações superiores as da microdrenagem com riscos de acordo com os prejuízos humanos e materiais potenciais (TUCCI E BERTONI, 2003).

De acordo com as Diretrizes Básicas para Projetos de Drenagem Urbana no Município de São Paulo, a macrodrenagem é constituída, em geral, por canais (abertos ou de contorno fechado) de maiores dimensões, projetada para vazões de 25 a 100 anos de período de retorno. Do seu funcionamento adequado depende a prevenção ou minimização dos danos às propriedades, dos danos à saúde e perdas de vida das populações atingidas, seja em consequência direta das águas, ou seja, por doenças de veiculação hídrica.

**Figura 14 - Sistema de Macro drenagem**

Fonte: <https://www.marica.rj.gov.br/2014/09/22/prefeitura-anuncia-macrodrenagem-para-acabar-com-alagamentos-em-itaipuacu/>

As principais medidas estruturais para um sistema de macro drenagem são: reservatório de amortecimento, canalização, e diques em combinação com polders. Na macro drenagem, o controle do impacto do aumento do escoamento devido à urbanização, tem sido realizado, na atual circunstancia brasileira, através da canalização. Um canal é dimensionado para escoar uma vazão de projeto para tempos de retorno que variam de 25 a 100 anos (TUCCI E BERTONI, 2003).

#### 2.4 ALTERNATIVAS DE DRENAGEM

De acordo com a Revista Nacional de Gerenciamento das Cidades, gerenciada pela ANAP, para se aumentar a eficácia na gestão e controle das enchentes urbanas, é necessário que outras soluções complementares aos pavimentos permeáveis - por meio de uma camada permeável o escoamento é desviado para um reservatório subterrâneo de pedra, situado sob a superfície do terreno. Após, o escoamento armazenado pouco a pouco se infiltra no terreno. O pavimento permeável se parece com os revestimentos convencionais. No entanto, ele contém pouca ou nenhuma quantidade de agregados finos (CHATTANOOGA, 2008 e ARAÚJO et al., 2000) - e a intervenções de retenção e infiltração das águas de chuva também sejam adotadas.

Alguns exemplos são:

- Reflorestamento, de preferência com vegetação nativa, priorizando as Áreas de Preservação Permanente (APP's), que são: topos de morros, encostas com inclinação acima 45 graus e faixas marginais de proteção dos rios;
- Construção de pequenas e médias barragens de cheias, a serem localizadas nos trechos médios e superiores dos rios;
- Reservatórios (bacias de retenção) espalhados no solo urbano a fim de reter e acumular águas de escoamento superficial nos períodos de chuvas intensas (minimizando os picos de vazões hídricas nas calhas dos rios que geram o seu transbordamento);
- Captação das águas de telhado;
- Saneamento de esgoto e lixo na bacia hidrográfica (que contribuem para o entupimento do sistema de drenagem e para o assoreamento e poluição dos rios);
- Intervenções e obras de controle de erosão na bacia hidrográfica (para reduzir o assoreamento e poluição dos rios);
- Outras atuações similares dentro do conceito da sustentabilidade ambiental;

### **3 ETAPAS E CONCEITOS PARA O DIMENSIONAMENTO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM**

No Brasil, não existe uma norma técnica que padronize os projetos de drenagem urbana, o que existe é um padrão que a prática da engenharia desenvolveu ao longo do tempo, além dos planos diretores, que cada cidade desenvolve separadamente, de seu município.

Essa prática define dimensões de valas e bocas de lobo, e até mesmo poços de visita. No presente trabalho foram usados os padrões recomendados pela região Goiânia e Anápolis, seguindo as normas de seus respectivos planos diretores e do Curso básico de Hidrologia feito pela RECESA em 2007.

#### **3.1 EQUAÇÃO DE CHUVA**

A equação de chuvas para um projeto seja ele de micro ou macrodrenagem urbana é de extrema seriedade, assim como para projetos de drenagem de estradas, canalização de córregos, estudos de erosão entre vários outros.

O dimensionamento é realizado tendo por base a precipitação máxima, que é o caso extremo, com constância, distribuição temporal e espacial crítica para uma área ou bacia hidrográfica (TUCCI, 1993).

Para a determinação dos parâmetros de chuva máxima, são usados os registros pluviométrico, com isso é relacionado à intensidade com a duração de chuva (TUCCI, 1993).

Com os dados pluviográficos do local de importância ou com estimativa baseada nos dados dos postos imediatos, determina-se a função  $i = f(t, p)$ , onde  $i$  é intensidade,  $t$ , duração, e  $p$ , probabilidade (TUCCI, 1993).

As Equações 1 e 2 mostram a forma do relacionamento entre a intensidade  $i$ , a duração  $t$  (na faixa de 5 min a 1440 min) e o período de retorno  $T$  (na faixa de 1 ano a 100 anos), observando-se a seguir as referentes unidades aqui empregadas. Na escolha da equação, deve-se ter claro o período de retorno  $T$  que se tomará, em função das características do projeto. Os parâmetros  $a$ ,  $b$ ,  $g$ , são constantes adotadas para toda a região (CBHU, 2007).

$$i = \frac{B1 \times (T^{\alpha + \frac{\beta}{T^\gamma}})^{\alpha}}{(t + c)^b} \quad \text{Equação 1}$$

Apropriada para  $1 \text{ ano} \leq T \leq 8 \text{ anos}$

$$i = \frac{B2 \times (T^\alpha)}{(t + c)^b} \quad \text{Equação 2}$$

Apropriada para  $8 \text{ anos} < T \leq 100 \text{ anos}$

Onde,

$\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  são parâmetros regionais constantes e que dependem apenas do período de retorno;

$B$ ,  $b$ ,  $c$  são parâmetros que apresentam características locais;

$i$  é a intensidade máxima de chuva (mm/min);

$t$  é a duração (min);

$T$  é o período de retorno (ano);  $\alpha = 0,14710$ ;  $\beta = 0,22$ ;  $\gamma = 0,09$ ;

$\delta = 0,62740$ ;

**Quadro 1 - Parâmetros Locais das Equações de Chuva**

Nº	Estação	UF	Coordenadas		Parâmetros Locais			
			Latitude	Longitude	B	C	B1	B2
11	Anápolis	GO	16°19'	48°57'	0,92278	20,91	42,4964	48,1167

Fonte: Águas Pluviais Urbanas – Curso Básico de Hidrologia Urbana Guia do profissional em treinamento - Recesa, 2007.

As equações de chuva para Anápolis, Goiás:

$$i = \frac{42,4964 \times \left( T^{14,71 + \frac{0,22}{T^{0,09}}} \right)^{0,6274}}{(t + 20,91)^{0,92278}} \quad \text{Equação 3}$$

- Valida para 1 ano  $\leq T \leq 8$  anos

$$i = \frac{48,1167 \times (T^{0,1471})}{(t + 20,91)^{0,92278}} \quad \text{Equação 4}$$

- Valida para 8 ano  $\leq T \leq 100$  anos

Para redes de drenagem urbana, o período de retorno pode variar de  $T = 2$  anos quando se tratar de bairros com baixo volume populacional, até 15 a 20 anos para regiões principais de cidades.

### 3.2 ETAPAS PARA O DIMENSIONAMENTO

#### 1. Delimitar as áreas de influencia

A partir da análise das curvas de níveis para identificar o sentido de escoamento da água, começamos a traçar as Áreas de Influência ou Bacias de Contribuição.

## 2. Distribuição de Bocas de Lobo de Visita

Após a delimitação das Áreas de Influência, foi distribuído as Bocas de Lobos e Poços de visita conforme análise *in loco*. O espaçamento recomendado entre bocas de lobo é de 60 m, e de 100 m para os poços de visitas, no entanto, como o sistema de Drenagem da referida avenida foi criado há mais há muito tempo, pode haver divergências quanto às medidas admitidas pelos planos diretores atualmente.

