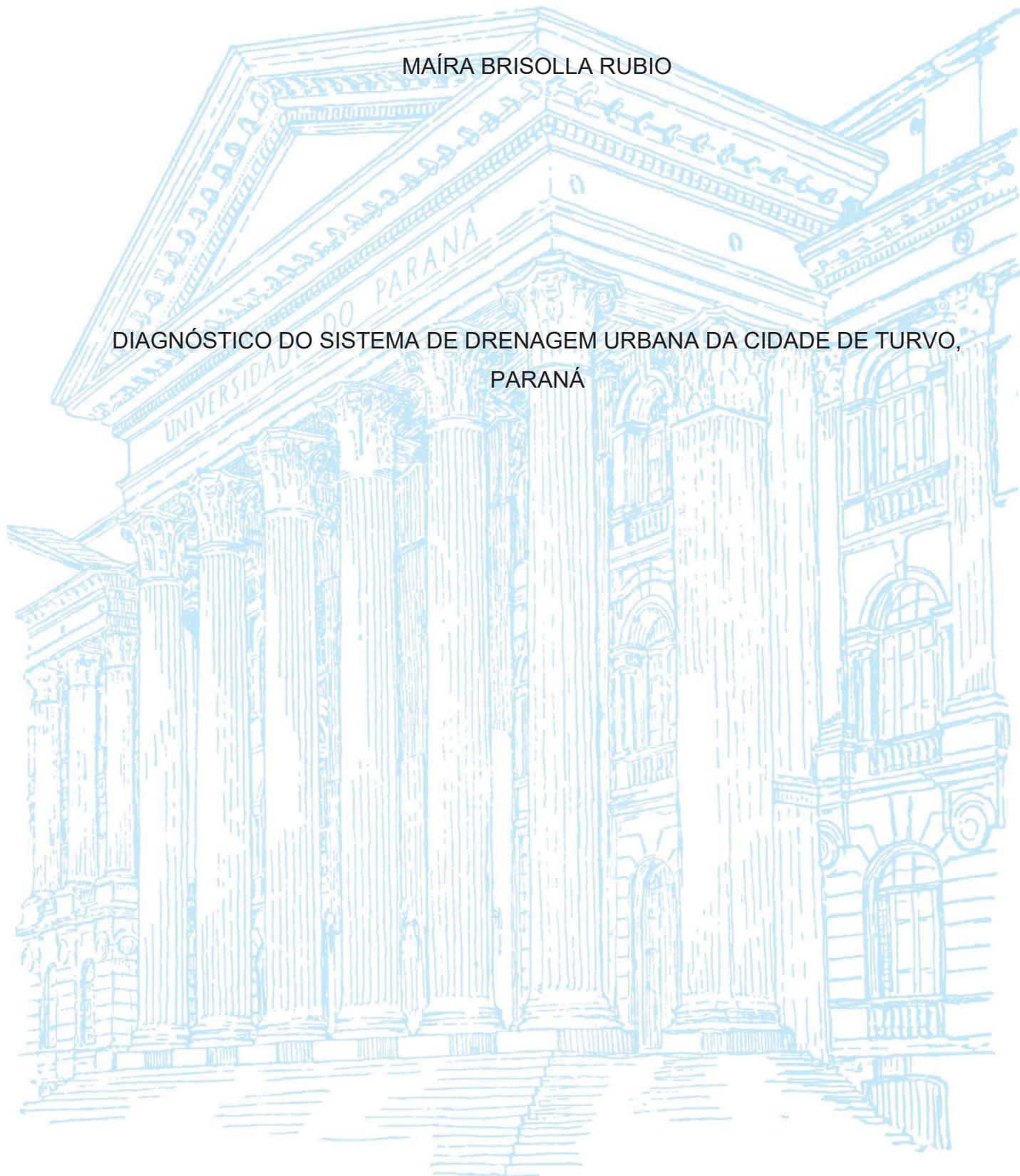


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MAÍRA BRISOLLA RUBIO

DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA DA CIDADE DE TURVO,
PARANÁ



CURITIBA

2023

MAÍRA BRISOLLA RUBIO

DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA DA CIDADE DE TURVO,
PARANÁ

Relatório Final apresentado ao curso de Pós-Graduação em MBA Gestão Ambiental, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Luis Prado Franco

CURITIBA

2023

RESUMO

O desenvolvimento urbano é acompanhado por vantagens sociais e econômicas, mas também traz desafios, como a impermeabilização do solo e inundações decorrentes do aumento da urbanização. Diante disso, surge a necessidade de repensar a abordagem convencional de gerenciamento de drenagem urbana para minimizar os impactos adversos do escoamento superficial. Este trabalho tem como objetivo investigar o manejo sustentável de rios urbanos com foco na drenagem urbana sustentável considerando as especificidades do município de Turvo, Paraná. Turvo enfrenta problemas de inundação devido à ocupação desordenada e atualmente depende de métodos tradicionais de captação e escoamento de água pluvial. Além disso apresenta diversos problemas com o sistema de coleta e tratamento de esgoto, o que afeta diretamente a qualidade dos rios urbanos e saúde da população. Para o desenvolvimento deste estudo, foram coletados dados sobre a ocupação desordenada, e dos sistemas de infraestrutura implantados na cidade. A partir desses dados, foram elaborados mapas que permitiram a análise da situação atual dos sistemas. A investigação dos dados permitiu a sugestão de medidas específicas para a revitalização das redes, de diretrizes para as áreas de Preservação Permanente, e também apresentou base para a reformulação dos planos Diretor e de Saneamento Básico do Município.

Palavras-chave: Urbanização, Escoamento, Inundação, Infraestrutura, Saneamento Básico

ABSTRACT

Urban development is accompanied by social and economic advantages, but it also brings challenges, such as soil waterproofing and floods resulting from increased urbanization. In view of this, there is a need to rethink the conventional approach to urban drainage management to minimize the adverse impacts of surface drain. This report aims to investigate the sustainable management of urban rivers focusing on sustainable urban drainage considering the specifics of the municipality of Turvo, Paraná. Turvo faces flooding problems due to disorderly occupation and currently relies on traditional methods of collecting and draining rainwater. In addition, it has several problems with the sewage collection and treatment system, which directly affects the quality of urban rivers and the health of the population. For the development of this study, data were collected on the disorderly occupation, and the infrastructure systems deployed in the city. Based on these data, maps have been developed that have enabled the analysis of the current situation of the systems. The research of the data allowed the suggestion of specific measures for the revitalization of the networks, of guidelines for the areas of Permanent Preservation, also provided the basis for the reformulation of the Director and Basic Sanitation plans of the Municipality.

Keywords: Urbanization, Drainage, Floods, Infrastructure, Sanitation.

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 7 |
| 1.1 | CONTEXTUALIZAÇÃO..... | 7 |
| 1.2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 8 |
| 1.3 | OBJETIVOS..... | 11 |
| 1.3.1 | Objetivo geral..... | 11 |
| 1.3.2 | Objetivos específicos | 12 |
| 1.4 | JUSTIFICATIVA | 12 |
| 2 | MATERIAL E MÉTODOS | 13 |
| 2.1 | DADOS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO | 13 |
| 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 16 |
| 3.1 | DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL | 16 |
| 3.2 | PROPOSTAS | 24 |
| 3.2.1 | Reformulação dos Planos Diretor e de Saneamento..... | 24 |
| 3.2.2 | Diretrizes para Áreas de Preservação Permanente..... | 25 |
| 3.2.3 | Revitalização da Rede de Infraestrutura | 26 |
| 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 27 |
| | REFERÊNCIAS | 28 |

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A crescente urbanização representa um desafio significativo para a gestão da água e a conservação dos recursos hídricos. Nas áreas urbanas, o ciclo hidrológico é substancialmente alterado devido à substituição de superfícies permeáveis por impermeáveis, a substituição do escoamento natural pelo artificial, entre outros, o que resulta em impactos negativos no escoamento da água da chuva e na qualidade dos rios.

Nesse contexto, a engenharia desempenhou um papel fundamental na busca por soluções estruturais, inicialmente voltadas para o rápido escoamento das águas pluviais. No entanto, essa abordagem não considerava as características naturais dos rios, resultando em modificações no ciclo hidrológico e em consequências ambientais prejudiciais (CARVALHO; ZANELLA, 2020, p.3).

Diante desses desafios, surge a necessidade de abordagens inovadoras e sustentáveis para a gestão das águas urbanas. A drenagem urbana sustentável, que se baseia em princípios e técnicas que buscam replicar os processos naturais de infiltração, armazenamento e evaporação da água, tem se mostrado uma alternativa promissora. A implementação de práticas como a criação de áreas verdes permeáveis, pavimentos permeáveis e sistemas de retenção e infiltração busca manter as características do ciclo hidrológico, mesmo em ambientes urbanos já consolidados (CHRISTOFIDIS, 2019, np).

Este trabalho tem como objetivo apresentar um estudo sobre o manejo sustentável de rios urbanos, com enfoque na drenagem urbana sustentável. Esse enfoque considerará as particularidades do município de Turvo, no Paraná, que apresenta ocorrências de inundação devido à ocupação desordenada e que atualmente se utiliza da engenharia tradicional de captação e de escoamento de água pluvial.

Para o desenvolvimento desse estudo, serão coletados dados sobre essa ocupação desordenada e indicadas soluções aplicáveis, levando em consideração a recuperação das áreas já degradadas e a conservação das áreas de expansão do município. Com base nessas informações, serão propostas medidas específicas de

drenagem urbana sustentável, visando mitigar os problemas de inundação e promover uma gestão ambiental adequada dos rios urbanos.

Por meio deste trabalho de análise e aplicação de abordagens sustentáveis, espera-se contribuir para a proteção e conservação dos recursos hídricos, na melhoria da qualidade de vida da população e na construção de cidades mais resilientes e ambientalmente responsáveis, bem como prover uma base para a elaboração de um Plano de Drenagem Urbana para o município do Turvo.

1.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O meio ambiente está em constante alteração para suprir as necessidades do ser humano, porém o que é comumente classificado como desenvolvimento, pode muitas vezes causar situações indesejáveis. Alguns exemplos de indicadores de desenvolvimento são o aumento de áreas asfaltadas, concretadas ou cobertas por algum tipo de revestimento, com o objetivo de aumentar a qualidade do transporte, do conforto da população, e das áreas úteis de uma edificação.

O desenvolvimento e a implementação de sistemas de saneamento básico são fundamentais para a infraestrutura de uma cidade. O saneamento é composto por diferentes componentes interligados, incluindo abastecimento de água, esgotamento sanitário, gestão de resíduos sólidos e drenagem urbana. Essas infraestruturas são essenciais para garantir a saúde pública, a qualidade de vida da população e o desenvolvimento sustentável da cidade (TUCCI, 2002, p. 7).

A drenagem é um componente da infraestrutura relacionada com o escoamento das águas pluviais. A Lei Federal, nº 11.445 de 2007 (BRASIL, 2007), que instituiu a Política Nacional de Saneamento Básico, alterada pela Lei Federal nº 14.026 de 2020 (BRASIL, 2020) apresenta a drenagem e o manejo das águas pluviais urbanas como sendo constituídas

pelos atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes (BRASIL, 2020).

A drenagem urbana desempenha um papel fundamental na gestão adequada das águas pluviais, com os objetivos de promover sua captação e escoamento, e evitar inundações, alagamentos e a contaminação dos corpos d'água. No entanto, a falta de estudos e legislações abrangentes sobre os sistemas de drenagem dificulta a compreensão de seu funcionamento, o que impede a tomada de decisões informadas e embasadas em dados sólidos.

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) é um sistema de coleta, armazenamento e divulgação de informações sobre os serviços de saneamento básico no Brasil. Ele é coordenado pelo Ministério do Desenvolvimento Regional e tem o objetivo de fornecer dados e indicadores para avaliar a prestação dos serviços de saneamento básico.

Porém, em comparação com o abastecimento de água e o esgotamento sanitário, a drenagem urbana muitas vezes recebe menos prioridade e atenção, sendo que dos mais de 4.100 municípios da amostra do SNIS, somente 714 possuem Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais, e somente 1.859 informam contar com sistema exclusivo de drenagem, sendo esses as capitais e municípios de maior porte (SNIS, 2022).

A ausência de estudos e da atenção devida à drenagem urbana tem implicações diretas na qualidade da água em ambientes urbanos. A falta de infraestrutura adequada para a gestão das águas pluviais e a presença de ligações clandestinas de esgoto em redes pluviais contribuem para a contaminação dos corpos d'água. Isso afeta não apenas a saúde pública, mas também os ecossistemas aquáticos e a disponibilidade de recursos hídricos seguros.

Além da qualidade da água, outro fator preocupante são as inundações em áreas ocupadas pela população. Os alagamentos representam um desafio significativo nas áreas urbanas, principalmente devido ao rápido crescimento populacional e ao aumento da impermeabilização do solo.

O mapeamento de áreas de risco de inundação urbanas é adotado em 67,2% dos municípios brasileiros, porém foram registradas no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID) 22,2 mil ocorrências de inundações urbanas desabrigando ou desalojando mais de 200 mil pessoas no ano de 2020 (SNIS, 2022).

As cidades alteram o ciclo hidrológico da bacia hidrográfica na qual estão localizadas e demandam a implantação de estruturas artificiais de drenagem urbana. Tendo a bacia hidrográfica como referência, a drenagem e o manejo das águas

pluviais costumam ser feitos por meio da integração de dois tipos de infraestruturas: as de microdrenagem e as de macrodrenagem.

