



CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE ITAITUBA LTDA
FACULDADE DE ITAITUBA – FAI
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

ELEN LARISSA FERREIRA DA SILVA

DRENAGEM URBANA DO BAIRRO LIBERDADE EM ITAITUBA/PA:
Análise da destinação das Águas Pluviais

ELEN LARISSA FERREIRA DA SILVA

**DRENAGEM URBANA DO BAIRRO LIBERDADE EM ITAITUBA/PA:
Análise da destinação das Águas Pluviais**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Itaituba apresentado como requisito
parcial para a obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Esp. Wesley Aguiar Pinto.

Itaituba – PA

2026

SILVA, Elen Larissa Ferreira da

Drenagem Urbana do bairro liberdade em Itaituba/PA: Análise da Destinação das águas pluviais - FAI / Elen Larissa Ferreira da Silva. Itaituba: FAI, 2026.

87 f. il

Orientador: Prof. Wesley Aguiar Pinto

Trabalho de Conclusão de Curso Graduação em Bacharelado de Engenharia Civil – Faculdade de Itaituba, 2026.

1. Engenharia. 2. Serviços. I. Silva, Elen II. Faculdade de Itaituba. Itaituba, BR – PA, 2026.

ELEN LARISSA FERREIRA DA SILVA

**DRENAGEM URBANA DO BAIRRO LIBERDADE EM ITAITUBA/PA:
ANÁLISE DA DESTINAÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Itaituba apresentado como requisito
parcial para a obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Esp. Wesley Aguiar Pinto.

BANCA EXAMINADORA

Presidente: _____ Nota: _____

Prof. _____, _____

Avaliador(a): _____ Nota: _____

Prof. _____, _____

Avaliador(a): _____ Nota: _____

Prof. _____, _____

Resultado: _____ Média: _____

Itaituba/PA, ____ de _____ de 2026.

A Deus, por ser minha fortaleza e me conceder forças nos momentos de cansaço e incerteza. A minha mãe e irmã, que sempre acreditaram em mim, mesmo quando eu duvidava da minha própria capacidade, e que são meu maior exemplo de amor e dedicação. Aos meus familiares e amigos, pelo apoio, carinho e compreensão diante das minhas ausências. E, por fim, a mim mesma, por não desistir diante das dificuldades e acreditar que cada esforço valeria a pena.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, fonte de toda força e esperança, por me conceder saúde, coragem e resiliência durante toda esta jornada. Sem a Sua presença, nada disso teria sido possível.

A minha família principalmente minhas mães e irmã, que sempre estiveram ao meu lado com amor incondicional, apoio, paciência e compreensão. Vocês são o alicerce da minha vida, e todo o meu esforço é também em retribuição aos sacrifícios que fizeram para que eu pudesse chegar até aqui.

À minha família, que me incentivou em cada etapa, torceu por mim e me ofereceu palavras de conforto nos momentos de cansaço. Obrigada por acreditarem no meu potencial, mesmo quando eu mesma duvidava.

Aos meus orientadores, pela dedicação, disponibilidade e conselhos valiosos. Sua orientação foi essencial para o desenvolvimento deste trabalho e para o meu crescimento acadêmico.

Aos professores e à instituição de ensino, por todo o aprendizado transmitido ao longo do curso e pelas contribuições fundamentais para minha formação profissional e pessoal.

Aos meus amigos, que me ouviram, me apoiaram e compreenderam minhas ausências em momentos importantes, sempre me motivando a seguir em frente. Sem vocês, a caminhada teria sido muito mais difícil e solitária.

E, por fim, agradeço a mim mesma, por não desistir, por lutar contra o cansaço, pela dedicação em cada etapa e pela coragem de enfrentar os desafios. Este trabalho é prova de que a persistência e a fé tornam possível alcançar até os sonhos que parecem mais distantes.

A todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte dessa trajetória, deixo aqui a minha eterna gratidão.

“Tudo parece impossível até que seja feito.”

Nelson Mandela

RESUMO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso aborda a temática da drenagem urbana no Bairro Liberdade, em Itaituba (PA), focando especificamente na destinação das águas pluviais e nos impactos da infraestrutura precária sobre a qualidade de vida local. O assunto central fundamenta-se na análise das falhas dos mecanismos de escoamento em uma região marcada pela rápida urbanização e elevada pluviosidade amazônica. O objetivo geral desta pesquisa consistiu em analisar a destinação das águas pluviais do referido bairro, identificando as deficiências estruturais, analisar se há excesso de resíduos nos dispositivos presentes e propor uma disposição final considerando o perfil hidrológico do local. Dessa forma, a pesquisa justifica-se pela necessidade de detalhar e esclarecer os motivos pelos quais há falhas nos mecanismos de escoamento de águas pluviais, mesmo após numerosos episódios de alagamentos. Metodologicamente, adotou-se um estudo de caso de natureza aplicada com abordagem mista (quanti-qualitativa), estruturado por meio de levantamento bibliográfico, visitas técnicas “in loco”, registro fotográfico com coordenadas longitudinais e latitudinais. Os resultados encontrados revelaram um estado de conservação crítico da microdrenagem, caracterizado por patologias como o assoreamento de diversos bueiros devido ao acúmulo de resíduos sólidos e fissuras estruturais na interface meio-fio/sarjeta, resultando em recorrentes alagamentos e degradação do pavimento. Notou-se também que há a presença de alas de desague passando por intermédio do bairro direcionando as águas a nascente. Portanto, conclui-se que, a problemática envolve falhas na tanto no mal dimensionamento da microdrenagem quanto na manutenção preventiva. A solução técnica foi proposta com a implementação de novos dispositivos de drenagem, indicando que a reabilitação da drenagem é viável e urgente para garantir a resiliência urbana e a dignidade social em Itaituba.

Palavras-chave: Drenagem Urbana. Bairro Liberdade. Águas Pluviais. Dispositivos de escoamento, resíduos sólidos.

ABSTRACT

This Final Course Project addresses the issue of urban drainage in the Liberdade neighborhood, in Itaituba (PA), focusing specifically on the destination of rainwater and the impacts of precarious infrastructure on the local quality of life. The central theme is based on the analysis of failures in drainage mechanisms in a region marked by rapid urbanization and high rainfall typical of the Amazon. The general objective of this research is to analyze the destination of rainwater in the aforementioned neighborhood, identifying structural deficiencies, analyzing whether there is excess waste in the existing devices, and proposing a final disposal method considering the hydrological profile of the location. Thus, the research is justified by the need to detail and clarify the reasons for failures in rainwater drainage mechanisms, even after numerous flooding episodes. Methodologically, an applied case study with a mixed (quantitative-qualitative) approach was developed, structured through bibliographic research, on-site technical visits, and photographic documentation with longitudinal and latitudinal coordinates. The results revealed a critical state of conservation of the microdrainage system, characterized by pathologies such as the silting up of several storm drains due to the accumulation of solid waste and structural cracks at the curb/gutter interface, resulting in recurring flooding and pavement manipulation. It was also noted that there are drainage channels running through the neighborhood, directing water towards the spring. Therefore, it is concluded that the problem involves failures in both the poor design of the microdrainage system and in preventive maintenance. The proposed technical solution involves the implementation of new drainage devices, demonstrating that drainage rehabilitation is both feasible and urgent to guarantee urban resilience and social dignity in Itaituba.

Keywords: Urban Drainage. Liberdade Neighborhood. Stormwater. Drainage Devices. Solid Waste.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da área urbana do município de Itaituba (PA), destacando o Rio Tapajós e a Rodovia BR-230.....	18
Figura 2 – Exemplo de estrutura de macrodrenagem e microdrenagem urbana.....	23
Figura 3 – Componentes essenciais da Microdrenagem: boca de lobo e poços de visita.....	26
Figura 4– Mecanismos de infiltração e recarga: Ciclo hidrológico.....	31
Figura 5 – Visão geral do Bairro Liberdade na cidade de Itaituba – PA.....	34
Figura 6 – Exemplos de Técnicas Compensatórias (LID/SUDS) para Drenagem Urbana Sustentável.....	36
Figura 7 – Mapa de delimitação perimetral e diretrizes de drenagem do Bairro Liberdade.....	43
Figura 8 – Demonstração da degradação do asfalto: 6° Rua da Liberdade PV nº14.....	44
Figura 9 – Croqui de localização dos dispositivos de drenagem presentes no bairro Liberdade.....	49
Figura 10 – Disposição das águas pluviais. 5° Rua da Liberdade - Travessia.....	51
Figura 11 – Sentido do escoamento da água pluvial no Bairro Liberdade.....	51
Figura 12 – Ações do poder público para mitigar alagamentos e enchentes.....	52
Figura 13 – Ações do poder público para mitigar alagamentos e enchentes.....	53
Figura 14 – Desconformidade do poço de visita em relação ao nivelamento da rua. 5° Rua PV13.....	55
Figura 15 – Demonstração da presença de fissuras estruturais na interface entre meio fio e sarjeta: 7° Rua da Liberdade.....	56
Figura 16 – Identificação da presença de poço de visita: 2° Rua da Liberdade PV nº 2.....	56
Figura 17 – Ala de desague: Final da 4° Rua da Liberdade	57

Figura 18 – Falta de dispositivo de drenagem: 7° Rua da Liberdade.....	58
Figura 19 – Excesso de resíduo sólido no dispositivo de drenagem: 5° e 7° Rua da Liberdade BL nº 46 e 63.....	59
Figura 20 – Inspeção técnica na 5ª Rua da Liberdade: análise da BLs nº 38.....	59
Figura 21– Inspeção técnica na 4ª Rua da Liberdade: análise das BLs nº 27 e 28.....	60
Figura 22 – Croqui da proposta de drenagem adicional do bairro Liberdade.....	62
Figura 23 – Representação da drenagem existente mais a drenagem proposta.....	63

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Relação de Logradouros do Bairro Liberdade.....	41
Tabela 2 – Relação de Bocas de Lobo por rua.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BL	Boca de Lobo
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LID	Low Impact Development (Desenvolvimento de Baixo Impacto)
MAUP	Manejo de Águas Pluviais Urbanas
NBR	Norma Brasileira
PA	Pará
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PV	Poço de Visita
SEMINFRA	Secretaria Municipal de Infraestrutura

SUDS

Sustainable Urban Drainage Systems (Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 EVOLUÇÃO E CONTEXTO HISTÓRICO DA DRENAGEM URBANA E HIDROLÓGICA EM ITAITUBA	17
2.2 DRENAGEM URBANA	20
2.3 MACRODRENAGEM	22
2.4 MICRODRENAGEM	25
2.5 IMPLICAÇÕES HIDROGEOTÉCNICAS	27
2.6 DESTINAÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS E QUESTÕES SUSTENTÁVEIS	30
2.7 PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO (PMSB) E DRENAGEM URBANA	32
2.8 DRENAGEM NO BAIRRO LIBERDADE EM ITAITUBA - PA	34
2.9 DRENAGEM DE BAIXO IMPACTO: TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS	35
2.10 INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS E ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO DA DRENAGEM SUSTENTÁVEL	38
3 METODOLOGIA	40
3.1 CLASSIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	41
3.2 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS E PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	43
3.3 PROCESSAMENTO DAS INFORMAÇÕES E MAPEAMENTO	45
3.4 ANÁLISE CRÍTICA E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	46
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	47
4.1 DIAGNÓSTICO DAS PATOLOGIAS E EFICIÊNCIA OPERACIONAL DO SISTEMA	47
4.2 PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO E PERSPECTIVAS	48
4.3 IDENTIFICAÇÃO DA DESTINAÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS	50
4.4 AÇÕES DO PODER PÚBLICO NA DRENAGEM DO BAIRRO LIBERDADE	52
4.5 DEFICIÊNCIAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA	54
4.6 EXCESSO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	58
4.7 PROPOSTA DE MELHORIA	60
CONCLUSÃO	64
REFERÊNCIAS	67
ANEXOS	69

Anexo A– Relatório Fotográfico	69
Anexo B – Termo de Homologação	90

1 INTRODUÇÃO

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), que tem como tema “Drenagem Urbana do Bairro Liberdade em Itaituba/PA: Análise da destinação das águas pluviais”. Demonstra a necessidade da presença de mecanismos com o intuito de realizar o manejo das águas de encontro a nascente, uma vez, que a falta deste cuidado pode gerar impactos significativos na qualidade de vida da população e do meio em que vivem.

O objetivo geral desta pesquisa é analisar a destinação das águas pluviais do bairro liberdade em Itaituba. Como objetivos específicos, busca-se: (1) investigar as deficiências no sistema de drenagem urbana do bairro Liberdade; (2) analisar se há excesso de resíduos sólidos presentes nos mecanismos de escoamento; e (3) Propor a disposição de dispositivos de drenagem pluvial considerando o perfil hidrológico do bairro.

A escolha deste tema, se deu a partir da vivência em estágios e trabalhos em empresas privadas. Através do acompanhamento da execução da drenagem urbana em loteamentos, observou-se a necessidade da presença destes dispositivos em mais áreas da cidade, em especial os bairros suscetíveis a alagamentos periódicos.

Dessa forma, a pesquisa justifica-se pela necessidade de detalhar e esclarecer os motivos pelos quais há falhas nos mecanismos de escoamento de águas pluviais, mesmo após numerosos episódios de alagamentos, em pontos críticos do bairro Liberdade no município de Itaituba-PA. Conseguir incorporar drenagem urbana nas cidades e municípios brasileiros, mais precisamente no estado do Pará, é de interesse das unidades competentes e da população afetada.

Dessa forma, o presente estudo visa responder as seguintes questões norteadoras: (1) Quais são os principais fatores que impedem a execução completa de uma drenagem urbana eficiente no bairro Liberdade, no município de Itaituba-PA? (2) Quais as consequências da falta de escoamento das águas provenientes do esgoto urbano no bairro Liberdade em Itaituba-PA? E (3) Quais os principais agentes causadores de risco ao conjunto de infraestrutura no bairro Liberdade em Itaituba-PA?

A metodologia do trabalho fundamenta-se em um estudo de caso de natureza aplicada, com abordagem mista (quanti-qualitativa), juntamente a um levantamento bibliográfico, voltados ao diagnóstico do sistema de microdrenagem no Bairro Liberdade, em Itaituba/PA.

Os resultados do estudo se apoiam nas normas técnicas ABNT 9600 (2016) e 9649 (1986), em estudos de Caldeira & Lima (2020), Christofidis et al. (2019), Vieira et al. (2023), Tucci (1995, 2002, 2005, 2012 e 2016), FUNASA (2019), Almeida (2020), na Lei nº 4.031/2023 e em dados do IBGE (2025), fornecendo suporte teórico, legal e estatístico para o planejamento de intervenções em drenagem urbana e permitindo a análise integrada de soluções para o manejo de águas pluviais e prevenção de alagamentos.

O trabalho está estruturado em cinco capítulos. O primeiro - Introdução, apresenta objetivos, justificativa e questões norteadoras. O segundo - Fundamentação Teórica, aborda drenagem urbana, evolução histórica, micro e macrodrenagem, técnicas sustentáveis e implicações hidrogeotécnicas, com destaque para o Bairro Liberdade em Itaituba-PA. O terceiro - Metodologia, detalha a área, coleta de dados e análise com base em normas e legislações. O quarto, - Resultados e Discussões, apresenta achados das inspeções, como conformidade dos dispositivos, patologias observadas e ações públicas. Por fim, a Conclusão do estudo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A rápida e descontrolada urbanização, frequentemente sem um planejamento de infraestrutura eficaz, é um dos principais fatores que geram impactos ambientais e sociais nas cidades atuais, uma vez que esse crescimento desordenado sobrecarrega os sistemas urbanos e intensifica problemas como alagamentos e poluição. Conforme destacado por Caldeira e Lima (2020) e pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA 2019), a deficiência no planejamento e na gestão da drenagem urbana contribui diretamente para o agravamento desses problemas.

Essa expansão, caracterizada pela grande impermeabilização do solo, pressiona os sistemas hídricos naturais e, em locais onde o sistema de drenagem urbana falha, provoca aumento do escoamento superficial, contribuindo para alagamentos e sobrecarga das redes. Conforme Tucci (2005; 2012) e FUNASA (2019), a urbanização altera o ciclo hidrológico, intensificando o escoamento e os riscos de inundações. Dessa forma, torna-se fundamental adotar soluções de drenagem mais eficientes e sustentáveis.

No Brasil, especialmente em áreas que estão se desenvolvendo rapidamente, como Itaituba no estado do Pará, a falta de um sistema de drenagem adequado às condições locais tem agravado os problemas hidrogeotécnicos. De acordo com Tucci (2005; 2012) e FUNASA (2019), o manejo inadequado das águas pluviais favorece o acúmulo excessivo de água na superfície, gerando situações como erosão, instabilidade de encostas, inundações frequentes e degradação do solo, impactando diretamente a segurança das estruturas urbanas, como ruas e edificações.

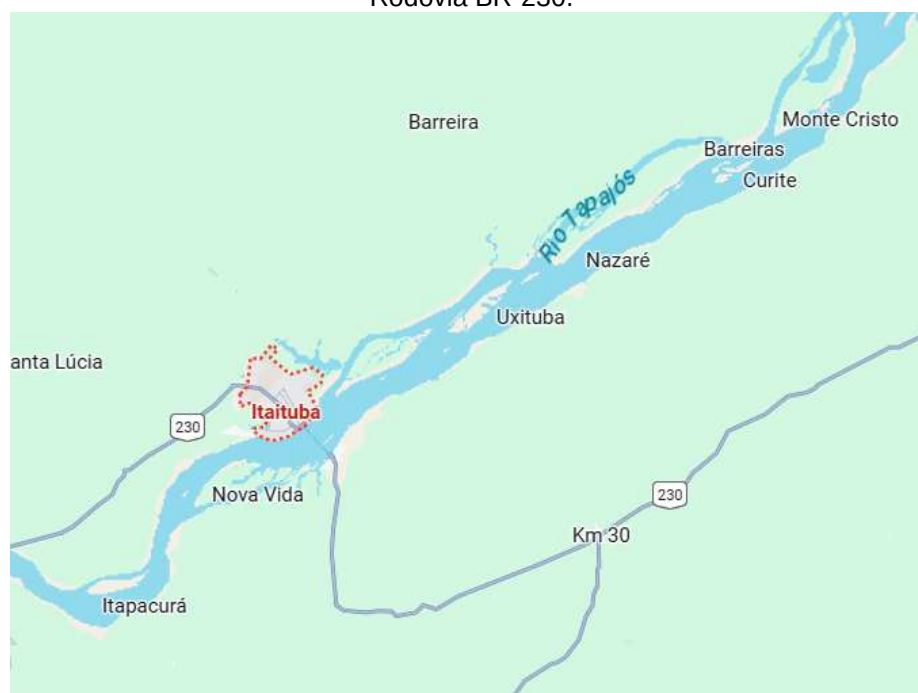
Conforme Vieira *et al.* (2023), a questão da drenagem urbana no bairro Liberdade/ Itaituba- Pará está, de forma marcante, relacionada à má gestão das águas da chuva. A falta ou ineficiência dos sistemas de coleta e drenagem que resulta no acúmulo significativo de água nas regiões mais baixas, provocando alagamentos, problemas sociais e danos financeiros para os moradores. Assim, é fundamental adotar uma abordagem técnica voltada para o planejamento e a infraestrutura de drenagem, a fim de, reduzir os riscos e assegurar um espaço urbano mais seguro e adaptável ao crescimento da comunidade local.

2.1 EVOLUÇÃO E CONTEXTO HISTÓRICO DA DRENAGEM URBANA E HIDROLÓGICA EM ITAITUBA

A gestão das águas pluviais nas áreas urbanas é uma questão complexa que se desenvolveu significativamente ao longo da trajetória da Engenharia Civil, demonstrando as transformações na compreensão do ciclo da água e do uso do solo. No Brasil, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2025), esse cenário é acentuado pela veloz e, em vários casos, desorganizada urbanização, com mais de 80% da população vivendo em áreas urbanas.

Entender essa transformação é fundamental para desenvolver soluções apropriadas em municípios significativos e em crescimento, como Itaituba no Pará (Figura 1). Situada na Região Norte, às margens do Rio Tapajós e na parte Sudoeste do estado, Itaituba se destaca como um importante polo econômico regional, conhecido pela intensa mineração de ouro no Vale do Tapajós.

Figura 1 – Localização da área urbana do município de Itaituba (PA), destacando o Rio Tapajós e a Rodovia BR-230.



Fonte: Google Maps (2025).

Sua localização privilegiada (Figura 1), atravessada pela Rodovia Transamazônica (BR-230) e inserida no bioma Amazônico, apresenta um desafio particular para seu sistema de drenagem, caracterizado pela elevada pluviosidade e pela necessidade de proteger os ecossistemas hídricos locais.

A questão da água em Itaituba, de acordo com os dados do IBGE (2025), é agravada pela interação de dois aspectos naturais importantes: as chuvas intensas e

as características do solo na área. Localizado em uma zona de clima equatorial, o município apresenta altos índices de precipitação anual, gerando grandes volumes de escoamento em períodos curtos.

Ademais, os solos da Região Amazônia, que normalmente apresentam baixa permeabilidade na superfície devido à compactação decorrente da ocupação e do desmatamento, assim como, a reduzida capacidade de infiltração em regiões afetadas, elevam consideravelmente o coeficiente de escoamento (IBGE, 2025).

Essa situação, caracterizada pela grande quantidade de água precipitando rapidamente sobre um solo com limitada capacidade de absorção, sobrecarrega os sistemas de drenagem existentes e agrava os processos erosivos nas áreas urbanas, aumentando a produção de sedimentos e o assoreamento dos corpos d'água. Conforme Tucci (2005; 2012) e Christofidis et al. (2019), a urbanização intensifica essas dinâmicas ao alterar o comportamento natural do escoamento, exigindo abordagens mais integradas no manejo das águas pluviais. Dessa forma, evidencia-se a necessidade de um planejamento de drenagem que priorize a retenção e a infiltração da água.

Nesse cenário, Christofidis et al. (2019), frisam que isso ocorre devido a uma transformação no entendimento histórico de como se dava esse processo, com a primeira etapa no gerenciamento das águas pluviais sendo conhecida historicamente como Drenagem Urbana Tradicional ou paradigma Higienista (1850 a 1990). Essa perspectiva era marcada por uma abordagem antropocêntrica, em que a água da chuva era considerada um passivo indesejado e um inconveniente a ser eliminado rapidamente.

O foco principal estava no controle de enchentes, através de ações estruturais que facilitavam a coleta e a remoção imediata das águas para a jusante. Tal prática, que incluía a canalização de rios, a drenagem de áreas úmidas e a retificação de cursos d'água, resultou em uma redução do tempo de concentração e um aumento na amplitude das cheias nos corpos d'água, piorando a situação das inundações nas regiões adjacentes, levando à “privatização dos benefícios e socialização dos custos” (CHRISTOFIDIS et al., 2019).

Conforme Tucci (1995) a partir dos anos 70, começou uma mudança em direção à Drenagem Urbana Sustentável, uma abordagem considerada ambientalista (Fase 2). Essa transformação foi motivada pela inadequação dos sistemas tradicionais em enfrentar os efeitos da urbanização, e procurou recuperar características da

dinâmica natural das águas. As inovações dessa fase, que se firmaram após 1990, focaram no controle na fonte, promovendo infiltração e percolação nos solos, além de implementar técnicas de retenção de água (CHRISTOFIDIS *et al.*, 2019).

Termos como Low Impact Development (LID), Best Management Practices (BMP) e Sustainable Urban Drainage Systems (SuDS) surgiram mundialmente, com o objetivo de aliar a gestão de águas pluviais à geomorfologia e mitigar os impactos adversos da drenagem tradicional, conforme menciona em seu trabalho (CHRISTOFIDIS *et al.*, 2019), evidenciando uma mudança de paradigma no planejamento urbano em direção a soluções mais sustentáveis. Nesse sentido, essas abordagens buscam reproduzir o comportamento natural do ciclo hidrológico, promovendo maior infiltração, retenção e controle do escoamento superficial.

Recentemente, a evolução dos paradigmas deu um avanço significativo rumo às Soluções Baseadas na Natureza (SbN) na administração dos recursos hídricos, iniciado a partir de 2018. Essa nova abordagem reflete um amadurecimento na compreensão da água, deixando para trás uma perspectiva utilitarista e antropocêntrica, e buscando uma harmonização com os ciclos naturais. As SbN promovem a combinação entre as chamadas “infraestruturas cinzas” (obras de engenharia tradicionais) e as “infraestruturas verdes” (como jardins de chuva e zonas de infiltração) (CHRISTOFIDIS *et al.*, 2019).

Essa sintonia com os ecossistemas aquáticos é considerada a maneira mais eficaz de enfrentar o aumento da intensidade das chuvas, resultado das mudanças climáticas, e direciona o planejamento das cidades de maneira a se alinhar com a capacidade natural de drenagem, o que é crucial para a gestão de riscos e a prevenção de enchentes em localidades como Itaituba (CHRISTOFIDIS *et al.*, 2019), reforçando a necessidade de integrar soluções baseadas na natureza ao planejamento urbano.

2.2 DRENAGEM URBANA

A rede de drenagem nas áreas urbanas, conhecida também como gestão das águas pluviais urbanas (APU), é um dos quatro pilares dos serviços públicos fundamentais que constituem o saneamento básico no Brasil, conforme estabelecido pela Lei nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007), evidenciando sua importância para o funcionamento adequado das cidades e para a proteção da saúde pública. Nesse

contexto, à ausência ou deficiência desse serviço pode intensificar problemas como alagamentos, degradação ambiental e riscos à população.

Segundo Tucci (1995, p. 25), a drenagem em áreas urbanas consiste em uma série de intervenções e estruturas destinadas a reduzir os impactos das chuvas nas cidades, sendo fundamental para o controle do escoamento superficial e a prevenção de alagamentos. Dessa forma, sua adequada implementação contribui diretamente para a segurança da população e para a conservação da infraestrutura urbana.

Isso inclui promover o escoamento eficiente das águas da chuva, evitando problemas como alagamentos e erosão do solo. O objetivo principal, conforme Caldeira e Lima (2020), é controlar a drenagem das chuvas nas áreas urbanizadas, assegurando a proteção da segurança pública, da saúde coletiva, do patrimônio e da infraestrutura, além de atenuar os efeitos das inundações e alagamentos.

A demanda por um sistema de drenagem adequado decorre da significativa modificação no ciclo da água provocada pela urbanização (TUCCI, 2016), uma vez que a impermeabilização do solo reduz a infiltração e aumenta o volume de escoamento superficial. Nesse sentido, torna-se indispensável o planejamento de soluções eficientes que restabeleçam, ainda que parcialmente, o equilíbrio hidrológico nas áreas urbanas.

O crescimento descontrolado e a expansão das cidades resultam numa considerável impermeabilização do solo, dificultando a infiltração natural da água e aumentando o volume de água nas enchentes, que pode crescer de seis a sete vezes em áreas urbanizadas por completo (LEOPOLD, 1968, *apud* TUCCI, 2002), evidenciando o impacto direto da urbanização no agravamento das inundações. Dessa forma, reforça-se a necessidade de planejamento urbano que priorize soluções capazes de reduzir a impermeabilização e controlar o escoamento superficial.

Conforme abordado por Caldeira e Lima (2020), a drenagem nas cidades é crucial para o bem-estar das comunidades urbanas, especialmente em áreas que enfrentam chuvas severas e possuem infraestrutura inadequada. Além de facilitar o escoamento da água da chuva, essa prática é vital para a manutenção da saúde pública. Dessa forma, o planejamento e a manutenção adequados dessas estruturas tornam-se essenciais para garantir segurança, qualidade de vida e equilíbrio ambiental nas áreas urbanas.

Além dos elementos físicos e estruturais, Vieira *et al.* (2023), coloca que é fundamental analisar a influência social da deficiência no sistema de drenagem. As

comunidades localizadas em regiões com significativa vulnerabilidade social são as que mais sofrem com as inundações e alagamentos, pois essa vulnerabilidade se manifesta na desigualdade nas políticas públicas e sociais, exacerbando o risco de alagamentos.

Caldeira e Lima (2020), apontam que um sistema de drenagem eficiente traz diversos benefícios, incluindo: aumento do valor das propriedades na região atendida; diminuição dos custos com a manutenção de ruas; diminuição dos danos às propriedades e da probabilidade de acidentes fatais; além de um correto escoamento das águas da chuva. Assim, a implementação de tais sistemas em regiões impactadas resulta em várias vantagens, tanto para a comunidade quanto para o meio ambiente.

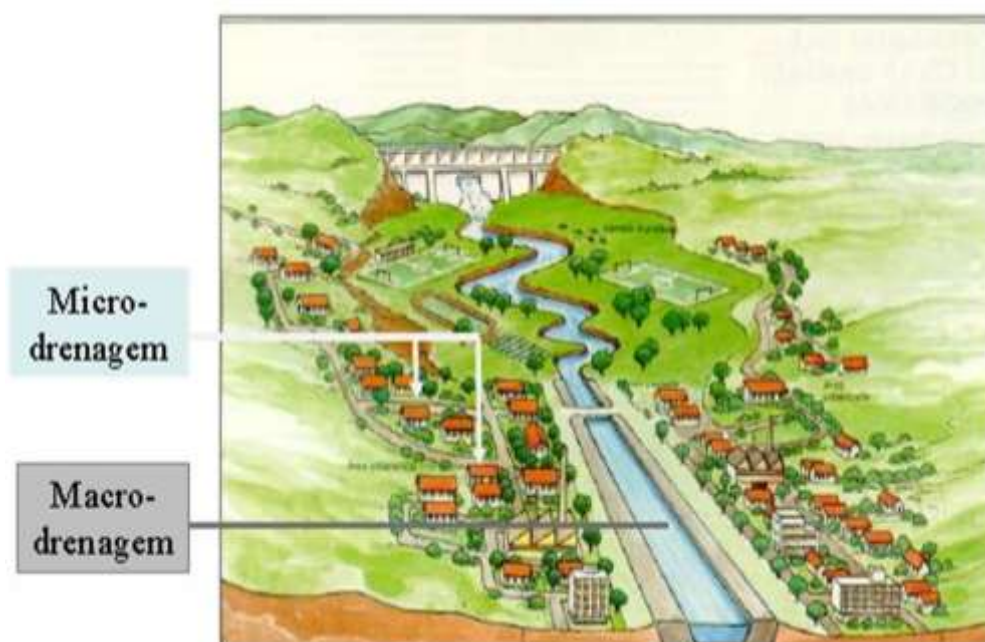
De acordo com Almeida (2020), a drenagem nas áreas urbanas é geralmente classificada em dois subsistemas principais, com base em suas dimensões e funções: microdrenagem e macrodrenagem, os quais atuam de forma complementar no controle e condução das águas pluviais. Enquanto a microdrenagem opera em escala local, a macrodrenagem é responsável pelo escoamento em áreas mais amplas, sendo essencial para a eficiência do sistema como um todo.

Essas duas categorias (MEDAU, 2018, *apud* CALDEIRA; LIMA, 2020) estão interligadas e se complementam, assegurando um funcionamento eficiente do sistema de drenagem urbana. Nesse contexto, a microdrenagem é responsável pela coleta inicial das águas pluviais nas vias e áreas urbanizadas, canalizando-as de forma adequada para os sistemas de macrodrenagem, que conduzem os volumes maiores até os pontos de destino final.

2.3 MACRODRENAGEM

Conforme Caldeira e Lima (2020), a macrodrenagem (Figura 2) representa a parte mais extensa do sistema de gestão das águas pluviais, encarregando-se de transportar grandes quantidades de água superficial até o seu destino final. Esse componente é formado por estruturas de maior porte, como canais, galerias principais e rios urbanos, que recebem a água proveniente dos sistemas menores de drenagem.

Figura 2 – Exemplo de estrutura de macrodrenagem e microdrenagem urbana.



Fonte: Guedes (s.d.).

Segundo Tucci (1995), a macrodrenagem refere-se ao conjunto de intervenções hidráulicas destinadas a levar as águas da chuva das bacias hidrográficas urbanas até os corpos d'água, como rios, córregos e lagoas, com o objetivo de evitar alagamentos e regular o escoamento superficial. Este sistema, que é mais abrangente e profundo, se ocupa das vazões projetadas para chuvas de maior intensidade e menor frequência, funcionando, assim, como a última barreira estrutural contra as enchentes nas áreas urbanas.

Em outras palavras, a macrodrenagem desempenha um papel essencial no controle das grandes quantidades de água geradas por eventos chuvosos intensos, conduzindo-as de forma segura até seu destino final. Diferentemente dos sistemas menores, atua em uma escala mais ampla, envolvendo canais, rios e obras de grande porte. Sua eficiência é fundamental para evitar inundações severas, especialmente em áreas urbanizadas. Assim, o correto dimensionamento e manutenção desse sistema são indispensáveis para a segurança e o equilíbrio das cidades.

Tucci (2002), menciona que a eficácia do sistema de macrodrenagem precisa ser projetada levando em conta o uso e a ocupação do solo de toda a bacia hidrográfica, para assegurar que o sistema de drenagem opere de maneira eficaz e reduza os efeitos das chuvas torrenciais sobre a comunidade e as estruturas. Nesse contexto, o planejamento adequado permite prever o comportamento do escoamento superficial e dimensionar corretamente as obras hidráulicas.

Em outras palavras, o bom desempenho da macrodrenagem depende de uma análise integrada de toda a bacia, considerando como o solo está sendo utilizado e ocupado. Mudanças como urbanização intensa tendem a aumentar o escoamento, exigindo estruturas mais robustas. Assim, o planejamento prévio é essencial para evitar falhas no sistema e minimizar riscos de enchentes. Dessa forma, projetos bem dimensionados contribuem para a segurança da população e a durabilidade das infraestruturas urbanas.

Tucci (2002), ainda explica que a macrodrenagem urbana envolve um conjunto diversificado de sistemas de grande escala, incluindo canais, galerias pluviais de grandes proporções, bacias de retenção e, em situações específicas, estações de bombeamento e tubulações forçadas, todos projetados para direcionar e reduzir o impacto das águas da chuva até os corpos d'água receptores. Embora utilize métodos semelhantes aos da microdrenagem, suas características e objetivos estão focados na escala das bacias hidrográficas e no gerenciamento dos níveis críticos de enchentes.

De forma simplificada, a macrodrenagem atua como um sistema estrutural de grande porte responsável por controlar grandes volumes de água provenientes de chuvas intensas. Diferente da microdrenagem, que funciona em nível local, que abrange áreas mais extensas e exige obras mais complexas. Seu principal objetivo é evitar transbordamentos e minimizar os impactos das enchentes nas cidades. Assim, sua eficiência é fundamental para garantir a segurança urbana e o controle adequado das águas pluviais.

No âmbito das obras auxiliares, Almeida (2020), ressalta que existem estratégias para gerenciar o volume e a taxa de fluxo. No Brasil, por meio do seu Ministério das Cidades (2006), é destacado que as bacias de retenção são reservatórios concebidos para armazenar provisoriamente a água da chuva, visando principalmente à diminuição do pico de fluxo e à redução dos riscos de alagamentos nas áreas urbanas situadas a jusante. Essas estruturas atuam como uma “bolsa” transitória para o controle hidráulico, devolvendo a água ao sistema receptor de forma gradual após o auge da tempestade, prevê De forma simplificada, a microdrenagem atua diretamente no nível local, sendo responsável pela captação inicial da água da chuva por meio de dispositivos como bocas de lobo, sarjetas e galerias. Quando bem projetada e mantida, evita pontos de alagamento e garante o escoamento eficiente até sistemas maiores. Caso apresente falhas, os problemas são percebidos

rapidamente pela população, com acúmulo de água nas vias. Assim, sua eficiência é indispensável para o bom funcionamento de todo o sistema de drenagem urbana.

nindo a sobrecarga imediata da rede.

Uma componente essencial desse sistema de controle, em áreas em que o escoamento por gravidade não é opção, são as estações de elevação. De acordo com Tucci (1995), o principal objetivo desse dispositivo é transportar águas pluviais ou esgoto, elevando o líquido até um ponto onde possa fluir naturalmente, assegurando a continuidade do fluxo em locais em que a topografia apresenta desafios. Desse modo, a macrodrenagem representa a infraestrutura mais avançada e complexa do sistema de drenagem, exigindo um planejamento que seja coeso e harmonioso com o sistema de Microdrenagem.

As estações de elevação desempenham papel estratégico no sistema de drenagem, especialmente em áreas com condições topográficas desfavoráveis, pois garantem que a água não fique acumulada em áreas baixas, reduzindo riscos de alagamentos. Além disso, a integração entre os sistemas de microdrenagem e macrodrenagem é fundamental para o desempenho global da rede.

2.4 MICRODRENAGEM

A microdrenagem, conforme Almeida (2020), é o primeiro e essencial componente na gestão das águas da chuva nas áreas urbanas, encarregando-se de coletar e conduzir a água pluviométrica desde o local em que ocorre a precipitação até o sistema de macrodrenagem. Seu funcionamento adequado é fundamental para evitar acúmulo de água nas ruas.

A microdrenagem atua diretamente no nível local, sendo responsável pela captação inicial das águas pluviais por meio de dispositivos como bocas de lobo, sarjetas e galerias. Quando bem dimensionada e mantida, contribui para a condução eficiente do escoamento até sistemas de maior porte. Por outro lado, falhas nesses dispositivos resultam em acúmulo de água nas vias, problema facilmente perceptível pela população, evidenciando sua importância para o funcionamento do sistema de drenagem urbana.

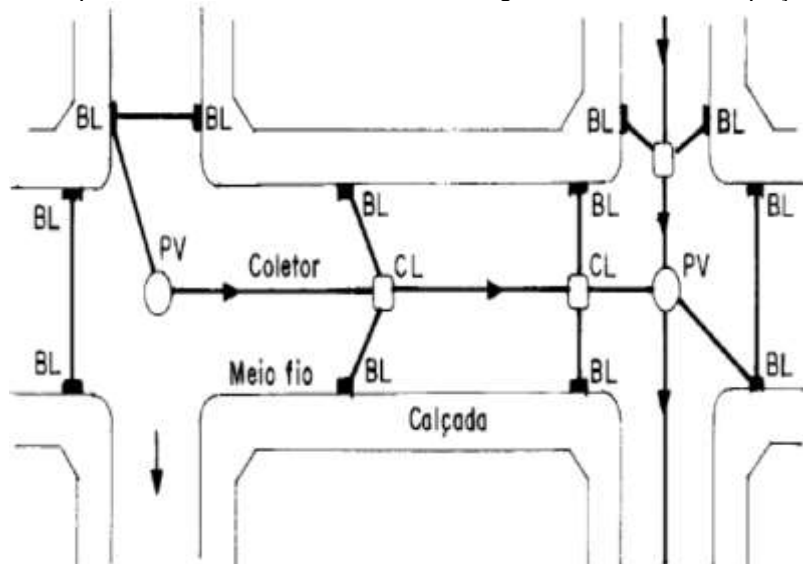
Conforme Medau (2018), citado por Caldeira e Lima (2020), a microdrenagem refere-se ao conjunto de tubulações ou canais situados em áreas de loteamento ou na rede urbana primária. Assim, a função essencial desse sistema é a captação e o

direcionamento da água da chuva das redes de drenagem municipais, como ruas e áreas loteadas que fazem parte da drenagem urbana, em direção ao sistema de macrodrenagem.

Sinteticamente, a microdrenagem é responsável pela coleta das águas pluviais diretamente nas vias e áreas urbanizadas. Seu papel baseia-se em conduzir o escoamento até redes de maior porte, assegurando a continuidade do fluxo. Ademais, desempenha função fundamental na prevenção de acúmulos de água e na redução de transtornos à população, contribuindo significativamente para a eficiência global do sistema de drenagem.

De acordo com a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2019), a microdrenagem (Figura 3) é essencial para garantir a mobilidade de veículos e pedestres nas áreas urbanas, especialmente em regiões com chuvas recorrentes, como no Brasil. Esse sistema é composto por elementos integrados à macrodrenagem, como guias, sarjetas, bocas de lobo, poços de visita, galerias, condutos forçados, estações de bombeamento e sarjetões. Conforme Caldeira e Lima (2020) e Tucci (2005), a eficiência desses componentes depende da adequada integração e dimensionamento no sistema de drenagem urbana.

Figura 3 – Componentes essenciais da Microdrenagem: boca de lobo e poços de visita.



Fonte: Guedes (s.d.).

Para compreender esses componentes, destaca-se que as guias e sarjetas são partes fundamentais do sistema de drenagem urbana, responsáveis por direcionar as águas pluviais ao longo das vias até os pontos de captação, como as bocas de lobo.

Além disso, os sarjetões atuam como canais superficiais com maior capacidade de escoamento em relação às sarjetas convencionais. Conforme FUNASA (2019) e Caldeira e Lima (2020), esses dispositivos são essenciais para o adequado funcionamento da microdrenagem e para a condução eficiente das águas pluviais.

No contexto dos elementos de drenagem, as bocas de lobo, também conhecidas como caixas de captação, são dispositivos projetados para coletar as águas pluviais que se acumulam na superfície, sendo posicionadas ao longo das sarjetas com a função de direcionar esse escoamento para o sistema de drenagem urbana. Posteriormente, as galerias pluviais correspondem aos condutos subterrâneos responsáveis por transportar essas águas captadas nas vias públicas até os corpos receptores adequados, garantindo o escoamento eficiente e a redução de alagamentos nas áreas urbanas (FUNASA, 2019; TUCCI, 2005).

O poço de visita, conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, (2016), é uma construção projetada para facilitar o acesso à rede de drenagem, possibilitando a realização de inspeções, limpezas e desobstruções. Existem, por outro lado, mecanismos que ajudam na movimentação de líquidos em situações na qual a gravidade não é suficiente.

Segundo Tucci (1995), os condutos forçados são seções de tubulações em que o fluxo ocorre sob pressão, sendo geralmente aplicados em contextos em que o escoamento gravitacional não é viável, como em passagens subterrâneas ou em locais com grandes desníveis. Da mesma forma, as estações de bombeamento são estruturas projetadas para elevar águas pluviais, usadas em áreas na qual a configuração do terreno impede o escoamento natural por gravidade.

2.5 IMPLICAÇÕES HIDROGEOTÉCNICAS

A análise da relação entre água e solo, essencial para a Engenharia Civil, constitui a base para a compreensão dos riscos associados à drenagem em áreas urbanas. Nesse contexto, a hidrogeotécnica estuda os processos de infiltração, percolação, armazenamento e escoamento da água no solo, bem como seus efeitos sobre a estabilidade de estruturas. Segundo Tucci (2012), as alterações no ciclo hidrológico decorrentes da urbanização influenciam diretamente o comportamento da água, impactando os sistemas de drenagem e as obras geotécnicas, evidenciando a relação entre processos naturais e intervenções antrópicas.

A presença de água no solo, bem como sua dinâmica, exerce influência direta no comportamento mecânico dos materiais empregados em obras de engenharia civil. Conforme Tucci (2012), esse fator altera propriedades como coesão, resistência ao cisalhamento e densidade, impactando a capacidade de suporte das fundações. Como consequência, podem ocorrer instabilidades estruturais, incluindo recalques, deslocamentos e, em casos mais críticos, colapsos.

A urbanização desordenada, marcada pela forte impermeabilização do solo, eleva significativamente os riscos relacionados à hidrogeotecnia (TUCCI, 2016). Nos bairros que enfrentam problemas de drenagem, como o Bairro Liberdade em Itaituba, a dificuldade para o escoamento superficial se agrava, resultando em acúmulo de água que procura alternativas subterrâneas para se dispersar. O aumento no volume de água (ALMEIDA, 2020), que se infiltra provoca uma elevação do nível d'água no solo, o que diminui a tensão efetiva e, por consequência, a resistência do solo.

O crescimento urbano desordenado, caracterizado pela acentuada impermeabilização do solo, eleva significativamente os riscos hidrogeotécnicos (TUCCI, 2016). Em áreas com deficiência no sistema de drenagem, como o Bairro Liberdade, em Itaituba, a dificuldade de escoamento superficial favorece o acúmulo de água, que tende a se infiltrar no solo. Esse aumento no volume infiltrado eleva o nível d'água subterrâneo que por sua vez reduz a tensão efetiva, resultando na diminuição da resistência do solo (ALMEIDA, 2020).

Conforme comentado Almeida (2020), o excesso de água no solo intensifica processos prejudiciais, como a erosão e o assoreamento sendo um dos mais evidentes. A impermeabilização das áreas urbanas aumenta a velocidade do escoamento superficial, gerando a potencialização da degradação das superfícies expostas. Em Itaituba, esse fenômeno está associado à deficiência do sistema de drenagem, comprometendo a integridade das vias e das edificações.

Almeida (2020), menciona a instabilidade de encostas e taludes, destacando que a acumulação de água no solo e o aumento do nível do lençol freático diminuem a resistência dos terrenos, tornando essas áreas suscetíveis a deslizamentos. Apesar de Itaituba ter um relevo predominantemente baixo em sua zona urbana, a saturação excessiva em locais inclinados ou a presença de construções em áreas de risco intensifica os desafios relacionados à estabilidade geotécnica.

Os prejuízos à rede viária Caldeira e Lima (2020), são igualmente destacados, uma vez que a inadequação do sistema de drenagem provoca o acúmulo de água das

chuvas nas vias, ocasionando enchentes e problemas para os moradores. A saturação do solo abaixo do pavimento prejudica sua resistência, resultando em um desgaste acelerado da malha viária, além do surgimento de fissuras e buracos, que, por sua vez, exacerbam a questão do escoamento insuficiente.

A deficiência do sistema de drenagem em áreas submetidas a processos acelerados e desordenados de urbanização, como o Bairro Liberdade, contribui para a formação de um ciclo contínuo de degradação. A intensa impermeabilização do solo, característica da expansão urbana, reduz a infiltração natural e intensifica o escoamento superficial (CALDEIRA; LIMA, 2020). Segundo os autores, a insuficiência ou ausência de dispositivos de microdrenagem, como sarjetas e bocas de lobo, favorece o acúmulo de água e o aumento da saturação do solo, elevando os riscos associados à instabilidade do terreno.

A saturação do solo constitui um fator determinante para o aumento dos riscos hidrogeotécnicos. O excesso de umidade reduz a tensão efetiva, ocasionando a diminuição da capacidade de suporte e da resistência ao cisalhamento dos materiais. Como consequência, Caldeira e Lima (2020) destacam que as fundações das edificações e as camadas de base das pavimentações tornam-se mais suscetíveis a falhas, recalques diferenciados e instabilidades em taludes. Além disso, a infraestrutura viária sofre degradação acelerada, uma vez que a presença de água na sub-base compromete sua durabilidade.

Em um contexto como o do Bairro Liberdade, a carência de um sistema de drenagem adequado vai além da ocorrência de alagamentos, configurando-se como um fator de risco que intensifica os problemas hidrogeotécnicos e compromete a segurança da infraestrutura urbana (TUCCI, 2016). Dessa forma, a ausência de soluções eficientes eleva os custos de manutenção e reduz a vida útil das estruturas. Esse cenário também impacta diretamente a qualidade de vida da população, uma vez que favorece a existência de impactos negativos como a ocorrência de transtornos frequentes e limitação da mobilidade urbana.

As inundações e a erosão que ocorrem não são apenas fenômenos “naturais”, mas sim resultados diretos de uma urbanização mal planejada e da ausência de um controle e regulamentação eficazes (CALDEIRA; LIMA, 2020). Assim, a intervenção no bairro Liberdade requer a implementação de ações que abordem a relação entre água e solo, dando prioridade a soluções de infiltração e controle nas fontes, a fim de assegurar a estabilidade física do ambiente construído.

2.6 DESTINAÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS E QUESTÕES SUSTENTÁVEIS

De acordo com Christofidis et al. (2019), a destinação final das águas pluviais urbanas (APU) representa um dos principais desafios da engenharia civil contemporânea, e é o elemento que faz a transição entre modelos ineficientes e práticas sustentáveis de gestão hídrica. Historicamente, o manejo dessas águas esteve associado ao modelo higienista, que priorizava a rápida remoção do escoamento, tratando-o como um elemento indesejado no ambiente urbano. Nesse contexto, a água era conduzida por meio de galerias e tubulações diretamente aos corpos hídricos, sem considerar aspectos relacionados ao controle de volume, infiltração ou qualidade ambiental.

A drenagem convencional, ao facilitar o escoamento de forma desregulada, leva ao aumento da capacidade de fluxo nos corpos d'água receptores (TUCCI, 2016). Como consequência Christofidis et al. (2019), apontam que houve um aumento no volume máximo de cheias e uma redução no período de concentração do escoamento, intensificando o problema das inundações nas áreas urbanas adjacentes.

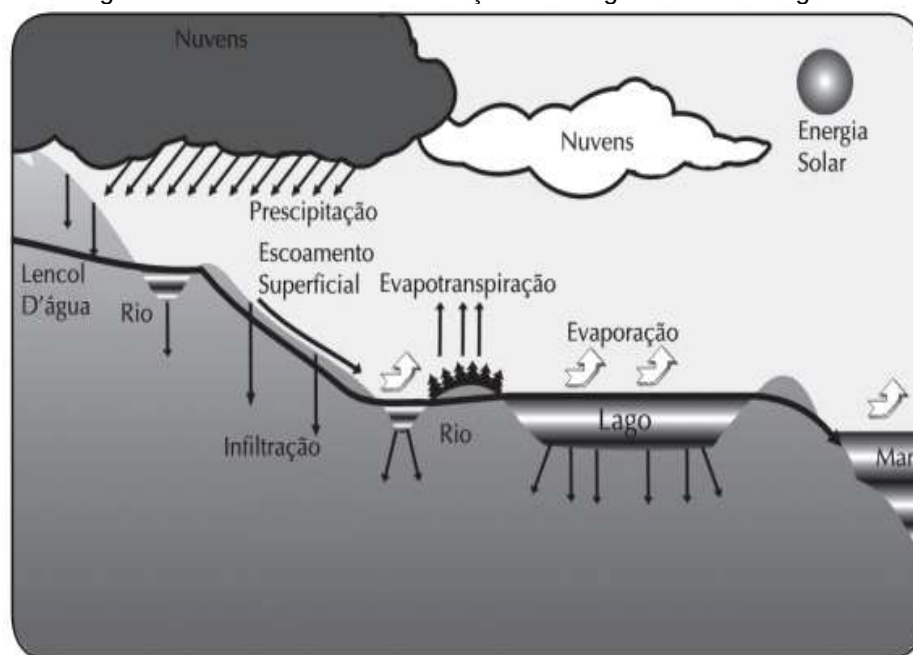
Entretanto, essa abordagem conforme Christofidis et al. (2019), é vista como um modelo ultrapassado, principalmente por gerar consequências negativas nos âmbitos social, ambiental e técnico, sendo identificada como a apropriação dos benefícios por alguns e a divisão dos custos entre todos. Em Itaituba Vieira et al., (2023), a inadequada gestão das águas da chuva impacta diretamente no acúmulo de sedimentos e na contaminação dos recursos hídricos, além de agravar a situação de vulnerabilidade social entre os habitantes.

Em resposta à ineficácia desse modelo de engenharia e aos problemas causados pelas inundações, o manejo das águas da chuva passou por uma transformação, valorizando uma abordagem sustentável e o controle na origem. Esse novo enfoque, Almeida (2020), conhecido como Drenagem Urbana Sustentável (SUDS – *Sustainable Urban Drainage Systems*) ou Manejo de Águas Pluviais Urbanas (MAUP), tem como objetivo regular tanto a qualidade quanto a quantidade da água, incentivando a infiltração no solo e a retenção temporária, com a finalidade de reproduzir o ciclo hidrológico natural.

Nessa perspectiva contemporânea, Tucci (2016) destaca que o manejo das águas pluviais deixa de ser apenas um processo de descarte, passando a envolver

diferentes etapas voltadas à sua gestão adequada. Entre essas etapas, destaca-se a infiltração e a recarga, nas quais o solo atua como elemento fundamental, por meio da utilização de sistemas de infiltração e pavimentos permeáveis. Essas soluções contribuem para a recomposição dos aquíferos e para a redução do volume de escoamento superficial. Além disso, a adoção dessas práticas permite maior equilíbrio no ciclo hidrológico urbano, reduzindo impactos negativos decorrentes da impermeabilização excessiva (TUCCI, 2016)

Figura 4 – Mecanismos de infiltração e recarga: Ciclo hidrológico.



Fonte: FUNASA (2019).

A segunda abordagem refere-se à retenção e detenção, na qual o excedente deve ser mantido temporariamente (detenção) ou guardado para reutilização (retenção), com o intuito de suavizar os picos de vazão antes de ser direcionado à macrodrenagem (ALMEIDA, 2020).

A terceira de acordo com Caldeira e Lima (2020), diz respeito ao tratamento e descarte controlado, que implica que apenas após essas ações de controle na origem, o volume remanescente deve ser lançado no sistema de macrodrenagem, assegurando que a disposição final seja menos poluente e volumosa, sempre respeitando a capacidade dos rios e canais de suporte.

Dessa forma, em uma cidade como Itaituba, em que a urbanização se estendeu por áreas suscetíveis a enchentes, implementar um modelo sustentável para o gerenciamento de resíduos não é apenas uma escolha, mas uma necessidade ética

e técnica (VIEIRA *et al.*, 2023). A solução de engenharia para o Bairro Liberdade deve, portanto, deixar de lado práticas que se assemelham ao simples descarte, adotando um controle na origem para garantir a segurança e a sustentabilidade de toda a população.

2.7 PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO (PMSB) E DRENAGEM URBANA

O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) vai além de simples formalidade técnica; e se configura como um instrumento jurídico e estratégico que expressa o compromisso do governo em assegurar um ambiente saudável e uma boa qualidade de vida. Em Itaituba, a criação da Lei Municipal nº 4.031, datada de 19 de dezembro de 2023, institui a Política Municipal de Saneamento Básico e formaliza o PMSB, funcionando como a principal fundamentação legal para a articulação, coordenação e integração de recursos tecnológicos, humanos e financeiros na área.

A importância do PMSB no Bairro Liberdade está em sua habilidade de mudar o modelo de drenagem de águas pluviais, integrando a administração local às orientações nacionais sobre sustentabilidade. O Plano Lei Municipal nº 4.031 (2023) estabelece, dentro de suas diretrizes, a exigência de um horizonte de planejamento que se estenda por, no mínimo, duas décadas, com atualizações a cada quatro anos, evidenciando o comprometimento em planejar avançados níveis de qualidade ambiental.

Os princípios que orientam a política municipal envolvem a adoção de soluções tecnológicas compatíveis com as características locais, bem como a promoção de uma gestão eficiente dos recursos hídricos. O plano também valoriza a integração entre diferentes políticas públicas, incorporando ações preventivas relacionadas ao uso e ocupação do solo e ao manejo das águas pluviais, conforme a Lei Municipal nº 4.031 (2023). Nesse contexto, a drenagem urbana passa a ser compreendida de forma sistêmica, exigindo ligação com áreas como saúde, meio ambiente e planejamento urbano para garantir maior efetividade das intervenções.

Um dos pontos centrais da proposta analisada refere-se à Seção VIII da legislação municipal, que trata do manejo das águas pluviais. De acordo com a Lei Municipal nº 4.031 (2023), esse manejo envolve um conjunto de medidas e estruturas relacionadas ao controle, condução e destinação adequada das águas da chuva,

incluindo mecanismos de retenção e detenção para minimizar os impactos de enchentes. Essa abordagem reflete uma concepção moderna de gestão, ao reunir estratégias de controle hidráulico que não eram contempladas nos modelos tradicionais.

A Lei nº 4.031 (2023) que avança ao estabelecer que as prefeituras devem conduzir estudos de planejamento para a ampliação, conservação e construção de novas redes de drenagem, incluindo alternativas técnicas em seu Art. 28, como em Itaituba, PA (2023):

- Sistemas de infiltração de águas pluviais;
- Sistemas de retenção de águas pluviais;
- Sistemas de detenção de águas pluviais;
- Controle de escoamento em sua origem.

As diretrizes estabelecidas no Artigo 28 e reafirmadas no Artigo 32 da lei nº 4.031/2023, que estipulam que as áreas urbanas devem ser equipadas com sistemas que “priorizem ao máximo o escoamento natural, favorecendo alternativas que permitam a infiltração das águas pluviais no solo e captações mais superficiais” Lei Municipal nº 4.031 (2023), oferecem a fundamentação legal necessária para a introdução de soluções sustentáveis no Bairro Liberdade.

Além disso, é fundamental que as administrações municipais desenvolvam estratégias integradas para o manejo adequado das águas da chuva, com o objetivo de promover a saúde pública, garantir a segurança das pessoas e proteger bens, além de minimizar os impactos ambientais e financeiros causados pela acumulação de água e pela erosão Lei Municipal nº 4.031 (2023). A exigência de que se sigam planos de emergência e contingência para a prevenção e controle de enchentes, alagamentos e deslizamentos (Art. 30) ressalta a importância de uma abordagem preventiva na gestão dos recursos hídricos.

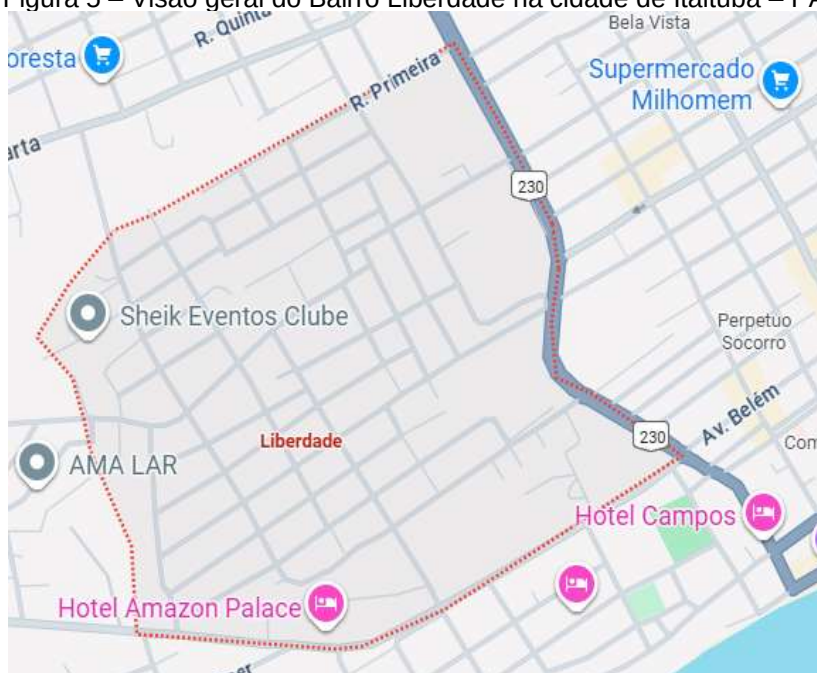
A legislação de Itaituba não só autoriza, mas também impõe a adoção de estratégias inovadoras, ou técnicas compensatórias (Art. 29), com o objetivo de amenizar os desafios relacionados à drenagem. O Plano Municipal de Saneamento Básico Lei Municipal nº 4.031 (2023) serve como o instrumento que liga a ação sugerida no Bairro Liberdade a uma exigência legal e sustentável, enfatizando que o gerenciamento das águas pluviais deve se fundamentar no controle na origem, na infiltração e na diminuição das enchentes.

2.8 DRENAGEM NO BAIRRO LIBERDADE EM ITAITUBA - PA

A cidade de Itaituba, localizada na Mesorregião do Sudoeste Paraense, às margens do Rio Tapajós, enfrenta desafios ambientais e urbanísticos decorrentes de seu rápido crescimento, impulsionado por atividades como a mineração de ouro e a agropecuária (IBGE, 2025). Esse processo de expansão, frequentemente desordenado, intensifica as imposições sobre a infraestrutura urbana e as fontes naturais da área.

Nesse cenário de rápido desenvolvimento, os problemas relacionados à inadequação do sistema de drenagem urbana se tornam especialmente graves em áreas de ocupação mais fragilizada, como o Bairro Liberdade, que é o foco deste estudo (IBGE, 2025). Localizado na zona urbana do município, (Figura 5) esse bairro abriga cerca de 5.124 moradores e é oficialmente reconhecido como uma região de alta vulnerabilidade ao risco de enchentes Lei Municipal nº 4.031 (2023).

Figura 5 – Visão geral do Bairro Liberdade na cidade de Itaituba – PA.



Fonte: Google Maps (2025).

De acordo com informações da Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEMINFRA, 2022), uma grande parte das ruas do Bairro Liberdade carece de sistemas apropriados para o escoamento das águas da chuva. A falta dessa infraestrutura resulta em frequentes alagações, que não só prejudicam a circulação urbana, mas também geram sérios danos às residências e às vias públicas.

Essas inundações são intensificadas pela ocupação desordenada, que invade as áreas de risco. O estudo realizado por Vieira *et al.* (2023), destaca que o crescimento urbano de Itaituba aconteceu em locais que possuem maior risco, sendo o bairro Liberdade um dos que mais se encontram suscetíveis a inundações, ao lado de áreas adjacentes como São José e Perpetuo Socorro.

A gravidade do cenário é ressaltada pela análise histórica da ocupação do solo. A expansão urbana de Itaituba levou à ocupação de áreas suscetíveis a inundações, com esse índice aumentando de 3% em 2002 para 5% em 2020. Ademais, cerca de 5.868 habitações e 26.248 pessoas estão expostas a esse risco (IBGE, 2025). Essa vulnerabilidade é intensificada pela deficiência no saneamento básico.

A pesquisa evidencia que o Bairro Liberdade, embora inserido na zona urbana, ainda enfrenta dificuldades relacionadas à drenagem, sendo a gestão inadequada de resíduos sólidos um fator que contribui para o entupimento dos dispositivos de escoamento, agravando os alagamentos em períodos chuvosos. Segundo Tucci (2005), a eficiência da drenagem urbana depende não apenas do dimensionamento, mas também da manutenção e do uso adequado pela população. Além disso, a ausência de ações contínuas de educação ambiental e de fiscalização intensifica esses impactos, comprometendo o sistema, como destacam Caldeira e Lima (2020).

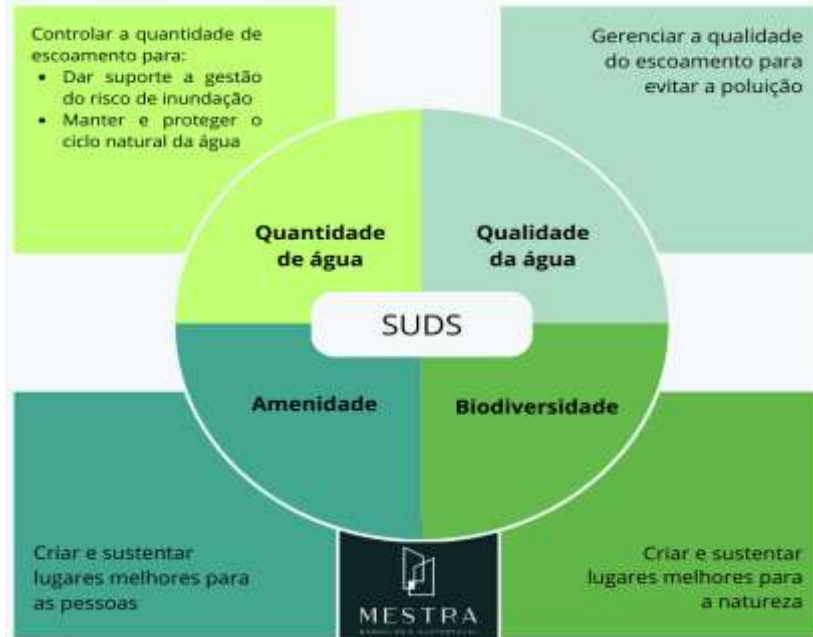
A literatura técnica e científica concorda que a abordagem para resolver esses problemas não deve se limitar a ações isoladas ou temporárias. A gestão da drenagem nas áreas urbanas, como um dos quatro pilares do saneamento básico, precisa estar conectada a estratégias de desenvolvimento urbano, habitação, meio ambiente e mobilidade. A legislação municipal de Itaituba, através do Plano Municipal de Saneamento Básico (Lei nº 4.031/2023), determina que o planejamento deve ser integrado a outras políticas e priorizar soluções como a infiltração no solo e o controle da água na sua fonte.

2.9 DRENAGEM DE BAIXO IMPACTO: TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS

A mudança do modelo convencional de drenagem para uma abordagem mais sustentável exige, essencialmente, a implementação de um novo conjunto de ferramentas e práticas de engenharia, conhecidas como Técnicas Compensatórias (TCs) ou, no âmbito internacional, como Drenagem de Baixo Impacto (*Low Impact*

Development – LID) e Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentável (*Sustainable Urban Drainage Systems – SUDS*) (Figura 6) (ALMEIDA, 2020). Essas metodologias refletem a aplicação do princípio de gestão das águas pluviais na sua origem, visando reproduzir os processos hidrológicos que ocorreriam naturalmente no solo antes da urbanização.

Figura 6 – Exemplos de Técnicas Compensatórias (LID/SUDS) para Drenagem Urbana Sustentável.



Fonte: Mestra (2025).

A Drenagem de Baixo Impacto tem como sua ideia central a prevenção de que o crescimento urbano, que naturalmente leva à impermeabilização do solo, provoque um aumento expressivo na quantidade e no volume do escoamento superficial (ALMEIDA, 2020).

A implementação dessas abordagens compensatórias visa três metas principais que estão interligadas: (a) manejo da quantidade (minimização da vazão máxima); (b) manejo da qualidade (remoção de contaminantes); e (c) restauração dos ciclos hídricos (estímulo à infiltração e recarga do lençol freático) (ALMEIDA, 2020).

A necessidade de implementar essas soluções são intensificadas pelo quadro legal no Brasil, em que o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Itaituba (Lei nº 4.031/2023) já demanda a avaliação de opções técnicas, como sistemas de infiltração, retenção e gerenciamento do escoamento na fonte. Assim, Tucci (2016), coloca que a regulamentação urbana deve direcionar os novos projetos a gerenciar

os impactos hídricos em seus próprios terrenos, prevenindo à transferência de problemas para a rede pública de drenagem e para áreas a jusante.

Entre as principais abordagens compensatórias aplicáveis em áreas urbanas de média e baixa densidade, como o Bairro Liberdade, destacam-se os sistemas de infiltração e biorretenção (TUCCI, 2016). Essas técnicas têm como objetivo aumentar a permeabilidade do solo, favorecendo a recarga do lençol freático e reduzindo a sobrecarga do sistema de drenagem. A biorretenção, em especial, utiliza a interação entre solo e vegetação para promover a filtragem de poluentes e sedimentos, contribuindo para a melhoria da qualidade da água antes de sua infiltração (TUCCI, 2005).

Uma alternativa relevante consiste na utilização de jardins de chuva e canteiros filtrantes, caracterizados como depressões rasas vegetadas, projetadas para captar e armazenar temporariamente o escoamento superficial (ALMEIDA, 2020). Esses sistemas promovem a infiltração gradual da água, enquanto a interação entre o solo e a vegetação atua na retenção de poluentes. Adicionalmente, os pavimentos permeáveis, constituídos por materiais porosos ou intertravados, permitem a infiltração direta da água da chuva em camadas granulares, contribuindo para sua absorção e armazenamento (TUCCI, 2005).

Alternativas adicionais incluem os sistemas de retenção e detenção, que têm como finalidade controlar o escoamento das águas pluviais, reduzindo sua intensidade antes do lançamento no corpo hídrico receptor (TUCCI, 2016). Esses dispositivos funcionam como reservatórios que armazenam temporariamente o volume excedente. As estruturas de detenção permanecem secas após os eventos de chuva, liberando a água de forma gradual, enquanto as de retenção mantêm um volume permanente, contribuindo para o controle contínuo do fluxo (TUCCI, 2012).

De acordo com Tassi *et al.*, (2014), citado por Almeida (2020), os telhados verdes constituem áreas cobertas por vegetação que são colocadas sobre as lajes de prédios. Que têm como objetivo armazenar a água da chuva, diminuindo o volume que escoar diretamente, além de retardar o tempo de concentração, liberando a água na rede de drenagem de maneira controlada.

Caldeira e Lima (2020), salientam que a implementação dessas técnicas construtivas em uma região carente como o bairro Liberdade, em Itaituba, é um passo crucial para converter a área de risco em um espaço resiliente. Ao focar na infiltração e na retenção de água, a abordagem se adequa às práticas mais avançadas na

administração de recursos hídricos, reduzindo os impactos das enchentes, resguardando a infraestrutura do solo e das vias pavimentadas, além de favorecer a sustentabilidade da bacia hidrográfica da região.

A incorporação dessas pequenas intervenções para Almeida (2020), nas áreas de loteamento e ruas, em oposição às caras obras de macrodrenagem, proporciona uma alternativa mais equitativa, eficaz e ajustável à realidade social e econômica local. Além disso, essas soluções contribuem para a melhoria da infiltração da água no solo e para a redução do volume de escoamento superficial, favorecendo o equilíbrio do sistema de drenagem urbana.

2.10 INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS E ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO DA DRENAGEM SUSTENTÁVEL

À eficiência na gestão das águas pluviais em áreas urbanas complexas, como o Bairro Liberdade, está intimamente ligada à integração de todos os seus elementos, indo além da abordagem de soluções isoladas. Para que a drenagem urbana atinja seus objetivos. Tucci (2016), frisa que é essencial que a microdrenagem, a macrodrenagem e as estratégias compensatórias (MAUP/LID) funcionem em conjunto.

De acordo com Almeida (2020), a microdrenagem é responsável pela coleta inicial da água, direcionando-a para o sistema de macrodrenagem. Entretanto, a adoção de técnicas compensatórias altera esse processo, uma vez que o modelo ideal se concentra não apenas em transferir a água, mas em gerenciá-la, controlando tanto o volume quanto a qualidade na origem para reduzir a pressão sobre a infraestrutura a montante.

Tucci (2016) destaca que a integração entre soluções de drenagem é fundamental também sob o ponto de vista econômico. Embora o investimento inicial possa ser elevado, estudos indicam que o controle da vazão e do volume na origem resulta em economia significativa a longo prazo. Nesse sentido, medidas preventivas aplicadas na microdrenagem apresentam custos inferiores quando comparadas às intervenções corretivas na macrodrenagem, que geralmente envolvem obras de grande porte, como canais e galerias, muitas vezes incapazes de solucionar as causas dos problemas (TUCCI, 2005).

A avaliação de custo-benefício revela que, em localidades como Itaituba, caracterizadas por elevados índices pluviométricos e fragilidade hidrogeotécnica, o custo da inatividade e da manutenção de modelos convencionais de drenagem torna-se insustentável. A ausência de controle nas fontes intensifica processos como erosão e assoreamento, pois a limitação da infiltração na microdrenagem eleva a velocidade do escoamento superficial, agravando o transporte de sedimentos e a sobrecarga dos canais de macrodrenagem. Esse cenário evidencia a necessidade de gestão integrada das águas pluviais, conforme Tucci (2005, 2012).

Além dos benefícios financeiros diretos, a drenagem sustentável proporciona vantagens não monetárias que aumentam a resiliência das cidades e melhoram a saúde pública, aspectos fundamentais da Política Municipal de Saneamento Básico Lei Municipal nº 4.031 (2023). Ao facilitar a infiltração, as técnicas de drenagem contribuem para a recuperação dos aquíferos e para a diminuição do efeito de ilha de calor, ao mesmo tempo que embelezam a paisagem urbana.

O manejo adequado das águas pluviais também diminui a propagação de doenças transmitidas pela água em situações de enchentes, já que evita a estagnação da água e reduz o risco de contato humano com esgoto misturado (em sistemas unitários), promovendo salubridade e bem-estar social (CHRISTOFIDIS *et al.*, 2019). Esses aspectos sociais e ambientais conferem um valor incomensurável à intervenção, caracterizando-a como uma solução de engenharia com impacto significativo.

Conforme a Lei Municipal nº 4.031 (2023) a adoção de um sistema de drenagem sustentável no Bairro Liberdade, em conformidade com as diretrizes do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), deve ser compreendida como um investimento estratégico voltado à proteção ambiental e à segurança da população, mostrando-se mais eficiente do que intervenções corretivas recorrentes. Nesse contexto, a gestão integrada das águas pluviais contribui para o fortalecimento da resiliência urbana e para o cumprimento das exigências legais.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa fundamenta-se em um estudo de caso de natureza aplicada, com abordagem mista (quanti-qualitativa), juntamente a um levantamento bibliográfico, voltados ao diagnóstico do sistema de microdrenagem no Bairro Liberdade, em Itaituba/PA. Foram conduzidas visitas de campo para observação direta da área de estudo, possibilitando a coleta de dados in loco. Também foram utilizados registros fotográficos e anotações técnicas para auxiliar na análise das condições observadas. Por fim, os dados coletados foram organizados e analisados de forma sistemática, permitindo a interpretação dos resultados e a elaboração das conclusões do estudo.

O estudo de caso consiste em uma abordagem que permite a análise aprofundada de uma realidade específica, possibilitando compreender, de forma detalhada, os problemas e as particularidades de determinado contexto, sendo amplamente utilizado em pesquisas aplicadas na área de drenagem urbana, onde a investigação em campo permite identificar falhas e propor soluções adequadas (TUCCI, 2002; 2005; CHRISTOFIDIS ET AL., 2019).

A abordagem mista (quantitativa e qualitativa) integra dados numéricos e análises descritivas, proporcionando uma compreensão mais ampla dos sistemas de drenagem urbana, uma vez que o diagnóstico dessas estruturas deve considerar tanto informações mensuráveis quanto a avaliação das condições operacionais observadas em campo (FUNASA, 2019; CALDEIRA; LIMA, 2020).

O levantamento bibliográfico, conforme discutido por Caldeira e Lima (2020), é fundamental para embasar teoricamente a pesquisa, permitindo a articulação entre conhecimentos científicos, normas técnicas e estudos anteriores, fortalecendo a análise e a confiabilidade dos resultados obtidos.

Para a realização do estudo, foram utilizadas diferentes fontes bibliográficas e normativas, garantindo embasamento técnico e científico à pesquisa. Dentre elas, destacam-se duas normas técnicas da ABNT (NBR 9600 e NBR 9649), que estabelecem requisitos e diretrizes para sistemas de esgoto sanitário e poços de visita; seis artigos científicos, abordando revisões de literatura, estudos de caso e análises sobre drenagem urbana; e quatro livros e manuais técnicos, com ênfase nos fundamentos teóricos e nas orientações práticas sobre o tema, incluindo obras de Tucci (1995, 2002, 2005, 2012 e 2016) e da FUNASA (2019).

Adicionalmente, foi utilizado um trabalho acadêmico de graduação voltado à aplicação de sistemas sustentáveis de drenagem urbana (ALMEIDA, 2020), bem como uma legislação federal e uma municipal relacionadas ao saneamento básico (Lei nº 11.445/2007 e Lei Municipal nº 4.031/2023). Também foram consultadas fontes institucionais e online, como dados do IBGE e conteúdos técnicos sobre SUDS, que contribuíram com informações atualizadas e complementares ao contexto do município de Itaituba.

3.1 CLASSIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O objeto de estudo compreende o Bairro Liberdade, localizado no município de Itaituba, no sudoeste do Pará. A área foi selecionada por apresentar um cenário de expansão urbana associado a elevados índices de impermeabilização do solo, condição que exige maior eficiência no manejo das águas pluviais. De acordo com o IBGE (2025), a infraestrutura de saneamento em municípios da região amazônica enfrenta desafios logísticos e climáticos significativos, o que reforça a importância do monitoramento contínuo e da manutenção das vias para garantir a durabilidade dos pavimentos.

A delimitação espacial do estudo compreende uma malha formada por 22 logradouros principais (Tabela 1), englobando ruas e travessas, com a respectiva quantificação das áreas de cada via analisada. Nesse contexto, a pesquisa considerou os efeitos das precipitações pluviométricas sobre a capacidade operacional dos dispositivos de drenagem urbana, como sarjetas e poços de visita, avaliando sua eficiência frente ao escoamento superficial gerado.

Tabela 1 – Relação de Logradouros do Bairro Liberdade.

Nº	Logradouro
01	Rua Primeira
02	Rua Segunda
03	Rua Terceira
05	Rua Quarta
06	Rua Quinta
07	Rua Sexta
08	Rua Sétima
09	Rua Oitava
10	Rua Nona

11	Rua Décima
12	Rua Décima Primeira
13	Rua Décima Segunda
14	Travessa da Liberdade
15	Travessa Primeira
16	Travessa Segunda
17	Travessa Terceira
18	Travessa Quarta
19	Travessa Quinta
20	Travessa Sexta
21	Travessa sétima
22	Travessa Oitava

Fonte: Silva (2026).

A caracterização da área de estudo não se restringiu aos aspectos físicos, sendo também fundamentada na legislação municipal vigente de Itaituba. Nesse contexto, destaca-se a Lei nº 4.031/2023, que institui a Política Municipal de Saneamento Básico e estabelece diretrizes específicas para o manejo das águas pluviais urbanas. Esse instrumento normativo foi utilizado como base para avaliar a conformidade do sistema de drenagem existente no Bairro Liberdade, permitindo a comparação entre as condições observadas em campo e os parâmetros legais aplicáveis (TUCCI, 2005).

Além disso, a análise da organização viária, especialmente das ruas que compõem o Bairro Liberdade (Figura 7), foi fundamental para o desenvolvimento do estudo. A compreensão da hierarquia das vias permitiu estabelecer critérios mais precisos para o planejamento das inspeções técnicas. Com base nisso, foi elaborado um cronograma de visitas em campo, priorizando os trechos mais suscetíveis a problemas de drenagem (TUCCI, 2005).

Complementando a caracterização da área de estudo, foram considerados aspectos socioambientais que influenciam a eficiência do sistema de drenagem, como áreas sujeitas a alagamentos recorrentes e ocupação irregular de espaços públicos, que prejudicam o escoamento das águas pluviais. Conforme Tucci (2002,2005) e Caldeira e Lima (2020), o levantamento de campo deve contemplar tanto a infraestrutura quanto fatores humanos que afetam a funcionalidade do sistema.

Figura 7 – Mapa de delimitação perimetral e diretrizes de drenagem do Bairro Liberdade.



Fonte: Google Eart (2025).

Dessa forma, o mapa apresentado destaca, em amarelo, os 22 logradouros e as 8 travessas que compõem a área de estudo, evidenciando sua distribuição espacial. A delimitação em vermelho, por sua vez, define os limites do Bairro Liberdade, proporcionando melhor contextualização da área analisada. Além disso, essa representação cartográfica contribui para a compreensão da relação entre os elementos estudados e o recorte territorial adotado na pesquisa (FUNASA, 2019).

3.2 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS E PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

A fase inicial da pesquisa consistiu em um levantamento bibliográfico, com o objetivo de fundamentar o estudo nos princípios da hidrologia urbana. A base teórica apoiou-se na obra de Tucci (2012), que estabelece critérios para o dimensionamento de sistemas de drenagem e analisa os impactos das inundações no meio antrópico. Esse referencial foi essencial para definir os parâmetros de avaliação das patologias identificadas, como o assoreamento de bocas de lobo e a degradação precoce do pavimento asfáltico decorrente do acúmulo de umidade (Figura 8).

Figura 8 – Demonstração da degradação do asfalto: 6ª Rua da Liberdade PV nº14.



Fonte: Silva (2026).

O levantamento de dados primários ocorreu por meio de visitas técnicas estruturadas, realizadas no período de 10 a 20 de fevereiro de 2026, para documentar a realidade física do sistema de drenagem no bairro Liberdade em Itaituba-PA $4^{\circ}16'19.96''\text{S}$ $55^{\circ}58'59.11''\text{W}$ (coordenadas longitudinais e latitudinais). Durante as inspeções, utilizou-se o método de observação direta que segundo Tucci (2002), a análise de campo é essencial para compreender o funcionamento e as deficiências dos sistemas de escoamento, contribuindo para um diagnóstico mais preciso.

Foram utilizados dispositivos de captura de imagem para registrar cada ponto de interesse, associando-os às respectivas coordenadas geográficas de latitude e longitude por meio do Google Maps. Esse procedimento permitiu a análise da distribuição espacial das patologias identificadas em relação à bacia hidrográfica local. Além disso, os registros serviram de base para a elaboração do relatório fotográfico (FUNASA, 2019).

O Relatório Fotográfico (Anexo 1) constituiu a principal ferramenta de registro deste estudo contendo 122 fotos de poços de visita e bueiros presentes em cada rua e travessa do bairro. A relevância dessa documentação visual é sustentada por Tucci (1995), ao afirmar que o diagnóstico preciso de inundações urbanas depende do monitoramento rigoroso dos pontos de estrangulamento do fluxo pluvial.

A fundamentação do estudo também considerou contribuições de pesquisas que analisam a relação entre resíduos sólidos e sistemas de drenagem urbana. Nesse contexto, Tucci (2002) destaca que o manejo inadequado de resíduos compromete o

funcionamento das redes de escoamento, favorecendo obstruções e reduzindo a eficiência hidráulica do sistema.

Dessa forma, a análise de obstruções causadas por detritos foi incorporada à metodologia de campo como um elemento essencial. Verificou-se que as falhas no sistema de drenagem não estão relacionadas exclusivamente ao dimensionamento hidráulico, mas também à ausência de manutenção adequada. Além disso, aspectos ligados à educação ambiental influenciam diretamente na conservação das estruturas. Esses fatores são claramente perceptíveis na realidade observada no Bairro Liberdade.

3.3 PROCESSAMENTO DAS INFORMAÇÕES E MAPEAMENTO

Os dados coletados em campo foram analisados para a geração da proposta de locação dos dispositivos de drenagem para o Bairro Liberdade. Utilizou-se a imagem de delimitação da área de estudo (Figura 8) para identificar os eixos principais de deságue e a topografia do terreno. A correlação entre a inclinação das vias e a capacidade de transporte das sarjetas foi analisada de forma minuciosa, permitindo visualizar na qual o sistema atual entra em colapso durante eventos críticos de precipitação.

O processamento e mapeamento das informações foram realizados a partir da organização dos dados coletados em campo, possibilitando a análise espacial das áreas com deficiência no sistema de drenagem. Conforme Tucci (2005), a utilização de dados organizados e representados cartograficamente é fundamental para o planejamento e gestão das águas pluviais urbanas. Complementarmente, a Funasa (2019) destaca a importância da sistematização das informações para a elaboração de diagnósticos técnicos mais precisos.

Por fim, as informações foram cruzadas com tabelas de logradouros para a elaboração de um índice de conformidade por rua. Essa etapa permitiu transformar observações visuais em dados técnicos de engenharia, possibilitando uma análise dos resultados fundamentada em evidências quantificáveis e espacialmente localizadas no bairro (FUNASA, 2019).

3.4 ANÁLISE CRÍTICA E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

A análise dos resultados foi realizada de forma dissertativo-argumentativa, confrontando o cenário identificado em campo com os requisitos estabelecidos pelas NBR's e pelos manuais de drenagem urbana. O critério de avaliação principal residiu na avaliação da eficiência do sistema em mitigar alagamentos e proteger a integridade da infraestrutura viária. Segundo diretrizes da SEMINFRA (2022), a durabilidade do pavimento em Itaituba está intrinsecamente ligada à capacidade de remoção célere das águas superficiais, o que torna as falhas de drenagem um passivo econômico para a gestão municipal.

Em suma, a metodologia adotada permitiu uma visão holística do problema, unindo a base científica de autores como Tucci à realidade prática observada no Bairro Liberdade. A estrutura metodológica organizada em etapas, da pesquisa bibliográfica ao levantamento de campo e deste ao processamento de dados, garantiu que as conclusões deste trabalho sejam tecnicamente fundamentadas e socialmente relevantes para a comunidade de Itaituba/PA.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 DIAGNÓSTICO DAS PATOLOGIAS E EFICIÊNCIA OPERACIONAL DO SISTEMA

A análise dos dados obtidos nas vistorias técnicas indica que o sistema de microdrenagem do Bairro Liberdade apresenta condições insatisfatórias de conservação. Esse cenário compromete a mobilidade urbana e eleva os riscos à segurança dos usuários das vias. As falhas identificadas evidenciam deficiências tanto na operação quanto na manutenção da infraestrutura existente (TUCCI, 2005).

No que diz respeito às bocas de lobo, verificou-se acúmulo expressivo de sedimentos e resíduos sólidos, prejudicando sua eficiência. Conforme aponta Tucci (2012), à ausência de manutenção periódica favorece a perda de funcionalidade desses dispositivos. Durante as inspeções, constatou-se que a obstrução das grelhas impede a adequada condução das águas pluviais. Como resultado, há formação de lâminas de água sobre o pavimento, mesmo em eventos de baixa intensidade pluviométrica.

O acesso aos documentos de registro de logradouros permitiu a catalogação prévia de 83 Bocas de Lobo (BL) e 15 Poços de Visita (PV) distribuídos estrategicamente pelo bairro (Tabela 2). A integração desses dados viabilizou a identificação de trechos com potencial insuficiência hidráulica, confrontando a relação de logradouros com as especificações técnicas de pavimentação adotadas pelo município no período compreendido entre 2022 e 2025.

Tabela 2 – Relação de Bocas de Lobo por rua.

Nº	Logradouro	Extensão(m)	Quant. BLs
01	Rua Primeira	215,21	2
02	Rua Segunda	735,25	13
03	Rua Terceira	821,94	4
04	Rua Quarta	881,28	12
05	Rua Quinta	1015,59	25
06	Rua Sexta	667,06	6
07	Rua Sétima	779,13	9
08	Rua Oitava	1.108,37	2
09	Rua Nona	332,26	1
10	Rua Décima	598,63	6
11	Rua Décima Primeira	828,31	2

12	Rua Décima Segunda	760,48	0
13	Travessa Oitava	448,05	1

Fonte: Silva (2026).

A análise quantitativa do índice de conformidade revelou que os trechos entre a 1ª e a 12ª Rua do Bairro Liberdade são fortemente impactados pela impermeabilização desordenada do solo urbano. Conforme destaca Tucci (1995), a urbanização sem controle das taxas de ocupação eleva significativamente o coeficiente de deflúvio (runoff), levando as galerias a operarem sob condições de sobrecarga. Como resultado, estabelece-se um ciclo recorrente de alagamentos que, além de comprometer a infraestrutura, gera prejuízos materiais e contribui para a desvalorização imobiliária na área.

Por fim, conforme os trabalhos Tucci (2012) e a FUNASA (2019) e a análise das seções transversais das sarjetas foi possível observar que diversas vias apresentam dimensões insuficientes para atender à demanda hidrológica da bacia local. De acordo com a FUNASA (2019), o dimensionamento adequado dos dispositivos de drenagem superficial deve considerar fatores como a intensidade das chuvas, a declividade das vias e as características do escoamento, de modo a garantir eficiência na condução das águas pluviais.

4.2 PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO E PERSPECTIVAS

O mapeamento topográfico e de logradouros indica que o traçado viário do Bairro Liberdade, em diversos trechos, desconsidera o caimento natural do relevo. Segundo Tucci (2005), o planejamento urbano deve incorporar as características topográficas, de modo a favorecer o escoamento das águas pluviais por gravidade. Ao confrontar esse princípio com a malha urbana analisada, observa-se que o fluxo é conduzido por trajetos desfavoráveis, resultando em empoçamento em áreas de baixada que carecem de dispositivos de drenagem de maior capacidade.

Corroborando essa análise, a FUNASA (2019) destaca que a ausência de compatibilização entre o sistema viário e os dispositivos de drenagem compromete a eficiência hidráulica das redes urbanas, favorecendo a ocorrência de pontos críticos de alagamento. No Bairro Liberdade, essa desconexão se evidencia na insuficiência de estruturas capazes de captar e conduzir adequadamente o escoamento superficial.

Figura 9– Croqui de localização dos dispositivos de drenagem presentes no bairro Liberdade.



Fonte: Silva (2026)

A Figura 9 apresenta, de maneira ilustrativa e didática, a distribuição dos dispositivos de drenagem urbana na área de estudo, destacando as Bocas de Lobo (BLs) representadas na cor preta e os Poços de Visita (PVs), indicados na cor vermelha claro. Observa-se ainda, que as linhas em amarelo correspondem ao traçado das ruas e travessas, enquanto a linha em vermelho escuro delimita os limites territoriais do bairro analisado.

É importante ressaltar, que as informações apresentadas foram determinadas com base na identificação visual das tampas de acesso dos poços de visita. Dessa forma, não é possível afirmar a existência desses dispositivos quando não há evidência visível de sua tampa na superfície. Tal critério fundamenta-se no fato de que, conforme estabelece a NBR 9649, os poços de visita (PV) são estruturas destinadas à inspeção, manutenção e limpeza da rede, devendo, portanto, ser necessariamente visitáveis e acessíveis, o que pressupõe a presença de tampas adequadas para acesso.

A legislação municipal de Itaituba, especificamente a Lei nº 4.031/2023, estabelece diretrizes de saneamento que ainda encontram barreiras para a sua efetiva aplicação prática. Conforme discute Tucci (2016), a regulamentação da drenagem urbana no Brasil frequentemente não é acompanhada por instrumentos eficazes de gestão, financiamento e fiscalização, o que compromete sua implementação. Nesse

contexto, o contraste entre a norma e a precariedade das sarjetas do bairro sugere que o planejamento estratégico municipal ainda não alcançou o nível operacional necessário para suprir as demandas das áreas periféricas.

A proposição de intervenções para o sistema de drenagem local deve considerar a transição para Soluções Baseadas na Natureza (SbN), priorizando estratégias que favoreçam a infiltração e o controle do escoamento na fonte, reduzindo a sobrecarga das redes convencionais (CHRISTOFIDIS 2019; TUCCI, 2005). Assim, a adoção de técnicas como jardins de chuva e pavimentos permeáveis no Bairro Liberdade permitiria amortecer os picos de cheia nas galerias e diminuir a dependência de grandes estruturas de concreto.

A dimensão social do problema configura-se como um fator determinante, uma vez que a manutenção da rede de drenagem depende de uma responsabilidade compartilhada entre o poder público e a população. De acordo com Tucci (2005), a gestão eficiente das águas pluviais urbanas não se limita a soluções estruturais, exigindo também a participação da comunidade na conservação dos sistemas, de modo a evitar obstruções que comprometam seu funcionamento. Nesse contexto, o engajamento dos moradores do Bairro Liberdade na manutenção de bueiros livres de resíduos pode reduzir a recorrência de alagamentos e contribuir para a durabilidade da infraestrutura urbana.

4.3 IDENTIFICAÇÃO DA DESTINAÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS

De acordo com informações disponibilizadas pela Prefeitura de Itaituba, no ano de 2018, foram executadas obras subterrâneas nas áreas conhecidas como Lagoa dos Patinhos e Jacarezinho no Bairro Liberdade. Essas intervenções correspondem à implantação de estruturas de drenagem que se estendem por vários quilômetros, atravessando diferentes trechos da malha urbana com a finalidade de conduzir as águas pluviais. O sistema implantado tem como destino final o deságue no Rio Tapajós, funcionando como eixo principal de escoamento das águas na cidade.

Durante a realização do relatório fotográfico, foram analisados o sentido do escoamento superficial e o direcionamento das águas pluviais, com o objetivo de identificar sua destinação final. A partir dessas observações, verificou-se que todos os dispositivos de drenagem foram implantados de modo a conduzir o fluxo hídrico para um lago que atravessa o Bairro Liberdade (Figura 10), evidenciando a função desse corpo hídrico como principal receptor das águas pluviais da área estudada.

Figura 10 – Disposição das águas pluviais. 5ª Rua da Liberdade -Travessia.



Fonte: Silva (2026)

Conforme Tucci (2005) e a FUNASA (2019) as travessias hidráulicas, geralmente são executadas por meio de bueiros e galerias, e desempenham papel fundamental na manutenção do escoamento das águas pluviais em áreas urbanas. Ainda de acordo com a FUNASA (2019), esses dispositivos garantem a passagem da água sob as vias, assegurando a continuidade do fluxo e prevenindo alagamentos (Figura 11). Quando mal dimensionadas ou obstruídas, essas estruturas comprometem a eficiência do sistema de drenagem.

Figura 11 – Sentido do escoamento da água pluvial no Bairro Liberdade.



Fonte: Silva (2026).

A Figura 11 tem como objetivo ilustrar o sentido do escoamento das águas pluviais no Bairro Liberdade. Conforme discutido anteriormente, o fluxo hídrico é direcionado para as lagoas dos Patinhos e do Jacarezinho, que atuam como importantes elementos de drenagem para o município de Itaituba. Essas lagoas atravessam a área central do bairro, conduzindo as águas para jusante, em direção ao Bairro Floresta, evidenciando sua função como eixo principal de escoamento na região.

4.4 AÇÕES DO PODER PÚBLICO NA DRENAGEM DO BAIRRO LIBERDADE

Após levantamento e análise de informações acerca das intervenções promovidas pelo poder público no Bairro Liberdade, em Itaituba, verificou-se que as principais ações voltadas à mitigação de enchentes e alagamentos concentraram-se, sobretudo, nos anos de 2017 (Figura 12) e 2018 (Figura 13). Conforme destaca Tucci (2012), a eficiência do manejo das águas pluviais depende da antecipação do planejamento público.

Figura 12 – Ações do poder público para mitigar alagamentos e enchentes.



Fonte: Prefeitura de Itaituba (2017).

Na Figura 12, observa-se que os trabalhadores da Prefeitura de Itaituba estão executando atividades relacionadas ao sistema de drenagem urbana. Equipados com maquinário e materiais adequados, os profissionais realizam a implantação de uma travessia tripla no Bairro Liberdade. Essa intervenção evidencia a atuação do poder

público na melhoria da infraestrutura urbana no período de 2017 a 2018, contribuindo para o adequado escoamento das águas pluviais na área.

Figura 13 – Ações do poder público para mitigar alagamentos e enchentes.



Fonte: Prefeitura de Itaituba (2018).

Sob o ponto de vista da governança, a integração entre as secretarias de obras e de meio ambiente é fundamental para evitar o desperdício de recursos. Como assevera Tucci (2002), o licenciamento de novos empreendimentos deve ser condicionado à análise rigorosa do impacto hídrico na bacia jusante, evitando que o crescimento do bairro sature ainda mais o sistema existente.

Conforme destaca Tucci (2005), a gestão eficiente da drenagem urbana ainda enfrenta desafios significativos, especialmente em áreas onde não há integração entre planejamento, execução e manutenção dos sistemas. No Bairro Liberdade, em Itaituba, essa condição evidencia a necessidade de ações mais efetivas por parte do poder público e da população. A ausência dessa articulação resulta em intervenções pontuais que transferem o problema de alagamento entre vias, sem considerar a dinâmica hídrica do bairro como um todo, comprometendo a eficácia das soluções adotadas.

De acordo com Tucci, (2005) a pavimentação executada sem a devida infraestrutura de drenagem representa um investimento de baixo retorno social e econômico. Ademais, Tucci (2002) explica que a gestão inadequada das águas pluviais compromete a durabilidade das vias, uma vez que o acúmulo de água acelera sua deterioração. Nesse contexto, as reclamações dos moradores do Bairro Liberdade

em relação ao pavimento estão diretamente associadas à ineficiência das sarjetas, evidenciando que intervenções na malha viária tendem a ser ineficazes sem a readequação do sistema de drenagem pluvial.

Outro aspecto relevante a ser destacado refere-se à identificação, no Portal de Compras Públicas, de uma Concorrência por Menor Preço para a “Contratação de empresa de obras especiais de engenharia para implantação de ações de manejo de águas pluviais, abastecimento de água e urbanização no Município de Itaituba-PA.” Ressalta-se, contudo, que não há especificação quanto à área exata de intervenção dentro do município, tampouco quanto ao prazo de início das obras. Ainda assim, verifica-se que o referido processo licitatório (Anexo 2) já se encontra devidamente homologado.

4.5 DEFICIÊNCIAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA

Conforme Tucci (2005), deficiências estruturais, como obstruções e dimensionamentos inadequados, comprometem significativamente a eficiência do sistema de drenagem urbana. Nesse contexto, tais falhas contribuem para o acúmulo e a estagnação das águas pluviais, evidenciando limitações no desempenho hidráulico da rede e agravando os problemas de escoamento nas áreas urbanizadas.

Além dos aspectos hidráulicos, a estagnação das águas pluviais cria condições favoráveis a riscos biológicos. De acordo com a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2019), sistemas de drenagem ineficientes contribuem para o acúmulo de água e a contaminação ambiental, favorecendo a proliferação de vetores e a disseminação de doenças em áreas urbanas. No Bairro Liberdade, a presença recorrente de poças d’água nas sarjetas deixa de representar apenas uma falha de engenharia, passando a configurar um fator relevante de risco à saúde pública.

No que tange aos Poços de Visita (PVs) catalogados, a inspeção demonstrou que a maioria apresenta desconformidades em relação ao nivelamento e à integridade das tampas (Figura 14). De acordo com a ABNT (2016), por meio da NBR 9600, esses dispositivos devem atender a requisitos construtivos e operacionais que garantam acesso adequado para inspeção, manutenção e segurança da rede, o que não se verifica quando estão soterrados ou obstruídos por detritos. Essa condição compromete a funcionalidade do sistema e dificulta a execução de rotinas de limpeza e monitoramento.

Além disso, conforme preconiza a ABNT (1986) na NBR 9649, o correto funcionamento das redes coletoras está diretamente associado à manutenção periódica e à acessibilidade dos dispositivos de inspeção. Dessa forma, a negligência técnica observada eleva os custos de manutenção da Secretaria Municipal de Infraestrutura SEMINFRA, uma vez que intervenções corretivas emergenciais tendem a ser significativamente mais onerosas do que a implementação de programas de conservação preventiva.

Figura 14 – Desconformidade do poço de visita em relação ao nivelamento da rua. 5ª Rua PV13.



Fonte: Silva (2026).

A interface entre o meio-fio e a sarjeta, elementos essenciais para o direcionamento das águas pluviais, apresenta fissuras estruturais que permitem a infiltração direta no subleito das vias (Figura 15). Conforme destaca Tucci (2005) quando o sistema de drenagem não desempenha adequadamente sua função de condução, ocorre a saturação das camadas inferiores do pavimento, comprometendo sua resistência e favorecendo processos erosivos. O autor destaca ainda, que a eficiência da drenagem urbana é fundamental para a preservação da integridade das infraestruturas viárias.

Figura 15– Demonstração da presença de fissuras estruturais na interface entre meio fio e sarjeta: 7° Rua da Liberdade.



Fonte: Silva (2026)

Outro objeto de estudo muito analisado nas visitas foram os poços de visita que atendem toda a área (Figura 16). Uma vez que conforme a NBR 9649 (Norma Brasileira Regulamentadora), os poços de visita devem ser instalados em mudanças de direção, declividade e diâmetro das tubulações, além de serem previstos ao longo de trechos extensos em intervalos definidos por critérios de projeto e manutenção.

Figura 16 – Identificação da presença de poço de visita: 2° Rua da Liberdade PV nº 2.



Fonte: Silva (2026)

A disposição inadequada das saídas de deságue final também foi identificada como um ponto crítico de erosão nos limites do bairro (Figura 17). De acordo com Tucci (2005), os pontos de lançamento de águas pluviais devem ser projetados de

modo a controlar a energia do escoamento, evitando impactos diretos no solo receptor e prevenindo processos erosivos. Entretanto, as vistorias mostraram que a energia cinética das águas não é devidamente dissipada, resultando em erosões regressivas que comprometem a integridade das margens e ameaçam a estabilidade das construções próximas aos locais de descarga pluvial.

Figura 17 – Ala de desague: Final da 4ª Rua da Liberdade.



Fonte: Silva (2026).

Adicionalmente, o sistema de drenagem apresenta deficiência quanto à ausência de dispositivos adequados, como bueiros (Figura 18), em pontos estratégicos, na qual foram observados trechos de tubulação expostos e sem conexão com a galeria principal, permanecendo apenas como ramais à espera de interligação. Tal situação evidencia falhas no planejamento e na execução da rede, uma vez que, conforme a ABNT NBR 9649, as redes coletoras devem ser concebidas de modo a garantir não apenas sua operação e manutenção, mas também sua ampliação ao longo do tempo.

Complementando essa problemática, Caldeira e Lima (2020) ressaltam que a eficiência dos sistemas de drenagem urbana depende diretamente da integração entre seus componentes e da continuidade hidráulica da rede. No contexto analisado, a presença de trechos desconectados compromete o escoamento adequado, transformando elementos isolados em estruturas inoperantes.

Figura 18 – Falta de dispositivo de drenagem: 7° Rua da Liberdade.



Fonte: Silva (2026).

A Figura 18 evidencia os impactos decorrentes da ausência de um sistema de drenagem adequado em pontos específicos do Bairro Liberdade. Entre as principais consequências observadas, destacam-se o acúmulo de água em determinadas áreas e a degradação da pavimentação adjacente, comprometendo a qualidade da infraestrutura urbana (VIEIRA et al., 2023).

4.6 EXCESSO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Durante o monitoramento dos 22 logradouros, notou-se que o acúmulo de resíduos sólidos se configura como o principal agente causador de estrangulamentos hidráulicos (Figura 19 A e Figura 19 B). Esse cenário evidencia a interferência direta das atividades antrópicas no funcionamento do sistema de drenagem urbana. Como consequência, há prejuízos ao escoamento adequado das águas pluviais, favorecendo a ocorrência de alagamentos. Tal condição compromete a eficiência hidráulica das estruturas existentes.

Reforçando essa análise, Vieira et al. (2023) destacam que a disposição inadequada de resíduos sólidos em vias públicas intensifica a vulnerabilidade a inundações, sobretudo em áreas com infraestrutura precária. No contexto observado, o acúmulo de detritos atua como barreira física ao fluxo, reduzindo a capacidade de condução dos dispositivos de drenagem.

Figura 19 – Excesso de resíduo sólido no dispositivo de drenagem: 5° e 7° Rua da Liberdade BL n° 46 e 63.



Fonte: Silva (2026).

Para Tucci (2005), o descarte irregular de resíduos sólidos é uma problemática interdisciplinar, associada à deficiência na educação ambiental e às limitações dos serviços de coleta. Em Itaituba, a obstrução das seções de vazão por resíduos compromete a capacidade do sistema, fazendo com que bueiros atuem como pontos críticos de inundação, impactando diretamente a população residente.

Outro aspecto relevante analisado foi a presença de resíduos sólidos nos dispositivos de escoamento (Figura 20), os quais, conforme Tucci (2002), reduzem à eficiência da drenagem urbana quando obstruem o fluxo da água, bem como a ocorrência de vegetação que dificultava a identificação da existência ou ausência de bueiros nos pontos indicados (Figura 22A e 22B).

Figura 20 – Inspeção técnica na 5ª Rua da Liberdade: análise da BL n° 38.



Fonte: Silva (2026)

Nas Figuras 20, 21^a A e 21 B, é possível observar a presença de resíduos sólidos e o crescimento de vegetação nos dispositivos de drenagem, conforme mencionado anteriormente. Essa condição evidencia à deficiência na manutenção ao longo da área de estudo, comprometendo tanto o funcionamento do sistema quanto a avaliação técnica da infraestrutura existente.

Figura 21 – Inspeção técnica na 4^a Rua da Liberdade: análise das BLs nº 27 e 28.



Fonte: Silva (2026).

A eficiência dos sistemas de drenagem urbana está diretamente relacionada não apenas à infraestrutura implantada, mas também ao comportamento da população. Conforme destaca Tucci (2005), o controle da drenagem não depende exclusivamente de medidas estruturais, sendo fundamental a participação social por meio da conscientização e da educação ambiental. Nesse sentido, a adoção de práticas adequadas no descarte de resíduos sólidos contribui para a redução de obstruções no sistema e, consequentemente, para a mitigação de alagamentos.

4.7 PROPOSTA DE MELHORIA

A análise dos mapas permitiu observar que a disposição dos logradouros nem sempre acompanha o caimento natural do terreno, o que exige a implementação de soluções de engenharia corretivas. A interpretação das imagens seguiu os princípios de sensoriamento remoto aplicado ao planejamento urbano, em que a visualização aérea auxilia na compreensão da mancha de inundação e na eficácia da destinação das águas pluviais para os corpos receptores.

Os dados foram interpretados à luz das causas raízes identificadas durante o levantamento: subdimensionamento, obstrução por resíduos sólidos ou falhas de projeto. A discussão não se limitou ao diagnóstico patológico, mas avançou para a proposição de intervenções baseadas nas diretrizes da engenharia civil contemporânea.

Inicialmente, como medida de melhoria, destaca-se a necessidade de promover a conscientização da população quanto ao descarte inadequado de resíduos sólidos. Conforme ressalta Tucci (2016), à ausência de conscientização aliada à deficiência na gestão pública contribui significativamente para o agravamento dos problemas de drenagem urbana. Nesse sentido, outra ação fundamental para a mitigação de enchentes e alagamentos consiste na intensificação das atividades do poder público voltadas à limpeza e manutenção periódica dos dispositivos de drenagem.

A implementação de bacias de retenção em áreas de fundo de vale pode ser uma solução estratégica para o controle de cheias no bairro. Essas estruturas armazenam temporariamente o excesso de águas pluviais e o liberam gradualmente, reduzindo as vazões de pico nos trechos a jusante. Conforme Tucci (2005), reservatórios de retenção são medidas compensatórias eficazes para o controle de inundações urbanas. A disponibilidade de áreas não edificadas no entorno do Bairro Liberdade torna viável a implantação dessas bacias para proteger logradouros em cotas altimétricas inferiores.

Outra medida complementar às ações anteriormente descritas consiste na realização de um estudo hidrológico detalhado abordado por Tucci (2012), aliado à elaboração de um projeto de drenagem que contemple áreas com baixa cobertura de dispositivos de microdrenagem. Nesse contexto, destacam-se trechos como o compreendido entre a 8ª e a 12ª Rua do Bairro Liberdade, onde se observa quantidade insuficiente de estruturas de captação.

Concluindo a discussão, observa-se que o diagnóstico apresentado se configura como um importante instrumento de gestão para a melhoria da qualidade de vida em Itaituba. Conforme Tucci (2012), o objetivo da engenharia de drenagem vai além do controle de volumes hídricos, abrangendo também a promoção da segurança e da dignidade no ambiente urbano. Nesse sentido, a reabilitação do Bairro Liberdade demanda a articulação entre soluções técnicas, gestão pública eficiente e participação comunitária, com o objetivo de viabilizar uma infraestrutura capaz de responder ao clima amazônico e promover um desenvolvimento urbano adequado.

Ainda assim, foi elaborado um croqui ilustrativo (Figura 22), no qual se propõe a implantação de novos dispositivos de drenagem com o objetivo de ampliar o atendimento em todo o bairro.

Figura 22 – Croqui da proposta de drenagem adicional do bairro Liberdade.



Fonte: Silva (2026).

Complementarmente, a Figura 23 apresenta a sobreposição da drenagem existente com a proposta sugerida, permitindo uma análise comparativa das melhorias indicadas. Ressalta-se, contudo, que essa proposta possui limitações, uma vez que não se fundamenta em um estudo hidrológico detalhado nem em dados topográficos precisos da área, devendo, portanto, ser interpretada como uma diretriz preliminar para subsidiar futuras intervenções.

Nesse contexto, Tucci (2005) enfatiza que o dimensionamento e a proposição de sistemas de drenagem urbana devem estar fundamentados em estudos hidrológicos consistentes, associados a levantamentos topográficos detalhados, a fim de garantir maior confiabilidade técnica. A ausência desses elementos pode resultar em soluções subdimensionadas ou incompatíveis com a dinâmica do escoamento local.

Figura 23 – Representação da drenagem existente mais a drenagem proposta.



Fonte: Silva (2026).

Dessa forma, na Figura 23, os quadrados em azul escuro representam as bocas de lobo propostas para implantação, enquanto os círculos em azul claro indicam os poços de visita sugeridos. Ressalta-se que já existem dispositivos de deságue entre a 4ª e a 12ª Rua do Bairro Liberdade, os quais podem ser aproveitados no sistema, considerando o sentido natural do escoamento das águas. Nesse contexto, a proposta consiste na complementação da rede existente por meio da inserção de novas bocas de lobo e poços de visita, visando melhorar a captação e a condução das águas pluviais até os pontos de deságue.

Diante das análises realizadas, conclui-se que o sistema de drenagem urbana do Bairro Liberdade apresenta falhas significativas relacionadas tanto à insuficiência estrutural quanto à deficiência de manutenção, comprometendo sua eficiência hidráulica e impactando diretamente a qualidade de vida da população (TUCCI, 2005). A presença de resíduos sólidos, o subdimensionamento de dispositivos e a inadequação ao relevo local abordados no trabalho, intensificam os problemas de alagamento e degradação das vias. Por final, embora existam intervenções do poder público, estas ocorrem de forma pontual e não integrada, limitando sua efetividade

5 CONCLUSÃO

A pesquisa teve como objetivo geral analisar a destinação das águas pluviais no Bairro Liberdade, no município de Itaituba-PA, com o intuito de compreender o funcionamento do sistema de drenagem urbana e sua eficiência frente às demandas locais. Com base nos dados obtidos por meio de visitas técnicas, registros fotográficos e análise espacial, identificou-se que o escoamento das águas pluviais ocorre principalmente por meio de dispositivos que direcionam o curso para lagoas situadas no interior do bairro.

Conforme evidenciado nos resultados e discussões, as lagoas dos Patinhos e Jacarezinho desempenham o papel de principais receptores das águas pluviais, conduzindo o fluxo até o deságue final no Rio Tapajós. Entretanto, apesar da existência desse sistema, constatou-se que sua eficiência é limitada por diversos fatores de ordem estrutural e operacional, demonstrando que a simples presença de dispositivos de drenagem não é suficiente para assegurar o funcionamento adequado da drenagem urbana.

Em relação ao primeiro objetivo específico, que consistiu em investigar as deficiências no sistema de drenagem urbana, constatou-se que o bairro apresenta falhas significativas, como o subdimensionamento de sarjetas, ausência de dispositivos em pontos estratégicos, problemas de nivelamento em poços de visita e inadequação do traçado viário ao relevo natural.

Além disso, a sobreposição sucessiva de camadas asfálticas ao longo dos anos reduziu a capacidade de condução das sarjetas, favorecendo o acúmulo de água nas vias. Essas deficiências indicam que o sistema não foi planejado de maneira integrada nem submetido a manutenção adequada, causando a baixa rendimento e na recorrência de alagamentos.

No que se refere ao segundo objetivo específico, que buscou analisar a presença de resíduos sólidos nos mecanismos de escoamento, observou-se que o acúmulo de lixo é um dos principais fatores responsáveis pela obstrução das bocas de lobo e demais dispositivos. Esse cenário evidencia não apenas falhas na gestão pública, especialmente na limpeza e manutenção periódica, mas também a influência do comportamento da população no agravamento dos problemas de drenagem.

Quanto ao terceiro objetivo específico, que consistiu em propor a disposição de dispositivos de drenagem pluvial considerando o perfil hidrológico do bairro, foram

elaboradas diretrizes de intervenção com base na análise dos dados coletados. Entre as principais propostas, destacam-se a ampliação da rede de microdrenagem em áreas com baixa cobertura, a implantação de novas bocas de lobo e poços de visita, além da adoção de soluções complementares, como bacias de retenção e técnicas baseadas na natureza.

A justificativa da pesquisa mostrou-se plenamente atendida, uma vez que foi possível identificar e esclarecer os principais fatores responsáveis pelas falhas nos mecanismos de escoamento de águas pluviais, mesmo diante de intervenções realizadas pelo poder público. Constatou-se que tais deficiências não decorrem de um único aspecto isolado, mas sim da interação de diversos fatores que comprometem o desempenho do sistema de drenagem urbana.

Entre os principais problemas identificados, destacam-se a deficiência de planejamento, a ausência de manutenção periódica, o crescimento urbano desordenado e a falta de conscientização da população quanto ao descarte adequado de resíduos sólidos. Nesse sentido, o estudo contribui para uma compreensão mais aprofundada da dinâmica da drenagem urbana no bairro, fornecendo subsídios técnicos relevantes para a proposição de melhorias e futuras intervenções.

No que diz respeito às questões norteadoras da pesquisa, foi possível identificar que os principais fatores que impedem a execução de uma drenagem urbana eficiente no Bairro Liberdade incluem o planejamento inadequado do sistema viário, o subdimensionamento dos dispositivos, a ausência de integração entre obras de pavimentação e drenagem, bem como a deficiência na gestão e fiscalização por parte do poder público. Além disso, a falta de manutenção periódica e o descarte irregular de resíduos sólidos agravam ainda mais a situação, comprometendo o desempenho do sistema como um todo.

Quanto às consequências da deficiência no escoamento das águas pluviais, observou-se que os impactos ultrapassam os transtornos imediatos causados pelos alagamentos. A permanência da água sobre o pavimento acelera a degradação da infraestrutura viária, resultando em custos adicionais de manutenção e recuperação. Além do mais, o acúmulo de água favorece a proliferação de vetores, configurando um relevante problema de saúde pública.

Por fim, em relação aos principais fatores de risco à infraestrutura do bairro, destacam-se o acúmulo de resíduos sólidos, as falhas estruturais nos dispositivos de drenagem, o crescimento urbano desordenado e a inadequação do sistema aos

aspectos hídricos locais. Esses elementos atuam de forma conjunta, intensificando os problemas de drenagem e evidenciando a necessidade de uma medida interdisciplinar para sua melhoria.

Dessa forma, conclui-se que a melhoria do sistema de drenagem urbana do Bairro Liberdade depende da articulação entre planejamento técnico eficiente, ações contínuas do poder público e participação ativa da população. A adoção de alternativas de baixo impacto, associada à realização de estudos hidrológicos mais detalhados, mostra-se essencial para garantir a eficiência do sistema e minimizar os impactos decorrentes das intempéries.

Ressalta-se, entretanto, que os resultados obtidos e as propostas apresentadas possuem limitações, uma vez que não se baseiam em uma avaliação hídrica detalhada nem em dados topográficos precisos da área analisada. Ainda assim, o trabalho atinge seus objetivos e se configura como um importante instrumento de apoio.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9600: poço de visita de concreto simples para sistemas de esgoto sanitário – Requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9649: **Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro, 1986.

ALMEIDA, Isis de Castro. **Sistemas Sustentáveis de Drenagem Urbana: Uma Proposta para a Bacia Hidrográfica do Córrego São Pedro, em Juiz de Fora - MG**. Trabalho Final de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2020.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 6 jan. 2007.

CALDEIRA, Luiz Antônio Cardoso; LIMA, Diogo Pedreira. Drenagem urbana: uma revisão de literatura. **Engineering Sciences**, v. 8, n. 2, p. 1-9, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-3055.2020.002.0001>.

CHRISTOFIDIS, Demetrios; ASSUMPÇÃO, Rafaela dos Santos Facchetti Vinhaes; KLIGERMAN, Débora Cynamon. A evolução histórica da drenagem urbana: da drenagem tradicional à sintonia com a natureza. **Saúde Debate**, Rio de Janeiro, v. 43, n. especial 3, p. 94-108, dez. 2019.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento: Módulo Drenagem Urbana**. 4. ed. Brasília: Funasa, 2019.

GUEDES, Hugo Alexandre Soares. **Microdrenagem**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas (UFPeL), [s.d.]. Material didático da disciplina de Drenagem Urbana.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Itaituba (PA): Cidades e Estados**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/itaituba/>>. Acesso em: 19 out. 2025.

ITAITUBA (PA). **Lei Municipal nº 4.031**, de 19 de dezembro de 2023. Institui a Política Municipal de Saneamento Básico, dispõe sobre o Plano Municipal de Saneamento Básico, e dá outras providências. Itaituba, PA: Gabinete do Prefeito Municipal de Itaituba, 2023.

SEMINFRA. **Secretaria Municipal de Infraestrutura**. 2022.

SISTEMAS sustentáveis de drenagem urbana (SUDS): por que é importante conhecer e respeitar a natureza para fazer um bom projeto de drenagem. Mestra Engenharia Sustentável, [s.d.]. Disponível em: <https://mestrasustentavel.com.br/sistemas-sustentaveis-de-drenagem-urbana-suds-por-que-e-importante-conhecer-e-respeitar-a-natureza-para-fazer-um-bom-projeto-de-drenagem/>. Acesso em: 15 abr. 2026.

TUCCI, Carlos E. M. Gerenciamento da drenagem urbana. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 7, n. 1, p. 5-27, jan./mar. 2002.

TUCCI, Carlos E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas**. Brasília: Ministério das Cidades; Global Water Partnership; World Bank; UNESCO, 2005.

TUCCI, Carlos E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 4º Ed. Porto Alegre: ABRH, 2012.

TUCCI, Carlos E. M. Inundações urbanas. In: TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L; BARROS, M. T (Org.). **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH, 1995. cap. 1, p. 15-29.

TUCCI, Carlos E. M. Regulamentação da drenagem urbana no Brasil. **REGA**, Porto Alegre, v. 13, n. 1, p. 29-42, jan./jun. 2016.

VIEIRA, Lino da Silva *et al.* Análise da vulnerabilidade social e avaliação de risco de inundação urbana de Itaituba-PA. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 9, n. 4, p. 12911-12931, abr. 2023. DOI: 10.34117/bjdv9n4-024.

ANEXOS

Anexo A– Relatório Fotográfico

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	
	
1ª Figura. 1ª Rua da Liberdade- BL nº 1. 4,27673° S, 55,99326° O	2ª Figura. 1ª Rua da Liberdade- BL nº 2. 4,27671° S, 55,99325° O
	
3ª Figura. 1ª Rua da Liberdade- PV nº 1. 4,27673° S, 55,99326° O	4ª Figura. 2ª Rua da Liberdade- BL nº 3. 4,27290° S, 55,98876° O
	
5ª Figura. 2ª Rua da Liberdade- BL nº 4. 4,27373° S, 55,99013° O	6ª Figura. 2ª Rua da Liberdade- BL nº 5. 4,27388° S, 55,99015° O

	
7º Figura. 2º Rua da Liberdade- BL nº 6. 4,27377° S, 55,99005° O	8º Figura. 2º Rua da Liberdade- PV nº 2. 4,27381° S, 55,99015° O
	
9º Figura. 2º Rua da Liberdade- BL nº 7. 4,27396° S, 55,99047° O	10º Figura. 2º Rua da Liberdade- BL nº 8. 4,27399° S, 55,99050° O
	
11º Figura. 2º Rua da Liberdade- PV nº 3. 4,27402° S, 55,99054° O	12º Figura. 2º Rua da Liberdade- BL nº 9. 4,27426° S, 55,99091° O

	
13º Figura. 2º Rua da Liberdade- BL nº 10. 4,27426° S, 55,99091° O	14º Figura. 2º Rua da Liberdade- BL nº 11. 4,27452° S, 55,99117° O
	
15º Figura. 2º Rua da Liberdade- BL nº 12. 4,27475° S, 55,99160° O	16º Figura. 2º Rua da Liberdade- BL nº 13. 4,27474° S, 55,99156° O
	
17º Figura. 2º Rua da Liberdade- PV nº 4. 4,27474° S, 55,99156° O	18º Figura. 2º Rua da Liberdade- BL nº 14. 4,27540° S, 55,99254° O

	
19° Figura. 2° Rua da Liberdade- BL n° 15. 4,27540° S, 55,99254° O	20° Figura. 2° Rua com 5° Travessa da LiberdadePV n° 5. 4,27540° S, 55,99254° O
	
21° Figura. 3° Rua da Liberdade- BL n° 16. 4,27325° S, 55,99051° O	22° Figura. 3° Rua da Liberdade- BL n° 17. 4,27325° S, 55,99051° O
	
23° Figura. 3° Rua da Liberdade- BL n° 18. 4,27421° S, 55,99196° O	24° Figura. 3° Rua da Liberdade - PV n° 6. 4,27325° S, 55,99051° O



25ª Figura.
Falta de dispositivo de drenagem. 3ª
Rua da Liberdade
4,27421° S, 55,99196° O



26ª Figura.
Falta de dispositivo de drenagem. 3ª
Rua a Liberdade
4,27478° S, 55,99292° O



27ª Figura.
3ª Rua com 5ª Travessa da Liberdade -
PV nº 7.
4,27478° S, 55,99292° O



28ª Figura.
3ª Rua da Liberdade- BL nº 19.
4,27634° S, 55,99663° O



29ª Figura.
4ª Rua da Liberdade- BL nº 20.
4,27632° S, 55,99648° O



30ª Figura.
4ª Rua da Liberdade- BL nº 21.
4,27601° S, 55,99608° O



31ª Figura.
4ª Rua da Liberdade- BL nº 22.
4,27601° S, 55,99608° O



32ª Figura.
4ª Rua da Liberdade- BL nº 23.
4,27601° S, 55,99608° O



33ª Figura.
4ª Rua da Liberdade- BL nº 24.
4,27601° S, 55,99608° O



34ª Figura.
4ª Rua da Liberdade- BL nº 25.
4,27601° S, 55,99608° O



35ª Figura.
4ª Rua com 7ª Travessa da Liberdade -
PV nº 8.
4,27601° S, 55,99608° O



36ª Figura.
4ª Rua da Liberdade- BL nº 26.
427531° S, 5599495° O

	
37º Figura. 4º Rua da Liberdade- BL nº 27. 4,27601° S, 55,99608° O	38º Figura. 4º Rua da Liberdade- BL nº 28. 4,27601° S, 55,99608° O
	
39º Figura. 4º Rua da Liberdade- BL nº 29. 4,27601° S, 55,99608° O	40º Figura. 4º Rua da Liberdade- BL nº 30. 4,27601° S, 55,99608° O
	
41 Figura. 4º Rua com 6º Travessa da Liberdade - PV nº 9. 4,27474° S, 55,99410° O	42º Figura. 4º Rua da Liberdade- BL nº 31. 4,27601° S, 55,99608° O

	
43º Figura. Final da 4ª rua da Liberdade - PV nº 10. 4,27363° S, 55,99218° O	44º Figura. Ala de desague final da 4ª rua da Liberdade. 4,27327° S, 55,99170° O
	
45º Figura. 5ª Rua da Liberdade- BL nº 32. 4,27585° S, 55,99715° O	46º Figura. 5ª Rua da Liberdade- BL nº 33. 4,27585° S, 55,99715° O
	
47º Figura. 5ª Rua da Liberdade- BL nº 34. 4,27585° S, 55,99715° O	48º Figura. 5ª Rua com 8ª Travessa da Liberdade - PV nº 11. 4,27585° S, 55,99715° O

	
49º Figura. 5º Rua da Liberdade- BL nº 35. 4,27536° S, 55,99621° O	50º Figura. 5º Rua da Liberdade- BL nº 36. 4,27506° S, 55,99590° O
	
51º Figura. 5º Rua da Liberdade- BL nº 37. 4,27487° S, 55,99550° O	52º Figura. 5º Rua da Liberdade- BL nº 38. 4,27487° S, 55,99550° O
	
53º Figura. 5º Rua da Liberdade- BL nº 39. 4,27487° S, 55,99550° O	54º Figura. 5º Rua da Liberdade- BL nº 40. 4,27487° S, 55,99550° O

	
55° Figura. 5° Rua com 7° Travessa da Liberdade - PV n° 12. 4,27487° S, 55,99550° O	56° Figura. 5° Rua da Liberdade- BL n° 41. 4,27422° S, 55,99445° O
	
57° Figura. 5° Rua da Liberdade- BL n° 42. 4,27422° S, 55,99445° O	58° Figura. 5° Rua da Liberdade- BL n° 43. 4,27422° S, 55,99445° O
	
59° Figura. 5° Rua da Liberdade- BL n° 44. 4,27422° S, 55,99445° O	60° Figura. 5° Rua com 6° Travessa da Liberdade - PV n° 13. 4,27422° S, 55,99445° O



61º Figura.
5º Rua da Liberdade- BL nº 45.
4,27365° S, 55,99358° O



62º Figura.
5º Rua da Liberdade- BL nº 46.
4,27365° S, 55,99358° O



63º Figura.
5º Rua da Liberdade- BL nº 47.
4,27365° S, 55,99358° O



64º Figura.
5º Rua da Liberdade- BL nº 47.
4,27365° S, 55,99358° O



65º Figura.
5º Rua com 5º Travessa da Liberdade.
Local aonde seria executada BL.
4,27356° S, 55,99339° O



66º Figura.
5º Rua da Liberdade- BL nº 48.
4,27304° S, 55,99263° O

	
67º Figura. 5º Rua da Liberdade- BL nº 49. 4,27304° S, 55,99263° O	68º Figura. 5º Rua da Liberdade. Rua sem asfalto com tubulação na lateral. 4,27304° S, 55,99263° O
	
69º Figura. 5º Rua da Liberdade. Travessia Tripla. 4,27289° S, 55,99247° O	70º Figura. 5º Rua da Liberdade. Travessia Tripla. 4,27289° S, 55,99247° O
	
71º Figura. 5º Rua da Liberdade- BL nº 50. 4,27280° S, 55,99236° O	72º Figura. 5º Rua da Liberdade- BL nº 51. 4,27280° S, 55,99236° O

	
73° Figura. 5° Rua da Liberdade- BL n° 52. 4,27187° S, 55,99087° O	74° Figura. 5° Rua da Liberdade- BL n° 53. 4,27187° S, 55,99087° O
	
75° Figura. 5° Rua da Liberdade- BL n° 54. 4,27187° S, 55,99087° O	76° Figura. 5° Rua da Liberdade- BL n° 55. 4,27175° S, 55,99053° O
	
77° Figura. 5° Rua da Liberdade- BL n° 56. 4,27126° S, 55,98936° O	78° Figura. 6° Rua da Liberdade. Travessia. 4,27238° S, 55,99300° O

	
79° Figura. 6° Rua da Liberdade- BL n° 57. 4,27434° S, 55,99590° O	80° Figura. 6° Rua da Liberdade- BL n° 58. 4,27434° S, 55,99590° O
	
81° Figura. 6° Rua da Liberdade- BL n° 59. 4,27434° S, 55,99590° O	82° Figura. 6° Rua da Liberdade- BL n° 60. 4,27434° S, 55,99590° O
	
83° Figura. 6° Rua com 7° Travessa da Liberdade - PV n° 14. 4,27434° S, 55,99590° O	84° Figura. 6° Rua da Liberdade- BL n° 61. 4,27500° S, 55,99723° O

	
85° Figura. 6° Rua da Liberdade- BL n° 62. 4,27500° S, 55,99723° O	86° Figura. 7° Rua da Liberdade- BL n° 63. 4,27317° S, 55,99506° O
	
87° Figura. 7° Rua da Liberdade- BL n° 64. 4,27317° S, 55,99506° O	88° Figura. 7° Rua da Liberdade- BL n° 65. 4,27378° S, 55,99621° O
	
89° Figura. 7° Rua da Liberdade. Travessia. 4,27198° S, 55,99358° O	90° Figura. 7° Rua da Liberdade- BL n° 66. 4,27169° S, 55,99302° O

	
91ª Figura. 7ª Rua da Liberdade- BL nº 67. 4,27169° S, 55,99302° O	92ª Figura. 7ª Rua com 3ª Travessa da Liberdade - PV nº 15. 4,27101° S, 55,99184° O
	
93ª Figura. 7ª Rua da Liberdade- BL nº 68. 4,27101° S, 55,99184° O	94ª Figura. 7ª Rua da Liberdade- BL nº 69. 4,27101° S, 55,99184° O
	
95ª Figura. 7ª Rua da Liberdade- BL nº 70. 4,27101° S, 55,99184° O	96ª Figura. 7ª Rua da Liberdade- BL nº 71. 4,27101° S, 55,99184° O

	
97° Figura. 7° Rua da Liberdade. 4,27065° S, 55,99127° O	98° Figura. 7° Rua da Liberdade. 4,27065° S, 55,99127° O
	
99° Figura. 8° Rua da Liberdade- BL nº 72. 4,27195° S, 55,99527° O	100° Figura. 8° Rua da Liberdade- BL nº 73. 4,27195° S, 55,99527° O
	
101° Figura. 8° Rua da Liberdade. Travessia. 4,27188° S, 55,99513° O	102° Figura. 8° Rua da Liberdade. Travessia. 4,27188° S, 55,99513° O

	
103° Figura. 8° Rua da Liberdade. Espera de drenagem. 4,26939° S, 55,99195° O	104° Figura. 8° Rua da Liberdade. Espera de drenagem. 4,26939° S, 55,99195° O
	
105° Figura. 9° Rua da Liberdade. 4,27134° S, 55,99541° O	106° Figura. 9° Rua da Liberdade- BL n° 74. 4,27171° S, 55,99596° O
	
107° Figura. 9° Rua da Liberdade. Espera de drenagem. 4,27171° S, 55,99596° O	108° Figura. 10° Rua da Liberdade- BL n° 75. 4,27180° S, 55,99745° O

	
109ª Figura. 10ª Rua da Liberdade- BL nº 76. 4,27180° S, 55,99745° O	110ª Figura. 10ª Rua da Liberdade- BL nº 77. 4,27180° S, 55,99745° O
	
111ª Figura. 10ª Rua da Liberdade- BL nº 78. 4,27106° S, 55,99642° O	112ª Figura. 10ª Rua da Liberdade- BL nº 79. 4,27106° S, 55,99642° O
	
113ª Figura. 10ª Rua da Liberdade- BL nº 80. 4,27082° S, 55,99537° O	114ª Figura. 11ª Rua da Liberdade. 4,27032° S, 55,99578° O

	
115º Figura. 11º Rua da Liberdade- BL nº 81. 4,27015° S, 55,99570° O	116º Figura. 11º Rua da Liberdade. Travessia. 4,27038° S, 55,99649° O
	
117º Figura. 11º Rua da Liberdade- BL nº 82. 4,27052° S, 55,99677° O	118º Figura. 11º Rua da Liberdade. 4,27052° S, 55,99677° O
	
119º Figura. 12º Rua da Liberdade. 4,26959° S, 55,99641° O	120º Figura. 12º Rua da Liberdade. 4,26990° S, 55,99703° O

	
121ª Figura. 8ª Travessa da Liberdade. 4,27653° S, 55,99701° O	122ª Figura. 8ª Travessa da Liberdade- BL nº 83. 4,27653° S, 55,99701° O

Anexo B – Termo de Homologação



TERMO DE HOMOLOGAÇÃO
Prefeitura Municipal de Itaituba
PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAITUBA
Concorrência por Menor Preço - 007/2025-CE/2025

Resultado da Homologação

0001 - Contratação de empresa de obras especiais de engenharia para implantação de ações de manejo de águas pluviais, abastecimento de água e urbanização no Município de Itaituba-PA. - Quantidade: 1 - Valor de Referência: 20.888.250,55

Fornecedor	Valor Final	Valor Total	Situação
AGR BOTELHO ENGENHARIA LTDA	20.888.250,55	R\$ 20.888.250,55	Homologado em 09/12/2025 às 14:21 Por: NICOOLAS ALVES DE AGUIAR

NICOOLAS ALVES DE AGUIAR
Autoridade Competente



A autenticidade do documento pode ser verificada no site <https://sistemaajp.portalcompraspublicas.com.br>.
Documento gerado eletronicamente no Portal de Compras Públicas em 2025/02/25 às 18:13:41.
Código verificador: 11E3E09

Página 1 de 2