### Quadro 2 - Espaçamentos Máximos entre PV's e Bocas de Lobo

Unidades	Espaçamento Máximo (m)
Poços de Visita	100
Bocas de Lobo	60

Fonte: Águas Pluviais Urbanas – Curso Básico de Hidrologia Urbana Guia do profissional em treinamento - Recesa, 2007.

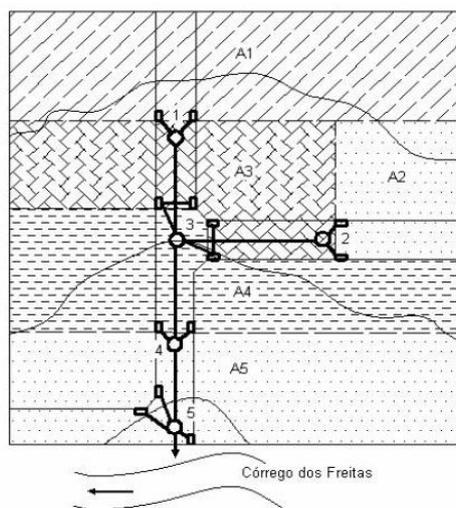
\* Prefeitura Municipal de Goiânia (2005).

\* Tucci (2004).

## 3. Mosaico

Concluindo a distribuição de Bocas de Lobo e PVs, inicia-se um mosaico onde delimita as bacias de contribuição a cada boca de lobo.

**Figura 15 - Áreas de influência compondo o mosaico**



Fonte: Águas Pluviais Urbanas – Curso Básico de Hidrologia Urbana Guia do profissional em treinamento - Recesa, 2007.

## 4. Trecho

É a numeração dada à tubulação existente entre dois poços de visita, onde o primeiro número refere-se ao elemento de montante e o segundo satisfaz o elemento de Jusante conforme a Figura 16 onde pode se observar a existência de trechos 1-3, trecho 2-3, trecho 3-4 e trecho 4-5.

## 5. Extensão da Galeria

Refere-se à influência entre dois Poços de Visita.

## 6. Áreas

Para dimensionar as galerias necessita de duas áreas. Uma refere-se à área contribuinte local a cada boca de lobo e outra é a área total com toda área drenada a montante.

## 7. Coeficiente de escoamento superficial ou de “runoff” (C)

O valor de “C” adotado é um resultado da seguinte ponderação:

$$C = \frac{C_1A_1 + \dots + C_nA_n}{\sum A} \quad \text{Equação 5}$$

O valor do coeficiente adotado é 0,70 que é o adequado para a região.

**Tabela 1 - Valores de “C”**

(Continua)

	ZONAS	C
1	DE EDIFICAÇÃO MUITO DENSA Partes Centrais, densamente construídas, de uma cidade com ruas e calçadas pavimentadas.	0,70 a 0,95

(Conclusão)

	ZONAS	C
	DE EDIFICAÇÃO NÃO MUITO DENSA	0,60 a
2	Partes adjacentes do centro, de menor densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas.	0,70
	DE EDIFICAÇÕES COM POUCAS SUPERFÍCIES LIVRES	0,50 a 060
3	Partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas.	
	DE EDIFICAÇÕES COM MUITAS SUPERFÍCIES LIVRES	0,25 a
4	Partes residenciais do tipo Cidade-Jardim, ruas pavimentadas ou com mistura de brita com asfalto.	0,50
	DE SUBÚRBIO COM ALGUMA EDIFICAÇÃO	0,10 a
5	Partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construções.	0,25
	DE MATAS, PARQUES E CAMPOS DE ESPORLETES	0,05 a
6	Partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados, campos de esporte sem pavimentação.	0,20

Fonte: Águas Pluviais Urbanas – Curso Básico de Hidrologia Urbana Guia do profissional em treinamento - Recesa, 2007.

\*Wilken (1978).

## 8. Tempo de Concentração

É o tempo que uma gota de chuva demora a percorrer do ponto mais distante até um determinado PV.

Para os Pv's iniciais aceita-se um tempo de concentração de 5 minutos, enquanto os demais PV's os tempos de concentração adequados são obtidos acrescentando o tempo de trajeto de cada trecho.

### 9. Intensidade Pluviométrica

A intensidade Pluviométrica pode ser alcançada com o uso das equações de chuva.

### 10. Vazão Superficial Local (Q<sub>loc</sub>)

É calculada por meio da equação racional para áreas locais:

$$Q_{loc} = C i A \quad \text{Equação 6}$$

Onde,

Q<sub>loc</sub> = vazão superficial local (m<sup>3</sup>/s);

C = coeficiente de escoamento superficial;

i = intensidade de chuva (m/s);

A = área da bacia contribuinte local (m<sup>2</sup>);

### 11. Vazão Total ‘‘Q’’

É o somatório de vazões afluentes ao PV que vem através de galerias, além da vazão superficial local.

### 12. Diâmetro ‘‘D’’

Os diâmetros comerciais variam de acordo com a Prefeitura local. Usualmente usam-se os diâmetros de 400, 600, 800, 1000, 1200, 1500 mm. Tubos de 300 mm podem ser usados como ramais entre bocas de lobo e poços de visita.

### 13. Declividade do Terreno no Trecho (St)

É a razão entre a diferença das cotas de montante e jusante, nas tampas dos PV's, e a extensão do trecho.

$$St = \frac{c_m - c_j}{L} \quad \text{Equação 7}$$

Onde,

$S_t$  = declividade do terreno no trecho;

$c_m$  = cota do terreno no PV a montante (m);

$c_j$  = cota do terreno no PV a jusante (m);

$L$  = extensão da galeria (m);

#### 14. Cotas Inferiores da Galeria

Correspondem as cotas concernentes à geratriz inferior da tubulação.

$$C_{im} = c_m - (r_m + D) \quad \text{Equação 8}$$

Onde,

$C_{im}$  = cota inferior da galeria a montante (m);

$c_m$  = cota do terreno no PV a montante (m);

$r_m$  = recobrimento mínimo (m);

$D$  = Diâmetro (m);

e:

$$C_{ij} = C_{im} - 9 (S_g \times L) \quad \text{Equação 9}$$

Onde,

$C_{ij}$  = cota inferior da galeria a jusante (m);

$C_{im}$  = cota inferior da galeria a montante (m);

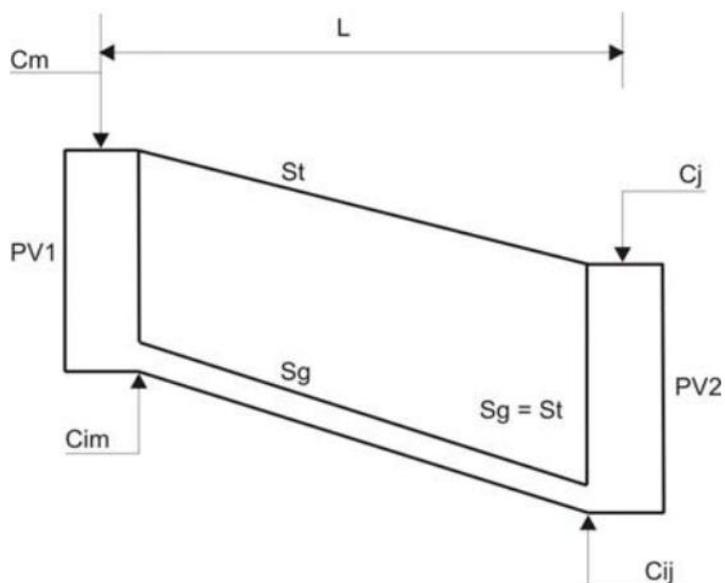
$L$  = extensão do trecho (m);

$S_g$  = declividade da galeria (m/m) dada por:

$$S_g = \frac{C_{im} - C_{ij}}{L}$$

Equação 10

**Figura 16 - Cotas Inferiores da Galeria**



Fonte: Águas Pluviais Urbanas – Curso Básico de Hidrologia Urbana Guia do profissional em treinamento - Recesa, 2007.

