

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CAMPUS GOIÂNIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Michelle Tuane Gomes Bonfim

ESTADO DA ARTE DA DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO
DEGOIÂNIA-GO

Goiânia, GO
2023



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia - Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Michelle Quane Gomes Bonfim

Matrícula: 20202011050010

Título do Trabalho: Estado da arte da drenagem urbana no município de Goiânia-GO.

Autorização - Marque uma das opções

- ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
- ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
- ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2** ou **3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Goiânia, 10/07/23.
Local Data

Michelle Quane G. Bonfim

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Michelle Tuane Gomes Bonfim

**ESTADO DA ARTE DA DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO
DE GOIÂNIA-GO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação de Engenharia Civil, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Goiânia, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^a. Gabriela Cristina Ribeiro Pacheco.

Goiânia, GO

2023

B6414e Bonfim, Michelle Tuane Gomes.

Estado da arte da drenagem urbana no município de Goiânia-GO / Michelle Tuane Gomes Bonfim. – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia, 2023.
57 f.: il.

Orientadora: Profa. Gabriela Cristina Ribeiro Pacheco.

TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Bacharelado em Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.

1. Águas pluviais. 2. Sistema de drenagem. 3. Drenagem urbana. I. Pacheco, Gabriela Cristina Ribeiro (orientadora). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia. III. Título.

CDD 627.4



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS GOIÂNIA

Michelle Tuane Gomes Bonfim

Estado da arte da drenagem urbana no Município de Goiânia-GO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Goiânia, como parte dos quesitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Membros da banca: Me Gabriela Cristina Ribeiro Pachaco (orientadora), Me. Bruna Fioramonte Silva, Dra. Liana de Lucca Jardim Borges.

Aprovado em 05 de Julho de 2023.

Documento assinado eletronicamente por:

- Gabriela Cristina Ribeiro Pacheco, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 07/07/2023 09:24:37.
- Liana de Lucca Jardim Borges, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 07/07/2023 09:01:24.
- Bruna Fioramonte Silva, PROF ENS BAS TEC TECNOLOGICO-SUBSTITUTO, em 06/07/2023 21:51:02.
- Matilde Batista Melo, COORDENADOR(A) DE CURSO - FUC1 - GYN-CCBEC, em 06/07/2023 21:41:01.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 06/07/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 428534
Código de Autenticação: 0d4025a8ad



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Rua 75, nº 46, Centro, GOIÂNIA / GO, CEP 74055-110
(62) 3227-2736 (ramal: 2736)

DEDICATÓRIA

À minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me permitir alcançar esta importante conquista.

Quero expressar a minha profunda gratidão aos meus pais, irmãos e ao meu querido companheiro João Victor, que estiveram ao meu lado me apoiando com muito amor e carinho.

E por fim, quero agradecer à Prof^a. Gabriela por todo apoio, atenção e orientação para a elaboração deste trabalho.

*“Feliz aquele que transfere o que sabe
e aprende o que ensina”*

Cora Coralina

RESUMO

O sistema de drenagem abrange elementos principais como a infraestrutura, medidas de escoamento, tratamento, disposição das águas pluviais e rastreamento de vazões de cheias, considerando aspectos sociais, legais, tecnológicos e ambientais. A urbanização prioriza superfícies impermeáveis e causa alterações no ambiente natural, afetando o sistema hidrológico e o manejo das águas pluviais nas áreas urbanas. Isso resulta em problemas como a impermeabilização do solo, aumento do escoamento em canais e condutos, inundações, erosão, acúmulo de resíduos e degradação da qualidade da água pluvial. Esses impactos revelam a falta de sustentabilidade do modelo tradicional de gestão da drenagem das águas pluviais urbanas. Diante disso, medidas não estruturais, como legislações e gerenciamento municipal, são necessárias para mitigar tais problemas. O objetivo deste estudo foi realizar uma análise histórica do sistema de drenagem do município de Goiânia, abrangendo os processos de gestão, planejamento, normativas e infraestrutura existente, com base na coleta de dados públicos, acadêmicos e institucionais. Foi identificado a falta de planejamento, a ocupação desordenada do solo, a impermeabilização da superfície, a ausência de fiscalização e investimentos adequados. Nesse contexto, é fundamental adotar medidas como a gestão das Áreas de Preservação Permanente (APPs), a fiscalização do uso do solo e a implementação de um novo Plano Diretor de Drenagem, incorporando abordagens sustentáveis e novas tecnologias. Além disso, a revisão das leis e diretrizes municipais relacionadas ao tema é essencial para promover uma gestão eficiente da rede de drenagem, com tomadas de decisões planejadas, visando a sustentabilidade e a manutenção adequada do sistema.

Palavras-chave: Águas Pluviais; Sistema de Drenagem; Projeto de Drenagem Urbana.

ABSTRACT

The drainage system encompasses key elements such as infrastructure, flow management measures, treatment, disposal of stormwater, and flood flow monitoring, considering social, legal, technological, and environmental aspects. Urbanization prioritizes impermeable surfaces and causes alterations in the natural environment, affecting the hydrological system and management of stormwater in urban areas. This results in problems such as soil impermeability, increased runoff in channels and conduits, flooding, erosion, accumulation of waste, and degradation of stormwater quality. These impacts reveal the lack of sustainability in the traditional model of urban stormwater management. In light of this, non-structural measures, such as legislation and municipal management, are necessary to mitigate these issues. The objective of this study was to conduct a historical analysis of the drainage system in the municipality of Goiânia, encompassing management processes, planning, regulations, and existing infrastructure, based on data collection from public, academic, and institutional sources. The study identified a lack of planning, unplanned land occupation, surface impermeability, and inadequate supervision and investments. In this context, it is essential to adopt measures such as the management of Areas of Permanent Preservation (APPs), land use regulation, and the implementation of a new Drainage Master Plan that incorporates sustainable approaches and new technologies. Additionally, the revision of municipal laws and guidelines related to the subject is crucial to promote efficient management of the drainage network, with planned decision-making processes aimed at sustainability and proper maintenance of the system.

Keywords: *Stormwater; Drainage System; Urban Drainage Project.*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
1.1 Objetivos.....	11
1.1.1 Objetivos Gerais	11
1.1.2 Objetivos Específicos	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas.....	12
2.1.1 Infraestrutura de Drenagem Urbana.....	17
2.1.2 Projeto de Infraestrutura de Drenagem Urbana	21
2.3 Aspectos Legais e Regulatórios da Drenagem Urbana.....	24
2.4 Desenvolvimento Urbano do Município de Goiânia	24
3. METODOLOGIA.....	32
4. RESULTADOS	33
4.1 Condições da rede natural de drenagem e da drenagem urbana no município de Goiânia.....	33
4.2 Diretrizes de drenagem para o município de Goiânia.....	37
4.3 Parâmetros de projeto para o município de Goiânia	39
4.4 Cadastros da infraestrutura existente no município de Goiânia	40
4.5 Desafios para a drenagem urbana do município de Goiânia.....	52
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
REFERÊNCIAS.....	55

1. Introdução

O município de Goiânia foi fundado em 24 de outubro de 1933, projetado para ser a nova capital do Estado de Goiás, em substituição à Cidade de Goiás. A cidade foi planejada inicialmente para uma população de 50 mil habitantes. Segundo Oliveira (2005), até o ano de 1950, a cidade passou por um crescimento urbano controlado, seguindo as diretrizes do plano de urbanização definido pelo autor do projeto urbanístico, arquiteto Attilio de Correia Lima, e posteriormente reformulado pelo engenheiro Armando Augusto de Godoy, em 1938.

Frente a política de interiorização de Getúlio Vargas, no período de 1951 a 1954 e a construção de Brasília no período de 1954 a 1960, desencadeou-se um acelerado crescimento populacional e urbano da nova capital goiana. Como consequência a cidade passou a contar com aproximadamente 150 mil habitantes no ano de 1965 (GOIÂNIA, “s.d”).

Oliveira (2005) destaca o crescente número de loteamentos instalados pela iniciativa privada datados de 1950 a 1975 de maneira descontrolada sem qualquer tipo de restrição. Assim, as áreas em torno do plano original foram parceladas, pouco ocupadas ou ocupadas de forma irregular, contrariando o planejamento urbano e sem a implementação dos serviços de infraestrutura necessários para atender a população.

Conforme o Plano Diretor (2007), “Na década de 70, por meio do Plano de Desenvolvimento Integrado de Goiânia (PDIG), a cidade buscou soluções para os problemas de um Município que contava com 363 mil habitantes”. Dentre os problemas, destacam-se aspectos relacionados à infraestrutura urbana, como os serviços públicos essenciais de transporte, energia, comunicação, abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem urbana, sendo este último o foco deste estudo.

O conjunto de fatores como o grande número de construções concentradas na região central, a ausência de área permeável em boa parte das residências, a impermeabilização das vias públicas, assim como, a infraestrutura precária, a falta de manutenção e a falta de planejamento agravam a ocorrência de alagamentos em diversos pontos da cidade.

Tucci (2012) afirma que a falta de sustentabilidade na expansão urbana resulta na perda de mananciais, na diminuição da disponibilidade de água segura para a população, no aumento das inundações, na deterioração da qualidade da água dos rios e na redução da qualidade de vida das pessoas. As principais causas desses problemas são a contaminação dos mananciais por efluentes urbanos, a disposição inadequada de resíduos, as inundações devido à impermeabilização urbana e canalização inadequada do escoamento pluvial, a erosão e sedimentação em áreas degradadas, e a ocupação de áreas ribeirinhas e terrenos inclinados

propensos a deslizamentos após chuvas.

A população goianiense sofre com alagamentos e inundações, principalmente entre outubro e março, já que a precipitação na cidade concentra-se neste período, e consequentemente há aumento do volume das águas nos córregos e rios que passam pelo perímetro urbano.

A infraestrutura de drenagem urbana da capital consiste no modelo tradicional, compreende: coleta, transporte, detenção, retenção, tratamento e disposição final das águas pluviais urbanas. Com esta finalidade, conta com elementos de micro e macrodrenagem, sendo os principais constituintes desses sistemas: sarjetas, bocas de lobo e canalizações (GOIÂNIA, 2019).

Segundo Tucci (2012), o planejamento urbano desempenha um papel crucial na gestão da drenagem urbana, abrangendo questões relacionadas a água, esgoto, resíduos sólidos e impermeabilização do solo. O Plano Diretor de Drenagem desempenha um papel importante nesse contexto, devendo estabelecer uma infraestrutura de saneamento que promova a conservação da água, o uso eficiente e reduza impactos negativos dos sistemas. A gestão institucional, por meio de legislações e entidades responsáveis, auxilia a garantir que a prestação dos serviços seja adequada e as metas estabelecidas sejam atingidas. Todos esses aspectos são fundamentais para alcançar as metas desejadas e garantir a efetividade dos serviços de drenagem urbana.

Para a análise da problemática devem ser considerados os diversos aspectos dos projetos e planos de drenagem urbana. Diante do exposto, o presente estudo tem por motivação avaliar o processo de implantação da infraestrutura de drenagem urbana no município de Goiânia a partir da análise de legislações, portarias e diretrizes municipais vigentes, destacando o desenvolvimento das ferramentas de planejamento e gestão existentes, além das técnicas construtivas que buscam equilibrar e otimizar o sistema.

1.1 Objetivos

Foram definidos como objetivos deste estudo:

1.1.1 Objetivos Gerais

O objetivo geral deste trabalho consiste em realizar uma revisão bibliográfica sobre o sistema de drenagem urbana no município de Goiânia-GO, expondo o histórico de implantação do sistema e seus impactos no planejamento da drenagem urbana atual.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Levantar e analisar regulamentações, normativas e legislações municipais de planejamento urbano e infraestrutura de drenagem urbana;
- Apresentar análise histórica do planejamento urbanístico e da infraestrutura de drenagem urbana no município de Goiânia;
- Identificar e avaliar os parâmetros de planejamento e implantação do sistema de drenagem pluvial por meio do uso e ocupação do solo, regras de urbanização e infraestrutura existente.

2. Revisão Bibliográfica

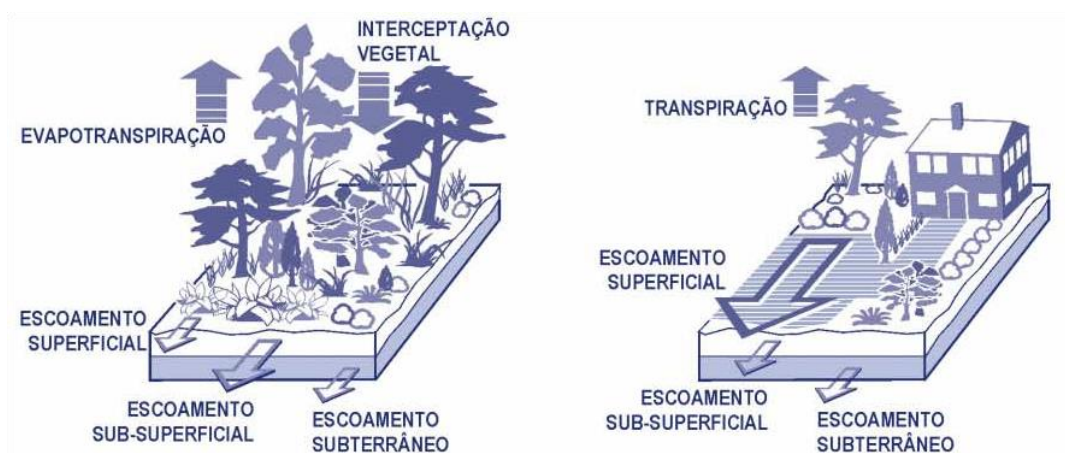
Para discutir o estado da arte da drenagem urbana no município de Goiânia, esta revisão incluiu uma síntese do desenvolvimento urbano da cidade e uma revisão dos conceitos, infraestruturas, elementos de projeto além de aspectos regulatórios e de gestão da drenagem urbana.

2.1 Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas

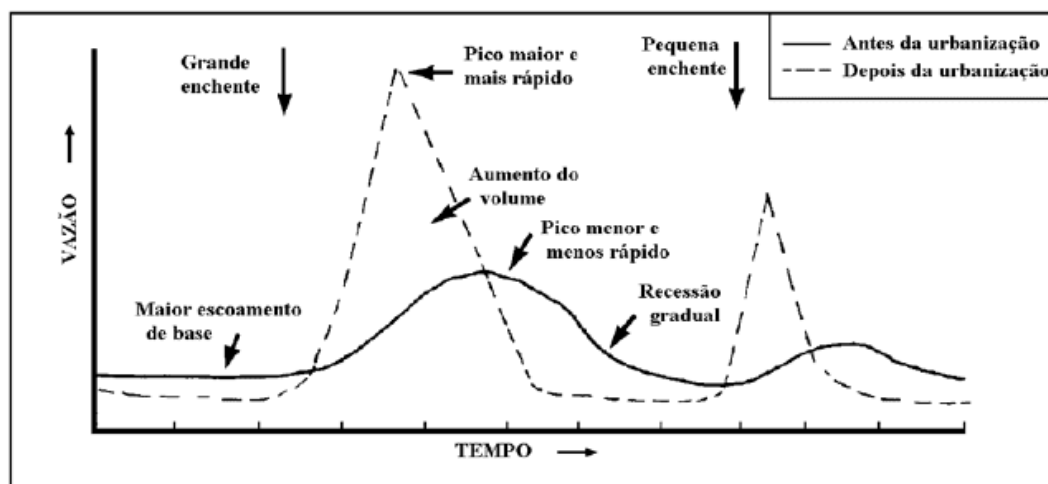
A urbanização gera grandes mudanças na paisagem e na dinâmica das cidades, como o crescimento do adensamento populacional, a impermeabilização de grandes áreas sem alternativas para o escoamento das águas pluviais, a canalização de rios e uma série de alterações no sistema hídrico. Como consequência, há o aumento da velocidade de escoamento superficial da precipitação acarretando a intensificação das inundações, a antecipação dos picos de escoamento, as enchentes e o aumento da vazão máxima dos rios.

Na Figura 2.1, pode-se observar de forma ilustrativa o aumento de vazão e a redução de área permeável no meio urbano por meio do balanço hídrico (a), do escoamento (b) e da resposta da geometria do escoamento (c).