A microdrenagem é definida pela SUDERHSA (2002) como o controle de um hidrograma de um ou mais loteamentos, com início na via pública é utilizada a fim de se drenar as águas pluviais até um ponto a jusante através de condutos pluviais. São projetos de drenagem de precipitação com risco moderado e tempo de retorno de 2 a 10 anos, com área de contribuição de até 2 km², como loteamentos e vias urbanas, com a utilização de sarjetas, bocas de lobo, e galerias de águas pluviais (CALDEIRA; LIMA, 2020, p.4; SUDERHSA, 2002).

A macrodrenagem, conforme Tucci (2007) atua sobre os riachos e canais que atravessam a cidade com áreas de pelo menos 2 km², composta por grandes obras de drenagem, como canais, galerias e reservatórios. Estas obras são projetadas para tempos de retorno próximos a 100 anos (TUCCI, 2003).

A escolha das medidas de contenção de cheias deve ser definida em função das características do rio e do benefício da redução das enchentes conforme o seu impacto social (TUCCI, 2007). Em busca de garantir a melhor gestão dos recursos hídricos e a drenagem urbana devem considerar também abordagens integradas que combinem estruturas verdes e cinzas (CHRISTOFIDIS, 2019).

As estruturas verdes incluem medidas como a criação de áreas permeáveis, como parques e jardins, que permitem a infiltração da água da chuva no solo (GUIMARAES, 2019). Essas estruturas ajudam a reduzir o escoamento superficial e a recarga dos sistemas de drenagem, diminuindo o risco de alagamentos. Além disso, as áreas permeáveis contribuem para a melhoria da qualidade da água, pois permitem a filtragem natural dos poluentes antes que eles alcancem os corpos d'água (CHRISTOFIDIS, 2019).

Por outro lado, as estruturas cinzas envolvem o uso de infraestruturas construídas, como canais, bacias de detenção e sistemas de drenagem pluvial, para gerenciar e direcionar a água da chuva de forma eficiente. Essas estruturas são projetadas para coletar e controlar o fluxo de água, evitando enchentes e protegendo áreas urbanas vulneráveis (GUIMARAES, 2019). A combinação de estruturas verdes e cinzas permite uma abordagem mais resiliente e sustentável para lidar com os desafios dos alagamentos urbanos, promovendo o equilíbrio entre a natureza e a infraestrutura construída (CHRISTOFIDIS, 2019).

Apesar dos benefícios na utilização de estruturas verdes, somente 7% dos municípios se utiliza de áreas de parque linear como ferramenta de evitar a ocupação irregular de áreas de várzeas, ampliar zonas de infiltração e reduzir a velocidade da água à jusante durante eventos hidrológicos impactantes (SNIS, 2022).

Como grande parte das cidades apresentam algum tipo de estrutura de captação de águas pluviais e conta com áreas já ocupadas pela população para a correção ou melhoria dos sistemas e até para o planejamento das futuras instalações se faz necessário a análise do sistema existente através de diagnóstico e elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana.

O diagnóstico permite uma análise detalhada dos sistemas, considerando fatores como a capacidade de escoamento, a infraestrutura existente, os pontos críticos de alagamentos e a interação com o meio ambiente. Essas informações são essenciais para compreender a situação atual e identificar as principais demandas e desafios relacionados à drenagem urbana em uma determinada região.

Com base no diagnóstico, o planejamento de drenagem urbana visa desenvolver estratégias e ações para melhorar a eficiência e a capacidade dos sistemas de drenagem, reduzir os riscos de alagamentos e minimizar os impactos negativos no ambiente urbano. O planejamento adequado também considera o crescimento urbano futuro, levando em conta o desenvolvimento de novas áreas e a expansão das redes de drenagem. Isso permite uma abordagem preventiva, evitando problemas futuros relacionados à drenagem em decorrência do crescimento desordenado e da falta de planejamento.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Realizar um diagnóstico do sistema de drenagem existente no município de Turvo/PR considerando as questões ambientais e sustentáveis e apresentar propostas práticas que possam ser aplicadas em um futuro plano de drenagem.

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar o mapeamento das redes de esgotamento sanitário e de drenagem existentes;
- Avaliar a capacidade de drenagem do sistema existente, bem como questões ambientais das estruturas atuais e mapear os pontos onde se observa eventos de inundação;
- Identificar os principais problemas do sistema de drenagem, como obstruções, falta de manutenção, inadequação das estruturas e outros fatores que possam comprometer seu funcionamento adequado;
- Propor soluções ambientalmente adequadas a fim de melhorar a capacidade e eficiência do sistema de drenagem, considerando técnicas que buscam replicar os processos naturais de infiltração, armazenamento e evaporação da água.

1.4 JUSTIFICATIVA

A proposta deste trabalho se justifica tendo em vista a carência de abordagem do Tema Ambiental nas Políticas de Planejamento Urbano tradicionais e no modelo atual de construção de Cidades. Estas, mesmo as pequenas, e ainda com população abaixo dos 20.000 habitantes, como a que se estuda neste trabalho, apresentam as mesmas características de ocupação das grandes cidades, bem como os mesmos problemas, ainda que em escala menor.

A vantagem destas, em detrimento daquelas (grandes centros urbanos) está em que ainda se faz possível a adoção de outras políticas de planejamento e de ocupação urbana, que considerem a valorização e a preservação do meio ambiente, bem como a aplicação de métodos de proteção e preservação inovadores e sustentáveis, de forma a se evitar a replicação em escala, dos conhecidos problemas urbanos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 DADOS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Turvo está localizado entre as coordenadas geográficas latitude 25°02'34" S e longitude 51°31'47" W a uma altitude de aproximadamente 1.040 m. Situa-se na Região Centro Sul do Estado do Paraná, a 304 km da capital do estado. A Figura 01 apresenta a localização do Município e seus confrontantes.

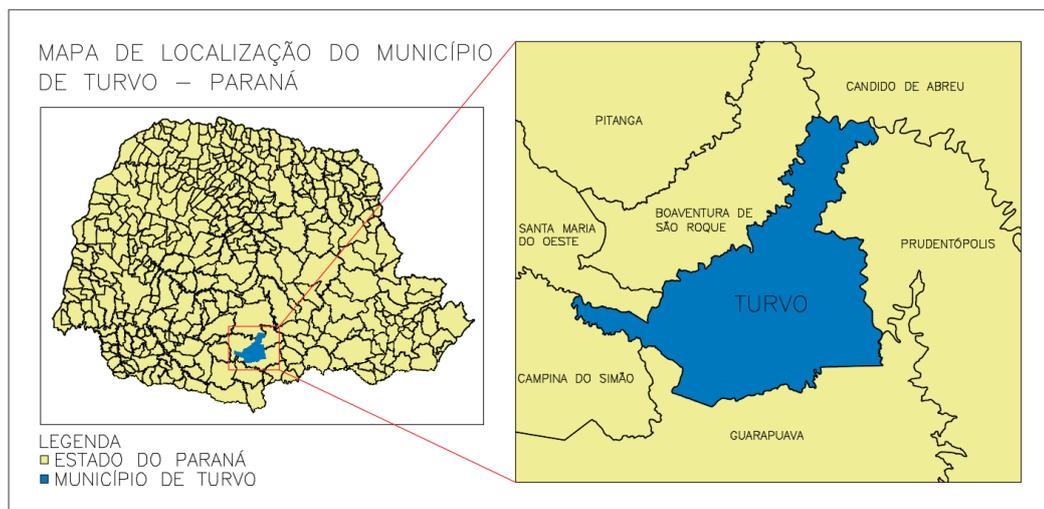


FIGURA 01: Localização do Município de Turvo no Estado do Paraná
 FONTE: Adaptado de acervo da prefeitura municipal de Turvo, 2023

