



**unifaema**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO FAEMA – UNIFAEMA**

**NABILA RHAIANE NASCIMENTO PORTUGAL**

**DIAGNÓSTICO DA REDE DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO DE ARIQUEMES-RO E  
PROPOSTA DE GESTÃO COM BASE NO NOVO MARCO LEGAL DO  
SANEAMENTO**

**ARIQUEMES - RO  
2022**

**NABILA RHAIANE NASCIMENTO PORTUGAL**

**DIAGNÓSTICO DA REDE DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO DE ARIQUEMES-RO E  
PROPOSTA DE GESTÃO COM BASE NO NOVO MARCO LEGAL DO  
SANEAMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA como pré-requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientador: Prof. Me. Felipe Cordeiro de Lima.

**ARIQUEMES - RO  
2022**

**FICHA CATALOGRÁFICA**  
**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

P853p Portugal, Nabila Rhaiane Nascimento.

Diagnóstico da rede de drenagem do município de Ariquemes – RO e proposta de gestão com base no novo marco legal do saneamento. / Nabila Rhaiane Nascimento Portugal. Ariquemes, RO: Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA, 2022.

47 f. ; il.

Orientador: Prof. Ms. Felipe Cordeiro de Lima.

Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária – Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA, Ariquemes/RO, 2022.

1. Drenagem Urbana. 2. Saneamento Básico. 3. Universalização do Saneamento. 4. Gestão Urbana. 5. Legislação de Saneamento. I. Título. II. Lima, Felipe Cordeiro de.

CDD 628

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

## **NABILA RHAIANE NASCIMENTO PORTUGAL**

### **DIAGNÓSTICO DA REDE DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO DE ARIQUEMES-RO E PROPOSTA DE GESTÃO COM BASE NO NOVO MARCO LEGAL DO SANEAMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA como pré-requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientador: Prof. Me. Felipe Cordeiro de Lima.

#### **BANCA EXAMINADORA**

Assinado digitalmente por: FELIPE  
CORDEIRO DE LIMA  
Razão: Sou responsável pelo documento  
Localização: UNIFAEMA - Ariquemes/RO

---

Prof. Me. Felipe Cordeiro de Lima  
Centro Universitário Faema - UNIFAEMA

Assinado digitalmente por: Joani  
Paulus Covaleski

O tempo: 13-12-2022 15:29:05

---

Prof. Me. Joani Paulus Covaleski  
Centro Universitário Faema - UNIFAEMA

Assinado digitalmente por: Joao Victor da Silva Costa  
Razão: Sou responsável pelo documento  
Localização: FAEMA - Ariquemes/RO  
O tempo: 14-12-2022 20:46:17

---

Prof. Esp. João Victor da Silva Costa  
Centro Universitário Faema - UNIFAEMA

**ARIQUEMES – RO  
2022**

*Dedico este trabalho a  
minha mãe Rejane da Silva  
Nascimento, que acreditou em  
mim e me ajudou a realizar um  
sonho do bacharelado em  
Engenharia Ambiental e  
Sanitária.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus pela oportunidade que ele me concedeu para cursar a graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária.

A minha mãe e meus avós, Rejane da Silva Nascimento, Ana Maria da Silva Nascimento e Augustinho do Nascimento por toda dedicação e ajuda nos momentos bons e nos momentos ruins, onde sempre me incentivaram à não desistir e seguir em busca dos meus objetivos.

Ao meu noivo Giovane Oliveira de Jesus, que esteve ao meu lado durante toda caminhada.

A todos os meus professores que compartilharam comigo um pouco do seu conhecimento, em especial ao meu orientador Me. Felipe Cordeiro que esteve presente em todas as etapas do meu projeto, me aconselhando e estimulando a dar o meu melhor, para que se tornasse possível a realização desse trabalho.

*“Lâmpada para os meus pés é tua  
palavra, e luz para o meu caminho.”*

**Salmos 119:105**

## RESUMO

A drenagem urbana constitui um dos componentes do saneamento básico, que é definido como o conjunto de serviços públicos, infraestrutura e instalações operacionais de manejo de águas pluviais urbanas, abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, gestão de resíduos sólidos e limpeza urbana. Os sistemas de drenagem, especialmente os sistemas de microdrenagem, são projetados para coletar a água da chuva e transportá-la com tratamento final adequado. Esta pesquisa teve como objetivo identificar a infraestrutura atual da rede de drenagem da área urbana de Ariquemes/RO, identificando problemas da drenagem e sugerindo técnicas de gestão com base no novo marco legal do saneamento básico. A metodologia utilizada foi descrever a atual situação das áreas de estudo, por meio de coleta de dados em campo para caracterização da área e discutir melhorias com base na literatura. Foram diagnosticados alguns problemas de alagamentos em vias importantes da cidade, porém se tratam de problemas pontuais e que não trazem prejuízos ao patrimônio público e privado. A drenagem urbana e o manejo de resíduos sólidos devem ter uma gestão integrada com a limpeza regular dos dispositivos de drenagem e as bacias hídricas e entre outros, pois a insuficiência desta gestão acarreta problemas de alagamento e inundação da área urbana. A proposta de gestão seguiu um modelo de estudo definindo diretrizes, objetivos, metas, estratégias e estruturação de uma gestão municipal de acordo com situação atual do município em conformidade com os apontamentos da Lei nº 14.026/2020. A gestão proposta no trabalho designa a efetivação de uma agência reguladora para fiscalização do serviço, sendo o prestador do serviço o órgão público municipal criando departamentos e secretarias que ficariam responsáveis pelo controle e fiscalização de novas obras de drenagem e conservação e manutenção urbana. Portanto conclui-se que o sistema de drenagem urbana de Ariquemes/RO ainda apresenta grandes desafios para a definição de modelos eficientes de gestão considerando o novo marco legal do saneamento.

**Palavras-chave:** Drenagem Urbana; Novo Marco Legal do Saneamento; Universalização do saneamento; Gestão.

## **ABSTRACT**

Urban drainage constitutes one of the components of basic sanitation, which is defined as the set of public services, infrastructure and operational facilities for urban rainwater management, drinking water supply, sanitary sewage, solid waste management and urban cleaning. Drainage systems, especially microdrainage systems, are designed to collect rainwater and transport it with proper final treatment. This research aimed to identify the current infrastructure of the drainage network in the urban area of Ariquemes/RO, identifying drainage problems and suggesting management techniques based on the new legal framework for basic sanitation. The methodology used was to describe the current situation of the study areas, through field data collection to characterize the area and discuss improvements based on the literature. Some problems of flooding were diagnosed on important roads in the city, but they are specific problems and do not cause damage to public and private property. It was identified and reported that urban drainage and solid waste management must have an integrated management with the regular cleaning of drainage devices and water basins and among others, as the insufficiency of this management causes problems of flooding and inundation of the urban area. The management proposal followed a study model defining guidelines, objectives, goals, strategies and structuring of municipal management according to the current situation of the municipality in accordance with the notes of Law No. 14.026/2020. The management proposed in the work designates the implementation of a regulatory agency for inspection of the service, with the service provider being the municipal public body creating departments and secretariats that would be responsible for the control and inspection of new drainage works and urban conservation and maintenance. Therefore, it is concluded that urban drainage still presents great challenges for the definition of efficient management models considering the new legal framework for sanitation.

Keywords: Urban Drainage; New Legal Framework for Sanitation; Universalization; Management.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Localização da área de estudo .....	27
Figura 2: Localização das micro bacias hidrográficas na área urbana do município de Ariquemes .....	28
Figura 3: Ponto de alagamento na Avenida Canaã em Ariquemes/RO .....	31
Figura 4: Ponto de alagamento na Avenida Massangana em Ariquemes/RO .....	31
Figura 5: Ponto de bocas de lobo da Avenida Massangana em Ariquemes/RO .....	32
Figura 6: Ponto de alagamento na Avenida JK com Avenida Jamari em Ariquemes/RO .....	33
Figura 7: Dissipador de concreto monolítico em degraus na Av. Candeias em Ariquemes/RO .....	34
Figura 8: Dissipador de concreto monolítico em degraus na Av. Capitão Silvio com Travessa Urano em Ariquemes/RO .....	35
Figura 9: Resíduos encontrados no Igarapé Gaúcho em Ariquemes .....	36
Figura 10: Resíduos sólidos e de construção civil no entorno de canal pluvial .....	37
Figura 11: Atores da gestão da drenagem urbana que atuam na política de drenagem urbana estabelecida pela legislação .....	39

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.2 OBJETIVOS .....	14
<b>1.2.1 Geral</b> .....	<b>14</b>
<b>1.2.2 Específicos</b> .....	<b>14</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>15</b>
2.1 PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO .....	15
2.2 PLANO DIRETOR E MEIO AMBIENTE URBANO .....	16
2.3 DRENAGEM URBANA.....	18
2.4 INUNDAÇÕES URBANAS E CONTROLE DE ENCHENTES .....	19
2.5 EVENTOS EXTREMOS .....	21
2.6 RESÍDUOS SÓLIDOS.....	22
2.7 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO .....	24
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>26</b>
3.1 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS .....	26
<b>3.1.1 ÁREA DE ESTUDO</b> .....	<b>26</b>
<b>3.1.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA</b> .....	<b>27</b>
<b>4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	<b>30</b>
4.1 DIAGNÓSTICO DA REDE DE DRENAGEM.....	30
<b>4.1.1 Alagamentos no Perímetro Urbano</b> .....	<b>30</b>
<b>4.1.2 Obras de melhorias da Infraestrutura de Drenagem</b> .....	<b>33</b>
<b>4.1.3 Resíduos Sólidos</b> .....	<b>35</b>
4.2 PROPOSTA DE GESTÃO.....	37
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>43</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A drenagem das águas pluviais urbanas é composta por atividades, infraestrutura e instalações operacionais de manejo das águas pluviais, transporte, amortecimento das vazões de cheias através da retenção ou detenção, tratamento e disposição final da água drenada, limpeza e fiscalização preventiva das redes. Sendo assim, a drenagem urbana constitui um dos componentes do saneamento básico, que é definido como o conjunto de serviços públicos, infraestrutura e instalações operacionais de manejo de águas pluviais urbanas, abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, gestão de resíduos sólidos e limpeza urbana (BRASIL, 2020).

Os sistemas de drenagem, especialmente os sistemas de microdrenagem, são projetados para coletar a água da chuva e transportá-la com tratamento final adequado. Nos sistemas de macrodrenagem pode ser instalado dispositivos complementares para retenção de uma parcela dos volumes em escoamento, tendo o objetivo de amortecimento das vazões de cheia (ALMEIDA, 2014).

A drenagem e gestão das águas pluviais tem propriedades de prevenção de cheias e redução de riscos, evitando que as águas pluviais impactem negativamente o ambiente e a população, proporcionando assim um desenvolvimento urbano harmonioso, definido e sustentável. Alguns de seus benefícios são a valorização e minimização dos danos das propriedades, reduzindo os custos em manutenção de malhas viárias, contínua locomoção de pedestres e veículos durante e após a ascensão de chuvas e redução de doenças de veiculação hídrica. Para tanto, deve ser implementado um sistema de gestão bem planejado e bem projetado (CALDEIRA; LIMA, 2020 apud TEIXEIRA, 2021).

Villanueva et al (2011) mencionam que a gestão de águas pluviais desempenha um papel importante em uma área urbana. O planejamento estratégico para a sua gestão pode ser desenvolvido por governos locais e agências regionais e devem fazer parte de um sistema integrado de gestão de bacias hidrográficas em cooperação com todas as partes interessadas. Essa gestão também deve ser integrada à infraestrutura urbana e ao ordenamento do território, a fim de maximizar os benefícios das medidas adotadas e, de certa forma, evitar resultados conflitantes.

A urbanização altera expressivamente os processos naturais de escoamento de drenagem dentro de uma bacia hidrográfica, por exemplo, com o aumento do

volume de águas pluviais drenadas superficialmente também aumenta os picos de vazão dos corpos d'água, a degradação da qualidade da água, a geração de sedimentos, entre outros. Nesse viés, a gestão da drenagem pluvial desempenha um papel fundamental nas áreas urbanas, tornando-se cada vez mais complexa, envolvendo não apenas aspectos hidrológicos e hidráulicos, mas também questões ambientais, sociais e sanitárias, além de outras questões técnicas e de alto custo (ARAÚJO, et al 2017).

No âmbito da microdrenagem, vemos que muitos terrenos urbanos impermeabilizados acarretam no aumento da vazão natural devido à baixa taxa de permeabilidade do solo e da necessária inserção de tubulações para direcionar as águas. Desse modo, para mesmas intensidades de chuvas, os canais naturais, localizados nos fundos de vales, tendem a aumentar seus despejos, o que significa a sobrecarga dos sistemas de drenagem. Este problema persiste à medida que os órgãos públicos não desenvolvem parâmetro e diretrizes condizentes com as condições naturais ou, não dispõem de estrutura para fiscalização, ou ainda, cedem à pressão dos proprietários de lotes, autorizando ocupações em locais inapropriados tais como: fundos de vale, áreas íngremes e laterais de córregos (WAYDZIK, 2015).

Nesse contexto, o objetivo geral deste trabalho foi geral analisar a infraestrutura de drenagem pluvial urbana de Ariquemes/RO e ponderar sobre gestão da drenagem urbana do município, realizando um estudo em comparação com a lei 14.206/2020 do novo marco legal do saneamento básico.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Geral

Diagnosticar a infraestrutura atual da rede de drenagem da área urbana do município de Ariquemes, Rondônia, de modo a propor estratégias para a gestão com base no Novo Marco Legal do Saneamento.

### 1.2.2 Específicos

- Realizar o levantamento de dados sobre problemas de drenagem do município de Ariquemes-RO;
- Identificar os impactos no sistema de drenagem de Ariquemes-RO;
- Propor técnicas de gestão com base no novo marco legal do saneamento.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

O avanço do Brasil em relação ao saneamento básico mudou a partir da aprovação da Lei 11.445, em 2007, que estabeleceu as Diretrizes Nacionais de Saneamento Básico e a Política Federal de Saneamento Básico. Ela preconiza o acesso universal ao saneamento no país, dadas as aparentes desigualdades em saneamento existentes. Da mesma lei ainda define os municípios como sendo titulares dos serviços de saneamento básico, tanto no planejamento das políticas públicas – da qual é indissociável responsabilidade, quanto na prestação, regulação e fiscalização dos serviços (que podem ser delegados a terceiros). Esse estabelecimento de titularidade favorece a administração pensada nas peculiaridades locais e regionais (SILVA, 2019).

O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) deve ser formulado pelos titulares dos respectivos serviços municipais, sendo uma ferramenta essencial pela qual os gestores públicos podem contratar ou outorgar os serviços de esgotamento sanitário, drenagem e manejo de águas pluviais, abastecimento de água, limpeza urbana e gestão de resíduos sólidos (BRASIL, 2014).

A Lei Federal de Saneamento Básico (Lei nº. 11.445/2007) instituiu em seu Art. 9º que o titular dos serviços formulará a respectiva Política Municipal de Saneamento Básico e o Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB. Deverá, ainda, prestar ou delegar os serviços, definir o responsável pela regulação, fiscalização e procedimentos de sua atuação; adotar parâmetros para o atendimento essencial à saúde pública; fixar os direitos e os deveres dos usuários; estabelecer mecanismos de controle social; estabelecer sistema de informações sobre os serviços, articulado com o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico e intervir e retomar a operação dos serviços delegados, por indicação da entidade reguladora, nos casos e condições previstos em lei e nos documentos contratuais. Nesse sentido, serão propostos instrumentos que possam vir a facilitar ao município a formulação da Política e a elaboração do referido Plano, que são os instrumentos considerados centrais na gestão e prestação dos serviços públicos de saneamento básico (BRASIL, 2014).

Atualizado pela Lei nº 14.026/2020, o marco regulatório orienta a abordagem integrada dos quatro componentes do saneamento básico com o desenvolvimento de projetos, planos e ações. Eles também devem estar alinhados com políticas de desenvolvimento urbano, de combate e erradicação da pobreza, de habitação, de

promoção da saúde, de proteção ambiental, de recursos hídricos e dentre outras de interesses sociais relevantes, dirigidas à melhoria da qualidade de vida (SNIS, 2020).

## 2.2 PLANO DIRETOR E MEIO AMBIENTE URBANO

O Plano Diretor é o mecanismo básico da política urbana executada pelo poder público municipal, o mesmo consiste num conjunto de normas que regem o desenvolvimento, o uso, a expansão e o parcelamento do solo urbano, bem como a implantação da infraestrutura e equipamentos urbanos. Foi tornado obrigatório, por força da Constituição Federal, para todas as cidades com mais de vinte mil habitantes e sua elaboração é regida pela Lei Federal 10.257/2001, sendo nomeada como Estatuto da Cidade (MORUZZI, BRAGA & CUNHA, 2009).

O plano diretor considera o meio ambiente em diferentes níveis de abordagem, desde o nível macro, refletido nas diretrizes de desenvolvimento urbano e definições da política ambiental, até o específico, refletido nos parâmetros para o uso e ocupação do solo estabelecidos pela legislação urbanística, bem como na fixação de parâmetros de controle ambiental, através de leis específicas (MORUZZI, BRAGA & CUNHA, 2009).

Segundo Tucci (2015), a execução de planos diretores de drenagem urbana é uma medida altamente recomendada e constitui uma estratégia chave para soluções de drenagem urbana, tendo em vista que que planos bem elaborados permitem:

- Estudar a área de captação como um todo e, portanto, oferecer soluções em grande escala no espaço e no tempo, evitando medidas restritivas que muitas vezes apenas transferem e intensificam as inundações em outros pontos;
- Estabelecer padrões e critérios de projeto equivalentes para toda área da bacia, como por exemplo o período de retorno a ser adotado, travessias, etc;
- Identificar áreas que podem ser conservadas ou adquiridas pelo Estado antes de serem ocupadas e seus preços se tornarem proibitivos;
- Elaborar o zoneamento da várzea e inundação;
- Preparar o terreno para a implementação das medidas necessárias de forma tecnicamente precisa e com recursos disponíveis;

- Permitir o desenvolvimento urbano harmonizado, vinculando o plano de drenagem com outros planos existentes na área (estradas, transporte público, planos de abastecimento de água, etc.);
- Esclarecer à comunidade sobre a natureza e magnitude dos problemas e soluções propostas;
- Fornecer suporte técnico e político para as necessidades de recursos e
- Priorizar medidas preventivas com menor custo e maior alcance.

Para implementar medidas sustentáveis em uma cidade, é necessário desenvolver o plano diretor de drenagem urbana (PDDU). O plano é baseado nos seguintes princípios fundamentais: (a) Novos empreendimentos não devem aumentar a vazão máxima a jusante; (b) O planejamento e monitoramento dos impactos existentes devem considerar toda a bacia hidrográfica; (c) O escopo do planejamento deve ser integrado no plano diretor da cidade; (d) O controle de efluentes deve ser avaliado em combinação com esgoto doméstico e resíduos sólidos (TUCCI, 2003).

O plano diretor deve utilizar medidas não estruturais (principalmente legislação) para novas construções (loteamentos e lotes) e medidas estruturais para sub bacias urbanas. Neste último caso, as medidas visam evitar impactos preexistentes no escopo de desenvolvimento econômico da bacia e no risco do projeto. Em geral, tem sido aplicada a combinação de retenção (ou detenção) de água com expansão da capacidade de drenagem para minimizar custos (TUCCI, 2003).

No plano diretor do município de Ariquemes (2019) pode-se visualizar as especificações que relatam sobre o sistema de drenagem urbana, onde retrata como objetivo geral da política de desenvolvimento urbano que é necessário minimizar os efeitos das enchentes, melhorando o sistema de drenagem e recuperando os fundos de vale (Capítulo III, artigo 09) e como objetivo específico o planejamento do sistema de drenagem urbana tendo por base as bacias hidrográficas (Capítulo IV, artigo 11).

Ainda de acordo com plano diretor de Ariquemes (2019), em seu art. 14 a Política Municipal para o Meio Ambiente e Saneamento tem como objetivo geral a minimização do efeito das enchentes, ampliação das áreas verdes, universalização dos serviços de saneamento básico, redução da poluição do ar, da água e do solo, no Município. Na sequência, em seu art. 15, é apresentado a necessidade de preservação e recuperação de áreas verdes significativas de áreas públicas e privadas, assim como sua ampliação destinadas para mais espaços de parques e

praças. Essas áreas verdes são essenciais para o aumento de área permeável do município, assim como a prática de arborização.

Na seção II, do Saneamento Ambiental do plano diretor de Ariquemes (2019), no art. 214 expõe que a partir da vigência da legislação (Lei Municipal Nº 2.341 de 17 De Dezembro De 2019), devem ser seguidas as implantações de todas as execuções de pavimentação asfáltica os projetos de drenagem e microdrenagem de acordo com a bacias hidrográficas definidas, dar preferência a utilização de materiais permeáveis na pavimentação asfáltica do município e proibir a execução de pavimentação de vias públicas ou privadas sem as respectivas drenagens pluviais.

Segundo Tucci (2015) um plano diretor de drenagem urbana é, em princípio, uma peça técnica e, portanto, deve ser elaborado por equipes competentes que utilizarão as ferramentas tecnológicas mais adequadas a cada caso. Constitui também um documento de valor político importante e, portanto, é essencial que conte com o apoio da comunidade e dos poderes decisórios. Diversas estratégias podem ser utilizadas para conferir peso político ao plano, como atribuir força de lei ao planejamento, obter o apoio da comunidade através de campanhas de comunicação social e constituir fundos financeiros para garantir o fluxo estável de recursos.

### 2.3 DRENAGEM URBANA

O sistema de drenagem é constituído por dois tipos de controle de escoamento, sendo as medidas estruturais e as medidas não estruturais. As medidas estruturais correspondem às obras hidráulicas necessárias para proporcionar a boa drenagem do escoamento superficial. As não-estruturais correspondem a uma série de propostas, voltadas a minimizar os efeitos das chuvas intensas na área urbana, que não implicam em grandes obras de engenharia. Diversas vezes, as medidas não-estruturais de baixo investimento e de curto prazo resultam em grandes benefícios para a drenagem. Porém as duas medidas se complementam, em um sistema de drenagem ambas são essenciais para o seu funcionamento adequado (PHILIPPI JR, 2004).

De acordo com Tucci (2015), medidas estruturais são essenciais para um resultado satisfatório para resolução de problemas de inundações urbanas, porém sozinhas não representam uma solução efetiva e sustentável dos problemas mais complexos de drenagem urbana, além de serem medidas onerosas segundo constam a experiência nacional e internacional.

A microdrenagem é a parte integrante da drenagem urbana formada pelo conjunto de canalizações e dispositivos que assegura o transporte das águas pluviais desde os dispositivos de coleta até um ponto de lançamento à jusante no sistema de macrodrenagem. Alguns dispositivos e componentes são: meio-fio, sarjetas, bocas de lobo, poços de visita, galerias, sarjetas, tubulações, etc (BELÉM, 2020). Em uma área urbana, a microdrenagem é basicamente definida pelo traçado das ruas (TUCCI, 2015).

A macrodrenagem envolve as águas pluviais provenientes dos sistemas de microdrenagem, sendo compostos de condutos enterrados ou de canais abertos e com isso, deve ser projetado com capacidade superior ao de microdrenagem. Em geral, a macrodrenagem é definida pelos canais naturais ou artificiais de escoamento do excesso de água da chuva, sendo formada por estruturas que conduzem e/ou armazenam grandes volumes de água (BELÉM, 2020).

## 2.4 INUNDAÇÕES URBANAS E CONTROLE DE ENCHENTES

Segundo Oliveira (2010), enchentes e inundações são eventos que ocorrem naturalmente em todos ambientes fluviais, sendo importantes na manutenção dinâmica hidrológica e dos processos geomorfológicos. São fenômenos com grande complexidade, pois envolvem toda a rede de drenagem contribuinte, que é composta de diversos cursos d'água com características distintas (profundidade, largura, declividade, etc).

A parcela de água das chuvas que é impedida de infiltrar-se no solo, escoar sobre a nova superfície e alimenta os canais fluviais mais rapidamente, podendo causar inundações de grandes proporções. Geralmente, em um sistema mais preservado, a água tem maior percentual de infiltração e interceptação pela cobertura vegetal, levando um maior tempo para atingir os canais fluviais, diminuindo assim os picos de cheia e os rios de uma inundações repentina (Vitte e Guerra, 2004).

As enchentes resultantes do processo de urbanização são um reflexo da redução da infiltração natural dos solos urbanos, provocada principalmente por: pavimentação de ruas e construção de calçadas e estacionamentos, que reduz a superfície de infiltração; construção adensada de edificações, reduzindo o solo exposto e concentrando o escoamento das águas; desmatamento de encostas e assoreamento dos corpos hídricos que se desenvolvem nos espaços urbanos;

insuficiência da rede de galerias pluviais e/ou acúmulo de resíduos sólidos e sedimentos transportados nas galerias pluviais, canais de drenagem e corpos de água (ARIQUEMES, 2009).

À proporção que é realizada a impermeabilização do solo na área urbana há também o aceleração do escoamento superficial através de condutos e canais. A quantia de água que entra no sistema de drenagem aumenta simultaneamente, causando inundações mais frequentes do que quando a superfície era permeável e escoamento se dava pelo ravinamento natural (BERTONI E TUCCI, 2003).

As condições meteorológicas e hidrológicas favorecem as inundações, e as condições hidrológicas podem ser naturais ou artificiais. As condições são determinadas pela bacia em seu estado natural, sendo algumas dessas condições definidas pelo relevo, tipo de precipitação, cobertura vegetal e capacidade de drenagem. As condições artificiais são aquelas provocadas pela ação do homem, sendo alguns exemplos as obras hidráulicas, desmatamento, reflorestamento, urbanização e uso agrícola (BERTONI E TUCCI, 2003).

Tabela 1. Causas e efeitos da urbanização sobre as inundações urbanas.

CAUSAS	EFEITOS
<b>Impermeabilização</b>	- Maiores picos e vazões
<b>Redes de Drenagem</b>	- Maiores picos a jusante
<b>Resíduos</b>	- Degradação da qualidade da água - Entupimento de bueiros e galerias
<b>Redes de esgotos deficientes</b>	- Degradação da qualidade da água - Doença de veiculação hídrica
<b>Desmatamentos e desenvolvimento indisciplinado</b>	- Maiores picos e volumes - Mais erosão - Assoreamento em canais e galerias - Maiores prejuízos ao patrimônio
<b>Ocupação de várzeas</b>	- Maiores picos - Maiores custos de utilidades públicas

Fonte: Tucci (2015).

O gerenciamento do controle de enchentes aborda o excesso de água que intimida a vida humana, causa perdas econômicas e interrompe as atividades

socioeconômicas. O conceito de inundação é amplamente dividido em gerenciamento das áreas de enchentes e gerenciamento da água pluvial urbana. O gerenciamento das áreas de enchentes considera uma visão integrada de medidas estruturais e não estruturais para reduzir os danos das inundações em todos os sentidos. A gestão das águas pluviais urbanas, além da estrutura de gestão da várzea acima, também precisa considerar a visão integrada da gestão do esgoto urbano e do descarte de águas pluviais (FILHO, SZÉLIGA E ENOMOTO, 2000).

## 2.5 EVENTOS EXTREMOS

No regime fluvial, os eventos caracterizados como extremos são aqueles que possuem baixa frequência de ocorrência e magnitude, geralmente com elevado poder de destruição e que acarreta sérios prejuízos para a sociedade. Estão sempre associados aos períodos de alta pluviosidade, quando os cursos d'águas drenam uma quantidade muito elevada de água (OLIVERIA, 2010).

Quando as chuvas são intensas e o solo é incapaz de realizar a infiltração, assim a maior parte do volume escoar para o sistema de drenagem, excedendo sua capacidade natural. A quantidade excedente que não é drenada pode ocupar o local inundado, causando alagamentos de acordo com a topografia das áreas próximas ao manancial. Esses eventos ocorrem aleatoriamente dependendo dos processos climáticos locais e regionais (BERTONI E TUCCI, 2003).

As inundações estão relacionadas à urbanização porque interrompem o ciclo hidrológico de bacias hidrográficas motivados por eventos sazonais. Com isso, no processo de modificação do espaço urbano devem ser observados os impactos da impermeabilização do solo, da canalização dos rios, da retirada de matas ciliares e ocupação de várzeas, como atividades antrópicas que acentuam a ocorrência de inundações (NYLANDER, 2019).

De acordo com Licco e Dowell (2015) apud Nylander (2019), as inundações bruscas estão associadas a aumentos repentinos nos níveis de água em canais ou corpos d'água causados por chuvas fortes ou rupturas de barragens. Geralmente ocorrem em áreas com superfície íngreme ou fundo de vale, pois a inclinação mais acentuada da paisagem faz com que a água da chuva chegue mais rapidamente à extremidade jusante. Nesses casos, a remoção da vegetação e a urbanização

também encurtam o tempo de concentração e aumentam a frequência desse tipo de inundação.

O conhecimento de fenômenos hidrológicos extremos é um requisito em obras de drenagem, impermeabilização e outras projetos de engenharia, seja em áreas urbanas ou rurais, pois permite que o técnico responsável pelo projeto considere os riscos existentes com a execução da obra e associe à melhor alternativa, do ponto de vista econômico, sem desconsiderar as questões técnicas de desempenho e segurança (SOUZA et al, 2014).

Na região amazônica, o número de estações que medem os componentes do ciclo hidrológico ainda não é suficiente para atender às necessidades existentes, ou seja, dispositivos capazes de medir a precipitação. Vários fatores contribuem para esse problema, desde grandes áreas de acesso limitado, até a falta de planejamento do setor público em áreas urbanizadas da Amazônia. No entanto, a ocupação de áreas ricas em água pelos rios tem destacado os problemas econômicos causados por enchentes e inundações causadas pelo crescimento populacional em áreas urbanas da Amazônia (BERNINI et al, 2013).

## 2.6 RESÍDUOS SÓLIDOS

O crescimento populacional produz uma acelerada e crescente urbanização que está aliada ao aumento da produção dos resíduos sólidos e ao aumento da impermeabilização das superfícies, originando danos ao meio ambiente urbano quando não gerenciado corretamente. Este aumento na produção de resíduo sólidos e descarte incorreto poderia ser atenuado se a eficiência do serviço de saneamento municipal fosse mais assertiva e com uma maior conscientização da população (NEVES E TUCCI, 2003).

Os sistemas de drenagem e de gestão de resíduos estão interligados, visto que a disposição inadequada de resíduos é responsável pelo entupimento das galerias do sistema de captação de águas pluviais dos municípios, intensificando os efeitos das enchentes e a ocorrência de doenças de veiculação hídrica, além de causar contaminação da água e do solo (PEREIRA, 2015).

Brites et al, (2020) em sua pesquisa cita que a quantidade de resíduos sólidos transportados pela drenagem urbana tem sido relevante quando se atribui a contaminação dos recursos hídricos, sendo que nas últimas décadas a quantidade de

resíduos só tem aumentando porém ainda encontramos a falta tratamento apropriado e sua destinação final (BRITES et al, 2020).

A pesagem das cargas de resíduos na drenagem urbana apresenta uma grande relevância para avaliação do impacto e no projeto de medidas estruturais para o seu controle, tornando-se um item indispensável para o gerenciamento dos recursos hídricos (BRITES et al, 2020).

Segundo Tucci e Neves (2002) na rede de drenagem são encontrados dois tipos principais de resíduos, sendo os sedimentos gerados por erosão do solo em decorrência da precipitação e escoamento das águas e os resíduos produzidos pela população decorrente do desenvolvimento urbano. Visto isto, são observadas algumas etapas na produção de material sólido na drenagem urbana, que são os seguintes:

- Nas fases iniciais, quando a cobertura florestal da bacia é alterada devido à perda da camada protetora natural, o solo deixa de ser protegido e a erosão aumenta durante o período de alta precipitação, aumentando assim a produção de sedimentos.
- Na fase intermediária: parte da população já se instalou, o solo ainda está em movimento devido a novas obras e o processo de produção de sedimentos é acompanhado pela geração de resíduos da população;
- No estágio final: nesta fase quase todas as áreas urbanas são compactadas e o resultado é apenas a geração de resíduos domésticos, onde algumas áreas construídas apresentam menos sedimentos ou nenhuma cobertura total.

No caso da última etapa, a quantidade total de sólidos que entram na rede de esgoto depende da frequência e abrangência da coleta de resíduos, da frequência da limpeza das ruas, do gerenciamento de resíduos da população e da frequência das chuvas (TUCCI E NEVES, 2002).

Atualmente o Brasil conta com a Lei nº 12.305/2010 – Política Nacional dos Resíduos Sólidos, que possui uma abordagem dos instrumentos a fim de viabilizar os avanços que o país precisa referente a problemas ambientais, sociais e econômicos do manejo inadequado dos resíduos sólidos.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos afirma que a gestão integrada de resíduos sólidos abrange o todo, que visa encontrar soluções para os resíduos sólidos

que contemplem as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social e sejam o ponto de partida para o desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2010).

## 2.7 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Segundo Oliveira et al. (2020) o processo de urbanização traz intensas deformações no uso do solo, que devido a isto causam marcas definitivas nas condições hidrológicas das áreas urbanizadas, apresentando efeitos evidentes no aumento do escoamento superficial e na diminuição da infiltração.

Problemas relacionados com enchentes urbanas podem ser mitigados ou até evitados com um planejamento do sistema de drenagem pelo órgão responsável em uma área urbana, incorporando fundamentos que deverão ter início desde as atividades antecedentes do desenvolvimento do planejamento urbano, especialmente em termos de uso e ocupação do solo. Sobretudo, o município deve se atentar em implantar melhorias no espaço urbano, entendendo a necessidade da cidade na sua totalidade, conciliando o passado, ao redesenhar a cidade existente, com o futuro, planejando o crescimento urbano (FONTES E BARBASSA, 2003).

O crescimento significativo da população urbana é acompanhado pela impermeabilização das áreas habitadas. Assim, a expansão urbana tornou-se problemática porque as políticas de planejamento urbano e infraestrutura desses centros não correspondiam a essa nova realidade (PEREIRA et al. 2013).

Os sistemas de drenagem precisam constituir a organização e o uso do solo urbanos, valorizando os cursos d'água, preservando-os e até os recuperando, tanto na área interna da cidade, quanto na externa mais a jusante. Dessa forma busca-se a auto sustentabilidade nas cidades (VIOLA, 2008).

Tucci (2015) diz que a urbanização tem consequências não hidrológicas que interferem significativamente nas questões de drenagem urbana, principalmente se forem consideradas as condições brasileiras das últimas décadas, marcadas pelo crescimento acelerado e caótico das populações urbanas. Os impactos mais importantes são:

**a) Consequências sobre a ocupação do solo:**

- Crescimento de loteamentos executados sem condições técnicas adequadas;

- Ocupação de áreas impróprias (principalmente várzeas de inundação e cabeceiras íngremes);
- Crescimento de favelas e invasões e;
- Ocupação extensa e adensada dificultando a construção de canalizações e eliminando áreas de armazenamento.

**b) Consequências do comportamento político e administrativo:**

- O crescimento acelerado estimula a disputa por recursos entre os diversos setores da administração urbana e predomina a tendência de atuar corretivamente em pontos isolados;
- Medidas para disciplinar a ocupação do solo são dificultadas por conflitos de interesses e
- Políticas de médio e longo prazos são invariavelmente relegas a segundo plano.

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

A metodologia está organizada nas seguintes etapas: fase inicial fundamentada no levantamento de informações em literatura especializada e dados documentais, seguida pela caracterização da área e registro de fotografias.

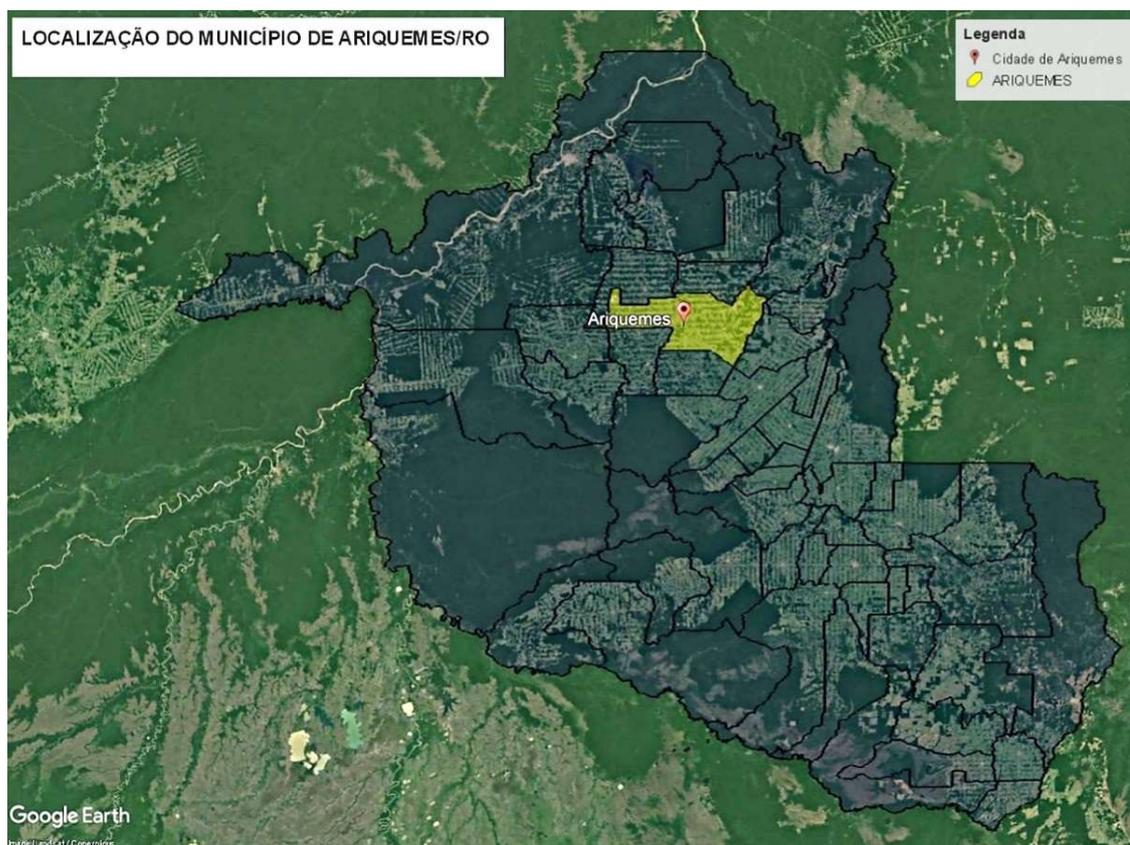
As etapas para coleta de dados foram por meio de documentos, principalmente os disponibilizados na internet, pesquisados nas plataformas Google Acadêmico, em sites institucionais e governamentais, sendo documentos públicos, legislações, normas, artigos técnicos e científicos, livros e trabalhos acadêmicos.

#### **3.1 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS**

##### **3.1.1 ÁREA DE ESTUDO**

O presente estudo foi desenvolvido no município de Ariquemes/RO, o qual localiza-se a uma latitude 09°54'48"S e a uma longitude 63°02'27"O, estando a uma altitude de 142 metros. De acordo com o censo de 2020 sua população é de 109.523 habitantes e possui uma densidade demográfica de 20,41 hab./km<sup>2</sup> (IBGE, 2019). Está localizado na porção centro-norte do estado, com uma área de 4.426,571 km<sup>2</sup> a 203 quilômetros de Porto Velho, capital de Rondônia. A figura 1 abaixo mostra o local de estudo.

Figura 1: Localização da área de estudo



Fonte: Adaptado de Google Earth (2022).

A área urbana de Ariquemes é cercada por três rios principais: o rio Jamari, que é o utilizado na captação e abastecimento de água no município, o Canaã e o Rio Branco ao norte da cidade. Existem também outros pequenos igarapés que cortam os setores 02, 05, 06, 07, Jardim América e outros (IBGE, 2019). O município de Ariquemes está inserido parcialmente dentro da bacia hidrográfica do Rio Jamari, cerca de 80 % de seu território, por outro lado, a região leste do município, cerca de 20 % de seu território está inserido na bacia hidrográfica do Rio Machado.

### 3.1.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

De acordo com Relatório de Diagnóstico de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais de Ariquemes, o sistema de drenagem de águas pluviais da cidade foi projetado na forma de galerias tubulares de concreto armado, com diâmetros variando de 0,60 m a 2,00 m e de galerias de concreto armado de seção quadrada de 2,00 m e 2,50 m, além de bueiros tubulares e celulares, com o intuito de direcionar o



Foi realizado o diagnóstico preliminar que consistiu na obtenção e organização de dados relevantes do sistema de drenagem urbana do município de Ariquemes. A partir do levantamento destes dados, que foi instruído pelo Plano de Saneamento Básico de Ariquemes (2016) fornecido pela prefeitura Ariquemes, foi possível realizar um comparativo da situação atual da cidade e então os correlacionar aos problemas associados à gestão da rede drenagem na sua malha urbana. Dessa forma, foi proposto novas medidas de gestão da rede de drenagem com base no novo marco legal do saneamento, visando à melhoria deste setor do saneamento no município.

## **4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

O processo de diagnóstico realizado consistiu na coleta de dados sobre os problemas de drenagem no município de Ariquemes, identificando os impactos e sugerindo um método de gestão, apontando tópicos da drenagem urbana instruídos na Lei 14.026/2020 do novo marco legal do saneamento.

### **4.1 DIAGNÓSTICO DA REDE DE DRENAGEM**

#### **4.1.1 Alagamentos no Perímetro Urbano**

A avaliação da estrutura e funcionamento do sistema de drenagem urbana da área de estudo foi observada pela microdrenagem que são representadas pelas pequenas e médias galerias, boca de lobo e bueiros, ruas pavimentadas, sarjetas e meios-fios responsáveis pela coleta e transporte das águas pluviais até o ponto de lançamento que podem ser os canais, córregos ou rios.

Dentre os aspectos de diagnóstico estudado foi realizado a identificação de pontos da cidade que ocorrem o alagamento em períodos de maior precipitação. No dia 25 de março de 2022, foi realizada uma visita na Avenida Canaã de Ariquemes, no período de chuva intensa, onde foi possível verificar os pontos de alagamento ao longo de toda via. Na figura 3 podemos visualizar um ponto que demonstra grande acúmulo de água, cujo está localizado na Avenida Canaã próximo à Alameda Cerejeira do Setor 01, com latitude: 9°54'48,43" S e longitude: 63°02'19,41" O.

Figura 3: Ponto de alagamento na Avenida Canaã em Ariquemes/RO



Fonte: Própria autora (2022).

A localização da figura 4 encontra-se em uma área com desnível mais acentuado próximo a BR-364 de Ariquemes/RO, sendo a visita realizada no dia 17 de março de 2022. A figura 04 está localizada na Avenida Massangana Apoio BR-364, com latitude: 9°54'18,25" S e longitude: 63°03'18,72" O. Na figura 5 foi identificado os dispositivos de boca de lobo do local, representado na figura 5-A e 5-B.

Figura 4: Ponto de alagamento na Avenida Massangana em Ariquemes/RO



Fonte: Própria autora (2022).

Figura 5: Ponto de bocas de lobo da Avenida Massangana em Ariquemes/RO



Fonte: Própria autora (2022).

No dia 13 de setembro de 2022 foi realizado a visita in loco na Avenida Juscelino Kubitschek com a Avenida Jamari, com latitude  $9^{\circ}55'16,18''$  S e longitude:  $63^{\circ}01'53,52''$  O, onde foi possível verificar o ponto de alagamento na rotatória destas avenidas conforme podemos visualizar na figura 06, sendo o alagamento contínuo ao longo de um grande trecho da via da Av. Jamari.

Figura 6: Ponto de alagamento na Avenida JK com Avenida Jamari em Ariquemes/RO



Fonte: Própria autora (2022).

Em período de sazonalidade as avenidas Jamari e Juscelino Kubitschek apresentam próximo a esse trecho um ponto de alagamento, necessitando de uma atenção do poder público para implantação de medidas estruturais para melhor escoamento do fluxo destas águas pluviais.

#### **4.1.2 Obras de melhorias da Infraestrutura de Drenagem**

No dia 10 de setembro foi realizado uma visita *in loco* na Avenida Candeias, 2675 Setor Áreas Especiais, com latitude  $9^{\circ}54'27,84''$  S e longitude  $63^{\circ}02'51,77''$  O onde foi identificado a obra de melhoria de drenagem realizada pela Secretaria de Obras da Prefeitura de Ariquemes, chamada de dissipador de energia. O dissipador de energia adotado na área é do tipo concreto monolítico em degraus, conforme mostra a figura 07, modelo utilizado devido o coletor se apresentar em um trecho muito íngreme, sendo um local que era recorrente com problemas de alagamento. Na figura 08 observa-se outro dissipador de energia construído na Av. Capitão Silvio com a Travessa Urano no Setor de Grande Áreas, com latitude  $9^{\circ}55'32,53''$  S e longitude  $63^{\circ}01'22,92''$  O, local que está recebendo melhorias para adequação da drenagem e

posteriormente continuação da pavimentação da Av. Capitão Silvio até o trecho da RO-257.

Segundo a Norma DNIT 022/2006 Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT), determina dissipador de energia como um dispositivo que propõe a redução da velocidade de escoamento nas entradas, saída ou mesmo ao longo do canal para reduzir o risco de efeitos erosivos dentro do próprio dispositivo ou em áreas adjacentes.

Figura 7: Dissipador de concreto monolítico em degraus na Av. Candeias em Ariquemes/RO



Fonte: Própria autora (2022).

Figura 8: Dissipador de concreto monolítico em degraus na Av. Capitão Silvio com Travessa Urano em Ariquemes/RO



Fonte: Própria autora (2022).

A dissipação de energia visa a diminuição da velocidade do escoamento nas estruturas hidráulicas e nas saídas de galerias de águas pluviais, principalmente nas situações de chuvas intensas e enchentes, para que seja minimizada a ocorrência de desgaste ou erosão dos canais. As descidas d'água em degraus conforme mostram nas figuras 07 e 08 acima, são estruturas que dissipam a energia gerada pelo jato de água com a estrutura e depois em cada degrau, formando um salto hidráulico, devendo ocorrer um espaçamento adequado para cada desnível (MENEGON, 2018).

#### **4.1.3 Resíduos Sólidos**

No perímetro urbano de Ariquemes há um benefício em decorrência dos canais de macrodrenagem naturais, onde existem 14 igarapés que compõe as bacias de pequeno porte com uma extensão de aproximadamente 25.148 metros. Esses igarapés pertencem à Bacia Hidrográfica do Rio Jamari, e necessitam de limpeza e manutenção por serem canais naturais da macrodrenagem. A limpeza desses canais

naturais tem objetivo de melhorar as condições de escoamento de cursos d'água, podendo ser realizado de forma manual ou se necessário mecanizados, dependendo da condição do terreno e resíduos encontrados.

Foi realizado uma visita in loco e ação de limpeza no igarapé Gaúcho em Ariquemes, onde foi identificado uma grande quantidade de resíduos no local, conforme segue na figura 9. A ação voluntária contabilizou uma quantidade retirada de aproximadamente 7 toneladas de resíduos, sendo uma ação desenvolvida pela Secretaria Municipal de Ariquemes, com parceria a outros órgãos.

Figura 9: Resíduos encontrados no Igarapé Gaúcho em Ariquemes



9-A) Margem do igarapé gaúcho e resíduos encontrados.

9-B) Resíduos retirados do igarapé gaúcho.

Fonte: Própria autora (2022)

A educação ambiental é um pilar importante para evitar problemas com disposição de resíduos em locais impróprios, sendo que esses resíduos acabam prejudicando o sistema drenagem urbana, sendo um problema pontual principalmente na microdrenagem onde ocorre o entupimento dos componentes, provocando alagamentos no decorrer dos trechos. Na figura 10 foi identificado resíduos sólidos urbanos (figura 10-A) e resíduos de construção civil (figura 10-B) depositados no entorno de canal pluvial.

Figura 10: Resíduos sólidos e de construção civil no entorno de canal pluvial



10-A) Resíduos identificados no canal pluvial.

10-B) Resíduos de construção civil a margem do canal pluvial.

Fonte: Própria autora (2022).

#### 4.2 PROPOSTA DE GESTÃO

Para se obter melhorias na drenagem urbana é necessário o município possuir bons planos para contribuição nas questões sociais, ambientais e hidrológicas. Para essa melhoria ser efetuada é necessário o aumento com investimentos paralelos a expansão urbana, que é um ponto essencial para contribuir com a implementação de medidas de gestão das águas pluviais. Uma drenagem urbana sustentável precisa ser realizada com diligência a fiscalização, ao controle de qualidade, recuperação de rios e córregos e a integração de plano diretor e planos de implementação.

Os itens abaixo, seguem como um estudo de proposta de gestão para drenagem urbana para Ariquemes, sendo diretrizes, objetivos, metas, estratégias e estruturação de gestão municipal.

As diretrizes a seguir destinam-se a evitar os problemas descritos no item de diagnóstico da rede de drenagem. Esses princípios são necessários para o desenvolvimento bem-sucedido de um programa consistente de drenagem urbana.

1. Deve ser estruturado o Plano de Drenagem Urbana (PDDU) que irá se integrar ao Plano Municipal de Saneamento Básico e Plano diretor participativo. O sistema de drenagem faz parte da infraestrutura urbana, portanto o deve ser planejado em conjunto com outros sistemas.

2. Atualização do Plano Municipal de Saneamento Básico conforme a Lei nº 14.026/2022 e realização do Plano diretor de drenagem urbana estudando e examinando todas as bacias hidrográficas constituintes da área urbana.
3. O plano deve prever a minimização dos impactos ambientais causados pelo escoamento de águas pluviais, coordenando o planejamento de saneamento ambiental, gestão de sólidos e redução da poluição das águas pluviais.
4. Promoção a educação ambiental da população e de administradores públicos sendo essencial para tomadas de decisões conscientes e assertivas.
5. Os custos decorrentes da implementação de medidas estruturais e de operação e manutenção do sistema de drenagem urbana devem ser repassados aos proprietários dos lotes na proporção de sua superfície impermeável, que produz um volume adicional em relação às condições naturais.
6. É primordial a uma eficiente gestão na manutenção da drenagem e uma fiscalização da regulamentação.

As metas seguem os seguintes princípios:

- Eliminar os alagamentos urbanos em áreas de cenário de risco;
- Minimizar a poluição das águas pluviais, garantindo a sustentabilidade ambiental dos rios e bacias hidrográficas a jusante das áreas urbanizadas;
- Eliminar todas as áreas que possuem ravinamento, erosão e áreas degradadas resultantes do aumento do escoamento das águas pluviais como resultado da urbanização.

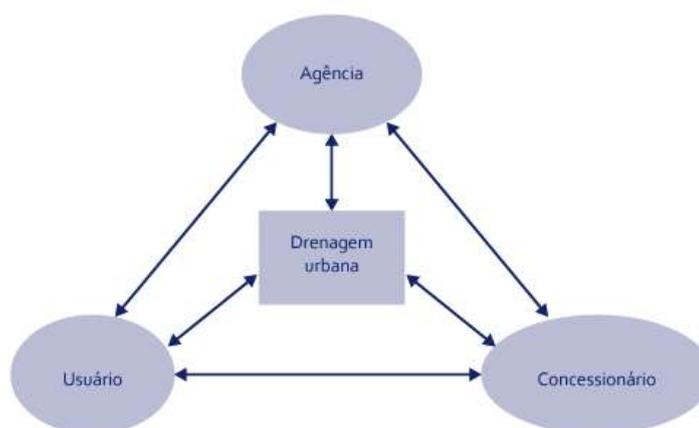
As estratégias seguem os princípios para:

- Conforme a abertura de novos empreendimentos gerir os impactos sobre a drenagem urbana com meios em medidas não estruturais: melhorias na gestão e no cumprimento da legislação de controle de impactos na drenagem urbana;

- Estabelecer metas e alcançá-las com o controle de gestão da drenagem urbana em relação ao impacto existente na área urbana com base em duas medidas: (a) medidas estruturais em cada bacia urbana; (b) cobrança de taxa de drenagem de compensação por impactos individuais.

A proposta de gestão foi seguida de acordo com o modelo do Tucci (2012) onde ele expõe que a estrutura de gestão de águas pluviais pode usar atores conforme ilustrado na figura 11. Existem uma entidade reguladora, concessionária (que podem ser públicos ou privados), e usuários que são proprietários privados e públicos da cidade.

Figura 11: Atores da gestão da drenagem urbana que atuam na política de drenagem urbana estabelecida pela legislação



Fonte: Tucci (2012)

Enquadrando a escala de atores da gestão da drenagem urbana, utilizando a gestão inserida no município de Ariquemes atualmente que segundo o PMSB de 2016 é de responsabilidade da Secretaria Municipal de Obras, uma proposta de gestão seria uma agência reguladora podendo ser regional ou municipal que seria responsável pela fiscalização do serviço, revisão de normas e plano diretor. O prestador de serviço público podendo utilizar o quadro técnico da Prefeitura Municipal, porém dividindo secretarias específicas como uma Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana que ficaria responsável pelo controle e fiscalização de novas obras de drenagem e uma Secretaria Municipal de Conservação e Manutenção Urbana que seria responsável pelo controle da manutenção, limpeza e recuperação

dos sistemas de drenagem. E por último o usuário do serviço que contribuiria com o pagamento de taxas ou tarifas dos serviços de manejos pluviais.

- Entidade Reguladora e Fiscalizadora (agência de regulação): A Lei n 14.026/2020 determina em seu artigo 8º, §5º, e artigo 9º, inciso II, a obrigatoriedade da regulação. O saneamento básico se trata de uma atividade econômica que constitui monopólio natural. A regulação tem função de ser exercida por uma autarquia dotada de independência. A solução adotada pelo novo marco do saneamento é de um sistema de regulação conduzidos por órgãos em esferas regionais, microrregionais e municipais (FROTA E HOSKEN, 2021).
- O artigo 29 da Lei nº 14.026/2020 traz mudanças relevantes sobre a cobrança do serviço de drenagem e manejo de águas pluviais, sendo permitido cobrança de tributos em formas de taxas ou tarifas dos serviços de manejos pluviais.

A gestão do saneamento inclusive da drenagem urbana é de competência municipal, sendo o município determinante de como será a gestão e quem será o responsável pela prestação do serviço. O planejamento estratégico das águas pluviais ele deve ser agregado com o governo do Estado, pois quando se fala em águas pluviais deve se considerar o gerenciamento integrada da bacia hidrográfica. A gestão das águas pluviais deve ser integrada com planejamento do uso do solo da infraestrutura urbana, sempre buscando benefícios das medidas adotadas, para evitar que com o passar do tempo ocorram situações conflitantes.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O novo marco legal do saneamento traz princípios que buscam a universalização do acesso e efetiva prestação dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais das áreas urbanas com tratamento, limpeza e fiscalização preventiva das redes de drenagem, tendo três grandes objetivos: saúde pública, proteção do meio ambiente e segurança da vida e do patrimônio público e privado.

No Brasil possuímos poucas experiências com a cobrança da drenagem urbana, havendo apenas 6% dos municípios com cobrança destes serviços, sendo uma questão que necessita de um grande avanço e devendo ser muito discutido em âmbito nacional para alcançar modelos eficientes para a sua cobrança, por se tratar de um assunto polêmico e novo para a expor a sociedade.

De acordo com o novo marco legal a os serviços de saneamento terão sustentabilidade econômico-financeira por cobranças de taxas ou tarifas. A cobrança da drenagem urbana vai levar em consideração a disponibilidade de cada lote urbano, a existência da impermeabilização e outros dispositivos de amortecimento e retenção, e também podem ser considerando o nível de renda da população e características dos lotes urbanos e áreas que podem ser neles edificadas. Essas taxas ou tarifas serão cobradas de acordo com a prestação de serviço ou das suas atividades.

Outra pauta é a redução de áreas verdes devido ao crescimento de construções residenciais e comerciais ocasionando a impermeabilização da área urbana. Ressaltando que a drenagem urbana sustentável está presente nos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS), do plano global de ação da Agenda 2030.

De acordo com a Lei nº 14.026/2020, o titular dos serviços públicos de saneamento básico deverá definir a entidade responsável pela regulação e fiscalização desses serviços, independentemente da modalidade de sua prestação. Em Ariquemes foi instituída pela Lei municipal nº 1.784/2013 a Agência Municipal de Regulação (AMR), porém a autarquia é responsável pela regulação e fiscalização dos serviços de contrato da concessão de água e esgoto, coleta de lixo e permissões de taxi do município, sendo que os serviços de drenagem e manejo das águas pluviais ainda não possuem uma regulação operante no município.

O município de Ariquemes possui um corpo técnico de gestão da drenagem na Prefeitura de Ariquemes, porém não existe um departamento específico para gestão da drenagem urbana, o que expõe uma insuficiência na definição entre o ente

municipal com as atribuições para o gerenciamento e ordenamento da drenagem e manejo de águas pluviais. O PMSB de Ariquemes cita que Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão (SEMPOG) coordena a execução de convênios de obras relacionados a drenagem urbana, sendo o órgão responsável pela fiscalização da implantação de obras a Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos (SEMOSP).

Entrando na pauta sobre plano diretor foi verificado que o município de Ariquemes ainda não dispõe de um plano diretor de drenagem urbana, possuindo apenas o plano diretor participativo (Lei nº 2.341/2019) que regulamenta instrumentos urbanísticos, o parcelamento, uso e ocupação do solo e define ações, programas, projetos e obra a serem seguidos até o ano de 2028, com objetivo de estabelecer diretrizes e objetivos das políticas de desenvolvimento urbano.

O plano diretor de drenagem é uma ferramenta muito importante para um desenvolvimento sustentável do município. Este planejamento tem a intenção de eludir perdas econômicas, aprimorar as condições sanitárias e a qualidade ambiental da cidade, dentro dos princípios econômicos, sociais e ambientais. O Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) estabelece critérios básicos para o desenvolvimento de sistemas de drenagem urbana para novos empreendimentos na cidade, com o objetivo de evitar impactos indesejáveis decorrentes da implantação de obras e loteamentos de solos drenados inadequadamente, gerados na cidade. O plano de controle estabelece opções de controle para cada bacia hidrográfica da cidade, reduzindo assim o risco de inundação em seu interior. O manual de drenagem representa um guia para a implantação de projetos de drenagem na cidade

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, G. D. De.; **Diagnóstico preliminar para o plano diretor de drenagem urbana no município de Matias Barbosa** – MG, 2014. Disponível em: <<https://www2.ufjf.br/engsanitariaeambiental//files/2014/02/DIAGNÓSTICO-PRELIMINAR-PARA-O-PLANO-DIRETOR-DE-DRENAGEM-URBANA-NO-MUNICÍPIO-DE-MATIAS-BARBOSA—MG.pdf>> Acesso em: 10 agosto 2022.

ARAÚJO, D. C. de., et al. **Análise multicritério aplicada à gestão de águas pluviais urbanas**, 2017. RBRH, Porto Alegre, v. 22, e18. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/2318-0331.011716006>> Acesso em: 11 agosto 2022.

ARIQUEMES. Plano de Saneamento Básico de Ariquemes / **Produto 2 – relatório de diagnóstico situar – diagnóstico dos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas**, 2009. – Convênio de Cooperação Técnica Fundação Nacional de Saúde / Prefeitura Municipal de Ariquemes.

BERNINI, H. et al. **Avaliação e características de eventos extremos de precipitação no perímetro urbano de Porto Velho – RO a partir da rede de pluviógrafos local**, 2013. Disponível em: <[https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/155/cc02f6dde6fb1f8cc7797aefdbc5d1aa\\_99026e23bd38b2fe8aaef09a8b58389b.pdf](https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/155/cc02f6dde6fb1f8cc7797aefdbc5d1aa_99026e23bd38b2fe8aaef09a8b58389b.pdf)> Acesso em: 21 agosto 2022.

BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M.; **Inundações urbanas na América do Sul**, Porto Alegre: associação brasileira de recursos hídricos, 2003. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Juan-Bertoni/publication/266883894\\_INUNDACOES\\_URBANAS\\_NA\\_AMERICA\\_DO\\_SUL/links/56b352cd08ae3d06a26644e2/INUNDACOES-URBANAS-NA-AMERICA-DO-SUL.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Juan-Bertoni/publication/266883894_INUNDACOES_URBANAS_NA_AMERICA_DO_SUL/links/56b352cd08ae3d06a26644e2/INUNDACOES-URBANAS-NA-AMERICA-DO-SUL.pdf)> Acesso em: 17 agosto 2022.

BRASIL, **Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010** - Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências, 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)> Acesso em: 21 agosto 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Fundação Nacional de Saúde. **Política e plano municipal de saneamento básico: convênio Funasa/Assemae** - Funasa / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. 2. ed. – Brasília: Funasa, 2014. 188 p. 1. Política de Saneamento. 2. Saneamento Básico. I. Título.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema nacional de informações sobre saneamento: 4º diagnóstico de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas** – 2019. Brasília: SNS/MDR, 2020c. 185 p.: il.

BRITES, A. P.; et al. **Avaliação dos resíduos sólidos veiculados em sistemas de drenagem urbana**, 2020. Disponível em: <<https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/535/2020/10/t246.pdf>> Acesso em: 21/08/2022.

Disponível em: [https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica\\_plano\\_municipal\\_saneamento\\_basico\\_2\\_ed.pdf](https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_plano_municipal_saneamento_basico_2_ed.pdf) Acesso em: 02 abril 2022.

Distrito Federal, Secretaria de Estado de Obras, **Plano diretor de drenagem urbana do distrito federal** – 2009. Brasília: Concremat Engenharia, 2009 V. 2 Conteúdo: 2 V Manual Técnico 2 e 3– Manual Técnico de Drenagem Urbana. Acesso em: 12 setembro 2022.

DNIT – NORMA 022/2006, ES.; **Drenagem dissipadores de energia (especificação de serviço**, 2006. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/especificacao-de-servico-es/dnit\\_022\\_2006\\_es.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/especificacao-de-servico-es/dnit_022_2006_es.pdf) Acesso em: 17 setembro 2022.

FILHO, A. G. de A.; et al. **Estudo de medidas não-estruturais para controle de inundações urbanas**, 2000. Disponível em: [http://ri.uepg.br:8080/riuepg/bitstream/handle/123456789/646/ARTIGO\\_EstudoMedidasNão.pdf?sequence=1](http://ri.uepg.br:8080/riuepg/bitstream/handle/123456789/646/ARTIGO_EstudoMedidasNão.pdf?sequence=1) Acesso em: 17 agosto 2022.

FONTES, A. R. M.; BARBASSA, A. P.; **Diagnóstico e prognóstico da ocupação e da impermeabilização urbanas**, 2003. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Ademir-Barbassa/publication/228432786\\_Diagnostico\\_e\\_prognostico\\_da\\_ocupacao\\_e\\_impermeabilizacao\\_urbanas/links/565f2acb08aeafc2aaca3344/Diagnostico-e-prognostico-da-ocupacao-e-impermeabilizacao-urbanas.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ademir-Barbassa/publication/228432786_Diagnostico_e_prognostico_da_ocupacao_e_impermeabilizacao_urbanas/links/565f2acb08aeafc2aaca3344/Diagnostico-e-prognostico-da-ocupacao-e-impermeabilizacao-urbanas.pdf) Acesso em: 21 agosto 2022.

FROTA, L. M.; HOSKEN, R. S.; **Cartilha sobre o novo marco legal do saneamento básico: Lei nº 14.026/2020** / coordenador: Leandro Mello Frota, Rodrigo Santos Hosken – 2. ed. rev. e atual. - Brasília: OAB Editora, 2021.

TUCCI, Carlos, E. M. SILVEIRA, André, L. L. da et al.; **Hidrologia: ciência e aplicação** / organizado por Carlos E. M. Tucci; André L. L. da Silveira. (et al.). – 4. Ed. 7 reimp. – Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística | v4.3.8.5. 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/ariquemes/panorama>. Acesso em: 20 junho 2022.

MENEGON, V. A.; **Critério de detalhamento para projeto de dissipador de energia de um emissário no município de campo mourão, paraná**. 2021. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6407/2/projetodissipadorenergiaemissario.pdf> Acesso em: 16 outubro 2022.

MORUZZI, R. B.; BRAGA, R.; CUNHA, C. M. L. da.; **Proposta de roteiro para coleta de dados visando diagnóstico da drenagem urbana em planos diretores municipais**, 2009. Disponível em:

<<https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/511/678>> Acesso em 02 abril 2022.

NEVES, M. G. F. P. Das.; TUCCI, C. E. M.; **Gerenciamento integrado em drenagem urbana: quantificação e controle de resíduos sólidos**. In: XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2003. Disponível em: < <http://rhama.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/04/quantificaresiduos03.pdf>> Acesso em: 27 maio 2022.

NEVES, M. G. F. P. Das.; TUCCI, C. E. M.; **Resíduos sólidos na drenagem urbana: aspectos conceituais**, 2008. Disponível em: < [https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/14/f7e55b3fc9bd429b6ef5e439008b1d8b\\_a2e7c33ac9e585d54f47b4c068afaedd.pdf](https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/14/f7e55b3fc9bd429b6ef5e439008b1d8b_a2e7c33ac9e585d54f47b4c068afaedd.pdf)> Acesso em: 12 junho 2022.

NYLANDER, J. D. A.; **Avaliação da utilização de comporta em eventos extremos de precipitação pluviométrica e de maré no canal de drenagem da Tamandaré**, 2019. Disponível em: < <http://repositorio.ufpa.br/handle/2011/12023>> Acesso em: 21 agosto 2022.

OLIVEIRA, G. G.; **Modelos para previsão, espacialização e análise das áreas inundáveis na bacia hidrográfica do rio caí, RS**. Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Porto Alegre, 2010. Disponível em: < <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/26020/000753299.pdf?sequence=1&isAllowed=y> > Acesso em: 17 agosto 2022.

OLIVEIRA, G. T. de.; et al. **Problemas causados pela impermeabilização do solo devida à urbanização**, 2020. XXVIII Seminário de Iniciação Científica. Disponível em: < <https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaoconhecimento/article/view/17822>> Acesso em: 10 junho 2022.

PEREIRA, F. D. de S.; **Os desafios entre a drenagem urbana e os resíduos sólidos: o caso de Aracaju/SE**, 2015 – Dissertação (mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe. Disponível em: < <https://ri.ufs.br/jspui/handle/123456789/4162>> Acesso em: 21 agosto 2022.

PEREIRA, M. C. S.; LUCCI, R. M.; et al. **Influência do controle da impermeabilização no custo do sistema de drenagem**, 2013. Disponível em: < [https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/66/SBRH2013\\_\\_PAP013552.pdf](https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/66/SBRH2013__PAP013552.pdf)> Acesso em: 21 agosto 2022.

Prefeitura Municipal de Ariquemes. **Relatório final do PMBS de Ariquemes**, 2016. Disponível em: <<https://ariquemes.sedam.ro.gov.br/wp-content/uploads/2019/09/Plano-Municipal-de-Saneamento-Basico-Ariquemes.pdf>> Acessado em: 23 março 2022.

SILVA, D. L. da.; **Avaliação do plano municipal de saneamento básico de maricá com vistas à sua revisão**, 2019. Disponível em: <<http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10028291.pdf>> Acesso: 02 abril 2022.

SNIS; **Do SNIS ao SINISA Informações para o planejar o Saneamento Básico**, 2020. Disponível em: <[http://www.snis.gov.br/downloads/cadernos/2020/DO\\_SNIS\\_AO\\_SINISA\\_SANEAMENTO\\_BASICO\\_SNIS\\_2021.pdf](http://www.snis.gov.br/downloads/cadernos/2020/DO_SNIS_AO_SINISA_SANEAMENTO_BASICO_SNIS_2021.pdf)> Acesso em: 02 abril 2022.

Teixeira, H. B. V.; **Análise da componente drenagem urbana e manejo de pluviais nos planos municipais de saneamento básico aprovados em municípios do Rio Grande do Norte: diagnóstico e ações** / Heloisa Bezerra Varela Teixeira. 62 f., 2021. Disponível em: <[https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/34238/1/AnaliseComponenteDrenagem\\_Teixeira\\_2021.pdf](https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/34238/1/AnaliseComponenteDrenagem_Teixeira_2021.pdf)> Acessado em: 13 março 2022.

TUCCI, C. E. M.; **Drenagem urbana**, 2003. Disponível em: <[http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252003000400020&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252003000400020&script=sci_arttext&tlng=pt)> Acesso em 01 abril 2022.

Tucci, C. E. M.; **Gestão da drenagem urbana**/Carlos E. M. Tucci. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012. Disponível em: <[https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/38004/LCBRSR274\\_pt.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/38004/LCBRSR274_pt.pdf)> Acesso em 18 setembro 2022.

VILLANUEVA, A. O. N.; et al. **Gestão da drenagem urbana, DA FORMULAÇÃO À IMPLEMENTAÇÃO**, 2011. Disponível em: <<http://rhama.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/04/gestadodrenagemrega.pdf>>. Acessado em: 08 agosto 2022.

VIOLA, H.; **Gestão de águas pluviais em áreas urbanas – o estudo de caso da cidade do Samba** - Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <[http://www.ppe.ufrj.br/images/publicações/mestrado/Heitor\\_Viola.pdf](http://www.ppe.ufrj.br/images/publicações/mestrado/Heitor_Viola.pdf)> Acesso em: 16 agosto 2022.

VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T.; **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 280p.

WAYDZIK, D.; **Desafios na gestão da drenagem urbana**, 2015. - ISSN 2358-5420 - 3ª edição - outubro de 2015. Disponível em: <<https://revistatecie.crea-pr.org.br/index.php/revista/article/view/62>> Acesso em: 08 agosto 2022.

## RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

**DISCENTE:** Nabila Rhaiane Nascimento Portugal

**CURSO:** Engenharia Ambiental e Sanitária

**DATA DE ANÁLISE:** 05.12.2022

### RESULTADO DA ANÁLISE

#### Estatísticas

Suspeitas na Internet: **4,61%**

Percentual do texto com expressões localizadas na internet [△](#)

Suspeitas confirmadas: **4,15%**

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados [△](#)

Texto analisado: **93,69%**

*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 2.8.5  
segunda-feira, 5 de dezembro de 2022 17:06

### PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho da discente **NABILA RHAIANE NASCIMENTO PORTUGAL**, n. de matrícula **18697**, do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, foi aprovado na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 4,61%. Devendo a aluna fazer as correções necessárias.



**HERTA MARIA DE AÇUCENA DO N. SOEIRO**

**Bibliotecária CRB 1114/11**

Biblioteca Central Júlio Bordignon

Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA