



**FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE**

**MARIA HELENA MORAIS FARIAS**

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA NA  
AVENIDA CANAÃ – ARIQUEMES/RO**

**ARIQUEMES – RO**

**2020**

**MARIA HELENA MORAIS FARIAS**

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA NA  
AVENIDA CANAÃ – ARIQUEMES/RO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso de Engenharia  
Civil da Faculdade de Educação e  
Meio Ambiente como requisito parcial à  
obtenção de créditos na disciplina  
Trabalho de Conclusão de Curso.

Professor Orientador: Esp. João Victor  
da Silva Costa

**ARIQUEMES - RO**

**2020**

**FICHA CATALOGRÁFICA**  
**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Biblioteca Júlio Bordignon - FAEMA**

---

F224a	FARIAS, Maria Helena Moraes.  Avaliação da eficácia do sistema de drenagem urbana na Avenida Canaã - Ariquemes/RO. / por Maria Helena Moraes Farias. Ariquemes: FAEMA, 2020.  49 p.; il.  TCC (Graduação) - Bacharelado em Engenharia Civil - Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA.  Orientador (a): Prof. Esp. João Victor da Silva Costa.  1. Rede de drenagem. 2. Escoamento superficial. 3. Ariquemes RO. 4. Dimensionamento . 5. Alagamento. I Costa, João Victor da Silva. II. Título. III. FAEMA.  CDD:620.1
-------	--

---

**Bibliotecária Responsável**  
Herta Maria de Açucena do N. Soeiro  
CRB 1114/11

**MARIA HELENA MORAIS FARIAS**

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA NA  
AVENIDA CANAÃ – ARIQUEMES/RO**

Trabalho de conclusão de curso, para a  
obtenção do Grau em Engenharia Civil  
apresentado a Faculdade de Educação  
e Meio Ambiente – FAEMA.

Orientador (a): Prof. Esp. João Victor S.  
Costa

**Banca examinadora**

---

Prof. Esp. João Victor S. Costa  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

---

Prof. Esp. Bruno Dias de Oliveira Faculdade de  
Educação e Meio Ambiente – FAEMA

---

Prof. Ruan Iuri de Oliveira Guedes  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

**ARIQUEMES- RO**  
**2020.**

Dedicado a minha família por todo apoio e incentivo que me fortaleceram. Dedico a todos meus amigos que me ajudaram e compartilharam de seus conhecimentos para que alcancemos esse objetivo e a todos os meus professores que me proporcionaram o conhecimentos necessário e total apoio com pesquisas e correções.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus que me proporcionou a vida e sempre iluminou meus caminhos.

Aos meus pais, Andreia e Edmilson que me acompanharam durante toda a vida acadêmica e que abdicou de alguns sonhos para que eu pudesse realizar, a minha irmã Ana Paula que me deu todo apoio.

Aos meus amigos que estiveram presente nos momentos mais difíceis e mais alegres na trajetória do curso, em especial a Tereza Lucena e o Lucas Bruno meus companheiros para a vida toda.

Ao meu orientador, João Victor S. Costa que aceitou minha proposta, aconselhou-me da melhor forma possível em todas as etapas deste projeto e que compartilhou sua sabedoria com perfeição, sempre estimulando a busca pelo conhecimento.

A professora e coordenadora, Mestre Silênia Priscila, que sempre esteve ao nosso lado nos ajudando e incentivando nos momentos mais difíceis.

Aos demais professores que fazem parte desta conquista.

*“Para tudo há uma ocasião certa, e um tempo certo para cada propósito debaixo do céu”*

***Eclesiastes 3:1.***

## **RESUMO**

O crescimento desordenado dos municípios acaba gerando impactos ao meio ambiente e à infraestrutura urbana. Um grande aumento no grau de impermeabilização do solo, causa fortes alterações no escoamento superficial, e consequentemente, aumenta o número de alagamentos. O município de Ariquemes-RO apresenta vários pontos de alagamento. O objetivo deste trabalho é analisar as características e deficiências do sistema de drenagem pluvial na Avenida Canaã, no trecho compreendido entre as avenidas Tancredo Neves e Candeias, com base na revisão bibliográfica, na pesquisa de campo e na análise do volume de escoamento das águas pluviais. Para o andamento da pesquisa foram realizadas visitas e avaliações do local, produzindo registro fotográfico e medições necessários para o estudo de caso. Foi elaborado um estudo na Avenida Canaã em Ariquemes, onde se analisou a situação da drenagem no local, fazendo um comparativo entre o projeto existente na avenida e outro elaborado de acordo com as recomendações para os sistemas de microdrenagem. Os resultados apresentaram que o projeto existente possui irregularidades causando pontos de alagamento na avenida, gerando riscos a população ao redor. Os resultados encontrados através do dimensionamento podem ser o caminho para a eficácia do funcionamento do sistema de drenagem urbana da Avenida Canaã.

Palavra-chave: Rede de Drenagem, Escoamento Superficial, Avenida Canaã-RO.

## **ABSTRACT**

Disorderly growing of the municipalities generate impacts To the environment and urban infrastructure. A great increase in the degree of waterproofing the soil, causes strong changes in runoff, and consequently, floodings increases. The municipality of Ariqueemes- RO presents points of flooding. The purpose of this work is to analyze the characteristics and deficiencies of the drainage system on Avenida Canaã, between Tancredo avenues Neves and Candeias, based on bibliographic review, field research and in the analysis of the rainwater runoff. For the progress of research, were site visits and evaluations carried out, producing records photographic and measurements needed for the case study. Where it was developed the study on Avenida Canaã in Ariqueemes, which analyzed the situation of drainage in place, and a comparison was made between the existing project in avenue and another one elaborated according with recommendations for the microdrainage. The results of which showed that the existing Project irregularities causing flooding points on the avenue, generating risks to the arrounding population. The results found through the dimensioning can be the path to the efficient functioning of the urban drainage system on Avenida Canaã.

Keyword: Drainage Network, Runoff, Avenida Canaã-RO.

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 – Período de Retorno

TABELA 2 – Coeficiente de Escoamento

TABELA 3 – Coeficiente de Manning

TABELA 4 – Largura e Abertura de cada Boca de Lobo da Avenida Canaã

TABELA 5 – Dimensões das bacias na Avenida Canaã

TABELA 6 – Dimensões das bacias do Setor 01

TABELA 7 - Comparativo dos diâmetros iniciais e finais de cada trecho da drenagem da Av. Canaã

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Componentes do ciclo hidrológico .....	17
Figura 2 - Galerias.....	21
Figura 3 - Poço de visita.....	21
Figura 4 - Boca de lobo .....	22
Figura 5 - Caixa de ligação.....	22
Figura 6 - Meio fio e Sarjeta conjugados – Modelo MFC01 do DNIT .....	23
Figura 7 - Avenida Canaã, trecho estudado .....	25
Figura 8 - Gráfico de Pluviosidade de Ariquemes .....	26
Figura 9 - Pontos críticos de alagamento na Av. Canaã. ....	27
Figura 10 – Equação IDF do município de Porto Velho/RO. ....	31
Figura 11 - Bocas de lobo danificadas – Avenida Canaã.....	36
Figura 12 – Danos no pavimento asfáltico comprometendo o fluxo da água até a boca de lobo – Av. Canaã .....	37
Figura 13 – Danos no pavimento e sarjeta – Av. Canaã .....	37
Figura 14 - Boca de Lobo apresentando entupimento – Av. Canaã.....	37

## **LISTA DE SIGLAS**

FAEMA	Faculdade de Educação e Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS.....	16
2.1 OBJETIVO GERAL .....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3.1 ÁGUA E CICLO HIDROLÓGICO .....	17
3.2 ÍNDICE DE PRECIPITAÇÃO .....	18
3.3 DRENAGEM URBANA.....	18
3.4 IMPACTO NA FALTA DE DRENAGEM URBANA .....	19
3.5 MICRO E MACRODRENAGEM.....	19
3.6 SOLUÇÕES DE DRENAGEM URBANA.....	20
3.7 IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO.....	23
4. METODOLOGIA .....	24
4.1 PLANEJAMENTO DA PESQUISA .....	24
4.2 ESTUDO DE CASO .....	24
4.3 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO .....	25
4.4 ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO E PRECIPITAÇÃO .....	25
4.5 LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO.....	26
4.6 ANÁLISE DAS GALERIAS DE ÁGUA PLUVIAL .....	27
4.7 DETERMINAÇÃO DA VAZÃO .....	28
4.8 ETAPAS PARA O DIMENSIONAMENTO .....	29
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	33
5.1 ESTUDO DE CASO NA AVENIDA CANAÃ – CARACTERIZAÇÃO DO TRECHO .....	33
5.2 PROJETO EXISTENTE .....	33
5.3 VERIFICAÇÃO JUNTO AS NORMAS E DIRETRIZES .....	35
5.4 IRREGULARIDADES DA REDE DE DRENAGEM URBANA EXISTENTE .....	36
5.4.1 Danos nos dispositivos de drenagem e pavimento.....	36
5.4.2 Entupimentos.....	38
5.5 NOVO PROJETO.....	38
5.5.1 Caracterização das novas bacias .....	39

5.5.2	Dimensionamento e apresentação do novo projeto.....	41
5.5.3	Comparativo e análise .....	42
6.	CONCLUSÃO .....	43
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
8.	APÊNDICE.....	46

## 1. INTRODUÇÃO

A drenagem urbana, tem como função canalizar águas pluviais para evitar danos e enchentes. Inúmeras cidades brasileiras apresentam constantes problemas relacionados a drenagem pluvial, e ao aumento da urbanização que, junto com a falta de planejamento, ocasiona problemas ambientais e altera o ciclo hidrológico. O sistema de drenagem pluvial é um dos principais sistemas da infraestrutura de uma cidade, e tem como propósito melhorar a qualidade de vida, proporcionando conforto à população além de diminuir os prejuízos causados por alagamentos (TUCCI, 2002).