A denominação do município é devido ao Rio Turvo, que banha praticamente todo o perímetro urbano até sua jusante no Rio Cachoeira, Rio Marrecas, Rio Bello e finalmente, Rio Ivaí. Está inserido na Unidade Hidrográfica do Alto Ivaí e na Unidade Hidrográfica do Piquiri e Paraná 2.

Turvo faz parte da Bacia Sedimentar do Paraná, sendo o seu complexo influenciado por feições geológicas e geomorfológicas. É possível observar a presença de solos rasos, afloramentos rochosos e declives acentuados, bem como a existência de inúmeras cachoeiras.

Sendo conhecido como a capital dos pinheirais, o município está inserido no Bioma Mata Atlântica. Entre as regiões fitoecológicas encontradas destacam-se a Floresta Ombrófila Mista Montana e Floresta Ombrófila Mista Alto Montana. Segundo a classificação de Koppen, Turvo possui clima subtropical úmido, apresenta verões quentes com tendência de concentração das chuvas, apresenta pluviosidade média

anual de 1795 mm, temperatura média superior a 22°C, e temperatura média inferior a 18°C.

Sua população em 2022 segundo o IBGE foi estimada em 14.231 habitantes, ocupando uma área de 939 km². Em termos econômicos, os dados referentes aos setores onde estão ocupados cada percentagem da população disponibilizados pelo último Censo do IBGE permitem observar que no caso de Turvo-PR a maioria da população está ocupada no setor agropecuário. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) de Turvo foi de 0,672 em 2010. O município estava situado na faixa de Desenvolvimento Humano Médio (IDHM entre 0,600 e 0,699) (IBGE, 2023).

O município apresenta duas áreas urbanas, a Sede e o Distrito do Faxinal da Boa Vista. Dos 14.231 habitantes, somente 33% reside em área urbana. Esse trabalho se delimita a realizar estudos na área da Sede, que apresenta 6 km² e 18 km de perímetro. A sede apresenta diversas áreas de nascentes e rios perenes, com o rio Turvo cortando a cidade. Na Figura 02 estão delimitados o perímetro da Sede e as bacias hidrográficas dos principais rios nessa região. As subbacias foram delimitadas com base nas elevações das curvas de nível geradas a partir de levantamento aerofotogramétrico obtidas pela Prefeitura Municipal.

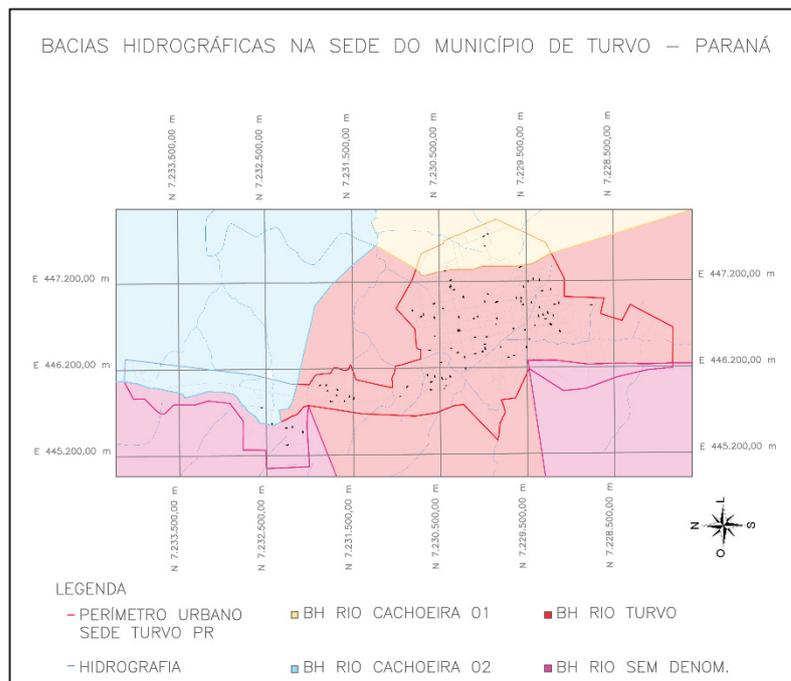


FIGURA 02: Bacias Hidrográficas da Sede do Município de Turvo
 FONTE: Adaptado de acervo da prefeitura municipal de Turvo, 2023

O Plano de Saneamento Básico do Município (2022) apresenta que apesar de ser esperado um decréscimo da população total, a população urbana passará por um pequeno crescimento, e por volta do ano de 2025 ocorrerá uma mudança na característica da população, a qual passará a ter sua maioria na zona urbana do município, o que demandará planejamento urbano para os próximos anos.

2.2 METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa realizada nesse trabalho é apresentada através de relatório-técnico científico, e descreve o progresso e o resultado de uma pesquisa do tipo técnica. Constitui-se em um Estudo de Caso, em que foram avaliados dados qualitativos para o entendimento e discussão acerca do sistema de drenagem pluvial da área urbana do município de Turvo no Paraná. O fluxograma apresentado na Figura 03 demonstra as etapas de elaboração do relatório bem como as divisões de cada uma delas:

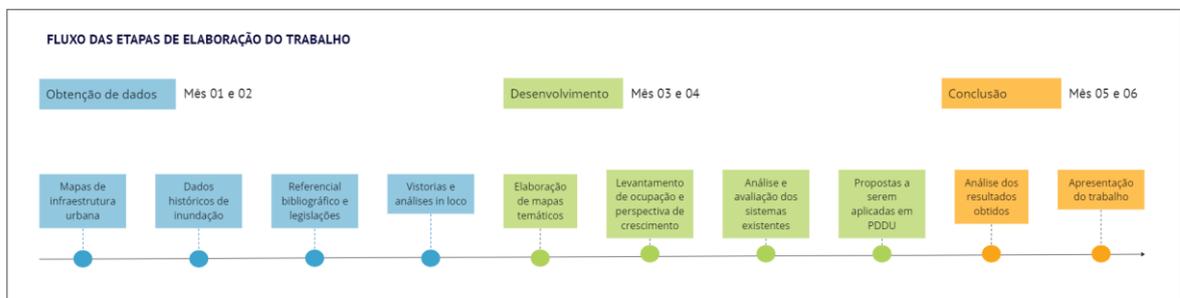


FIGURA 03: Fluxograma das etapas de elaboração do trabalho

Fonte: A autora, 2023

A avaliação do sistema de drenagem existente no município se iniciou a partir da definição do local de estudo. A escolha do local se deu devido a ser um município de pequeno porte que apresenta vários registros de inundação.