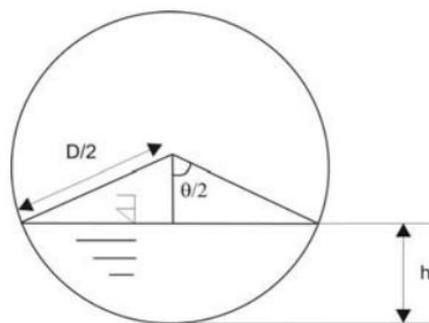
#### 15. Profundidade da Galeria

Corresponde ao somatório do recobrimento mais o diâmetro da galeria. O recobrimento usado para desenvolver o projeto foi de 1 m.

#### 16. Constante "k"

A constante ‘ k ’ pode ser computada em função do ângulo central Figura 18 ou em função da vazão, coeficiente de Manning, diâmetro e declividade.

**Figura 17 - Características Geométricas do Conduto Livre de Seção Circular.**



Fonte: Águas Pluviais Urbanas – Curso Básico de Hidrologia Urbana Guia do profissional em treinamento - Recesa, 2007.

$$k = 0,0496062 * \Theta^{-2/3} (\Theta - \text{sen } \Theta)^{5/3} \quad \text{Equação 11}$$

$$k = Q * n * D^{-8/3} * Sg^{-1/2} \quad \text{Equação 12}$$

Onde,

$k$  = constante;

$\Theta$  = ângulo central (rad);

$Q$  = vazão (m<sup>3</sup>/s);

$n$  = coeficiente de Manning (m<sup>-1/3</sup>. s);

$D$  = diâmetro (m);

$Sg$  = declividade (m/m);

### 17. Ângulo Central da Superfície Livre ( $\Theta$ )

Emprega-se a Equação abaixo, de acordo com Menezes Filho (2007).

$$\Theta = 5915,8. k^5 - 5201,2.k^4 + 1786,6.k^3 - 298,89.k^2 + 32,113.k + 1,1487$$

Equação 13

### 18. Relação Altura-Diâmetro ( $h/\Theta$ )

Conhecendo o ângulo central da superfície livre “ $\Theta$ ”, pode-se conseguir a relação altura da lâmina d’água-diâmetro “ $h/D$ ” pela Equação abaixo:

$$\frac{h}{D} = \frac{1}{2} \left[ 1 - \cos \frac{\Theta}{2} \right] \quad \text{Equação 14}$$

### 19. Área Molhada "A" em função do Ângulo Central

Com o ângulo central da superfície, gera a área molhada:

$$A = D^2 * \frac{\Theta - \sin \Theta}{8} \quad \text{Equação 15}$$

Onde, 'D' é o diâmetro.

### 20. Velocidade de Escoamento (V)

Admitida a vazão 'Q' no trecho e a área molhada 'A', calcula-se a velocidade pela equação:

$$V = \frac{Q}{A} \quad \text{Equação 16}$$

Onde,

V = velocidade do escoamento (m/s);

Q = vazão (m<sup>3</sup>/s);

A = área molhada (m<sup>2</sup>);

### 21. Tempo de Percurso (tp)

É a razão entre a extensão e a velocidade do escoamento na galeria.

$$T_p = \frac{L}{V * 60} \quad \text{Equação 17}$$

Onde,

Tp = tempo de percurso (min);

L = extensão da galeria (m);

V = velocidade do escoamento (m/s);

## 4 APRESENTAÇÃO DA CIDADE E REGIÃO

Situada no Planalto Central Brasileiro, Anápolis é um município do interior do estado de Goiás, Região Centro-Oeste do país, pertence à Mesorregião Centro Goiano e à Microrregião de Anápolis. Sua altitude é de 1.017 metros, (GEÓGRAFOS, 2017) com clima tropical e uma estação seca. Uma de suas características regionais é ter o clima mais afável que a capital estadual Goiânia. Sendo recordada como a cidade mais fresca que a capital. A cidade está a 50 km da capital goiana e a 140 km da capital federal, é a maior concentração urbana da região e seu principal polo industrial fazendo parte de um eixo econômico e populacional (NUNES, 2011).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2017, Anápolis estava com cerca de 375.142 habitantes, constitui-se no terceiro maior município do estado em população e sua segunda maior força econômica, com um PIB de mais de R\$ 13.301.496.920,00 em 2015.

Segundo o jornal O Contexto a cidade se concretizou como pólo industrial, com destaque para o ramo farmacêutico a partir da instalação do Distrito Agroindustrial (DAIA) em 1976. Em razão de seu grande potencial logístico, Anápolis, foi apontada pela revista Veja em 2010 como uma das Vinte Cidades Brasileiras do Futuro.

A cidade é cortada pelas rodovias federais BR-060, BR-153 e BR-414, pelas rodovias estaduais GO-222, GO-437, GO-330 e GO-560 e pela Ferrovia Centro-Atlântica, sendo ponto de start da Ferrovia Norte Sul, que está sendo integrada à FCA.

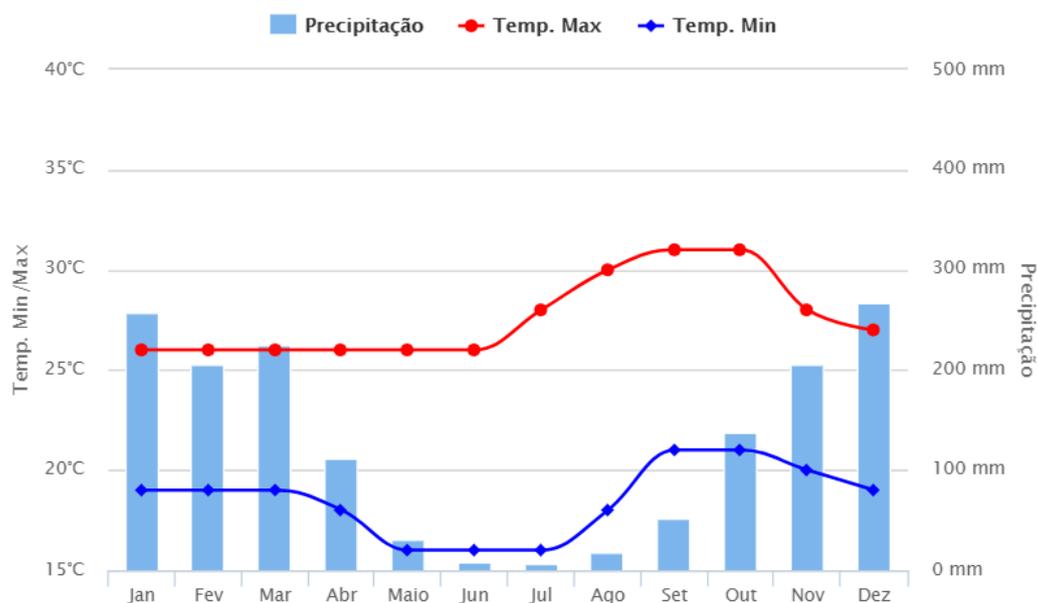
### 4.1 CLIMA

O clima do município está entre o tipo tropical com estação seca (KöppenAw). A temperatura, ao longo do ano, oscila entre mínima média de 16 °C e máxima média de 31 °C (CLIMATEMPO, 2018).

Existem duas estações distintas; a da seca, e a das chuvas que acontece no período de temperaturas menores, e que coincide com o verão, consequentemente (SANTOS E LEMES, 2007).