Figura 2.1 - Características das alterações de uma área rural para urbana



a – Balanço hídrico



b – Escoamento



c – Resposta da geometria do escoamento

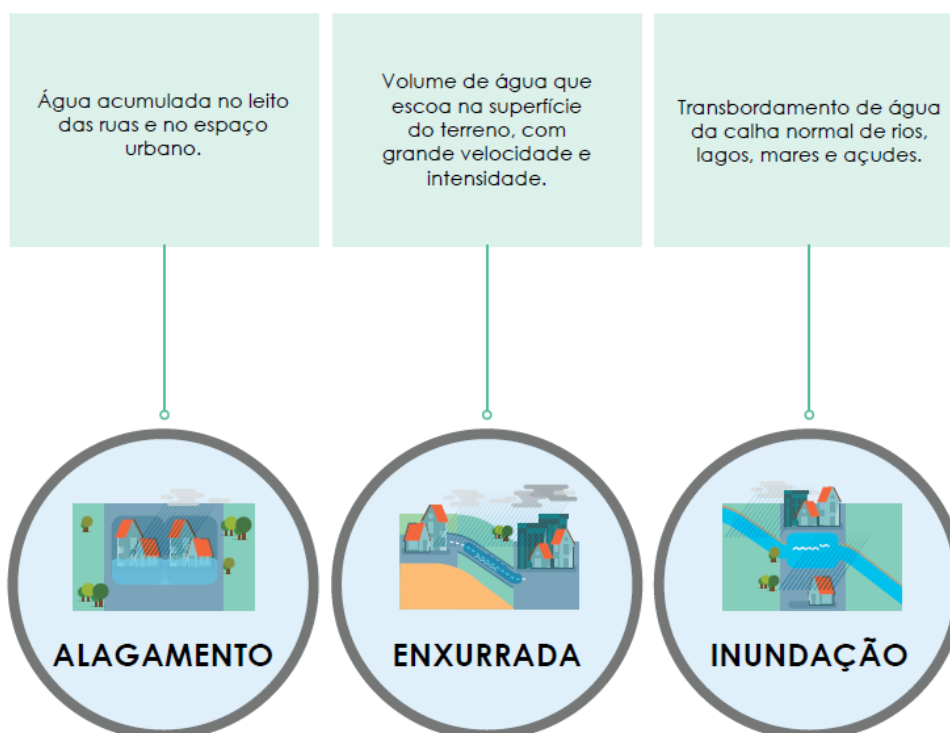
Fonte: Superintendência de Drenagem Urbana, 2018

Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/452435208/Manual-Drenagem-pdf>

A transformação dos ambientes naturais nas cidades interfere no ciclo da água e nos processos naturais de drenagem. Logo, são necessárias intervenções e medidas de controle constituídas por ações estruturais (intervenções físicas) e estruturantes (diretrizes, normas legais, fiscalização e conscientização) para minimizar os impactos dos eventos hidrológicos, principalmente os de maior intensidade (SNIS, 2019).

Durante períodos de precipitação de maior intensidade, as bacias hidrográficas com alto nível de urbanização pode ser acometidas por eventos hidrológicos impactantes como alagamentos, enxurradas e inundações (SNIS, 2022). A diferença entre esses eventos pode ser observada na Figura 2.2.

Figura 2.2: Diferença entre alagamento, enxurrada e inundação.



Fonte: Gestão de risco – 2020

Disponível em: <http://antigo.snis.gov.br/diagnostico-anual-aguas-pluviais>

Para evitá-los é necessária uma drenagem eficiente. A Lei Federal nº 14.026/2020 conceitua drenagem e manejo das águas pluviais urbanas como as atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, dessa forma engloba o transporte, a detenção ou a retenção para o amortecimento de vazões de cheias, o tratamento e a disposição final das águas pluviais drenadas, além da limpeza e fiscalização preventiva das redes (BRASIL,2020).

O conjunto destas atividades tem como objetivo minimizar riscos e prejuízos à população, causados por alagamentos e inundações, possibilitando um desenvolvimento urbano equilibrado. A qualidade desse sistema, que inclui a infraestrutura de coleta de água pluvial, seu tratamento e a devolução aos corpos d'água, é o que determina se os benefícios ou prejuízos para a população serão mais ou menos significativos. (SOARES, 2016).

Assim, os desafios da drenagem urbana não se limitam apenas aos processos hidrológicos naturais, mas também estão diretamente relacionados às deficiências nos sistemas de drenagem urbana, independentemente de estarem ligados aos processos fluviais. Em muitas cidades, o crescimento urbano desordenado sem desenvolvimento e aprimoramento da infraestrutura de drenagem resulta em sérios problemas de alagamentos e enxurradas

(SOARES,2016). Em áreas urbanas, os desastres naturais relacionados aos fenômenos hidrológicos estão frequentemente ligados às chuvas intensas e prolongadas durante a estação chuvosa local.

A Secretaria Nacional de Saneamento (SNIS, 2022) apresenta os principais danos causados por eventos hidrológicos em áreas urbanas, indicados na Tabela 2.1.

Tabela2.1 - Danos causados por eventos hidrológicos impactantes

	Direto	Indireto
Danos Tangíveis	Danos físicos aos domicílios: construção e conteúdo das residências	Custos de limpeza, alojamento e medicamentos, realocação do tempo e dos gastos na reconstrução, perda de renda
	Danos físicos ao comércio e serviços: construção e conteúdo (mobiliário, estoques, mercadorias em exposição, entre outros)	Lucros cessantes, perda de informações e base de dados. Custos adicionais de criação de novas rotinas operacionais pelas empresas. Efeitos multiplicadores dos danos nos setores econômicos interconectados
	Danos físicos aos equipamentos e plantas industriais	Interrupção da produção, perda de produção, receita e, quando for o caso, de exportação. Efeitos multiplicadores dos danos nos setores econômicos interconectados
	Danos físicos à infraestrutura	Perturbações, paralisações e congestionamento nos serviços, custos adicionais de transporte, efeitos multiplicadores dos danos sobre outras áreas
	Direto	Indireto
Danos Intangíveis	Ferimentos e perda de vida humana	Estados psicológicos de stress e ansiedade
	Doenças pelo contato com a água, como resfriados e infecções	Danos de longo prazo à saúde

“Continua”

“Continua”

Danos Intangíveis	Direto	Indireto
	Perda de objetos de valor sentimental	Falta de motivação para o trabalho
	Perda de patrimônio histórico ou cultural	Inconvenientes de interrupção e perturbações nas atividades econômicas, meios de transporte e comunicação
	Perda de animais de estimação	Perturbação no cotidiano dos moradores

Fonte: Gestão de risco – 2020

Disponível em: <http://antigo.snis.gov.br/diagnostico-anual-aguas-pluviais>

O planejamento de atividades urbanas relacionadas à gestão das águas deve estar integrado ao próprio planejamento urbano, sendo indispensável o conhecimento dos dados hidrográficos para caracterização e análise do meio físico, conhecimento da malha viária e suas expansões, zoneamento urbano, dentre outras informações pertinentes para a elaboração de planos diretores, de projetos e para a caracterização de áreas de risco e vulnerabilidade.

Segundo Tucci (2012) a gestão do manejo das águas pluviais urbanas é estruturada em diferentes componentes, conforme ilustrado na Figura 2.3.

Figura 2.3 - Concepção estratégica da gestão integrada das águas urbanas.



Fonte: Gestão da Drenagem Urbana – Tucci (2012)

Disponível em: https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/38004/LCBRSR274_pt.pdf

Tucci (2012) destaca também que o planejamento urbano desempenha um papel fundamental na definição dos espaços e na densidade de ocupação das áreas urbanas, influenciando diretamente na infraestrutura de saneamento. O uso do solo, portanto, pode

impactar os serviços se não houver integração com os demais componentes, assim como a gestão institucional, por meio de legislações e entidades que permitam fornecer os serviços adequadamente, tem participação essencial na garantia da qualidade de vida da população e da conservação ambiental.

Segundo São Paulo (2012), o bom planejamento do sistema de drenagem e o correto manejo das águas pluviais proporcionam os seguintes benefícios para a população:

- Melhoria no tráfego de veículos durante as chuvas;
- Benefícios à saúde e ao meio ambiente;
- Redução no custo de construção e manutenção das vias;
- Recuperação de áreas degradadas;
- Rebaixamento do lençol freático e melhoria nas áreas de várzeas;
- Conhecimento prévio das obras a serem executadas e seus prazos.

2.1.1 Infraestrutura de Drenagem Urbana

A princípio, a infraestrutura de drenagem urbana era desenvolvida supondo que a melhor drenagem era a que retirava a água excedente o mais rápido possível do seu local de origem. Não era considerada a bacia como sistema de controle, todos os impactos gerados em cada projeto eram transferidos de um ponto para outro dentro da bacia através de condutos e canalizações (CRUZ, 2007).

Em contraposição a este entendimento, a abordagem atual estabelece os seguintes critérios de controle de enchentes (SUDERHSA, 2002 citado por SOARES, 2016):

- O aumento de vazão devido à urbanização não deve ser transferido para jusante;
- A bacia hidrográfica deve ser o domínio físico de avaliação dos impactos resultantes de novos empreendimentos;
- A avaliação da capacidade de suporte do sistema de drenagem deve contemplar futuras ocupações urbanas;
- As áreas ribeirinhas somente poderão ser ocupadas dentro de um zoneamento que contemple os limites da área de cheias;
- As medidas de controle devem ser preferencialmente não estruturais.

A infraestrutura de drenagem urbana tem como referência as bacias hidrográficas compreendidas no meio urbano e é constituída por um conjunto de dispositivos com função de coletar, conduzir e direcionar o fluxo gerado pelas águas de chuva.

As infraestruturas existentes podem ser, classificadas em micro e macro drenagem.

No artigo 5º, da Lei Municipal de Goiânia nº 9.511/2014, Seção III conceitua-se micro e macrodrenagem (GOIÂNIA, 2014):

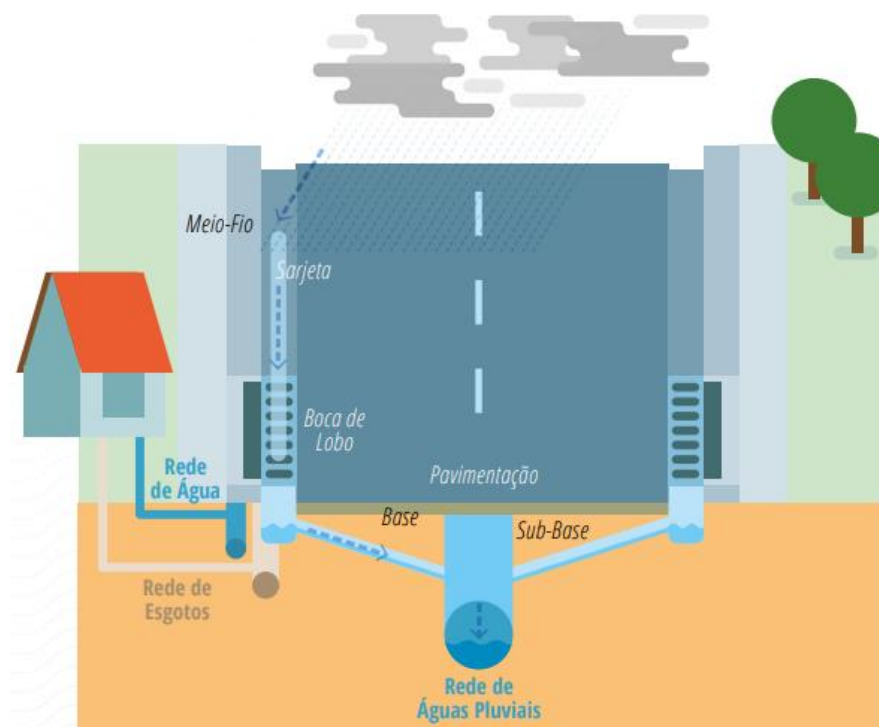
“XX - Macrodrenagem – sistemas permanentes de condução e acumulação de águas naturais;

XXII - Microdrenagem – sistemas que coletam e conduzem as águas pluviais até a macrodrenagem, compostos por sarjetas, bocas-de-lobo, reservatório de amortecimento, poços de visita e rede de distribuição;”

A microdrenagem é o conjunto de estruturas guiadas pelo traçado das vias implantadas em lotes, ruas, calçadas, entre outros, conforme a Figura 2.3. De acordo com o SNIS (2019), as principais estruturas da microdrenagem são:

- Sarjeta - Canaleta entre o limite da rua e da calçada por onde a água da chuva escoar.
- Boca-de-lobo – Elemento que capta a água da chuva conduzida pelas sarjetas e a direciona para as galerias.
- Galerias - Tubulações que levam a água captada em bocas-de-lobo aos sistemas de macrodrenagem.
- Poços de visita - Estruturas de inspeção para serviços de manutenção ao longo da rede de galerias.

Figura 2.3 - Sistema de Microdrenagem Urbana



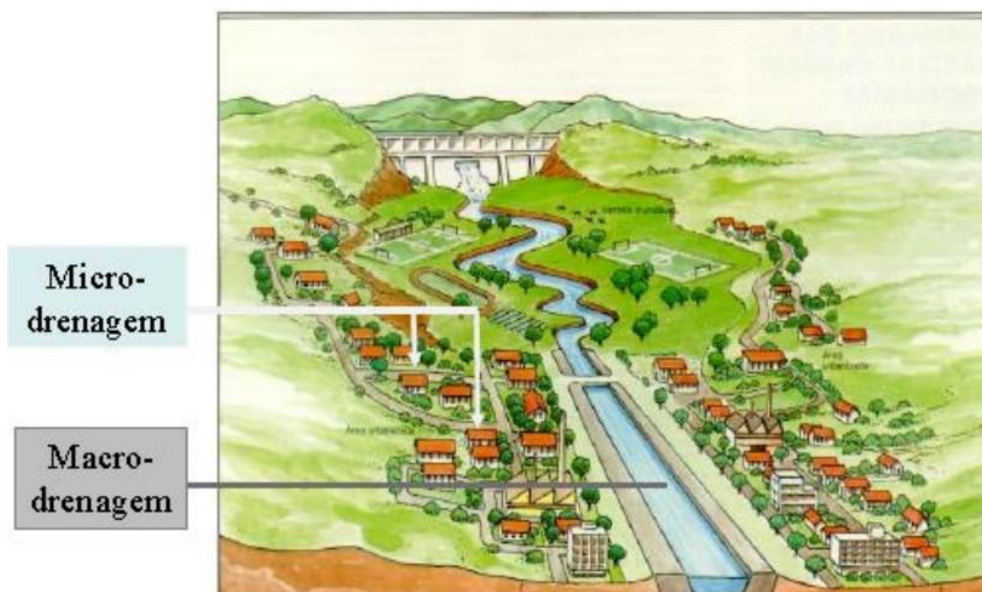
Fonte: Panorama do saneamento básico no Brasil SNIS 2021

Disponível em: (<http://antigo.snis.gov.br/panorama-do-saneamento>).

A macrodrenagem consiste no conjunto de estruturas guiadas pelo traçado natural formadas por galerias subterrâneas, canais superficiais e cursos d'água, conforme a Figura 2.4. As principais estruturas são (SNIS, 2019):

- Canais naturais ou artificiais - Cursos d'água naturais ou artificiais que recebem o escoamento final das águas pluviais captadas pela microdrenagem.
- Reservatórios de amortecimento - Estruturas (reservatórios, tanques, bacias de detenção e retenção) que amortecem as vazões e minimizam os impactos do escoamento das águas pluviais.

Figura 2.4 - Visão Geral do Sistema de Drenagem Urbana



Fonte: Apresentação da Disciplina de Microdrenagem - Prof. Dr. Hugo A. S. - UFPel

Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/hugoguedes/files/2019/10/Microdrenagem.pdf>

No Brasil, a implantação das estruturas de drenagem enfrenta diversos problemas, muitas vezes associados a deficiências na gestão das atividades envolvidas. Segundo Tucci (2012), as fragilidades da gestão da drenagem urbana no País são:

- **Gestão municipal:** a falta de um prestador de serviços específico nos municípios e a atuação isolada de pessoas vinculadas à secretaria de obras resulta em uma abordagem fragmentada. Isso pode levar à implementação de projetos de rede de drenagem que não solucionam efetivamente os problemas existentes.
- **Gestão federal:** a gestão da drenagem urbana é caracterizada pelo apoio financeiro aos municípios para a execução de obras. Ministérios como o das Cidades e da Integração Nacional desempenham um papel importante nesse suporte. Além disso, o Ministério do Meio Ambiente está envolvido na gestão dos recursos hídricos das bacias hidrográficas federais.
- **Limitações profissionais:** a drenagem urbana foi negligenciada no campo do saneamento básico, acarretando práticas inadequadas de microdrenagem e macrodrenagem. A falta de atualização profissional e conceitos errados sobre drenagem urbana contribuem para agravar os problemas nas cidades.
- **Inadequada legislação do uso do solo:** a legislação sobre o uso do solo, que afeta as inundações urbanas, é principalmente de competência municipal, mas estados e a União também podem estabelecer normas para o

disciplinamento do uso do solo. Contudo, a drenagem urbana muitas vezes não é considerada nos planos diretores urbanos e as legislações existentes podem ser restritivas, sem oferecer alternativas viáveis aos proprietários de terras.