Em conjunto com a avaliação do sistema de drenagem foi realizado uma análise do sistema de esgotamento sanitário e a sua correlação e/ou interferências com o sistema de drenagem.

Para o levantamento do sistema de drenagem e esgotamento sanitário existente foram solicitados mapas de canalização e ligação de rede na prefeitura

municipal bem como realizadas visitas em campo entre os meses junho e julho do ano de 2023 para dimensionamento das estruturas e análise visual.

As características geomorfológicas e climáticas foram obtidas através de referencial bibliográfico da região. A identificação das áreas que apresentam problemas frequentes foi realizada a partir da análise dos dados históricos obtidos, bem como dos resultados do dimensionamento versus a estrutura atual.

Foram elaborados mapas temáticos da rede de drenagem, das áreas ocupadas e impermeáveis, bem como das áreas de preservação permanente a partir das bases obtidas com a Prefeitura Municipal de Turvo, que continham o traçado das redes, das edificações, dos limites das vias e dos rios nos limites urbanos.

Com base nos dimensionamentos e análises são apresentadas propostas com objetivo de melhorar a capacidade da rede existente bem como o dimensionamento adequado de estruturas em áreas que não apresentam rede de drenagem, ou outro meio de prevenção de inundação sendo a condução da água da chuva natural ou não, conforme necessidade e oportunidade local.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL

Através do traçado dos rios obtidos com a Prefeitura Municipal foram delimitadas as faixas de preservação de 30 metros dos córregos e rios no Município de Turvo conforme dispõe a Lei Federal 6.766/79 e novo Código Florestal 12.651/12. Para realizar a análise da ocupação no município, foram sobrepostas no levantamento as delimitações os polígonos das edificações. Estes dados estão apresentados na Figura 04 a seguir.

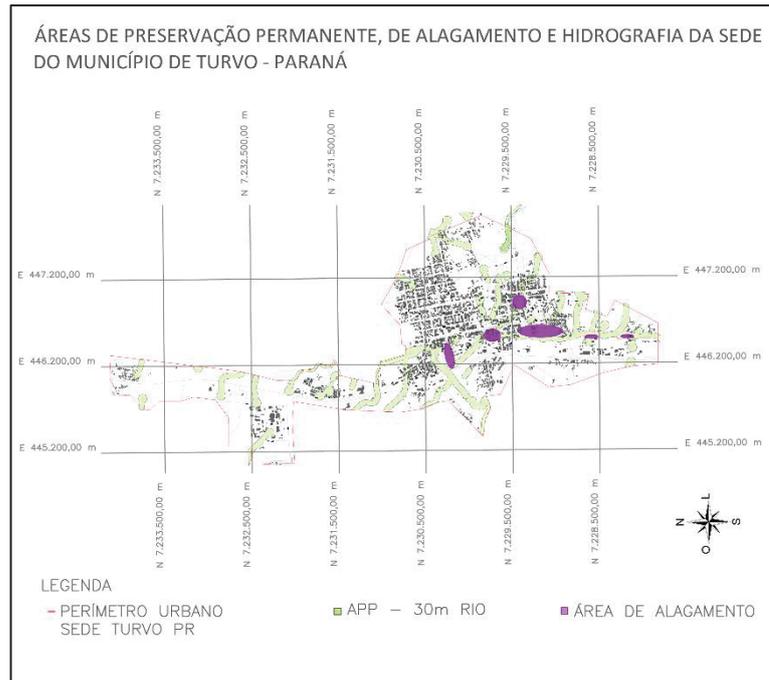


FIGURA 04: APP's e Áreas de Alagamento da Sede do Município de Turvo
 FONTE: Adaptado de acervo da prefeitura municipal de Turvo, 2023

Ao analisar a Figura, é possível identificar ocupações irregulares em boa parte da extensão dos rios na área urbana. A preservação dessas áreas é extremamente importante para a qualidade de vida e equilíbrio ambiental. A valorização e a conservação destas, contribuem para que a paisagem urbana se mantenha sem grandes deformações.

Essa ocupação desordenada, que não obedece aos limites de extravasamento natural dos rios, tem consequências que vão além da qualidade e preservação ambiental. O declive e a presença abundante de rios e nascentes criam condições propícias para problemas de drenagem, principalmente na região central, que possui altitudes mais baixas.

De acordo com informações do Município, através do contato com a população local e também por meio de pesquisa em dados históricos de alagamento da cidade foi possível a demarcação das áreas com frequentes situações de alagamento apresentadas na Figura 04 anterior, essas são comprovadas nas Figuras 05 e 06 abaixo.



FIGURA 05: Edificações na beira do rio
 FONTE: Autora, 2023



FIGURA 06: Alagamento ocorrido no ano de 2023 no Município de Turvo
 FONTE: Acervo da prefeitura municipal de Turvo, 2023

Quanto ao manejo das águas pluviais, os sistemas de microdrenagem do município abrangem as galerias de drenagem de águas pluviais e seus componentes, tais como bocas-de-lobo, poços de visitas e poços de inspeção, que são responsáveis pelo escoamento de águas pluviais para os sistemas de macrodrenagem, isto é, para os córregos e canais que compõem a rede hídrica do município.

Segundo a Secretaria de Engenharia, no município de Turvo as ruas com revestimento primário não contam com galeria de águas pluviais, existindo apenas nas travessias de algumas ruas. A ampliação da infraestrutura é executada conforme o avanço da pavimentação e conforme projetos de infraestrutura isolados. Ou seja, não existe para o município um projeto integrado de dimensionamento de galerias e/ou planejamento quanto à sua execução ou dimensão.

A operação do sistema de drenagem urbana, principalmente no que se refere à limpeza de bocas de lobos e galerias de águas pluviais, necessárias ao perfeito

funcionamento do sistema de drenagem, utiliza serviços e maquinários próprios e não é realizado de forma sistemática

Através de análise em levantamentos de logradouros, redes de drenagem e esgoto do município, foi contabilizado que na área da Sede o município apresenta 62 km de ruas e passagens. Das ruas, 60% são pavimentadas em concreto asfáltico ou revestidas em pavimentação poliédrica.

Apesar da maioria das ruas apresentar algum tipo de pavimentação, a rede de galerias de águas pluviais soma somente 15 km de extensão, isso considerando também os trechos de rios que foram canalizados.