A umidade relativa do ar tem uma variação sazonal. A média mensal fica em torno de 50 a 60% nos meses mais secos (que pode chegar a meados de 20%), mas no período das chuvas ultrapassa a 80% (CLIMATEMPO, 2018).

**Figura 18 - Dados Climatológicos para Anápolis - 1987 a 2017**



Fonte: Clima Tempo, 2018.

## 4.2 HIDROGRAFIA

Nascentes na região do município de Anápolis levam águas para as bacias do Rio Paraná, Tocantins e Araguaia, embora não exista nele nenhum rio caudaloso (SANTOS E LEMOS, 2007).

De acordo como o jornal O Estado de Goiás são dezenas de córregos e ribeirões estreitos e encachoeirados com pequenos volumes e água, que não podem ser utilizados para navegação. Durante o período das chuvas, costumam transbordar.

## 4.3 BAIRRO JUNDIAI

Jundiaí é um bairro do município de Anápolis, no estado de Goiás, no Brasil. Segunda a Prefeitura Municipal de Anápolis o Bairro é um dos mais populosos bairros da cidade, com cerca de 17.388 pessoas, 6.752 domicílios agraciados com 100% de água encanada, coleta de lixo e energia elétrica.

O Bairro Jundiáí, desde a sua criação, recebe grande atenção de empresários e do poder público, estabelecido por meio de um plano urbanístico, tornando-o um dos mais movimentados de Anápolis devido ao seu planejamento e a sua infraestrutura.

Possuindo crescente verticalização e propiciando crescimento comercial e econômico para a cidade o Bairro Jundiáí comporta o fenômeno urbano que os geógrafos denominam de "centro expandido".

A Avenida São Francisco faz parte do Bairro Jundiáí, tendo cerca de 1,3 Km de distancia, sendo uma das avenidas mais movimentadas de todo o bairro, cortando-o desde a praça Dom Emanuel até a avenida Juscelino Kubitschek, passando por diversos comércios e até mesmo pela escola São Francisco de Assis.

## **5 ESTUDO DO PROJETO**

### **5.1 ATUAL PROJETO**

Para desenvolvimento do presente trabalho necessitou-se do atual projeto existente na Avenida São Francisco. Entrou-se em contato com a Prefeitura de Anápolis, especificamente como departamento de projeto, para obter o projeto de drenagem da avenida em questão, no entanto, esse projeto não foi disponibilizado. A partir disso fez-se um estudo in loco na avenida cujo objetivo era levantar as características dos dispositivos de drenagem como bocas de lobo, poços de visita, galerias, além das características topográficas como as curvas de nível para se ter uma noção do sentido de escoamento da água. Com base no levantamento e com o auxílio dos responsáveis de drenagem da prefeitura elaborou-se uma previsão de projeto existente na avenida.

#### **5.1.1 Desenvolvimento do projeto**

Com auxílio da prefeitura de Anápolis obtivemos um projeto com as características urbanísticas, além de todo arruamento da região que foi fundamental para o desenvolvimento do projeto existente no local. Com esse projeto e com os dados do levantamento feito no local, iniciamos a elaboração do modelo de projeto.

Ao longo da Avenida foram contabilizado 33 bocas de lobo, com uma dimensão de 1 m de largura e 50 cm de abertura e apenas 2 poços de visita com cerca de

1 m de diâmetro em sua tampa, anexo A. Algumas bocas de lobo não se encontram em seu estado de conservação ideal, outras são muito antigas, por isso pode haver bocas com uma dimensão inferior a original, como observado na figura 18.

**Figura 19 - Boca de Lobo Danificada na Avenida São Francisco**



Fonte: Próprio Autor.

## 5.1 PROJETO EXISTENTE

A tabela a seguir exibe as medidas de largura, abertura e distância aproximada de cada boca de lobo. Por se tratar de uma avenida antiga da cidade, as bocas de lobo têm alguns tamanhos diferentes ao longo da via, sendo mais comum o tamanho de 1,00 m por 0,55 m.

**Tabela 2 - Largura, Abertura e Distância aproximada de cada Boca de Lobo da Avenida São Francisco.**

(Continua)

Boca de Lobo	Largura (m)	Abertura (m)	Distância Aproximada (m)
BC1	0,81	0,55	89,44 <sup>Entre bc1 e bc2</sup>
BC2	0,98	0,50	64,05 <sup>Entre bc2 e bc3</sup>
BC3	1,00	0,50	80,51 <sup>Entre bc3 e bc4</sup>

BC4	1,00	0,50	84,36 <small>Entre bc4 e bc5</small>
BC5	1,00	0,50	72,89 <small>Entre bc5 e bc6</small>
BC6	1,00	0,50	57,23 <small>Entre bc6 e bc7</small>

(Conclusão)

Boca de Lobo	Largura (m)	Abertura (m)	Distância Aproximada (m)
BC7	1,00	0,50	68 <small>Entre bc7 e bc8</small>
BC8	1,00	0,50	87,59 <small>Entre bc8 e bc9</small>
BC9	1,00	0,50	42,26 <small>Entre bc9 e bc10</small>
BC10	1,00	0,50	103,62 <small>Entre bc10 e bc11</small>
BC11	0,81	0,55	78,22 <small>Entre bc11 e bc12</small>
BC12	1,00	0,50	81,93 <small>Entre bc12 e bc13</small>
BC13	1,00	0,50	160,48 <small>Entre bc13 e bc14</small>
BC14	1,00	0,50	78,74 <small>Entre bc14 e bc15</small>
BC15	1,00	0,50	<b>FIM DA AVENIDA</b>
BC16	1,00	0,50	78,84 <small>Entre bc16 e bc17</small>
BC17	1,00	0,50	106,16 <small>Entre bc17 e bc18</small>
BC18	1,00	0,50	26,65 <small>Entre bc18 e bc19</small>
BC19	1,00	0,50	24,4 <small>Entre bc19 e bc20</small>
BC20	1,00	0,50	77,32 <small>Entre bc20 e bc21</small>
BC21	1,00	0,50	31,39 <small>Entre bc21 e bc22</small>
BC22	1,00	0,50	43,7 <small>Entre bc22 e bc23</small>
BC23	1,00	0,50	92,86 <small>Entre bc23 e bc24</small>
BC24	1,00	0,50	52,79 <small>Entre bc24 e bc25</small>
BC25	1,00	0,50	55,52 <small>Entre bc25 e bc26</small>
BC26	1,00	0,50	40,46 <small>Entre bc26 e bc27</small>
BC27	1,00	0,50	105,98 <small>Entre bc27 e bc28</small>
BC28	1,00	0,50	102,36 <small>Entre bc28 e bc29</small>
BC29	1,00	0,50	110,91 <small>Entre bc30 e bc31</small>
BC30	0,80	0,75	102,6 <small>Entre bc31 e bc32</small>
BC31	1,00	0,50	84,19 <small>Entre bc32 e bc33</small>

BC32	0,80	0,55	COMEÇO DA AVENIDA
------	------	------	-------------------

Fonte: Próprio Autor.

## 5.2 VERIFICAÇÃO JUNTO AS NORMAS E DIRETRIZES

Como no Brasil há uma ausência de padronização para os dispositivos de drenagem, a ABNT 2.10.11-012 - “Ante Projeto de Normas para Drenagem Urbana”, diz apenas que bocas-de-lobo são dispositivos localizados em pontos adequados das sarjetas para captar as águas pluviais.

Foi observado ao longo dos 3,5 Km de via, que o item mais agravante foi à falta de manutenção periódica, o que promove a perda de eficiência, desgaste precoce do dispositivo e inconveniências ou interrupções das atividades urbanas que advém das inundações e das interferências de enxurradas. O distanciamento mesmo sendo maior que o usual de 60 m, ainda é relevante perante a falta exagerada de reparação.