- Licenciamento ambiental: a maioria dos projetos de drenagem urbana não possui licenciamento ambiental, mesmo que possam causar impactos destrutivos. Isso se deve principalmente à falta de conhecimento das entidades responsáveis pelo licenciamento ambiental.

2.1.2 Projeto de Infraestrutura de Drenagem Urbana

Segundo DAEE (1980), os fundamentos para o sistema de drenagem urbana são baseados em códigos, leis, regulamentos sobre edificações, zoneamento, parcelamento e loteamento do solo, códigos sanitários, fiscalização da administração pública nas áreas urbanizadas e edificadas, bem como planos de reurbanização, renovação de áreas degradadas, fiscalização e administração de áreas de proteção ambiental e áreas de risco.

Para promover a gestão eficaz da drenagem urbana, o Ministério das Cidades publicou um manual contendo diretrizes e normas para o desenvolvimento de projetos de engenharia de gestão de águas pluviais. O papel deste documento é apresentar orientações técnicas e institucionais para a elaboração dos projetos no âmbito do Plano de Saneamento Básico Municipal ou Regional, visando a redução do impacto de enchentes de acordo com as seguintes orientações (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2010, p. 46):

- A compatibilidade com o plano diretor municipal, com o plano municipal de saneamento básico, assim como com os planos regionais pertinentes, inclusive com o plano da bacia hidrográfica, ou com o plano estadual de recursos hídricos, quando existentes;
- A macrodrenagem faz parte da infraestrutura urbana, portanto, o seu planejamento deve ser multidisciplinar e compatibilizado com os planos e projetos dos demais serviços públicos, principalmente os voltados à gestão das águas urbanas, incluindo o abastecimento público e o esgotamento sanitário.

O sistema de drenagem inicial é composto pelos pavimentos das ruas, guias e sarjetas, e galerias de águas pluviais, deve ser dimensionado para suportar chuvas comumente ocorridas em períodos de 2 a 10 anos. No entanto, em caso de chuvas mais intensas, é importante que o

sistema seja capaz de lidar com parte do escoamento superficial, a fim de evitar danos materiais e riscos à vida humana. A ocorrência ocasional de inundação em ruas e passeios pode ser tolerada, desde que não seja frequente, enquanto a inundação de residências e estabelecimentos comerciais ou industriais deve ser ainda mais rara (São Paulo, 1980)

Os estudos voltados para a elaboração de projetos de drenagem urbana integram a avaliação das áreas das bacias hidrográficas, regime de chuvas e a avaliação da infraestrutura física dos sistemas. Segundo Itco (2008), o levantamento de características físicas das bacias hidrográficas e os estudos hidrológicos (pluviometria e fluviometria), tem como objetivo identificar a evolução da dinâmica fluvial dos cursos de água, apontar as probabilidades de inundações e estabelecer parâmetros para o dimensionamento de obras hidráulicas.

O planejamento de reservatórios é essencial na drenagem urbana para lidar com cheias. Pequenos reservatórios em áreas urbanas permitem retenção temporária de águas pluviais, reduzindo os custos do sistema de drenagem e canais principais também podem ajudar a mitigar cheias através do armazenamento temporário. O bom funcionamento do sistema de galerias depende de um planejamento adequado do sistema de macro drenagem e do projeto de drenagem das ruas, o dimensionamento das galerias é realizado com base no tipo de uso do solo e nos prejuízos potenciais. A seleção do sistema de galerias mais adequado deve considerar aspectos além da prevenção de inundações, levando em conta outras considerações específicas (São Paulo, 1980).

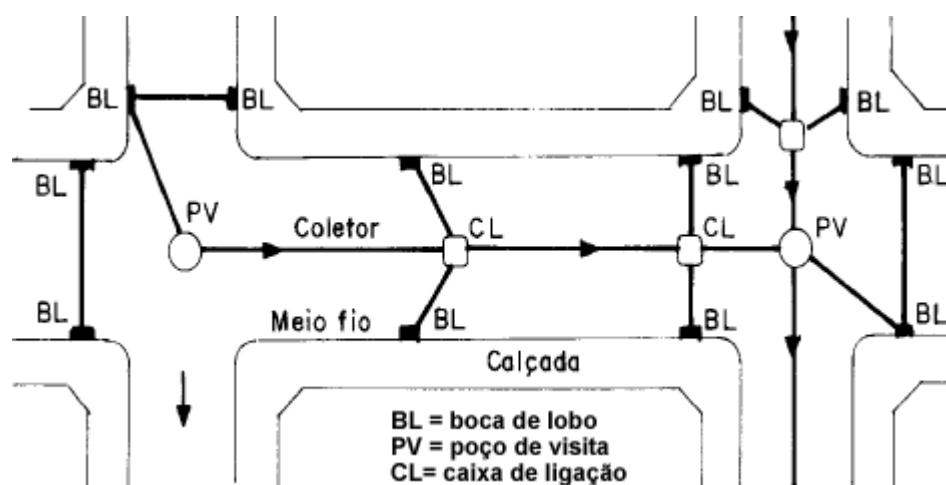
O Manual de Projeto de Drenagem Urbana do estado de São Paulo (São Paulo, 1980) apresenta os dados básicos para as diretrizes gerais de elaboração do projeto de drenagem:

- Planta da área a ser drenada em escala 1:500 ou 1:1000 com curvas de nível equidistantes dependendo das características topográficas.
- Planta planialtimétrica da área de projeto na escala 1:2000 ou 1:1000.
- Planta da área a ser estudada com indicações de ruas existentes e projetadas, intersecções com obras de utilidade pública e tipos de ocupação existentes e previstas para as áreas ainda não urbanizadas;
- Seções transversais típicas das ruas e avenidas no planejamento urbano, garantindo a colaboração entre o urbanista e o engenheiro responsável pelo projeto de drenagem.
- Perfis longitudinais das ruas e avenidas da área em questão;
- Informações geotécnicas e sobre o lençol freático;
- Localização e elevação do ponto final de lançamento do sistema de galerias;

- Curvas de intensidade, duração e frequência (IDF) de chuvas intensas relativas à região.

Dentro do sistema de microdrenagem, além das bocas de lobo, sarjetas, poços de visitas e galeria, também estão inclusos, caixas de ligação coletores e sarjetões. Para garantir seu bom funcionamento, é essencial execução cuidadosa, a manutenção permanente e a desobstrução regular desses dispositivos, incluindo a remoção de detritos antes do período de chuvas (SÃO PAULO, 2012). Na Figura 2.5 é possível observar alguns dos dispositivos do projeto de drenagem, como boca de lobo (BL), poço de visita (PV) e caixa de ligação (CL).

Figura 2.5 - Esquema de um projeto de drenagem urbana



Fonte: Couto, 2018

Disponível em: <https://agronomos.ning.com/profiles/blogs/projeto-de-drenagem-urbana>

Segundo Becker (2006), o cadastro de micro e macro drenagem desempenha diversas funções, incluindo administração, padronização, coordenação, controle de qualidade e implantação de bancos de dados. É ressaltada a importância de criar uma base cartográfica georreferenciada para as redes de drenagem, permitindo análises espaciais para atribuir características como diâmetros de tubulações, vazão e medições dos rios. Além disso, destaca-se que a cartografia temática desempenha um papel fundamental na expressão dos resultados de forma gráfica, por meio da elaboração de mapas temáticos que envolvem coleta, análise, interpretação e representação de informações.

A concepção dos projetos de drenagem e manejo de águas pluviais integram a adoção de critérios básicos de planejamento para o sistema de micro e macro drenagem. No entanto, esses projetos também sofrem interferências de outros aspectos como orçamentário que impactam diretamente na implantação das medidas de controle das enchentes.

2.3 Aspectos Legais e Regulatórios da Drenagem Urbana

A implementação do sistema de drenagem e a sua gestão com parâmetros técnicos (estudos, relatórios e projetos de infraestrutura de drenagem urbana), institucionais e sociais, possibilita o planejamento, análise e controle de enchentes no município. Contudo, todos os critérios necessários para a estruturação dos sistemas partem de instrumentos regulamentadores.

Segundo Soares (2016), as legislações que envolvem o manejo das águas pluviais urbanas estão relacionadas a recursos hídricos, uso do solo e licenciamento ambiental, nos níveis federal, estadual e municipal. Dentre o aparato legal federal, pode-se ressaltar normativas relacionadas à drenagem urbana e ao meio ambiente urbano, como a Constituição Federal de 1988 (CF/88), a Lei dos Recursos Hídricos (Lei nº 9433/1997), a Lei de Saneamento Básico (Lei nº 14.026/2020), a Lei de Princípios da Política Urbana - Estatuto das Cidades (Lei nº 10.257/2010), a Lei de Proteção da Vegetação Nativa, conhecida como Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), a Lei de Parcelamento do Solo Urbano (Lei nº 6.766/1979), a Lei de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) e a Resolução CONAMA nº 369/2006 que dispõe sobre a excepcionalidade de intervenção em Áreas de Proteção Permanente (APPs).

As diretrizes regulamentadoras do saneamento básico no âmbito estadual consistem na Política Estadual de Resíduos Sólidos (Lei nº 14.248/2002) e, na Política Estadual de Saneamento Básico (Lei nº 19.453/2016).

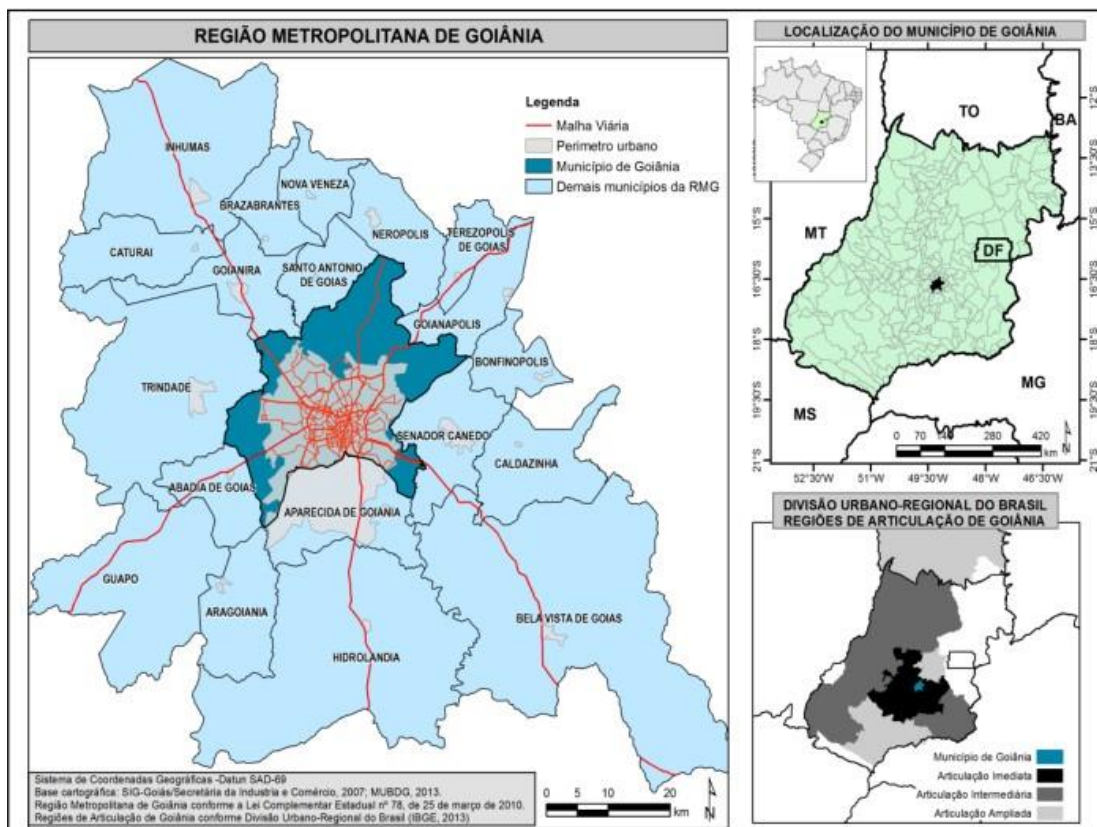
As normativas se estendem também para o âmbito municipal. No município de Goiânia, por exemplo, abrangem o Plano Diretor do Município de Goiânia (Lei complementar nº 349/2022) que abrange os seguintes temas (Goiânia, 2022): Código de Parcelamento do Solo; Código de Obras e Edificações; Código de Posturas; Código Tributário Municipal; Lei dos Vazios Urbanos; Lei da Transferência do Direito de Construir; Lei da Outorga Onerosa do Direito de Construir; Lei das Atividades Econômicas; Lei do Impacto de Trânsito; Lei do Impacto e Vizinhança; Lei do Projeto Diferenciado de Urbanização; Lei do Uso e Ocupação do Solo Rural; Lei das Calçadas; Lei Ambiental; a Lei dos Serviços de Saneamento Básico (Lei nº 9.787/ 2016), tendo todas as leis, o objetivo de promover cidades mais justas, ambientalmente sustentáveis e que garantam qualidade de vida à população.

2.4 Desenvolvimento Urbano do Município de Goiânia

O município de Goiânia foi fundado em 24 de outubro de 1933, planejado para ser a nova capital do Estado de Goiás, em substituição à Cidade de Goiás. A cidade foi implantada na porção sul do estado, visando a aproximação do poder político goiano em relação à área de

maior desenvolvimento econômico nacional, representada pela Região Sudeste (NASCIMENTO; OLIVEIRA, 2015). A Figura 2.6 apresenta o mapa da Região Metropolitana de Goiânia e a localização do município em Goiás e no Brasil e das regiões de articulação urbano-regional de Goiânia.

Figura 2.6 - Mapa da Região Metropolitana de Goiânia, localização do município em Goiás e no Brasil e das regiões de articulação urbano-regional de Goiânia.



Fonte: NASCIMENTO; OLIVEIRA (2015).

Disponível em: <https://periodicos.uff.br/geographia/article/view/13715>

Segundo Cintra (2010) a história de Goiânia remonta às primeiras ideias de mudança da capital da Província de Goiás no século XVIII. Vários governadores e autoridades propuseram a transferência da capital, devido à estagnação econômica e ao declínio do ciclo do ouro na região. Em 1930, durante a revolução, Pedro Ludovico Teixeira foi nomeado interventor e decidiu concretizar o projeto de uma nova capital.

O objetivo político de Pedro Ludovico estava alinhado com a Marcha para o Oeste, um movimento do governo de Getúlio Vargas que visava acelerar o progresso e a ocupação do Centro-Oeste do Brasil. Neste contexto, em 1933, Pedro Ludovico iniciou a construção de Goiânia, tornando realidade um sonho que já durava 180 anos. A mudança da capital teve como objetivo impulsionar o desenvolvimento do Centro-Oeste e promover a ligação dessa região com o Sul do país, por meio de uma infraestrutura básica. Essas ações foram consideradas

essenciais para estimular o crescimento econômico e a ocupação do território central do Brasil.

Inicialmente, o projeto de urbanização da cidade foi desenvolvido levando em consideração três critérios de expansão. Primeiro, a topografia foi um elemento-chave, resultando no traçado das ruas e avenidas seguindo a direção geral das curvas de nível, com o objetivo de minimizar o impacto de enxurradas. Em segundo lugar, o planejamento incluiu a projeção de avenidas que proporcionassem acesso ao centro administrativo. Por fim, o zoneamento desempenhou um papel fundamental, dividindo a cidade em cinco zonas distintas: Centro Cívico, Centro Comercial, Áreas Urbanas e Suburbanas, Zona Industrial e Zona Residencial. Essas medidas foram adotadas como parte do plano urbano inicial para garantir uma expansão ordenada e adequada da cidade.