Boa parte das cidades brasileiras não possuem normas de fiscalização referente a drenagem urbana. De acordo com Tucci (2002), o Plano Diretor Urbano foi criado para que cada município inclua o uso do solo e as legislações ambientais, mas raramente aborda a drenagem urbana. Cujo o sistema de drenagem pluvial urbano é um conjunto de elementos existente em uma cidade com finalidade de coletar, transportar, e direcionar as águas pluviais para os leitos de córregos e rios a jusante.

Segundo o IBGE, Ariquemes-RO possui a população estimada em 2019 de 107.863 habitantes, possui um clima tropical quente e úmido, e tem, principalmente no verão, elevada intensidade de chuvas. As fortes chuvas contribuem para que, no município de Ariquemes, surjam pontos de alagamento, levantando a obrigação das pesquisas e projetos para a implantação de melhorias no setor da drenagem urbana.

Portanto, como estudo de caso desse trabalho, escolheu-se a Avenida Canaã, no trecho compreendido entre as avenidas Tancredo Neves e Candeias, para se avaliar a sua capacidade do sistema de drenagem. O trecho foi selecionado por representar um dos pontos que mais sofre com o grande acúmulo de água nos dias de chuva e por ser uma das principais Avenida da cidade de Ariquemes.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar a capacidade do sistema de drenagem na Av. Canaã em Ariquemes-RO, estudo de caso em questão, verificando a eficiência do sistema de drenagem e constatando pontos críticos de alagamento durante o período chuvoso.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar os pontos críticos de alagamento durante o período chuvoso no trecho da Av. Canaã;
- Identificar os dispositivos de drenagem pluvial existentes;
- Verificar possíveis falhas de projeto e execução;
- Calcular a vazão que a Avenida está submetida em chuvas de grande intensidade;
- Redimensionar o sistema de drenagem da Av. Canaã no trecho em estudo;
- Constatar possíveis problemas e sugerir modificações.

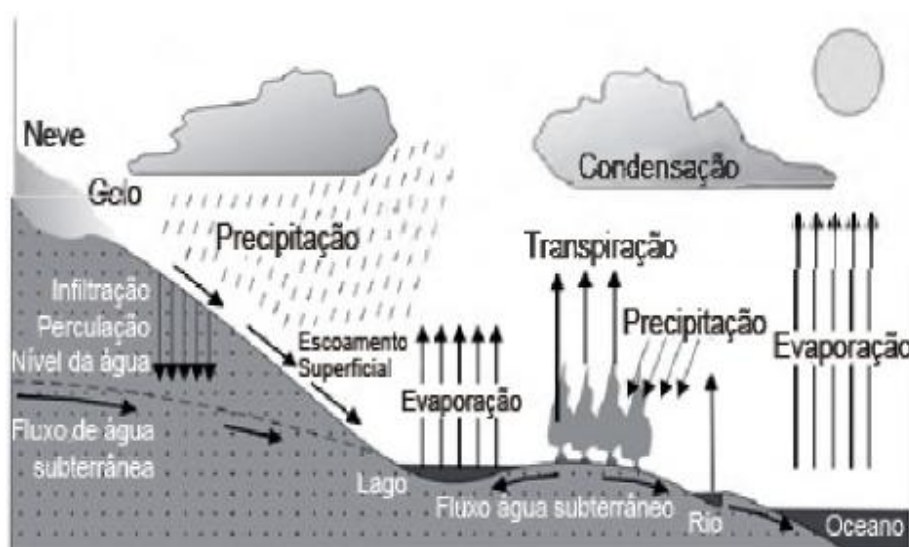
### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 ÁGUA E CICLO HIDROLÓGICO

A água é indispensável para a sobrevivência no planeta. Cerca de 70% da superfície da terra está coberta por água em estado líquido, porém, grande parte desse volume está localizado nos mares e oceanos classificados como água salgada, cujo a água doce não corresponde mais do que 3% desse total. Lamentavelmente esse recurso natural encontra-se gradativamente limitado e está sendo consumido pelas ações surpreendentes nas bacias hidrográficas, e prejudicando os ecossistemas. (CARVALHO; SILVA, 2006).

O ciclo hidrológico, segundo Lima (1986), significa a movimentação da água no meio físico. O mesmo, consiste em um processo onde a água passa por diversos estágios, compartilhando na superfície da Terra. Desta forma, na superfície a água está localizada no interior e na superfície dos solos, rochas, oceanos entre outros, e na atmosfera a água existe aproximadamente em toda sua na camada da troposfera, no qual acontece os fenômenos climáticos, mantendo o equilíbrio de massa no sistema.

Figura 1 - Componentes do ciclo hidrológico



Fonte: Tucci (1993).

Dentre os metodologia que constitui o ciclo hidrológico representado na Figura 1 podem ser citados a precipitação, a infiltração, o escoamento superficial e a evaporação entre outros.

### 3.2 ÍNDICE DE PRECIPITAÇÃO

A mudança global do clima é um dos maiores desafios da atualidade, resultando em um processo de acúmulo de gases de efeito estufa na atmosfera. Para Pinto et al (1976), compreende-se por precipitação a água procedente do vapor de água da atmosfera situada na superfície terrestre de alguma forma.

Um dos efeitos da mudança global do clima envolve a chuva, como enchentes ocasionada pelo grande volume de precipitação em um curto período de tempo. Acrescentando à ausência de um plano de drenagem urbana, a população acaba ficando à disposição de inúmeros problemas causados na maioria das vezes por chuvas de poucos minutos, pois não existe captação ou destinação adequada para toda água (FBMC, 2008).

Diferentes condições ambientais apresentadas no mundo urbano mostram que o desenvolvimento sem organização adequada reproduz em prejuízos importantes para a sociedade, por causa do ritmo acelerado de crescimento e às dificuldades de infraestrutura nas cidades (TUCCI, 2006).

### 3.3 DRENAGEM URBANA

No Brasil a maior parte das cidades sofrem com problemas de alagamentos, inundações, e cheias, oriundos de uma série de fatores, destacando principalmente a grande concentração da população nas áreas urbanas e falta de um sistema de drenagem superficial capaz evitar que esses alagamentos aconteçam. Assim, as aglomerações nas áreas urbanas, associadas às limitações econômicas que afetam a sociedade e às delimitações das administrações públicas em relação a organização e ao

controle do uso e ocupação do solo, apoiam o caráter informal e extremamente desorganizado da urbanização brasileira (PEIXOTO, 2005).

Drenagem urbana é classificado como um conjunto de infraestrutura de uma cidade, responsável por escoar o excesso de água, isto é em rodovias, barragens, na zona rural, ou urbana, com objetivo minimizar os riscos a população e reduzir os prejuízos causados por inundações, (TUCCI et al., 2012)

### 3.4 IMPACTO NA FALTA DE DRENAGEM URBANA

A urbanização desregrada das cidades brasileiras tem causado grandes impactos, o aumento das enchentes naturais e a alta na sua frequência, além de criar novos pontos de alagamento. Problemas como os alagamentos urbanos são causado pelo acúmulo de águas no leito das ruas, unida aos sistemas de drenagem falha, provocado pelo escoamento superficial das águas pluviais e seu excesso que não penetra no solo já impermeabilizado devido ao uso incorreto. Segundo Tucci (2003), as enchentes devido à urbanização, ocorrem na drenagem urbana devido às grandes chuvas e a consequência da impermeabilização do solo ou oclusão ao escoamento.

### 3.5 MICRO E MACRODRENAGEM

Microdrenagem é considerado uma coleta que recebe águas superficiais, esses sistemas são compostos pelos pavimentos, meios-fios, sarjetas, bocas de lobo, rede de galerias de águas pluviais, poços de visitas entre outros. Ainda de acordo com Tucci (1993), a macrodrenagem é considerada galerias de grande porte e os corpos receptores como rios e canais, cujo toda água é coletada pela microdrenagem.

### 3.6 SOLUÇÕES DE DRENAGEM URBANA

Conforme Champs (2009), para um excelente desempenho de um sistema de drenagem urbana, é fundamental saber que ele funcionará como um auxílio à drenagem natural e terá seu movimento não contínuo, com variação dependendo da presença das precipitações, dividindo dois processos distintos, micro e macrodrenagem; que o objeto a ser escoado será formado por água e por sólidos; que os canais naturais possui duas calhas de escoamento, a primeira para vazões de base e a segunda para vazões de cheia; assim, o sistema viário urbano compõe parte da infraestrutura da microdrenagem.

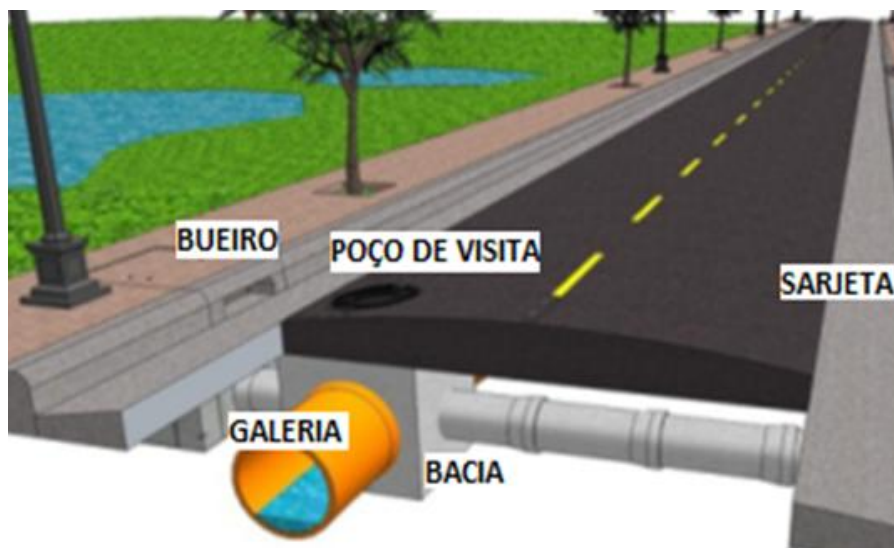
Para Tucci (2009), há maneira sustentável de adicionar medidas estruturais e não estruturais das águas pluviais. As estruturais são as obras de engenharia, como as galerias, bocas de lobo e valetas; já as não estruturais são os mapeamentos das áreas de risco, programas de conscientização da população e da divisão urbano. Seria necessário apresenta um Plano de Águas Pluviais de cada cidade incluindo essas medidas e investindo recursos obtidos com os desastres.