Do ponto de vista da manutenção e a fim de que possam funcionar de forma eficiente e de maneira a garantir as condições previstas nos projetos, esses sistemas exigem limpeza periódica.

Algumas quadras não têm Bocas de Lobos devidamente localizadas, outras nem mesmo tem boca de lobo, forçando o sistema e sobrecarregando os dispositivos, levando-os a ultrapassar a sua capacidade projetada.

Como o município de Anápolis não tem Plano Diretor voltado para a drenagem urbana, a cidade, nesses termos, é guiada pelos projetos já instalados a manutenção claramente não funciona como deveria. Levando em conta todo o sistema da urbe, podemos dizer que o da Avenida São Francisco não esta em alerta vermelho, porém exige atenção especial, por se tratar de uma Avenida central na cidade.

## 5.3 PATOLOGIAS DA REDE DE DRENAGEM URBANA NA VIA

Foi encontrado em diversos pontos da via patologias como desgaste do tempo, erosões, entupimentos devido a acúmulos de resíduos variados. Essas patologias criam na rede de drenagem um "vácuo" sem precedentes, fazendo com que sobrecarregue o sistema.

### 5.3.1 Patologia referente ao Desgaste do Tempo

Pode ser observado em varias bocas de lobo o feito do tempo. Causado em especial por se tratar de uma via arterial<sup>2</sup> onde passam uma gama de carros, carretas e caminhões, levando-os ao centro da cidade e demais regiões, afetando de forma direta nas BC deixando-as em estados preocupantes.

**Figura 20 - Boca de Lobo Apresentando Desgaste do Tempo**



Fonte: Próprio Autor.

### 5.3.2 Patologia referente às erosões

Já as erosões, podem ser causadas por diversos motivos, um deles, é a construção mal sucedida da boca de lobo, levando assim ao desmoronamento. Outro motivo, sem dúvidas é o peso dos automóveis que estacionam em cima da BC ou até mesmo nas suas extremidades, que com o tempo leva ao desgaste, e conseqüentemente a erosão.

---

<sup>2</sup> Segundo a Lei N.º 9.503, de 23 de Setembro de 1997 da CTB que institui o Código de Transito Brasileiro - VIA ARTERIAL - Geralmente controlada por semáforo, é aquela caracterizada por interseções em nível, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais, possibilitando o trânsito entre as regiões da cidade.

**Figura 21 - Boca de Lobo Apresentando Erosão Lateral**



Fonte: Próprio Autor.

### **5.3.3 Patologia referente aos Entupimentos**

“O descarte incorreto de lixo não só compromete a fluidez da água das chuvas, como pode causar o entupimento das redes pluvial e de esgoto, trazendo transtornos à população, como refluxos e alagamentos”, explica o diretor do Departamento Municipal de Água e Esgoto de Uberlândia. Os problemas causados pelo descarte irregular do lixo comprometem a qualidade e a eficiência das redes de drenagem, no período chuvoso, estas ocorrências são mais frequentes, já que grandes volumes de lixo são deslocados para a rede. O entupimento da rede pluvial pode provocar alagamentos em dias de chuva e refluxo nas redes de esgoto.

**Figura 22 - Boca de Lobo Apresentando Entupimento**



Fonte: Próprio Autor

**Figura 23 - Boca de Lobo Apresentando Entupimento**



Fonte: Próprio Autor

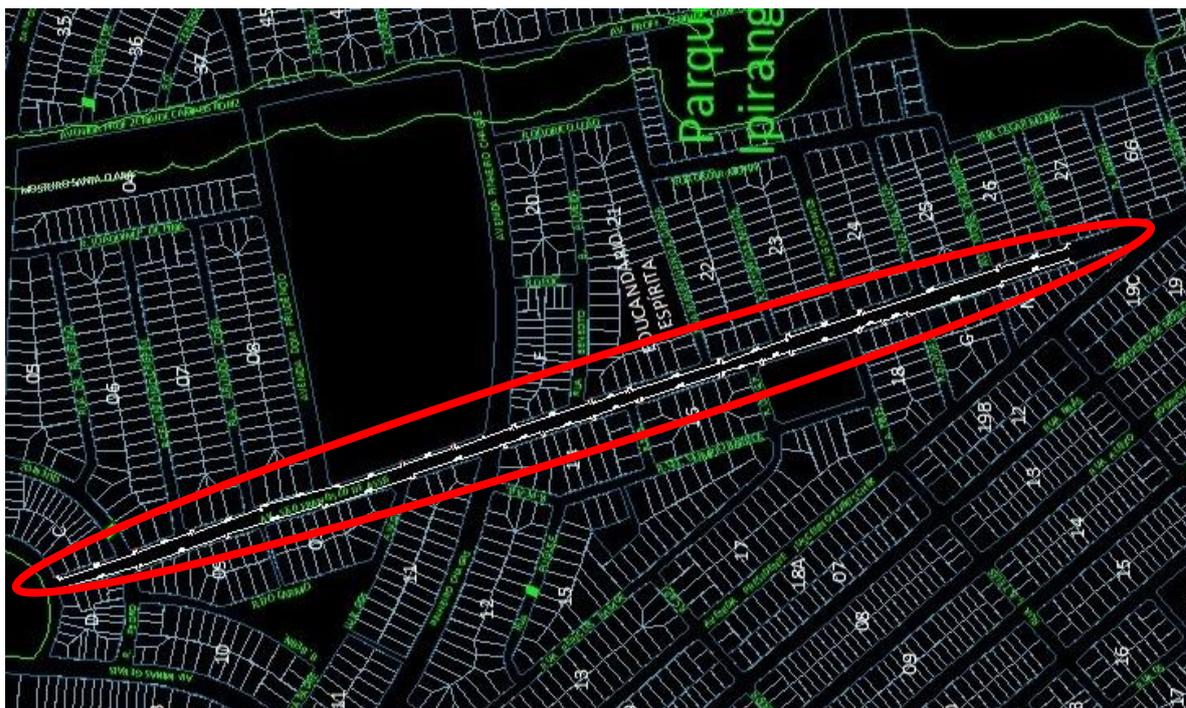
#### 5.4 APRESENTAÇÃO DA PREVISÃO DO ATUAL PROJETO

Com vistoria in loco, foi feito a previsão do atual projeto existente na via, as medidas de distanciamento entre Bocas de Lobos sofreram margens de erro devido à movimentação de pedestres e veículos na hora da medição, Anexo B.

##### 5.4.1 Software utilizado

Para a elaboração do modelo de projeto usou-se o software AutoCAD da Autodesk que é um software do tipo CAD — computeraided design ou desenho auxiliado por computador - criado e comercializado pela Autodesk, Inc. desde 1982. É utilizado principalmente para a elaboração de peças de desenho técnico em duas dimensões e três dimensões (2D e 3D). É amplamente utilizado em arquitetura, design de interiores, engenharia civil e em vários outros ramos da engenharia e indústria (AUTODESK, 2017).

Figura 24 - Mapa no AutoCAD da via.



Fonte: Próprio Autor.

## 6 NOVO PROJETO

### 6.1 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Com o auxílio do projeto já existente foi criado um novo projeto, mantendo as características urbanísticas, além de todo arruamento da região.

O mesmo não terá sucesso nos cálculos pela falta de dados como as cotas do terreno, o qual exige um levantamento topográfico da região, conseqüentemente, não poderá ser elaborado o passo a passo do dimensionamento.

Entretanto, serão pontuados modelos de Bocas de Lobos, Poços de Vistas entre melhorias visivelmente necessárias na via.

#### 6.1.1 Padronização dos Dispositivos de Microdrenagem Urbana

Um dos dispositivos mais afetados por problemas na etapa da captação das águas que escoam pelas vias pública, são as bocas de lobo.