Segundo Nascimento e Oliveira (2015) o Código de Edificações de Goiânia, aprovado em 1947, foi mais uma ferramenta legal de planejamento criada para englobar as legislações urbanas referentes às Lei de Zoneamento, Lei de Loteamentos, Lei de Uso e Ocupação do Solo. A partir deste documento passou a ser exigido de empreendedores a implantação de toda a infraestrutura para a execução de novos empreendimentos. Contudo, a partir do Decreto Nº 16, de 20 de junho de 1950, a exigência passou a ser apenas da entrega da locação e da abertura de vias para novos empreendimentos, impactando diretamente no planejamento urbanístico municipal.

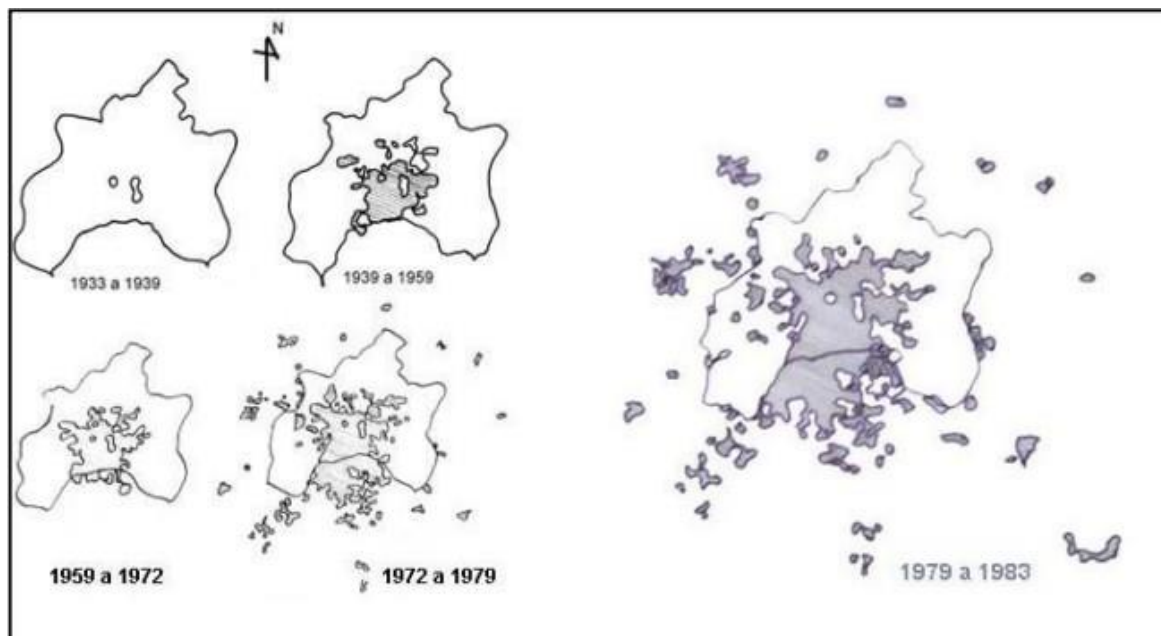
Segundo Nascimento e Oliveira (2015), Goiânia foi projetada para abrigar 50 mil habitantes. No entanto, entre as décadas de 1940 e 1950, Goiânia registrou um crescimento populacional acima do planejado inicialmente, de 50 mil habitantes. Com uma população superior a 53 mil pessoas, sendo que a maioria vivia em áreas urbanas, principalmente nos setores Central, Norte, Sul, Oeste e cidade satélite.

Cintra (2010) afirma também que a cidade enfrentou períodos de crescimento populacional impulsionados por eventos significativos. Tais episódios incluem, a construção de Brasília e as obras de infraestrutura que conectavam o Planalto Central ao restante do país como, a chegada da ferrovia em 1951, a retomada da política de interiorização do governo Vargas entre 1951 e 1954, e a inauguração da Usina do Rochedo em 1955. Desse modo, em 1965, Goiânia já contava com uma população de 150 mil habitantes.

O rápido crescimento do número de loteamentos realizados pelo setor privado nas décadas de 1950 e 1960 (principalmente nas regiões Leste e Oeste) visava atender uma população crescente constituída principalmente por migrantes. Tal fato deu início ao processo que descaracterizou o plano de concepção da cidade. O município passou por um rápido crescimento populacional nas décadas de 1960 a 1980, como é possível observar na Figura 2.7,

período que introduz o processo de verticalização nos setores mais antigos e com maior densidade populacional (Centro e Setor Oeste).

Figura 2.7 - Fases da expansão urbana do Aglomerado Urbano de Goiânia



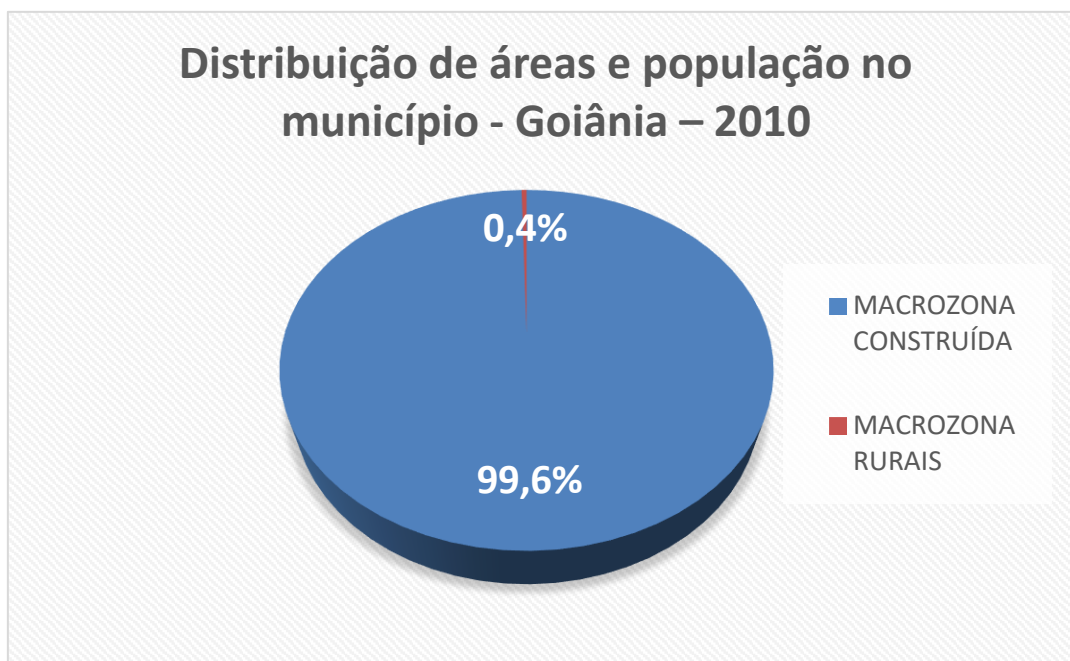
Fonte: NASCIMENTO; OLIVEIRA (2015).

Disponível em: <https://periodicos.uff.br/geographia/article/view/13715>

No período de 1970 a 1975, Goiânia passou por uma significativa expansão urbana, segundo estudo realizados pelo Instituto de Planejamento Municipal de Goiânia (IPLAN), alcançando a marca de 700 mil habitantes em 1980. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) registrou em 2010, ano do último censo, 1.302.001 habitantes e estimou uma população de 1.393.575 habitantes no ano de 2021. Na Tabela 2.2 é possível observar a taxa de ocupação no município no ano de 2010, onde, 99,6% da população goianiense residia na macrozona construída.

Tabela 2.2: Distribuição de áreas e da população no município de Goiânia – 2010

MACROZONAS	ÁREA (km ²)	POPULAÇÃO**RESIDENTE	POPULAÇÃO %
MACROZONA CONSTRUÍDA	441.399	1.297.076	99,6
MACROZONA RURAIS	275.916	4.925	0,4
TOTAL	717.245	1.302.001	100



Fonte: Adaptado pelo autor do Anuário Estatístico de Goiânia (2013).

A centralização de regiões onde há maior oferta de bens e serviços na cidade resulta na diferenciação do valor do solo, resultando em segregação espacial e socioeconômica. Isso afeta o acesso a moradia, serviços e oportunidades para diferentes grupos populacionais.

Durante o período de 1979 a 1983, foram apresentadas as Diretrizes do Governo Municipal de Goiânia para melhorar a qualidade de vida urbana e a eficiência dos serviços públicos, promover uma distribuição socialmente adequada dos investimentos e incentivar a participação pública. Contudo, já pontuava-se a necessidade de adequação das legislações pertinentes ao uso do solo e apresentava também a falta de uma legislação coerente e abrangente para a organização espacial do meio ambiente. Tal fato reforça que diversas leis eram tratadas de forma independente, muitas vezes se contradizendo.

A fiscalização também era considerada inadequada para garantir o cumprimento da legislação, e a paisagem urbana necessitava de intervenções planejadas. Logo, a partir da avaliação das diretrizes de 1979 a 1981, verifica-se que uma das principais preocupações do governo nesse período foi lidar com o intenso fluxo populacional na zona urbana e a necessidade de melhorias na cidade, principalmente na organização do uso do solo, prevendo maior atuação na área de preservação ecológica e ordenação da paisagem urbana, visando o alinhamento dos propósitos governamentais dentro da Política de Meio Ambiente (NASCIMENTO; OLIVEIRA, 2015).

No final da década de 1960, por iniciativa do estado, foi elaborado o Plano de Desenvolvimento Integrado de Goiânia (PDIG) com a participação do arquiteto e urbanista

Jorge Wilhelm. Aprovado em 1971, o PDIG expôs a situação urbanística de Goiânia, apontando o desenvolvimento desordenado e os principais problemas de infraestrutura (pavimentação, infraestrutura de saneamento básico e manejo de águas pluviais). Em contrapartida, o plano conduziu o crescimento da cidade para oeste por meio da consolidação da infraestrutura para a região, condicionando a expansão para as regiões sul, sudoeste e oeste.

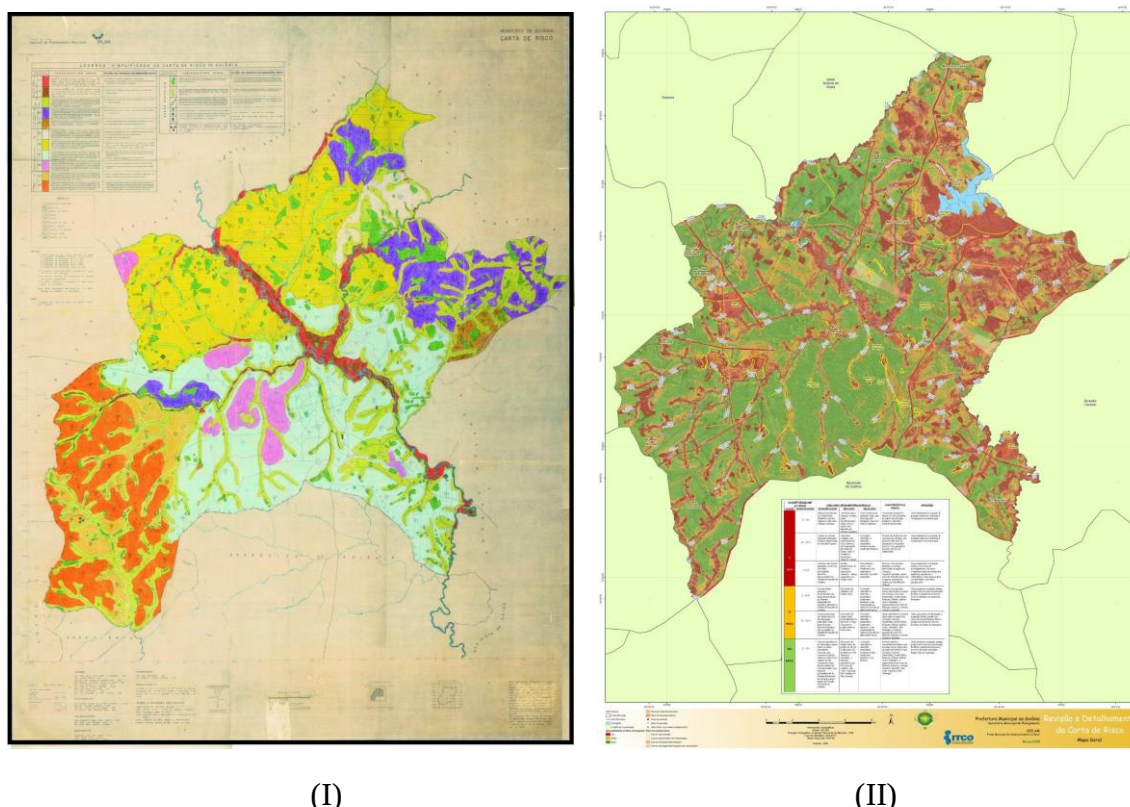
No ano de 1992, surgiu a necessidade de reestruturar um novo PDIG vislumbrando a compatibilização e a ordenação do território municipal com o desenvolvimento econômico e social, a proteção cultural e ambiental e o ordenamento do crescimento da cidade (NASCIMENTO E OLIVEIRA, 2015).

No início da década de 1990, foi elaborada a Carta de Risco de Goiânia, documento técnico que identifica e efetua o mapeamento das áreas de risco geológico, hidrológico e tecnológico do município, com o objetivo de prevenir e minimizar os impactos de desastres naturais (NASCIMENTO E OLIVEIRA, 2015).

A partir da composição das características do relevo, dos solos, da geologia, da geomorfologia, da declividade, da vegetação e da vulnerabilidade à ocorrência de processos erosivos, assoreamento, desmoronamentos e deslizamentos, bem como das formas de ocupação efetuadas a partir de uma visão integrada, a Carta de Risco contribuiu para a liberação da ocupação urbana na porção centro-sul e sudoeste, com indicação de adoção de medidas de contenção aos processos erosivos e de obras de drenagem urbana. Contudo, o documento apontou áreas impróprias para a ocupação urbana, como as planícies, os terraços e os fundos de vales, além de toda a porção norte e nordeste do município, com a indicação da necessidade de destinação destas áreas à preservação ambiental e recarga de mananciais.

Em 2008, a revisão da Carta de Risco foi necessária para incentivar novos métodos e instrumentos de planejamento e ordenação territorial municipal, apontando áreas de alta incidência de riscos na região nordeste do município, áreas de fundo de vale das drenagens, áreas de média e baixa incidência de riscos e a reformulação de áreas aptas e impróprias à ocupação. Na Figura 2.8 são apresentadas as Cartas de Risco de Goiânia, elaborada em 1991 e atualizada em 2008 (NASCIMENTO E OLIVEIRA, 2015).

Figura 2.8 - Cartas de Risco de Goiânia elaborada em 1991 (I) e atualizada em 2008 (II).



Fonte: Adaptado de: Prefeitura de Goiânia.

Em relação ao Plano Diretor do município, o primeiro foi elaborado em 1947, com o objetivo de orientar o crescimento e desenvolvimento da cidade. Foi um marco importante na definição das diretrizes urbanísticas, na delimitação de zonas residenciais, comerciais e industriais, além de estabelecer parâmetros para a infraestrutura urbana. No decorrer dos anos, o Plano Diretor passou por diversas revisões e atualizações para acompanhar o crescimento da cidade e as demandas urbanísticas. Essas revisões ocorreram em diferentes momentos, como nos anos de 1962, 1969, 1992, 2007 e o mais recente em 2022.

Revisado em março de 2022, por meio da Lei Complementar Nº349, o novo Plano Diretor de Goiânia, tem o objetivo de definir políticas, diretrizes, programas, ações e normas que promovam o desenvolvimento sustentável das regiões de planejamento do Município. No entanto, não se teve alterações significativas no que se refere aos problemas relacionados à drenagem no município com o aumento da área de adensamento, a urbanização da área rural e a retirada de cotas de inundação no cálculo das APPs.

O crescimento acelerado de Goiânia resulta em desafios decorrentes do processo de urbanização sem planejamento e apropriação indébita principalmente dos fundos de vale, com a supressão vegetal em APPs, bem como a impermeabilização do solo na área urbana.

Desta forma, hoje o município enfrenta diversos problemas ambientais, as diretrizes urbanísticas e os documentos legais desempenham um papel fundamental no sistema de drenagem urbana, pois fornecem direcionamento, regulamentação e orientação para o planejamento, implantação, operação e manutenção desse sistema.

É fundamental a análise estratégicas e eficazes das diretrizes urbanísticas e legislações pertinentes, envolvendo diferentes setores da sociedade, para promover o planejamento e a gestão ambiental adequados. Dessa forma, será possível enfrentar os desafios enfrentados por Goiânia, melhorar a qualidade de vida da população e preservar o meio ambiente, buscando um crescimento urbano mais equilibrado e sustentável.

3. Metodologia

A metodologia adotada para a elaboração deste estudo compreendeu a revisão bibliográfica ordenada acerca do processo histórico do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais do município de Goiânia-GO.

A primeira fase da pesquisa foi a definição do tema e a seleção do local de estudo, Goiânia foi escolhida devido à importância da capital para o estado de Goiás e pelas notícias das recorrentes inundações e graves consequências para a população nos últimos anos. Em seguida foram definidos os objetivos, justificativa e a fundamentação teórica por meio de trabalhos publicados, artigos científicos, livros, trabalhos publicados e documentos da administração pública, disponíveis em bases de dados digitais referente aos conceitos utilizados.

Então foi realizado inicialmente a análise da rede de drenagem natural assim como das condições da micro e macrodrenagem no município. Essa análise baseou-se nos documentos obtidos na Biblioteca de Acervo Urbanístico do Paço Municipal e no site da Secretaria Municipal de Planejamento e Urbanismo (SEPLAM).

Em seguida, foi efetuado o levantamento do histórico e dos parâmetros de planejamento e implantação do sistema de drenagem urbana do município a partir de 1987, por meio de pesquisas nos Planos Diretores Municipal, nas Diretrizes do Governo Municipal, no Plano de Desenvolvimento Integrado e no Plano Diretor de Drenagem. Os documentos foram obtidos na Biblioteca de Acervo Urbanístico do Paço Municipal e no Site virtual da Secretaria Municipal de Planejamento e Urbanismo (SEPLAM).

Para a caracterização das diretrizes urbanísticas que envolvem a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas no município foram consideradas as informações dos Planos Diretores municipal, Plano de Desenvolvimento Integrado, Plano Diretor de Drenagem e Plano Municipal de Saneamento básico.

As informações da infraestrutura de drenagem pluvial abordada neste trabalho, foram obtidas por meio do levantamento topográfico cadastral da rede existente em 1988, compreendendo a Região Central e o levantamento cadastral da rede existente em 2003, compreendendo a Região de Campinas. Tais informações foram obtidas no acervo urbanístico municipal e acervo dos projetos de drenagem urbana da Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana (SEINFRA), respectivamente.

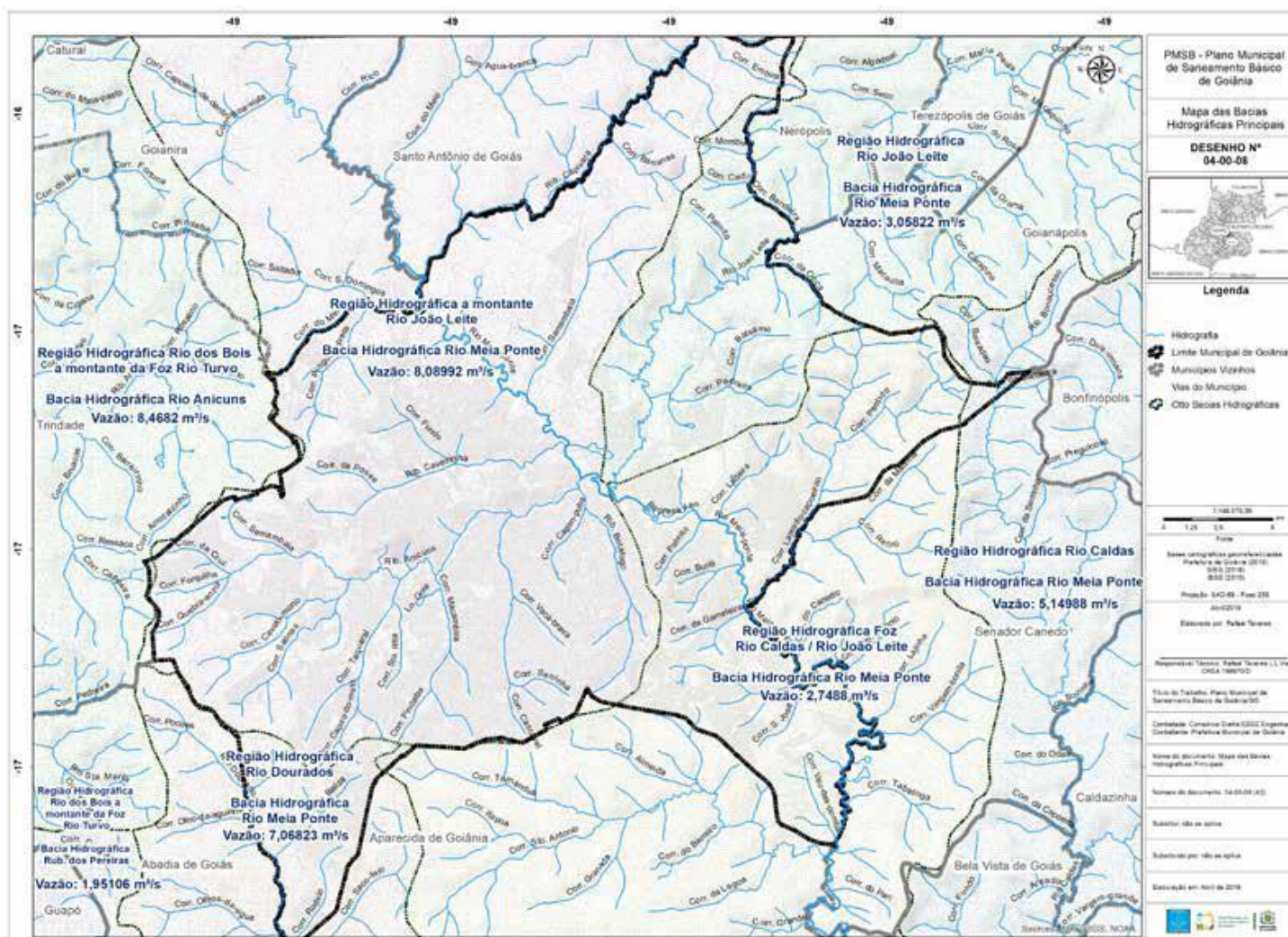
4. Resultados

Neste item são apresentados os resultados obtidos nesta pesquisa.

4.1 Condições da rede natural de drenagem e do sistema de drenagem urbana no município de Goiânia

O município de Goiânia, segundo a Agência Municipal de Meio Ambiente de Goiânia, abrange 85 cursos hídricos, o rio Meia Ponte, o ribeirão Anicuns, o ribeirão João Leite, o ribeirão Caveirinha, o ribeirão Dourados e oitenta córregos, dentre eles os principais são o córrego Macambira, Cascavel e Botafogo. A Figura 4.1 apresenta o mapa das principais bacias hidrográficas do município.

Figura 4.1 - Mapa das Bacias Hidrográficas Principais.



Fonte: Consórcio Diefra/ESSE, 2018, conforme, Plano Municipal de Saneamento Básico de Goiânia, 2019

A cidade possui um território com extensa rede natural de drenagem, sendo que esta é composta por aproximadamente 360 km de extensão, dos quais 93 km (26%) estão situados na área urbana e 267 km (74%) na área de expansão. A maior parte do adensamento urbano concentra-se cerca de 70% na bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns e 10% na bacia hidrográfica do ribeirão João Leite, ambos afluentes do rio Meia Ponte, que atravessa o município no sentido norte-sul (PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE GOIÂNIA, 2019).

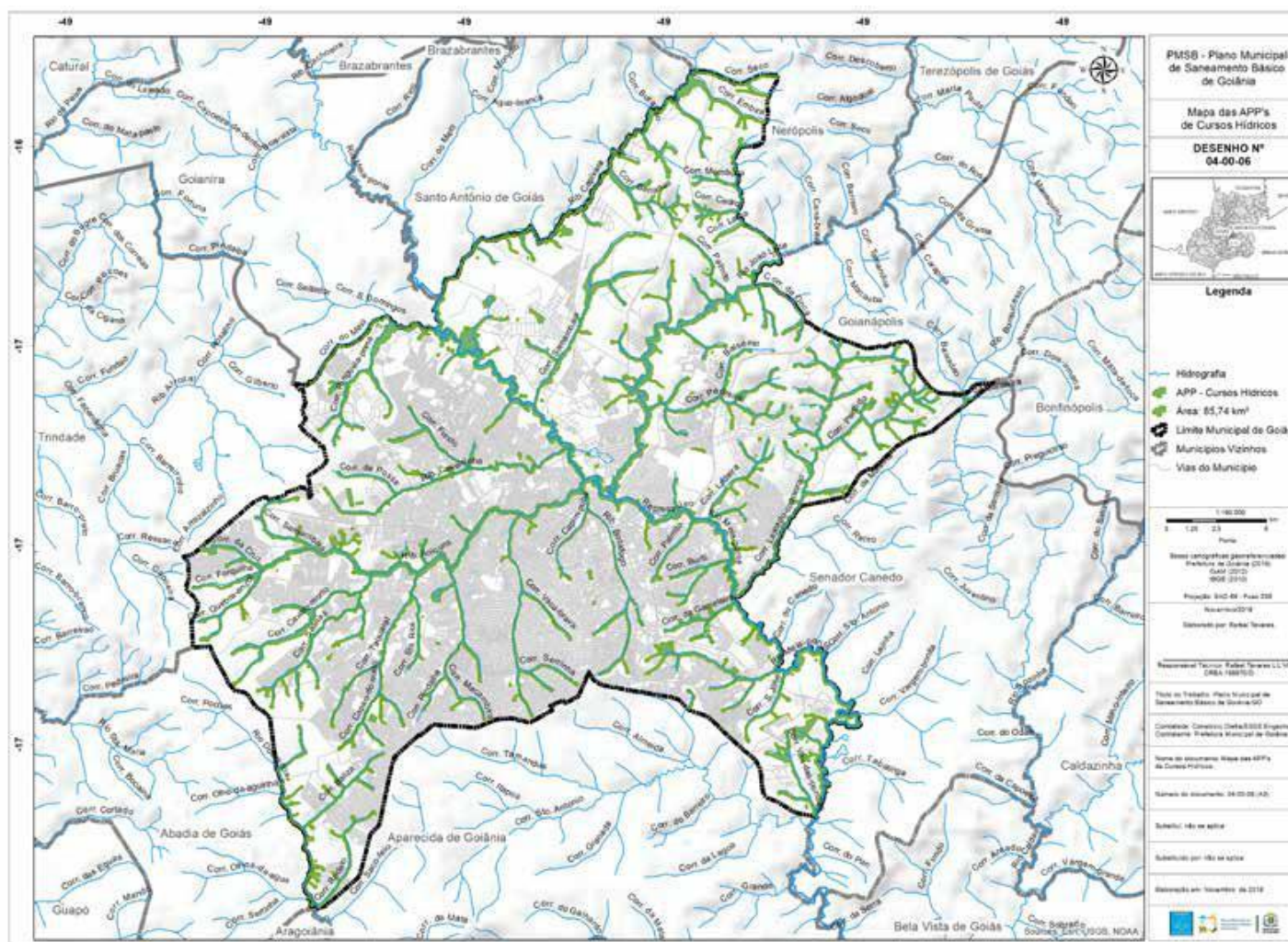
Os cursos hídricos que compõem a macrodrenagem com canalização parcial são o córrego Botafogo (canalizado com gabiões e concreto armado), o córrego Cascavel (canalizado com gabiões e concreto armado), o córrego Capim Puba (canalizado com gabiões) e o córrego Macambira (canalizado com gabiões e enrocamento).

No que diz respeito à estrutura de microdrenagem do município, a mesma é composta por dispositivos do tipo boca-de-lobo (simples ou conjugada), poços de visita, tubos circulares de concreto e alas. O município, com aproximadamente 540,84 Km² de área construída, cerca de 27,15 km² não possuem drenagem. A prestação direta dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas do município de Goiânia é de responsabilidade da Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos de Goiânia (SEINFRA).

Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico de Goiânia de 2019, foram identificados 97 pontos críticos com ocorrência de alagamentos, enchentes, inundações e deslizamentos de terra. Dentre esses pontos, 46 estão relacionados a problemas da rede de macrodrenagem em seu estado natural ou canalizado e os outros 51 pontos estão relacionados a problemas da rede de microdrenagem, advindos do subdimensionamento das redes, da falta de infraestrutura de drenagem, da possibilidade de obstrução por carreamento de materiais e ou estruturas danificadas (Goiânia, 2019).

Dentre os problemas relacionados à macrodrenagem, tem-se a ocupação indevida de APPs. O Plano Municipal de Saneamento Básico de Goiânia de 2019 apresenta que o município possui a área de 85,74 km² de APPs de cursos hídricos, deste total, 32,47 km² apresentam ocupação irregular, resultando em uma taxa de ocupação de APPs de 37,87%. A Figura 4.2 apresenta o Mapa das Áreas de Preservação Permanente do Município.

Figura 4.2: Mapa das Áreas de Preservação Permanente do Município de Goiânia.



Fonte: Consórcio Diefra/ESSE, 2018, conforme, Plano Municipal de Saneamento Básico de Goiânia, 2019

4.2 Diretrizes de drenagem para o município de Goiânia

De acordo com Tucci (2012) o Plano Diretor de Drenagem Urbana é principal instrumento de Gestão da Drenagem Urbana e durante a pesquisa realizada na Biblioteca de Acervo Urbanístico de Goiânia no Paço Municipal, foi constatado que a cidade possui o Plano Diretor de Drenagem (PDD) de 1987.

É válido destacar que a Prefeitura de Goiânia, em parceria com a Universidade Federal de Goiás (UFG) e por meio da Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana (SEINFRA), demonstrou seu compromisso com um novo Plano Diretor de Drenagem Urbana do Município de Goiânia. Em 27 de fevereiro de 2023, foi estabelecido um protocolo de intenções para a criação de um convênio entre as partes envolvidas para a elaboração do mesmo (CARVALHO, 2023).

Essa iniciativa evidencia a importância dada à gestão e planejamento adequados da drenagem urbana, reconhecendo a necessidade de atualização e aprimoramento do plano existente. Por meio dessa parceria entre a prefeitura e a universidade, espera-se que sejam desenvolvidas propostas que contribuam para uma gestão mais eficiente e sustentável da drenagem em Goiânia, visando a mitigação dos problemas relacionados à água pluvial.

O Plano Diretor de Drenagem (PDD) de Goiânia de 1987 foi elaborado com o objetivo de apresentar soluções para os problemas existentes no sistema de drenagem. Seus objetivos eram formular um programa de expansão, cadastrar e manter atualizadas as informações do sistema, controlar o parcelamento do solo de forma adequada, preservar obras de arte e tubulações, e apresentar medidas para preservar e recuperar áreas erodidas e sujeitas a erosão e inundações.

O PDD (1987) apresentou medidas para melhorias na implantação das obras de drenagem pluvial com base na concepção geral, considerando a infraestrutura existente e as necessidades futuras. Inclui também o cadastro atualizado da infraestrutura da rede existente, medidas de controle para a ocupação do solo, de acordo com as regulamentações municipais, e propõe diretrizes para a preservação de obras existentes, a recuperação da vegetação de fundos de vales e a implantação da macro e microdrenagem.

No entanto, no Termo de Referência do PDD, elaborado em 1984, destacam-se as dificuldades enfrentadas na obtenção de dados precisos sobre as redes de drenagem, o que resulta em um controle deficiente e na falta de um cadastro confiável das áreas atendidas.

Segundo PDD de 1987, Goiânia possuía uma rede de drenagem pluvial principalmente em sua região central, com algumas extensões periféricas e pequenas redes em loteamentos

afastados, abrangendo cerca de 40% da área urbanizada. No entanto, a rede central era antiga e apresentava pontos de estrangulamento devido à falta de condutores suficientes, ao assoreamento e à obstrução da rede.

Segundo o Plano de Desenvolvimento Integrado de Goiânia (PDIG, 2000), o sistema de drenagem do município foi implantado de forma gradual, sem obedecer a um projeto global predeterminado, com o objetivo de resolver problemas pontuais e expandir as redes existentes. Nesta data, a infraestrutura existente era capaz de atender aproximadamente 60% da área urbana com vias pavimentadas. As galerias de drenagem existentes possuíam uma extensão total de 601 km, em comparação com uma extensão total de vias de cerca de 2.000 km, das quais 1.250 km eram pavimentadas. O PDIG, também identificou pontos que demandavam estudos para remanejamento, complementação ou desobstrução de galerias e bocas de lobo, a fim de resolver problemas localizados relacionados a inundações.

Essa análise adotada na implantação do sistema de drenagem revela a necessidade de intervenções pontuais para lidar com os desafios hidrológicos enfrentados no município. O foco estava na resolução de problemas imediatos, adaptando-se às necessidades emergenciais à medida que a urbanização avançava. No entanto, a falta de um planejamento integrado prévio pode ter levado a lacunas e desafios na eficiência e eficácia do sistema.

Para abordar essas questões, é essencial conduzir estudos adicionais para identificar áreas que demandam remanejamento, complementação ou desobstrução de galerias e bocas de lobo. Essas intervenções são cruciais para resolver problemas localizados de inundações, melhorar a capacidade de drenagem e reduzir os impactos negativos associados aos eventos pluviais intensos.

Esses estudos e intervenções devem ser baseados em uma visão mais abrangente e integrada do sistema de drenagem urbana, considerando não apenas os problemas atuais, mas também prevendo os desafios futuros. O desenvolvimento de um levantamento georreferenciado da infraestrutura existente e a integração de demais projetos de infraestrutura, resultaria no aperfeiçoamento dos processos de compatibilização e gestão de novos projetos de infraestrutura de drenagem, considerando o crescimento urbano planejado, possibilitando a eficiência do sistema como um todo, capaz de lidar com as demandas cada vez maiores de uma cidade em constante evolução.

A ocupação urbana desordenada nas bacias hidrográficas compromete o desempenho hidráulico dos fundos de vale e cursos de água, devido à impermeabilização da superfície, erosão do solo e acúmulo de resíduos, o que reduz a capacidade de escoamento natural das águas da chuva. Além disso, a ocupação inadequada dos fundos de vale, com construções que

obstruem o fluxo de água, e a poluição causada pelo lançamento de esgotos e detritos também afetam negativamente os cursos de água da cidade.

4.3 Parâmetros de projeto para o município de Goiânia

Os parâmetros de cálculo de Sistema de Drenagem, bem como as regras de Controle de Águas Pluviais e Drenagem Urbana para aprovação de projetos pelos órgãos da administração pública municipal estão previstos na Lei nº 9.511, de 15 de dezembro de 2014 (GOIÂNIA, 2014), e na Portaria nº 085, de 10 de junho de 2022 (GOIÂNIA, 2022).

A Lei nº 9.511/2014 considera para o cálculo de galerias de água pluvial de novos projetos urbanísticos o Coeficiente de Escoamento Superficial (Runoff) de 0,50. Já no caso de cálculo de projetos de galerias em áreas urbanizadas e adensadas, dentro da macrozona construída, deverá ser utilizado o Coeficiente de Escoamento Superficial de 0,70. Para os parâmetros de cálculo de Intensidade, Duração e Frequência (IDF), devem ser utilizadas equações de eficiência comprovada, acompanhadas de estudos específicos.

Ainda de acordo com a Lei nº 9.511/2014, para o cálculo da intensidade pluviométrica de Goiânia deve-se seguir uma equação que inclui um período de retorno entre 1 e 8 anos e outra equação onde o período de retorno é maior que 8 anos e menor que 100 anos. Para a microdrenagem com área inferior a 1.000.000,00 m² (um milhão de metros quadrados), o período de retorno como parâmetro de projeto deve ser definido conforme a Tabela 4.1 (GOIÂNIA, 2014).

Tabela 4.1: Período de Retorno (Tr) para tipo de estrutura pluvial.

PERÍODO DE RETORNO (T) PARA TIPO DE ESTRUTURA PLUVIAL	
TIPO DE ESTRUTURA PLUVIAL	T (anos)
Galerias	2
Bueiros	10
Pontes	25
Canal Pluvial	10
Vertedouro/Extravasor	10

Fonte: Goiânia (2014).

Para uma microbacia hidrográfica com área maior ou igual a 1.000.000,00 m² (um

milhão de metros quadrados), deverão ser adotados parâmetros de cálculos específicos de macrodrenagem, levando-se em consideração os estudos ambientais pertinentes para a definição das estruturas a serem construídas (GOIÂNIA, 2014).

No que se refere aos processos de aprovação de novos projetos no município, a Portaria nº 085/2022, apresenta uma lista de documentos e requisitos necessários, assim como: Projetos de Infraestrutura de Drenagem Urbana, Relatórios, Memoriais Técnicos, orçamentos, Licença Ambiental, Planta Urbanística do loteamento, Decreto de Aprovação do Loteamento, entre outros (GOIÂNIA, 2022).

4.4 Cadastros da infraestrutura existente no município de Goiânia

O Plano Diretor de Drenagem (PDD), estabelecido em 1987, teve como um dos objetivos principais, realizar o levantamento dos dados referentes à rede de drenagem da cidade de Goiânia. Esses levantamentos abrangeram os setores: Campinas, Funcionários, Aeroporto, Central, Vila Nova, Coimbra, Oeste, Sul e Leste Universitário. Para o levantamento cadastral do presente trabalho Instituto de Planejamento Municipal de Goiânia (IPLAN) forneceu cópias heliográficas de planos de urbanização dos setores mencionados anteriormente, nas escalas de 1:1000 e 1:2000. No entanto, as plantas não continham coordenadas nem informações importantes, como posteação, muros, meio-fio ou outros detalhes materiais que pudessem permitir um levantamento preciso por meio de triangulação ou medição direta dos poços de visita e bocas de lobo.

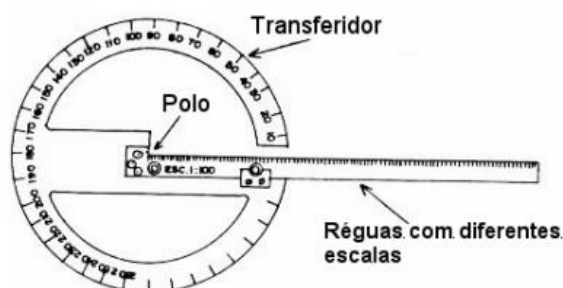
O PDD (1987) realizou o nivelamento geométrico em todos os cruzamentos dos logradouros, levando em consideração os poços de visita nas áreas com bocas de lobo. Os resultados obtidos foram registrados nos "croquis" dos setores, sendo utilizados para a elaboração de plantas detalhadas de cada circuito nos diversos setores. Essas plantas incluíam as altitudes nos cruzamentos dos logradouros por meio da Referência de Nível (RN) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

O levantamento cadastral dos poços de visita foi realizado de forma sequencial, registrando as diferenças de altitude entre o tampão e o fundo do poço, assim como em relação à geratriz inferior das galerias afluentes. Além disso, foram coletadas informações sobre os diâmetros dos poços.

No que diz respeito ao levantamento taqueométrico, foram estabelecidos circuitos e trechos formando poligonais fechadas nos "croquis" dos setores. Através da radiação dos vértices desses poligonais, foi possível realizar o levantamento dos poços de visita e das bocas de lobo. Para o lançamento das coordenadas, utilizou-se um coordenatógrafo polar do "TIPO

OTT”, ilustrado na Figura 4.3. O Coordenatógrafo Polar é uma ferramenta composta por um transferidor em forma de C, ao qual é acoplada uma régua. Seu objetivo é permitir uma rápida localização de pontos do terreno no desenho, por meio do método de irradiação (ALMEIDA, s.d).

Figura 4.3 - Coordenatógrafo Polar



Fonte: TOPOGRAFIA - Fundamentos, Teoria e Prática Instituto de Geociências da UFMG [s.d]

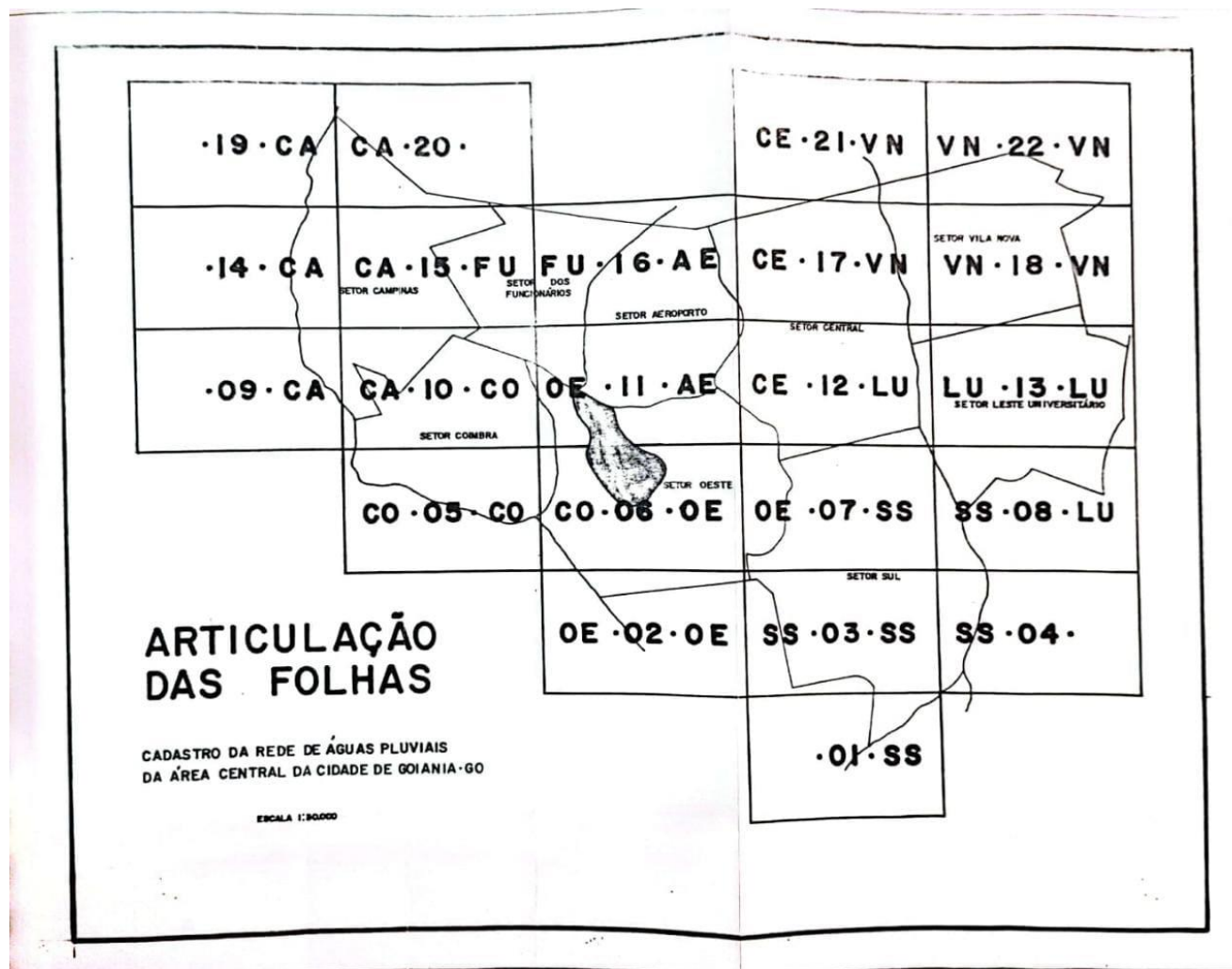
Disponível em: <http://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/publicacoes/Apostila%20Top1.pdf>

Nessa etapa do processo, foram utilizadas técnicas de medição e registro das coordenadas para mapear os poços de visita e as bocas de lobo por meio do coordenatógrafo polar. Essa abordagem garantiu que eles fossem corretamente localizados e representados no desenho final. Além disso, essa metodologia possibilitou a criação dos projetos e levantamentos topográficos, nos quais todos os elementos foram posicionados de acordo com suas coordenadas geográficas.

Os projetos e levantamento pertinentes ao Plano Diretor de Drenagem do Município de Goiânia (1987) são:

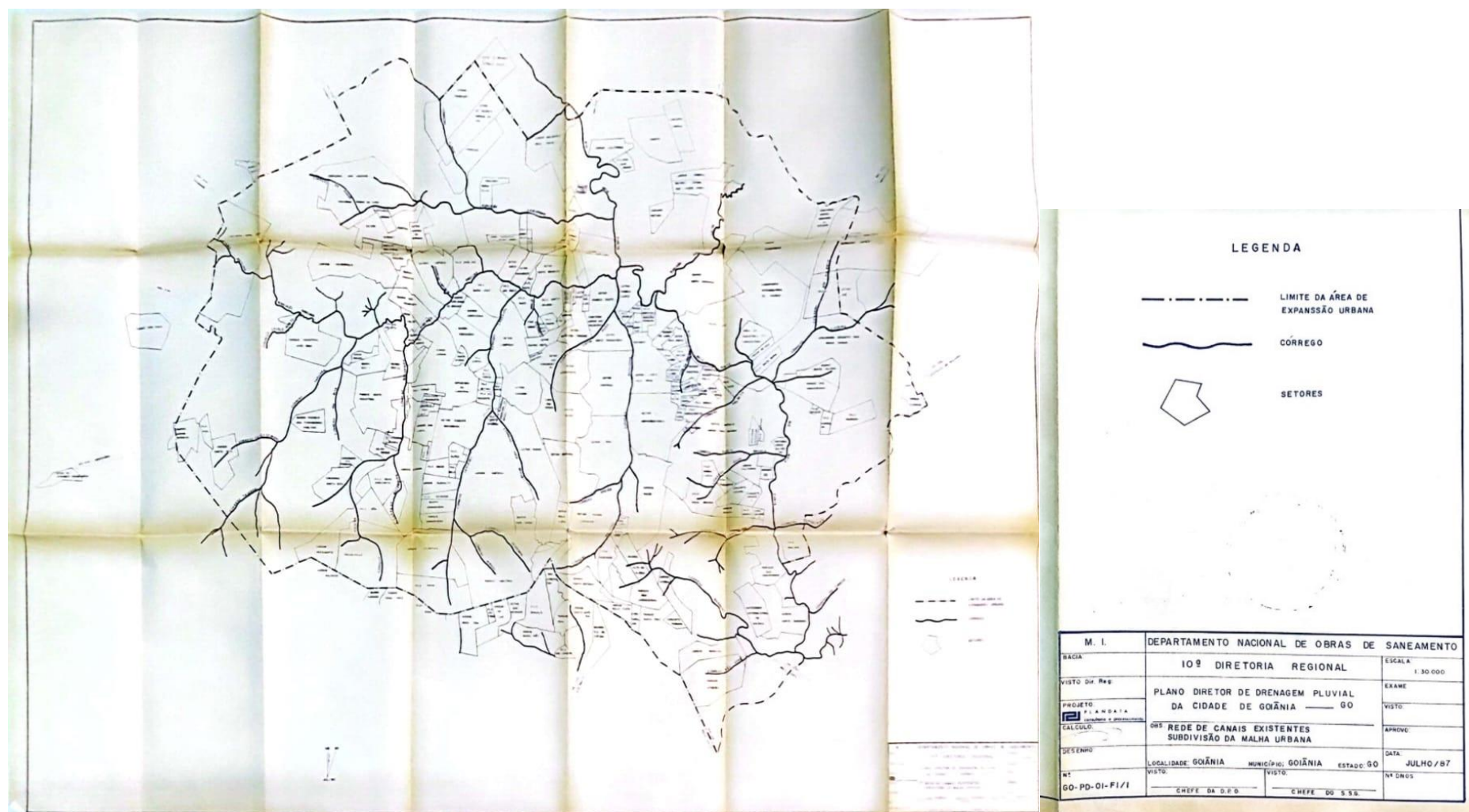
- Cadastro da rede de águas pluviais da área central da cidade de Goiânia (Figura 4.4);
- Projeto da rede de canais existentes com a Subdivisão da malha urbana (Figura 4.5);
- Projeto da rede de canais e de micro-drenagem existentes e seus pontos críticos (Figura 4.6);
- Projeto da rede de canais existentes e bacias hidrográficas – trechos (Figura 4.7);
- Levantamento cadastral da rede de drenagem fluvial existente e projeto da nova rede para a área central da cidade de Goiânia – GO (Figura 4.8);

Figura 4.4 - Articulação das folhas – Cadastro da rede de águas pluviais da área central da cidade de Goiânia



Fonte: PDD (1987), fotografia próprio autor (2023).

Figura 4.5 - Projeto da rede de canais existentes com a Subdivisão da malha urbana



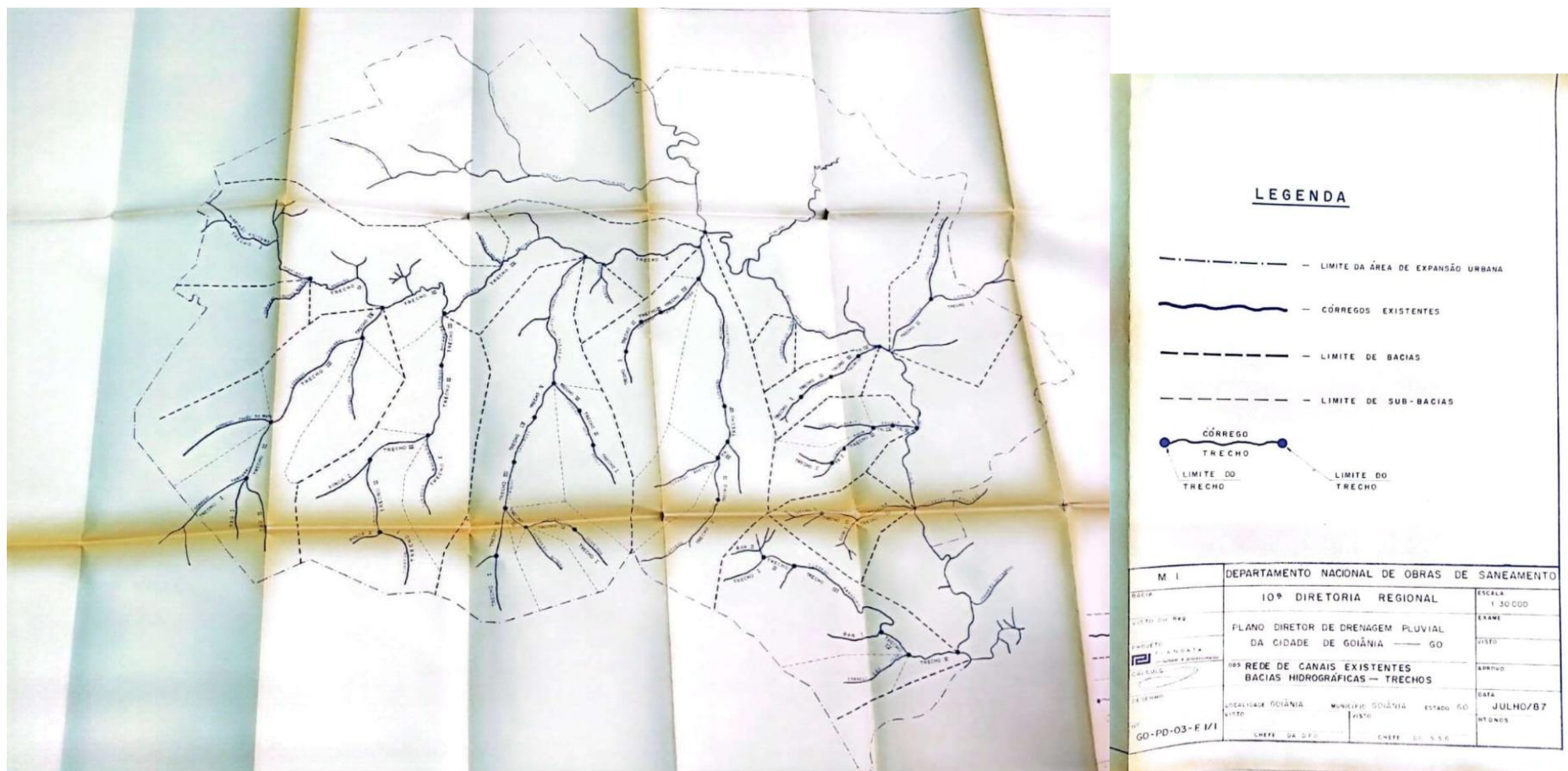
Fonte: PDD (1987), fotografia próprio autor (2023).

Figura 4.6 - Projeto da rede de canais e de micro-drenagem existentes e seus pontos críticos



Fonte: PDD (1987), fotografia próprio autor (2023).

Figura 4.7: Projeto da rede de canais existentes e bacias hidrográficas – trechos



Fonte: PDD (1987), fotografia próprio autor (2023).

Figura 4.8 - Caderno 1 - Levantamento Cadastral da Rede de Drenagem Fluvial existente e Projeto de Nova Rede para a Área Central da Cidade de Goiânia – GO

MINISTÉRIO DE IRRIGAÇÃO		20.01.2006	
SERVIÇO Levantamento Cadastral da Rede de Águas Pluviais - Goiânia - GO		OR	00667
Alinhamento - Gruito 01		DATA	08.07.87
SETOR SUL			
CIRCUITO 01			
RUAS E EXTENSÕES.			
Rua 148	859,103		
Rua 136	129,566		
Rua 132	271,942		
Rua 132A	228,311		
Rua 132 B	121,000		
Rua 89	783,390		
Rua da Sonega	133,000		
Rua Cam. Roriz	110,703		
Rua 87	786,849		
		3.363,864 metros.	
INSTRUMENTO THEO 010 CARL ZEISS Jena			
OPERADOR R.A. Martins Costa			
DATA 8/10/Julho 1987			

1

LEVANTAMENTO CADASTRAL

PLANDATA
consultoria e processamento ltda.

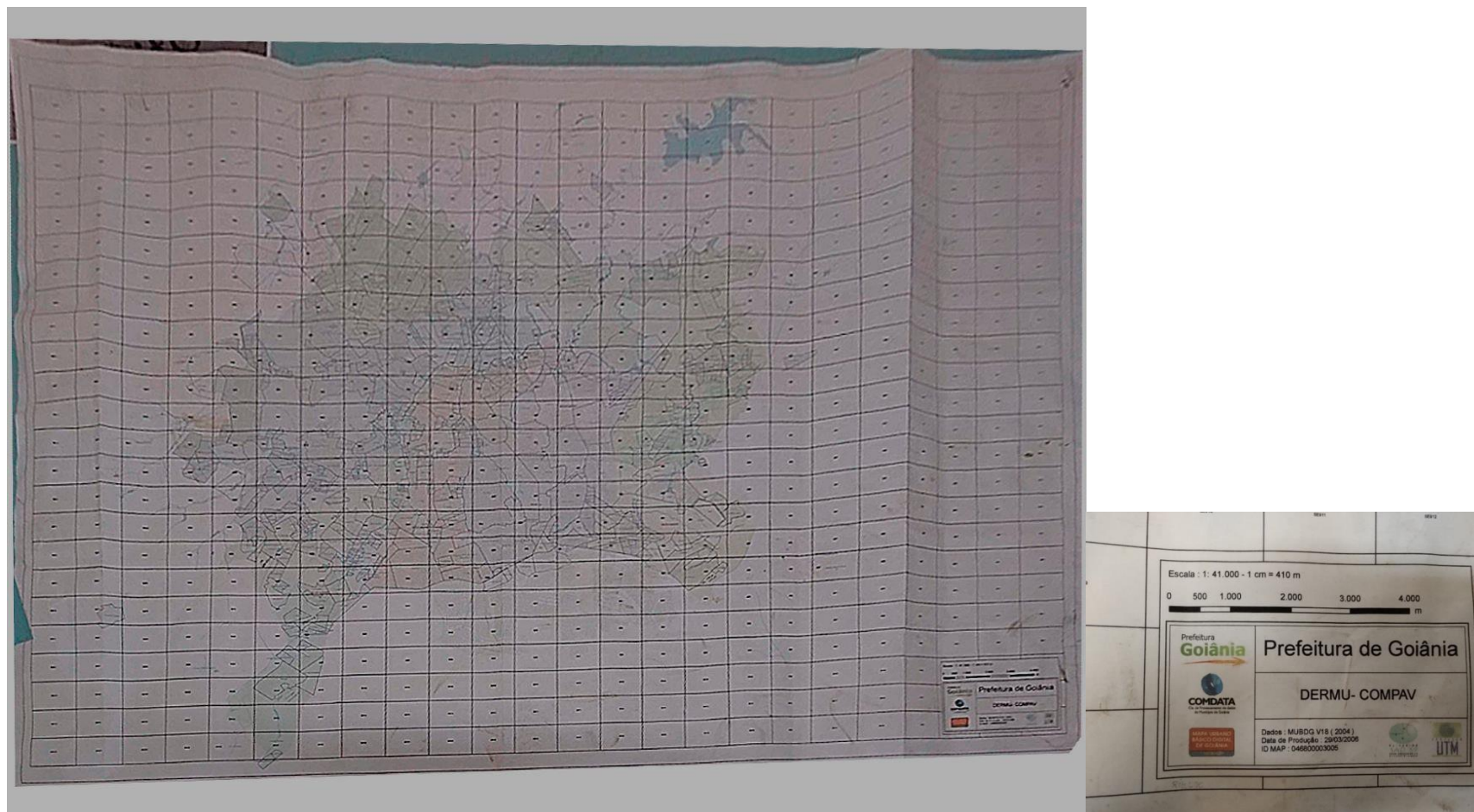
CS Digitalizado com CamScanner

[illegible]

Fonte: PDD (1987), fotografia próprio autor (2023).

Por meio da pesquisa realizada na SEINFRA, foram obtidos dados cadastrais referentes à rede de drenagem pluvial de Goiânia. Durante essa pesquisa, foi possível acessar a Planta de Índice de Articulação do Cadastro de Galerias de Águas Pluviais do Município de Goiânia, que fornece uma visão geral da estrutura da rede de drenagem, Figura 4.9. Além disso, também foram disponibilizadas a Planta de Articulação NW 1.3 - Região de Campinas, Figuras 4.10 e 4.11, que contém informações específicas sobre o cadastro da rede de drenagem nessa região, e o detalhamento dos dispositivos, que traz informações mais detalhadas sobre os dispositivos presentes na rede de drenagem na mesma região, Figuras 4.12.

Figura 4.9 - Planta de Índice de Articulação do Cadastro de Galerias de Águas Pluviais do Município de Goiânia - 2006

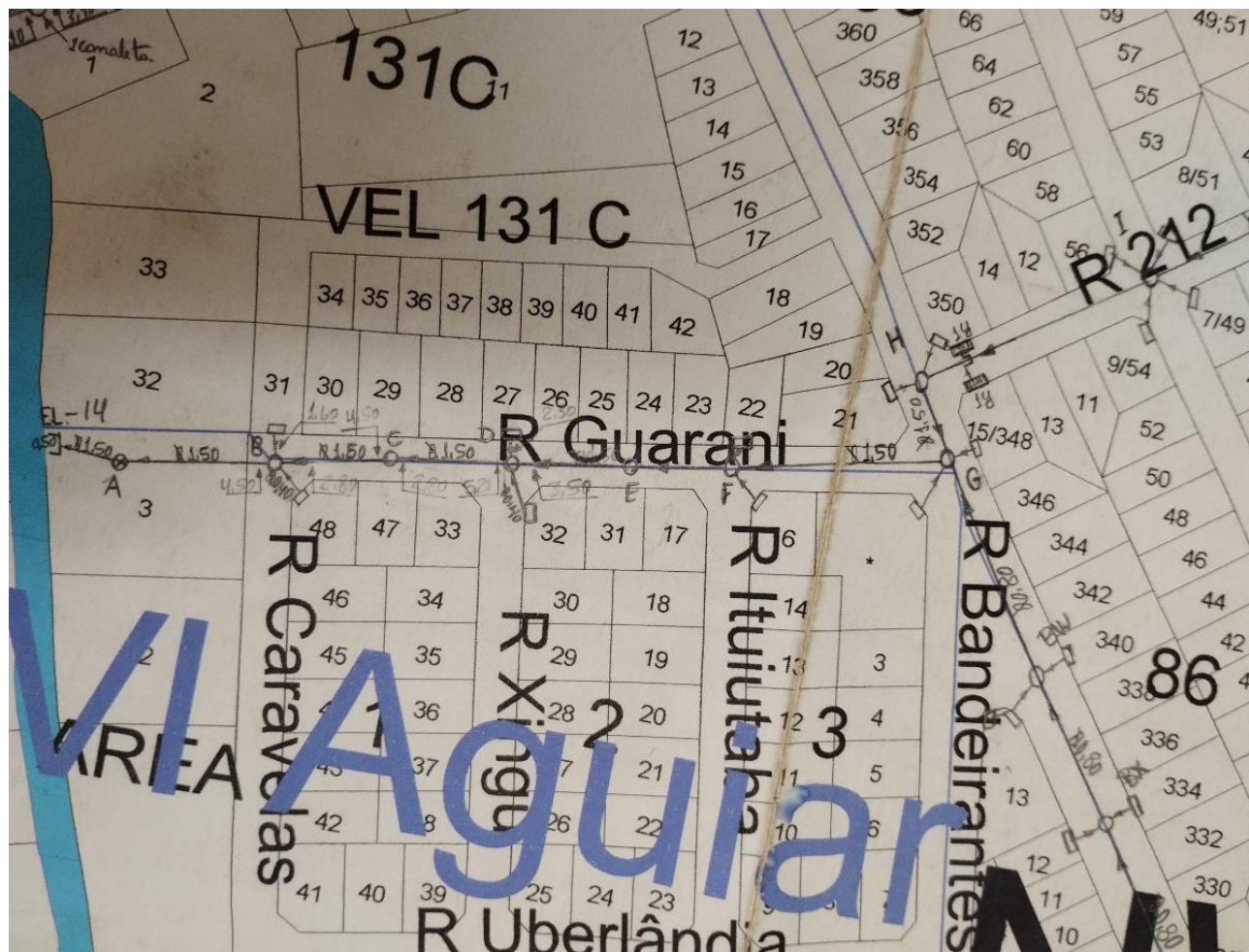


Fonte: SEINFRA, fotografia próprio autor (2023).



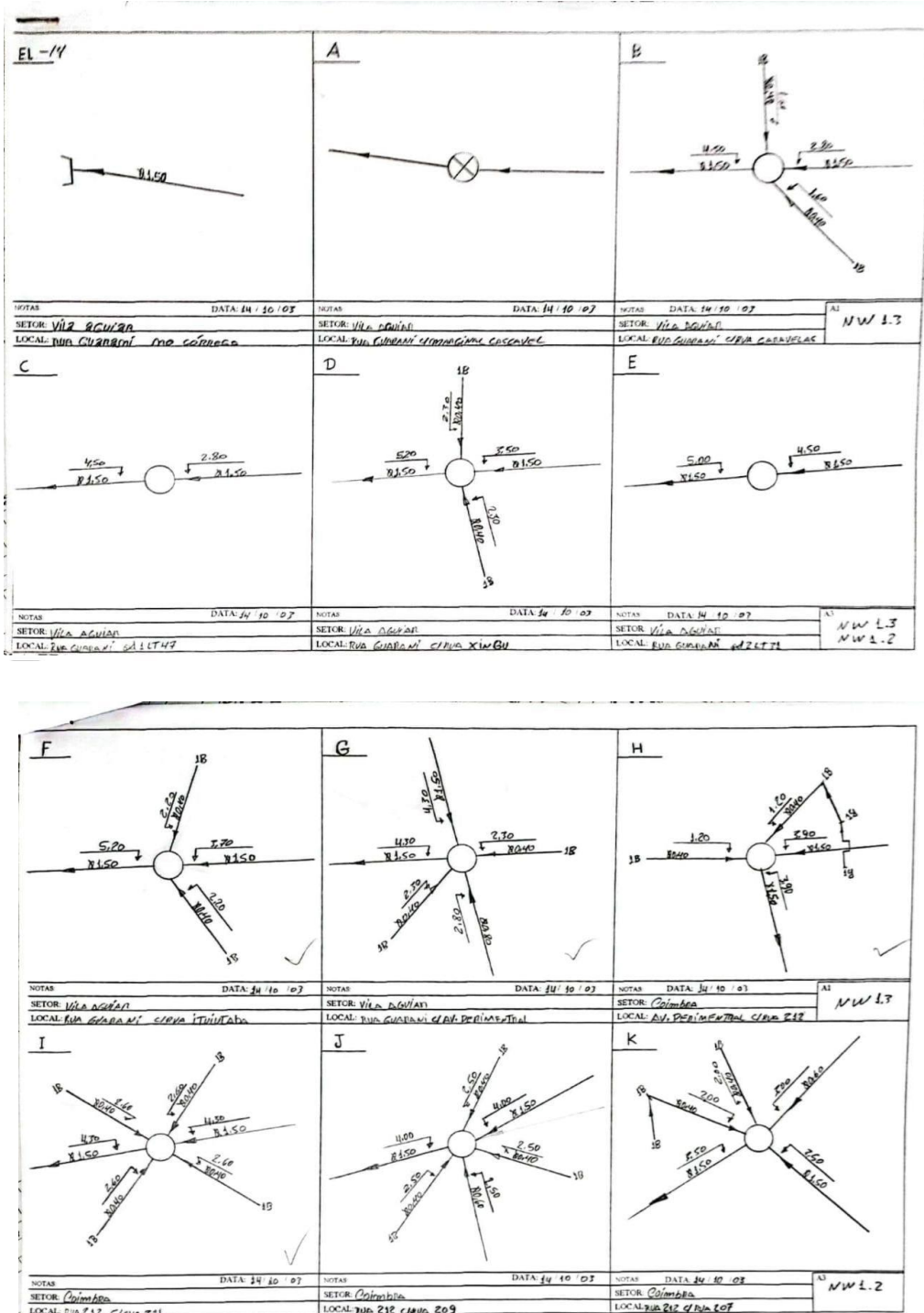
Fonte: SEINFRA, fotografia próprio autor (2023).

Figura 4.11 - Croqui do levantamento da rede de drenagem pluvial existente da folha de articulação NW 1.3 – Região Campinas – Cadastro da Rede de Drenagem Pluvial da Rua Guarani, Vila Aguiar – Goiânia-GO



Fonte: SEINFRA, fotografia próprio autor (2023).

Figura 4.12: Croqui do detalhamento dos Dispositivos da Rede de Drenagem Pluvial da Rua Guarani, Vila Aguiar – Goiânia-GO – Planta de Articulação NW 1.3 – Região Campinas



Fonte: SEINFRA, fotografia próprio autor (2023).

Os dados cadastrais da rede de drenagem são essenciais para o planejamento, manutenção e aperfeiçoamento contínuo do sistema, com o objetivo de prevenir enchentes e outros problemas relacionados às águas pluviais. No entanto, o levantamento da rede de

drenagem realizado pelo órgão teve início em 2006 e ainda é realizado manualmente pela equipe de campo. Atualmente, o cadastro dos poços de visita (PVs) não considera a cota do terreno, mas sim a profundidade da tubulação como referência para a profundidade do PV. Apenas 25% do cadastro foi digitalizado para o software AutoCad, e mesmo esse cadastro não conta com o georreferenciamento dos dispositivos.

Almeida (s.d) ressaltam a importância da combinação entre o uso de softwares especializados e a aplicação de técnicas tradicionais de desenho para a realização de projetos precisos e de qualidade. Nos dias atuais, o desenho assistido por computador tem se tornado amplamente utilizado, especialmente na área da topografia, proporcionando recursos avançados além da simples elaboração de plantas topográficas. Essas ferramentas permitem a criação de modelos digitais de elevação em 3D, facilitam a elaboração de projetos de terraplanagem, infraestrutura de estradas, redes de drenagem pluvial, entre outras, além de possibilitar a compatibilização desses elementos.

A utilização de softwares na elaboração de projetos de infraestrutura de drenagem urbana oferece uma série de benefícios, como a precisão das análises hidrológicas e hidráulicas, a integração de informações geoespaciais, a possibilidade de realizar simulações e análises de cenários, entre outros. Essas ferramentas auxiliam os profissionais envolvidos no planejamento e projeto, contribuindo para a eficiência, segurança e sustentabilidade dos sistemas de drenagem urbana.

4.5 Desafios para a drenagem urbana do município de Goiânia

Os principais desafios enfrentados no gerenciamento da drenagem urbana municipal durante eventos de chuvas intensas são o escoamento concentrado de águas pluviais devido à impermeabilização do solo, o extravasamento dos dispositivos de drenagem durante os picos de vazão, a perda de cobertura vegetal, o rompimento de galerias pluviais e o lançamento de galerias pluviais em encosta.

Outro desafio que impacta diretamente na gestão financeira relacionada ao sistema de drenagem é ausência de cobrança de taxas pelos serviços de drenagem pluvial, dependendo exclusivamente do orçamento da prefeitura para arcar com os investimentos e custos necessários.

Para Tucci (2012), a ausência de cobranças de taxas específicas para investimentos, implementação e modernização da legislação de saneamento, assim como para o financiamento de obras e serviços relacionados às águas pluviais, representa um dos principais obstáculos enfrentados pelo setor. Isso resulta na prestação de serviço de baixa qualidade e dificuldades na

obtenção de recursos necessários. No entanto, deve ser importante considerar as leis e regulamentos aplicáveis à cobrança de taxas, garantindo a aplicação de maneira justa e eficiente, levando em consideração critérios como o sistema e a capacidade financeira da população.

É necessário avançar na modernização do sistema de cadastro do sistema de drenagem, buscando métodos mais eficientes e precisos, como o georreferenciamento dos dispositivos. Essa atualização permitirá uma gestão mais eficiente da rede, possibilitando uma melhor tomada de decisões, planejamento adequado e manutenção adequada do sistema de drenagem. Além disso, a implementação de novas tecnologias contribuirá para a otimização dos processos, redução de custos e melhoria geral da qualidade dos dados.

Diante do exposto, espera-se que o novo Plano de Drenagem Urbana em desenvolvimento, com a parceria da Universidade Federal de Goiás – UFG e a Prefeitura Municipal de Goiânia, possibilite o levantamento e cadastro da rede de drenagem existente, além da implementação de novas tecnologias para aprimorar a base de dados. Isso é de extrema importância, pois o processo atual demonstra falta de eficiência e não acompanha adequadamente a evolução dinâmica da cidade.

5. Considerações finais

Ao final da análise dos resultados, é fundamental que o município invista na contratação de projetos bem elaborados e no planejamento adequado para a execução das obras de drenagem. A destinação de recursos financeiros para esse fim é essencial, considerando que o sistema de drenagem urbana é um dos eixos do saneamento básico.

A gestão adequada das águas pluviais e da drenagem urbana requer a desocupação de Áreas de Preservação Permanente (APPs), a fiscalização do uso e ocupação do solo, a implementação de programas contínuos de educação ambiental e a revisão das leis e diretrizes municipais relacionadas ao tema. Além disso, é necessário buscar parcerias com entidades públicas e a avaliação da viabilidade para cobrança da taxa de contribuição de melhoria, para obter recursos destinados à melhoria da infraestrutura urbana, incluindo o sistema de drenagem. Tendo em vista que, os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e manejo de resíduos sólidos, possuem estruturas de recursos baseadas em tarifas e taxas.

O desenvolvimento do Plano Diretor de Drenagem Urbana, aliado à adoção de novas tecnologias, pode ser uma solução para superar os desafios atuais. Esse plano deve considerar não apenas a drenagem, mas também questões relacionadas ao saneamento básico como um todo, incluindo água, esgoto e resíduos sólidos.

É fundamental realizar estudos adicionais, com uso de novas tecnologias, para a modernização do cadastro da rede de drenagem existente. Isso permitirá uma gestão mais eficiente da rede e a integração adequada com os novos projetos, possibilitando uma resposta rápida e eficaz às necessidades da cidade.

No entanto, é importante ressaltar que não foi possível analisar o uso do solo ao longo de todo o histórico levantado, pela falta de pesquisas recentes sobre o assunto. Espera-se também, que este trabalho possa servir de incentivo para o desenvolvimento de novas pesquisas relacionadas ao tema.

Por fim, é importante buscar abordagens sustentáveis para lidar com os desafios da urbanização e do sistema de drenagem urbana. Isso inclui a adoção de práticas que promovam a permeabilização do solo, o controle do escoamento, a gestão adequada dos resíduos sólidos e a melhoria da qualidade da água pluvial. O investimento em infraestrutura e planejamento urbano que considerem soluções de drenagem eficientes e sustentáveis desde o início do desenvolvimento urbano é essencial para garantir a qualidade de vida da população e a preservação do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Ariclo Pulinho Pires de; FREITAS, José Carlos de Paula; MACHADO, Maria Márcia Magela. **TOPOGRAFIA - Fundamentos, Teoria e Prática**. Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Cartografia. [sem data].

Disponível em:

<http://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/publicacoes/Apostila%20Top1.pdf>. Acesso em: junho. 2023.

AZEVEDO, A. de. **Goiânia - Uma cidade “criada”**. Revista Brasileira de Geografia, São Paulo, ano. III, n.1, p. 3-19, nov. 1940. Disponível em:

https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1941_v3_n1.pdf. Acesso em: junho 2022.

BECKER, Patrícia. **Obtenção de informações para plano diretor de drenagem urbana utilizando o SIG**. 115 f. Dissertação (Mestrado) – a Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis. 2006. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/88847/233083.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: maio.2023.

BRASÍLIA, **Superintendência de Drenagem Urbana. Manual de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas do Distrito Federal**. Brasília, 2018. Disponível em:

<https://pt.scribd.com/document/452435208/Manual-Drenagem-pdf>. Acesso em: maio.2023.

BRASIL, **Decreto-Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei

no 6.528, de 11 de maio de 1978. (Redação pela Lei 14.026, de 2020). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm. Acesso em: abril. 2022.

CARVALHO, Versanna. **UFG e Prefeitura dão o 1º passo para Plano Diretor de Drenagem Urbana**. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 27 de fevereiro de 2023.

Disponível em: <https://ufg.br/n/165493-ufg-e-prefeitura-dao-1-passo-para-plano-diretor-de-drenagem-urbana>. Acesso em: junho. 2023.

COUTO, José Luiz Viano do. **Projeto de drenagem urbana**. 1 de dezembro de 2018.

Disponível em: <https://agronomos.ning.com/profiles/blogs/projeto-de-drenagem-urbana>. Acesso em: junho. 2023.

CRUZ, M. A. S., Souza, C. F., & Tucci, C. E. M. (2007). **Controle da Drenagem Urbana no Brasil: Avanços e Mecanismos para sua Sustentabilidade**. Disponível em:

<https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=3&ID=19&SUMARIO=4674>. Acesso em: junho.2023.

GOIÂNIA, **Decreto-Lei n. 9.511, de 15 de dezembro de 2014**. Estabelece regras de Controle de Águas Pluviais e Drenagem Urbana. Disponível em:

https://www.goiania.go.gov.br/html/gabinete_civil/sileg/dados/legis/2014/lo_20141215_000009511.pdf. Acesso em: abril. 2022.

GOIÂNIA, **Complementar-Lei n. 349, de 04 de março de 2022**. Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Goiânia e dá outras providências.

Disponível em:

https://www.goiania.go.gov.br/html/gabinete_civil/sileg/dados/legis/2022/lc_20220304_000000349.pdf. Acesso em: abril. 2022.

GOIÂNIA, Prefeitura Municipal. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Goiânia. Goiânia**, 2019. Disponível em:

<http://www4.goiania.go.gov.br/portal/dados/uploads/arquivos/1/436063830555556.pdf>.

Acesso em: abril. 2022.

GOIÂNIA, Prefeitura Municipal. **Anuário Estatístico 2013: População**. Disponível em:

https://www.goiania.go.gov.br/shtml/seplam/anuario2013/_html/d_populacao.html. Acesso em: maio. 2023.

GOIÂNIA, Prefeitura Municipal. **História de Goiânia**. Disponível em:

<https://www.goiania.go.gov.br/sobre-goiania/historia-de-goiania/>. Acesso em: junho 2022.

IAS – Instituto Água e Saneamento. **Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas**. Goiânia (GO). SNIS, 2019. Disponível em:

<https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/go/goiania>.

maio. 2022.

Acesso em:

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Banco de dados agregados**. Brasília: Instituto Brasileiro. de Geografia e Estatística. Disponível em: . Acesso em: maio. 2023.

ITCO – Instituto Tecnológico do Centro Oeste. **Transferência de Tecnologia: Mapeamento dos vazios urbanos, Carta de Risco e Zoneamento EcológicoEconômico. Módulo 3 – Hidrologia e Dinâmica Fluvial**. Goiânia: 2008. Disponível em:

<https://www.goiania.go.gov.br/shtml/seplam/dados/zee.shtml>. Acesso em: junho. 2022.

MINISTÉRIO DAS CIDADES / SNSA. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental.

Diretrizes para Elaboração de Projetos de Engenharia. Brasília, 2010. Disponível em:

https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosCidades/PAC2Grupo3/Manual_Diretrizes_Elaboracao_Projetos_Engenharia.pdf. Acesso em: maio.2023

NASCIMENTO, D. T. F.; OLIVEIRA, I. J. de. **Mapeamento do processo histórico de expansão urbana do município de Goiânia-GO**. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, ano.17,n. 34, 2015. Disponível em:

<https://periodicos.uff.br/geographia/article/view/13715>. Acesso em: maio. 2022.

OLIVEIRA, M. das M. B. de. (2005). **O padrão territorial de Goiânia: um olhar sobre o processo de formação de sua estrutura urbana**. Arquitectos, 065.07, ano 6, out.

Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitectos/06.065/419>. Acessado em: junho2022.

REGO, Thalyta Lopes. **Chuvvas e inundações em goiânia: dinâmica atmosférica e áreas de risco**. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015. Disponível em:

<http://www.repositorio.bc.ufg.br>. Acesso em: maio 2023.

RIGHETTO, A. M. **Manejo de águas pluviais urbanas**. Projeto PROSAB, Rio de Janeiro, ed. 1, Jan. 2009. ISBN: 978-85-7022-162-9. Disponível em: http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/pr osab5_tema_4.pdf. Acesso em: junho. 2022.

SEPLANH – Secretaria Municipal de Planejamento Urbano e Habitação. **Plano Diretor - Plano Diretor de Goiânia**. Goiânia, GO: SEPLANH, c2017. Disponível em: <https://goianiadofuturo.goiania.go.gov.br/planodiretor-2/>. Acesso em: abril. 2022.

SOARES, S. S. de O. **O processo de densificação e verticalização e seus impactos no sistema de drenagem de águas pluviais: estudo de caso do jardim goiás em Goiânia - GO**. Orientador: Jussanã Milograna. 2016. 187 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Sustentáveis) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiânia, 2016. Disponível em: https://www.ifg.edu.br/attachments/article/5213/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Processos%20Sustent%C3%A1veis_Sueli%20Souza%20de%20Oliveira%20Soares.pdf. Acesso em: junho. 2022.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Informações para o planejar a Drenagem e o Manejo das Águas Pluviais Urbanas**. Brasília, DF: SNIS, c2020. Disponível em: http://www.snis.gov.br/downloads/cadernos/2019/DO_SNIS_AO_SINISA_AGUAS_PLUVIAIS_SNIS_2019.pdf. Acesso em: junho.2022.

SNIS – Secretaria Nacional de Saneamento. **Diagnóstico Temático Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas – Gestão de Risco**. Brasília, DF: SNIS, c2022. Disponível em: <http://antigo.snis.gov.br/diagnostico-anual-aguas-pluviais>. Acesso em: maio.2023.

SÃO PAULO, **Drenagem Urbana: Manual de Projeto**, São Paulo: DAEE/CETESB, 1980. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/447322801/Drenagem-Urbana-Manual-de-Projeto-DAEE-CETESB-1980-pdf>. Acesso em: maio.2023

SÃO PAULO. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: gerenciamento do sistema de drenagem urbana**. São Paulo: SMDU, 2012. ISBN 978-85-638-01-6. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/licenciamento/desenvolvimento_urbano/biblioteca_digital/manual_de_drenagem/index.php?p=49018. Acesso em: maio.2023.

TUCCI, Carlos E. M. **Gestão da Drenagem Urbana**. Textos para Discussão CEPAL • IPEA. 2012. Disponível em: https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/38004/LCBRSR274_pt.pdf. Acesso em: maio. 2023.