Em visita aos pontos de boca de lobo e poços de visita, foi possível a demarcação de alguns pontos com alguns problemas e outros detalhes existentes na rede atual. Estes estão sinalizados na Figura 07:

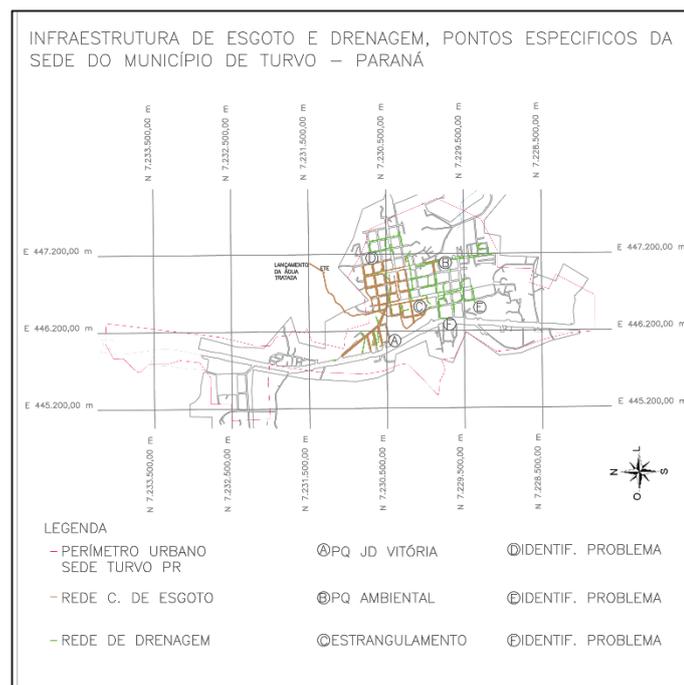


FIGURA 07: Mapa de Infraestrutura na Sede do Município de Turvo

Fonte: Adaptado de acervo da prefeitura municipal de Turvo, 2023

Pode ser verificado no mapa a localização de duas áreas de retenção de águas pluviais (A e B), em que os lagos servem como contenção de água da chuva durante determinado período. Porém em visita ao local foi possível verificar que a dimensão da tubulação de saída do Lago B é superior a encontrada em um ponto mais a jusante, ponto C, causando estrangulamento da rede e conseqüentemente alagamento desse ponto em dias de chuva.

Além desse caso de estrangulamento identificado, foi verificado em visita ao local nos pontos D, E e F que a dimensão da tubulação dos rios canalizados atende somente a vazão natural do rio, e encontra-se permanentemente com mais de 50% da sua área de escoamento ocupada, sendo que qualquer volume excedente, já será superior a capacidade de drenagem da rede, e apesar disso, são encontrados em diversos pontos o encaminhamento do volume carregado pelas estruturas de macrodrenagem, como mostra a Figura 08:



FIGURA 08: Manilha e passagem de água no limite da capacidade
FONTE: Autor, 2023

Considerando o serviço de esgotamento sanitário, apesar da existência de um sistema de esgotamento sanitário público do tipo separador absoluto instalado no município, apenas 10% da população é atendida pela rede de coleta de esgoto. Foi apresentado um projeto para implantação da rede de esgoto que abrange aproximadamente 30% da área da sede, sendo essa somente a área central, excluindo áreas de ocupação irregular e outras áreas de alta densidade, o que coloca em risco a preservação dos rios da cidade bem como a saúde da população dessas áreas.

Foi apresentado pela Secretaria de Engenharia dificuldade na instalação de rede coletora de esgoto sanitário devido a presença de rochas em alturas superficiais em toda a extensão da área urbana da cidade, o que acarreta em orçamentos elevados para a sua implantação.

As metas estabelecidas pelo Novo Marco Legal do Saneamento Básico, instituído pela Lei nº 14.026, de 15 de janeiro de 2020 são de que até 2033, 90% da população deverá ser atendida pela rede (BRASIL, 2020). O Plano de Saneamento Básico do Município, estabelecido através da Lei Municipal Nº 21/2022, apresenta como objetivo a “Coleta, afastamento e tratamento de 100% dos esgotos produzidos no município de Turvo” no horizonte de 3 anos. Considerando que atualmente menos

de 10% das ruas apresentam rede de esgoto, e 70% da área ainda não tem projeto elaborado, dificilmente a meta de 100% será atendida no prazo, e mesmo que o prazo federal seja maior, a meta de 90% de atendimento em 10 anos ainda se encontra distante para o Município.

Na ausência da expansão dos sistemas públicos de esgotamento sanitário, as soluções alternativas de afastamento e tratamento do esgoto tais como fossas sépticas, fossa negras ou rudimentares, lançamento clandestino em canais e galerias de águas pluviais, bem como os lançamentos direto nos corpos hídricos continuarão, assim como a degradação ambiental do território e os riscos à saúde da população.

Para as residências e comércios que não são atendidos pela rede coletora de esgoto, mas apresentam fossa séptica, a Secretaria de Obras é a responsável por realizar a limpeza e destinar os resíduos em estação de tratamento de esgotos local. Porém o serviço conta com uma grande fila de espera para o atendimento, que oferta o serviço com um caminhão próprio e em eventuais necessidades mais um caminhão terceirizado, e por vezes não consegue atender de forma ágil toda a população necessitada, sendo apresentada grande número de reclamações e casos de extravasamento das fossas.

Em observação no local em várias edificações situadas próximas ao rio pode ser evidenciado lançamento clandestino de esgoto diretamente em seu leito. O que traz coloração acinzentada, mal cheiro, presença de animais e degradação ambiental. Além do aumento da vazão, a presença dos resíduos nas canalizações faz com que a área projetada diminua devido ao assoreamento dos resíduos, estrangulando a seção e dificultando a passagem da água.

Em todo o trecho do rio é possível verificar pontos de assoreamento, em que as tubulações estão parcialmente obstruídas com resíduos, terra e restos de vegetação que foram carregados com as chuvas. Foi elaborado também um mapa apresentando as áreas verdes dos municípios, bem como a demarcação de duas cachoeiras em ambiente urbano, conforme mostra a Figura 09.

Em análise a ortofotos do Município, cedidas pela Secretária de Engenharia, e a partir das visitas a cidade foi elaborado o Mapa das Áreas Verdes apresentado na próxima figura que contém os parques urbanos, bem como áreas que poderiam ser conservadas e transformadas em áreas seguras de lazer para a população.

