

Campus Calama
Coordenação do Curso de Engenharia Civil

NATÁLIA XAVIER SANT' ANNA

**DRENAGEM URBANA EM PORTO VELHO - RO:
AVALIAÇÃO SWOT DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO E PROPOSTA
SUSTENTÁVEL**

PORTO VELHO
2025

NATÁLIA XAVIER SANT' ANNA

**DRENAGEM URBANA EM PORTO VELHO - RO:
AVALIAÇÃO SWOT DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO E PROPOSTA
SUSTENTÁVEL**

Monografia entregue como Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Calama, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel, junto ao Curso de Engenharia Civil, sob a orientação do professor Frédi Rodrigues Ramos da Silva.

PORTO VELHO
2025

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO.

Sant' Anna, Natália Xavier.
Drenagem urbana em Porto Velho - RO: avaliação swot do plano municipal de saneamento e proposta sustentável / Natália Xavier Sant' Anna. - Porto Velho, 2025.
91 f. : il.

Orientador(a): Prof. Me. Fredi Rodrigues Ramos da Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Porto Velho, 2025.


1. drenagem urbana. 2. Planejamento Urbano. 3. Plano Municipal de Saneamento Básico. 4. Análise SWOT . 5. Porto Velho. I. Silva, Fredi Rodrigues Ramos da (orient.). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Miria Santana Veiga, CRB-11/898


**DRENAGEM URBANA EM PORTO VELHO - RO:
AVALIAÇÃO SWOT DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO E PROPOSTA
SUSTENTÁVEL**

Monografia entregue como Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus Calama*, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel, junto ao Curso de Engenharia Civil, sob a orientação do professor Frédi Rodrigues Ramos da Silva.


Aprovado em: 05/12/2025 pela banca examinadora.

Documento assinado digitalmente
 **CELSO JOSE ROBERTO SOARES JUNIOR**
Data: 17/12/2025 21:01:29-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Ms. Celso José Roberto Soares Júnior (Membro da Banca)

Documento assinado digitalmente
 **KAZUO KADOWAKI**
Data: 17/12/2025 21:18:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Ms. Kazuo Kadowaki (Membro da Banca)

Documento assinado digitalmente
 **FREDI RODRIGUES RAMOS DA SILVA**
Data: 17/12/2025 20:53:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Ms. Frédi Rodrigues Ramos da Silva (Orientador)

DRENAGEM URBANA EM PORTO VELHO - RO: AVALIAÇÃO SWOT DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO E PROPOSTA SUSTENTÁVEL

RESUMO

A crescente impermeabilização do solo somada à ausência ou ineficiência dos sistemas de drenagens nas áreas urbanas tem intensificado os problemas relacionados à drenagem pluvial, como alagamentos, enxurradas e inundações. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo analisar a proposta de drenagem urbana apresentada no Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Porto Velho – RO, por meio da aplicação da análise SWOT (força, oportunidade, fraqueza e ameaça), propondo ao final uma alternativa sustentável que contribuísse para a efetividade e a melhoria da gestão da drenagem urbana no município, considerando aspectos técnicos, ambientais e sociais. A pesquisa envolveu o levantamento bibliográfico necessário para o embasamento quanto aos conceitos básicos da hidrologia, planejamento urbano e à legislação vigente no que diz respeito ao sistema de drenagem e manejo de águas pluviais. Em seguida, foram selecionados os documentos utilizados como embasamento principal: Plano Municipal de Saneamento Básico de Porto Velho e o Plano Diretor Participativo, tendo como apoio o artigo desenvolvido por Pires *et. al.* (2016) sobre a proposta de saneamento na cidade de São Carlos, em São Paulo. Assim, como resultado o PMSB foi analisado sob a perspectiva da Matriz SWOT em 14 critérios diferentes já analisados no modelo do autor Pires *et. al.* (2016). Ao final, a análise dos critérios teve como produto os quadros resumos de cada tópico. A partir da análise, os resultados demonstram um sistema de drenagem com pouco histórico registrado de funcionamento, mas que têm metas e objetivos previstos, mesmo que não sejam tão bem estruturados. Cabe ressaltar que o estudo não apresentou uma interação entre os sistemas do saneamento básico, que também apresentam precariedade em alguns aspectos. Como melhoria, foram previstas a utilização da ferramenta GPR, elaboração de Plano de Drenagem e incentivos à educação ambiental. Foram realizados também os estudos técnicos necessários para definição de soluções a partir de técnicas de drenagem sustentável. Com as técnicas de drenagem relacionadas aos resultados da análise SWOT foi possível propor dentre as técnicas de Pavimentos permeáveis, bacia de infiltração, trincheira de infiltração e telhado verde, como sendo as Bacias de Detenção como o método mais adequado à implantação no município, devido a integração com outros sistemas de infraestrutura, atendimento às particularidades regionais e ao fato de ser prevista no PMSB, mesmo que de maneira geral.

Palavras-chave: drenagem urbana; Planejamento Urbano; Plano Municipal de Saneamento Básico; Análise SWOT; Porto Velho.

ABSTRACT

The increasing soil impermeabilization, combined with the absence or inefficiency of drainage systems in urban areas, has intensified problems related to stormwater management, such as flooding, flash floods, and inundations. In this context, the present study aims to analyze the urban drainage proposal presented in the Municipal Basic Sanitation Plan (PMSB) of Porto Velho – RO, through the application of a SWOT analysis (strengths, opportunities, weaknesses, and threats), ultimately proposing a sustainable alternative that contributes to the effectiveness and improvement of urban drainage management in the municipality, considering technical, environmental, and social aspects. The research involved a bibliographic review necessary to support the understanding of basic concepts of hydrology, urban planning, and current legislation related to drainage systems and stormwater management. Subsequently, the documents used as the primary basis were selected: the Municipal Basic Sanitation Plan of Porto Velho and the Participatory Master Plan, supported by the study developed by Pires et al. (2016) on the sanitation proposal for the city of São Carlos, in São Paulo. As a result, the PMSB was analyzed from the perspective of the SWOT Matrix across 14 different criteria previously examined in the model established by Pires *et al.* (2016). In the end, the analysis of the criteria produced summary tables for each topic. Based on the assessment, the results indicate a drainage system with little recorded operational history, yet one that does present goals and objectives, even if not well structured. It is important to highlight that the study did not show an interaction between basic sanitation systems, which also exhibit deficiencies in some aspects. As improvements, the use of the GPR tool, the development of a Drainage Plan, and incentives for environmental education were proposed. Technical studies were also carried out to define solutions based on sustainable drainage techniques. Considering the drainage techniques aligned with the results of the SWOT analysis, it was possible to propose Detention Basins as the most suitable method for implementation in the municipality—among permeable pavements, infiltration basins, infiltration trenches, and green roofs—due to their integration with other infrastructure systems, alignment with regional characteristics, and the fact that they are already included, even if generally, in the PMSB.

Keywords: Urban change; Urban Planning; Municipal Basic Sanitation Plan; SWOT Analysis; Porto Velho

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Bacia Hidrográfica e Microbacia.....	17
Figura 2 - Microdrenagem e Macrodrenagem.....	18
Figura 3 - Esquema de drenagem convencional.....	20
Figura 4 - a) Pavimento de blocos de concreto vazado; b) concreto permeável	23
Figura 5 - Asfalto poroso.....	23
Figura 6 - Bacia de infiltração ou jardim de chuva	24
Figura 7 - Trincheira de infiltração: vista em corte e vista superior, respectivamente	25
Figura 8 - Telhado verde: composição das camadas e vista superior, respectivamente.....	25
Figura 9 - Bacia de retenção	26
Figura 10 - Localização do Município de Porto Velho, Rondônia.....	27
Figura 11 - Mapa de Setorização do município de Porto Velho	29
Figura 12 – Mapa do Perímetro urbano com setorização da mobilização social do município de Porto Velho (Distrito-Sede).....	29
Figura 13 - Bacias Hidrográficas Urbanas Distrito-sede de Porto Velho	31
Figura 14 - Pontos de alagamento nas Avenidas Rio de Janeiro e Guaporé	32
Figura 15 - Pontos de alagamento na Av. Jorge Teixeira (a) e Av. Prefeito Chiquilito Erse (b) após chuvas intensas em fevereiro de 2025 e 2020, respectivamente	32
Figura 16 - Características dos leitos dos rios.....	33
Figura 17 - Fluxo de Gestão Integrada de Águas Urbanas.....	40
Figura 18 - Matriz de Análise SWOT	44
Figura 19 - Fluxograma de atividades e produtos - PMSB de Porto Velho.....	47
Figura 20 – Estrutura Organizacional da Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Básicos (SEMISB).....	69
Figura 21 - Esquema de interação do sistema de drenagem convencional e a conexão com a bacia de retenção do Programa Drenar do Distrito Federal.....	81
Figura 22 - Vista aérea do lago de retenção do DF	82
Figura 23 - Lago de retenção localizado no Parque Internacional da Paz.....	82

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação de Desastres Naturais Hidrológicos	36
Quadro 2 - Quadro comparativo entre inundação, enchente, enxurrada e alagamento	36
Quadro 3 - Tópico 1 - Avaliação do Diagnóstico do PMSB	50
Quadro 4 - Tópico 2 - Avaliação do Cadastro da rede de drenagem do PMSB	52
Quadro 5 - Tópico 3 - Avaliação da Integração com outros sistemas de infraestrutura do PMSB	54
Quadro 6 - Tópico 4 - Avaliação da Tipologia de dispositivos e padronização do PMSB	56
Quadro 7 - Tópico 5 - Avaliação da Manutenção dos dispositivos de drenagem do PMSB	57
Quadro 8 - Tópico 6 - Avaliação dos Projetos e programas em elaboração do PMSB	58
Quadro 9 - Tópico 7 - Avaliação das Medidas estruturais do PMSB	60
Quadro 10 - Tópico 8 - Avaliação da Definição de programas, projetos e ações do PMSB	62
Quadro 11 - Tópico 9 - Avaliação das Medidas não estruturais do PMSB	63
Quadro 12 - Tópico 10 - Avaliação da Formulação de objetivos e metas do PMSB	65
Quadro 13 - Tópico 11 - Avaliação das Ações emergenciais do PMSB	67
Quadro 14 - Tópico 12 - Avaliação Institucional do PMSB	68
Quadro 15 - Tópico 13 - Avaliação Plano de investimentos do PMSB	70
Quadro 16 - Tópico 14 - Avaliação dos Indicadores de monitoramento do PMSB	72
Quadro 17 - Características dos Pavimentos Permeáveis	76
Quadro 18 - Características das Bacias de Infiltração	77
Quadro 19 - Características das Trincheiras de Infiltração	77
Quadro 20 - Características dos Telhados Verdes	78
Quadro 21 - Características das Bacias de Detenção	78

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>apud</i>	Citado por
Av.	Avenida
Etc.	E outras coisas
et al.	E colaboradores
km	Quilômetros
km ²	Quilômetros quadrados
m	Metro
n ^o	Número
p.	Página
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
APP	Área de Proteção Permanente
ARPV	Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Município de Porto Velho
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais
CMS	Conselho Municipal de Saúde
COBRADE	Classificação e Codificação Brasileira de Desastres
COMSAB	Conselho Municipal de Saneamento Básico
CONCIDADE	Conselho Municipal da Cidade
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
EMDUR	Empresa de Desenvolvimento Urbano
EPA	Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos
FOFA	Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças
GPR	<i>Ground Penetrating Radar</i>
GIAU	Gestão Integrada de Águas Urbanas
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração Municipal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
LID	<i>Low Impact Development</i>
LNSB	Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico
OMS	Organização Mundial de Saúde

PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PDD	Plano Diretor de Drenagem
PDM	Plano Diretor Municipal
PDPM	Plano Diretor Participativo do Município
PLANCON	Plano de Contingência
PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PMSPV	Plano Municipal de Saneamento do município de Porto Velho
RO	Rondônia
SbN	Soluções baseadas na Natureza
SEDEC	Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil
SEMA	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
SEMED	Secretaria da Educação
SEMISB	Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Serviços Básicos
SEMOB	Secretaria Municipal de Obras e Pavimentação
SEMPOG	Secretaria Municipal de Planejamento, Orçamento e Gestão
SEMUR	Secretaria Municipal de Regularização Fundiária, Habitação e Urbanismo
SEMUSB	Secretaria Municipal de Saneamento e Serviços Básicos
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNSA	Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental
SUDS	Sustainable Urban Drainage Systems
SUOP	Subsecretaria de Obras e Pavimentação
SWOT	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats</i>
TR	Tempo de Recorrência
WSUD	<i>Water Sustainable Urban Design</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 JUSTIFICATIVA	14
3 OBJETIVOS	15
3.1 Objetivo geral.....	15
3.2 Objetivos específicos	15
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
4.1 Drenagem Urbana.....	16
4.2 Soluções Sustentáveis para controle das águas pluviais.....	21
4.3 Técnicas de drenagem sustentável.....	22
4.3.1 Pavimentos permeáveis	22
4.3.2 Bacia de infiltração.....	24
4.3.3 Trincheira de infiltração	24
4.3.4 Telhado verde.....	25
4.3.5 Bacia de detenção.....	26
4.4 Porto Velho - Rondônia X Histórico de Drenagem Urbana	27
4.5 Enchentes e inundações em Centros Urbanos.....	32
4.5.1 Inundação	33
4.5.2 Enchentes	34
4.5.3 Enxurradas.....	34
4.5.4 Alagamento	35
4.5.5 Centros Urbanos X Alagamentos.....	37
4.6 Planejamento Urbano e Saneamento Básico	37
4.7 Instrumentos de Planejamento e Gestão de Drenagem em Porto Velho	40
4.8 Métodos de diagnóstico e Avaliação de Sistemas de drenagem.....	42
4.9 Análise SWOT: Conceito e aplicações em Políticas Públicas	43
5 METODOLOGIA.....	46
6 RESULTADOS	50
6.1 Tópico 1 - Diagnóstico	50
6.2 Tópico 2 - Cadastro de rede de drenagem	52
6.3 Tópico 3 - Integração com outros sistemas de infraestrutura	54
6.4 Tópico 4 - Tipologia de dispositivos e padronização	56
6.5 Tópico 5 - Manutenção dos dispositivos de drenagem	57

6.6 Tópico 6 - Projetos e programas em elaboração.....	58
6.7 Tópico 7 - Medidas estruturais	60
6.8 Tópico 8 - Definição de programas, projetos e ações.....	62
6.9 Tópico 9 - Medidas não estruturais.....	63
6.10 Tópico 10 - Formulação de objetivos e metas.....	64
6.11 Tópico 11 - Ações emergenciais	67
6.12 Tópico 12 - Institucional.....	68
6.13 Tópico 13 - Plano de investimentos	70
6.14 Tópico 14 - Indicadores de monitoramento.....	72
7. AÇÕES E PROPOSTAS DE MELHORIA	74
7.1 Melhorias na gestão de drenagem urbana em Porto Velho	74
7.2 Critérios de escolha da proposta sustentável que mais se adequa às características locais observadas no PMSB	76
7.5 Lago de Captação Pluvial: conceito, funções e vantagens.....	80
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
REFERÊNCIAS	86

1 INTRODUÇÃO

A crescente impermeabilização do solo somada à ausência ou ineficiência dos sistemas de drenagens nas áreas urbanas tem intensificado os problemas relacionados à drenagem pluvial, como alagamentos, enxurradas e inundações, trazendo inúmeros desafios à gestão das águas da chuva, especialmente em locais com índices pluviométricos excessivos em determinadas épocas do ano, como ocorre na capital de Rondônia, Porto Velho.

De início, é necessário que se tenha clareza na conceituação desses fenômenos naturais que tem a água como seu principal agente, como a inundação que trata do transbordamento natural dos rios e lagos, afetando as áreas de várzeas e planícies; a enchente que é uma cheia interna no canal, sem extravasamento, ocorrendo no leito do rio; a enxurrada, causada pelo escoamento superficial rápido em locais com declividade e; por fim, o alagamento que ocorre em razão de uma drenagem deficiente, afetando ruas e bairros dentro das cidades, conforme pontuado por Brito (2021).

Ao nos depararmos com problemas de drenagem, muitas vezes a tendência é pensarmos em solucionar essas questões a partir de ações como a de construir e ampliar as galerias e outros dispositivos, ou fazem parte de uma situação impraticável de resolver diante a recorrência em que os eventos críticos acontecem, nos conduzindo à percepção de que a gestão está sendo ineficiente.

Em muitos casos, o que ocorre é justamente uma junção de fatores que podem envolver erros de dimensionamento ainda na fase de concepção do projeto de drenagem, sistemas de infraestrutura em especial de saneamento básico que não acompanham o crescimento desordenado e abrupto das cidades, ou o desequilíbrio climático dos últimos anos.

Diante do exposto, existem diversas maneiras de abordar essa problemática a fim de tratar a drenagem desde o seu planejamento, adequando o sistema de drenagem existente às características climáticas, ambientais e socioeconômicas que são inerentes a uma região. É possível fazer uso de metodologias pré-definidas para analisar e propor intervenções, são possibilidades: a modelagem computacional, a realização de vistorias e monitoramento ambiental (Santos, 2022), uso de indicadores de desempenho (Macedo *et al.*, 2020) ou a avaliação de instrumentos de planejamento a partir da análise SWOT.

Para a análise de instrumentos de planejamento urbano pode-se fazer uso da Matriz SWOT, uma ferramenta de análise estratégica usada para avaliar projetos, organizações ou políticas públicas. A sigla SWOT representa respectivamente, as *Strengths* (forças),

Weaknesses (fraquezas), *Opportunities* (oportunidades), e *Threats* (ameaças), verificando os fatores internos e externos, que tem por objetivo embasar o planejamento estratégico da gestão de uma organização, podendo ser aplicada em políticas públicas, como é o caso do sistema de drenagem (Fracasso, 2022).

Para tal aplicação no estudo desenvolvido, foram utilizados para analisar a drenagem urbana os instrumentos de planejamento e gestão de drenagem, os principais são: Novo Marco Legal do Saneamento (Brasil, 2023), Plano Diretor Participativo do Município (PDPM), Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), o último representa o documento escolhido para verificação.

O PMSB de análise é específico da Capital de Rondônia, Porto Velho. Esse documento estabelece: “objetivos, metas e condições da prestação dos serviços de saneamento básico. Com horizonte de 20 anos e revisões periódicas, é elaborado pelo titular dos serviços (o município)”. Dessa forma, o objetivo do trabalho em questão foi o de analisar a proposta de drenagem urbana e manejo de águas pluviais previstos no PMSB de Porto Velho a partir da matriz SWOT, propondo ao final uma alternativa sustentável que contribua para melhoria da gestão.

Através do estudo, ao identificar os aspectos de força, fraqueza, oportunidade, e ameaça no sistema de drenagem existente e suas propostas, espera-se que seja evidenciado como a maneira que os dados são expostos e posteriormente analisados interferem na tomada de decisão das entidades governamentais.

Além disso, com a sugestão de uma alternativa sustentável diante dos resultados de análise da gestão de um sistema de infraestrutura de saneamento básico deficitário, presume-se que seja uma forma de trazer a público a importância de buscar maior proximidade entre os membros da Academia de Engenharia Civil (acadêmicos, docentes e profissionais já formados) e as entidades governamentais.

Esse seria um meio de dar condições para o debate, o senso crítico e um planejamento estratégico favorável ao atendimento dos serviços básicos, de forma sustentável e proporcionando maior qualidade de vida à população.

2 JUSTIFICATIVA

Em meio às mudanças climáticas que são cada vez mais notórias ao decorrer da última década, observa-se desequilíbrios como a falta ou excesso de chuvas, secas e ondas de calor no Brasil. No caso das chuvas torrenciais, podem ser acarretados problemas como as inundações, enxurradas, alagamentos e deslizamentos, devendo ser tomadas medidas como a prevenção e preparação das entidades públicas para evitar ou minimizar esses tipos de desastres.

A escolha do tema se deu em decorrência do interesse em encontrar uma alternativa aos alagamentos recorrentes, principalmente em períodos chuvosos, em áreas específicas na cidade de Porto Velho, Rondônia, onde não se observa medidas resolutivas, mas sim a ausência ou ineficiência dos elementos drenantes nas regiões afetadas.

Entretanto, para que se chegue a uma sugestão de melhoria, é fundamental o conhecimento sobre a legislação que aborde os aspectos do sistema de drenagem e que seja empregada um sistema metodológico consolidado, no caso utilizando a matriz SWOT no Plano Municipal de Saneamento Básico, com delimitação no sistema de drenagem e manejo de águas pluviais.

Como benefício, o estudo está associado ao papel estratégico na drenagem urbana para a redução de danos materiais, ambientais e sociais. Além disso, o controle de escoamento hídrico com soluções que tem o meio ambiente e a sociedade como principais favorecidos, contribuem para o desenvolvimento de um sistema bem estruturado e em consonância com as demandas mundiais de sustentabilidade.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Analisar a proposta de drenagem urbana apresentada no Plano Municipal de Saneamento Básico de Porto Velho – RO, por meio da aplicação da análise SWOT, propondo ao final uma alternativa sustentável que contribua para a efetividade e a melhoria da gestão da drenagem urbana no município.

3.2 Objetivos específicos

- Contextualizar a situação da drenagem urbana em Porto Velho - RO, destacando seus principais desafios no âmbito do saneamento básico;
- Analisar a proposta de drenagem prevista no Plano Municipal de Saneamento Básico, identificando seus aspectos estruturais e estratégicos;
- Aplicar a análise SWOT para avaliar os pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças da política pública de drenagem urbana;
- Propor uma solução sustentável de drenagem adaptada à realidade local, como alternativa para o aprimoramento da gestão pública.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para o entendimento da análise da proposta de drenagem urbana do município de Porto Velho com base na matriz SWOT, é imprescindível que haja o devido conhecimento dos conceitos fundamentais que se referem ao assunto abordado. Com isso, a seguir serão tratados os subtópicos que estabelecem a base teórica para o estudo em questão.

No subtópico 4.1, Drenagem Urbana, serão tratados os conceitos de drenagem urbana, trazendo a diferenciação entre os métodos convencionais e sustentáveis; no item 4.2, Soluções Sustentáveis para controle das águas pluviais, serão demonstrados os princípios das Soluções baseadas na Natureza (SbN); e no item 4.3, Técnicas de Drenagem Sustentável, trará as principais técnicas de drenagem sustentável que reduzem os impactos da urbanização e da impermeabilização do solo.

Já no item 4.4, Porto Velho - Rondônia X Histórico de Drenagem Urbana, haverá a contextualização histórica do município analisado, trazendo a conjuntura da drenagem urbana até que se chegue aos dias atuais.

O item 4.5, Enchentes e inundações em Centros Urbanos, tratará da distinção entre os fenômenos de inundação, enchente, enxurrada e alagamento e suas interações dentro do perímetro das cidades; o item 4.6, Planejamento Urbano e Saneamento Básico, sucederá com a relação entre o planejamento dos serviços essenciais de infraestrutura de saneamento concomitante à expansão urbana.

No item 4.7, Instrumentos de Planejamento e Gestão de Drenagem em Porto Velho, abrangerá os Planos de Saneamento Básico, Planos Diretores Municipais, Planos Diretores de Drenagem Urbana e demais instrumentos de administração de elementos hídricos.

No item 4.8, Métodos de diagnóstico e Avaliação de Sistemas de drenagem, serão elencadas as principais técnicas de diagnóstico e avaliação para a compreensão do comportamento das redes hidráulicas pluviais. Por fim, o item 4.9, Análise SWOT: Conceito e aplicações em Política Públicas, trará a conceituação da metodologia utilizada e as possibilidades de aplicação dentro das decisões e programas adotados pela esfera pública.

4.1 Drenagem Urbana

O entendimento da drenagem e do manejo das águas pluviais parte de conceitos básicos da Hidrologia, a ciência que estuda a interação da água com o meio ambiente e vida na Terra, (sendo pertinente para sua compreensão e gerenciamento do ciclo hidrológico) contribuindo

para um bom posicionamento diante dos desafios de segurança hídrica e adaptação climática, conforme Orr *et al.* (2025).

De acordo com Oliveira *et al.* (2025), o ciclo hidrológico refere-se aos processos de precipitação (chuva), escoamento, infiltração e evapotranspiração (evaporação da água e transpiração pelas plantas) que ocorrem dentro de uma bacia hidrográfica, isto é, a área de captação e condução natural das águas superficiais através dos corpos hídricos, conforme disposto na Figura 1.

Figura 1 - Bacia Hidrográfica e Microbacia



Fonte: Oliveira *apud* Arvoreagua, 2025, p. 6.

Uma bacia hidrográfica pode ser composta por várias microbacias, as quais compreendem uma área de captação de água em escala menor, podendo auxiliar na setorização de uma área de estudo, como por exemplo dentro do perímetro urbano de uma cidade, o que garante a definição de unidades de planejamento urbano que favorecem medidas e boas práticas para o correto funcionamento dos sistemas de drenagem (Porto Velho, 2021).

O autor Brito (2021) complementa que esse sistema natural de drenagem das bacias, compreende uma área definida topograficamente, conectando os cursos d'água até que a vazão

chegue a uma saída simples. Ao existir a influência do homem, a chamada ação antrópica, com o desmatamento e a impermeabilização do solo decorrente de atividades como a construção de estradas, pontes e edificações, se faz necessária a criação de um sistema de drenagem artificial para que se possa suprir a nova vazão pluvial que é gerada pela interferência humana.

A drenagem urbana refere-se ao gerenciamento do escoamento das águas pluviais nas cidades, tendo por finalidade impedir as inundações e permitir que os processos corram em conformidade com o desenvolvimento do meio urbano. Inicialmente, a drenagem tinha como objetivo a remoção imediata das águas da chuva para os cursos de água, as retirando das áreas da cidade, conforme Gomes *et al.* (2022).

Para a aplicação desse sistema nas cidades, os serviços públicos de drenagem e manejo das águas pluviais caracterizam-se conforme suas dimensões, que os dividem em dois subsistemas: a microdrenagem e macrodrenagem (Porto Velho, 2022), conforme a Figura 2 a seguir.

Figura 2 - Microdrenagem e Macrodrenagem



Assim, a microdrenagem abrange a coleta inicial das águas pluviais envolvendo elementos como as sarjetas, bocas de lobo e poços de visita até que os volumes coletados fluam aos cursos d'água maiores (Oliveira *et al.*, 2025). Já a macrodrenagem, é composta por estruturas mais robustas, transportando grandes volumes de água com canais naturais ou artificiais, galerias e rios que levam até o exutório da bacia, ponto final de saída da água da bacia hidrográfica.

Na visão mais moderna da drenagem há uma prioridade em integrar e compreender as demandas sociais, do meio ambiente, legais, institucionais e tecnológicas, promovendo soluções que favoreçam a retenção, infiltração e reaproveitamento da água, em paralelo à sustentabilidade e ao ciclo hidrológico natural (Gomes *et al.*, 2022).

Dessa forma, existem dois métodos de drenagem urbana, a drenagem convencional e a drenagem sustentável, conforme será explicado nos subtópicos a seguir.

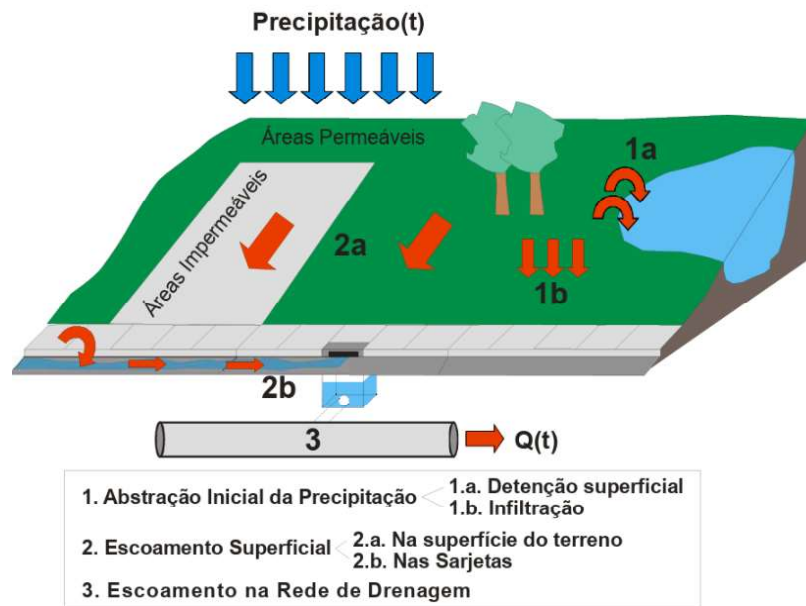
4.1.1 Drenagem convencional

A drenagem convencional é o método que canaliza as águas através de um sistema de dutos que transportam as águas até a jusante, a fim de impedir os alagamentos e inundações por meio de um escoamento rápido dentro da estrutura urbana. Entretanto, tal método apresenta diversos desarranjos porque acaba transferindo e aumentando os alagamentos para jusante. Deste modo, os dutos localizados nos pontos níveis topográficos mais baixos não suportam a vazão de água que é escoada, sofrendo transbordamento e alagamentos (Gomes *et al.*, 2022).

Segundo Meller (2004), o escoamento de água gerado nas áreas urbanas é oriundo das ruas e rodovias e das áreas industriais, comerciais e residenciais. Ou seja, é proveniente de áreas que tenham como característica a possibilidade de armazenamento ou a infiltração da água nos períodos de precipitação. Logo, quando há a modificação de um ecossistema natural para um ambiente urbano, as superfícies necessitam ser artificialmente ocupadas por elementos da drenagem que modificam a hidrologia local.

Com isso, o processo que ocorreria naturalmente, de infiltração, armazenamento na superfície ou da reposição do lençol freático e proveniente da evapotranspiração resulta em uma transformação direta, o escoamento superficial, conforme demonstrado no esquema da Figura 3.

Figura 3 - Esquema de drenagem convencional



Fonte: Meller, 2004.

Assim, o esquema demonstra as formas como a água oriunda da precipitação retorna aos cursos d'água e lençóis freáticos. De maneira natural, parte da água pode ser detida superficialmente, por infiltração nas áreas permeáveis ou escoar pela superfície do terreno. Já nos casos em que há interferência do homem no meio ambiente, a água pode escoar com maior velocidade pelas áreas impermeáveis e seguir até as sarjetas que por sua vez vão de encontro às tubulações da rede de drenagem até os rios e córregos.

Por fim, para Gomes *et al.* (2022), embora a drenagem convencional seja amplamente utilizada no Brasil e no mundo, outro fator negativo encontrado é a ausência de infiltração no solo devido a impermeabilização excessiva do solo, o que provoca o rebaixamento dos níveis freáticos e reduz a reposição da água dos aquíferos.

4.1.2 Drenagem sustentável

Em meio às mudanças climáticas atuais ocasionadas pela ocupação do homem, houve também uma alteração de paradigma quanto à drenagem urbana, buscando compreender o movimento das águas em conjunto com as experiências já adquiridas com as práticas convencionais da Engenharia, e buscando entender o viés do desenvolvimento sustentável e das demandas socioambientais mais recentes.

Conseqüentemente, a ocupação humana de forma agressiva nos dá outro significado e traz para uma visão atual “um despertar para a importância de aprimorar as realizações das atividades e empreendimentos em ambientes e ecossistemas hídricos, cooperando e dialogando com seus componentes, dedicando à harmonização com os ciclos da natureza e das águas”, exprime Gomes *et al.* (2022).

Ou seja, embora a drenagem convencional seja amplamente utilizada, é necessário garantir e adaptar os elementos que interferem na relação da água com o meio urbano às demandas atuais, fomentando uma política de harmonia entre o homem, o ambiente e a população, onde estes interagem entre si.

4.2 Soluções Sustentáveis para controle das águas pluviais

Dentre os métodos mais recentes, a finalidade principal da drenagem sustentável está na infiltração da água no solo, sendo possível a reposição dos aquíferos e manutenção do ciclo hidrológico, como explicado anteriormente, no tópico 4.1 sobre drenagem urbana. Assim, pode-se implantar soluções posteriores, com o objetivo de revisar as instalações e dar soluções mais assertivas aos sistemas drenantes (Gomes *et al.*, 2022).

Para Gomes *et al.* (2022), por mais que os métodos de implantação de sistemas para drenagem das águas urbanas de maneira sustentável sejam considerados novos, muitos destes datam da década de 1970, focados tanto na infraestrutura verde como nas Soluções baseadas na Natureza (SbN), os quais serão tratados a seguir.

Low Impact Development – LID

Com base nos preceitos de redução dos impactos ambientais, o *Low Impact Development - LID* (no português, Desenvolvimento de baixo impacto), representa justamente esse conceito, como exemplo temos as obras como poços de infiltração e bacias de retenção junto com medidas de soluções de planejamento de drenagem como a recuperação das matas ciliares. Tal prática foi mais disseminada no período dos anos 2000 até 2010 após serem inseridas na legislação do Canadá e dos Estados Unidos (*ibidem*).

Water Sustainable Urban Design – WSUD

Na década de 1990, a *Water Sustainable Urban Design – WSUD* (Projeto Urbano Sustentável em Água) surgiu na Austrália sob influência das concepções de planejamento urbano e assentamento de pessoas, com diversidade de pontos de vista e especificidades tanto sociais como ambientais. Desse modo, a WSUD faz uso do planejamento urbano para aproveitar as águas da chuva, impossibilitando que cheguem até os cursos d'água, aproximando-se do ciclo natural da água. Originou ainda uma unificação do gerenciamento fluvial e pluvial, buscando a qualidade da água e dos regimes (*ibidem*).

Sustainable Urban Drainage Systems - SUDS

Os *Sustainable Urban Drainage Systems - SUDS* (Sistemas sustentáveis de drenagem urbana) surgiram no Reino Unido como um mecanismo para gerenciar os riscos de alagamentos e preservar a bacia hidrográfica no local onde é implantado. Sua característica principal tem por objetivo controlar o escoamento superficial em lugares mais próximos à região de ocorrência da precipitação, contribuindo através da diminuição do escoamento da água, por meios tecnológicos que favoreçam a evaporação e evapotranspiração, na armazenagem momentânea e infiltração de água no solo, de acordo com Almeida (*apud* Neto, 2021).

4.3 Técnicas de drenagem sustentável

A seguir, serão conceituadas as técnicas de drenagem sustentável que buscam minimizar as consequências negativas da urbanização e impermeabilização do solo, são elas: pavimentos permeáveis, asfalto poroso, bacia de infiltração, trincheira de infiltração, telhado verde, e bacia de detenção.

4.3.1 Pavimentos permeáveis

Os pavimentos permeáveis são elementos que têm por objetivo aumentar a infiltração de água no solo e minimizar o seu escoamento superficial, prolongam o tempo que a água leva até chegar ao subleito, dificultando a erosão. Existem três tipos principais de pavimentos permeáveis: o pavimento de blocos de concreto vazados com preenchimento de material

granular ou vegetação; o concreto permeável; e o asfalto poroso, conforme as Figuras 4 e 5 a seguir.

Figura 4 - a) Pavimento de blocos de concreto vazado; b) concreto permeável



Fonte: Padrão Engenharia Ltda, s. d.

Figura 5 - Asfalto poroso



Fonte: Quatro Rodas, 2015.

O bloco de concreto vazado é utilizado em estacionamentos de pequeno porte, calçadas, e em áreas recreativas e que não há solicitação de carga. Já o concreto permeável, possui uma diferenciação quanto à granulometria dos agregados quando comparado ao concreto convencional, sendo perceptível o vazio entre os grãos para que a água transpasse até o solo, por outro lado o índice de vazios elevado faz com que a resistência desse tipo de pavimento seja reduzida.

E, a última estrutura é o asfalto poroso que possui as características semelhantes ao concreto permeável, pois há também a contraindicação de utilização em locais onde existe solicitação de carga ou tráfego intenso (Aquafluxus, 2020).

4.3.2 Bacia de infiltração

As bacias de infiltração ou jardins de chuva possuem a função de reduzir a quantidade de água que é escoada superficialmente e tornar água da chuva que vai para o sistema de drenagem de melhor qualidade, conforme a Figura 6.

Figura 6 - Bacia de infiltração ou jardim de chuva



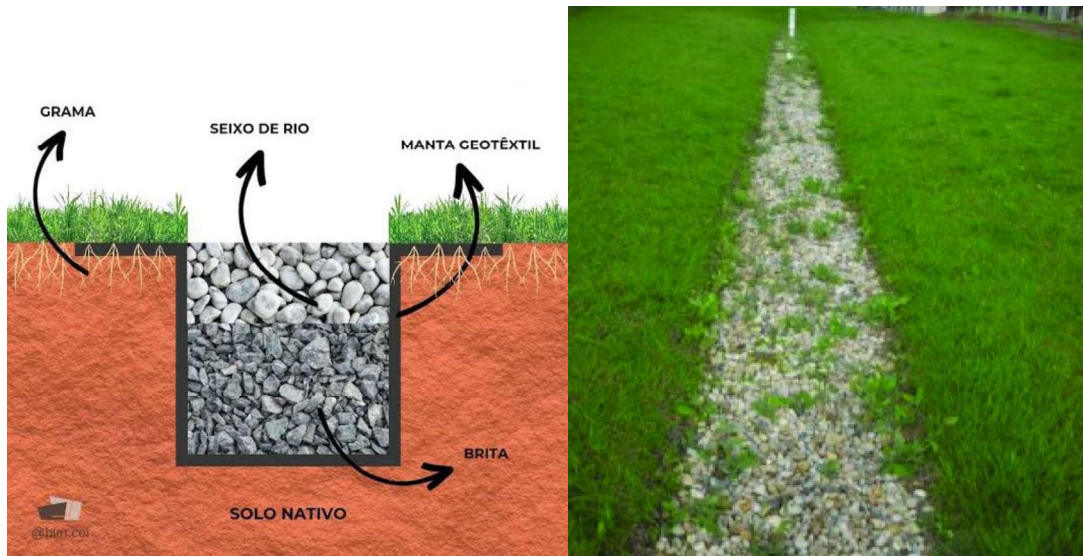
Fonte: Revista Paisagem Ambiente, 2008.

Ademais, as bacias de infiltração possuem limitação quanto ao espaço físico e ao volume máximo de captação de água. Outra característica importante é que o solo da bacia é formado por compostos orgânicos que auxiliam na retirada dos poluentes. São indicadas para captar água proveniente das calçadas e telhados de pequenas edificações (Aquafluxus, 2020).

4.3.3 Trincheira de infiltração

A trincheira de infiltração é um sistema longitudinal escavado em forma de vala, constituída de agregados de diferentes granulometrias (pedras, brita e areia). A sua utilização pode se dar em vias públicas e estacionamentos, seguindo até a rede de drenagem, conforme demonstrado na Figura 7, a seguir.

Figura 7 - Trincheira de infiltração: vista em corte e vista superior, respectivamente



Fonte: BIM Construtora, 2023; ResearchGate, 2021.

A grande vantagem das trincheiras está no benefício financeiro visto que podem diminuir as dimensões da rede de drenagem à jusante, caso sejam bem dimensionadas. Por outro lado, necessitam de manutenção para que os resíduos não obstruam os espaços destinados à passagem de água, processo este denominado colmatção (Aquafluxus, 2020).

4.3.4 Telhado verde

O telhado verde é uma técnica que consiste no cultivo de plantas e vegetações na cobertura das edificações, configurando como área permeável, o que é um fator considerado para o atendimento aos planos urbanísticos dos municípios, de acordo com a Figura 8.

Figura 8 - Telhado verde: composição das camadas e vista superior, respectivamente



Fonte: Noleto e Rodrigues, apud Morais *et al.*, 2024; Orguel, 2016.

Dessa forma, o telhado verde é constituído de diferentes camadas: terraço ou pavimento (base para suporte das cargas); camada de impermeabilização (manta sintética contra infiltrações na laje); camada de isolamento (poliestireno expandido para o conforto térmico, opcional); barreira contra raízes (controle do crescimento da raiz da vegetação); camada drenante (formas de plástico para captação de água, opcional); camada filtrante (manta geotêxtil para retenção de partículas); substrato (meio para formação da vegetação); e a vegetação (Aquafloxus, 2020).

4.3.5 Bacia de detenção

A bacia de detenção ou reservatório de detenção é uma área destinada à recepção e armazenagem de água decorrente de um escoamento superficial proveniente de um momento de chuva, podendo ser subterrâneas ou superficiais. Além da capacidade de regularização das vazões pluviométricas, as bacias de detenção oferecem qualidade arquitetônica, podendo estabelecer ambientes ideais à prática esportiva, paisagismo e recreação, conforme pode ser visto na Figura 9 a seguir.

Figura 9 - Bacia de detenção



Fonte: Noleto e Rodrigues, apud Morais *et al.*, 2024.

Durante o período de chuva a bacia de detenção garante a armazenagem do volume excessivo que gera alagamentos e somente após o evento pluviométrico a água é liberada para o sistema drenante convencional.

4.4 Porto Velho - Rondônia X Histórico de Drenagem Urbana

Sobre a área de estudo, a cidade escolhida foi Porto Velho, capital de Rondônia, criada em 02 de outubro de 1914. O município fica localizado na região Norte na área abrangida pela Floresta Amazônica (Figura 10, a seguir), caracterizada por ser uma região de floresta densa ao mesmo tempo que é drenada pela maior bacia hidrográfica do mundo, tendo sua ocupação consolidada basicamente pelos rios, conforme Oliveira (2005).

Figura 10 - Localização do Município de Porto Velho, Rondônia



Fonte: Produto 2 - Diagnóstico Preliminar (PDPM de Porto Velho), 2020.

Desde a sua fundação no século XX, o município de Porto Velho passou por diversos ciclos econômicos que trouxeram as características de desenvolvimento do meio urbano e da sociedade atual, associados à constituição do estado de Rondônia. O primeiro ciclo ocorreu com a obra de construção da Estrada de Ferro Madeira-Mamoré, iniciada em 1907 e concluída em 1912, propiciando a imigração de milhares de trabalhadores e representando o progresso e a integração da Amazônia com o mercado externo (Oliveira, 2005).

Em seguida, na década de 1940, a economia foi impulsionada pelo ciclo da borracha que contribuiu veemente para o desenvolvimento regional, crescimento da população urbana e criação do Território Federal do Guaporé (antiga denominação do estado de Rondônia), durando até um período de queda na demanda mundial de borracha, conforme Oliveira (2005).

Outra criação que merece destaque foi a do primeiro Plano Diretor (instrumento de planejamento e desenvolvimento da cidade) em 1950, assim como o primeiro sistema de captação de água. Entretanto, as propostas previstas no Plano não conseguiram acompanhar as transformações urbanas dos anos seguintes (Nascimento; Silva, 2024).

Já em 1970, o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA deu início à implantação de projetos integrados de colonização através do plano de governo da época, trazendo imigrantes das regiões Sul e Sudeste do país para o estado, incentivados ainda pela abertura da BR-364, uma rodovia de grande importância para o Brasil (Oliveira, 2005).

Nesse período, final do século XX, foi necessário atender um mercado consumidor com nível econômico mais elevado, induzindo os centros urbanos a se reequipar para atingir uma maior diversificação do mercado local. E, nesse momento, já era perceptível a existência de condições urbanas precárias nas áreas periféricas.

Uma motivação para ocupação das áreas distantes do centro da cidade era a facilidade de implantação por parte dos moradores, visto que eram terras que não possuíam documentação por estarem sob domínio da União, conforme exposto por Nascimento e Silva (2024).

Mais recentemente, de 2008 a 2016, a economia de Porto Velho foi marcada pelo ciclo das hidrelétricas, com a construção das Usinas Hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau que geraram um significativo contingente populacional e um crescimento imobiliário acelerado.

Por outro lado, de acordo com Nascimento & Silva (2024, p. 178), esse novo ciclo econômico das Usinas resultou em um:

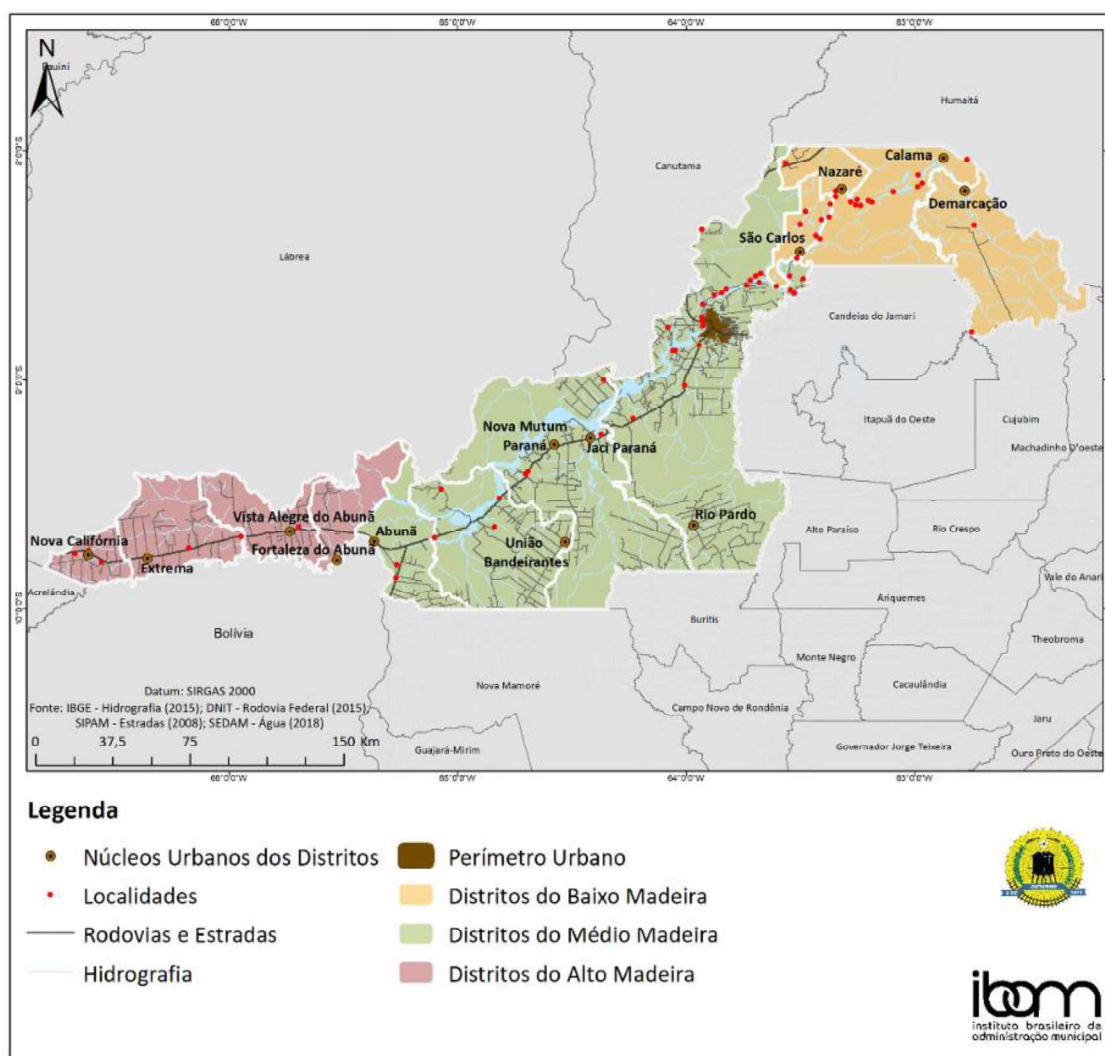
[...] elemento gerador de novos arranjos no espaço urbano da cidade de Porto Velho no início do séc. XXI, consideradas as novas possibilidades fomentadas como: a atração populacional, a intensificação dos serviços e atividades econômicas e as tensões sociais e ambientais criadas.

Ou seja, o ciclo das hidrelétricas ocasionou um desenvolvimento econômico que se sobrepôs e desestruturou a organização local, as ações tomadas de investimento foram inferiores às necessidades de infraestrutura, que já eram precárias antes da chegada dos empreendimentos de energia (Nascimento; Silva, 2024).

Em relação à divisão territorial, com a criação da Lei 1.378/1999 que dispõe sobre a divisão Político Administrativa do Município de Porto Velho, foi estabelecida a subdivisão do município em 12 distritos: Porto Velho (Distrito-sede), Abunã, Calama, Demarcação, Extrema, Fortaleza do Abunã, Jaci-Paraná, Mutum Paraná, Nazaré, Nova Califórnia, São Carlos e Vista Alegre do Abunã (Porto Velho, 2021). Os distritos por sua vez foram organizados em três regiões: Alto, Médio e Baixo Madeira, como demonstrado na Figura 11, a seguir.

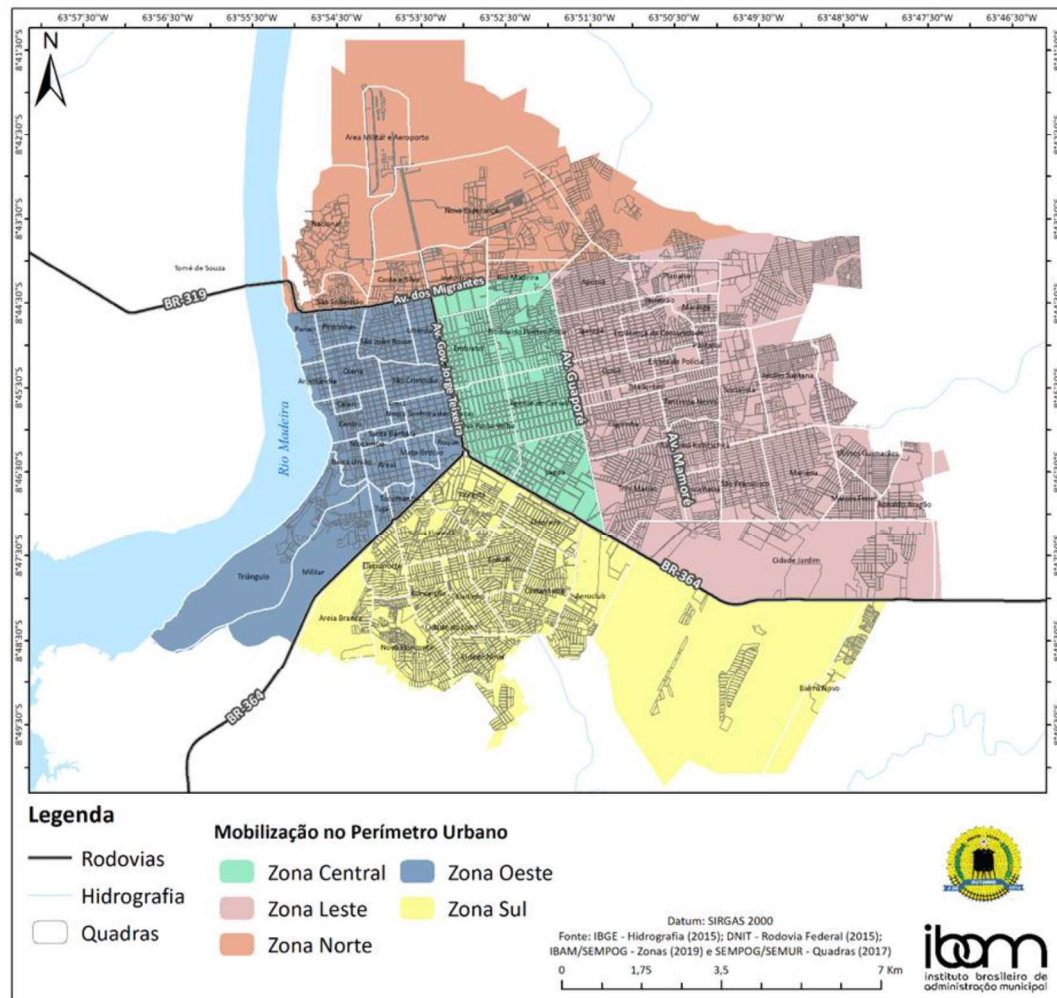
Dessa forma, o Distrito-Sede, Porto Velho, está localizado na região do Médio Madeira e é ligado por duas importantes Rodovias Federais, a BR-364 (liga Cuiabá-MT à Porto Velho, seguindo até Rio Branco-AC) e a BR-319 (Porto Velho a Manaus-AM) (Figura 12).

Figura 11 - Mapa de Setorização do município de Porto Velho



Fonte: Plano 2 - Plano de mobilização e comunicação social, Porto Velho, 2020.

Figura 12 – Mapa do Perímetro urbano com setorização da mobilização social do município de Porto Velho (Distrito-Sede)

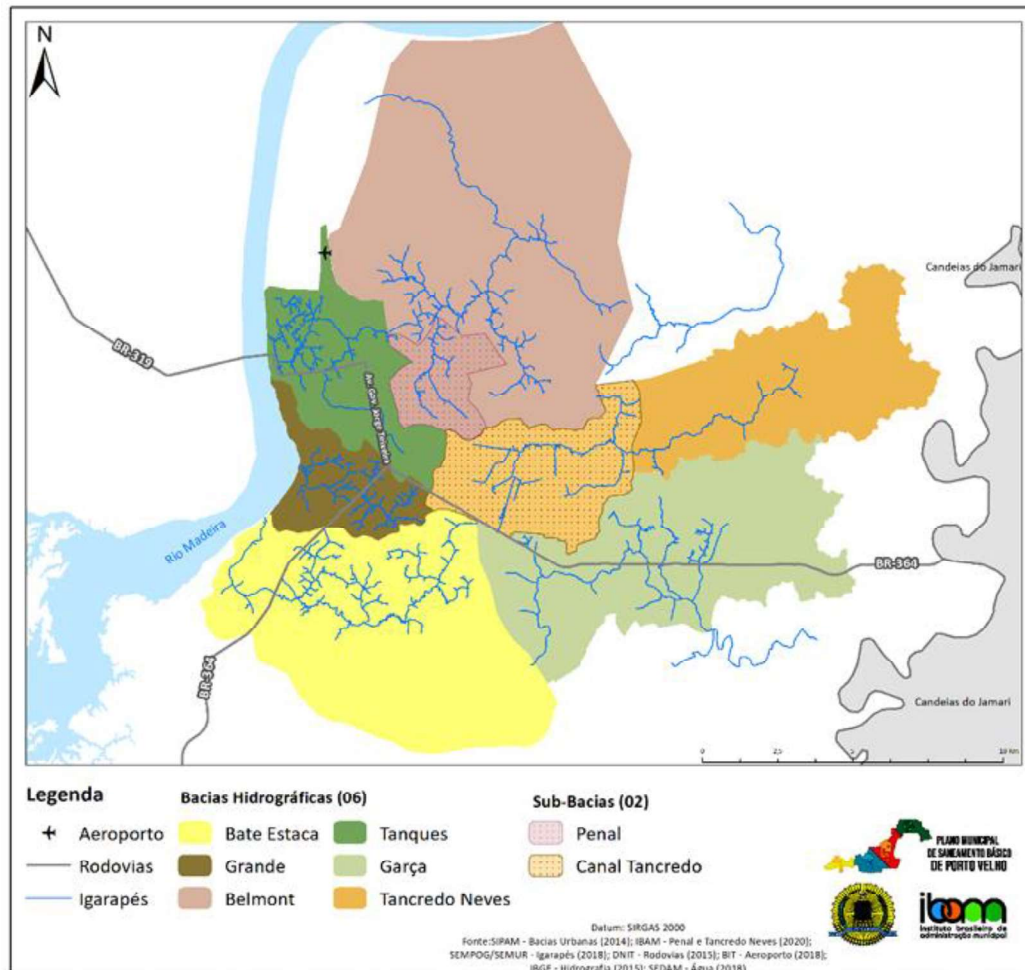


Fonte: Plano 2 - Plano de mobilização e comunicação social, Porto Velho, 2020)

A partir do Projeto Bacias Urbanas (Porto Velho, 2020), o município foi dividido conforme as 6 (seis) bacias hidrográficas que cortam a área urbana do Distrito-sede de Porto Velho, são elas: Bate Estaca, Grande, Belmont, Tanques, Garça e Tancredo Neves e as sub-bacias: Penal e Canal Tancredo, conforme Figura 13.

Dentre as bacias estudadas pelo Projeto, foram integrados os dados referentes a pluviometria e os pontos críticos de inundação, identificando a disposição urbana sobre a malha hídrica dos igarapés Bate-Estaca, Grande, Penal e Tancredo Neves, visto que correspondem a 80% da área urbana (Porto Velho *apud* CENSIPAM, 2020).

Figura 13 - Bacias Hidrográficas Urbanas Distrito-sede de Porto Velho



Fonte: Porto Velho *apud* IBAM, 2020.

Atualmente, a área urbana da cidade, que é significativamente cortada por córregos, é acometida pela falta de organização das estruturas que compreendem a área urbana, em fatores que afetam a qualidade de vida da população, como é o caso das constantes alagações no ambiente citadino.

Um exemplo dessas situações recorrentes nas vias da cidade de Porto Velho pode ser observado nos registros dos principais portais de notícias do município, conforme as Figuras 14 e 15 a seguir.

Figura 14 - Pontos de alagamento nas Avenidas Rio de Janeiro e Guaporé



Fonte: Portal G1 RO (2020)

Figura 15 - Pontos de alagamento na Av. Jorge Teixeira (a) e Av. Prefeito Chiquilito Erse (b) após chuvas intensas em fevereiro de 2025 e 2020, respectivamente



Fonte: Portal G1 RO, 2025; G1 RO, 2020.

Dessa forma, o entendimento do processo histórico de urbanização de Porto Velho permite realizar um comparativo da conjuntura urbana atual, isto é, os problemas envolvendo a drenagem que são consequência do crescimento desordenado e das políticas públicas deficientes.

4.5 Enchentes e inundações em Centros Urbanos

Inicialmente, é importante esclarecer o uso da conceituação adequada dos termos: inundação, enchente, enxurrada e alagamento, os quais são comumente utilizados em contextos

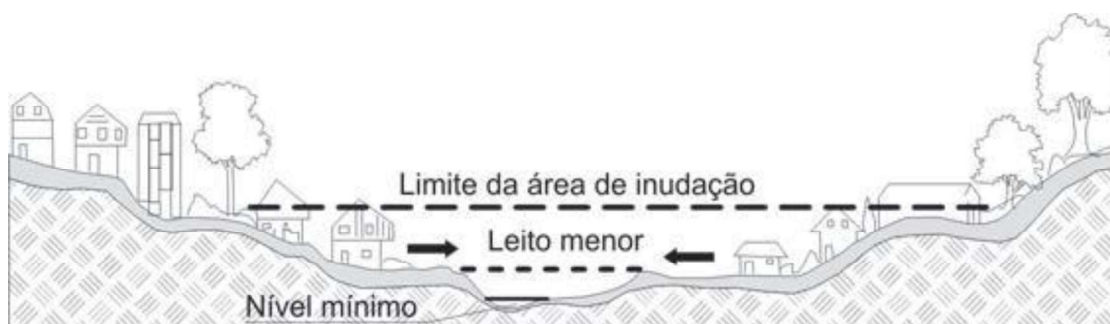
indevidos, mesmo que suas definições sejam utilizadas para tratar de fenômenos naturais provocados pelo homem e ocasionados pela água, conforme pontuado por Brito (2021).

4.5.1 Inundação

A inundação pode ser classificada em dois tipos: a inundação em áreas ribeirinhas e as inundações em razão da urbanização, as quais serão tratadas a seguir, conforme Brito (*apud* Tucci, 2021).

As inundações em áreas ribeirinhas são consideradas fenômenos naturais pois, em geral, os rios possuem dois leitos, o leito menor e o leito maior, neste último, há o escoamento da água durante um período de tempo maior. Por outro lado, quando a água ultrapassa o leito menor e atinge o leito maior, conforme a Figura 16, ocorre então a inundação, majoritariamente em bacias hidrográficas médias e grandes (Brito *apud* Tucci, 2021).

Figura 16 - Características dos leitos dos rios



Fonte: Brito (*apud* Tucci, 2021)

No que se refere às ações e negligências as quais decorrem as inundações, em áreas ribeirinhas podem ser dispostos três fatores principais (Brito *apud* Reinert, 2021, p. 30):

- No Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano das cidades, geralmente não existe nenhuma restrição quanto à ocupação das áreas de risco de inundação, assim, a sequência de anos sem enchentes é razão suficiente para que empresários desmembre essas áreas para ocupação urbana;
- Invasão de áreas ribeirinhas, que pertencem ao poder público, pela população de baixa renda;
- Ocupação de áreas de médio risco, de frequência menor, mas quando ocorre inundação sofrem prejuízos significativos

Dessa forma, é perceptível que, para Brito (*apud* Reinert, 2021) as inundações ribeirinhas estão ligadas à ocupação indevida das regiões próximas aos rios que estão sujeitas

ao risco de inundação e a uma legislação ineficiente, no que se refere ao Plano Diretor das cidades, por não haver uma restrição específica referente ao uso e ocupação dessas regiões, ainda mais por se tratar de situações que geram prejuízos recorrentes às populações carentes que comumente ocupam esses locais.

Já os eventos provenientes dos efeitos da urbanização ocorrem quando há elevação na frequência e gravidade das inundações devido à impermeabilização do solo, dimensionamento equivocado dos sistemas de drenagem e obstrução dos condutores que dificultam ou cessam o escoamento de água. Esses fenômenos acontecem de forma localizada em bacias pequenas (com área menor que 100 km²), normalmente inferior a 10 km² de área de abrangência (Brito, *apud* Tucci, 2021).

4.5.2 Enchentes

As enchentes ou cheias podem ser caracterizadas pelo nível de água elevado no canal drenante decorrente do aumento da vazão, chegando à cota máxima dentro do canal, no entanto não há extravasamento da água, conforme o autor Ferraz (*apud* Amaral *et al.*, 2021). E, quando a água extravasa se configura como o fenômeno de inundação, já que atinge as áreas configuradas como planícies de inundação, conforme visto nas definições anteriores.

Portanto, as enchentes podem ser reconhecidas como um processo natural e periódico causado pelas chuvas intensas e sem o transbordamento além da capacidade do canal fluvial, o que a diferencia do conceito de inundação.

4.5.3 Enxurradas

As enxurradas decorrem das chuvas com altas intensidades, em períodos de fins de tarde de verão, normalmente. E, têm característica de se sucederem em bacias hidrológicas que apresentem declividade elevada, pouca capacidade de reter a água e de gerar muito escoamento superficial. Além disso, possuem alto potencial destrutivo, pois há muita capacidade de transportar elementos, podendo destruir edificações, estradas, arrastar veículos e provocar erosões, como destaca Brito (*apud* Collares, 2021).

E, conforme Rodrigues (*apud* IBGE, 2020), as enxurradas são provocadas pela ação das precipitações que ocorrem de forma intensa e concentrada, tornando propício o transbordamento rápido dos canais drenantes, pois em situações onde os mesmos são

insuficientes/deficientes, não permitem a vazão adequada das águas pluviais que passam a se acumular.

Assim, a enxurrada evidencia seu alto potencial destrutivo pelo fato de ter capacidade de transportar até componentes significativos dentro das cidades, como veículos e até construções, surgindo em curtos espaços de tempo através de chuvas de alta intensidade em casos de elementos de drenagem deficientes.

4.5.4 Alagamento


De acordo com Ferraz (*apud* Amaral *et al.*, 2020) “alagamento é um acúmulo momentâneo de águas em determinados locais por deficiência no sistema de drenagem”, isto é, este evento ocorre devido aos fortes níveis pluviométricos em um período de tempo que ocasiona um acúmulo de água em locais específicos em virtude de um sistema drenante insuficiente.

Ainda sobre os alagamentos, as áreas mais planas ou com fundos de vales e depressões são suscetíveis a ficarem comprometidos com o acúmulo de água por conta do escoamento às áreas mais baixas, ou seja, o fator topográfico tem influência significativa no comprometimento tanto de áreas com drenagem deficiente como também por locais em níveis mais baixos do terreno, afirma Brito (*apud* Canholi, 2021).

Por fim, a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres - COBRADE, disponibilizada pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC, 2025), no intuito de universalizar os conhecimentos a respeito da proteção e defesa civil na esfera nacional, considera que os conceitos de inundações, enxurradas e enchentes podem ser definidos conforme o Quadro 1, a seguir.

Dessa forma, a classificação de desastres (Quadro 1) somada aos conceitos anteriores propicia uma diferenciação clara entre os conceitos dos desastres naturais que envolvem a água, trazendo uma percepção quanto à origem, intensidade e localização (proximidade ou não dos cursos de água dos locais atingidos).

Quadro 1 - Classificação de Desastres Naturais Hidrológicos

DESASTRES NATURAIS HIDROLÓGICOS		
SUBGRUPO	DEFINIÇÃO	SIMBOLOGIA
INUNDAÇÃO	Submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície.	
ENXURRADA	Escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Caracterizada pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial. Apresenta grande poder destrutivo.	
ALAGAMENTO	Extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas.	

Fonte: Adaptado da Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (SEDEC), 2025.

E, ainda, temos o Quadro 2, a seguir, que nos traz um resumo quanto ao termo, origem da água (rios/canais/lagos ou chuva), a causa principal de gerou o evento e área que pode ser afetada em razão da sua ocorrência.

Quadro 2 - Quadro comparativo entre inundação, enchente, enxurrada e alagamento

QUADRO COMPARATIVO ENTRE INUNDAÇÃO, ENCHENTE, ENXURRADA E ALAGAMENTO			
TERMO	ORIGEM DA ÁGUA	CAUSA PRINCIPAL	ÁREA AFETADA
INUNDAÇÃO	Rios, lagos	Transbordamento natural/extravasamento	Planícies, várzeas
ENCHENTE	Rios, canais	Cheia interna do canal, sem extravasamento	Leito do rio
ENXURRADA	Chuva em relevo	Escoamento superficial rápido em declividade	Ruas, morros, encostas
ALAGAMENTO	Chuva urbana	Drenagem deficiente + impermeabilização	Ruas, bairros urbanos

Fonte: Adaptado de Brito (2021), Ferraz (2021) e SEDEC (2025).

Além dos fenômenos resumidos no Quadro 2, temos um evento comum à região Amazônica, área compreendida dentro do estudo em questão, o fenômeno das Terras Caídas que é quando ocorre erosão nas margens dos rios promovendo “ruptura, o solapamento e o desmanche das margens fluviais por escorregamentos, deslizamentos, desmoronamentos e desabamentos” (Porto Velho *apud* Labadessa, 2021, p. 221).

Assim, é possível garantir uma visão mais apurada no que diz respeito às características dos fenômenos climáticos de origem hidrológica e que também sofrem interferência do homem, o que será visto nos próximos tópicos com maior ênfase e de forma esmiuçada.

4.5.5 Centros Urbanos X Alagamentos

De acordo com Vieira (2014), o cenário de crescimento urbano e por consequência a mudança nos moldes de ocupação do solo que trazem a sua impermeabilização artificial, geram alterações consideráveis no ambiente hidrológico, facilitando a elevação dos índices pluviométricos e criando a necessidade de manejar a água proveniente do escoamento dos telhados, sistema de dutos e as estruturas urbanas.

Para Rodrigues (*apud* Barros, 2020, p. 14):

[...] a urbanização gera o crescimento do volume de sedimentos nos canais de drenagem, lançamento de resíduos sólidos e lixo nos córregos e galerias, ocupações irregulares de áreas de várzea e definição imprópria da área de abrangência de projetos de drenagem, muitas vezes transferindo inundações de uma área para outra, dentre outros aspectos.

Desse modo, o autor reafirma o que foi evidenciado por Rodrigues (2020) quando nota que o crescimento urbano desordenado tem influência direta com os eventos de inundações que abrangem negativamente os projetos de drenagem em locais irregulares, como as áreas de várzea, por exemplo.

4.6 Planejamento Urbano e Saneamento Básico

De acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA, responsável pela regulação dos serviços públicos de saneamento básico e garantia da segurança hídrica no Brasil, o Saneamento Básico é o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais que englobam o abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza

urbana e manejo de resíduos sólidos, e a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (ANA, 2020).

Ainda, conforme a ANA (2020), o abastecimento de água potável é constituído de atividades de captação de água até as ligações prediais bem como os instrumentos necessários para medição. As atividades que abrangem o serviço de esgotamento sanitário são: transporte, coleta, tratamento e destinação final adequada dos esgotos sanitários, ligação predial, destinação final para produzir água de reuso ou o retorno ao meio ambiente de maneira adequada.

Em relação à limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, são abrangidas as atividades de coleta, varrição manual ou mecanizada, limpeza e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final adequada tanto dos resíduos sólidos provenientes dos domicílios como dos resíduos gerados pela limpeza urbana (ANA, 2020).

E, por fim, a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas são constituídas pelas ações de drenagem pluvial, transporte, detenção ou retenção (armazenamento) dos picos de vazão, tratamento e destinação final das águas da chuva que foram drenadas, conforme a ANA (2020).

Para a Organização Mundial da Saúde - OMS o saneamento básico pode ser definido como “o controle de todos os fatores do meio físico que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social”, (Alcântara, 2023, p. 1). No Brasil, a Constituição Federal de 1988 prevê o direito do saneamento básico a todo brasileiro, embora todos os serviços não estejam disponíveis à maioria da população, como ocorre com a ineficiência nas regiões Norte e Nordeste do país (Alcântara *apud* Vasco, 2023).

A Drenagem e Manejo das águas pluviais urbanas é definida como o elemento que será discutido na pesquisa em questão. Embora seja tratado de maneira isolada, é importante salientar que a drenagem é um componente que tanto interfere quanto sofre influência dos outros constituintes do saneamento básico.

Para a compreensão da relação entre o planejamento urbano e o saneamento básico é pertinente que se faça a correta diferenciação entre o urbanismo e o planejamento urbano, que são conceitos que podem ser confundidos ou ainda se completarem (Oliveira *apud* Ultramari, 2025).

Para Oliveira (2025, p. 10) o planejamento urbano “consiste no estudo, análise e avaliação das intervenções, legislações e diretrizes urbanísticas mais adequadas às características da população local, visando à resolução de problemas presentes e futuros.” Já o urbanismo pode ser conceituado como “a expressão da cultura local no desenho urbano e na dinâmica das cidades, com as especificidades de cada núcleo urbano contribuindo para a

formação do espaço urbano em seus aspectos físicos, sociais, econômicos e administrativos” (Oliveira, 2025, p. 10).

Ou seja, o urbanismo trabalha um campo mais teórico e conceitual sobre a visão do espaço urbano, enquanto o planejamento urbano é um instrumento técnico e administrativo, tratando da organização legal e estratégica da cidade (Oliveira, 2025). Assim, a vertente a ser relacionada é a do planejamento urbano, envolvendo processos e políticas públicas, levando em conta os aspectos positivos e negativos da urbanização para a organização do sistema de saneamento básico.

Nos casos onde há um processo de urbanização desordenada que é característico das cidades que passaram por um crescimento acelerado, são comuns os problemas envolvendo acúmulos de resíduos sólidos nos sistemas de drenagem, contaminação do esgoto nos mananciais e prejuízo às estações de tratamento e abastecimento de água, interferindo no meio ambiente e na saúde pública (Silva *et al.*, 2024).

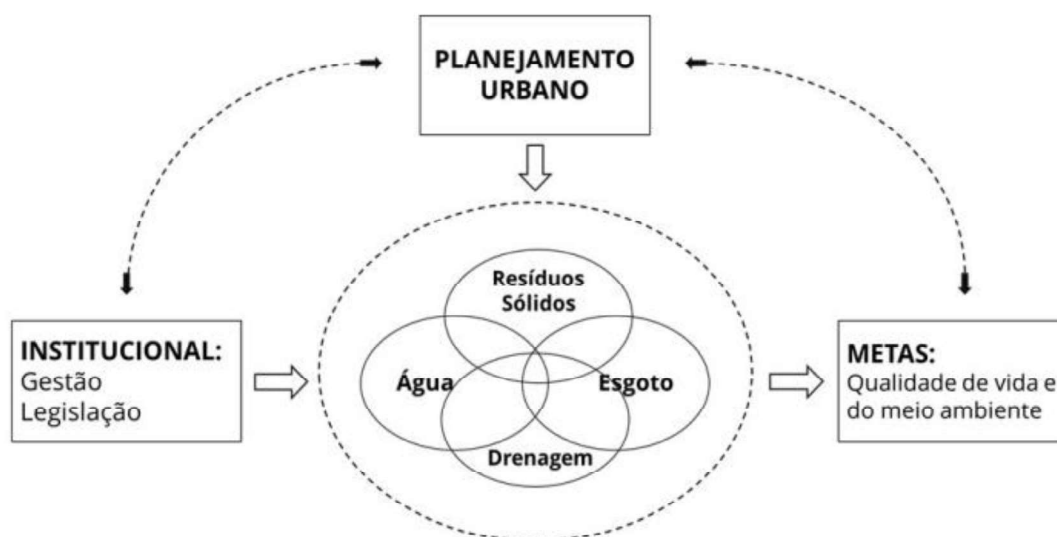
Nesse sentido, Silva *et al.* (2024, p. 18) nos fornece a seguinte conceituação:

O desenvolvimento sustentável é o conceito em que a pressão do desenvolvimento social, econômico, do uso e ocupação do solo, e do uso dos recursos naturais não comprometa o meio ambiente, de modo a manter um equilíbrio que o conserve para as futuras gerações (ASCE/UNESCO, 1998; *International Institut for Sustainable Development*, 2023). Neste sentido, a gestão destes componentes requer um planejamento urbano integrado, que inclua o saneamento básico e o meio ambiente, compondo a chamada Gestão Integrada de Águas Urbanas (GIAU) [...]

Dessa forma, a fim de garantir um desenvolvimento sustentável pode-se realizar uma Gestão Integrada de Águas Urbanas - GIAU como apresentada no esquema da Figura 17, a seguir.

Conforme a Figura 11 o GIAU é um mecanismo que, a partir da adoção de instrumentos institucionais da gestão e a legislação, contribui para um planejamento urbano eficiente de forma a integrar os elementos que envolvem o saneamento básico, ou seja, os sistemas e serviços de drenagem, água, esgoto e resíduos sólidos tendo como objetivo atingir as metas de qualidade de vida e do meio ambiente (Silva, 2024).

Figura 17 - Fluxo de Gestão Integrada de Águas Urbanas



Fonte: Silva *et al. apud* Tucci, 2024, p. 3.

4.7 Instrumentos de Planejamento e Gestão de Drenagem em Porto Velho

Desde a Constituição Federal de 1988 é tratada a competência da União, Estados e Municípios em promover a melhoria nas condições de saneamento básico no país. Na Lei nº 11.445/2007 são estabelecidas as Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico, atualizada pela Lei nº 14.026/2020 com a instituição do Novo Marco Legal do Saneamento (Brasil, 2023) que prevê, dentre outras medidas, a implantação e elaboração de um Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) como uma política de responsabilidade dos municípios.

De acordo com a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental - SNSA (Brasil, 2023, p. 50), responsável por coordenar ações e políticas sobre saneamento no Brasil, o Plano Municipal de Saneamento Básico é um documento:

Orientado pela universalização, estabelece objetivos, metas e condições da prestação dos serviços de saneamento básico. Com horizonte de 20 anos e revisões periódicas, é elaborado pelo titular dos serviços (o município). Deve ser compatível com o Plano Diretor de Uso e Ocupação do Solo e o Plano de Recursos Hídricos e contar com participação da sociedade civil em todas as suas etapas.

Assim, o PMSB é um instrumento que deve seguir os princípios da universalização, ou seja, as previsões do Plano Nacional de Saneamento Básico - PLAN SAB, que consiste no planejamento integrado dos seus quatro componentes (abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais)

para que o acesso aos serviços de saneamento seja garantido para toda a população brasileira até o ano de 2033 (ANA, 2020).

O Ministério das Cidades, por meio da Resolução nº 75/2009 e com base na Lei 11.445/2007, estabelece orientações sobre os conteúdos mínimos que precisam ser abrangidos nos Planos de Saneamento Básico, recomendando a contemplação de elementos como as políticas de saneamento, avaliação do desempenho, diagnóstico e a participação da população no planejamento e acompanhamento do plano.

De acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA (Mendes, 2022, p. 26), no que se refere à drenagem e manejo de águas pluviais de forma mais específica, existe o Plano Diretor de Drenagem - PDD, que é vinculado ao PMSB, sendo um instrumento que compreende os:

Diagnósticos e propostas de medidas de prevenção e controle de riscos dos usos do solo e dos recursos hídricos para o adequado manejo das águas pluviais, tendo em conta as ocupações e atividades humanas no âmbito da bacia hidrográfica. Os objetivos específicos esperados são os de preservar vidas, reduzir prejuízos e preservar a saúde das pessoas e o meio ambiente, principalmente o urbano.

Em suma, o Plano traz a organização das orientações sobre a minimização de riscos de ocorrência de eventos de cunho hidrológico dentro de um município (Brasil, 2023). Apesar de a elaboração de um Plano de drenagem se evidenciar como uma política importante no que tange o manejo de águas pluviais, e ainda haver diagnósticos e proposições de autores renomados como Tucci (2012), Righetto *et al.* (2012) e Christofidis, Assumpção e Kligerman (2019), essa é uma medida que não avançou muito no país, havendo grande atraso quanto a sua implementação pelos municípios (Mendes, 2022).

Já para o cenário exposto pelo Ministério das Cidades no documento Diagnóstico Temático de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (Brasil, 2023), por se tratar de uma abordagem integrada a todos os componentes do sistema (esgoto, resíduos sólidos, águas pluviais e abastecimento de água) há uma tendência de o Plano de Drenagem ser substituído pelo Plano Municipal de Saneamento Básico

Por outro lado, trazendo uma perspectiva geral de um município, a Lei nº 10.257/2001 - Estatuto da Cidade estabelece “normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental”, prevendo a garantia do direito da população ao saneamento e dispondo da obrigatoriedade de elaboração do Plano Diretor Municipal - PDM às cidades que se enquadram nos critérios previstos.

O município de Porto Velho possui o Plano Diretor Participativo do Município - PDPM implementado através da Lei Complementar nº 838 de 04 de fevereiro de 2021, e o Plano Municipal de Saneamento Básico aprovado pela Lei Complementar nº 839 de 04 de fevereiro de 2021, ambos elaborados pelo Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM), uma organização dedicada a apoiar na melhoria da gestão pública (Porto Velho, 2020).

Para a gestão da drenagem e manejo das águas pluviais urbanas deve-se seguir também as orientações de outras políticas públicas, como a Legislação Urbanística de âmbito municipal através das Leis de parcelamento, uso e ocupação do solo, Código de Obras e o Zoneamento do município (Porto Velho, 2025).

As leis de parcelamento, uso e ocupação do solo são instrumentos urbanísticos que estabelecem como cada área da cidade pode ser utilizada, definindo parâmetros como o zoneamento, níveis de ocupação e permeabilidade. Esses critérios influenciam diretamente no grau de impermeabilização das superfícies urbanas, uma vez que determinam o quanto de solo pode ser construído ou pavimentado (Porto Velho, 2020).

Quando existe uma impermeabilização excessiva há a redução da infiltração natural de água da chuva no solo, aumentando o volume de escoamento superficial e agravando o funcionamento do sistema de drenagem. Assim a legislação urbanística tem papel central na prevenção de problemas de drenagem, conforme o Plano Municipal de Saneamento de Porto Velho, 2020).

4.8 Métodos de diagnóstico e Avaliação de Sistemas de drenagem

Macedo *et al.* (2020) explica que para a gestão do sistema de drenagem são exigidas técnicas e ações desenvolvidas em três etapas: Planejamento, Execução e Avaliação. Como esses componentes são interligados, há dificuldade na etapa de planejamento decorrente da ausência de indicadores de desempenho que deveriam ser obtidos através dos resultados das etapas seguintes.

Nesse sentido, o autor expõe em sua metodologia a análise da eficácia do sistema de drenagem urbana com indicadores de desempenho criados a partir de dados disponibilizados pela prefeitura do município, e com base na inspeção de campo das características pertinentes ao tema na área de estudo delimitada e, ainda a utilização de imagens de satélite e das plantas oficiais da cidade (Macedo *et al.*, 2020).

No estudo realizado por Macedo *et al.* (2020), na cidade de Mogi Mirim, estado de São Paulo, foram especificados sete campos de análise do sistema de drenagem: operacional, grau

de permeabilidade do solos, gestão da drenagem urbana, abrangência do sistema de drenagem, avaliação do serviço de drenagem pluvial, gestão de eventos hidrológicos extremos e a interferência à eficácia do sistema de drenagem, sendo avaliados por meio dos indicadores de desempenho como o cadastro de rede existe, limpeza e obstrução de galerias e os investimentos realizados no setor.

O estudo conclui que o conjunto de indicadores de desempenho podem “ser utilizados para tomadas de decisões envolvendo a programação de substituição dos sistemas mais antigos ou obsoletos, que vêm recebendo manutenções corretivas com frequência, mas também investimentos futuros” (Macedo *et al.*, 2020, p. 76), o que demonstra sua importância para o aperfeiçoamento dos sistemas e do manejo das águas pluviais (Macedo *et al.*, 2020).

Outra possibilidade que pode trazer um diagnóstico e realizar monitoramento ambiental ocorre por meio da revisão sistemática da literatura e análise estatística e dados do Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, além de técnicas de geoprocessamento, conforme estudo desenvolvido por Santos (2022).

Cabe ressaltar, de acordo com Santos (2022), que não é possível analisar o funcionamento ou a eficiência do sistema de drenagem utilizando apenas de índices de cobertura de rede ou pelo quantitativo de atendimento per capita visto que a presença de rede de drenagem não garante que os fenômenos de alagamento não existam. Em contrapartida, os locais de maior incidência de infraestrutura de drenagem apresentam maiores índices de falhas, isso ocorre devido às constantes modificações ambientais, como a chuva de projeto e variação nas características locais.

4.9 Análise SWOT: Conceito e aplicações em Políticas Públicas

No presente estudo, a escolha metodológica fundamenta-se na aplicação da matriz SWOT, um instrumento para realização de análise de um sistema, tendo por objetivo embasar os planejamentos estratégicos de gestão de uma organização, verificando sua posição em relação às situações e estratégias em seu ambiente de funcionamento (Fracasso *apud* McCreadie, 2022).

Segundo o criador da matriz SWOT, Albert Humphrey, as letras da abreviatura representam respectivamente, as *Strengths* (forças), *Weaknesses* (fraquezas), *Opportunities* (oportunidades), e *Threats* (ameaças), onde há a análise dos fatores internos e externos, conforme a figura 18, a seguir (Fracasso, 2022).

Figura 18 - Matriz de Análise SWOT



Fonte: CRIA UFMG, 2019.

No Brasil, a matriz de análise SWOT é conhecida também como FOFA, onde as abreviaturas Força e Oportunidades representam os fatores positivos e Fraquezas e Ameaças os negativos. Assim, a realização da análise busca identificar quais rumos uma organização deve seguir e as etapas fundamentais para que se atinja os objetivos a partir de estratégias definidas conforme o método, afirma a autora Franciele Fracasso (*apud* Matos *et al.*, 2022).

Dessa forma, a autora descreve como os gestores podem ser auxiliados para desenvolver os quatro direcionamentos de maneira estratégica, conforme a matriz SWOT, de acordo com os itens dispostos a seguir:

Direcionamento SO: faz uso dos pontos fortes internos, tem por objetivo conquistar vantagem dentro das ocasiões de oportunidade no ambiente externo (pontos fortes versus oportunidades);

Direcionamento WO: faz uso dos pontos fracos internos, tem por objetivo conquistar vantagem dentro das ocasiões de oportunidades no ambiente externo (pontos fracos versus oportunidades);

Direcionamento ST: faz uso dos pontos fortes internos, tem por objetivo mitigar ou cessar os impactos das ameaças externas (pontos fortes);

Direcionamento WT: induz a organização a buscar procedimentos essenciais para abandonar a evolução de uma situação negativa (pontos fracos versus ameaças).

Pires *et al.* (*apud* Fertleb *et al.*, 2016, p. 2107) defende que a abordagem SWOT para a análise da coerência política e para adequação às características locais permite: “melhor estruturação de análises qualitativas de questões pré-definidas, sendo capaz de identificar

alterações que podem melhorar as políticas analisadas”, ou seja, esse tipo de metodologia quando aplicada no âmbito das políticas públicas pode trazer maior precisão na proposta de melhorias.

Nesse sentido, a metodologia empregada visou evidenciar os aspectos da matriz SWOT (força, oportunidade, fraqueza e ameaça) dentro dos principais elementos da drenagem e manejo de águas urbanas no que diz respeito aos indicadores de desempenho e metas e ações que são dispostos no Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do município de Porto Velho, Rondônia, revisado em 2022.

5 METODOLOGIA

O município escolhido para estudo foi Porto Velho, sua área é de 34.091,15 km² e localiza-se nas coordenadas 8°45'43'' S, 63°54'14'' W na região Norte do Brasil, no estado de Rondônia, e está situada na Bacia do Rio Amazonas, banhada pelo rio Madeira. O município conta com uma população de 460.343 pessoas, conforme o último censo (2024), e estima-se que no ano de 2025 a população seja de 517.709 pessoas, de acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (IBGE, 2022).

A pesquisa deste trabalho é do tipo documental e de caráter descritivo, seguindo o levantamento da literatura e documentos por meio da pesquisa bibliográfica para observação dos fatos e fenômenos.

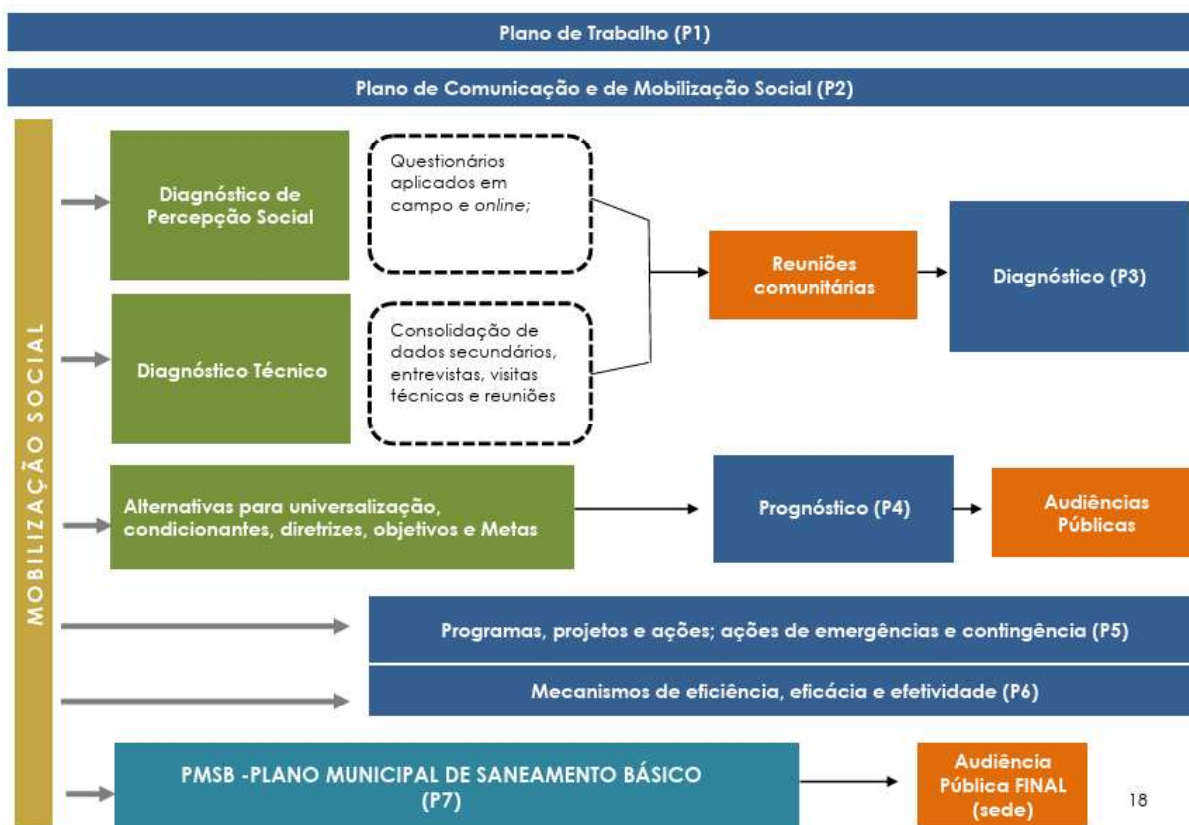
Quanto à abordagem, foi adotada a perspectiva qualitativa, onde há análise de dados não numéricos para interpretação do objeto de estudo e com apoio de elementos exploratórios, identificando problemas, potencialidades e soluções às problemáticas identificadas.

O procedimento metodológico se deu primeiramente com o levantamento bibliográfico através da leitura e análise de artigos científicos e dissertações publicados prioritariamente nos últimos 5 anos que fossem pertinentes ao tema e trouxesse o embasamento necessário ao estudo, utilizando-se de palavras-chave como: drenagem urbana, planejamento urbano, metodologia SWOT e gestão de cidades.

Em seguida, foi realizada a consulta e análise da legislação no âmbito federal e municipal mais recentes que estivessem em vigor no município de Porto Velho, Rondônia. Para tanto, o material de estudo sucedeu-se com a Lei nº 11.445/2007 sobre as diretrizes do Saneamento Básico no Brasil, seguido pela sua atualização com o Marco Legal do Saneamento (Lei nº 14.026/2020), até o documento de diagnóstico da área de estudo que é o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Porto Velho.

O PMSB de Porto Velho do ano de 2022 foi elaborado pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMA) e pelo Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM), uma associação civil sem fins lucrativos dedicada à melhoria da gestão pública. De acordo o site institucional da Prefeitura de Porto Velho, para elaboração do PMSB foram necessárias 3 (três) fases: Planejamento do processo, Execução e Aprovação, e ao longo dos trabalhos foram apresentados 7 (sete) produtos, conforme disposto no Fluxograma da Figura 19, a seguir.

Figura 19 - Fluxograma de atividades e produtos - PMSB de Porto Velho



Fonte: Produto 1 - Plano de Trabalho (PMSB) (Porto Velho, 2020)

O fluxograma representa as etapas metodológicas para a formulação do PMSB com a integração entre a estrutura técnica e a mobilização social. O planejamento foi iniciado com o Plano de Trabalho (P1) e o Plano de Comunicação e de Mobilização Social (P2), que organizavam as ações e participações no estudo.

Na sequência, foram desenvolvidos dois diagnósticos, o Diagnóstico de Percepção Social, baseado na aplicação de questionários à população, e o Diagnóstico Técnico, obtido a partir da consolidação de dados secundários, como entrevistas e visitas técnicas. Esses diagnósticos foram debatidos em reuniões comunitárias, resultando no documento Diagnóstico (P3), que identifica a situação atual dos serviços de saneamento.

Com base nesses resultados foram indicados diretrizes e alternativas para a universalização e melhorias dos serviços, compondo o Prognóstico (P4), discutido em audiência pública. Em seguida, realizou-se a formulação do Programa, projetos e ações e hierarquização das áreas e/ou programas (P5) e Mecanismos e procedimentos para avaliação sistemática da efetividade do PMSB (P6), que consolidam as ações de implementação, monitoramento e gestão.

Ao final, todas as etapas anteriores do estudo culminaram no Relatório Final do PMSB (P7), validado em audiência pública final para que fosse assegurada a participação social e a transparência durante o estudo.

Com a contemplação do Relatório Final do PMSB de Porto Velho, revisado no ano de 2022, buscou-se identificar as metas estabelecidas para os serviços de drenagem, dispostos no item 6.3 do Plano, que diz respeito ao Manejo das Águas Pluviais, englobando os subitens: 6.3.1 Medidas de Controle do Lote, 6.3.2 Microdrenagem, 6.3.3 Macrodrenagem e 6.3.4 Bacias Semiurbanizadas.

Em suma, os documentos de análise para embasamento do estudo em questão utilizados foram: o Relatório Final do PMSB (2022), o documento Produto 3 - Diagnóstico Técnico Participativo dos Serviços de Saneamento Básico (2020) e o Plano Diretor Participativo do Município (2021).

Dessa forma, as metas do PMSB foram posteriormente analisadas de modo a seguir a metodologia da Matriz SWOT, isto é, identificando os fatores de força, oportunidade, fraqueza e ameaça do Diagnóstico dentro do limite da área urbana do município de Porto Velho, tendo como base o estudo desenvolvido por Pires *et al.* (2016) sobre a proposta de Saneamento na cidade de São Carlos, em São Paulo.

De acordo com a perspectiva de Pires *et al.* (2016), o Plano Municipal pode ser avaliado conforme os 14 critérios indicados nos itens a seguir:

- 1. Diagnóstico;
- 2. Cadastro de rede de drenagem;
- 3. Integração com outros sistemas de infraestrutura;
- 4. Tipologia de dispositivos e padronização;
- 5. Manutenção dos dispositivos de drenagem;
- 6. Projetos e programas em elaboração;
- 7. Medidas estruturais;
- 8. Definição de programas, projetos e ações;
- 9. Medidas não estruturais;
- 10. Formulação de objetivos e metas;
- 11. Ações emergenciais;
- 12. Institucional;
- 13. Plano de investimentos;

→ 14. Indicadores de monitoramento.

Em relação aos apontamentos dos elementos de que compõem a matriz SWOT (força, oportunidade, fraqueza e ameaça), os mesmos sucederam conforme a avaliação de Pires *et al.* (2016, p. 2107):

[...] foram identificadas como forças as questões previamente estruturadas, e como fraquezas as disposições mais genéricas. Nas oportunidades, foram verificados os aspectos que são assegurados pelas disposições federais. Em contrapartida, a definição das ameaças que consistiu na identificação de aspectos não incorporados nos dispositivos federais, provocando o não cumprimento dos mesmos. Nesse sentido, foram tratados como fatores internos à organização, estruturas e normas instituídos no âmbito da Prefeitura Municipal. Enquanto que os fatores externos consistem nas determinações e propostas de âmbito Estadual e Federal, que podem produzir efeitos positivos e negativos sobre a gestão municipal.

Portanto, a aplicação e formulação das tabelas da matriz SWOT foram desenvolvidas a partir do próprio Plano de saneamento e das legislações federais e municipais, considerando ainda a falta de detalhamento, ou seja, quesitos que foram tratados de maneira genérica. Além disso, foi utilizada a Resolução nº75/2009 (Conselho das Cidades, 2009) que trata dos requisitos mínimos que devem ser apresentados em um PMSB, estipulou as orientações quanto à verificação do atendimento às leis no âmbito federal.

Assim, com o resultado da análise foi possível propor soluções sustentáveis de drenagem adaptadas à realidade local, trazendo uma alternativa de melhoria à gestão pública. Para isso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica dos métodos de drenagem sustentáveis existentes e por fim, após uma seleção estratégica, levando em consideração os resultados obtidos, a conjuntura local e as especificidades ambientais, foi apontado o método mais apropriado e assertivo segundo a abordagem realizada.

6 RESULTADOS

A análise SWOT do Plano Municipal de Saneamento do município de Porto Velho - PMSPV (2022) foi realizada com base na perspectiva de abordagem feita por Pires *et al.* (2016), onde foram seguidas as diretrizes SWOT para a pesquisa sobre o manejo das águas pluviais e drenagem urbana na área urbana da cidade de Porto Velho, Rondônia. Ao total foram avaliados 14 tópicos de relevância ao estudo, conforme a metodologia desenvolvida.

6.1 Tópico 1 - Diagnóstico

Sobre a Avaliação do Diagnóstico do Plano Municipal de Saneamento foi possível inferir os elementos da matriz SWOT para os aspectos mais significativos à conjuntura atual da cidade, conforme o Quadro 3 a seguir.

Quadro 3 - Tópico 1 - Avaliação do Diagnóstico do PMSB

1 - AVALIAÇÃO DO DIAGNÓSTICO DO PMSB	
FORÇAS	FRAQUEZAS
Delimitação básica das bacias hidrográficas e existência de alguns índices hidrológicos iniciais	Ausência de cadastro técnico da rede de drenagem, comprometendo o diagnóstico; Análises superficiais e mapas pouco detalhados; Diagnóstico ambiental insuficiente
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
Considera as especificidades locais na tomada de decisão	-

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

O PMSB de 2022 foi desenvolvido considerando a Política Nacional de Saneamento Básico, Lei Complementar nº 14.026/2020, ou seja, de maneira a adequar as metas ao cenário atual de universalização do fornecimento de saneamento no país (Porto Velho, 2022).

O principal dado referente a um sistema de drenagem é o cadastro técnico da rede, entretanto o município não dispõe de tal informação que traz limitação aos outros elementos avaliados no Plano, que por sua vez possibilita que o planejamento e a tomada de decisão

fossem feitos de maneira mais assertiva de acordo com um histórico de implementação e crescimento do sistema de redes drenantes.

Em 5 (cinco) das 6 (seis) bacias hidrográficas que constituem a área urbana da cidade, são elas: Bate Estaca, Grande, Belmont, Tanques, Garça, Tancredo Neves, e as sub-bacias: Penal e Tancredo Neves, são delimitadas no Projeto Bacias Urbanas e são caracterizadas de forma individual e trazem indicações quanto aos fenômenos hídricos e problemas que são recorrentes em sua área de abrangência, como os alagamentos, transbordos, assoreamento dos canais e deposição de resíduos.

E, pela escassez de dados, as características locais são abordadas de forma superficial, mesmo assim são apresentados os índices físicos das bacias hidrográficas como o coeficiente de escoamento por meio dos hidrogramas de cheias em um evento de chuva captado na estação de telemetria existente, ou seja, as razões entre o volume de água que escoam superficialmente e o volume de água da precipitação.

Com relação à representação cartográfica, os mapas apresentados expuseram simplicidade em nível de detalhamento nas questões de drenagem, não tendo informações precisas e atualizadas. Por outro lado, os mapas de caracterização do município desempenharam o papel esperado na espacialização da cidade.

Além disso, os resultados abordados apenas citam uma boa prática que envolve os outros elementos do saneamento básico, no caso, é indicada a melhoria no sistema de coleta de resíduos sólidos e a realização da rede de esgotamento sanitário (Porto Velho, 2022). Quanto a um diagnóstico ambiental, os elementos são abordados ao decorrer das análises realizadas no estudo, não aprofundadas as interações socioambientais, resiliência ante as mudanças climáticas e adaptação às chuvas intensas, por exemplo.

Conforme Pires *et al.* (2016, p. 2110), sobre o diagnóstico dos Planos Municipais:

Para cumprir seus objetivos, espera-se que os diagnósticos apresentados em futuras previsões não se limitem à obtenção e apresentação dos dados, mas que também avancem para uma análise crítica, voltada para os serviços de saneamento, permitindo o estabelecimento de indicadores para monitorar os impactos da gestão desses serviços.

Por mais que os dados referentes ao sistema drenagem sejam escassos, espera-se que a análise do plano de saneamento seja mais crítica e que propicie uma abordagem que torne as metas previstas alcançáveis para um planejamento estratégico adequado às características locais.

O PMSB de Porto Velho (2022) segue a legislação nacional, mas apresenta algumas limitações significativas devido à falta de cadastro técnico da drenagem, resultando em análises superficiais, mapas pouco detalhados e diagnóstico ambiental insuficiente. Embora existam dados básicos das bacias, o plano carece de análise crítica mais aprofundada para que suas metas sejam realmente aplicáveis ao contexto local.

6.2 Tópico 2 - Cadastro de rede de drenagem

Sobre a Avaliação do Cadastro da rede de drenagem do PMSB foi possível inferir os elementos da matriz SWOT para os aspectos mais significativos à conjuntura atual da cidade, conforme o Quadro 4.

Quadro 4 - Tópico 2 - Avaliação do Cadastro da rede de drenagem do PMSB

2 - AVALIAÇÃO DO CADASTRO DE REDE DE DRENAGEM DO PMSB	
FORÇAS	FRAQUEZAS
O PMSB prevê a criação de um cadastro da rede de drenagem; Delimitação das bacias hidrográficas	Dados de microdrenagem escassos; Projetos e melhorias apenas em fase de sugestão
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
O PMSB prevê a criação de um cadastro da rede de drenagem	-

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

A respeito dos registros de rede de drenagem em Porto Velho, o Distrito-sede, o sistema de drenagem de águas pluviais não possui dados técnicos dentro da área urbana, a prefeitura dispõe apenas de um mapa das vias urbanas que possuem dispositivos de drenagem. A partir da análise do mapa em questão é possível concluir que as áreas que não possuem sistema de microdrenagem estão localizadas em áreas periféricas, isto é, longe do núcleo da cidade.

Por se tratar de um mapa indicativo da presença ou não de sistema de drenagem, não é possível obter informações como o tipo de dispositivo existente (como por exemplo, sarjetas, galerias de águas, meio fios) e as dimensões (declividades, diâmetros, geometria), o que impede a análise da capacidade hidráulica.

De acordo com os dados da Secretaria Municipal de Obras e Pavimentação - SEMOB a área urbana de Porto Velho apresentava no ano de 2022 os seguintes dados: 1.759 km de vias asfaltadas, 180 km de ruas não pavimentadas e 10 km estavam em processo de execução da pavimentação e 606 km apresentavam rede de microdrenagem.

Isso significa que até o referido ano de análise, 2022, apenas 34,4% das ruas que têm pavimentação dispõem de um sistema de drenagem, ou seja, a microdrenagem estimada não abrange metade das vias que possuem asfalto na área urbana.

Porém, é necessário deixar claro que embora a adoção de escoamento subterrâneo por meio de condutos em muitos dos casos coincida com a malha viária urbana, esse não é um padrão e ainda gera malefícios, pois os sistemas baseados exclusivamente em galerias subterrâneas atenuam os impactos da vazão excessiva a jusante que são intensificados pela impermeabilização excessiva (Pimentel *apud* Tucci, 2022).

Em contrapartida, o sistema de macrodrenagem apresenta dados um pouco mais extensos que os de microdrenagem, evidenciando a delimitação das bacias e sub-bacias hidrográficas que compõem o Distrito-sede e os pontos de interseção entre a malha viária (arruamento) e a malha hídrica (igarapés).

Conforme o Plano, pretende-se realizar o cadastro do sistema de drenagem e o manejo das águas pluviais de forma que seja feita a caracterização e detalhamento das condições de conservação dos dispositivos de infraestrutura drenante, como as sarjetas, poços de visita, canais e galerias.

Assim, a gestão será capaz de programar a limpeza e preservação dos elementos, garantindo uma atuação mais eficiente das equipes de manutenção. Além disso, nos casos das novas obras de pavimentação, prevê-se a inclusão dos sistemas de microdrenagem e a substituição dos dispositivos que estejam acometidos e novas implantações da rede em locais inexistentes, mas que já possuem pavimentação.

Em suma, Porto Velho não possui dados técnicos da rede de drenagem, apenas um mapa sem grandes informações sobre a microdrenagem, o que impede análises mais detalhadas. Nos últimos anos, o quantitativo de vias asfaltadas que tinham microdrenagem não correspondiam à metade do total, sobretudo, são ausentes nas periferias, enquanto a macrodrenagem foi melhor documentada. Como proposta de melhoria, o PMSB prevê a criação de um cadastro a fim de ampliar a implantação e manutenção do sistema.

6.3 Tópico 3 - Integração com outros sistemas de infraestrutura

A Avaliação da Integração com outros sistemas de infraestrutura pode ser resumida conforme o Quadro 5, abaixo:

Quadro 5 - Tópico 3 - Avaliação da Integração com outros sistemas de infraestrutura do PMSB

3 - AVALIAÇÃO DA INTEGRAÇÃO COM OUTROS SISTEMAS DE INFRAESTRUTURA DO PMSB	
FORÇAS	FRAQUEZAS
Integração com o sistema de infraestrutura de pavimentação e recapeamento; Adoção da Lei de Uso e Ocupação do Solo e Plano Diretor através de programas de incentivo à preservação das APP's	Uso clandestino de microdrenagem para lançamento de esgoto
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
Incentivos das obras do governo federal (PAC), Parques Lineares	A integração genérica e não tão definida entre a drenagem e demais componentes do saneamento básico.

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Em relação à integração de outros sistemas, os investimentos em recapeamento e pavimentação asfáltica com incentivo federal, comumente são atrelados com o sistema de drenagem. Tal interação é fomentada pela legislação federal pois gera maior eficiência durante a aplicação das políticas públicas de infraestrutura. Na situação atual, as obras realizadas através do Programa de Aceleração do Crescimento - PAC representam a junção dos sistemas de drenagem e infraestrutura urbana de transportes.

O Plano expõe que a Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo de 1999 regulamenta a ocupação nas áreas de proteção a fim de preservar o patrimônio ambiental e o Plano Diretor instituiu a criação das Zonas de Proteção dos Igarapés que também auxilia com a preservação das matas ciliares e controle de baixas densidades populacionais nas áreas já consolidadas (2021).

Os programas que envolvem as Áreas de proteção e recuperação dos mananciais existentes e que influenciam no sistema de drenagem são: o Eco Morar, Parques Lineares e Ecoparque (Porto Velho, 2020).

O Programa de Regularização Ambiental e Fundiária Urbano e de Interesse Social - Eco Morar é desenvolvido em Áreas de Proteção Permanente - APP's e tem como intuito cessar o avanço das ocupações desordenadas nessas regiões e ordenar as habitações já existentes a uma largura mínima de 15 (quinze) metros ao longo dos cursos d'água.

Os Parques Lineares são projetos de iniciativa do Governo Federal para a conservação do curso natural de canais de água utilizando-se de uma das margens para a criação de um ambiente de recreação integrado à malha de ciclovias. Além disso, é prevista a plantação de vegetação rasteira que permita a infiltração de água no solo e o livre acesso da outra margem do canal para as atividades de limpeza e conservação.

E, em escala menor, existe o Ecoparque que prevê a instalação de praças nas margens dos canais, como uma medida de conservação dos sistemas de macrodrenagem naturais, que atravessam a cidade em diversos pontos.

Sobre os elementos de saneamento, foi identificado em alguns pontos da cidade que a rede de microdrenagem é utilizada por ligações clandestinas como forma de destinação do esgotamento sanitário, chegando até os corpos hídricos. As metas propostas evidenciam tratativas nesse sentido, entretanto como não há um sistema de esgotamento sanitário significativo, este influi negativamente de maneira expressiva na macrodrenagem do município.

De maneira geral, não há uma integração muito consistente quanto ao sistema de drenagem e os sistemas de esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos, abastecimento de água. As considerações são um pouco genéricas e não demonstram uma estruturação bem definida entre os componentes do saneamento básico.

Assim, as obras federais de pavimentação costumam ser integradas ao sistema de drenagem, gerando maior eficiência na infraestrutura urbana. A legislação municipal, como a Lei de Uso e Ocupação do Solo e o Plano Diretor, atua na proteção dos igarapés e APP's, contribuindo para a preservação ambiental e o controle da ocupação. Para isso, existem os Programas Eco Morar, Parques Lineares e Ecoparque que atuam na recuperação de mananciais e conservação dos canais naturais. Apesar desse esforço, existe o uso clandestino da microdrenagem para lançamento de esgoto, problema agravado pela ausência de um sistema sanitário adequado.

6.4 Tópico 4 - Tipologia de dispositivos e padronização

A Avaliação da tipologia de dispositivos e padronização pode ser resumida conforme o Quadro 6:

Quadro 6 - Tópico 4 - Avaliação da Tipologia de dispositivos e padronização do PMSB

4 - AVALIAÇÃO DA TIPOLOGIA DE DISPOSITIVOS E PADRONIZAÇÃO DO PMSB	
FORÇAS	FRAQUEZAS
É definida a responsabilidade prestação de serviços de planejamento pela SEMUSB; é prevista padronização no que se refere ao tempo de retorno (TR) para os projetos de microdrenagem	Não há diferenciação de dimensionamento entre as bacias; não há tipologia de dispositivos e padronização
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
-	Não é previsto um critério de qualidade quanto aos serviços prestados de forma direta

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Como não há uma rede de drenagem cadastrada, os tipos de dispositivos não possuem uniformidade e padronização estabelecida. No entanto, são definidos os Tempos de Recorrência (TR) de eventos de chuva intensa de 10 anos ou inferior para os projetos de microdrenagem conforme as condições do local e a disponibilidade de recursos dos órgãos responsáveis (Porto Velho, 2020).

Conforme Silva (2024) uma medida de controle estrutural é a divisão das cidades em bacias de drenagem e a determinação de um tempo de retorno para cada sub-bacia, podendo ser realizadas soluções para amortecimento ou infiltração que atendem às particularidades de cada região do ambiente urbano. Tal divisão das bacias de drenagem existe no município através do Plano de Bacias, entretanto não há dimensionamento diferenciado para cada uma das sub-bacias existentes.

A Subsecretaria Municipal de Saneamento e Serviços Básicos - SEMUSB é responsável por realizar o planejamento, não havendo delegação de competências às empresas terceirizadas, dessa forma, as atividades são desenvolvidas pelo corpo técnico do próprio órgão. A abordagem

de critérios técnicos, normas e padrões para a manutenção e execução de novas estruturas do sistema de drenagem não foram apresentadas.

No geral, apesar do sistema de drenagem apresentar orientações quanto ao tempo de recorrência utilizado em projetos, o cadastro da rede de drenagem é ausente, impedindo a padronização dos dispositivos utilizados. Do mesmo modo, embora o Plano de Bacias proporcione a divisão do município em sub-bacias, não há diferenciação de dimensionamento entre elas. E, as funções são realizadas entre os próprios colaboradores da SEMUSB, mas não apresenta critérios técnicos, normas ou padrões para manutenção e implantação de novas estruturas de drenagem.

6.5 Tópico 5 - Manutenção dos dispositivos de drenagem

A respeito da Avaliação da Manutenção dos dispositivos de drenagem é possível inferir a seguinte proposição, conforme Quadro 7.

Quadro 7 - Tópico 5 - Avaliação da Manutenção dos dispositivos de drenagem do PMSB

5 - AVALIAÇÃO DA MANUTENÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM DO PMSB	
FORÇAS	FRAQUEZAS
As atividades são desenvolvidas pela SEMISB	Não há um planejamento e rotina de execução bem estruturados quanto aos serviços de manutenção
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
A determinação da competência dos serviços de manutenção à SEMISB	Não há separação de delegação quanto ao gerenciamento e os serviços de manutenção

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

De acordo com o documento de Prognóstico e Alternativas para a Universalização dos Serviços de Saneamento Básico (2020), cabe à Secretaria Municipal de Serviços Básicos da SEMISB a prestação dos serviços de manutenção do sistema de drenagem urbana, isto é, a limpeza de galerias, canais e bueiros.

E, conforme disposto no Diagnóstico do PMSB (2020, p. 235) a manutenção da drenagem, ou seja, o conjunto de operações de conservação e bom funcionamento dos dispositivos tem como objetivo: “garantir a integridade da estrutura e preservá-la da deterioração, podendo ser preventiva ou corretiva. [...] aumenta a vida útil dos dispositivos, fazendo com que eles operem sempre próximo das condições de instalação.”

Dessa forma, a manutenção preventiva trata do controle e monitoramento para minimizar ou impedir que haja interrupções no correto desempenho dos dispositivos, atuando na limpeza, reparos, proteção dos elementos contra deterioração, corrosão ou desgaste. Já a manutenção corretiva está atrelada a corrigir falhas no sistema através da troca de dispositivos, por exemplo.

Sobre a forma como as ações de manutenção dos dispositivos de drenagem são realizadas, não há informações quanto ao planejamento e rotina de execução de serviços. Tal falta de planejamento é percebida na ausência de dragagem dos igarapés urbanos, no que se refere à macrodrenagem e na falta de limpeza de galerias de água da chuva, nos dispositivos de microdrenagem (Porto Velho, 2020).

Por fim, dentro das atividades desenvolvidas, mesmo nas atividades de manutenção não há relatos de delegação de serviços às empresas terceirizadas. Para tal atividade são previstas as manutenções preventivas e corretivas, realizadas pela SEMUSB, porém sem a estruturação de um planejamento bem definido.

6.6 Tópico 6 - Projetos e programas em elaboração

Sobre os projetos e programas em elaboração, pode-se verificar a seguinte avaliação, de acordo com o Quadro 8.

Quadro 8 - Tópico 6 - Avaliação dos Projetos e programas em elaboração do PMSB

6 - AVALIAÇÃO DOS PROJETOS E PROGRAMAS EM ELABORAÇÃO DO PMSB	
FORÇAS	FRAQUEZAS
Prevê a elaboração de projetos; propõe a Drenagem sustentável; prevê a criação do COMSAB, responsável pelo controle social; prevê a criação da Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados para regulação dos serviços	Projetos apresentados em nível de proposta, sem efetividade

OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
Prevê a elaboração de projetos para análise de viabilidade da execução	Apenas cita a possibilidade de elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

A versão final do Plano de Saneamento (2022) prevê a criação de três programas de drenagem, são eles:

Programa de macrodrenagem e controle de inundação

- Levantamento planialtimétrico do Município;
- Estudo de avaliação hidráulica dos rios urbanos;
- Levantamento topobatimétrico dos igarapés;
- Levantamento geológico e pedológico das bacias urbanas

Programa de microdrenagem e manejo de águas pluviais urbanas

- Levantamento topográfico e cadastral dos dispositivos de drenagem;
- Projeto básico e executivo de drenagem
- Projeto básico e executivo de drenagem urbana
- Projeto básico e executivo de pavimentação

Programa de drenagem sustentável

- Projeto básico e executivo de requalificação fluvial
- Projeto básico e executivo urbanístico

Sobre as ações desenvolvidas, temos a reorganização da Secretaria responsável pelo planejamento, a Secretaria Municipal de Saneamento e Serviços Básicos - SEMUSB, havendo ainda as atribuições redefinidas para garantir a viabilidade dos serviços prestados. O município recentemente (2022) criou o Conselho Municipal de Saneamento Básico - COMSAB, responsável pelas ações de controle social e a Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Município de Porto Velho - ARPV, para atuar na regulação dos serviços de saneamento básico com um todo.

Além dos programas anteriormente citados, foram revisados dois Programas estruturantes que são: Programa de Governança para a Gestão Pública e Programa de Educação

Ambiental em Saneamento, que tem por objetivo promover melhorias na governança local de modo a viabilizar a universalização dos serviços, e formular estratégias para que as atividades de implantação, monitoramento e avaliação do PMSB sejam aderidas pela população beneficiada, respectivamente (Porto Velho, 2022).

Em relação ao Plano Diretor de Drenagem Urbana ou instrumento equivalente, essa é uma medida indicada no Plano Diretor Participativo (2021) do município como sendo uma possível implementação da legislação urbanística complementar, entretanto não há projetos que preveem a sua elaboração, mapeamento ou projeto inicial, existe apenas a citação como uma alternativa para o aprimoramento do corpo técnico e das ferramentas utilizadas.

6.7 Tópico 7 - Medidas estruturais

Quanto à avaliação das Medidas estruturais do PMSB, podem ser elencadas os seguintes pontos de relevância, de acordo com o Quadro 9.

Quadro 9 - Tópico 7 - Avaliação das Medidas estruturais do PMSB

7 - AVALIAÇÃO DAS MEDIDAS ESTRUTURAIS DO PMSB	
FORÇAS	FRAQUEZAS
São determinadas as secretarias responsáveis pelas medidas estruturais: Subsecretaria Municipal de Obras e Pavimentação (SUOP) e a Subsecretaria Municipal de Serviços Básicos (SEMUSB); é prevista a participação da população; é previsto a adoção de ações de microdrenagem e macrodrenagem; é prevista a construção de bacias de retenção; é previsto ações individuais nos lotes das edificações	A construção de bacias de retenção é vista de forma não detalhada
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
Há uma busca por respeitar as especificidades locais para a determinação das medidas estruturais.	-

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Conforme o Diagnóstico do PMSB (Porto Velho, 2020, p.232-233), as medidas estruturais abrangem as obras de engenharia e podem envolver: “construção de barragens,

diques, canalizações, reflorestamento, entre outros, e visam, em sua maioria, conter, reter ou melhorar a condução dos escoamentos”.

E, as medidas estruturais também podem atuar alterando a relação de índices de precipitação e vazão através do controle de erosão das bacias hidrográficas por meio de ações mais abrangentes, como na modificação da cobertura vegetal do solo, estas consideradas medidas extensivas.

Existem ainda as medidas intensivas que ocorrem de forma mais pontual, sendo classificadas em quatro tipos de acordo com seu objetivo, são elas: I) Canalização de rios e igarapés para aceleração do escoamento; II) Construção de reservatórios - bacias de retenção ou retenção - restauração de calhas naturais para retardamento do fluxo; III) Desvio de escoamento através de túneis de derivação e canais de desvio; e IV) Ações individuais visando tornar as edificações a prova de enchentes (Porto Velho, 2020).

As principais medidas estruturais da gestão, de acordo com Diagnóstico do PMSB (2020) podem ser listadas conforme a seguir:

- Canalização e retificação dos rios e igarapés;
- Dragagem dos rios e igarapés;
- Obras de contenção e controle de erosões;
- Construção de bacias de retenção;
- Restauração de calhas naturais;
- Construção de dispositivos de drenagem (galerias de águas pluviais, sarjetas, bocas de lobo, etc.);
- Demais execuções de obras de drenagem urbana e manejo de águas pluviais;
- Substituição de dispositivos de drenagem (galerias de águas pluviais, sarjetas, boca de lobo, etc.);
- Manutenção e Limpeza dos dispositivos de drenagem (galerias de águas pluviais, sarjetas, boca de lobo, etc.);
- Ações individuais de drenagem no lote (nas edificações).

As secretarias responsáveis pela gestão das medidas estruturais são: Subsecretaria Municipal de Obras e Pavimentação - SUOP, SEMUSB e a ação da população de maneira geral. E, sobre sua viabilidade, as medidas estruturais demonstram grande abrangência e de modo a atender as particularidades locais.

6.8 Tópico 8 - Definição de programas, projetos e ações

No que se refere à Avaliação da Definição de programas, projetos e ações do PMSB, pode-se inferir as seguintes proposições, conforme o Quadro 10.

Quadro 10 - Tópico 8 - Avaliação da Definição de programas, projetos e ações do PMSB

8 - AVALIAÇÃO DA DEFINIÇÃO DE PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES DO PMSB	
FORÇAS	FRAQUEZAS
É previsto a realização de estudos e levantamento de dados planialtimétricos, topobatimétricos, geológicos e pedológicos; é previsto a elaboração de projetos básicos e executivos de drenagem; é previsto o envolvimento de agentes comunitários de saúde, professores e alunos das escolas, bem como a universidade e a sociedade civil	Não é prevista a capacitação dos colaboradores dos órgãos de gestão, planejamento e fiscalização
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
São estabelecidos os mecanismos de gestão como programas, projetos e ações; há uma busca por respeitar as especificidades locais	Não é previsto um critério de qualidade quanto aos serviços prestados de forma direta

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

De acordo com os programas, projetos e ações são propostas majoritariamente medidas não estruturais, por meio da realização de estudos e levantamento de dados planialtimétricos, topobatimétricos, geológicos e pedológicos, além da elaboração de projetos básicos e executivos de drenagem e pavimentação. No geral, as medidas consistem no cadastro do sistema de drenagem a partir do compilado de dados e da análise para a elaboração de projetos que se adequem às especificidades de cada bacia hidrográfica.

Foram realizadas reestruturações de programas já existentes, envolvendo rearranjo nas governanças e participação de outros órgãos e também das universidades locais, sociedade civil. E, houve ainda a implementação de projetos de educação ambiental tendo envolvimento de

agentes comunitários de saúde, professores e alunos das escolas públicas e lideranças comunitárias, sindicais e religiosas.

A respeito da capacitação dos colaboradores que desempenham as funções dentro dos órgãos de gestão, planejamento e fiscalização, não existiram grandes menções nesse sentido no Plano Municipal de Saneamento Básico, a medida educativa permeou apenas à educação ambiental da população.

6.9 Tópico 9 - Medidas não estruturais

Para a Avaliação das medidas não estruturais são expostas as seguintes questões de relevância de acordo com a análise SWOT, como mostrado no Quadro 11.

Quadro 11 - Tópico 9 - Avaliação das Medidas não estruturais do PMSB

9 - AVALIAÇÃO DAS MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS DO PMSB	
FORÇAS	FRAQUEZAS
É prevista a participação social; é previsto a capacitação técnica da população através da educação ambiental	Inexistência de medidas para melhoria na capacidade técnica das equipes de colaboradores e gestores; as medidas não estruturais foram abordadas sem grandes detalhamentos
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
As medidas não estruturais têm participação social no processo decisório	-

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

As medidas não estruturais têm por objetivo mitigar as consequências de fenômenos como a inundação, ou seja, ações de controle na drenagem urbana e manejo das águas, através de artifícios normativos, regulamentos e programas que viabilizem melhorias comportamentais, de maneira geral, como medidas temos: “disciplinamento do uso e ocupação do solo e o zoneamento de áreas de inundações, a implementação de sistemas de alerta, a previsão de cheia, o seguro de inundação, e ações voltadas para o controle da poluição difusa”, conforme o Diagnóstico do PMSB (2020, p. 233).

Para a realização do planejamento, gerenciamento, fiscalização e supervisão dos serviços de drenagem pela prefeitura as medidas não estruturais são desenvolvidas direta ou diretamente pelas secretarias municipais. As medidas não estruturais desenvolvidas são:

- Regulamentação do uso e ocupação do solo;
- Estudos, projetos e programas relacionados à drenagem urbana e manejo de águas pluviais;
- Alteração da cobertura vegetal do solo (parques ecológicos, parque fluvial);
- Implantação e operação de sistema de alerta contra desastres;
- Mapeamento de áreas de risco de desastres;
- Desocupação das comunidades em áreas de risco de desastres;
- Educação ambiental;
- Educação ambiental na sala de aula.

Dentre as secretarias responsáveis pelas atribuições das medidas não estruturais estão: Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMA), Secretaria Municipal de Saneamento e Serviços Básicos (SEMUSB), Secretaria Municipal de Planejamento, Orçamento e Gestão (SEMPOG), Secretaria Municipal de Regularização Fundiária e Habitação (SEMUR), Empresa de Desenvolvimento Urbano (EMDUR), Defesa Civil e Secretaria da Educação (SEMED), que desempenham as atividades de cunho mitigador dos danos acarretados pelos efeitos negativos das chuvas.

Quando comparadas às medidas estruturais, as medidas não estruturais apresentam similaridade no quantitativo de elementos, entretanto as últimas não demonstram detalhes mais aprofundados para a implementação das ações.

Outro quesito que demanda atenção é a inexistência de tratativas que propiciem melhorias na capacidade técnica existente, não abordando a possibilidade de treinamentos da equipe, apenas capacitação da população através da educação ambiental.

6.10 Tópico 10 - Formulação de objetivos e metas

No que se refere à formulação dos objetivos e metas, são expressados os seguintes pontos de relevância, de acordo com o Quadro 12.

Quadro 12 - Tópico 10 - Avaliação da Formulação de objetivos e metas do PMSB

10 - AVALIAÇÃO DA FORMULAÇÃO DE OBJETIVOS E METAS DO PMSB	
FORÇAS	FRAQUEZAS
Apresenta objetivos e metas referentes contenção contra alagamentos, inundações e prevê o cadastro e dados ligados a ligação clandestina de esgoto, lançamento de resíduos em locais inapropriados que compreendem o sistema de drenagem e igarapés e vazios urbanos; propõe a drenagem sustentável	Medidas com pouco detalhamento de como serão realizadas
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
Atende à legislação sobre avanços para a Universalização dos serviços; Definição de Objetivos e metas a curto, médio e longo prazo	-

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Os objetivos previstos para o componente de drenagem urbana, de acordo com o disposto no Produto 4 - Prognóstico e alternativas para a universalização dos serviços (2020):

- Cadastrar, mapear e atualizar as infraestruturas e dispositivos de drenagem e manejo de águas pluviais;
- Desenvolver instrumentos de planejamento específicos;
- Proporcionar infraestruturas e dispositivos adequados para a eficácia do sistema;
- Assegurar o adequado funcionamento do sistema;
- Estabelecer mecanismos de reaproveitamento, retenção e infiltração das águas pluviais, para controle de cheias, podendo ser exigidos para abertura de novos empreendimentos (loteamentos);
- Garantir a prevenção e o controle de inundações, enchentes e alagamentos;
- Atualizar anualmente o mapeamento das áreas sujeitas a inundações;
- Promover a requalificação das edificações em áreas de risco e remanejamento quando necessário;
- Restringir a ocupação em áreas de risco de inundações;

- Estudar e implementar medidas para proteção de pessoas e bens situados em zonas críticas de inundação;
- Fortalecer programas e projetos que priorizem a proteção de igarapés e APP's, aumentando locais de amortecimento das chuvas;
- Garantir a proteção e controle ambiental dos cursos d'água;
- Implantar projeto de sensibilização e educação ambiental.

É possível inferir, portanto, que os objetivos expressam a integração entre gestão, planejamento, prevenção de riscos e proteção ambiental, demonstrando a preocupação com as questões que envolvem a saúde coletiva e a universalização do atendimento do sistema de saneamento básico, em específico da drenagem urbana.

Em síntese, o investimento global em drenagem para o período de 2021 a 2040 foi dividido em quatro fases de implementação, de imediato, curto, médio e longo prazo, com exceção das aplicações do PAC, sendo expostas as seguintes metas:

- Minimizar os efeitos das inundações em diferentes faixas de cotas do rio Madeira (entre os níveis 15,50 m a 19,50 m);
- Reduzir os pontos críticos de alagamento indicados no Projeto Bacias Urbanas (em 100% dos 130 pontos);
- Identificar, mapear e depois reduzir os pontos de ligação clandestina de esgoto existentes na rede de drenagem pluvial e nos igarapés (em 70% dos pontos);
- Identificar, mapear e depois reduzir os locais de lançamento de resíduos na rede de drenagem pluvial, igarapés e terrenos baldios (em 90 % dos locais);
- Definir, identificar e depois incluir áreas propícias à aplicação de soluções de drenagem sustentável, como complemento ao sistema de drenagem convencional (incluir em 40% das áreas definidas).

Assim, as metas foram elencadas de forma a reduzir os alagamentos, ligações clandestinas de esgoto e descarte irregular de resíduos, mitigando os impactos das inundações urbanas. Também, buscam implementar soluções de drenagem para fortalecer o sistema convencional existente a partir das políticas sustentáveis.

6.11 Tópico 11 - Ações emergenciais

Em relação às Ações Emergenciais do PMSB é possível inferir os seguintes elementos de análise, conforme Quadro 13.

Quadro 13 - Tópico 11 - Avaliação das Ações emergenciais do PMSB

11 - AVALIAÇÃO DAS AÇÕES EMERGENCIAIS DO PMSB	
FORÇAS	FRAQUEZAS
Apresenta um Plano de Contingência da Defesa Civil; apresenta dados de desastres através da CPRM	Alguns dados de referência necessitam de atualizações
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
Regras para atendimento e funcionamento operacional em situações críticas; Atuação da Defesa Civil no município (Política Nacional de Proteção e Defesa Civil)	-

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Quando tratamos dos eventos de emergência para a drenagem e manejo de águas pluviais e das ações que podem ser tomadas como medida de contingência, atuamos em três categorias: inundações, alagamentos e erosão fluvial (terras caídas) e para isso são identificadas as respectivas origens e ações.

Para os eventos críticos podem ser realizadas as seguintes ações: verificação e adequação de plano de ação para as ocorrências pela Defesa Civil; comunicação à população e órgãos de controle ambiental e serviços básicos (obras, trânsito); retirada de população de áreas de risco; reparo e limpeza das instalações obstruídas; desvio de trânsito, para acessos mais críticos ou isolamento da área; retirada da população das áreas de risco (Porto Velho, 2020).

Nesse sentido, o município apresenta o Plano de Contingência - PLANCON, documento elaborado pela Defesa Civil que indica os principais pontos de inundações e etapas para a gestão de risco de desastres, garantindo o desenvolvimento das operações de prevenção, monitoramento e ações emergenciais. Porém, o PLANCON é eficiente somente quando há regularidade nas atualizações, sendo que a última foi realizada em 2019, ano anterior à divulgação dos produtos do PMSB (2020).

Além do Plano da Defesa Civil, o município tem à disposição outros levantamentos de dados de desastres através dos mapas das áreas suscetíveis aos fenômenos de inundação, erosão fluvial e ao movimento de massa. Esses dados foram elaborados em 2015 pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, uma empresa governamental que gera conhecimentos geológicos e hidrológicos no Brasil, demandando, portanto, atualizações anualmente para informações recentes das áreas de risco (Porto Velho, 2020).

O mapeamento das áreas suscetíveis aos fenômenos climáticos foi desenvolvido no âmbito do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais, atendendo às diretrizes da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei nº 12.608/2012), conforme o Diagnóstico do PMSB (2020).

6.12 Tópico 12 - Institucional

Em relação à Avaliação Institucional do PMSB, pode-se ter um aparato geral de acordo com o Quadro 14.

Quadro 14 - Tópico 12 - Avaliação Institucional do PMSB

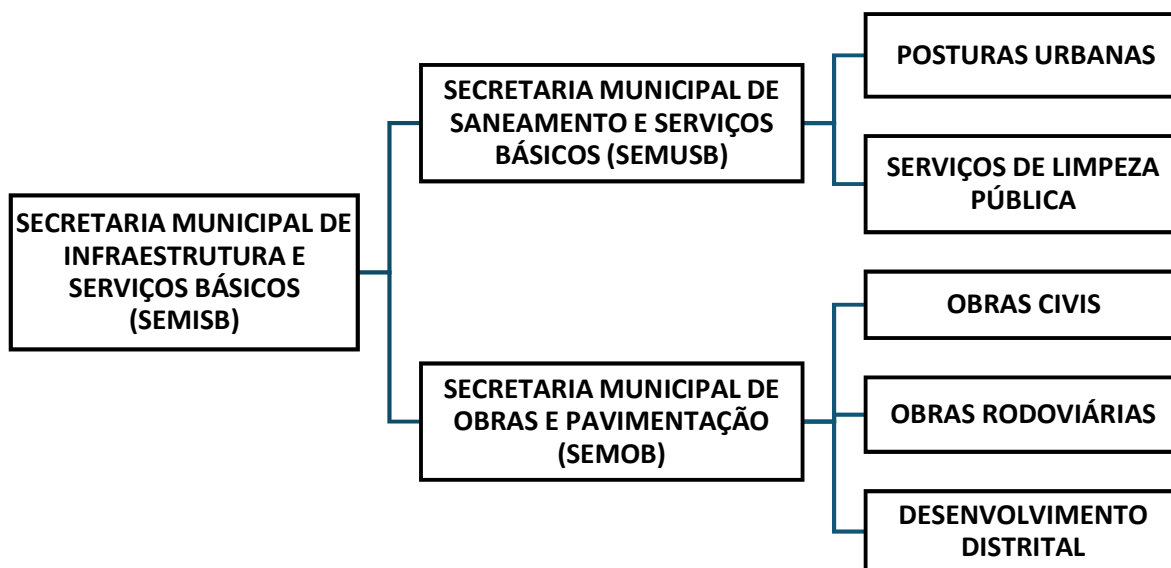
12 - AVALIAÇÃO INSTITUCIONAL DO PMSB	
FORÇAS	FRAQUEZAS
Define o gerenciamento dos serviços como atividade realizada pela SEMOB; define os serviços de manutenção desenvolvidos pela SEMUSB; Define a competência de controle social das atividades ao CONCIDADE; define o serviço de reconhecimento e divulgação ao Conselho Municipal de Saúde	Falta de determinação da instância reguladora dos serviços
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
A determinação da competência de fiscalização e prestação dos serviços	Não foram definidas as instâncias responsáveis pela regulação dos serviços

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Quanto ao gerenciamento (fiscalização e prestação) dos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, essa atividade é realizada pela Secretaria Municipal de Obras e

Pavimentação (SEMOB) e no que se refere à prestação de serviços de manutenção, isto é, limpeza dos canais, bueiros e galerias, é desenvolvido pela Secretaria Municipal de Saneamento e Serviços Básicos (SEMUSB), ambas são subsecretarias que fazem parte da Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Serviços Básicos - SEMISB, conforme disposto no Produto 4 - Prognóstico e alternativas para a universalização dos serviços de Saneamento Básico (Porto Velho, 2020), de acordo com o Organograma da Figura 20.

Figura 20 – Estrutura Organizacional da Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Básicos (SEMISB)



Fonte: Prefeitura de Porto Velho (s.d., adaptado).

A partir da avaliação dos instrumentos legais realizada pelo Plano, as secretarias atuantes seguem a Lei Complementar Municipal nº 648/2017, lei que trata da “reestruturação organizacional e o funcionamento da Administração Pública Municipal, extingue, incorpora, cria órgãos do Poder Executivo Municipal, estabelece um novo modelo de gestão e dá outras providências” (Porto Velho, 2020, p. 401), ou seja, a delegação das atividades de gestão e gerenciamento seguem as competências previstas na lei municipal vigente.

Sobre a atuação na regulação dos serviços de drenagem não foi identificada uma instância atuante, embora a Agência de Regulação dos Serviços Públicos Delegados de Rondônia - AGERO tenha competência legal para exercê-la. Já para o controle social das atividades prestadas, existe o Conselho Municipal da Cidade - CONCIDADE e o Conselho

Municipal de Saúde - CMS que realiza a homologação do PMSB, ou seja, reconhecimento oficial e posterior divulgação do Plano.

6.13 Tópico 13 - Plano de investimentos

Quadro 15 - Tópico 13 - Avaliação Plano de investimentos do PMSB

13 - AVALIAÇÃO DO PLANO DE INVESTIMENTOS DO PMSB	
FORÇAS	FRAQUEZAS
O PMSB propõe uma organização para funcionamento operacional; Criação da Agência Reguladora de Serviços Públicos	Não há informações anteriores quanto à prestação e remuneração dos serviços; dados do SNIS desatualizados
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
Programação realizada de acordo com Plano Plurianual e com revisão periódica dentro dos 4 anos; há estimativa de investimentos importantes no sistema de drenagem	Não há informações quanto a custeios anteriores pelo Tesouro Nacional

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

O Plano (2020) apresenta dois cenários de referência para a gestão dos serviços de saneamento básico, o Cenário Tendencial e o Cenário Desejável, o primeiro representa um *status quo* do sistema de gestão sem haver alterações, já o segundo apresenta um cenário com melhorias nos mecanismos de governança. Além disso, são expostos os custos de investimento no sistema e os custos de manutenção.

Entretanto, de acordo com a banca examinadora do PMSB, no quesito de diagnóstico para obtenção de informações quanto ao custeio dos serviços, não foram obtidas informações sobre os valores destinados ao serviço de drenagem, os quais devem ser custeados pelo Tesouro Nacional, órgão responsável por gerir o dinheiro arrecadado pelo governo e executar o orçamento público (Porto Velho, 2020).

Por outro lado, os recursos dos serviços poderão advir da cobrança de taxas ou tarifas, conforme disposto no regime de prestação. Mesmo assim, é prevista a necessidade de avaliação da estrutura de remuneração dos serviços de drenagem pelo Município.

O Plano propõe uma organização para o funcionamento operacional, e por sua vez para a estruturação do orçamento de custeio e orçamento, entretanto esse ordenamento é prejudicado

pois o planejamento era inexistente, o que interfere no Cenário Tendencial tanto para a macrodrenagem como para a microdrenagem.

Nesse sentido, sobre o controle de custos e investimentos, até o ano de 2020 não havia estrutura de prestação e remuneração dos serviços de manejo de águas pluviais, porém, a partir de julho de 2022, com a criação da Lei Complementar nº 905, que dispõe sobre o Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo Urbano do Município, surgiu a Agência Reguladora dos Serviços Públicos do município de Porto Velho (ARPV) a qual passou a exercer a regulação e fiscalização dos serviços públicos, englobando as atividades de saneamento básico (Porto Velho, 2022).

De acordo como o Plano Municipal (2022), como a legislação não define a remuneração adequada para a realização dos serviços de drenagem e manejo de águas, do mesmo modo, os indicadores que deveriam ser obtidos através do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS não dispõem de dados pertinentes no que se refere à caracterização da sustentabilidade econômico-financeiro para a prestação dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais.

Por outro lado, é importante salientar que em muitos municípios os serviços de drenagem e gestão de águas ocorrem concomitante às recuperações de vias e processos de urbanização, portanto as obras do PAC, iniciativa do Governo Federal, fazem parte de um demonstrativo de recursos de infraestrutura para o município e distritos. O montante será de 15 obras, sendo 13 de urbanização e duas de drenagem e pavimentação, com um investimento total previsto de 286 milhões de reais.

Como cenário desejável, foi proposto no PMSB de 2022 uma nova organização estrutural para operação, orçamento de custeio e investimento que deverão ser determinados anualmente, abrangendo os seguintes itens: operação de limpeza e recuperação dos dispositivos de drenagem; controle e fiscalização dos índices de impermeabilização do solo; manutenção e atualização do cadastro de ligações clandestinas de esgotos existentes; e ações de sensibilização e educação ambiental.

Além disso, foi apresentada a utilização de recursos para a investimentos em: mecanismos de reaproveitamento, retenção e infiltração; prevenção a desastres hidrometeorológicos; e a ampliação do sistema de microdrenagem existente.

Já a estimativa de investimento, somente para em drenagem ao longo do espaço temporal previsto no PMSB, até o ano de 2040, corresponde a R\$2,24 bilhões, o que representa aproximadamente 46,6 % do total de investimentos a serem realizados em benefício à ampliação do saneamento básico em Porto Velho (Porto Velho, 2022).

Desse modo, a programação dos horizontes temporais foi feita em consonância ao Plano Plurianual, ou seja, a lei de planejamento municipal ao longo de 4 anos, para que fossem mantidas as ações de saneamento com as metas do governo, conforme disposto no Produto 7 - Relatório Final do PMSB e PGIRS do PMSB (2021).

6.14 Tópico 14 - Indicadores de monitoramento

Sobre os indicadores de monitoramento do PMSB pode-se inferir os seguintes elementos da matriz SWOT, conforme Quadro 16.

Quadro 16 - Tópico 14 - Avaliação dos Indicadores de monitoramento do PMSB

14 - AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DE MONITORAMENTO DO PMSB	
FORÇAS	FRAQUEZAS
Criação de um sistema interno de informações	O SNIS não é constantemente alimentado por dados locais
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
É previsto indicadores para aferir o cumprimento das metas conforme diretrizes nacionais; Estabelecimento de instrumentos e mecanismos de participação e controle social	Caso o sistema não seja bem estruturado, pode-se chegar a conclusões equivocadas

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

É previsto que a gestão municipal desenvolva um sistema interno de informações para o acompanhamento das atividades previstas no Plano de Saneamento, permitindo que a fiscalização realize a análise dos serviços internos prestados. E, ressalta-se a prioridade em alimentar o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), a fim de consolidar um histórico dos dados de cada indicador de desempenho.

Para garantir que fossem atendidos os princípios da Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico (LNSB), Lei nº 11.445/2007, isto é, o controle social e o acesso à informação que devem ser assegurados em todo o processo de elaboração, implantação e a posterior avaliação das políticas públicas de saneamento, foi realizada a participação da sociedade nas ações desenvolvidas pela administração pública e no processo de tomada de decisão (Porto Velho, 2020).

Além disso, prevê-se que o acesso à informação ocorra através de um Sistema Municipal de Informações em Saneamento Básico estruturado nas seguintes fases: a) preparação e agrupamento de dados, b) verificação da consistência dos dados, c) produção, d) publicação.

O produto 6 - Mecanismos e procedimentos para avaliação sistemática da efetividade dos PMSB (Porto Velho, 2020) estabelece os seguintes indicadores dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas:

- Índice de atendimento urbano de águas pluviais;
- Proporção de área impermeabilizada em logradouro público;
- Taxa de permeabilidade no lote;
- Taxa de cobertura do sistema de drenagem superficial;
- Cobertura do sistema de drenagem subterrânea;
- Incidência de alagamentos;
- Incidência de inundações;
- Parcela de Domicílios em Situação de Risco de Inundação;
- Investimento per capita em Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas.

Os indicadores apresentados no Plano foram pautados de acordo com os utilizados no SNIS, apresentando valores de referência para os parâmetros de desempenho. Estipula-se que a periodicidade para avaliação dos serviços ocorra anualmente ou inferior a esse período (Porto Velho, 2020).

Com relação aos indicadores de percepção dos usuários sobre os serviços, estes serão comunicados através dos canais de ouvidoria, sistema de diálogo dos cidadãos com os órgãos públicos ou a empresa prestadora de serviço. A unidade de medida utilizada avalia o número de ocorrências e o prazo para atendimento do prestador às demandas por ano e, a capacidade de atendimento nos níveis: ruim, regular, bom ou excelente.

Ao final, para avaliação da evolução do próprio PMSB de maneira a monitorar as ações previstas por meio dos programas, foram criados indicadores para observação dos aspectos temporal, setorial e programático. A evolução do PMSB se dá através da relação entre o Total das ações implantadas e o Total de ações planejadas.

A avaliação temporal trata de uma análise das ações por período (imediato, curto, médio e longo prazo); a setorial analisa as ações por elemento que compõe o saneamento básico (drenagem urbana, resíduo sólido, esgotamento sanitário e abastecimento de água); a

combinação entre setorial e temporal avalia as ações realizadas dentro do prazo previsto; e a programática considera os programas previstos no Plano 5, no caso do sistema de drenagem são eles: Macrodrenagem e controle de inundação, Microdrenagem e manejo de águas pluviais urbanas e Drenagem sustentável.

Em resumo, o PMSB prevê um sistema municipal de informações para acompanhar as ações do Plano e alimentar o sistema SNIS, assegurando transparência e participação social conforme a Lei 11.445/2007. Define as etapas de organização e publicação dos dados, além de indicadores de drenagem alinhados ao SNIS, avaliados anualmente. E, para a evolução do PMSB será realizado o monitoramento por indicadores temporais, setoriais e programáticos, medindo o cumprimento das ações previstas nos programas de macrodrenagem, microdrenagem e drenagem sustentável.

7. AÇÕES E PROPOSTAS DE MELHORIA

7.1 Melhorias na gestão de drenagem urbana em Porto Velho

Através da análise do Plano Municipal de Saneamento é possível inferir alguns pontos de maior necessidade e assim propor ações e maneiras de colaborar com a gestão municipal desenvolvida atualmente. De acordo com dados do IPEA é preciso rever a priorização de investimentos em obras que utilizam apenas técnicas convencionais de drenagem e propor medidas que se baseiem em Soluções Baseadas na Natureza (Mendes, 2022).

É importante que a obtenção de dados seja feita com maior nível de detalhamento e que haja de fato uma integração entre as políticas públicas. Assim, é enfatizado a busca por atenuar a cultura de impermeabilização excessiva através da educação ambiental, conscientizando a população, de maneira geral, a combater esse tipo de prática que não leva ao caminho natural de infiltração da água no solo, conforme Mendes (2022).

Outra consideração apresentada pelo autor é:

Municípios e estados podem também aperfeiçoar a coordenação de instrumentos e instituições, no sentido de ações conjuntas. A partir desse esforço, o país tem a oportunidade de incentivar e direcionar ações sustentáveis, dado inclusive o grande conhecimento técnico acumulado nos órgãos públicos, na academia e no setor privado sobre a drenagem urbana sustentável (Mendes, 2022, p. 46).

Ou seja, os instrumentos de gestão devem constantemente ser avaliados e debatidos sob as perspectivas dos órgãos públicos, do corpo acadêmico e do setor privado, trazendo maior

aprofundamento no que diz respeito aos sistemas de drenagem e também sua interação com os demais componentes do saneamento básico (*ibidem*).

Como no Plano de Saneamento a drenagem não é tão debatida com os sistemas de esgotamento sanitário, resíduos sólidos e de distribuição de água, uma alternativa para ter maior abrangência e tratar com um detalhamento mais estruturado, é possível propor a elaboração de um Plano de Manejo de Águas Pluviais, também conhecido como Plano Diretor de Drenagem.

Para tal, o Ministério das Cidades desenvolveu um Manual para apresentação de propostas para sistemas de drenagem urbana sustentável e de manejo de águas pluviais (Brasil, 2022), que informa os critérios para elaboração de um Plano de Drenagem, ao qual possibilita às entidades municipais requererem recursos da União para melhoria do próprio sistema de drenagem.

São previstos a preparação das bases cartográficas e o levantamento de dados e informações. Como já está indicado no PMSB o cadastro do sistema de drenagem, existem ainda outros dados que possibilitariam evoluir no sentido de elaboração do Plano de Drenagem, como por exemplo o mapeamento de áreas para implantação de sistemas de retenção, retenção ou retardamento do escoamento; levantamento dos prejuízos causados pelas inundações à população, às atividades econômicas e às entidades públicas; dados pluviométricos e equações de chuvas intensas (*ibidem*).

Com relação ao cadastro do sistema de drenagem, é possível a realização através de métodos não destrutivos como o GPR - *Ground Penetrating Radar* (em português, Radar de Penetração no Solo), um método geofísico de estudo do subsolo, conforme a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos – EPA (2025). O GPR é uma ferramenta de investigação que pode ser utilizada em estudos para auxiliar em atividades como: localização de tubulações, tanques e instalações subterrâneas, horizontes de solo, profundidade da água em lagos, distribuição e saúde das raízes das árvores.

Dessa forma, essa é uma ferramenta não invasiva, ou seja, ela compila os dados da malha de drenagem já existente sem tornar necessária a perfuração do solo para a identificação de trechos danificados, dispositivos e de maneira segura (US EPA, 2025). Por fim, estar a par da legislação e dos aparatos técnicos disponíveis significa avançar no planejamento estratégico a fim de proporcionar um atendimento de qualidade à população.

7.2 Critérios de escolha da proposta sustentável que mais se adequa às características locais observadas no PMSB

A partir da análise das técnicas de drenagem sustentável abordadas: pavimentos permeáveis (bloco de concreto vazado, concreto permeável e asfalto poroso); bacia de infiltração, trincheira de infiltração, telhado verde e bacia de retenção foi possível determinar os principais pontos positivos e negativos para que fossem correlacionados aos resultados obtidos pela Análise SWOT do PMSB do município de Porto Velho.

Para melhor representação das características e equidade na determinação da técnica de melhoria mais adequada foram elencados os seguintes critérios para cada tipo de drenagem:

- ✓ Relação com a micro e macrodrenagem;
- ✓ Custo de implantação;
- ✓ Periodicidade de manutenção;
- ✓ Comprometedores de desempenho;
- ✓ Locais de aplicação;
- ✓ Equilíbrio ambiental;
- ✓ Impacto como política pública.

Dessa forma, os Pavimentos Permeáveis, Bacia de Infiltração, Trincheira de Infiltração, Telhado Verde e Bacia de Detenção foram organizados de acordo com os critérios evidenciados em seus atributos, conforme os Quadros 17, 18, 19, 20 e 21, a seguir:

Quadro 17 - Características dos Pavimentos Permeáveis

PAVIMENTOS PERMEÁVEIS	
DRENAGEM	Alívio no sistema de microdrenagem
CUSTO	Baixo custo
MANUTENÇÃO	Necessário manutenção constante
DESEMPENHO	Baixo desempenho em solos argilosos devido a menor infiltração, Eficiência reduzida do pavimento caso a limpeza urbana seja ineficiente; Menor durabilidade em vias de tráfego pesado, possuem resistência reduzida; Dificuldade de manutenção do desempenho a longo prazo
APLICAÇÃO	Pode ser implementado em estacionamentos, calçadas e áreas recreativas
AMBIENTAL	Permitem a infiltração, ajudando no equilíbrio hídrico, Retenção de sedimentos e poluentes que chegariam aos igarapés e canais; dificultam a erosão

POLÍTICA PÚBLICA	Exige capacitação institucional para elaboração de projetos, aplicação e manutenção
-------------------------	---

Fonte: Adaptado de Aquafluxus, 2020.

Quadro 18 - Características das Bacias de Infiltração

BACIAS DE INFILTRAÇÃO	
DRENAGEM	Diminuição do escoamento superficial, alívio no sistema de micro e macrodrenagem
CUSTO	Podem exigir escavações profundas ou camada drenante, elevando os custos
MANUTENÇÃO	Após implantação, a manutenção costuma ser simples e mais barata quando comparada à limpeza de canais e galerias
DESEMPENHO	Baixo desempenho em solos argilosos, menor infiltração; Necessidade de remoção de sedimentos, lixos e vegetação excessiva para manter a capacidade de infiltração; em chuvas muito intensas podem saturar e perder a eficiência, precisando de extravasores
APLICAÇÃO	Podem atuar como espaço multifuncional (área verde, parque linear, jardim de chuva)
AMBIENTAL	Permitem a infiltração, ajudando no equilíbrio hídrico; Retenção de sedimentos e poluentes que chegam aos igarapés e canais
POLÍTICA PÚBLICA	Requer espaço considerável de terreno público dentro da área urbana; Demandam: cadastro de áreas, monitoramento, corpo técnico capacitado, regulamentação clara, quando visto como política pública

Fonte: Adaptado de Aquafluxus, 2020.

Quadro 19 - Características das Trincheiras de Infiltração

TRINCHEIRAS DE INFILTRAÇÃO	
DRENAGEM	Diminuição do escoamento superficial e alívio no sistema de microdrenagem
CUSTO	Instalação simples, construção com escavação linear preenchida com brita e geotêxtil; Baixo custo inicial comparado a galerias, manutenção periódica simples
MANUTENÇÃO	Requer monitoramento contínuo para evitar a perda de desempenho
DESEMPENHO	Risco de colmatção, sedimentos finos obstruem os vazios da brita; Baixo desempenho em solos argilosos, menor infiltração; em chuvas muito intensas podem saturar e perder a eficiência, precisando de extravasores
APLICAÇÃO	Pode ser implementado em lotes, calçadas alargadas, canteiros centrais e faixas verdes
AMBIENTAL	Permitem a infiltração, ajudando no equilíbrio hídrico; contribuem para minimizar alagamentos em pontos críticos; demandam espaços menores, sendo adequadas para áreas urbanas densas; não alteram significativamente o uso do espaço, pois ficam enterradas

POLÍTICA PÚBLICA	Demandam: regulamentação nos códigos municipais de obras e uso do solo, fiscalização, definição de responsabilidades, integração ao cadastro técnico ambiental urbano, quando visto como política pública
-------------------------	---

Fonte: Adaptado de Aquafluxus, 2020.

Quadro 20 - Características dos Telhados Verdes

TELHADOS VERDES	
DRENAGEM	Diminuição do escoamento superficial e alívio no sistema de micro e macrodrenagem
CUSTO	Alto custo inicial, exige a instalação de um sistema de impermeabilização reforçado, drenagem adequada, substrato específico, mão de obra especializada
MANUTENÇÃO	Manutenção contínua, exigem irrigação, poda, controle de pragas; em regiões de chuvas intensas podem saturar rapidamente. E, em secas prolongadas, podem exigir irrigação suplementar
DESEMPENHO	Reduz a temperatura interna das edificações, reduzindo ilhas de calor, e melhora o isolamento acústico; necessita de verificação estrutural, em edificações antigas não são recomendados
APLICAÇÃO	Permite a criação de jardins, áreas de convivência e agricultura urbana
AMBIENTAL	Contribuem para minimizar alagamentos em pontos críticos
POLÍTICA PÚBLICA	Exige capacitação técnica para elaboração de projetos, aplicação e manutenção; apresenta dificuldade de fiscalização

Fonte: Adaptado de Aquafluxus, 2020.

Quadro 21 - Características das Bacias de Detenção

BACIAS DE DETENÇÃO	
DRENAGEM	Funciona como uma política pública estruturante, possibilitando a integração com os sistemas de micro e macrodrenagem
CUSTO	Alto custo, exige movimentação de terra, estabilização de taludes, vertedouros, drenagem interna e obras complementares; exige medidas de segurança como cercamento, taludes seguros, prevenção de acidentes em períodos de cheia;
MANUTENÇÃO	Necessita de manutenção contínua para remoção de sedimentos, controle de vegetação; manutenção de vertedouros e drenos
DESEMPENHO	Apresenta eficiência mesmo em solos argilosos ou compactados; exige a associação com dispositivos de melhoria da qualidade da água, como pré-filtro, <i>wetlands</i> ou bacias de sedimentação
APLICAÇÃO	Podem atuar como espaço multifuncional (área verde, parque urbano, área de lazer); pode atender diferentes áreas (loteamentos, bairros, microbacias ou grandes bacias urbanas)
AMBIENTAL	Reduz picos de cheia e controla enchentes, possibilitando armazenar temporariamente grandes volumes de água em eventos de chuva; Alto impacto como política pública. Quando implantada em pontos estratégicos, reduz riscos de desastre e protege populações vulneráveis

POLÍTICA PÚBLICA

Requer espaço considerável de terreno público dentro da área urbana. Políticas públicas devem prever desapropriações, Planos Diretores que estimem áreas apropriadas, criação de parques lineares; A implantação requer integração institucional, com envolvimento de planejamento urbano, obras, meio ambiente, defesa civil

Fonte: Adaptado de Aquafluxus, 2020.

Sobre a interferência no sistema de drenagem, a maior parte das técnicas demonstram uma influência tanto na microdrenagem quanto na macrodrenagem urbana, em exceção à trincheira de infiltração que traz benefício somente ao sistema de microdrenagem. Já a Bacia de Detenção, funciona como uma política estruturante, possibilitando a integração entre os dois sistemas.

O Pavimento Permeável e as Trincheiras de infiltração apresentam menor custo de implantação dentre as outras técnicas, por outro lado demandam uma manutenção constante dos sistemas. A bacia de infiltração apresenta uma forma de manutenção mais simples quando comparada à limpeza de canais, e a de Detenção demonstra maior controle devido aos drenos e vertedouros.

Os pavimentos permeáveis, bacia de infiltração e trincheira de infiltração possuem um ponto negativo no diz respeito ao seu baixo desempenho em solos argilosos, que é predominante na região do município de Porto Velho. Por outro lado, a Bacia de detenção não sofre influência dessa característica, inclusive em solos compactados. Bacia e Trincheira de Infiltração possuem um fator determinante para que a sua utilização não seja aplicada para atender eventos de chuvas intensas, pois perdem eficiência nesse sentido devido a saturação do solo.

A maioria das técnicas demonstram aplicações variadas dentro da área urbana, podendo ser implementados em estacionamentos, calçadas, loteamentos e parques. Em exceção ao telhado verde, que é mais limitado ao telhado das edificações, porém permite a criação de jardins e áreas de convivência. Já as bacias de detenção podem atuar em espaços multifuncionais e atender grandes bacias hidrográficas, mas também necessitam de grandes espaços para comportá-las.

Mais da metade das técnicas permitem a infiltração, ajudando no equilíbrio hídrico, além disso preveem a retenção de sedimentos e poluentes que chegariam aos igarapés e canais. Nesse critério, existem particularidades na interferência ambiental.

Os pavimentos permeáveis diminuem atividades erosivas; as bacias de infiltração demandam espaços menores, sendo adequadas para áreas urbanas densas, e não alteram significativamente o uso do espaço, pois ficam enterradas. As bacias de detenção tomam maiores proporções pois reduzem picos de cheia e controlam enchentes, possibilitando

armazenar temporariamente grandes volumes de água em eventos de chuva, e quando implantadas em pontos estratégicos, reduzem riscos de desastre e protegem populações vulneráveis

A partir da matriz SWOT desenvolvida, os elementos previstos que envolvem as técnicas abordadas foram: o cadastro da rede de drenagem e delimitação das bacias hidrográficas; interação com outros sistemas de infraestrutura; elaboração de projetos de maneira geral e os de drenagem sustentável; a previsão de construção de bacias de retenção; apresenta objetivos e metas contra o lançamento de resíduos nos sistemas de drenagem, igarapés e vazios urbanos e a criação de um sistema de informações.

Nesse sentido, a bacia de retenção demanda o cadastro de dados no sistema, interage com outros sistemas de infraestrutura e é um projeto já previsto, mas de maneira não tão estruturada. No que diz respeito aos vazios urbanos, existentes no distrito-Sede de Porto Velho, essa seria uma forma de preenchê-los, ao categorizar áreas estratégicas de possível implantação, uma medida que seria possível através do Plano Diretor ou de um Plano de Drenagem Urbana, por exemplo.

Dessa forma, devido à oportunidade de favorecer uma quantidade maior de moradores de uma determinada região e ser uma medida multifuncional (área de recreação e sistema de drenagem urbana), a bacia de retenção se mostra como um sistema que desperta interesse em aprofundar os conhecimentos na área e sua aplicabilidade levando em consideração a adaptação às características locais da região que será implantada, visto que as outras técnicas minimizam o desempenho quando aplicadas em solos argilosos, majoritários na região estudada.

Com isso, o tópico seguinte tratará das funções e vantagens observadas na literatura sobre a implantação de um lago de captação pluvial.

7.5 Lago de Captação Pluvial: conceito, funções e vantagens

Os lagos de captação pluvial ou bacias de retenção podem ser compreendidos conforme Vieira (*apud* Mata-Lima, *et al.*, 2014, p. 15) como uma:

[..] solução privilegiada aos atuais problemas de drenagem pluvial, uma vez que evitam a necessidade de renovação e redimensionamento da rede existente, tratando-se de estruturas que atuam como mecanismo de controle[e], armazenamento e regularização dos caudais [vazões], retendo o volume de água em excesso, amortecendo o caudal de ponta e restituindo-o de forma compatível com o meio receptor.

Assim, diferente dos outros sistemas de drenagem sustentável já estudados, a bacia de retenção se demonstra como um método de alta capacidade de armazenamento temporário, pois em locais de pluviosidade excessiva e episódios frequentes de alagação evita-se uma sobrecarga imediata do sistema de drenagem existente.

Outro ponto positivo é a redução imediata de picos de vazão, pois minimiza os riscos de alagamentos nas áreas próximas e retém o excedente hídrico de forma a liberar posteriormente as vazões de modo controlado, o que melhora a eficiência do sistema de drenagem local, mesmo que seja em parte ineficiente.

Além disso, os lagos de retenção podem ser projetados em diferentes escalas (macro e micro), adaptando-se às diferentes variações topográficas do terreno e custos menores de manutenção quando comparadas às técnicas que se baseiam na infiltração e precisam realizar manutenção frequente para minimizar o processo de colmatagem.

Ao contrário dos jardins de chuva ou de infiltração, as bacias de captação de água não dependem da capacidade de infiltração do solo, seja em áreas onde o solo já está saturado ou quando o lençol freático está elevado, não prejudicando o seu pleno funcionamento.

E, embora os sistemas de telhado verde e bacia de infiltração apresentem um potencial paisagístico, o sistema em questão apresenta também qualidade nesse aspecto, agregando valor social ao entorno do local de implantação, pois cria-se um ambiente integrado com áreas de lazer, recreação e espaços verdes. Na Figura 21, a seguir, é demonstrado um esquema a respeito da interação da bacia de retenção com o sistema de drenagem convencional.

Figura 21 - Esquema de interação do sistema de drenagem convencional e a conexão com a bacia de retenção do Programa Drenar do Distrito Federal



Fonte: Agência Brasília, 2023.

O esquema de interação do sistema de drenagem do Distrito Federal demonstra o funcionamento do reservatório temporário com a construção do Parque Internacional da Paz ao redor do reservatório, no Distrito Federal. Além de armazenar o excedente hídrico das chuvas, duplicando a capacidade de drenagem, a obra visa reter a matéria sólida, como folhas, galhos e lixo, plástico e entulho antes que sejam levadas até o Lago Paranoá, conforme o portal da Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil.

Nas Figuras 22 e 23 é possível observar a bacia de detenção já implantada.

Figura 22 - Vista aérea do lago de detenção do DF



Fonte: Agência Brasília, 2025.

Figura 23 - Lago de detenção localizado no Parque Internacional da Paz



Fonte: Agência Brasília, 2025.

Assim, o lago artificial desempenha um papel fundamental na eficiência do sistema de drenagem, garantindo não apenas o correto funcionamento da infraestrutura urbana, mas também elevando a qualidade de vida da sociedade e a manutenção de uma relação harmoniosa entre o meio ambiente e as intervenções humanas.

No que se refere aos alagamentos, a proposta sustentável avaliada é uma medida de contenção da água nos momentos de pluviosidade excessiva, proporcionando a armazenagem das águas em um grande lago de escoamento e captação considerando-se os altos índices pluviométricos da região.

Outro ponto positivo, no que diz respeito à qualidade de vida, é o fato que esse tipo de lago artificial proporciona, no geral, melhorias no sistema de drenagem existente e a criação de polos recreativos e zonas de lazer, possibilitando intervir em uma questão técnica/política/gestão não solucionada e tratando da ocupação dos grandes vazios urbanos (áreas que não são utilizadas de forma eficiente, seja por estarem desocupadas, subutilizadas ou abandonadas dentro das cidades).

Para Gomes *et al.* (2022) uma alternativa de drenagem urbana sustentável à problemática de alagamento nas cidades é a implantação de lagoas de retenção que são lagos artificiais que permitem a retenção e controle do escoamento do excesso de água pluvial, proporcionando a melhoria na qualidade de vida das populações que passam constantemente por alagação das ruas e casas às quais afetam a livre circulação de pedestres e veículos, geram danos materiais, aumentam a proliferação de doenças, e ainda, contaminam os cursos d'água através dos resíduos e poluentes levados pela água.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da análise SWOT possibilitou a definição dos aspectos favoráveis e prejudiciais observados no âmbito da drenagem urbana através do Plano Municipal de Saneamento Básico do município de Porto Velho, garantindo um panorama a respeito da situação atual de drenagem urbana.

Os dados obtidos demonstraram um sistema de drenagem com pouco histórico registrado de funcionamento, mas que tem metas e objetivos previstos, mesmo que não sejam tão bem estruturados. A maneira que o diagnóstico é realizado pelo instituto responsável por sua elaboração, o Instituto Brasileiro de Administração Municipal - IBAM, pode ser reflexo da inexistência ou escassez de dados, ao tratar alguns aspectos com falta de detalhamento necessário.

Cabe ressaltar que o estudo não fornece uma interação entre os sistemas do saneamento básico, que também apresentam precariedade em alguns aspectos. Por outro lado, as propostas realizadas no PMSB abrangem as particularidades da região, envolvendo os fenômenos de alagamentos e as cheias do Rio Madeira, rio que banha o município.

Ao final, foram vistas as possibilidades de melhorias, como a adoção do Plano de Drenagem, utilização do sistema GPR para cadastro do sistema de drenagem e da ênfase à educação ambiental como medida para priorização das técnicas de drenagem sustentável.

Com as técnicas de drenagem relacionadas aos resultados da análise SWOT foi possível propor as Bacias de Detenção como o método mais adequado à implantação no município, devido a integração com outros sistemas de infraestrutura, atendimento às particularidades regionais e ao fato de ser prevista no PMSB, mesmo que de maneira geral.

Embora o lago artificial demonstre-se como alternativa com grande potencial em captar o excedente hídrico que advém das chuvas no meio urbano de uma área crítica de alagamento, os dados técnicos quase que inexistentes no que se refere à drenagem, por hora, não possibilitam o dimensionamento adequado desse tipo de sistema dentro da área urbana de Porto Velho.

Por outro lado, é importante evidenciar tal método para que haja o conhecimento e o planejamento adequado à longo prazo dos gestores em conjunto com as entidades técnicas responsáveis pelo manejo das águas pluviais, garantindo que os benefícios não sejam apenas intrínsecos à introdução de um sistema de drenagem urbana como uma infraestrutura básica dentro do município, mas que represente a qualidade de vida da população em termos socioeconômicos e culturais, e também nos aspectos de saúde pública, quando tratamos das consequências dos alagamentos.

Assim, a implementação de técnicas adequadas para a criação de um sistema para coleta de dados e indicadores de monitoramento de drenagem tornam essa a primeira etapa a ser realizada para as tomadas de decisão dentro do sistema de drenagem do município de Porto Velho. E, após a existência de tais indicadores será viável o planejamento estratégico para que se chegue à execução de projetos e à manutenção preventiva e corretiva imediata, propiciando ainda uma integração com os demais componentes do saneamento básico.

REFERÊNCIAS

- COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL. **Bacia de detenção do Drenar DF embeleza Parque Internacional da Paz.** *Agência Brasília*, 29 mar. 2025. Disponível em: <https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/w/bacia-de-detencao-do-drenar-df-embeleza-parque-internacional-da-paz>. Acesso em: 11 de jun. 2025.
- COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL. **Drenar DF tem R\$ 174 milhões para resolver problemas antigos de inundação.** *Agência Brasília*, 27 fev. 2023. Disponível em: <https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/w/drenar-df-tem-r-174-milhoes-para-resolver-problemas-antigos-de-inundacao>. Acesso em: 11 de jun. 2025.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Saneamento.** 2020. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/saneamento/>. Acesso em: 17 de nov. 2025.
- ALCÂNTARA, H. C. S. de, BARBOSA, S. K. da S., SOUZA, I. G. de, VALLE, C. M. do. **Saneamento Básico e seus impactos sobre a saúde pública.** In: Anais do XIV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental (CONGEA), Natal/RN, 07 a 10 de novembro de 2023. Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais - IBEA. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.14.23.IX-009>. Acesso em: 17 de nov. 2025.
- ALMEIDA, I. de C. **Sistemas sustentáveis de drenagem urbana: uma proposta para a bacia hidrográfica do Córrego São Pedro, em Juiz de Fora - MG.** Tese (Engenharia Ambiental e Sanitarista). Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) 2020. 64 f. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2020/10/TFC2-Isis-de-Castro-Almeida1.pdf>. Acesso em: 10 de jul. de 2025.
- AQUAFLUXUS. **Consultoria ambiental em recursos hídricos.** Drenagem Sustentável. E-book. Parque Tecnológico da UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://carolineaquaflexus.wixsite.com/website/ebook-drenagem-sustentavel>. Acesso em: 10 de jul. de 2025.
- BIM CONSTRUTORA. **Trincheira de infiltração: vista em corte e vista superior, respectivamente.** Instagram, 2023. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.instagram.com%2Fp%2FCvfFrw2LKFQ%2F&psig=AOvVaw0E-YGvVizRFa4vk4L4oqei&ust=1765927419060000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=2ahUKewjg7K613sCRAXWYb7gEHSd6BrsQjhx6BAGAEBs>. Acesso em 11 de jul. 2025.
- BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001.** Estatuto da Cidade. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 11 jul. 2001.
- BRASIL. Ministério das Cidades. **Manual para apresentação de propostas para sistemas de drenagem urbana sustentável e de manejo de águas pluviais.** Brasília: Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. 40 f. Disponível em: https://www.gov.br/casacivil/pt-br/novopac/selecoes2025/arquivos/drenagem-manual_drenagem_modalidade_ogu.pdf. Acesso em: 23 de out. 2025.

BRASIL. Ministério das Cidades; Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA). **Diagnóstico Temático - Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas: visão geral.** Ano de referência 2022. Brasília: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), dez. 2023. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_AP_SNIS_2023.pdf. Acesso em: 18 de nov. 2025.

BRITO, D. L. de. **Estudo do risco de alagações em uma área piloto no bairro Lagoinha em Porto Velho - Rondônia.** Dissertação (Mestrado em geografia). Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR). 2021. 155 f. Disponível em: <https://ri.unir.br/jspui/handle/123456789/3925/>. Acesso em: 30 maio 2025.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - **CPRM.** Brasília. Ministério de Minas e Energia, [s.d.]. Disponível em: <https://antigo.mme.gov.br/web/guest/secretarias/geologia-mineracao-e-transformacao-mineral/entidades-vinculadas/cprm>. Acesso em: 05 de nov. 2025.

CONSELHO DAS CIDADES. **Resolução Recomendada n.º 75, de 02 de julho de 2009:** Estabelece orientações relativas à Política de Saneamento Básico e ao conteúdo mínimo dos Planos de Saneamento Básico. Diário Oficial da União, Brasília, Seção 1, p.51, 05 out. 2009.

CRIA UFMG. Matriz SWOT: tudo o que você precisa saber sobre essa ferramenta de planejamento estratégico essencial para sua marca. Cria UFMG, 02 dez. 2019. Disponível em: <https://criaufmg.com.br/2019/12/02/matriz-swot-tudo-que-voce-precisa-saber-sobre-essa-ferramenta-de-planejamento-estrategico-essencial-para-sua-marca/>. Acesso em: 19 de ago. 2025.

FERRAZ, C. M. L. **Inundações e alagamentos em meio urbano: uma perspectiva teórico-conceitual, em abordagem geomorfológica.** Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Minas Gerais. Revista Vozes dos Vales: Publicações Acadêmicas. Reg.: 120.2.095-2011 – QUALIS/CAPES – LATINDEX – ISSN: 2238-6424. 2021. 16 f. Disponível em: <http://site.ufvjm.edu.br/revistamultidisciplinar/files/2021/10/Ferraz.pdf>. Acesso em: 22 de jun. 2025.

FRACASSO, F. **Um estudo bibliométrico da matriz SWOT como ferramenta de estratégia organizacional.** Trabalho de Conclusão de Curso em Administração. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS) - Unidade Universitária em Sananduva - RS. 2022. 82 f. Disponível em: <https://repositorio.uergs.edu.br/xmlui/handle/123456789/2368>. Acesso em: 3 de set. de 2025.

G1 RONDÔNIA. **“Chuva causa alagamentos em Porto Velho nesta quarta (19)”**. G1, 19 fev. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/ro/rondonia/noticia/2020/02/19/chuva-causa-alagamentos-em-porto-velho-nesta-quarta-19.ghtml>. Acesso em: 23 de jun. 2025.

G1 RONDÔNIA. **“Em 24 horas, chove o equivalente a sete dias em Porto Velho, diz prefeitura”**. G1, 08 fev. 2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/ro/rondonia/noticia/2025/02/08/em-24-horas-chove-o-equivalente-a-sete-dias-em-porto-velho-diz-prefeitura.ghtml>

. Acesso em: 23 de jun. 2025.

GOMES, A. P. da S., OLIVEIRA, M. R. A. P. de, DUTRA, M. de M. **Drenagem Urbana: antigos, novos conceitos e soluções.** Faculdade Arquitetura e Urbanismo - FAU. Universidade de Brasília (UnB). 2022. 19 f. Disponível em:

<http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.19309.46563>. Acesso em: 22 de jun. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Portal Cidades.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/porto-velho/panorama>. 2024. Acesso em: 22 de out. 2025.

MACEDO, F. F., VIERA, F. H., FURIGO, R. de F. R. **Indicadores de manutenção do sistema de drenagem urbana em Mogi Mirim.** Artigo Científico. Boletim de Saneamento. Faculdades Maria Imaculada (FIMI). São Paulo, 2020. Disponível em:

<https://boletimdosaneamento.com.br/wp-content/uploads/2024/08/113-1230-1-PB.pdf>.

Acesso em: 22 de out. 2025

MELLER, A. **Simulação hidrodinâmica integrada de sistema de drenagem em Santa Maria - RS.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade de Santa Maria (UFSM). 2004. 189 f. Disponível em:

<https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/535/2020/10/dissertao-adalberto-meller-entregue-a-ufsm.pdf>. Acesso em: 10 de jul. 2025.

MENDES, A. T., SANTOS, G. R. dos. **Drenagem e manejo sustentável de águas pluviais urbanas: o que falta para o Brasil adotar?** Governo Federal. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA. 2791. Rio de Janeiro, agosto de 2022. Disponível em:

<http://dx.doi.org/10.38116/td2791>. Acesso em: 22 de out. 2025.

NASCIMENTO, C. P., SILVA, M. **A cidade de Porto Velho e as transformações no espaço urbano.** Ateliê Geográfico - Goiânia-GO, v. 18, n. 2, ago./2024, p. 161 - 186. Revista eletrônica. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/ateliê/article/view/77785>. Acesso em: 15 de jul. 2025.

NOLETO, R. G., RODRIGUES, C. R. **Análise Crítica das técnicas compensatórias de drenagem urbana: uma revisão bibliográfica.** Semana Acadêmica, Revista Científica. ISSN 2236-6717. 2024. Fortaleza, Ceará. Ed. 242. V. 12. Ano 2024. Disponível em:

<http://dx.doi.org/10.35265/2236-6717-242-12889>. Acesso em: 11 de jul. 2025.

OLIVEIRA, G., SCAZUFCA, P., CAPRIO, C. K. B de, ORTIZ, T., HADDAD, S. F. **Estudo sobre drenagem e manejo de águas pluviais urbanas no Brasil.** Instituto Trata Brasil. GO Associados. 89f. 2025. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/estudo-sobre-o-setor-de-drenagem-e-manejo-de-aguas-pluviais-urbanas-no-brasil/>. Acesso em: 19 ago. 2025

OLIVEIRA, O. A. de. **Geografia de Rondônia: Espaço & Produção - 3ª edição.** Dinâmica Editora e Distribuidora LTDA. Porto Velho, junho de 2005. 203 f. Acesso em: 10 de jul. 2025.

ORGUEL. **Quais são as vantagens do telhado verde?** Orguel, 2016. Disponível em: <https://orguel.com.br/quais-sao-vantagens-telhado-verde/>. Acesso em: 11 de jul. 2025.

ORR, H.G., HALL, C.A., RHODES, V., WILBY, R.L., PEAT, K.L., FOWLER, H.J. *Hidrology for impact: building partnerships, blending knowledge and bracing for climate change*. Philosophical Transactions Royal Society A. 383. 20240290. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rsta.2024.0290>. Acesso em: 17 de nov. 2025.

PADRÃO ENGENHARIA LTDA. Pisos drenantes. Padrão Engenharia Ltda., s.d. Disponível em: <https://www.padraoengenhariailtda.com.br/cherry-services/pisos-drenantes/>. Acesso em: 11 de jul. 2025.

PIMENTEL, P. G. **Análise dos sistemas de drenagem das águas pluviais e proposta de soluções para regiões críticas de alagamentos na cidade do Rio de Janeiro**. Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Dissertação (Engenharia Ambiental). Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.btd.uerj.br:8443/handle/1/17625>. Acesso em: 22 de out. 2025.

PIRES, I. R. M., LIMA, R. S. de, DORICI, M., SILVA, A. E. T. da, PUGLIESI, E., MOSCHINI, L. E., & CATOJO, A. M. Z. **Proposta de manejo de águas pluviais e drenagem urbana do município de São Carlos - SP: Aplicação da análise SWOT como método de avaliação de política pública (Rainwater and urban drainage management proposal in São Carlos - SP: SWOT analysis...)**. Revista Brasileira de Geografia Física v. 09, n.06 (2016) 2104-2120. 17f. DOI: 10.26848/rbgf.v9.6.p2104-2120. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233902>. Acesso em: 19 ago. 2025.

PORTO VELHO. Lei Complementar nº 838, de 4 de fevereiro de 2021. **Plano Diretor Participativo do Município de Porto Velho (PDPM)**. 2021. Disponível em: <https://planodiretor.portovelho.ro.gov.br/arquivos/lista/61985?planos-diretores-de-porto-velho>. Acesso em: 30 maio 2025.

PORTO VELHO. Plano Municipal de Saneamento Básico de Porto Velho. **Diagnóstico Técnico Participativo dos Serviços de Saneamento Básico. Produto 3**. 2020. Disponível em: <https://pmsb.portovelho.ro.gov.br/uploads/editor/files/p3-diagnostico-pmsb-final.pdf>. Acesso em: 29 set. 2025.

PORTO VELHO. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Porto Velho (PMSB). Versão Final**. 2022. Disponível em: <https://pmsb.portovelho.ro.gov.br/uploads/arquivos/2023/04/34105/1681302197pmsb-pvh-final.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2025.

PORTO VELHO. **Legislação urbanística**. SEMPOG - Secretaria Municipal de Planejamento, Orçamento e Gestão. 2025. Disponível em: <https://sempog.portovelho.ro.gov.br/arquivos/lista/24657?legislacao-urbanistica>. Acesso em: 19 nov. 2025.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE PORTO VELHO. **SEMISB – Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Serviços Básicos**. Prefeitura de Porto Velho, s.d. Disponível em: <https://www.portovelho.ro.gov.br/artigo/19995#gallery-2>. Acesso em: 15 dez. 2025.

QUATRO RODAS. **Concreto capaz de absorver mais de 3 mil litros de água é criado no Reino Unido**. Quatro Rodas, 9 out. 2015. Imagem. Disponível em:

https://quatorrodas.abril.com.br/noticias/concreto-capaz-de-absorver-mais-de-3-mil-litros-de-agua-e-criado-no-reino-unido/#google_vignette. Acesso em: 10 de jul. 2025.

RESEARCHGATE. Figura 3 – Trincheira de infiltração no campus da UFSCar, São Carlos, SP. ResearchGate, s.d. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Trincheira-de-Infiltracao-no-campus-da-UFSCar-Sao-Carlos-SP_fig1_373370347. Acesso em: 11 de jul. 2025.

RODRIGUES, L. A. A. **Impacto do processo de urbanização na formação de enchentes e alagamentos em Belo Horizonte, MG.** Especialização em Recursos Hídricos e Ambientais. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Campus Montes Claros. 2020. 67 f. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/36383>. Acesso em: 11 de jun. 2025.

RODRIGUES, N. M., RODRIGUES, C. D. F., RODRIGUES, C. R. **A falta de drenagem urbana nas cidades brasileiras.** Research, Society and Development, v. 11, n. 6, e54911629652, 2022 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409. 12 f. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i6.29652>. Acesso em: 22 de out. 2025.

ROSSATO, S. da L.; CASTELHANO, F. J. **Os impactos socioambientais das enchentes e inundações e sua relação com o processo de ocupação urbana irregular às margens do Córrego Urutago no município de Francisco Beltrão - PR.** Artigo apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharel em Geografia. 2020. 21 f. Centro Universitário Internacional (UNINTER). Disponível em: <https://repositorio.uninter.com/bitstream/handle/1/664/Da%20Luz%20Rossatto%2C%20Sandra.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 23 de jun. 2025.

SANTOS, L. de P. S. **Indicadores socioambientais para avaliação de sistemas de drenagem urbana.** Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) — Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, 2021. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tedeserver/api/core/bitstreams/b6503f34-eb9b-492b-9c74-3d81357aa5de/content>. Acesso em: 22 de out. 2025.

SÃO CARLOS. **Relatório Final do Plano Municipal de Saneamento - São Carlos/SP.** Prefeitura Municipal de São Carlos, 2012. Disponível em: <https://saocarlos.sp.gov.br/images/stories/PMSSanCa/PMSSanCa%20-%20Relatorio%20FINAL-%20MAR2012.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2025.

SEDEC. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. **Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE).** 2025. 7 f. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec>. Acesso em: 21 de jun. 2025.

SILVA, D. de S., FERREIRA, A. C. **Bacia de Detenção Hidráulica - Mina João Paulo.** Relatório Técnico, DAC Engenharia. Prefeitura Municipal de Itajubá. Itajubá, Minas Gerais. 2022. 44 f. Disponível em: <https://pousoalegre.mg.gov.br/licitacoes/DAC-PMPA-MJP-PE-RT-R00.pdf>. Acesso em: 17 de jun. 2025.

SILVA, D. F., TUCCI, C. E. M., KUELE, P. M., COSTA, M. E. L., CORREA, A. C. S., MONTEIRO, M. P., & ARAÚJO, L. M. N. **Drenagem e manejo de águas pluviais no Brasil: conceitos, gestão e estudos de caso.** Revista de Gestão de Água da América Latina,

21, e1. 2024. 18f. Disponível em: <https://doi.org/10.21168/rega.v21e1>. Acesso em: 22 out. de 2025.

US EPA. *Ground Penetrating Radar (GPR)*. Environmental Geophysics. Disponível em: <https://www.epa.gov/environmental-geophysics/ground-penetrating-radar-gpr>. Acesso em: 20 de nov. de 2025.

VIEIRA, I. L. S. **Análise de Bacias de Retenção**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade da Madeira, Campus universitário de Penteada. 2014. 159 f. Portugal. Disponível em: <https://digituma.uma.pt/bitstream/10400.13/1003/1/MestradoIvanVieira.pdf>. Acesso em: 11 de jun. 2025.