A microdrenagem é formada por vários dispositivos estruturais, constituídas pelas redes primária urbana e as galerias pluviais, com os coletores que alimentam a rede pública de drenagem, ligada drenagem decorrente das áreas impermeáveis e até mesmo permeáveis quando houver excesso de precipitação. As ações estruturais seriam obras com objetivo acelerar de forma satisfatória o escoamento das águas pluviais, aprimorando a condição de vazão, locomoção e despejo nos corpos d'água receptores, melhorando assim o sistema de drenagem.

Segundo Tucci (1993), as principais medidas estruturais presentes em um sistema de drenagem são os seguintes:

a) Galerias: são tubulações ligadas às bocas de lobo destinadas ao transporte das águas pluviais captadas da mesma até o ponto de lançamento. São condutos com diâmetro mínimo de 0,40 m fabricados geralmente em concreto.

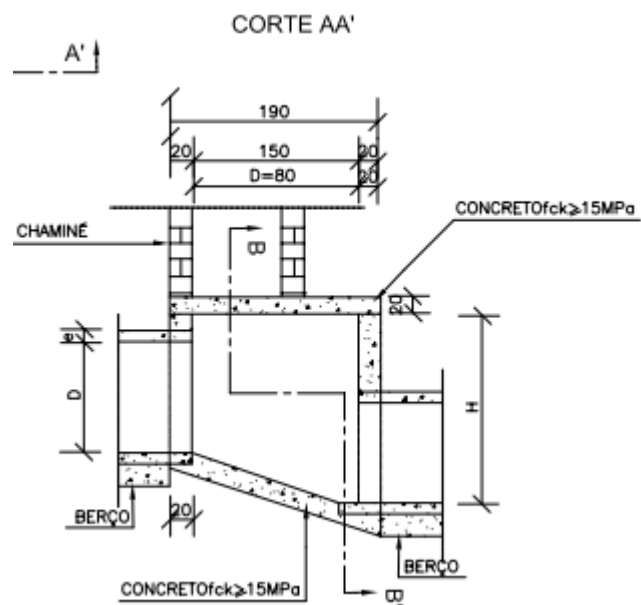
Figura 2 - Galerias



Fonte: Assemae (2015).

- b) Poço de visita: dispositivo com finalidade de permitir o acesso as canalizações, que concedem mudança de direção.

Figura 3 - Poço de visita

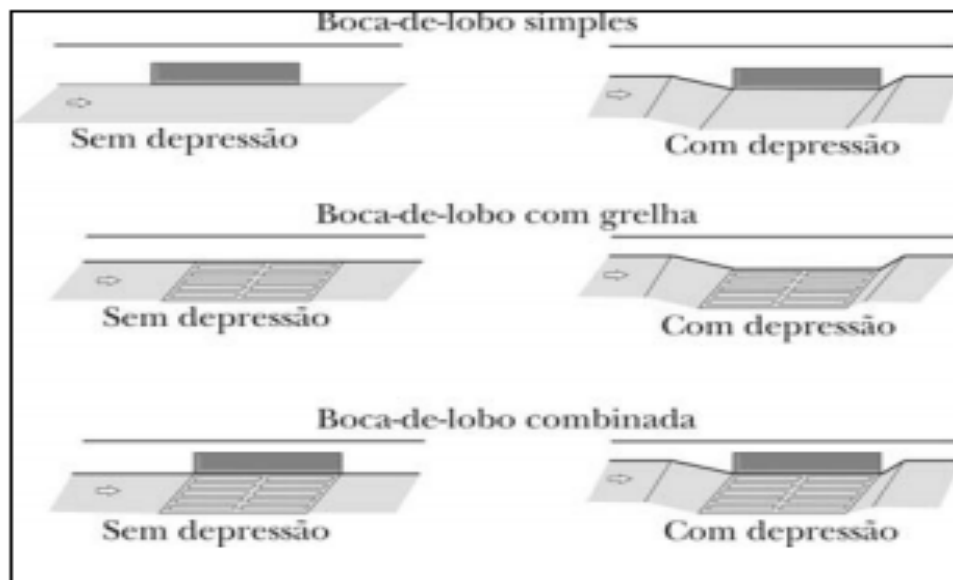


Fonte: DNIT (2006).

- c) Trecho: é o trecho da galeria entre dois poços de visitas.

d) Bocas de lobo: são estruturais hidráulicas, localizadas em pontos adequados para absorção das águas superficiais conduzida pelas sarjetas ou sarjetões..

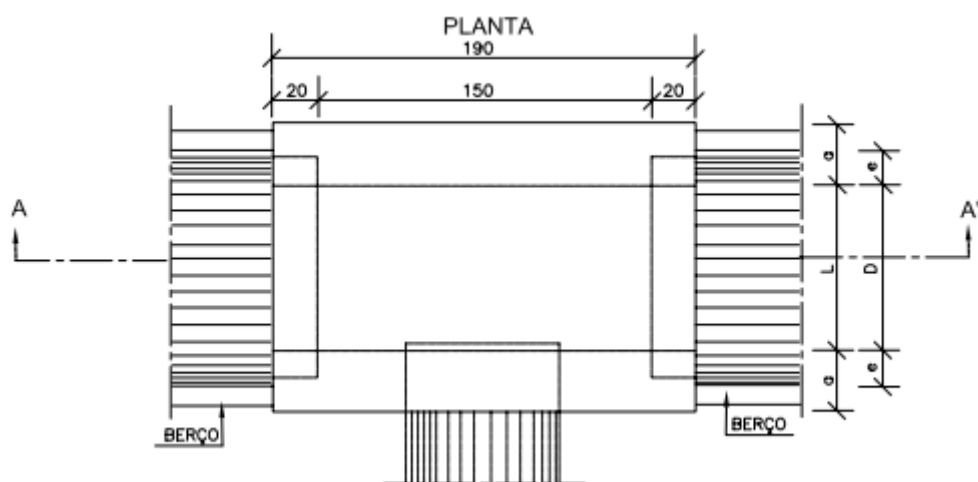
Figura 4 - Boca de lobo



Fonte: Daee/Cetesb (1980).

e) Caixa de Ligação: são caixas que recebem o tubo de ligação que direcionam as águas pluviais a parti das bocas de lobo até as galerias ou poços de visita.

Figura 5 - Caixa de ligação



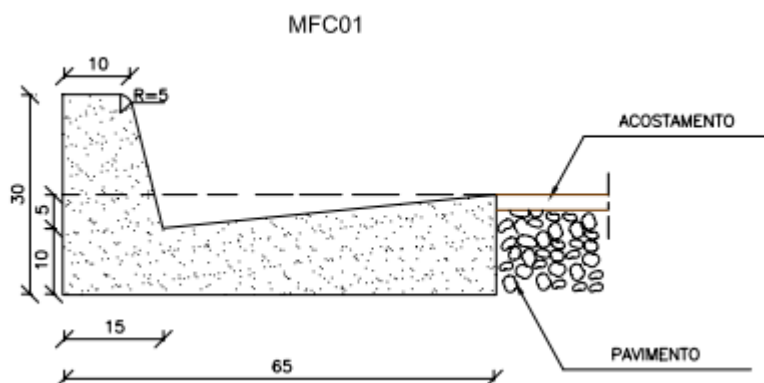
Fonte: DNIT (2006).

f) Meio Fio: feitos de concreto ou pedra, são elementos de contenção lateral com a intuito de preservar as extremidades da pista.

g) Sarjeta: é canal longitudinal, paralelas ao meio fio, destinada a transporta as águas de escoamento superficial até os locais de coleta.

h) Sarjetões: são canais de seção triangular, elaborado nos cruzamentos das vias públicas, destinado a orientar o fluxo d'água as sarjetas.

Figura 6 - Meio fio e Sarjeta conjugados – Modelo MFC01 do DNIT



Fonte: DNIT (2006).

### 3.7 IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO

Segundo Tucci (1995) a locomoção das pessoas da área rural para a zona urbana, está relacionado com a oportunidade de emprego e melhoria na educação, saúde e cultura, são os motivos responsáveis pelo abandono rural. Gradativamente as cidades crescem e aumentam os habitantes, gerando sérios problemas nas áreas metropolitanas.

O crescimento urbano conduz o problema que influencia no sistema de drenagem urbana: a impermeabilização da superfície. Segundo Tucci, (2000, p. 806), para as grandes circunstâncias, analisa-se que uma bacia urbanizada alagada pode ser seis vezes superior a mesma bacia em condições naturais.

De acordo com Tucci, a grande causa para o sistema de drenagem urbana suceder ao escoamento superficial, pois as áreas impermeabilizadas podem gerar impactos como: avanço das vazões, crescimento da criação de sedimentos por causa carência de proteção das superfícies, queda nas

características da água superficial e subterrânea por causa da lavagem de ruas, telhados entre outros.

#### **4. METODOLOGIA**

Um estudo de caso com intuito de identificar os pontos críticos de alagamento da Avenida Canãa, no trecho compreendido entre as avenidas Tancredo Neves e Candeias, através de um estudo do sistema de drenagem (captação de manilha e rede coletora) existente e estudo fotográfico.

##### **4.1 PLANEJAMENTO DA PESQUISA**

Primeiramente foi feita uma coleta de dados em busca de registros existentes, sendo eles fotográficos ou documentais, para ter uma breve análise do trecho escolhido. Para alcançar os objetivos foi necessário o contato com a Prefeitura Municipal, com o setor responsável para buscar entendimento das leis, documentos, mapas e projetos do trecho em estudo.

Em seguida, foi feito comparativo da realidade da drenagem existente no trecho selecionado com as informações obtidas através dos documentos mapas e projetos.

##### **4.2 ESTUDO DE CASO**

Para desenvolvimento do estudo necessitou-se do projeto da rede de drenagem existente na Avenida Canãa. Entrou-se em contato com a Prefeitura de Ariquemes, especificamente como departamento de engenharia, para obter o projeto de drenagem da avenida em questão. A partir disso, foi feito um estudo *in loco* na avenida para 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 percurso da água.

A figura 7, apresenta o local estudado.

[illegible]

Fonte: MAPS GOOGLE (2019) – AVENIDA CANAÃ, SETOR 1 - ARIQUEMES.

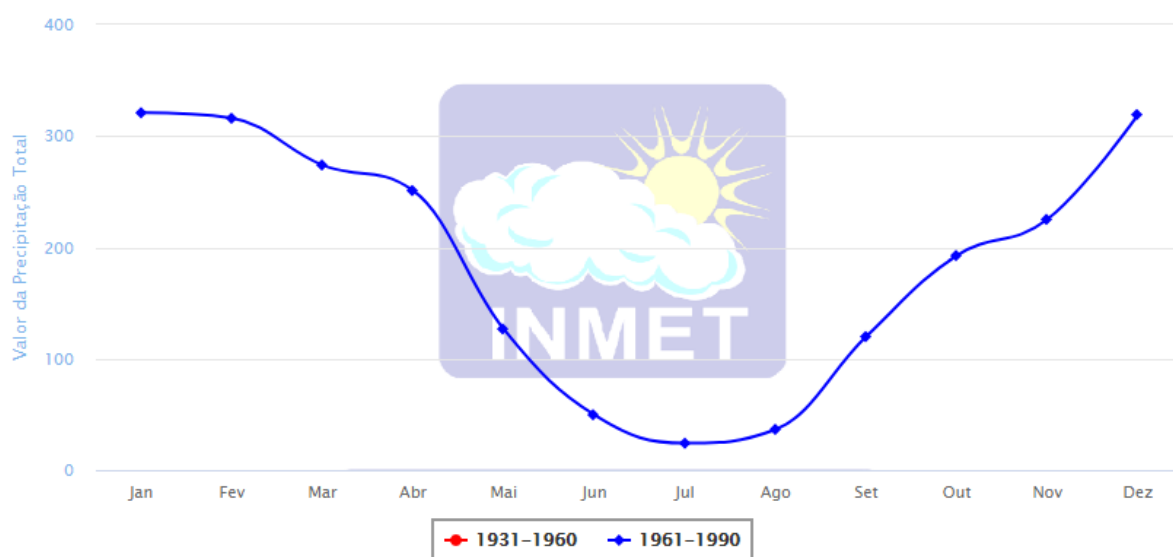
#### 4.3 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO

Uma bacia contribuição é definida pela área onde ocorre a captação de água para o corpo receptor, sua determinação é elaborada por meio de mapas topográficos. Assim, foi necessário realizar o traçado do contorno da bacia, ou seja, estabelecer o sentido da linha divisora de águas que proporciona a separação das bacias vizinhas. O trecho selecionado abrange duas bacias, a 60 e a 61, do mapa planialtimétrico disponibilizado pela Prefeitura Municipal.

#### 4.4 ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO E PRECIPITAÇÃO

A cidade de Ariquemes possui uma precipitação que varia entre 1.340 mm e 2.340 mm, o município possui um clima tropical quente e úmido, tem principalmente no verão a intensidade de chuva elevada, cujo o índice de pluviosidade chega em 331 mm em média no mês de janeiro (INMET). Com conhecimento sobre o índice pluviométrico, foi possível implementar um sistema de drenagem capaz de impossibilitar que a água pluvial seja acumulada no local.

Figura 8 - Gráfico de Pluviosidade de Ariquemes



Fonte: INMET (2019).

Em Ariquemes-RO a média anual de pluviosidade é de 2181 mm, os maiores índices pluviométricos foram de dezembro a abril. Cujo a intensidade máxima da precipitação realizada durante o tempo de concentração varia de 11 mm/h á 15 mm/h.

#### 4.5 LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO

O levantamento topográfico baseia-se em uma investigação da superfície terrestre e elaboração de mapas e plantas contendo informações importantes da área como curva de nível, cotas do terreno em diferentes níveis, delimitações da área, entre outras.

Através do levantamento foi possível identificar elementos importantes como:

- conhecer a superfície do local em diferentes alturas;
- determinar a cota do ponto mais baixo a drenar;
- encontrar a localização de uma saída apropriada;
- determinar o traçado dos canais ou valas.

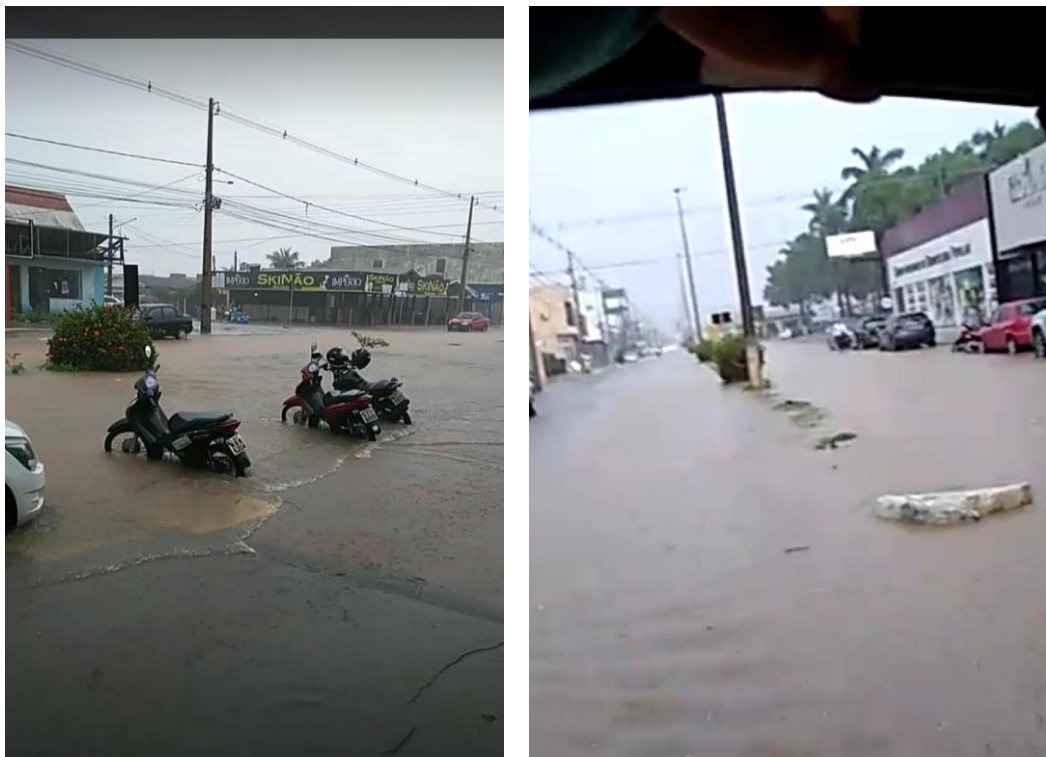
Será utilizado o levantamento planialtimétrico da região elaborado pela Prefeitura Municipal de Ariquemes.

#### 4.6 ANÁLISE DAS GALERIAS DE ÁGUA PLUVIAL

Para analisar as galerias de água pluvial da área, foi estudado toda rede que contribui para o escoamento de água na região. Através desses dados foram identificados os problemas no sistema de drenagem que ocasionam um grande acúmulo de água nos dias de chuva no trecho estudado. No dia 29 de setembro de 2019, foi feita uma visita na Av. Canaã no período de uma chuva intensa, onde foi possível verificar os pontos de alagamento ao longo de toda via.

Na figura 9 podemos observar dois pontos que demonstram o grande acúmulo de água, cujo primeiro ponto está localizada na Av. Canaã próximo à rua Recife com a rua Paineira, o segundo ponto está localizada na Av. Canaã próximo ao retorno da igreja católica São Francisco, junto com a alameda Seringueira. Nas fotos podemos observar o grande acúmulo de água no curto período de tempo.

Figura 9 - Pontos críticos de alagamento na Av. Canaã.



Fonte: Autor (2020).

Diante o estudo prévio do local e os dados fornecidos pela Prefeitura Municipal, foram verificadas as informações contidas no projeto da rede de drenagem com as informações obtidas *in loco* e também foram levantadas as dimensões das bocas de lobo existentes assim como suas quantificações. Com isso, pode-se verificar as possíveis falhas do sistema de drenagem existente.

Através da análise da área de estudo e de publicações especializadas, foram analisadas possíveis soluções para que um eventual quantidade de água pluvial não cause mais alagamentos. Diante disso foi redimensionado uma nova proposta de rede de drenagem.

#### 4.7 DETERMINAÇÃO DA VAZÃO

Para iniciar as observações e os cálculos, foi preciso ter em mãos os projetos urbanísticos e plantas planialtimétricas dos bairros de Ariquemes-RO que influenciam na vazão da Avenida Canaã. A vazão de projeto da microdrenagem foi calculada pelo Método Racional:

$$Q = C \cdot I \cdot A / 3,6$$

Onde,

Q: Deflúvio superficial direto em m<sup>3</sup>/s;

C: Coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

I: Intensidade máxima de precipitação ocorrida durante o tempo de concentração da bacia em estudo, em mm/h;

A: Área da bacia de contribuição em km<sup>2</sup>.