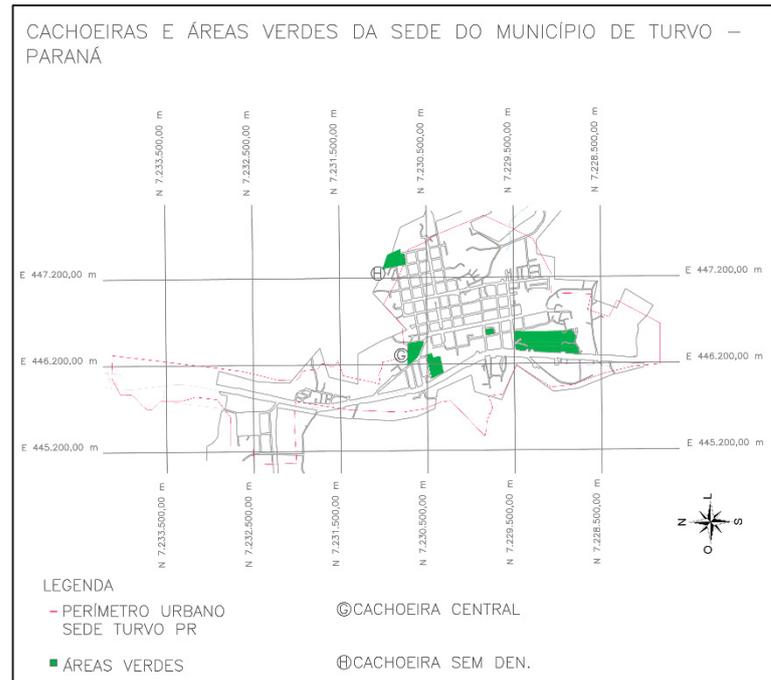


FIGURA 09: Manilha e passagem de água no limite da capacidade
 FONTE: Adaptado de acervo da prefeitura municipal de Turvo, 2023

Foram destacadas no Mapa 5 áreas como áreas de parque e de conservação. Além dos dois parques que foram citados como área de retenção de águas pluviais, há um parque que protege uma nascente. Porém, devido à falta de manutenção e limpeza recentemente a Secretaria de Meio Ambiente recebeu uma notificação da vigilância sanitária devido a existência de focos de dengue no lago, que não apresenta nenhum tipo de infraestrutura e ou controle.

Os pontos G e H marcam a localização das cachoeiras ambas sem infraestrutura de acesso ou água própria para banho. Na visita em campo, observou-se a exuberância dessas, mas em contrapartida, também foi possível constatar, a presença de descarte de lixo de toda espécie nos seus arredores, além de degradação. A Prefeitura pretende tornar estas áreas em parques urbanos, a fim de se promover o turismo e visitação local.



FIGURA 10: Ponto G – Cachoeira Central
FONTE: Autor , 2023

A forma como a ocupação do solo da sede do município foi apropriada, apesar da legislação do tema existir, pelo menos desde o primeiro plano diretor de 2009, mostra um crescimento, a partir do núcleo central da cidade, desordenado e com ocupação em áreas de preservação permanente, áreas públicas e áreas não propícias à ocupação devido a fragilidades ambientais. Além disso se tornou comum no município a existência de loteamentos irregulares, que não apresentam infraestrutura básica e não atendem aos parâmetros urbanísticos estabelecidos pela legislação. Somente no perímetro urbano da sede são classificados como loteamentos irregulares 14 áreas de alto adensamento populacional, totalizando cerca de 7% da área urbana.

Com base no mapeamento das edificações e lotes urbanos do município foram identificados os vazios urbanos, cerca de 60% do território urbano da sede do município de Turvo ainda não se encontra ocupado.

A partir do Plano Diretor de Turvo, foi elaborada a Lei de Zoneamento e Uso e Ocupação do Solo, lei nº 05/2022. Por meio desta, a cidade foi subdividida em 16 zonas urbanas com diferentes diretrizes para permeabilidade e taxa máxima de ocupação do solo de acordo com o nível de adensamento e condições de infraestrutura.

O plano diretor municipal é definido No parágrafo primeiro do artigo 182 da Constituição Federal de 1988 como o “instrumento básico da política de desenvolvimento urbano” (BRASIL, 1988), e que conforme a lei federal nº 10.257, de 10 julho de 2001 (BRASIL, 2001), tem como diretriz o planejamento do

desenvolvimento das cidades “de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente”.

3.2 PROPOSTAS

3.2.1 Reformulação dos Planos Diretor e de Saneamento

Considerando toda a contextualização, o diagnóstico apresentado e os objetivos deste trabalho, que entre outros, se propõe em apresentar propostas de melhorias, considerando a conservação ambiental e a adoção de medidas sustentáveis, derivando para um planejamento urbano não tradicional, se vislumbra que a Cidade do Turvo, ainda em crescimento, possui potencialidades de se diferenciar, através da implantação de um modelo de expansão e desenvolvimento, que considere a conservação ambiental, o saneamento básico e a drenagem como pilares do planejamento, buscando as melhores alternativas.

Para tanto, tem-se como proposta primeiro a revisão do Plano de Saneamento Básico contemplando os aspectos de Drenagem Urbana e manejo dos rios urbanos, e somente após estes promover a revisão das legislações de uso e ocupação, código de obras e de parcelamento do solo urbano. A fim de que não se baseiem apenas em definição de áreas que atendam às demandas imobiliárias, de comércio e serviço, mas que ao se estabelecer os índices de ocupação a serem permitidos os mesmos estejam em consonância com as políticas de conservação ambiental instituídas nos planos de Drenagem.

Considerando que 60% do território urbano não se encontra ocupado, existe uma quantidade expressiva de áreas que podem contribuir com a permeabilidade na bacia do rio Turvo. Vale ressaltar que para isso será essencial implementar um controle rigoroso no zoneamento de uso e ocupação do solo, visando aprimorar a qualidade de vida da população e garantir uma adaptação adequada da ocupação territorial às características do ambiente natural, demandando ajustes adequados nos parâmetros de ocupação e permeabilidade do solo.

É fundamental destacar que ao designar as zonas de uso e ocupação do solo, é necessário considerar não somente as tipologias das ocupações já presentes, mas também a inclinação de cada zona para usos específicos, como residenciais,

comerciais, industriais, de serviços especiais, entre outros. Além disso, a configuração geográfica de cada região também deve ser levada em conta. Devido a esses fatores, deve ser determinado o que pode ser prioritário na zona, o que é permitido, o que é tolerado ou o que é proibido a partir de dados de profundidade, percolação e permeabilidade do solo. Esses fatores devem estabelecer os critérios para os padrões de uso em cada zona visto que interferem diretamente nas condições ambientais de cada local.

3.2.2 Diretrizes para Áreas de Preservação Permanente

Sendo as áreas de preservação permanente definidas pela Lei Federal nº 12.651 de 2012 como “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (BRASIL, 2012). Deverão ser instituídas políticas de conservação de áreas de preservação permanente, como proibição de canalizações de arroios e recomposição de matas ciliares.