Um dos primeiros problemas se encontra na falta de normatização dos sistemas de drenagem de águas superficiais. Uma vez que a nomenclatura a ser empregada na abordagem do assunto varia de autor para autor, torna-se difícil ponderar sobre a tipologia dos componentes de drenagem, em especial das bocas de lobo (VAZ E CORDEIRO, 1999).

Como já citado a cima a ABNT 2.10.11-012 - “Ante Projeto de Normas para Drenagem Urbana”, diz apenas que bocas-de-lobo são dispositivos fixados em pontos estratégicos das sarjetas para captaras águas pluviais.

No ponto da execução existe outro aspecto que deve ser levado em consideração, diz respeito ao conflito entre as bocas de lobo e a circulação de pedestres, ciclistas e motoristas.

Essa desordem pode ser ocasionada por dois fatores básicos: inadequação das grades das bocas de lobo e posicionamento errôneo das estruturas de captação (VAZ E CORDEIRO, 2012).

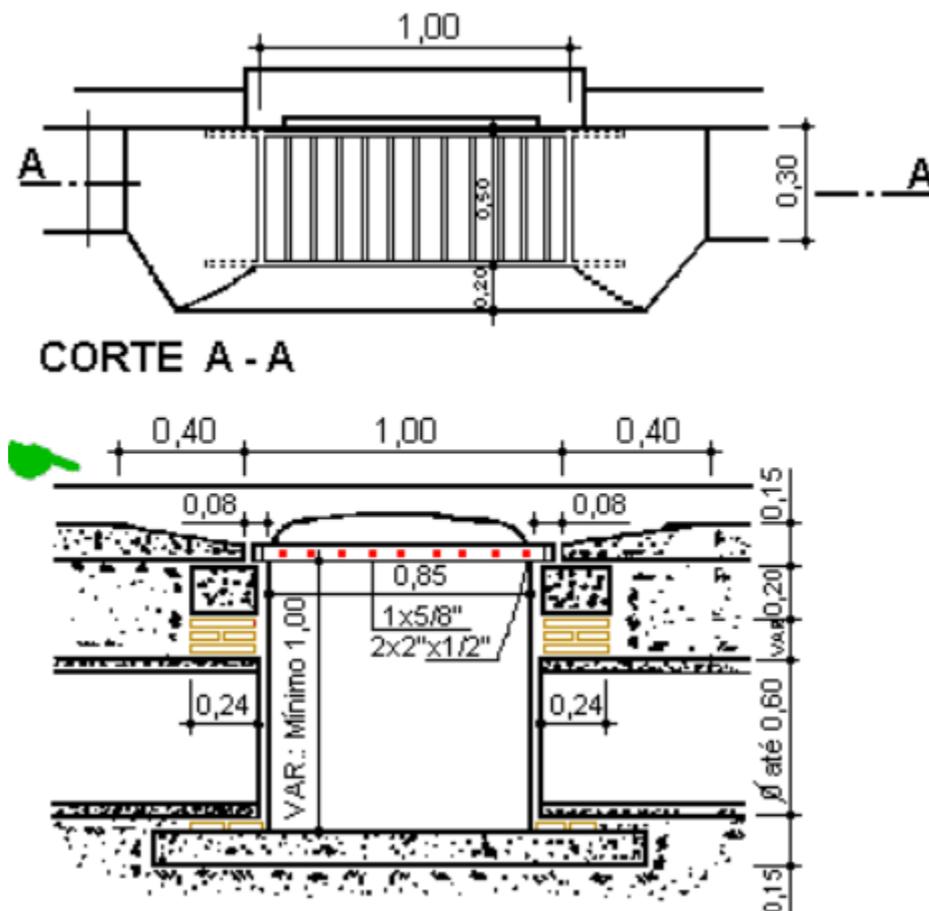
### **6.1.2 Estruturas Recomendáveis e de Possíveis Padronizações**

Ao longo da Avenida é previsto que seja instalado 33 bocas de lobo, com uma dimensão de 1 m de largura e 50 cm de abertura e 9 poços de vistas, e com base no exposto até o presente momento, há a necessidade de padronização dos dispositivos de drenagem.

No entanto, para se garantir boa eficácia dos dispositivos de captação de águas pluviais, segundo Vaz e Cordeiro, 2012, deve-se começar por observar algumas recomendações:

- A construção da “depressão”, que amplia a habilidade das bocas de lobo. Entendendo-se por depressão o rebaixamento gradual da sarjeta à montante da mesma.

Figura 25 - Boca de Lobo Combinada com Depressão Apresentando Depressão da Sarjeta a Montante da Mesma.



Fonte: Cordeiro e Vaz Fº, 1999.

- O emprego de bocas de lobo conjugadas em pontos baixos, para que a abertura lateral passe a captar as águas escoadas.
- Alocação de bocas de lobo com grelha, que tenham barras longitudinais, evitando-se as transversais.
- O espaçamento entre as barras das grelhas deve ser de poucos centímetros (da demanda de 2,5 cm), e as barras a mínima espessura possível.
- A implantação de bocas de lobo dotadas de abertura lateral, para ruas com pequena declividade, ao passo que para ruas com declividades maiores, as bocas de lobo constituídas de grelhas oferecem maiores capacidades de captação.
- A máxima minimização de anomalias nos pavimentos das ruas acoplada às sarjetas e bocas de lobo.

## 6.2 DADOS E APRESENTAÇÃO DO NOVO PROJETO

A tabela a seguir exibe as novas medidas de largura, abertura e distância aproximada de cada boca de lobo e seu tipo, sendo sistematicamente projetada de acordo com as recomendações citadas a cima.

**Tabela 3 - Largura, Abertura, Distância Aproximada e Tipo de cada Boca de Lobo da Avenida São Francisco.**

(Continua)

Boca de Lobo	Largura (m)	Abertura (m)	Distância Aproximada (m)	Tipo
BC1	2,00	0,50	87,28 <sup>Entre bc1 e bc2</sup>	Combinada
BC2	1,00	0,50	63,73 <sup>Entre bc2 e bc3</sup>	Grelha com Depressão
BC3	1,00	0,50	76,55 <sup>Entre bc3 e bc4</sup>	Grelha com Depressão
BC4	1,00	0,50	87,96 <sup>Entre bc4 e bc5</sup>	Grelha com Depressão
BC5	1,00	0,50	63,98 <sup>Entre bc5 e bc6</sup>	Grelha com Depressão
BC6	1,00	0,50	65,71 <sup>Entre bc6 e bc7</sup>	Grelha com Depressão
BC7	1,00	0,50	75,62 <sup>Entre bc7 e bc8</sup>	Grelha com Depressão
BC8	1,00	0,50	85,52 <sup>Entre bc8 e bc9</sup>	Grelha com Depressão
BC9	1,00	0,50	74,34 <sup>Entre bc9 e bc10</sup>	Grelha com Depressão

(Conclusão)

Boca de Lobo	Largura (m)	Abertura (m)	Distância Aproximada (m)	Tipo
BC10	1,00	0,50	64,83 <sup>Entre bc10 e bc11</sup>	Grelha com Depressão
BC11	1,00	0,50	76,32 <sup>Entre bc11 e bc12</sup>	Grelha com Depressão
BC12	1,00	0,50	83,65 <sup>Entre bc12 e bc13</sup>	Grelha com Depressão
BC13	1,00	0,50	77,97 <sup>Entre bc13 e bc14</sup>	Grelha com Depressão
BC14	1,00	0,50	78,61 <sup>Entre bc14 e bc15</sup>	Grelha com Depressão
BC15	1,00	0,50	79,4 <sup>Entre bc15 e bc16</sup>	Grelha com Depressão
BC16	2,00	0,50	FIM DA AVENIDA	Combinada
BC17	2,00	0,50	70,36 <sup>Entre bc17 e bc18</sup>	Combinada
BC18	1,00	0,50	75,51 <sup>Entre bc18 e bc19</sup>	Grelha com Depressão

BC19	1,00	0,50	60,43 <sup>Entre bc19 e bc20</sup>	Grelha com Depressão
BC20	1,00	0,50	64,12 <sup>Entre bc20 e bc21</sup>	Grelha com Depressão
BC21	1,00	0,50	58 <sup>Entre bc21 e bc22</sup>	Grelha com Depressão
BC22	1,00	0,50	64,25 <sup>Entre bc22 e bc23</sup>	Grelha com Depressão
BC23	1,00	0,50	86,74 <sup>Entre bc23 e bc24</sup>	Grelha com Depressão
BC24	1,00	0,50	83,86 <sup>Entre bc24 e bc25</sup>	Grelha com Depressão
BC25	1,00	0,50	67,52 <sup>Entre bc25 e bc26</sup>	Grelha com Depressão
BC26	1,00	0,50	102,12 <sup>Entre bc26 e bc27</sup>	Grelha com Depressão
BC27	1,00	0,50	104,65 <sup>Entre bc27 e bc28</sup>	Grelha com Depressão
BC28	1,00	0,50	60,81 <sup>Entre bc28 e bc29</sup>	Grelha com Depressão
BC29	1,00	0,50	82,54 <sup>Entre bc29 e bc30</sup>	Grelha com Depressão
BC30	1,00	0,50	67,97 <sup>Entre bc30 e bc31</sup>	Grelha com Depressão
BC31	1,00	0,50	70,45 <sup>Entre bc31 e bc32</sup>	Grelha com Depressão
BC32	2,00	0,50	COMEÇO DA AVENIDA	Combinada

Fonte: Próprio Autor.

Já tabela seguinte exhibe as novas medidas para os novos poços de visita. Contendo tampas pré-moldadas, alvenaria de tijolos maciços assentados com argamassa de cimento e areia, revestida internamente com argamassa e fundo em concreto.

**Tabela 4 - Especificações dos novos PV's**

Poços de Visita	Diâmetro Interno do Tubo em (mm)	Lado Interno dos PV's (m)
PV 1	800	130x130
PV 2	800	130x130
PV 3	800	130x130
PV 4	800	130x130
PV 5	800	130x130
PV 6	900	140x140
PV 7	900	140x140
PV 8	900	140x140
PV 9	900	140x140

Fonte: Próprio Autor.

Com o auxílio do software AutoCAD, foi desenvolvido um novo projeto de acordo com as normas e diretrizes de drenagem urbana na via, Anexo C.

**Figura 26 - Novo Projeto em AutoCAD**



Fonte: próprio autor.

## 7 CONCLUSÃO

Para se obter um funcionamento de um sistemas de drenagem de águas superficiais correto é recorrer a padronização e conservação dos dispositivos. Sendo assim, em momento algum se devem esquecer os aspectos construtivos e de manutenção, sendo essa última um dos cuidados mais importantes nas obras de Microdrenagem, principalmente em relação às bocas de lobo, pois elas só funcionam favoravelmente se:

- Forem apropriadas hidraulicamente;

- Permanecerem adequadamente localizadas;
- Apresentarem-se limpas e em bom estado de conservação.

Na Avenida São Francisco, das 32 bocas de lobo que foram observadas ao longo de seu trecho, foram encontrado problemas em quase metade delas. Problemas como bocas de lobo quebradas e cheias de lixo são constantes na avenida e como conseqüências não funcionam de forma eficiente além de não garantir as condições previstas no projeto.

Assim sendo, para se tentar amenizar os problemas anteriormente mencionados, torna-se necessária a reformulação na forma de abordagem dos aspectos de construção e manutenção dos sistemas de Microdrenagem urbana, com métodos mais evasivos, é recomendada uma modificação no sistema atual, com uma maior manutenção e padronização dos dispositivos de drenagem superficial como BC, um redimensionamento dos tubos de rede, além de dimensionamento de mais poços de visita, a fim de auxiliar os poucos PV's existentes em suas respectivas atividades.

Visando mostrar à população os graves problemas acarretados pelo lançamento de detritos nas vias públicas, uma futura normatização dos sistemas deve ser acompanhada de ampla campanha governamental de educação e esclarecimento à mesma, além de fornecer as cidades, equipamentos que possibilitem às pessoas, quando em circulação pelas vias públicas, depositarem seus detritos em locais apropriados.

## REFERÊNCIAS

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B.  
da. **Saneamento básico** -  
<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf>.

PHILIPPI, Jr. A. **Saneamento, saúde e ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri, SP: Manoele, 2005- (coleção Ambiental; 2).

TUCCI, C. E. M; GENZ, F. **Controle do Impacto da Urbanização**. 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.

NPEGRH - **Núcleo de Pesquisa e Extensão em Gerenciamento de Recursos Hídricos** - Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo - Comitê Pardo - Santa Cruz do Sul/RS - Boletim Informativo N.º 05/ Ano VI - Maio/2004 - <http://www.comitepardo.com.br/boletins/2004/boletim05-04.html>.

FEAM – **Fundação Estadual do Meio Ambiente** – Cartilha de Drenagem – Orientações Básicas para Drenagem Urbana – 2006, p.8.

SINAPI – **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil** – Cadernos Técnicos de Composições Para Guias e Sarjetas – Lote: 03; Versão: 001; Vigência: 06/2016; Atualização: 06/2016 – 2016, p.1.

TOMAZ, PLINIO - **Curso de Manejo de águas pluviais** - Capítulo 5- Microdrenagem – 2013, p.25.

CEHOP – **Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas**–Infra-Estrutura – Redes de Drenagem – Bocas de Lobo – 02.09.08 – [187.17.2.135/orse/esp/ES00290.pdf](http://187.17.2.135/orse/esp/ES00290.pdf).

CEAP – Centro de Ensino Superior do Amapá – **Microdrenagem** – 2012 - <http://www.ceap.br/material/MAT28052014140255.pdf>

CESET – **Centro Superior de Educação Tecnológica - Universidade Estadual de Campinas** – Hidrologia e Drenagem Urbana – Professor Hiroshi Paulo Yoshizane – 2003.

ADASA – **Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal** – 2015 – [www.adasa.df.gov.br](http://www.adasa.df.gov.br) .

O

Globo

-

<http://educacao.globo.com/geografia/assunto/urbanizacao/urbanizacao-brasileira.html>

TUCCI, C. E. M; GENZ, F. **Controle do Impacto da Urbanização**. In: Tucci,C.E.M.; Porto, R.L.L.; Barros, M.T. Drenagem Urbana. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH, 1995.

TUCCI, C. E. M; BERTONI, J. C., **Inundações Urbanas na America do Sul**; Porto Alegre, 2013.

TUCCI, C. E. M., **Gestão da Drenagem Urbana**, Textos para discussão CEPAL – IPEA.

DIRETRIZES BASICAS PARA PROJETOS DE DRENAGEM URBANA NO MUNICIPIO DE SÃO PAULO-  
[http://www.fau.usp.br/docentes/deptecnologia/r\\_toledo/3textos/07drenag/dren-sp.pdf](http://www.fau.usp.br/docentes/deptecnologia/r_toledo/3textos/07drenag/dren-sp.pdf).

LEOPOLD, L.B.,1968. **Hydrology for Urban Planning** - A Guide Book on the Hydrologic Effects on Urban Land Use.USGS circ. 554, 18p.

REVISTA NACIONAL DE GERENCIAMENTO DAS CIDADES, **Métodos Alternativos de Drenagem a Partir da Retenção e Infiltração das Águas de Chuva no Solo, Visando a Redução das Enchentes Urbanas** – ISSN 2318-8472 v.03, n17, 2015 – ANAP 2015 -  
[https://amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/gerenciamento\\_de\\_cidades/articloe/viewFile/1005/1028](https://amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/gerenciamento_de_cidades/articloe/viewFile/1005/1028).

CHATTANOOGA. **Stormwater BMP Manual - Best Management Practices.Section 9 - Low Impact Designs**.City of Chattanooga/ Hamilton County/Town of Signal Mountain/ Tennessee.2008.

ARAÚJO, P., TUCCI C. E. M., GOLDENFUM, J. **Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução de escoamento superficial**. RBRH, V5 n.3 p 21-28. 2000.

TUCCI, C. E. M., **Hidrologia Ciência e Aplicação**, Porto Alegre, Editora da Universidade-ABRH-EPUSP, 1993.

CBHU, **Curso básico de Hidrologia Urbana**, nível 3, 130 p., ReCESA, 2007.

PMG – PREFEITURA MUNICIPAL DE GOIÂNIA. **Drenagem Pluvial Urbana: Memorial Justificativo**. Anexo IV. Goiânia, 2005. 11p.

Tucci, c. E. M. (org.). **Hidrologia Ciência e Aplicação**. 3 ed. Porto Alegre, RS: Editora da UFRGS/ABRH, 2004. 943p.

Wilken, P. S. **Engenharia de Drenagem Superficial**. São Paulo: CETESB, 1978. 477p.

FREDERICO CARLOS MARTINS DE MENEZES FILHO - **Sistematização Para Projeto De Galeria De Águas Pluviais** - 2007 - Goiânia.

Geógrafos.com - **Anápolis, Goiás - GO. Coordenadas Geográficas. Latitude, Longitude, Altitude e Área.**

Brasilmar Ferreira Nunes (2011). **A aglomeração Goiânia-Anápolis-Brasília: notas de pesquisa e sugestões de políticas**. Revista Z Cultural.<http://revistazcultural.pacc.ufrj.br/a-aglomeracao-goiania-anapolis-brasilia-notas-de-pesquisa-e-sugestoes-de-politicas-de-brasilmar-ferreira-nunes/>.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2016.

Produto Interno Bruto dos Municípios 2010 - 2014. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Vander Lúcio (13 de novembro de 2009). **Distrito "mudou" o perfil econômico de Goiás**. Jornal Contexto.[http://www.jornalcontexto.net/noticia\\_detalhe.php?id\\_noticia=588&&edicao=](http://www.jornalcontexto.net/noticia_detalhe.php?id_noticia=588&&edicao=)

Edição 2020

2026 de agosto a 2019 de setembro de 2011.

Segalla, V., "**O porto de Goiás**". Revista Veja, ed. 2180.

Clima - Anápolis. Climate Data. Consultado em 30 de Abril de 2018. - <https://pt.climate-data.org/location/3192/>.

ClimaTempo - <https://www.climatempo.com.br/climatologia/85/anapolis-go>.

Santos, Kesia Rodrigues dos, e Lemes, Sandra Sardinha. **Formas de relevo, ocupação e erosão acelerada no Bairro Geovanni Braga em Anápolis (GO)**. 2007. X Eregeio - Simpósio Regional de Geografia, Abordagens Geográficas do Cerrado. IESA - UFG.

Marcio Sousa. **Anápolis, com chuva ou sem?**. Jornal Estado de Goiás - <http://www.jornalestadodegoias.com.br/2016/12/19/anapolis-com-chuva-ou-sem-por-marcio-sousa/>

CORDERIO, J. S. e VAZ Fº PAULO. "**Gerenciamento de Sistemas de Microdrenagem Urbana: Uma Necessidade Cada Dia Mais Intensa**". XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos – 28 de novembro à 02 de dezembro/1999 – Belo Horizonte/M.G.

CORDERIO, J. S. e VAZ Fº PAULO. **A necessidade de padronização dos dispositivos de drenagem urbana**. [http://www.infohab.org.br/entac2014/2000/Artigos/ENTAC2000\\_324.pdf](http://www.infohab.org.br/entac2014/2000/Artigos/ENTAC2000_324.pdf). P. 3,4,6, e 7.

**ANEXO A – Memorial Fotográfico de todas as Bocas de Lobo e Poços de Visita encontrados ao longo da Avenida São Francisco.**

**Figura - 1 - Começo da Via.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 2 - Boca de Lobo N.º 1.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 3 - Boca de Lobo N.º 2.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 4 - Boca de Lobo N.º 3.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 5 - Boca de Lobo N.º 4.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 6 - Boca de Lobo N.º 5.**



**Figura - 7 - Boca de Lobo N.º 6.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 8 - Boca de Lobo N.º 7.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 9 - Boca de Lobo N.º 8.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 10 - Boca de Lobo N.º 9.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 11 - Boca de Lobo N.º 10.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 12 - Boca de Lobo N.º 11.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 13 - Boca de Lobo N.º 12.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 14 - Boca de Lobo N.º 13.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 15 - Boca de Lobo N.º 14.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 16 - Boca de Lobo N.º 15.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 17 - Boca de Lobo N.º 16.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 18 - Boca de Lobo N.º 17.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 19 - Boca de Lobo N.º 18.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 20 - Boca de Lobo N.º 19**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 21 - Boca de Lobo N.º 20.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 22 - Boca de Lobo N.º 21.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 23 - Boca de Lobo N.º 22.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 24 - Boca de Lobo N.º 23.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 25 - Boca de Lobo N.º 24.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 26 - Boca de Lobo N.º 25.**



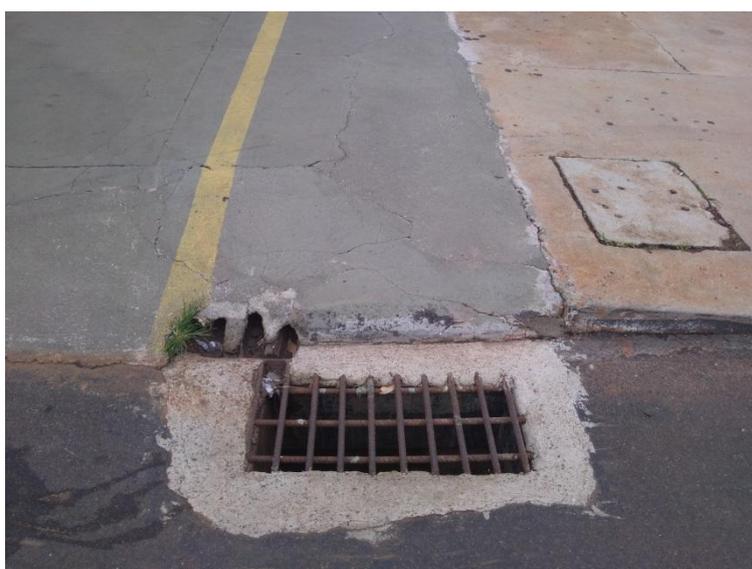
Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 27 - Boca de Lobo N.º 26.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 28 - Boca de Lobo N.º 27.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 29 - Boca de Lobo N.º 29.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 30 - Boca de Lobo N.º 28.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 31 - Boca de Lobo N.º 29.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 32 - Poço de Visita N.º 1.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 33 - Boca de Lobo N.º 30.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 34 - Detalhes do Interior da Boca de Lobo N.º 30.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 35 - Boca de Lobo N.º 31.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 36 - Poço de Visita N.º 2.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 37 - Boca de Lobo N.º 32.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 38 - Detalhes do Interior da Boca de Lobo N.º 32.**



Fonte: Próprio Autor.

**Figura - 39 - Boca de Lobo N.º 33.**



Fonte: Próprio Autor.