A rede de drenagem da avenida Canaã, caracteriza-se como sistema de microdrenagem, o que possibilita a aplicação do Método Racional, que é recomendado para pequenas áreas. Após o dimensionamento da vazão foi possível comparar com a capacidade de vazão existente atualmente na avenida.

## 4.8 ETAPAS PARA O DIMENSIONAMENTO

- Delimitação das áreas de influência

Baseado nas análises das curvas de níveis para descobrir o sentido do escoamento da água, traçou-se as Áreas de Influência ou Bacias de Contribuição. Para isso, utilizou-se o software Auto Cad para elaboração dos desenhos e determinação das áreas.

- Distribuição de Caixas de Captação

Após a delimitação das Áreas de Influência, o espaçamento recomendado entre bocas de lobos é de até 60 m no entanto as bocas de lobo e poços de visita foram distribuídas e/ou locadas em pontos considerados fundamentais para uma boa captação da água, como nas proximidades nos encontros das ruas e alamedas do Setor 1.

- Áreas

Para dimensionamento das galerias é necessário considerar a área contribuinte de cada boca de lobo e a área total drenada a montante.

- Período de retorno

Os conjunto de microdrenagem geralmente são dimensionados para frequências de 2 a 10 anos, segundo as propriedades da ocupação da região que pretende favorecer, importância e segurança da obra. Foi utilizado o período de retorno máximo indicado na Tabela 1 para uma região comercial que é de 5 anos.

Tabela 1 - Período de Retorno

Sistema	Característica	Intervalo (anos)	Valor recomendado (anos)
Microdrenagem	Residencial	2 – 5	2
	Comercial	2 – 5	2
	Áreas de prédios públicos	2 – 5	2
	Áreas comerciais e Avenidas	2 – 10	2
	Aeroporto	5 – 10	5
Macro drenagem		10 – 50	10
Zoneamento de áreas ribeirinhas		5 -100	50 *

Fonte: Manual de Drenagem Urbana (2002).

- Coeficiente de escoamento superficial

Este coeficiente relata a relação entre a quantidade de e o total precipitado. É definido através do método racional, que requer maior entendimento na sua determinação, levando em consideração o grande número de variáveis que atuam no volume escoado, como infiltração, armazenamento, evaporação, retenção, tornando necessariamente, uma adoção experimental do valor adequado.

Tabela 2 – Coeficiente de Escoamento

Tipo de Superfície	Valor Recomendado	Faixa de Variação
Concreto, asfalto e telhado	0,95	0,90 – 0,95
Paralelepípedo	0,70	0,58 – 0,81
Blockets	0,78	0,70 – 0,89
Concreto e asfalto poroso	0,03	0,02 – 0,05
Solo compactado	0,66	0,59 – 0,79
Matas, parques e campos de esporte	0,10	0,05 – 0,20
Gramma solo arenoso	0,10	0,08 – 0,18
Gramma solo argiloso	0,20	0,15 – 0,30

Fonte: Manual de Drenagem Urbana (2002).

- Intensidade média das precipitações

É a concentração da chuva por unidade de tempo para um período de repetição pelo tempo previsto. A determinação é feita através de estudo de curvas que relacionam intensidade/duração/frequência, produzidas a partir de dados pluviográficos apontado ao longo dos anos de ponderações que excedem ao período de tempo de cada chuva.

- Intensidade Pluviométrica

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

Foi adotada a equação Intensidade-Duração-Frequência do município de Porto Velho/RO - Estação Pluviográfica: Jaci-Paraná - Código ANA: 00964005

Figura 10 – Equação IDF do município de Porto Velho/RO.

$$\begin{array}{l}
 5\text{min} \leq t \leq 4\text{h} \\
 a = 1012,9; b = 0,1658; c = 12,1 \text{ e } d = 0,7118; \\
 i = \frac{1012,9T^{0,1658}}{(t+12,1)^{0,7118}}
 \end{array}$$

Fonte: CPRM, 2016.

Onde:  $i$  é a intensidade da chuva (mm/h),  $T$  é o tempo de retorno (anos),  $t$  é a duração da precipitação (minutos)  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  são parâmetros da equação.

- Vazão Superficial Local

É calculada pelo método racional para áreas locais:

$$Q = C.I.A$$

Q: Deflúvio superficial direto em m<sup>3</sup>/s;

C: Coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

I: Intensidade máxima para a precipitação ocorrida durante o tempo de concentração da bacia em estudo, em mm/h;

A: Área da bacia de contribuição em km<sup>2</sup>.

- Constante K

A constante K é definida através da tabela de Manning, onde tem relação entre a equação de velocidade e raio hidráulico, diâmetro e declividade.

Tabela 3 – Coeficiente de Manning

Características	n
Canais retilíneos com grama de até 15 cm de altura	0,30 - 0,40
Canais retilíneos com capins de até 30 cm de altura	0,30 - 0,060
Galerias de concreto pré-moldado com bom acabamento	0,011 - 0,014
moldado no local com formas metálicas simples	0,012 - 0,014
moldado no local com formas de madeira	0,015 - 0,020
Sarjetas	
asfalto suave	0,013
asfalto rugoso	0,016
concreto suave com pavimento de asfalto	0,014
concreto rugoso com pavimento de asfalto	0,015
pavimento de concreto	0,014 - 0,016
Pedras	0,016

Fonte: Manual de Drenagem Urbana (2002).

- Tempo de Percurso

É a relação entre a extensão da tubulação em estudo pela velocidade no trecho. É ampliado o tempo de percurso caso as tubulações apresentem uma continuidade ou encontro na malha do projeto de drenagem.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **5.1 ESTUDO DE CASO NA AVENIDA CANAÃ – CARACTERIZAÇÃO DO TRECHO**

O local estudado foi a Avenida Canãa, localizada no Setor 01 de Ariquemes/RO, trecho compreendido entre as avenidas Tancredo Neves e Candeias, com aproximadamente 1.392,00 metros extensão. Trata-se de uma avenida com duas pistas de trânsito com aproximadamente sete metros de largura cada, com canteiro central estreito e de uso predominantemente comercial.

Os pontos de captação de drenagem estão localizadas no canteiro central e em algumas esquinas do Setor 01. A rede coletora de drenagem está sob uma das pistas, e não existe nenhum poço de visita ou dispositivo capaz de informar os locais exatos por onde a rede passa.

Ao longo da Avenida foram contabilizadas 54 bocas de lobo, foi constatado que não foi utilizado um padrão para formato ou dimensões na execução. Algumas bocas de lobo não se encontram em seu estado de conservação ideal, e aparentam ser muito antigas.

### **5.2 PROJETO EXISTENTE**

Foi utilizado o projeto da prefeitura Municipal de Ariquemes, onde foi comparado o projeto da rede existente com o que está executado no local. No projeto existente está representada a rede coletora com manilhamento de diâmetro 0,60 m em mais da metade do trecho analisado, e o restante com o manilhamento de diâmetro 0,80 m. O projeto informa a existência de 54 bocas de lobos, e no local foi constatado a mesma quantidade, mas as bocas de lobos possuem dimensões diferentes ao longo da via. O projeto também informa a existência de 10 poços de visita, mas in loco não se constatou nenhum (o que pode ser um indicativo de que os poços de visita informados no projeto são na verdade caixas de ligação e passagem).

A Tabela 4 apresenta as medidas de largura e abertura de cada boca de lobo existente.

Tabela 4 – Largura e abertura de cada boca de lobo da Avenida Canaã

<b>BOCA DE LOBO</b>	<b>LARGURA</b>	<b>ALTURA</b>
<b>BL1</b>	0,86 M	0,50 M
<b>BL2</b>	1,00 M	0,70 M
<b>BL3</b>	0,86 M	0,48 M
<b>BL4</b>	0,86 M	0,50 M
<b>BL5</b>	1,00 M	0,70 M
<b>BL6</b>	0,86 M	0,50 M
<b>BL7</b>	0,65 M	0,30 M
<b>BL8</b>	0,86 M	0,50 M
<b>BL9</b>	0,75 M	0,40 M
<b>BL10</b>	1,00 M	0,70 M
<b>BL11</b>	0,70 M	0,35 M
<b>BL12</b>	1,00 M	0,65 M
<b>BL13</b>	0,86 M	0,50 M
<b>BL14</b>	0,86 M	0,50 M
<b>BL15</b>	0,86 M	0,50 M
<b>BL16</b>	0,75 M	0,40 M
<b>BL17</b>	1,00 M	0,70 M
<b>BL18</b>	0,70 M	0,35 M
<b>BL19</b>	0,60 M	0,40 M
<b>BL20</b>	0,75 M	0,40 M
<b>BL21</b>	0,86 M	0,50 M
<b>BL22</b>	0,86 M	0,50 M
<b>BL23</b>	0,70 M	0,40 M
<b>BL24</b>	1,00 M	0,70 M
<b>BL25</b>	0,86 M	0,50 M
<b>BL26</b>	0,86 M	0,50 M
<b>BL27</b>	0,86 M	0,50 M
<b>BL28</b>	1,00 M	0,70 M
<b>BL29</b>	0,86 M	0,50 M
<b>BL30</b>	0,86 M	0,50 M
<b>BL31</b>	1,00 M	0,70 M
<b>BL32</b>	0,86 M	0,50 M
<b>BL33</b>	1,00 M	0,70 M

<b>BL34</b>	0,70 M	0,40 M
<b>BL35</b>	1,00 M	0,70 M
<b>BL36</b>	0,86 M	0,50 M
<b>BL37</b>	0,76 M	0,40 M
<b>BL38</b>	0,86 M	0,50 M
<b>BL39</b>	0,86 M	0,50 M
<b>BL40</b>	0,86 M	0,50 M
<b>BL41</b>	0,86 M	0,50 M
<b>BL42</b>	0,75 M	0,40 M
<b>BL43</b>	0,86 M	0,50 M
<b>BL44</b>	0,75 M	0,40 M
<b>BL45</b>	1,00 M	0,70 M
<b>BL46</b>	0,60 M	0,40 M
<b>BL47</b>	0,75 M	0,40 M
<b>BL48</b>	0,60 M	0,40 M
<b>BL 49</b>	1,00 M	0,70 M
<b>BL50</b>	1,00 M	0,70 M
<b>BL51</b>	0,60 M	0,50 M
<b>BL52</b>	0,86 M	0,50 M
<b>BL53</b>	0,86 M	0,50 M
<b>BL54</b>	0,86 M	0,50 M

Fonte: Autor (2020).