Ainda sobre as APPs, conforme a Lei 11.428 de 22 de dezembro de 2006 deverá ser incluído nos Anexos da Legislação de Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo as delimitações de perímetro Urbano a fim de respeitar as restrições de supressão de vegetação delimitadas pela Legislação Federal (BRASIL,2006)

Deverá ser verificado a possibilidade de se instituir programas habitacionais que considerem a relocação de famílias que atualmente ocupam áreas a serem restauradas e preservadas, instituir projetos de arborização urbana, como meio de coleta de águas pluviais, instituir faixas de paisagismo, valas de infiltração, jardins de infiltração em projetos urbanos.

Ainda sobre áreas de parque e áreas de preservação permanente, para as cachoeiras identificadas na área urbana, em situação de degradação, faz-se necessário que os projetos de parque a serem elaborados considerem as soluções inovadoras de sustentabilidade e conservação, “respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras ou não, de múltiplos produtos e subprodutos da flora, bem como a utilização de outros bens e serviços”

(BRASIL, 2012). Ou então, caso não seja viável, ou devido a não autorização de órgão ambiental essas áreas deverão ser fechadas, com proibição de acesso por parte da população.

Para a contenção dos assoreamentos são necessárias algumas medidas preventivas, como o plantio de grama nos taludes, instalação de bacias de contenção de sedimento e águas pluviais, barramentos com sacarias e valas de escoamento de água de chuva. Além disso para as áreas que já se encontram assoreadas é necessário a manutenção, realizando obras de desassoreamento.

3.2.3 Revitalização da Rede de Infraestrutura

Tendo em vista que 40% das vias não se encontram pavimentadas, e que 60% do território urbano não está ocupado, é possível que em projetos futuros de pavimentação e de loteamentos, sejam previstas áreas permeáveis como definição de espaço para a plantação de grama e árvores em calçadas e em canteiros centrais, utilização de pavimentos permeáveis e também a reserva de parte da área total para conservação ambiental e utilização de áreas de acumulação de água da chuva ao mesmo tempo servindo como áreas de parque e lazer.

Da mesma forma, como somente 15% das vias existentes possuem rede de drenagem, é possível se antecipar e garantir que os próximos projetos a serem executados considerem o cálculo correto do dimensionamento e a substituição gradual dos já implantados, como o dos lagos de contenção, para que de fato, atendam ao que originalmente foram propostos.

Com relação ao esgotamento sanitário, é preciso que sejam elaborados projetos que atendam as dificuldades geográficas no município, identificando a necessidade de utilização de bombeamento ou execução de estações de tratamento menores em outros locais. Também é importante a elaboração de um cronograma que contemple todas as fazes e áreas de implantação, bem como um planejamento e projetos prévios para as áreas que ainda não estão ocupadas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Município de Turvo, não apresenta sistemas de microdrenagem em todas as áreas urbanizadas. Os problemas surgidos na microdrenagem, quando existentes, são advindos principalmente da inexistência de pavimentação de algumas ruas, canalizações atravessando lotes e quadras em leito de fundo de vale, subdimensionamento da rede, e não realização de manutenção no sistema de drenagem.

O município também não dispõe de um Plano Diretor de Drenagem Urbana e nem de um cadastro técnico de seu sistema de micro e macrodrenagem, o que dificulta a realização de um diagnóstico nos moldes tradicionais, comparando a vazão de escoamento pluvial com as capacidades hidráulicas dos dispositivos. Além disso, Turvo não possui um plano para a manutenção do seu sistema de drenagem, tornando-o suscetível a falhas e, portanto, a situações de risco de inundação, de modo que deve preparar-se para responder rapidamente às ocorrências inesperadas.

A partir dessas considerações, percebe-se que ações mitigadoras de acidentes devem estar relacionadas a um melhor gerenciamento do uso do solo, ao dimensionamento e construção de equipamentos voltados à contenção de encostas, retenção de águas pluviais, coleta e direcionamento dessas águas até rios e córregos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Constituição Federal de 1988. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. 1988

BRASIL. Lei Federal nº 10.257 de 10 de julho de 2001. **Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências**. Brasília, DF. Diário Oficial da União, 2001.

BRASIL. Lei Federal nº 11.428 de 22 de dezembro de 2006. **Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências**. Brasília, DF. Diário Oficial da União, 2006.

BRASIL. Lei Federal nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico**. Brasília, DF: Diário Oficial da União. 2007.

BRASIL. Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências**. Brasília, DF. Diário Oficial da União, 2012.

BRASIL. Lei Federal nº 14.026 de 15 de julho de 2020. **Atualiza o Marco Legal do Saneamento Básico e dá outras providências**. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2020.

CALDEIRA, L. A. C. LIMA, D. P. **Drenagem Urbana: Uma Revisão de Literatura**. *Engineering Sciences*. v. 8 n. 2. 2020 Disponível em <https://ury1.com/CALDEIRA2020>. Acesso em 30 ago 2023.

CARVALHO, P. R. S. de; ZANELLA, L. **Estimativa de Escoamento Pluvial Pré Urbanização de Uma Bacia Para Subsidiar Projetos de Drenagem Sustentável e Infraestrutura Verde**. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 18, 2020. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2020. p. 1–8. DOI: 10.46421/entac.v18i.980. <https://l1nq.com/CARVALHO2020>. Acesso em: 30 ago. 2023.

CHRISTOFIDIS, D.; SANTOS F., R.; VINHAES, A.; CYNAMON K., D. **A evolução histórica da drenagem urbana: da drenagem tradicional à sintonia com a natureza**. Saúde em Debate. v. 43, n. spe3, p. 94-108, 2019. Disponível em <https://l1nq.com/CHRISTOFIDIS2019>. Acesso em 30 ago. 2023

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Panorama Municípios. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/turvo/panorama>>. Acesso em 30 ago 2023 de 2023.

PEIXOTO F.S.; STUDART T.M.C.; CAMPOS J.N.B. **Gestão das águas urbanas: questões e integração entre legislações pertinentes**. REGA, Porto Alegre - RS, v. 13, n. 2, p. 160-174, jul./dez. 2016.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico Temático Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas**. Brasília, DF. 2022

SUDERHSA - Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. **Manual de Drenagem Urbana**. V.1 2002. Disponível em <https://shre.ink/SUDERHSA2002>. Acesso em: 30 ago 2023.

TUCCI, C. E. M. **Inundações Urbanas: Impactos da Urbanização**. ABRH/RHAMA, 2007. Disponível em <https://shre.ink/TUCCI2007>. Acesso em 30 ago 2023.

TUCCI, C. E. M. **Gerenciamento da Drenagem Urbana**. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 7, n. 1, p. 5-27. 2002. Disponível em <https://l1nq.com/TUCCI2002>. Acesso em 30 ago 2023.

TURVO. Lei Municipal nº 21 de 25 de abril de 2022. **Dispõe sobre o Plano Municipal de Saneamento básico de Turvo-PR e dá outras providências**. Turvo, PR. 2022

TURVO. Lei Complementar nº 05 de 16 de dezembro de 2022. Dispõe sobre o Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo Urbano do Município de Turvo/PR e dá outras providências. Turvo, PR. 2022