### 5.3 VERIFICAÇÃO JUNTO AS NORMAS E DIRETRIZES

No Brasil há uma ausência de padronização para os dispositivos de drenagem pela ABNT, e o município de Ariquemes não possui Plano Diretor voltado para a drenagem urbana, e a manutenção dos dispositivos não é exercida como deveria.

Foi analisado ao longo dos 1.392,00 metros de via, que o item mais agravante foi à falta de manutenção regular, que promove a perda de eficiência, desgaste antecipado do dispositivo e interrupções das atividades urbanas que ocasiona nas inundações e nas interferências de enxurradas.

## 5.4 IRREGULARIDADES DA REDE DE DRENAGEM URBANA EXISTENTE

Foi encontrado em diversos pontos da Avenida Canaã irregularidades como danos nos dispositivos de drenagem e pavimento, e entupimentos de bocas de lobo devido a acúmulos de resíduos variados.

### 5.4.1 Danos nos dispositivos de drenagem e pavimento

Pode ser observado em várias bocas de lobo o efeito do tempo, refletido em danos nas bocas de lobo, como pode ser observado na Figura 13.

Figura 11 - Bocas de lobo danificadas – Avenida Canaã



Fonte: Autor (2020).

Os danos no pavimento asfáltico e nas sarjetas podem ser composto por varios motivos, como: má execução, falta de manutenções corretivas, mau uso e lançamento de produtos químicos de limpeza que escoam no pavimento levando assim a degradação do pavimento e sarjetas, uma vez que o caimento da pista é direcionado ao canteiro central. Outro motivo é o grande fluxo de veículos que passam pela via, que com o tempo leva ao desgaste e outras patologias no pavimento.

Figura 12 – Danos no pavimento asfáltico comprometendo o fluxo da água até a boca de lobo – Av. Canaã



Fonte: Autor (2020).

Figura 13 – Danos no pavimento e sarjeta – Av. Canaã



Fonte: Autor (2020).

### 5.4.2 Entupimentos

O descarte incorreto de lixo não só envolve a naturalidade da água das chuvas, como pode gerar o entupimento das redes pluvial e de esgoto, levando transtornos à população, como refluxos e alagamentos.

Figura 14 - Boca de Lobo apresentando entupimento – Av. Canaã



Fonte: Autor (2020).

Os problemas produzidos pelo descarte irregular do lixo comprometem a característica e a eficiência das redes de drenagem, no período chuvoso, estes acontecimentos são frequentes, já que grandes volumes de lixo são transportados para a rede. O entupimento da rede pluvial pode promover alagamentos em dias de chuva.

## 5.5 NOVO PROJETO

Com a ajuda do projeto já existente foi criado um novo projeto, mantendo as características urbanísticas e o arruamento da região.

Com auxílio do planialtimétrico existente determinou-se as bacias de contribuição da Av. Canaã e do Setor 01. Foi elaborado o redimensionamento da rede de drenagem da Av. Canaã, com a locação das bocas de lobos e poços de visitas conforme orientações do Manual de Drenagem Urbana (2002).

### 5.5.1 Caracterização das novas bacias

Com o auxílio do software AutoCad, foi possível delimitar as bacias de contribuição para o dimensionamento da rede de drenagem. Foram delimitadas 27 bacias ao longo da avenida Canaã, e 23 bacias no Setor 01, sendo que três delas não entraram no cálculo da contribuição de vazão por já possuírem rede de drenagem existente.

As bacias de contribuição estão representadas no Apêndice A – Projeto de Drenagem – Dimensionamento da rede de drenagem da Av. Canaã.

A Tabela 5 a seguir traz as dimensões (em hectares) das bacias ao longo da Av. Canaã, enquanto a Tabela 6 das bacias do Setor 01 consideradas no dimensionamento.

Tabela 5 – Dimensões das bacias na Avenida Canaã

<b>AVENIDA CANAÃ</b>	<b>ÁREA (HA)</b>
<b>BACIA 01</b>	0,212
<b>BACIA 02</b>	0,227
<b>BACIA 03</b>	0,216
<b>BACIA 04</b>	0,187
<b>BACIA 05</b>	0,194
<b>BACIA 06</b>	0,200
<b>BACIA 07</b>	0,201
<b>BACIA 08</b>	0,199
<b>BACIA 09</b>	0,201
<b>BACIA 10</b>	0,185
<b>BACIA 11</b>	0,202
<b>BACIA 12</b>	0,202
<b>BACIA 13</b>	0,208
<b>BACIA 14</b>	0,166
<b>BACIA 15</b>	0,442
<b>BACIA 16</b>	0,211
<b>BACIA 17</b>	0,192
<b>BACIA 18</b>	0,211
<b>BACIA 19</b>	0,181
<b>BACIA 20</b>	0,198

<b>BACIA 21</b>	0,187
<b>BACIA 22</b>	0,197
<b>BACIA 23</b>	0,197
<b>BACIA 24</b>	0,191
<b>BACIA 25</b>	0,206
<b>BACIA 26</b>	0,165
<b>BACIA 27</b>	0,179

Fonte: Autor (2020).

Tabela 6 – Dimensões das bacias do Setor 01

<b>SETOR 01</b>	<b>ÁREA (HA)</b>
<b>Alameda do Ípe</b>	2,477
<b>Rua Piquiá</b>	2,568
<b>Alameda Piquiá</b>	1,931
<b>Rua 02</b>	2,170
<b>Alameda Ingazeiro</b>	2,117
<b>Rua 03</b>	2,270
<b>Alameda Cerejeira</b>	2,018
<b>Rua 04</b>	2,199
<b>Alameda Paineira</b>	2,008
<b>Rua 05</b>	—
<b>Alameda Cacaueiro</b>	2,293
<b>Rua 06</b>	2,402
<b>Alameda Tucuma</b>	2,217
<b>Rua 07</b>	—
<b>Rua 08</b>	2,994
<b>Alameda Seringueira</b>	1,790
<b>Rua 09</b>	1,718
<b>Alameda Sabuarana</b>	1,521
<b>Rua 10</b>	—
<b>Alameda Castanheira</b>	1,372
<b>Rua 11</b>	1,348
<b>Alameda Tanari</b>	1,225
<b>Rua 12</b>	1,192
<b>Alameda Tauba</b>	0,977
<b>Rua 13</b>	0,947
<b>Alameda Mogno</b>	0,829

Fonte: Autor (2020).

### 5.5.2 Dimensionamento e apresentação do novo projeto

Após todos levantamentos, foi executado um dimensionamento da rede de drenagem da avenida Canaã de acordo com o levantamento das bacias, intensidade de precipitação, entre outros. A planilha de dimensionamento está apresentada no Apêndice B – Planilha de Dimensionamento da Rede de Drenagem da Avenida Canaã.

Com o auxílio do software AutoCAD, foi desenvolvido um novo projeto de acordo com as características urbanísticas, arruamento da região e resultados do dimensionamento. O mesmo foi “dividido” em quatro trechos, conformes as bacias e os pontos de lançamentos já existentes: Rua Aracajú, Rua Salvador e Rua São Paulo, no Setor 03, e Av. Candeias. Os trechos do projeto, conforme planilha de dimensionamento do Apêndice B, são:

- Trecho 1: contempla entre a região próxima ao poço de visita PV-1 ao poço de visita PV-10, com a vazão máxima de vazão de 5,175 m<sup>3</sup>/s;
- Trecho 2: contempla entre a região próxima ao poço de visita PV-11 ao poço de visita PV-14, com a vazão máxima de 2,072 m<sup>3</sup>/s;
- Trecho 3: contempla entre a região próxima ao poço de visita PV-15 ao poço de visita PV-19, com a vazão máxima de 2,545 m<sup>3</sup>/s;
- Trecho 4: contempla entre a região próxima ao poço de visita PV-20, ao poço de visita na Av. Candeias, com a vazão máxima de 2,509 m<sup>3</sup>/s.

Os parâmetros utilizados para o dimensionamento foram: tempo de recorrência de 5 anos; coeficiente de rugosidade da tubulação média de 0,013; tempo de concentração inicial de 15 minutos; coeficiente de escoamento superficial predominante de 0,8; velocidade máxima de escoamento na tubulação de 5 m/s; relação entre a altura da lâmina d'água e diâmetro da tubulação de 0,8 ou 80%; inclinação mínima da rede de 0,5% e que não gerasse grandes volumes e profundidades de escavação; e intensidade pluviométrica conforme a IDF de Porto Velho/RO.

Foram locadas 54 bocas de lobo ao longo da Av. Canaã, para captação da vazão das 27 bacias delimitadas na avenida. No entanto, são necessárias bocas de lobo e redes coletoras distribuídas ao longo das ruas do Setor 01, de modo que a captação da água da chuva seja realizada de forma gradual e não

como é hoje, em que todo o volume de água chega superficialmente até a Av. Canaã. As 54 bocas de lobo ao longo da Av. Canaã são incapazes de suportar a vazão máxima de projeto.

### 5.5.3 Comparativo e análise

Ao final, constata-se que a rede de drenagem existente na Av. Canaã está subdimensionada. A Tabela 7 demonstra as diferenças entre os diâmetros das tubulações existentes e os obtidos através no novo dimensionamento.

Tabela 7 - Comparativo dos diâmetros iniciais e finais de cada trecho da drenagem da Av. Canaã

Av. Canaã	Projeto Existente		Novo Dimensionamento	
	ø Inicial (m)	ø Final (m)	ø Inicial (m)	ø Final (m)
Trecho 1	0,60	0,80	0,80	1,50
Trecho 2	0,60	0,60	0,80	1,20
Trecho 3	0,60	0,80	0,80	1,20
Trecho 4	0,60	0,80	0,80	1,20

Fonte: Autor (2020)

Pode-se afirmar então que os alagamentos causados na Av. Canaã tem como umas das causas: o subdimensionamento da rede, a captação concentrada e ineficiente da água, e a falta de manutenção dos dispositivos de drenagem, que foram os principais problemas encontrados.

Para resolução do problema do alagamento da Av. Canaã, sugiro, embasada nas constatações *in loco* e no dimensionamento realizado, a substituição da rede de drenagem existente por uma que permita maior vazão, a implantação de drenagem profunda e captação nas ruas do Setor 01, e realização de manutenções preventivas e corretivas nos dispositivos de drenagem.

## **6. CONCLUSÃO**

Esse trabalho teve o intuito analisar a situação do sistema da rede de drenagem urbana no Município de Ariquemes/RO, tema de grande importância diante das recorrências inundações que atingem o município. Ao começar a busca pelos resultados onde foi observado que escolher um trecho tornaria o estudo mais prático e com resultados mais precisos para a toda a área urbana. A escolha do local foi baseada na localização, por ser uma região central do município, com distintas qualidades de ocupações e com grande fluxo de veículos e pedestres.

Na Avenida Canaã, das 54 bocas de lobo constatadas ao longo de seu trecho, foram encontradas divergências em quase metade delas. Problemas como bocas de lobo quebradas e cheias de lixo são constantes na avenida e como consequências não exercem de forma eficaz sua captação, além de não garantir as condições previstas no projeto. O mesmo também informa a existência de 10 poços de visita, mas in loco não se constatou nenhum.

Sendo assim, para se tentar diminuir os problemas mencionados anteriormente, torna-se fundamental a modificação na forma de abordagem dos aspectos de construção e manutenção dos sistemas de Microdrenagem urbana, é necessário uma alteração do mesmo, com uma maior manutenção e padronização dos dispositivos de drenagem superficial como BL, além de dimensionamento e a substituição da rede de drenagem existente por uma que permita maior vazão, a implantação de drenagem profunda e captação nas ruas do Setor 01.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSEMAE, **Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento**, Brasília (DF) 2015.

CARVALHO, Daniel Fonseca de; Silva, Leonardo Duarte Batista da. **Ciclo Hidrológico. Apostila da disciplina Hidrologia**, Departamento de Engenharia/Instituto de Tecnologia/Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2006.

CHAMPS, José Roberto, Brasil: Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental Lei Nacional de Saneamento Básico: perspectivas para as políticas e a gestão dos serviços públicos. **Manejo de águas pluviais urbanas: o desafio da integração e da sustentabilidade**. Brasília: [s.n.], 2009. (Coletânea Lei Nacional de Saneamento Básico. 68 Livro II.)

CPRM, Atlas Pluviométrico do Brasil; **Equações Intensidade-Duração-Frequência**. Município: Porto Velho. Estação Pluviográfica: Jaci Paraná, Códigos 00964005. Adriana Burin Weschenfelder; Karine Pickbrenner e Eber José de Andrade Pinto – Porto Alegre 2016.

DNIT, **Álbum De Projetos-Tipo De Dispositivos De Drenagem**, Segunda Edição – Rio de Janeiro, 2006.

DAEE/CETESB (1980)- **Drenagem Urbana. Segunda Edição**, São Paulo (SP). FBMC, **Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas**, São Paulo (SP) 2008.

GOOGLE MAPS, **Plataforma com informações em tempo real**, 2019.

INMET - **Instituto Nacional de Meteorologia** | Eixo Monumental Sul Via S1 - Sudoeste - Brasília-DF 2019.

LIMA, W.P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba; ESALQ/USP, 1986, 242p.

MANUAL DE DRENAGEM URBANA, **Programa De Saneamento Ambiental Da Região Metropolitana De Curitiba** - Região Metropolitana de Curitiba- PR – Governo do Estado do Paraná, 2002.

PINTO, N. L. de S. et al. **Hidrologia básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 1976.

PAZ, A. R. da. **Hidrologia aplicada**. 2004. 188 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Caxias do Sul, 2004.

PEIXOTO, M. C. D. **Expansão urbana e proteção ambiental: um estudo a partir do caso de Nova Lima/MG**. In. XI Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em planejamento Urbano e Regional, Salvador, 2005.

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

TUCCI, C. E. M. **Gerenciamento da Drenagem Urbana**- Revista Brasileira de Recursos Hídricos- RBRH- Volume 7 n.1 Jan/Mar 2002, 5-27.

TUCCI, C. E. M. et al. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4ª Ed. 4ª reimpressão. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABHR. 2012.

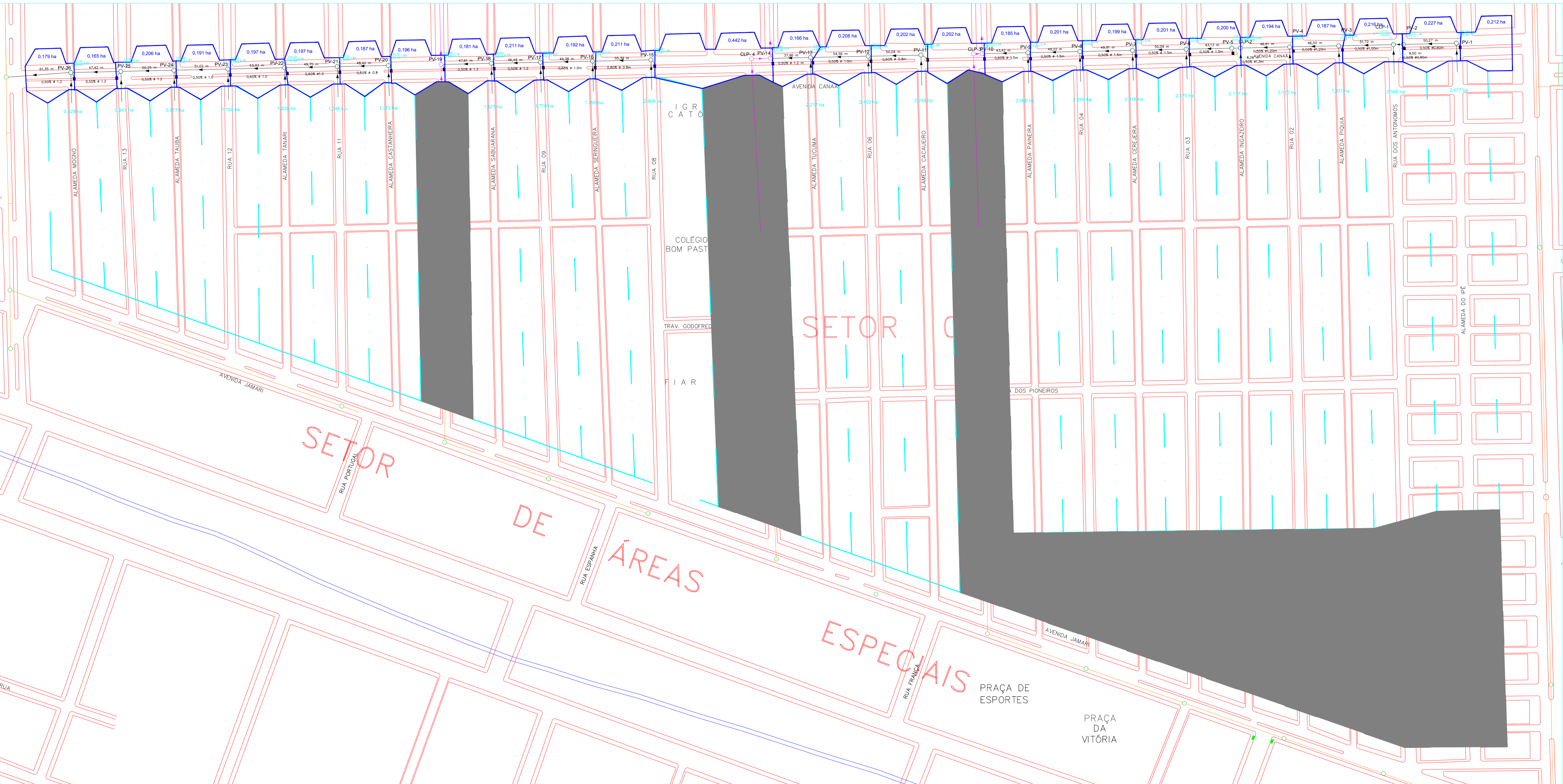
TUCCI, Carlos E. M., et al, **Hidrologia Ciência e Aplicação**. Editora UFRGS. 2.ª Edição, Porto Alegre, 2003, 943p

TUCCI, Carlos E. M, Brasil: Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental Lei Nacional de Saneamento Básico: **perspectivas para as políticas e a gestão dos serviços públicos. Gestão integrada das**

**águas urbanas: águas pluviais.** Brasília: [s.n.], 2009. (Coletânea Lei Nacional de Saneamento Básico. Livro II).

TUCCI, C. E. M. **Água no meio urbano.** In: REBOUÇAS, A.da C. et al. (orgs). Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. Hidrologia, ciência e aplicação. ABRH – Edusp, Porto Alegre, 1997.

## **8. APÊNDICE**



FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE FAEMA - ARIQUEMES/RO			
CURSO:	ENGENHARIA CIVIL	TURMA:	"A"
DISCIPLINA:	TRABALHO DE COMNCLUSÃO DE CURSO - TOC		
DOCENTE:	ESP. JOÃO VICTOR DA SILVA COSTA		
ASSUNTO:	APÊNDICE A PROJETO DE DRENAGEM URBANA - DIMENSSONAMENTO DE REDE DE DRENAGEM DA AV. CANAÃ.	FOLHA:	A01
ALUNO:	MARIA HELENA MORAIS FARIAS	DATA:	DEZEMBRO/2020
		ESCALA:	1:2.000

Apêndice B - planilha de dimensionamento da rede de drenagem urbana da av. Canaã

Area Predominantemente Comercial																			
Parâmetros:		T 5 anos		V máx 5		m/s		y/D max 0,8		m/m									
		n 0,013		Tc partida		15		I		IDF Porto Velho - RO									
Trecho	L	Áreas		C	Tc	I	Q	S	D (sessão plena)	Dadot	y/D	Am	V	te	Cotas do terreno		Cotas fundo da rede		PROF. PV
		Trecho	Acum.												Mont.	Jus.	Mont.	Jus.	MOT.
PV	m	ha	ha		min	mm/h	m³/s	m/m	m	m	m/m	m²	m/s	min	m	m	m	m	m
PV 1 - PV 2	50,27	2,689	2,689	0,8	15	126,3	0,755	0,005	0,73915188	0,8	0,67316884	0,359898	2,097816	0,399384	137,28	137,10	135,40	135,15	1,88
PV 2 - CLP 1	9,5	0,227	2,916	0,8	15,39938	125	0,81	0,005	0,75890159	0,8	0,70707898	0,379965	2,131774	0,074273	137,10	137,07	135,15	135,10	1,95
CLP 1 - PV 3	51,72	2,568	5,484	0,8	15,47366	124,8	1,521	0,005	0,96117404	1,0	0,7260535	0,610796	2,490192	0,346158	137,07	137,04	134,90	134,64	2,17
PV 3 - PV 4	46,5	2,147	7,631	0,8	15,81981	123,7	2,098	0,005	1,08437785	1,2	0,64759632	0,774897	2,707457	0,286247	137,04	136,78	134,44	134,21	2,60
PV 4 - CLP 2	46,61	0,381	8,012	0,8	16,10606	122,8	2,186	0,005	1,10121569	1,2	0,66509675	0,798832	2,736494	0,283879	136,78	136,66	134,21	133,98	2,57
CLP 2 - PV 5	8,26	2,117	10,129	0,8	16,38994	121,9	2,744	0,005	1,19921657	1,5	0,53371329	0,95937	2,860209	0,048132	136,66	136,62	133,68	133,64	2,98
PV 5 - PV 6	43,13	0,194	10,323	0,8	16,43807	121,8	2,794	0,005	1,20736472	1,5	0,53916782	0,97161	2,875639	0,249973	136,62	136,41	133,64	133,42	2,98
PV 6 - PV 7	50,9	2,47	12,793	0,8	16,68805	121	3,44	0,005	1,30530799	1,5	0,60847264	1,125708	3,055854	0,277609	136,41	136,23	133,42	133,17	2,99
PV 7 - PV 8	49,91	2,219	15,012	0,8	16,96565	120,2	4,01	0,005	1,38255596	1,5	0,67026522	1,259131	3,184736	0,261194	136,23	136,10	133,17	132,92	3,06
PV 8 - PV 9	49,22	2,398	17,41	0,8	17,22685	119,4	4,619	0,005	1,45783733	1,5	0,74367233	1,409286	3,277547	0,250289	136,10	136,01	132,92	132,67	3,18
PV 9 - PV 10	43,42	2,209	19,619	0,8	17,47714	118,7	5,175	0,006	1,47019005	1,5	0,75848693	1,438109	3,598475	0,201104	136,01	135,80	132,67	132,41	3,34
Trecho - 2																			
PV 11 - PV 12	50,04	2,495	2,495	0,8	15	126,3	0,7	0,006	0,69433469	0,8	0,60590556	0,318597	2,197135	0,379585	135,83	135,53	133,95	133,65	1,88
PV 12 - PV 13	54,56	2,604	5,099	0,8	15,37959	125,1	1,418	0,005	0,93622917	1,0	0,68958414	0,577637	2,454828	0,370426	135,53	135,42	133,45	133,18	2,08
PV 13 - PV 14	37,96	2,425	7,524	0,8	15,75001	123,9	2,072	0,005	1,07931879	1,2	0,64247969	0,767846	2,698458	0,234455	135,42	135,35	132,98	132,79	2,44
Trecho - 3																			
PV 15 - PV 16	55,39	3,436	3,647	0,7	15	126,3	0,896	0,008	0,72168318	0,8	0,64571512	0,343248	2,61036	0,353655	135,29	134,89	133,41	132,97	1,88
PV 16 - PV 17	49,38	2,001	5,648	0,8	15,35365	125,2	1,571	0,006	0,94020632	1	0,69508233	0,582712	2,696013	0,305266	134,89	134,88	132,77	132,47	2,12
PV 17 - PV 18	46,49	1,91	7,558	0,8	15,65892	124,2	2,086	0,005	1,08204779	1,2	0,64523223	0,771642	2,703326	0,286622	134,88	134,82	132,27	132,04	2,61
PV 18 - PV 19	47,61	1,732	9,29	0,8	15,94554	123,3	2,545	0,005	1,16583342	1,2	0,74304718	0,901156	2,824149	0,28097	134,82	134,54	132,04	131,80	2,78
Trecho - 4																			
PV 20 - PV 21	48,42	1,568	1,755	0,8	15	126,3	0,493	0,006	0,60880007	0,8	0,49614882	0,248863	1,981012	0,407368	134,50	134,22	132,62	132,33	1,88
PV 21 - PV 22	49,75	1,535	3,29	0,8	15,40737	125	0,914	0,006	0,76738255	0,8	0,72300921	0,389169	2,348595	0,353048	134,22	134,22	132,33	132,03	1,89
PV 22 - PV 23	53,93	1,422	4,712	0,8	15,76042	123,9	1,297	0,006	0,87500309	1	0,61389843	0,505605	2,565245	0,350389	134,22	133,87	131,83	131,51	2,39
PV 23 - PV 24	51,02	1,389	6,101	0,8	16,1108	122,8	1,665	0,005	0,99433773	1	0,78862515	0,664379	2,506098	0,339306	133,87	133,89	131,51	131,26	2,36
PV 24 - PV 25	50,25	1,168	7,269	0,8	16,45011	121,7	1,966	0,005	1,05827222	1,2	0,62179136	0,739116	2,659934	0,314857	133,89	133,63	131,06	130,80	2,83
PV 25 - PV 26	47,42	1,153	8,422	0,8	16,76497	120,8	2,261	0,005	1,11523474	1,2	0,68031223	0,819393	2,759359	0,286419	133,63	133,56	130,80	130,57	2,83
PV 26 - Av. Candeias	61,35	0,994	9,416	0,8	17,05139	119,9	2,509	0,005	1,15962168	1,2	0,73437001	0,890177	2,818539	0,362777	133,56	133,16	130,57	130,26	3,00

Av. Canaã	Projeto Existente		Novo Dimensionamento	
	ø Inicial (m)	ø Final (m)	ø Inicial (m)	ø Final (m)
Trecho 1	0,60	0,80	0,80	1,50
Trecho 2	0,60	0,60	0,80	1,20
Trecho 3	0,60	0,80	0,80	1,20
Trecho 4	0,60	0,80	0,80	1,20

FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE  
FAEMA - ARIQUEMES/RO

CURSO:	ENGENHARIA CIVIL	TURMA:	7A*
DISCIPLINA:	TRABALHO DE COMNCLUSÃO DE CURSO - TCC		
DOCENTE:	ESP. JOÃO VÍCTOR DA SILVA COSTA		
ASSUNTO:	APÊNDICE B PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DA REDE DE DRENAGEM URBANA DA AV. CANAÃ.		FOLHA: <b>A01</b>
ALUNO:	MARIA HELENA MORAIS FARIAS	DATA:	DEZEMBRO/2020
		ESCALA:	1:500



## RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

**DISCENTE:** Maria Helena Moraes Farias

**CURSO:** Engenharia Civil

**DATA DE ANÁLISE:** 27.11.2020

### RESULTADO DA ANÁLISE

#### Estatísticas

Suspeitas na Internet: **4,38%**

Percentual do texto com expressões localizadas na internet ⚠️

Suspeitas confirmadas: **2,19%**

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados ⚠️

Texto analisado: **81,42%**

*Percentual do texto efetivamente analisado (frases curtas, caracteres especiais, texto quebrado não são analisados).*

Sucesso da análise: **100%**

*Percentual das pesquisas com sucesso, indica a qualidade da análise, quanto maior, melhor.*

Analisado por Plagius - Detector de Plágio 2.4.11  
sexta-feira, 27 de novembro de 2020 09:14

### PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho da discente **MARIA HELENA MORAIS FARIAS**, n. de matrícula **23027**, do curso de Engenharia Civil, foi **APROVADO** na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 4,38%. Devendo a aluna fazer as correções que se fizerem necessárias.

(assinado eletronicamente)  
**HERTA MARIA DE AÇUCENA DO N. SOEIRO**  
**Bibliotecária CRB 1114/11**  
Biblioteca Júlio Bordignon  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente