



UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE FRANCA
FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO E ANÁLISE DE POLÍTICAS
PÚBLICAS

LUCAS FABIANO BARBOSA

**CONTRIBUIÇÕES PARA A MELHORIA DAS CONDIÇÕES DE
DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE FRANCA-SP**

LUCAS FABIANO BARBOSA

**CONTRIBUIÇÕES PARA A MELHORIA DAS CONDIÇÕES DE
DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE FRANCA-SP**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como pré-requisito para obtenção do Título de Mestre em Planejamento e Análise de Políticas Públicas.

Linha de pesquisa: Desenvolvimento Urbano, Regional e Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Luiz César Ribas

**Franca
2022**

B238c

Barbosa, Lucas Fabiano

Contribuições para a melhoria das condições de drenagem urbana no município de Franca-SP / Lucas Fabiano Barbosa. -- , 2022
205 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Humanas e Sociais, Franca,
Orientador: Luiz César Ribas

1. Políticas Públicas. 2. Drenagem Urbana. 3. Uso do Solo. I.
Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Humanas e Sociais, Franca. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

LUCAS FABIANO BARBOSA

CONTRIBUIÇÕES PARA A MELHORIA DAS CONDIÇÕES DE DRENAGEM
URBANA NO MUNICÍPIO DE FRANCA-SP

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como pré-requisito para obtenção do Título de Mestre em Planejamento e Análise de Políticas Públicas.

Linha de pesquisa: Desenvolvimento Urbano, Regional e Ambiental.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Luiz César Ribas
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Prof. Dr. Fernando Neves Lima
Universidade Federal de Itajubá

Prof^a. Dr. Gabriela Laila de Oliveira
Universidade de Franca

Franca, 30 de outubro de 2022.

DEDICATÓRIA

À todas as pessoas que lutam por justiça ambiental e por cidades mais igualitárias.

AGRADECIMENTOS

A presente dissertação de mestrado apenas foi possível de ser produzida com o apoio valioso de várias pessoas. Em primeiro lugar, não há como não agradecer ao meu orientador, Professor Doutor Luiz César Ribas, o qual contribuiu não apenas compartilhando do seu conhecimento e tempo, como também com o seu empenho, paciência e senso prático de produzir textos. Agradeço por todas as vezes que me corrigiu, quando necessário, sem, no entanto, ter me desmotivado.

Agradeço do mesmo modo aos meus pais, por todo apoio prestado durante todo o tempo em que estive produzindo a dissertação e por todas as oportunidades de estudo que me deram ao longo da vida. Também aos meus primos e tios, que além de me acolherem na cidade de Franca e permitir a manutenção da conexão com minha família mesmo estando em uma cidade nova, também estiveram presentes durante todo o programa de mestrado, me apoiando e me motivando sempre que preciso.

Aos meus amigos do mestrado, especialmente ao Fabiano, Tatiane, Felipe e Roseli, com os quais foi possível compartilhar informações e conhecimentos, especialmente durante as disciplinas.

Sou grato também aos docentes e a todos os funcionários do campus da Unesp de Franca, por me garantirem todo o apoio necessário para a execução deste trabalho, mesmo em momentos de grandes restrições acarretadas pela pandemia de Covid 19. Neste sentido, em especial gostaria de agradecer a todos os docentes que lecionaram nas disciplinas do programa de Pós-Graduação em Planejamento e Análise de Políticas Públicas, e que com muito empenho e presteza reinventaram o seu modo de compartilhar conhecimento adaptando-se as plataformas digitais, driblando com isso as dificuldades de acesso ocasionadas por estas restrições.

Por fim, gostaria de agradecer a toda a equipe da Secretaria de Infraestrutura, com a qual eu convivo diariamente e que me proporcionou diversos materiais e conhecimentos sem os quais seria impossível a execução deste trabalho. E finalmente, a Deus, por nunca ter me desamparado mesmo nos momentos mais difíceis.

RESUMO

BARBOSA, L. F. Contribuições para a melhoria das condições de drenagem urbana no município de Franca - SP. 2022. 189p. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Análise de Políticas Públicas) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Franca.

O acelerado processo de urbanização gerou ao longo dos anos diversos problemas na esfera do planejamento urbano, incluindo aqueles relacionados a drenagem e ao manejo das águas pluviais. A rápida expansão das cidades, acompanhada da aplicação de estruturas de drenagem baseadas em técnicas tradicionais de manejo hídrico, fizeram com que os sistemas instalados para tal fim fossem pouco resilientes e até mesmo incapazes de lidar com as demandas de escoamento superficial, resultando, assim, em inúmeros episódios de inundação, problemas com estabilidade do solo, dentre outros. Novas abordagens que fazem uso complementar de técnicas compensatórias vêm demonstrando novos modos de gerir o manejo hídrico no ambiente urbano. Desse modo, a presente dissertação parte de uma abordagem em que as águas pluviais são incorporadas como pilares estruturantes das políticas de uso do solo e da gestão urbana, buscando com isso uma integração mais íntima entre o manejo hídrico com as dinâmicas presente nas cidades. Como resultado do trabalho, foi realizado um estudo de caso na cidade de Franca/SP. A partir dos levantamentos realizados acerca de problemas relacionados às inundações, alagamentos e enchente, foram elaboradas diretrizes para a abordagem no âmbito da gestão urbana sobre as questões levantadas. Dentre os apontamentos feitos, se destacou a necessidade de atualização e regulamentação do Plano Municipal de Drenagem, da elaboração de legislação específica para o tema e da incorporação de aspectos ligados à drenagem no Plano Diretor e no zoneamento do município, além da revisão e atualização das leis de uso e parcelamento do solo. Assim, a temática explorada neste trabalho aponta para a necessidade do desenvolvimento de políticas públicas no âmbito legal, da educação ambiental, bem para a incorporação de técnicas de drenagem urbana mais alinhadas ao contexto sustentável na aplicação de intervenções e desenvolvimento das redes de drenagem urbana dos municípios, fatores expressados no trabalho por meio do estabelecimento de diretrizes para o manejo hídrico de Franca - SP.

Palavras-chave: Drenagem urbana; Inundação; Franca/SP; Gestão integrada.

ABSTRACT

The accelerated urbanization process over the years caused several problems in the urban planning sphere, including those related to the drainage and management of rainwater. The fast expansion of cities, followed by the usage of drainage structures based on traditional techniques of water management, made the structural systems created for this purpose not resilient enough and even incapable of dealing with the demands of surface runoff. This resulted in numerous episodes of flooding, and problems with soil stability, among others. New approaches that make complementary use of compensatory techniques have demonstrated new ways of managing water management in the urban environment. Therefore, the present dissertation is based on an approach in which rainwater is incorporated as structuring pillars of land use and urban management policies, thus seeking a closer integration between water management and the cities' dynamics. As a result of this work, a case study was conducted in the city of Franca/SP. Based on the surveys on problems related to floods, inundations, and overflows, guidelines were drawn to address the issues raised within the scope of urban management. Among the notes made, it is highlighted the need to update and regulate the Municipal Drainage Plan, the elaboration of specific legislation, and the incorporation of aspects related to drainage in the Master Plan and in the zoning of the city, in addition to the revision and updating of land use laws. Thus, the theme explored in this research points to the need for developing public policies in the legal sphere, for environmental education, and for incorporating urban drainage techniques more aligned with the sustainable context in the application of interventions and development of urban drainage networks in the cities. Such factors are expressed in the work through the establishment of guidelines for water management in Franca/SP.

Keywords: Urban drainage; Inundation; Franca/SP; Integrated management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Países com população afetada por inundações.....	18
Figura 2: Número de eventos de inundações registrados	19
Figura 3: Eventos de inundação, 1970 – 2012.....	20
Figura 4: Bacia hidrográfica antes da urbanização	21
Figura 5: Bacia hidrográfica pós urbanização	21
Figura 6: Alteração do hidrograma de escoamento frente aos processos de urbanização.....	27
Figura 7: Relação entre infiltração e Escoamento Superficial	28
Figura 8 - Processos de poluição da água subterrânea em meio urbano	32
Figura 9 - Esquemas de elevação das águas de um rio provocadas pelas chuvas, do nível normal até o nível de inundação.....	34
Figura 10 - Configuração de um leito de um rio.....	35
Figura 11: Estrutura de Técnicas Compensatórias	38
Figura 12: Princípios do LID.....	42
Figura 13: Número de decretos de situação de emergência, reconhecidos pelo Governo Federal (por município).....	47
Figura 14 - Mapa do município de São Paulo – 1897.....	49
Figura 15 - Notícia sobre a inundação na marginal Tietê	50
Figura 16: Rio Tamanduateí – São Paulo/SP.....	52
Figura 17 - Mapa das Bacias Hidrográficas Brasileiras	56
Figura 18 - Mapa das Unidades Hidrográficas de Gerenciamento	58
Figura 19 - Lixo transportado pelo Rio Tietê após chuva na capital Paulista para a cidade de Salto/SP.....	60
Figura 20: Área ocupada na bacia do Rio Canoas, Franca - SP.....	64
Figura 21: Imagem aérea – “Condomínio Residencial Miraflores” situado às margens do Rio Canoas na cidade de Claraval-MG.	65
Figura 22: Localização de Franca/SP	84
Figura 23: UGRHI 08 – Sapucaí-Mirim/Grande.....	85
Figura 24: Hidrografia da cidade de Franca - SP	86
Figura 25: Sub bacias de contribuição da cidade de Franca/SP	87
Figura 26: Rede hídrica na zona urbana do município de Franca/SP	88
Figura 27: Canalização do Córrego dos Bagres.....	91

Figura 28: Saneamento do Córrego Cubatão entre as Av. Champagnat e a cachoeira	91
Figura 29: Vista aérea do Córrego Cubatão no ano de 1985.....	92
Figura 30: Construção do canal dos bagres e da Avenida Antônio Barbosa Filho...	95
Figura 31: Vale dos Bagres antes da urbanização.....	96
Figura 32: Parque Dom Pedro II na década de 1920	98
Figura 33: Plano Urbanístico Parque Dom Pedro II	99
Figura 34: Terminal Dom Pedro	99
Figura 35: Implantação Geral - Plano urbanístico Parque Dom Pedro II.....	100
Figura 36: Perspectiva do Parque Dom Pedro II após as intervenções	101
Figura 37: Piscinão no Bairro São Matheus na cidade de São Paulo	102
Figura 38: Áreas de voçoroca para a instalação de áreas de lazer.....	115
Figura 39: Zonas estabelecidas pela Lei 030/2000	117
Figura 40 - Área da bacia de contribuição do Córrego dos Bagres	122
Figura 41 - Av. Antônio Barbosa Filho.....	123
Figura 42 - Av. Dr. Hélio Palermo.....	123
Figura 43 - Avenida Antônio Barbosa Filho inundada	124
Figura 44 - Erosão no Canal dos Bagres	125
Figura 45 - Construção do muro lateral do Canal dos Bagres.....	126
Figura 46 - Obras finalizadas no entroncamento dos córregos Cubatão e Bagres	127
Figura 47 - Inundação na Avenida Dr. Ismael Alonso y Alonso.....	127
Figura 48 - Zoneamento na Bacia do Córrego dos Bagres	128
Figura 49 - Mapas de ocupação da Bacia do Córrego dos Bagres nos anos de 2012 e 2022.	130
Figura 50 - Área de contribuição da bacia do Córrego dos Bagres	131
Figura 51: Diagrama unifilar e perfil longitudinal da sub bacia dos Bagres	132
Figura 52: Área da bacia de contribuição do Córrego Cubatão.....	136
Figura 53 - Avenida Dr. Ismael Alonso y Alonso	137
Figura 54: Seção Trapezoidal	138
Figura 55: Seção Retangular	138
Figura 56: Cachoeira	139
Figura 57 – Calha do Canal do Cubatão	139
Figura 58 - Entroncamento dos canais Cubatão e Espriado	140

Figura 59 - Encontro do afluente vindo da Av. 7 de Setembro com o córrego Cubatão	141
Figura 60 - Episódio de inundação nas Av. Ismael Alonso y Alonso e 7 de Setembro.	142
Figura 61 - Inundação nas avenidas Ismael Alonso y Alonso e Adhemar Pólo Filho	142
Figura 62 - Zoneamento da bacia de contribuição do Córrego Cubatão	143
Figura 63: Áreas não ocupadas na sub bacia do Cubatão.....	144
Figura 64 - Ocupação na bacia do Córrego Cubatão nos anos de 2012 e 2022....	145
Figura 65 - Topografia da bacia de contribuição do Córrego Cubatão	146
Figura 66: Áreas à montante sem ocupação – Bacia dos Bagres.....	149
Figura 67: Áreas à montante sem ocupação – Bacia do Cubatão	151
Figura 68: Mapa de expansão urbana de Franca/SP	152
Figura 69: Área de expansão urbana não ocupada na zona sul do município	153
Figura 70: Áreas remanescentes – Bacia do Espraiado	155
Figura 71: Vista aérea sobre o Bairro Chácara do Espraiado – Franca/SP	156
Figura 72: Condomínio residencial multifamiliar em fase de finalização de obra, localizado na Estrada Bahij Toufik Kanawate, no Bairro Chácara do Espraiado.....	156
Figura 73: Vista aérea do Bairro Chácara Santo Antônio, na zona sul do município de Franca - SP.	157
Figura 74: Fachada de um condomínio residencial multifamiliar ainda em fase de construção, localizado na Rua Elpídio Benedito Pinto, no Bairro Chácara Santo Antônio.	158
Figura 75 - Esquema representativo de uma rede tradicional de drenagem	162

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Principais impactos ambientais da urbanização	29
Quadro 2: Principais medidas não estruturais para a gestão da drenagem urbana.	40
Quadro 3: Conteúdo mínimo para a elaboração do diagnóstico de uma Bacia Hidrográfica	62
Quadro 4: Estrutura de análise do Estudo de Caso	69
Quadro 5 – Resumo dos levantamentos feitos acerca dos macrodrenos da cidade de Franca/SP	73
Quadro 6: Roteiro de análise aplicado no estudo de caso da cidade de Franca/SP	83
Quadro 7: Rios Canoas, Sapucaí e Grande.....	89
Quadro 8: Análise do padrão de ocupação nas áreas de várzea no entorno dos córregos Cubatão, Bagres, Espraiado e Engenho Queimado.....	93
Quadro 9 - Levantamentos das condições de drenagem nas bacias dos córregos Cubatão e Bagres	121
Quadro 10 - Resumo de análise da situação na bacia do Córrego dos Bagres	134
Quadro 11: Diretrizes gerais no aspecto legislativo	165
Quadro 12: Diretrizes gerais para a gestão da drenagem urbana.....	167

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Exemplificação de Principais BMPs estruturais (Drenagem)	38
Tabela 2 - Etapas de desenvolvimento do Trabalho.....	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP	Área de Preservação Permanente
BMP	Best Management Practices
CA	Coeficiente de Aproveitamento
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
DAEE	Departamento de Água e Energia Elétrica do estado de São Paulo
EIA/RIMA	Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental
ED	Detenção Estendida
EUA	Estados Unidos da América
FISRWG	Federal Interagency Stream Restoration Working Group
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IG	Instituto Geológico de São Paulo
LID	Low Impact Development
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PDI	Plano Diretor Integrado
PDDU	Plano Diretor de Drenagem Urbana
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNSB	Plano Nacional de Saneamento Básico
PMF	Prefeitura Municipal de Franca
PMSP	Prefeitura Municipal de São Paulo
SP	São Paulo
TC	Técnica Compensatória
TO	Taxa de Ocupação
UGRHI	Unidades de Gestão dos Recursos Hídricos
WSUD	Water Sensitive Urban Design
WRI	World Resource Intitute

SUMÁRIO

1	Introdução	16
2	Justificativa	23
3	Objetivos	25
3.1	Objetivos gerais.....	25
3.2	Objetivos específicos.....	25
4	Revisão Bibliográfica	26
4.1	Drenagem e os processos de urbanização.....	26
4.1.1	Impacto da urbanização nas águas subterrâneas	30
4.1.2	Ocupação do solo urbano e inundações	33
4.1.3	Técnicas compensatórias.....	35
4.1.3.1	Técnicas compensatórias estruturais e não estruturais.....	37
4.1.3.2	Desenvolvimento de Baixo Impacto (Low Impact Development - LID)	41
4.1.3.3	Desenho urbano sensível à água – Water Sensitive Urban Design (WSUD)	45
4.1.4	Drenagem urbana no Brasil	46
4.1.4.1	Canalizações de rios e córregos urbanos no Brasil.....	48
4.2	Gestão integrada de drenagem urbana	54
4.2.1	Bacias Hidrográficas como unidade de gestão.....	55
4.2.2	Participação popular no processo de Planejamento e Gestão da drenagem.....	65
5	Materiais e Métodos.....	68
5.1	Materiais consultados	71
5.2	Levantamentos	72
5.3	Critérios para o recorte de análise das bacias de contribuição no município de Franca/SP.....	72
6	Resultados e discussões	74
6.1	Legislações Federal relacionadas à drenagem urbana.....	74
6.1.1	Lei Federal nº 6.766, de 19 de dez. de 1979.....	74
6.1.2	Política Nacional de Recursos Hídricos – Lei Federal nº 9.433, de 8 de jan. de 1997.....	74
6.1.3	Estatuto da Cidade – Lei Federal nº 10.257, de 10 de jul. de 2001	75
6.1.4	Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico – Lei Federal nº 11.445, de 5 de jan. de 2007	75
6.1.5	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – Lei Federal nº 12.608, de 10 de abril de 2012	76

6.1.6	Novo Código Florestal – Lei 12.651/2012.....	77
6.1.6	Novo Marco do Saneamento Básico – Lei Federal nº. 14.026 de 15 de julho de 2020.....	77
6.2	Legislações Estaduais relacionadas à drenagem urbana	80
6.3	Estudo de caso de Franca/SP	82
6.3.1	Aspectos gerais do município.....	83
6.3.2	Hidrografia do município	84
6.3.3	Rede de drenagem do município	89
6.3.4	Ocupação das áreas de fundo de vale	92
6.3.5	Legislações na esfera Municipal	103
6.3.6	O Plano Municipal de Drenagem Urbana	105
6.3.7	O Plano Diretor do Município	113
6.3.8	Caracterização da área de estudo	119
6.3.9	Bacia de contribuição do Córrego dos Bagres	121
6.3.9.1	Ocupação das áreas de fundo de vale e os episódios de inundação	122
6.3.9.2	Medidas estruturais de drenagem existentes na bacia do Córrego dos Bagres ..	124
6.3.9.3	Uso e ocupação do Solo	128
6.3.9.4	Densidade de ocupação	129
6.3.9.5	Topografia	130
6.3.9.6	Medidas não-estruturais e compensatórias no controle de cheias da bacia de drenagem do Córrego dos Bagres	133
6.3.9.7	Análise e propostas de intervenção sobre a bacia do Córrego dos Bagres.....	133
6.3.10	Bacia do Córrego Cubatão.....	135
6.3.10.1	Ocupação das áreas de fundo de vale e os episódios de inundação na bacia do Cubatão.....	136
6.3.10.2	Medidas estruturais de drenagem existentes na bacia do Córrego Cubatão	137
6.3.10.3	Uso do Solo e ocupação	142
6.3.9.4	Densidade de ocupação	144
6.3.10.5	Topografia.....	145
6.3.10.6	Medidas não-estruturais e compensatórias no controle de cheias da bacia de drenagem do Córrego dos Bagres	147
6.3.10.7	Análise e propostas de intervenção sobre a bacia do Córrego dos Bagres.....	147
6.3.11	Medidas a montante e sobre as futuras áreas de expansão	148
6.3.11.1	Áreas a montante – Córrego dos Bagres	148
6.3.11.2	Áreas a montante – Córrego Cubatão.....	151

6.3.12 A aplicação de instrumentos e estratégias compensatórias de drenagem nas áreas de estudo (sub bacias dos córregos Bagres e Cubatão).....	159
6.3.12.1 Pagamento por Serviços Ambientais como um instrumento de drenagem.....	160
7 Diretrizes	165
8 Considerações finais.....	169
9 Referências Bibliográficas.....	171
10 ANEXOS E APENSOS.....	182
APENSO I – LEVANTAMENTO ACERCA DAS LEGISLAÇÕES NAS ESFERAS FEDERAL, ESTADUAL (SÃO PAULO) E MUNICIPAL (FRANCA/SP).....	182
ANEXO A – ESTUDO PRELIMINAR DE MALHA VIÁRIA.....	197
ANEXO B – CADASTRO DE DRENAGEM URBANA	198
ANEXO C – MAPA DE ZONEAMENTO.....	199
ANEXO D – MAPA ÁREAS DE EXPANSÃO URBANA FRANCA – SP.....	200

1 Introdução

A relação entre a urbanização e a água remonta à formação dos primeiros centros urbanos. Em diferentes momentos da história do desenvolvimento das cidades, a proximidade de cursos d'água com as áreas urbanizadas tem sido entendida como primordial para o abastecimento, a defesa, o transporte de mercadorias, suprimentos e resíduos. A relação da água com o meio urbano pode ser considerada, em muitos níveis, paradoxal com os processos de urbanização, tendo em vista que do mesmo modo que esta é vital para o funcionamento das cidades, ela também se impõe como um limitador face a expansão da ocupação antrópica do ambiente. Tendo em vista estes desafios postos por essa relação, é primordial que o processo de urbanização seja acompanhado pela gestão eficiente da drenagem, o que em muitos casos não se verifica. Como consequência disso, derivam-se tanto os problemas de drenagem nos centros urbanos quanto à degradação dos recursos hídricos que neles permeiam (MIGUEZ, VERÓL E CARNEIRO, 2012).

As inundações, consideradas fenômenos recorrentes em rios, córregos e demais cursos d'água, fazem parte de uma dinâmica natural e sazonal. Tamanha é a importância ambiental deste ciclo, que os regimes hidrológicos dos rios moldam os ecossistemas locais de diversas maneiras, que vão desde modificações geomorfológicas, da paisagem fluvial, até no modo como se dá a vida de todos os seres vivos que de alguma forma se relacionam com essas regiões (MONTROYA et al, 2011). Por sua vez, quando relacionadas ao meio urbano, as inundações podem trazer diversas consequências e perdas de cunho econômico, social e ambiental. Neste contexto, os sistemas de drenagem aparecem como elementos centrais na infraestrutura urbana das cidades. Caso esses equipamentos não apresentem um bom funcionamento, as áreas urbanas ficam sujeitas às inundações, problemas de saúde e de saneamento, e a interrupção dos serviços básicos (MIGUEZ, VERÓL e CARNEIRO, 2012).

Sob o ponto de vista histórico, o avanço da industrialização e o consequente crescimento acelerado das cidades europeias, faz com que as questões ligadas à salubridade dos espaços urbanos passem a ganhar notoriedade no cenário do planejamento urbano, o que resulta no surgimento de diversas políticas higienistas a partir do século XIX. Fundamentando-se nesses conceitos e tomando com pretexto a

chamada teoria dos “miasmas”¹, a presença da água no meio urbano passa a ser encarada de modo patogênico, e assim sendo, algo a ser afastado do convívio da população por meio do rápido escoamento. Com o aumento significativo das áreas impermeabilizadas, os sistemas de drenagem passam a ter de lidar com os excessos pluviais de modo cada vez mais eficiente sob o ponto de vista do escoamento (CORREA, 2011; SILVEIRA, 2018).

No Brasil, as ideias higienistas dão origem ao modelo tradicional de drenagem, largamente difundido durante o final do século XIX e em boa parte do século XX, onde o foco era afastar as águas do meio urbano da maneira mais eficiente possível (TUCCI, 2003). Contudo, com o passar dos anos, a consolidação deste modelo demonstrou falhas estruturais na sua lógica de funcionamento e os frequentes episódios de inundação experienciado por diversas cidades em período de chuvas intensas levaram, finalmente, ao reconhecimento da insustentabilidade do modelo de drenagem urbana higienista (SILVEIRA, 2018).

Com o acelerado processo de urbanização ocorrido nas cidades brasileiras após a década de 50, onde o percentual da população que vive em áreas urbanas passa de 36% para aproximadamente 84% (conforme o último censo realizado em 2010)², tem-se ao longo dessas décadas uma vasta expansão das malhas urbanas nas cidades de todo o país, fator que culminou no aumento expressivo da impermeabilização do solo nesses centros urbanos. Com mais áreas pavimentadas, naturalmente a água que infiltraria no solo passa a escoar pela superfície, e o seu acúmulo origina as chamadas inundações urbanas (TUCCI, 2003; JHA; BLOCH; LAMOND, 2012).

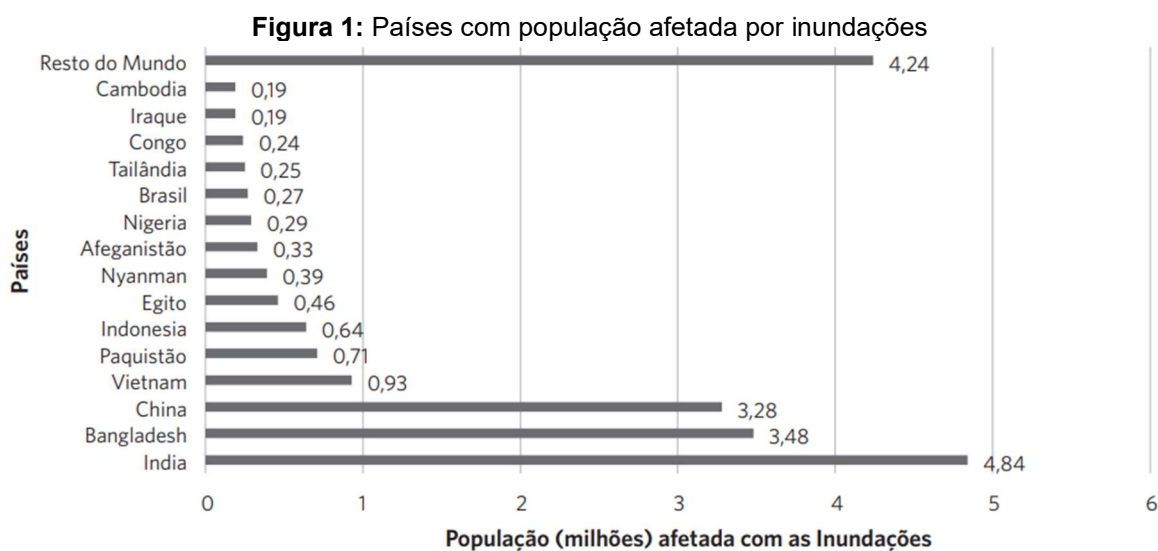
De outro modo, além de representar um dos pilares estruturais do planejamento urbano, a drenagem também pode ser encarada como um parâmetro para medir os problemas resultantes da expansão urbana desordenada. A falta de articulação entre os condutos, a sobrecarga nas estruturas existentes e a aplicação de estratégias de manejo hídrico voltadas ao rápido escoamento do volume precipitado, são elementos

¹ No Séc. XVII, o inglês Thomas Sydenham (1624-1689) estudou as enfermidades epidêmicas provenientes dos pântanos, denominadas como “febres”, associando-as a diferentes partículas infecciosas. Já Giovanni Maria Lancisi (1654-1720) designou como “miasmas” os odores presentes em áreas alagadiças, os quais eram resultantes do processo de putrefação de matéria orgânica presente nesses locais. A partir da associação das ideias contidas no pensamento desses dois estudiosos da época, derivou-se a teoria miasmática, a qual foi superada ao passo que novas descobertas no campo da microbiologia foram sendo feitas (MARTINS, 1997).

² Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens%20/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>

sintomáticos para que se constate o distanciamento existente entre as ações de planejamento do uso e da ocupação do solo com o manejo hídrico local (BRASIL, 2006; TUCCI, 2003)

Na escala global, todos os anos uma significativa parcela da população mundial sofre com problemas decorrentes do mau funcionamento dos sistemas de drenagem. A partir de uma ferramenta denominada Aqueduct Global Flood Analyzer, a qual foi desenvolvida por uma parceria conjunta de cinco instituições (World Resource Intitute (WRI); Deltares; Istituto de Estudos Ambientais da VU University Amsterdam; Utrecht University e Agência de Avaliação Ambiental dos Países Baixos), no ano de 2010 foi feita uma relação de 164 países, os quais apresentavam fragilidades e problemas decorrentes da drenagem. Dentre estes, é possível verificar que os 15 primeiros países relacionados abrigam 80% de toda a população que é afetada anualmente por enchentes, inundações e alagamentos no mundo, estando o Brasil na 6º (sexta) colocação dentre os países levantados. Os levantamentos apontam, ainda, que cerca de 20 milhões de pessoas sofrem anualmente com as inundações. Nesta lista, o Brasil ocupa a 11ª posição, com cerca de 270 mil pessoas afetadas anualmente³.

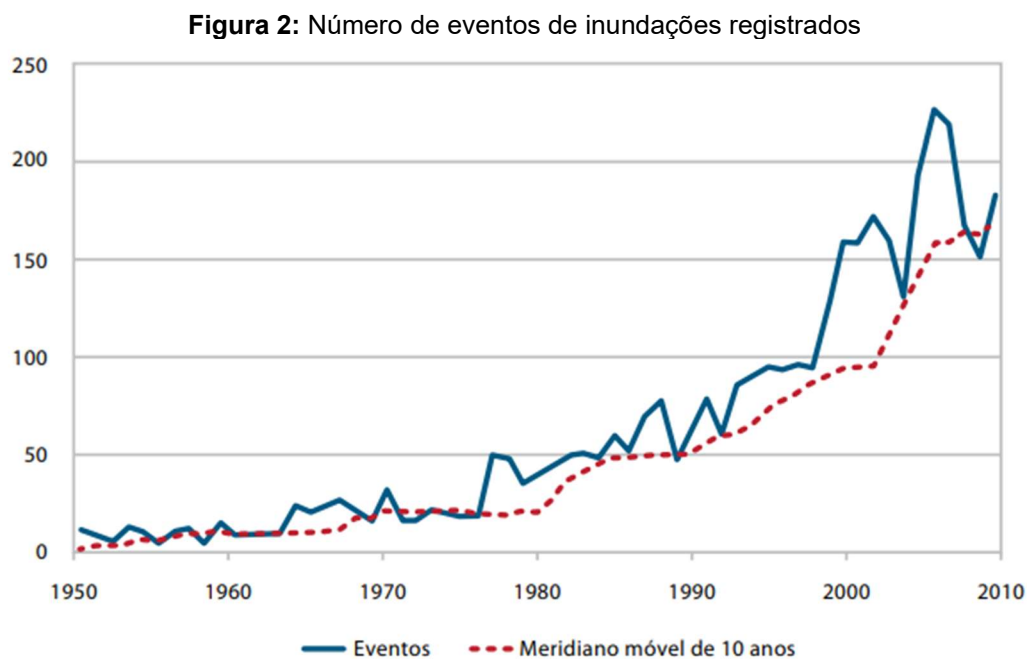


Fonte: WRI, 2015.

Sendo o mais frequente dos desastres naturais verificados em todo o mundo, o fenômeno das inundações tem sofrido um aumento significativo nos últimos vinte anos. Com isso, o contingente de pessoas afetadas pelos eventos de inundação tem

³ Wolrd Resorces Institute 2015; Winsemius, H.C., et al., Ward P.J., et al., 2013.

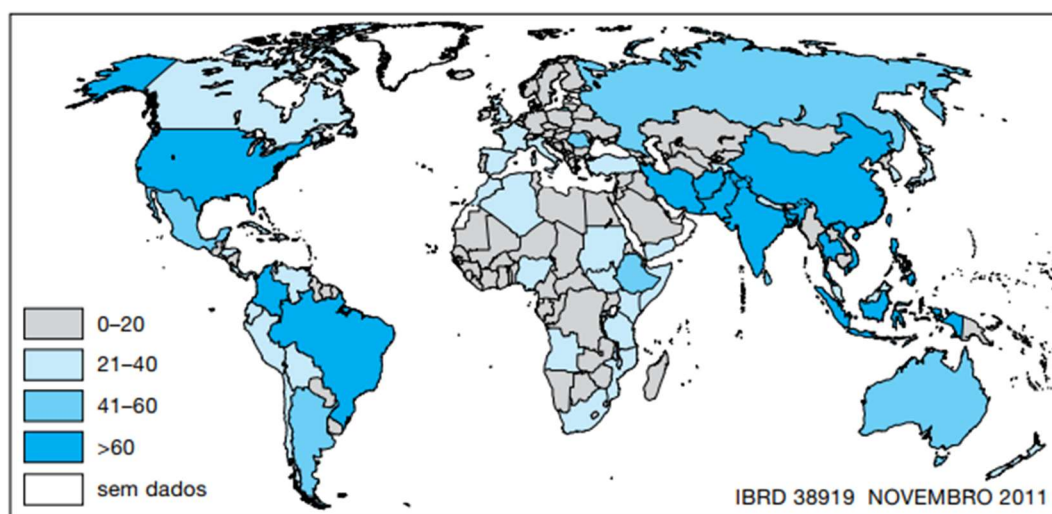
igualmente aumentado, assim como os prejuízos financeiros e ativos segurados também se elevaram durante todo este período (JHA; BLOCH; LAMOND, 2012). O gráfico representado na Figura 2 demonstra a ocorrência desses eventos hidrológicos entre as décadas de 1950 e de 2010.



Fonte: EM-DAT/CRED, 2013.

Dentro do cenário mundial, nota-se que o Brasil se apresenta com um dos países mais afetados por inundações. Conforme o levantamento feito pelo Centro Internacional de Pesquisas Epidemiológicas e de Desastres, instituição ligada à Universidade Católica de Louvain – Bélgica e à Organização Mundial da Saúde (OMS), nota-se que em uma série histórica entre 1970 e 2011, o país apresenta uma recorrência de mais de 60 (sessenta) episódios de inundação por ano, conforme é possível verificar no mapa representado na Figura 3.

Figura 3: Eventos de inundação, 1970 – 2012.



Fonte: EM-DAT/CRED, 2013.

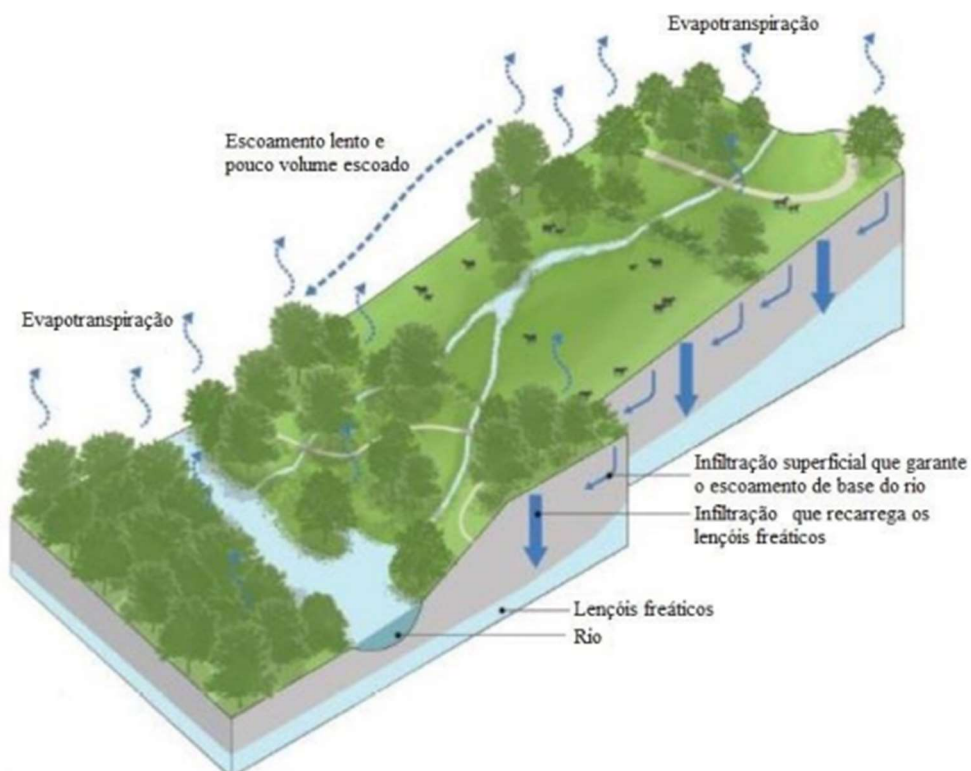
Ainda que os episódios de inundação representem um dos mais importantes problemas urbanos relacionados à drenagem, podem ser citados como impactos negativos da ação antrópica sobre o ciclo hidrológico, do mesmo modo:

- o aumento das áreas impermeáveis, que dificulta a absorção da água pelo solo gerando escoamento superficial do volume precipitado e dificultando a recarga do subsolo;
- Com o escoamento acelerado, o tempo de retenção da água no solo diminui, fazendo com que a taxa de evapotranspiração também seja reduzida. Desse modo, o regime hidrológico acaba sendo interrompido.
- Com o aumento da velocidade de escoamento das águas, há, ainda, o agravamento da erosão do solo. Esses processos favorecem a poluição das águas pluviais e, posteriormente, dos cursos d'água (OLIVEIRA, 2018; TUCCI, 2016).

Como efeito direto desse padrão de urbanização (demonstrado pelas Figuras 4 e 5), nota-se que há um rompimento no ciclo natural da água e o seu acúmulo sobre a superfície causado pela excessiva pavimentação do solo. Para Righetto (2009), o controle desse volume acumulado não pode se limitar ao princípio tradicional dominante, onde se promove o rápido escoamento das águas pluviais e o seu afastamento de pontos críticos, mas sim de um conjunto de ações de natureza estrutural em somatória a soluções não-estruturais, além do planejamento e da gestão

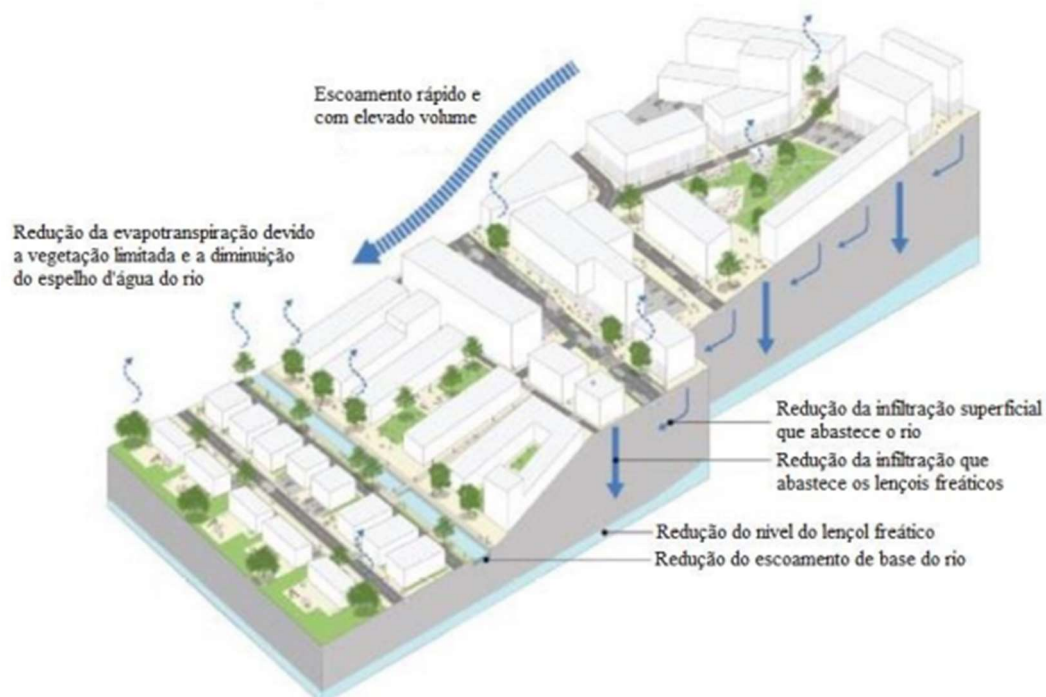
do uso do solo, desenvolvimento de legislações específicas e de ações de fiscalização eficientes.

Figura 4: Bacia hidrográfica antes da urbanização



Fonte: MENDES, 2019.

Figura 5: Bacia hidrográfica pós urbanização



Fonte: MENDES, 2019.

Sob o ponto de vista do planejamento urbano, nota-se que os investimentos ligados a drenagem estão muito mais vinculados a reparação aos danos causados por inundações do que em investimentos na rede e em políticas de gestão da pauta, como do mesmo modo medidas mitigadoras de longo prazo são frequentemente ignoradas pelo poder público (KOBAYAMA, 2006; PELEGRINI, 2022). Políticas preventivas, como a formulação de Planos Diretores de Drenagem Urbana (PDDrU) ainda são uma realidade muito recente nas cidades brasileiras, sendo verificado esse tipo de instrumento majoritariamente em grandes centros (TUCCI, 2012).

De maneira mais ampla, nota-se que a combinação das práticas convencionais e estruturais de engenharia somadas às soluções sustentáveis atreladas às práticas não-estruturais e compensatórias se mostram como alternativas viáveis para uma gestão mais resiliente aos eventos extremos e ao aumento do escoamento superficial ocasionado pela expansão urbana nas bacias e sub bacias. Por outro lado, se faz clara a necessidade de aproximação e integração das políticas de ocupação do solo com as estratégias de manejo hídrico das águas pluviais urbanas, bem como a articulação entre os instrumentos legais e burocráticos e com os órgãos responsáveis pela pasta (TUCCI, 2012; Massoud et al., 2004; PIZZELA et al, 2013).

2 Justificativa

Neste sentido verificam, em vista a realidade apresentada em diversas cidades brasileiras (onde o distanciamento existente entre o planejamento urbano e a gestão e o manejo hídrico das águas pluviais e em decorrência de um intenso processo de urbanização, graves problemas de drenagem, como alagamentos e inundações. Em decorrência, estabeleceu-se a necessidade da incorporação (na política urbana a nível municipal e regional), da drenagem enquanto elemento estrutural para a gestão e planejamento da ocupação e o uso do solo nos municípios. Nesse sentido, dispositivos como os Planos Diretores, Planos Diretores de Drenagem, Planos Diretores de Macrodrenagem, além dos Planos municipais de Saneamento e dos Planos municipais de gestão de Resíduos Sólidos são elementos que passaram a compor uma política no campo do saneamento em suas diversas esferas. Desse modo, levando em consideração todo esse aparato legal e burocrático, se faz necessária a articulação entre todos esses dispositivos, a fim de com isso alcançar o manejo eficientes das águas pluviais e fluviais urbanas (tanto no ponto de vista técnico quanto ambiental). Já em uma escala regional, notou-se que a adoção de Planos de Gestão Integrada da Drenagem ainda atualmente se restringe apenas às cidades de grande porte (como é o caso da Região Metropolitana de São Paulo e os conglomerados formados pelas cidades da região metropolitana de Campinas e da Baixada Santista).

Uma apropriação desse modelo de gestão em cidades de médio (tal como o presente caso) e até mesmo pequeno porte se mostra cada vez mais fundamental tanto para lidar tanto com os problemas oriundos do modelo de ocupação e de manejo hídrico adotado ao longo das últimas décadas, quanto para planejar a expansão de modo articulado de diferentes centros urbanos correlacionados territorialmente.

Sob o ponto de vista técnico, neste contexto, mostra-se necessário um distanciamento cada vez maior, sobretudo diante de cenários de mudanças climáticas, de práticas da gestão tradicional da drenagem e a incorporação de novos elementos que se mostrem mais favoráveis ao controle do volume precipitado na fonte e às demandas vinculadas à sustentabilidade.

A multiplicidade de questões relacionadas ao tema, tal como a grande quantidade de demandas aqui levantadas apontam para a necessidade, considerando particularmente o objeto do presente estudo, qual seja, o município de Franca, de

maiores discussões e da construção de materiais que possam contribuir para a construção de cenários onde seja possível a construção de abordagens multilaterais e correlacionadas para o tema (Figura 5).

Por fim, a partir do exposto na figura acima, em especial, torna-se evidente que o modelo de drenagem tradicional baseado nos princípios higienistas não é capaz oferecer respostas eficientes ao contexto urbano das cidades contemporâneas, quer seja pela incompatibilidade da dinâmica hídrica dos corpos d'água com a ocupação e o uso do solo, quer seja pela insuficiência da infraestrutura instalada (CANHOLI, 2005; TUCCI, 2003).

Dessa maneira, uma rediscussão com respeito ao universo de soluções técnicas e de gestão, em que as estruturas dos sistemas de drenagem sejam capazes de se reestruturarem de modo a acompanhar as modificações experimentadas no contexto urbano, assim como que estejam alinhadas às demandas por sustentabilidade pautadas na realidade do século XXI, são vitais para a garantia da qualidade de vida da população e para a estruturação da vida nas cidades.

3 Objetivos

3.1 Objetivos gerais

Propor diretrizes que contribuam para a melhoria das condições de drenagem urbana em municípios de pequeno e médio porte, baseando-se na premissa da gestão integrada entre os diversos órgãos e agentes na escala municipal e regional, bem como na incorporação da drenagem como um elemento estruturante para as políticas de uso e ocupação do solo.

3.2 Objetivos específicos

1. Correlacionar as legislações na esfera Federal e Estadual (em São Paulo), tendo em vista compreender a integração existente entre estas e o seu impacto sobre as condições de drenagem sob o ponto de vista da gestão urbana;
2. Correlacionar as legislações nas esferas Estadual e Federal com os instrumentos de drenagem (Estruturais, não estruturais, compensatórios, Desenvolvimento de Baixo Impacto - LID, entre outros).
3. Propor a incorporação de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) como um instrumento de gestão vinculado à drenagem urbana.
4. Propor diretrizes para a melhoria das condições de drenagem em cidades de pequeno e médio porte.
5. Como produto da pesquisa, tem-se o desenvolvimento de diretrizes contendo todos os pontos levantados para a promoção da melhoria das condições da drenagem no município de Franca/SP.

4 Revisão Bibliográfica

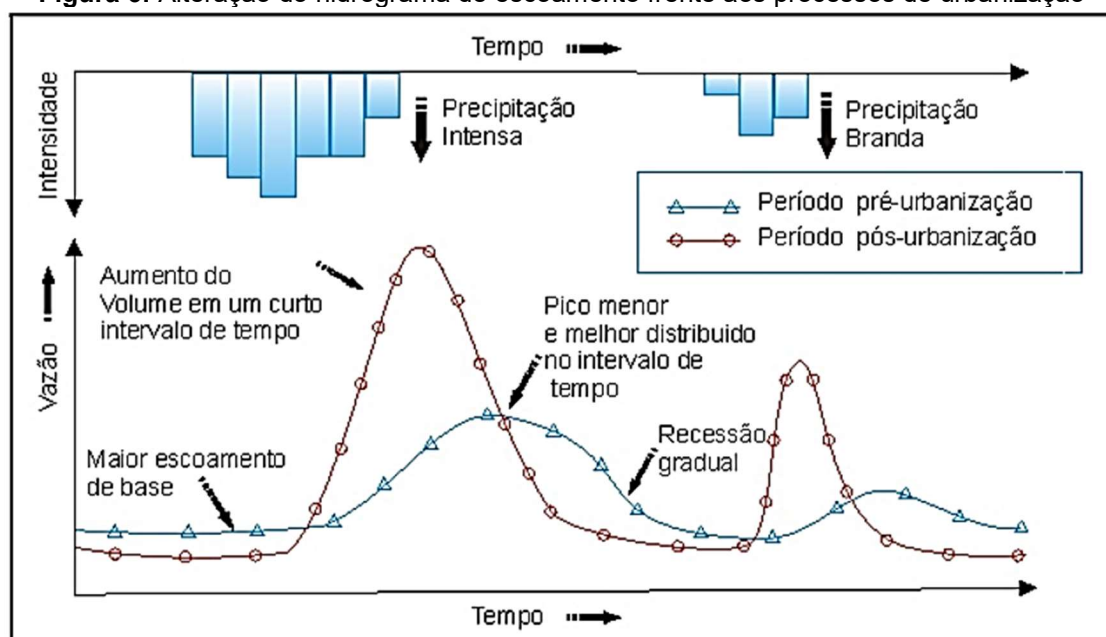
Para a realização da revisão bibliográfica do trabalho, inicialmente são tratados os aspectos da drenagem vinculados aos processos de urbanização, bem como das implicações notadas nesses processos. Após, em uma segunda partem, são tratados os aspectos da gestão da drenagem sob o ponto de vista técnico, administrativo e legal.

4.1 Drenagem e os processos de urbanização

Pensando em um contexto global, onde estima-se que até o ano de 2025 entorno de 57,2% de toda a população mundial vivará em cidades, e que até o ano de 2050 esse percentual deve saltar para 69,6 %, é possível verificar que essa migração da população certamente acarretará na expansão das malhas urbanas já existente nas cidades, e que essa expansão implica novos desafios no contexto do manejo das águas pluviais (ONU, 2009).

Já no contexto brasileiro, esse percentual é ainda mais expressivo, visto que até o ano de 2010 (data do último censo realizado), cerca de 84,4% da população já residia nas cidades. Esse índice deve avançar para impressionantes 91,1 % até o ano de 2030 (IBGE, 2010; IBGE, 2022).

Os processos de urbanização e especialmente o parcelamento do solo urbano em frações menores, favorecem a edificação e pavimentação do solo, que por sua vez contribui com o aumento do escoamento das águas pluviais. Conforme a área urbanizada vai aumentando, a tendência é de que a vazão da água nos rios e córregos aumente exponencialmente, exatamente pelas modificações feitas no solo. O hidrograma a seguir (Figura 6) demonstra a relação entre os picos de vazão em áreas rurais e urbanas.

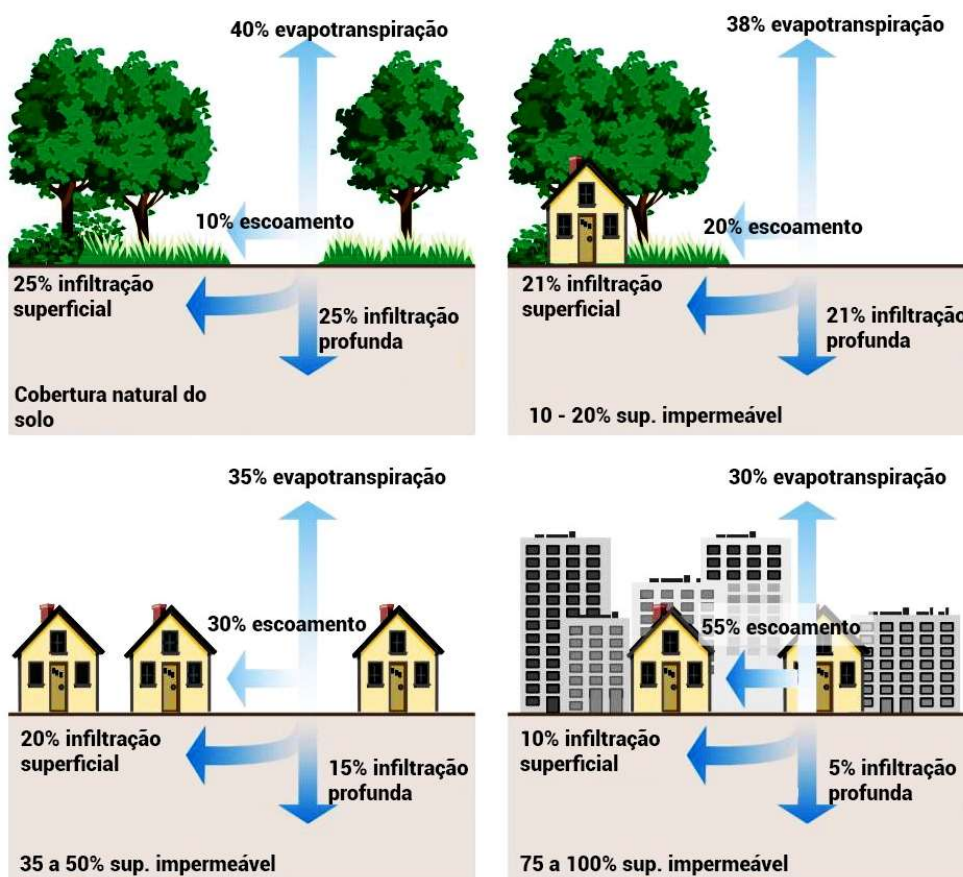
Figura 6: Alteração do hidrograma de escoamento frente aos processos de urbanização

Fonte: REIS, 2005.

Os picos de vazão tratados pelo gráfico da Figura 6 estão diretamente relacionados à capacidade do solo absorver a água nele depositada e ao escoamento do excedente pela superfície. Dependendo dos regramentos e métodos de planejamento aplicados durante a ocupação de uma determinada área urbana, as mudanças físicas no terreno podem alterar significativamente o escoamento superficial, resultando em um montante de mais de 50% da precipitação total na área. Outro ponto a ser considerado, são as obras de drenagem que visam eliminar pontos de inundação, uma vez que essas promovem o rápido escoamento superficial das águas pluviais para além da área afetada. Todas essas alterações, dependendo do nível de desenvolvimento e os métodos de planejamento utilizados no local, assim como a alteração das condições físicas, podem resultar em um aumento significativo de escoamento superficial para aproximadamente 55% da precipitação total (conforme esquema representado na Figura 6). Além disso, os sistemas de drenagem local que são construídos para eliminar possíveis inundações, também podem resultar no aumento do escoamento superficial (FISRWG, 2001). O solo, o qual antes de ser impermeabilizado recebia a água proveniente de precipitação e essa água escoava superficialmente de maneira mais lenta, fazendo com que uma porção considerável da mesma infiltrasse, fosse interceptado pela vegetação ou sofresse evapotranspiração, passa a reter uma quantidade maior de água na superfície (SILVA,

2009). A figura a seguir (Figura 7) apresenta os diferentes cenários do ciclo hidrológico em áreas não urbanizadas e com diferentes níveis de urbanização.

Figura 7: Relação entre infiltração e Escoamento Superficial



Fonte: FISRWG, 2001. Adaptado pelo autor.

A urbanização das cidades brasileiras também passou, ao longo dos séculos, por diversos desafios da gestão da drenagem urbana. De acordo com Braga (2003), o modo como os municípios brasileiros se desenvolveram foi responsável por gerar grandes problemas ambientais. Conforme aponta o autor, o processo de urbanização modifica diversos elementos da paisagem: o solo, a vegetação, a geomorfologia, a fauna, a hidrografia e até mesmo o clima (BRAGA, 2003). Ao discorrer sobre o assunto, o Braga elencou os principais problemas a partir de um quadro, a qual está disposta a seguir (Quadro 1):

Quadro 1: Principais impactos ambientais da urbanização

Elementos do meio	Principais efeitos/processos
Solo	Impermeabilização, contaminação e erosão.
Relevo	Movimentos de massa e subsidência
Hidrografia	Desregulação do ciclo hidrológico, enchentes, inundações, poluição de mananciais e contaminação de aquíferos.
Ar	Poluição (principais poluentes: SO ₂ , CO, material particulado)
Clima	Efeito estufa, ilhas de calor e desumidificação
Vegetação	Desmatamento, redução da diversidade e plantio de espécies inadequadas
Fauna	Redução da diversidade, proliferação de fauna urbana e zoonoses
Homem	Estresse, doenças urbanas (infecciosas, degenerativas, mentais), violência urbana.

Fonte: BRAGA, 2003.

Sob o ponto de vista do gerenciamento urbano, as consequências desse processo sofrido pelas cidades brasileira, é o aumento significativo dos níveis máximos de rios, córregos e canais, ocasionado pela elevada impermeabilização do solo, além da diminuição da infiltração da água, o que dificulta a recarga dos aquíferos, alterando, assim, todo o ciclo natural hidrológico (FENDRICH, 2009).

Já Tucci (2002) descreve a urbanização brasileira como sendo baseada em aspectos como a expansão irregular da malha urbana, a pouca obediência aos regramentos, além de projetos de drenagem inadequados (especialmente quando o assunto são as canalizações). O conjunto desses fatores, de acordo com o autor, tem provocado impactos sociais significativos.

Tucci (2008) ainda ressalta que o avanço da urbanização desencadeia os seguintes impactos sobre o meio:

1. Aumento das vazões máximas, uma vez que há a elevação da capacidade de escoamento causados pela impermeabilização das superfícies e pela criação de canais condutores.
2. Piora na qualidade da água superficial e subterrânea, visto que o transporte de materiais sólidos, ligações clandestinas de esgotos e outros elementos contribuem com a poluição das águas.
3. Aumento de sedimentos causados pela falta de proteção das superfícies e pela produção de resíduos sólidos (lixo).

Dessa maneira, é possível verificar que a urbanização por si só traz imbuída em sua natureza, uma gama de implicações negativas sobre o meio onde essas

intervenções estão sendo aplicadas. Quando o uso e a ocupação do solo ocorrem sem o devido ordenamento e disciplina urbanística, certamente tais efeitos se potencializam. Se por um lado a retenção das águas pluviais na superfície do solo (ocasionando o seu acúmulo sobre as áreas impermeabilizadas) se manifesta como um importante problema na drenagem urbana, por outro, a diminuição da permeabilidade e da infiltração das águas também se configura como um relevante problema ambiental.

4.1.1 Impacto da urbanização nas águas subterrâneas

Dentre as diversas modificações que os processos de urbanização impõem ao meio natural, dentro do contexto da drenagem, destaca-se a pavimentação do solo como uma das modificações mais significativas no ciclo hidrológico, visto que além do acúmulo de água na superfície e o aumento do escoamento, a impermeabilização faz com que parte do ciclo natural da água seja interrompido. Se após o processo de precipitação, a água supostamente cairia sobre o solo e seria absorvida aos poucos pelo mesmo, tendo como destino final os reservatórios subterrâneos, em um ambiente pavimentado há uma ruptura nesse processo.

Com a quebra do ciclo, há uma diminuição nas áreas de recarga do lençol freático e a conseqüente diminuição no volume drenado. A esses reservatórios de água, dá-se o nome de águas subterrâneas. A luz o entendimento da legislação estadual de São Paulo - Lei n.º 6.134/88, art.1º, parágrafo único, destaca-se que “[...]São consideradas águas subterrâneas as águas que corram natural ou artificialmente no subsolo, de forma suscetível de extração e utilização pelo homem” (SÃO PAULO (Estado), 1988).

Conforme descrito no texto da referida Lei, nota-se que tais reservatórios possuem grande importância para o consumo humano. Fato é, que muitos municípios brasileiros captam boa parte da água utilizada no abastecimento da população dos reservatórios subterrâneos, como é o caso da cidade de Ribeirão Preto no interior de São Paulo, onde praticamente toda a demanda de abastecimento do município ocorre a partir da extração de água do Aquífero Guarani (INSTITUTO GEOLÓGICO DE SÃO PAULO, s/d).

Desse modo, tendo em vista o exposto, levanta-se a discussão de que se por um lado o consumo das águas subterrâneas é necessário para manter o

abastecimento de diversas cidades, por outro a recarga do subsolo é fundamental para a manutenção do abastecimento do lençol freático e de aquíferos. Desta forma, se mostra fundamental a adoção de novas estratégias para os processos de urbanização, as quais devem se ocupar de garantir adequados índices de permeabilidade no solo para a manutenção do funcionamento do ciclo hidrológico. A não adequação dessas situações põe em risco a garantia de tais recursos às populações futuras, que não poderão disfrutar desses mesmos recursos que estão sendo extraídos desses reservatórios.

Outro fator a ser considerado é a qualidade da água que chega aos reservatórios subterrâneos e os possíveis focos de contaminação dos mesmos. De acordo com a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, a infiltração de contaminantes no solo pode ocorrer por inúmeras causas e de diversos modos, sejam eles acidentais, intencionais ou até mesmo por negligência (como no caso de vazamentos de substâncias, explosões, descartes/despejos de resíduos, entre outros). Sobre a escala de influência em que esses contaminantes podem se espalhar, ressalta-se que os focos de poluição podem ser pontuais (como é o caso de vazamento de tanques de combustível, por exemplo), afetando com isso um local restrito de forma concentrada; assim como eles podem ser difusos, como é o caso da aplicação de fertilizantes, pesticidas e demais tipos de agrotóxico, além de vazamentos na rede coletora de esgoto, onde tem-se a difusão desse material por uma área maior (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2014).

Transferindo a discussão para o campo da drenagem, nota-se que além de garantir a permeabilidade do solo em área urbana, um dos grandes desafios da gestão ambiental das águas subterrâneas é evitar que substâncias potencialmente contaminantes chegue até as camadas mais profundas do subsolo atingindo o lençol freático. Segundo Foster et al. (2006), o acúmulo das águas subterrâneas se origina a partir do volume excedente das águas pluviais que infiltra direta ou indiretamente no solo. Dessa maneira, as atividades que se desenvolvem na superfície certamente implicam na qualidade das águas subterrâneas. Isso ocorre devido a materiais contaminantes que infiltram no solo junto com água, os quais são frutos das atividades humanas desenvolvidas em meio urbano ou rural. Com a perda das camadas de cobertura vegetal no solo, esses materiais excedem a capacidade atenuante do solo e se encaminham para as camadas mais profundas. A figura a seguir (Figura 8) representa o modo como a dinâmica urbana pode contaminar as águas subterrâneas.

Figura 8 - Processos de poluição da água subterrânea em meio urbano



Fonte: FOSTER et al, 2006. Adaptado pelo autor.

Como é possível verificar na imagem, uma das fontes contaminantes do subsolo apontadas pelo autor no esquema, são as redes de drenagem urbana. Isso se deve ao fato de que ao correr pela superfície, as águas pluviais carregam consigo uma quantidade significativa de sedimentos e de resíduos que ao infiltrarem no solo podem ocasionar a contaminação do lençol freático. Conforme descrito por Dotto (2006), as áreas pavimentadas (como ruas, calçadas entre outras) se convertem em uma fonte crítica de sedimentos em meio ao ambiente urbano. Com isso, tais materiais são transportados pelos sistemas de drenagem até as áreas onde esses elementos serão depositados, o que pode ocasionar impactos em diversos níveis, incluindo nas reservas subterrâneas de água.

A vulnerabilidade das reservas de água subterrâneas está relacionada a uma série de fatores que vão desde o tipo de aquífero (livre ou confinado), característica dos elementos que compõe os estratos que estão acima da zona saturada e a profundidade do nível da água. Já a poluição do lençol freático, pode ocorrer de dois modos: pelo transporte de elementos contaminantes pela água da chuva que se infiltra no solo, ou quando os poluentes já atingiram a reserva de água subterrânea e se desloca lateralmente, espalhando-se para outras áreas. Uma vez contaminadas, estas reservas demandam um elevado esforço e investimento financeiro para a recuperação. Desse modo, é de fundamental importância que a gestão e o controle da poluição como um todo seja associada a medidas de preservação desse recurso (DAEE, 1986; CETESB, 2021).

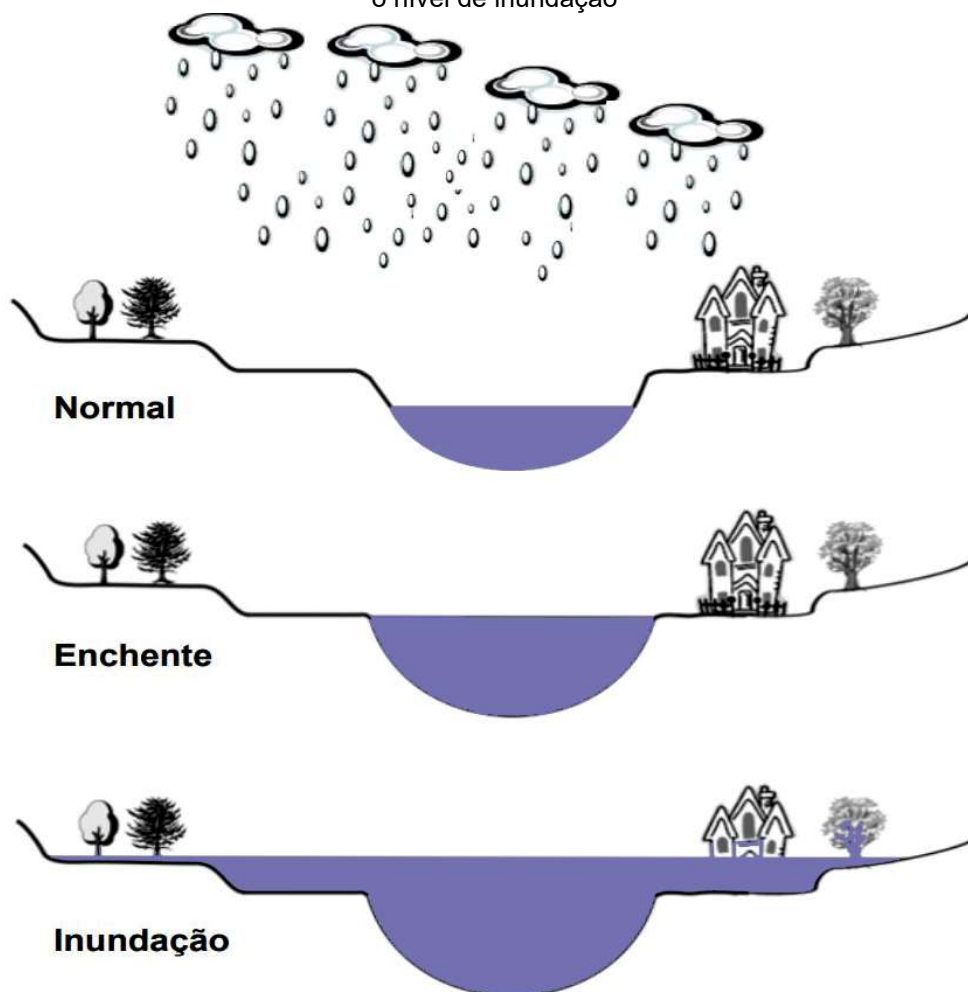
Em relação aos sistemas de drenagem que se utilizam da infiltração do volume da água no solo, TUCCI (2005) ressalta a importância do controle adequado tanto dos

sistemas condutores, visto que o entupimento de trechos da rede podem pressionar a água contaminada para fora dos condutores e atingir o solo, como também do adequado dimensionamento de elementos que utilizem técnicas de infiltração para o esgotamento da água, tendo em vista que caso ocorra a contaminação desse volume e o sistema de filtragem não atuar de modo eficaz, certamente o material contaminado poderá atingir os reservatórios subterrâneos.

4.1.2 Ocupação do solo urbano e inundações

A ocupação de áreas próximas a rios, córregos e demais cursos d'água, assim como a impermeabilização de grandes porções da superfície, impôs às comunidades a necessidade de compreender e respeitar a dinâmica hídrica desses locais. Dessa maneira, dentre as diversas questões ligadas à drenagem das águas, pode-se destacar como problemas inerentes à má gestão hídrica as inundações, enchentes e alagamentos. Apesar desses termos frequentemente serem aplicados equivocadamente como sinônimos, a distinção entre eles é bastante significativa. A palavra “enchente” é originada do verbo encher, que por sua vez deriva da expressão em latim *implere*, que significa “tornar cheio”, “cobrir”, “ocupar o vazio, a capacidade ou a superfície”. No contexto urbano, uma enchente deve ser entendida como a elevação das águas de um rio até a altura de suas margens, sem que ocorra, no entanto, o transbordamento. Já quando há o transbordamento do nível da água, o que se tem é uma inundação. Por fim, o alagamento é o acúmulo momentâneo de água na superfície, ocasionado por deficiências nos sistemas de drenagem local (GOERL; KOBAYAMA, 2005). Na imagem abaixo (Figura 9), é possível compreender as diferentes situações e a terminologia aplicada em cada situação.

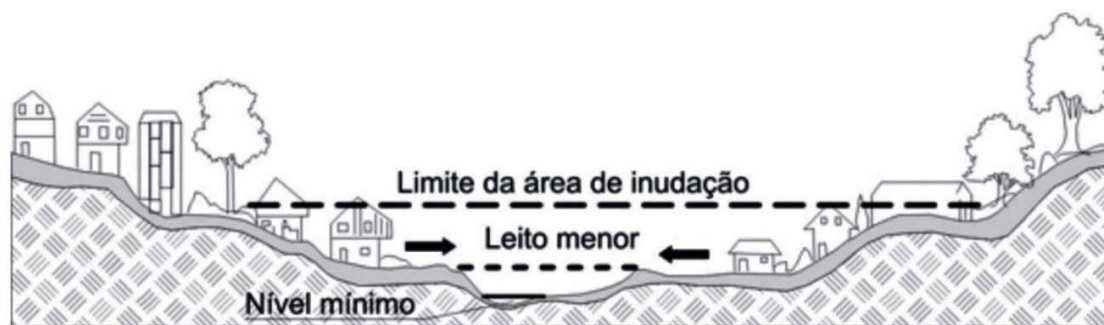
Figura 9 - Esquemas de elevação das águas de um rio provocadas pelas chuvas, do nível normal até o nível de inundação



Fonte: Goerl; Kobiyama, 2005.

Transportando as disposições apresentadas na figura anterior para o universo da drenagem urbana, é possível compreender de que modo as áreas ribeirinhas são afetadas com o aumento do nível das águas. Em um ambiente natural, esse processo favorece a irrigação e fertilização das áreas do entorno e promovem a manutenção das funções vitais daquele ecossistema. No entanto, em um ambiente construído, as áreas ribeirinhas se configuram como locais que necessitam de um cuidado maior durante o processo da ocupação do solo (MONTROYA et al, 2011). A figura abaixo (Figura 10) representa a configuração do leito de um rio.

Figura 10 - Configuração de um leito de um rio



Fonte: TUCCI, 2003

Na imagem, é possível observar que a área de inundação do rio extravasa, e muito, o nível mínimo da água, saindo do seu leito menor e ocupando o leito maior. Assim, toda a área delimitada está sujeita a ser atingida nos períodos de maior incidência de chuvas e, assim sendo, levando em consideração toda esta dinâmica é possível concluir que tais áreas não deveriam ter ocupação antrópica. Conhecendo esses processos e as consequências dele advindas, o planejamento dos processos de urbanização e a posterior ocupação do solo dessas áreas é fundamental para evitar danos sociais e econômicos aos ocupantes desses espaços (TUCCI, 2006).

4.1.3 Técnicas compensatórias

Técnicas Compensatórias ou melhores práticas de gerenciamento (BMPs) são métodos e técnicas projetados para mitigar os danos ao meio ambiente e, ao mesmo tempo, utilizar os recursos da maneira mais eficiente. O termo foi estabelecido durante o desenvolvimento da legislação internacional para controle da qualidade da água, mas também pode ser aplicado a outras áreas de conservação, como controle da qualidade do ar e conservação do solo. Em fundamento, portanto, são ações que compensam a grande quantidade de água pluvial escoada pela impermeabilização do solo urbano através da detenção e infiltração (DENNISON, 1995; BAPTISTA; BARRAUD; NASCIMENTO, 2011).

Os impactos indesejáveis do escoamento de águas pluviais podem ser controlados por esforços preventivos de gestão. A gestão de águas pluviais abrange uma série de medidas que envolvem a aplicação cuidadosa de princípios de projeto do local, técnicas de construção para evitar que sedimentos e outros poluentes sejam liberados e/ou entrem em águas superficiais ou subterrâneas, controles de fontes e

tratamento de escoamento para reduzir poluentes e minimizar o impacto de hidrologia alterada (EL-SAYED; OMRAN; NEGM, 2020).

Por muitos anos, as regulamentações federais e estaduais para os esforços de gestão das águas pluviais foram orientadas para o controle de inundações com medidas mínimas direcionadas para melhorar a qualidade do volume escoado, como sedimentos e controle de erosão e redução de poluentes. Os EUA reconheceram o problema da poluição difusa há muitos anos e estabeleceram disposições em uma grande emenda à Lei da Água Limpa em 1987, levando a programas nacionais de ação para resolver o problema. Ao longo dos anos, outras nações adentram a esta perspectiva, em especial os países europeus. No Brasil, a metodologia ainda é pouco difundida (EL-SAYED; OMRAN; NEGM, 2020).

O aumento da conscientização sobre a necessidade de melhorar a qualidade da água nas últimas duas décadas resultou no conceito de melhores práticas de gestão (BMPs), que são medidas destinadas a fornecer uma solução prática de uso e ocupação do solo para difundir os problemas de poluição de todas as fontes e setores (DALEY, 2003; RODRIGUES, 2020).

O objetivo dessas práticas é manter as características de pré-desenvolvimento o mais próximo possível, mesmo após a urbanização de um local, e/ou reduzir os impactos a níveis aceitáveis. Deve-se entender, neste contexto, que os BMPs não atuam apenas como controles para novos empreendimentos, mas essas práticas se aplicam igualmente a locais onde a ocupação já está consolidada, bem como às áreas que passaram por qualquer tipo de redensolvimento (DALEY, 2003; RODRIGUES, 2020). O conceito BMP tem os seguintes elementos-chave (DALEY, 2003; RODRIGUES, 2020): a necessidade de orientação que ofereça opções práticas de prevenção; as opções precisam ser definidas e as melhores práticas explícitas, em vez de interpretações individuais mal definidas do que é necessário; as opções devem ser descritas como melhores práticas, com base em pesquisa e experiência (RODRIGUES, 2020).

Desde o desenvolvimento dos BMPs, vários governos internacionais e locais adotaram profusão de leis, regulamentos e políticas para incentivar ou obrigar o uso de BMPs urbanos. Esses BMPs foram desenvolvidos e refinados para mitigar alguns, se não todos, impactos adversos associados a qualquer tipo de atividade de desenvolvimento/redensolvimento. As capacidades de cada BMP são únicas. Isso precisa ser reconhecido juntamente com suas limitações, e esses fatores, além das

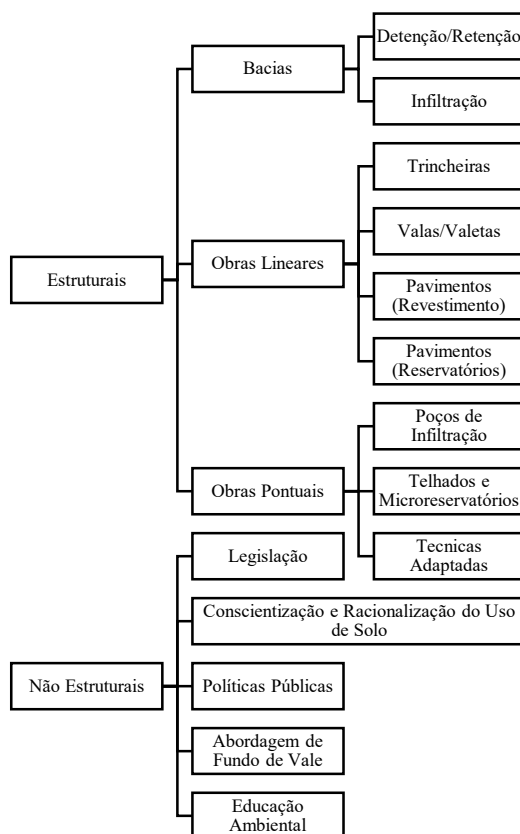
restrições físicas e sociais no local, precisam ser criteriosamente equilibrados com os objetivos gerais de gestão para a bacia em questão (DENNISON, 1995; BAPTISTA; BARRAUD; NASCIMENTO, 2011). No mínimo, o programa BMP desenvolvido deve se esforçar para cumprir o seguinte conjunto de critérios: reproduzir, tanto quanto possível, as condições hidrológicas naturais do córrego antes do desenvolvimento ou de qualquer alteração humana anterior; fornecer um nível moderado a alto de remoção para a maioria dos poluentes urbanos como um conjunto de BMPs na bacia hidrográfica, trabalhando em conjunto para alcançar a qualidade desejada da água receptora; ser apropriado para o local, dadas as restrições físicas; ser razoavelmente rentável em comparação com outros projetos; ter carga de manutenção futura aceitável e impacto neutro no ambiente natural do humano (DENNISON, 1995; BAPTISTA; BARRAUD, NASCIMENTO, 2011). Dito isto, subdividem-se as Técnicas Compensatórias em Estruturais e Não Estruturais.

4.1.3.11 Técnicas compensatórias estruturais e não estruturais

Em essência, ao verificar o panorama das técnicas compensatórias, nota-se que não há uma lista universal única de categorias de processos fundamentais (PFs). Contudo, pode-se fazer a discriminação destas em Técnicas Compensatórias Estruturais e Não Estruturais.

Por técnicas estruturais, compreende-se às obras destinadas à captação, armazenamento e transporte das águas pluviais. Já as medidas não estruturais, em essência, são ações (RIGHETTO, 2011).

A Figura 11, disposta a seguir, apresenta a composição clássica dessas técnicas, com base na visão de Baptista; Nascimento; Barrau (2011).

Figura 11: Estrutura de Técnicas Compensatórias

Fonte: Baptista; Nascimento; Barrau, 2011. Adaptado pelo autor, 2022.

Considerando tais procedimentos centrais, o Tabela 1 apresenta as Técnicas Estruturais diretamente aplicadas às águas pluviais e drenagem urbana, conforme verificado a partir da literatura aqui consultada (BAPTISTA; BARRAUD, NASCIMENTO, 2011; DAYLE, 2003; DENNISON, 1995; EL-SAYED; OMRAN; NEGM, 2020).

Tabela 1: Exemplificação de Principais BMPs estruturais (Drenagem)

BPM	DEFINIÇÃO
Instalações de biorretenção (pântanos construídos, bacias de pântano e canais de pântano)	Semelhante a outras instalações (lagoa, bacia ou canal) com mais de 50% de sua superfície ou fundo coberto por vegetação de várzea. Um canal de pântano é um canal projetado para fluir muito lentamente, sendo projetado para desenvolver vegetação de pântano densa em seu fundo.
Poços Secos	Poços secos são perfurados frequentemente através de camadas impermeáveis para atingir camadas permeáveis inferiores, preenchidas com meios porosos projetados para percolar a água da superfície para as águas subterrâneas.
Tiras de filtro	As tiras de filtro de grama, às vezes chamadas de biofiltros, bioswales ou faixas de buffer, são áreas com vegetação projetadas para filtrar a água drenada. A vegetação pode ser composta de gramíneas, prados, florestas, etc. Os principais mecanismos de remoção de poluentes são filtração, infiltração e sedimentação.

Swales de grama	Um swale, às vezes também chamado de bio-filtro ou bioswale, é um canal raso revestido de grama com pouca largura de fundo, projetado para fluxo raso perto da fonte do escoamento da tempestade.
Lagoas	As lagoas de retenção também são comumente conhecidas como “lagoas molhadas” porque têm uma lâmina permanente de água. Ao contrário das bacias de detenção, que secam entre as tempestades, as lagoas são estruturas em que a água é substituída em parte ou na totalidade por águas pluviais durante um evento de tempestade. O projeto dessas estruturas consiste na captura do volume escoado durante um evento de tempestade, o qual é liberado ao longo do tempo.
Cisternas	Barris de chuva ou cisternas atuam como dispositivos de armazenamento e retêm uma parte do escoamento para uso posterior, como irrigação ou uso como água cinza.
Trincheiras de Infiltração	As valas de percolação ou infiltração podem ser descritas como valas preenchidas com meios porosos projetados para estimular a rápida percolação do escoamento para as águas subterrâneas. Uma trincheira de infiltração pode captar um determinado volume de escoamento de águas pluviais e infiltrá-lo no solo, transferindo esse volume da superfície para o fluxo de águas subterrâneas.
Detenção Estendida	As bacias secas de detenção estendida são projetadas para esvaziar completamente em algum momento após o término do escoamento das águas pluviais. São adaptações das bacias de detenção utilizadas para controle de enchentes. A principal diferença está no design; a bacia de detenção estendida usa uma saída muito menor que estende o tempo de detenção para eventos mais frequentes, a fim de facilitar a remoção de poluentes. O termo “seco” implica que não há nenhuma piscina permanente significativa de água entre os eventos de escoamento de chuva. Múltiplos usos (por exemplo, recreação) são possíveis para terrenos ocupados por instalações de detenção estendida.
Pavimento Poroso	O pavimento poroso de blocos modulares é composto por unidades de lajes de concreto perfuradas com cascalho. As perfurações da superfície são preenchidas com areia grossa ou grama arenosa. É usado em áreas de baixo tráfego para acomodar veículos e facilitar o escoamento de águas pluviais na fonte. As unidades devem ser colocadas em uma grade de concreto que restringe o movimento horizontal da água infiltrada através dos cascalhos subjacentes. O concreto poroso ou asfalto derramado no local é geralmente colocado sobre uma camada substancial de base granular. O pavimento é semelhante aos materiais convencionais, exceto pela eliminação de areia e agregados finos da mistura.
Dispositivo Hidrodinâmico	Esses dispositivos são BMPs e atuam como separadores óleo-água, interceptores de areia, concentradores tipo redemoinho, câmaras de sedimentação e outros dispositivos de tratamento pré-fabricados e do tipo pacote.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Já as medidas não-estruturais, partem de abordagens vinculadas a regulamentações do uso do solo e da ocupação urbana, adoção de técnicas de construções que adapte às edificações às enchentes e inundações, além da adoção de instrumentos como o seguro de enchentes, programas de alerta de inundação dentre outros (BAPTISTA; NASCIMENTO; BARRAUD, 2011). Destaca-se, ainda, no

campo das medidas não-estruturais, ações de educação ambiental e que sensibilizem à população às questões de manejo hídrico (ROSA, 2017).

Para Righetto (2009), as medidas não estruturais possuem excelente capacidade para a redução dos problemas de drenagem urbana. Contudo, o autor ressalta que são necessários esforços de conscientização da população, legislação apropriada, além da fiscalização de questões como o uso do solo e de ocupação dos espaços urbanos. De modo geral, as medidas não estruturais integram o cenário da gestão das águas pluviais nas sub-bacias que formam o território urbano de uma cidade, tendo como foco não apenas os problemas de enchentes e inundações, como também aspectos mais amplos, como a qualidade de vida, o bem estar, a paisagem urbana e o meio ambiente urbano (RIGHETTO, 2009)

Ainda de acordo com o autor, podem ser elencadas como medidas não-estruturais de drenagem (conforme o Quadro 2 disposto a seguir):

Quadro 2: Principais medidas não estruturais para a gestão da drenagem urbana

Principais categorias	Medidas não estruturais
Educação pública	Educação pública e disseminação do conhecimento
Planejamento e manejo da água	Equipe técnica capacitada Superfícies com vegetação Áreas impermeáveis desconectadas Telhados verdes Urbanização de pequeno impacto
Uso de materiais e produtos químicos	Uso de produtos alternativos não poluentes Práticas de manuseio e de armazenamento adequadas
Manutenção dos dispositivos de infiltração nas vias	Varrição das ruas Coleta de resíduos sólidos Limpeza dos sistemas de filtração Manutenção das vias e dos dispositivos Manutenção dos canais e cursos d'água
Controle de conexão ilegal de esgoto	Medidas de prevenção contra a conexão ilegal Fiscalização: detecção, retirada e multa Controle do sistema de coleta de esgoto e de tanques sépticos
Reuso da água pluvial	Jardinagem e lavagem de veículos Sistema predial Fontes e lagos

Fonte: RIGHETTO, 2009. Adaptado pelo autor.

4.1.3.2 Desenvolvimento de Baixo Impacto (*Low Impact Development - LID*)

O LID – *Low Impact Development* (ou Desenvolvimento de Baixo Impacto, em português) é uma estratégia de gestão dos recursos hídricos urbanos muito difundida e utilizada em cidades ao redor do mundo em um contexto recente, sobretudo em cidades dos Estados Unidos. Trata-se de uma abordagem de gestão das águas baseada em um conjunto de práticas que visam diminuir o escoamento superficial a partir da retenção na fonte,

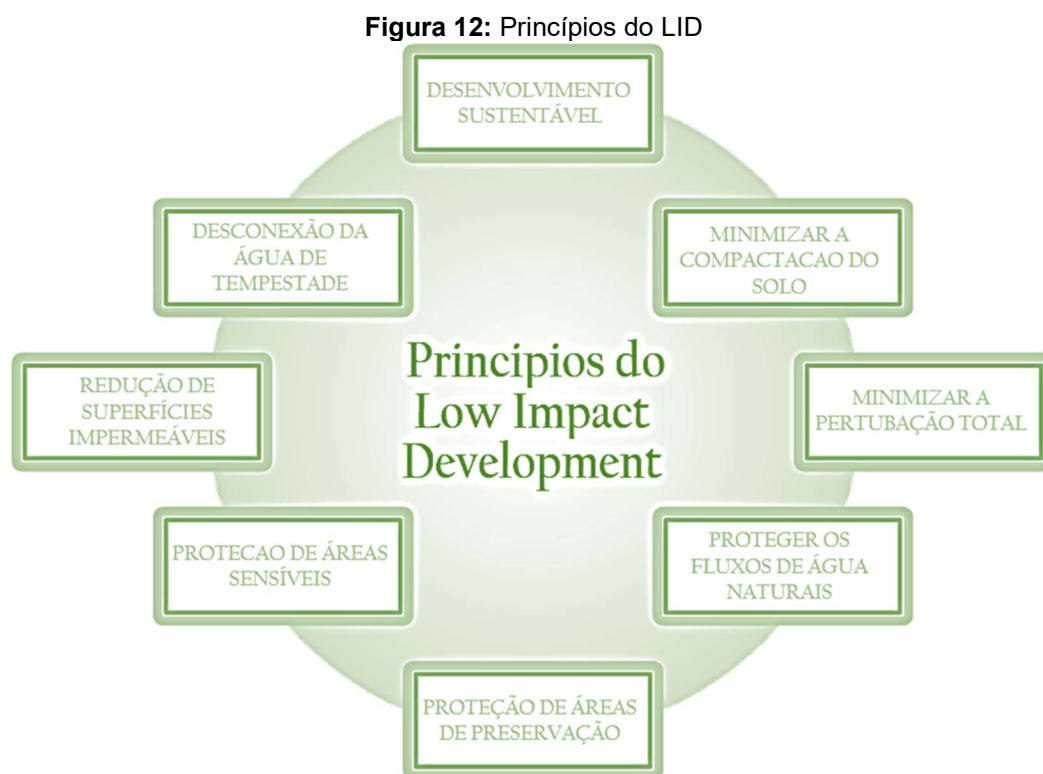
Definido como uma abordagem inovadora de planejamento e design urbano, a abordagem LID busca manter a função ecológica e hidrológica pré-desenvolvimento de um dado local por meio da proteção, aprimoramento ou mimetismo de processos naturais. Há muitas razões para usar o LID, mas o gerenciamento de águas normalmente é apontado como sendo o principal deles (SHE; MICHAEL, 2009).

Muitos dos elementos da paisagem fruto de processos de urbanização que podem ser verificados nas cidades, atualmente, foram projetados com pouca atenção às características naturais da paisagem e/ou de questões hidrológicas. Vias excessivamente largas, amplos estacionamentos, fragmentos florestais descontinuados, bem como a retificação de canais são ocorrências bastante comuns nos cenários urbanos (CAHILL, 2012).

O LID reconhece e valoriza funções e benefícios críticos que a paisagem natural oferece, bem como garante que tais funções sejam equilibradas com o uso humano por meio de planejamento e soluções de design sustentáveis, a partir da extensa avaliação das condições físicas dos ambientes onde se pretende intervir. Busca-se, sobretudo, utilizar estruturas e elementos locais para minimizar os impactos potenciais, resultando em padrões de desenvolvimento que equilibram as demandas humano com as funções ambiental. Empreendimentos que adotam soluções LID normalmente possuem maior valor estético e recreativo e, portanto, levam a um aumento no valor agregado da terra e dos imóveis, além da aproximação que se materializada com as questões ambientais (SHE; MICHAEL, 2009).

O LID é baseado na adesão a oito princípios principais. O principal objetivo ao aplicar tais princípios no planejamento e no desenvolvimento do projeto de um empreendimento é evitar possíveis problemas ambientais no futuro. Contudo, é importante notar que, muito embora os impactos possam ser minimizados, não são completamente eliminados, principalmente no que diz respeito às águas pluviais. Ao

longo do processo de projeto, os responsáveis devem identificar e avaliar os locais onde as melhores práticas de gestão e a infraestrutura verde de águas pluviais podem ser aplicadas complementarmente à estratégia LID (SHE; MICHAEL, 2009; LICHTEN et al, 2010). A partir de considerações feitas por MICHAEL et al. (2009), foram listados os princípios do modelo LID, conforme é possível visualizar na Figura 12, a seguir.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Quanto ao primeiro princípio, ou objetivo, desenvolvimento sustentável, relaciona-se ao desenvolvimento de conservação, tratando-se um método de planejamento que busca proteger o ambiente natural de uma determinada área, preservando o espaço aberto, protegendo habitats e corredores da vida selvagem e melhorando as características do local. As estruturas de conservação geralmente apresentam alta porcentagem de espaço aberto/protegido que possui um desenvolvimento agrupado em torno de recursos naturais significativos. Quando aplicado em grande escala, o LID pode resultar em grandes redes de conservação interconectadas que fornecem, de diversos modos, benefícios ambientais, recreativos e estéticos, visando o desenvolvimento sustentável (SHE; MICHAEL, 2009; LICHTEN et al., 2010)

Em relação ao segundo princípio, de minimizar a compactação do solo, este se notabiliza devido à necessidade de proteger solos existentes de um determinado local, de danos desnecessários durante a execução de obras. Normalmente esta abordagem parte da identificação dos solos que possuem alta qualidade e/ou são altamente permeáveis, ainda durante a fase de projeto, bem como após isso são estabelecidos limites de perturbação durante a construção. O solo não perturbado contém espaços de ar que têm capacidade de percolação e de absorver a água. De outro modo, quando estes solos são compactados por equipamentos pesados, esses espaços se comprimem e a capacidade de absorção da água é diminuída (MICHAEL et al., 2015; CAHILL, 2012).

Quanto ao terceiro item listado, minimização dos distúrbios totais ao meio, cabe mencionar que grandes distúrbios em um local ocorrem por meio de práticas normais de construção, como nivelamento, corte ou enchimento. Tais práticas são potencialmente danosas à integridade ecológica e às condições hidrológicas locais, ao passo que é efetuada a remoção da vegetação, a compactando o solo e a perturbação dos fluxos naturais da água (LICHTEN et al., 2010). Mesmo pequenas mudanças realizadas em um local podem ter efeitos drásticos sob as condições naturais do terreno, como o aumento do escoamento superficial, a qualidade da água, a remoção da camada superficial da vegetação e a diminuição da saúde da vegetação. Minimizar a perturbação do solo no contexto geral, mantém esses impactos reduzidos e minimizam os efeitos negativos verificados (MICHAEL et al., 2015).

O quarto princípio tem o objetivo de proteger fluxos naturais de água, bem como reduzir a erosão impactos nos corpos d'água, como o aumento das inundações. Sob condições naturais, o escoamento superficial geralmente se move de forma lenta e dispersa pela paisagem. Entende-se que elementos naturais, como a permeabilidade do solo, a cobertura vegetal e a sinuosidade do solo, fazem com que o escoamento superficial ocorra naturalmente de maneira controlada (CAHILL, 2012).

Quanto ao quinto princípio (proteção às áreas de preservação), destaca-se a preocupação que se tem sobre os ecossistemas ribeirinhos que crescem ao longo das margens de rios, lagos e córregos, os quais cumprem a função de amortecimento dos efeitos do escoamento em um corpo d'água, como a filtragem das águas, estabilidade das margens, recarga do subsolo, atenuação dos picos de vazão, redução de volume escoado, bem como o sombreamento. O LID implica na necessidade de desenvolver amortecedores que reduzem a poluição, minimizam erosão, controlam inundações,

melhoram a qualidade estética e fornecem habitat aquático/terrestre. Deste modo, nota-se a importância que as vegetações ribeirinhas possuem, bem como da necessidade do esforço para protegê-las, seja por meios legais, licenciamento ou de soluções de projetos (LICHTEN et al., 2010).

Já o sexto princípio (proteger áreas sensíveis), o mesmo baseia-se no processo de identificar as características naturais locais, bem como destacá-las nos processos de ocupação e intervenção desenvolvidos. Tais áreas, por serem propensas à degradação em detrimento dos processos de desenvolvimento, demandam grande atenção, visto que recorrentemente as mesmas fornecem funções ecológicas e hidrológicas únicas e que não podem ser facilmente substituídas devido à sua complexidade. Desse modo, deve-se buscar à preservação dessas áreas em suas características originais tanto quanto possível (MICHAEL et al., 2015).

Finalizando, tem-se os últimos princípios. O primeiro destes se relaciona com a redução das superfícies impermeáveis. Tal disposição se deve aos efeitos mais notórios consequentes da pavimentação, como a ampliação do volume de escoamento, aumento da velocidade de escoamento superficial e poluição (MICHAEL et al., 2015). Na sequência, o último princípio listado tem relação com a desconexão das águas pluviais, situação esta que envolve quebrar conexões diretas entre áreas impermeáveis e sistemas pluviais/esgotos ou corpos d'água adjacentes. De modo ilustrativo, pode-se aplicar como exemplo a captação e a condução das águas pluviais em telhados. Em uma situação onde os condutores ligam diretamente as calhas que drenam o volume precipitado aos sistemas de microdrenagem públicos, a água flui diretamente sem nenhuma interrupção. Já em um contexto onde é adotado um sistema que desconecta a ligação através de elementos que modificam o fluxo, como a incorporação de uma trincheira de inundação, por exemplo, o volume é direcionado para uma estrutura adjacente onde a água pode ser filtrada e absorvida. Com isso, reduz-se a quantidade de água escoada (ao manter uma parte do volume na fonte), bem como é reduzida a velocidade das águas lançadas nas redes (CAHILL, 2012).

Tendo em vista todo o exposto, nota-se que a estratégia LID se apresenta como uma solução técnica de planejamento urbano adequada para o combate das inundações urbanas, visto que as são aplicadas estratégias de controle da fonte de escoamento de águas pluviais. O uso de LID em áreas urbanas tem se tornado cada vez mais difundido, bem como é notória a sua associação com o gerenciamento sustentável de águas pluviais e com a mitigação de inundações (CAHILL, 2012).

4.1.3.3 Desenho urbano sensível à água – *Water Sensitive Urban Design (WSUD)*

O *Water Sensitive Urban Design (WSUD)*, conhecido também como “desenho urbano sensível à água”, é uma abordagem onde a cidade é percebida a partir do prisma da bacia hidrográfica, em um contexto onde águas pluviais e residuais são consideradas elementos estruturantes para a realização do planejamento urbano. A partir do desenho integrado do ciclo urbano da água, são considerados, na gestão urbana, o abastecimento de água, águas residuais, águas pluviais e subterrâneas, o desenho urbano e a proteção ambiental, estando esses elementos fortemente vinculados à sustentabilidade e habitabilidade, particularmente quando considerado como parte de uma estratégia urbana global (STEVENS, 2018).

Desenvolvido inicialmente na cidade de Perth, Australia, e tendo como objetivo maior solucionar problemas ambientais e do consumo excessivo de água para a irrigação em residências, após ações envolvendo o meio acadêmico, departamentos governamentais e discussões com a sociedade, a partir dos anos 1990 e no início dos anos 2000, nota-se o avanço das discussões e da concretização do conceito de WSUD vinculado ao desenvolvimento urbano (FAUSTINO, 2017, GUERRA, 2020).

Conforme listado por Nunes (2011), considera-se como objetivos gerais da abordagem WSUD:

- Redução do escoamento superficial (*runoff*) e proteção contra enchentes;
- Proteção dos ecossistemas aquáticos naturais e melhoria da qualidade das águas - tratamento e remoção de poluentes;
- Redução da demanda de água potável - armazenamento e reúso das águas pluviais e/ou efluentes;
- Redução dos custos do sistema de drenagem e de infraestrutura em geral e, ao mesmo tempo, valorização estética do espaço urbano - integração dos sistemas de tratamento de águas pluviais com a paisagem urbana;
- Melhoria da qualidade ambiental urbana e do microclima urbano – áreas verdes e incremento no visual paisagístico.

Em linhas gerais, o WSUD é identificado como uma estratégia para controlar os fluxos e filtrar as águas pluviais a fim de remover possíveis poluentes. Dentre as vantagens verificadas na aplicação desse tipo de abordagem, destaca-se o significativo potencial na redução de custos com a implantação e manutenção das

infraestruturas de drenagem a partir da minimização das demandas de dimensionamento destas, fator obtido, sobretudo, a partir da associação das abordagens convencionais de drenagem com a adoção do controle do escoamento na fonte (SCHRÖPFER, 2016; HYDE, 2008).

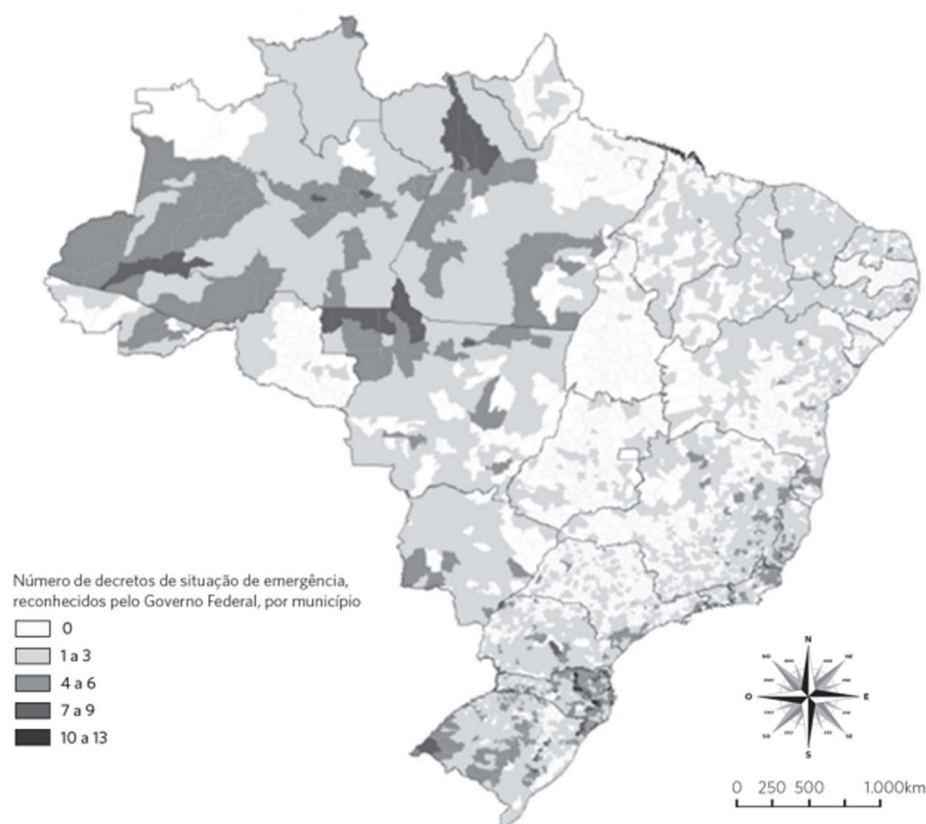
A partir de abordagens que compreendem todo o ciclo hidrológico, o WSUD parte da premissa da integração e otimização do uso das águas urbanas, incorporando fundamentos e diretrizes específicos à luz da gestão e planejamento urbano. Adotando uma abordagem semelhante à do LID (a qual busca a relação harmoniosa entre o meio urbano e o ciclo hidrológico), a metodologia WSUD demonstra grande sensibilidade às questões vinculadas à água, como aproveitamento mais eficaz deste recurso, bem como das características naturais locais (FAUSTINO, 2017; GUERRA, 2020).

Quanto à aplicação da estratégia, as diretrizes de implantação do WSUD podem ser divididas em duas grandes etapas: Planejamento e Projeto; e Construção e Manutenção (MELBORNE WATER, 2013; GUERRA, 2020). Manuais destinados a estruturar esse tipo de metodologia podem ser verificados em diversas cidades do mundo, e sobretudo da Austrália, como Melbourne (MELBOURNE WATER, 2013), e Adelaide (DPLG, 2010). Com isso, percebe-se que tal estratégia possui um alto grau de aplicabilidade, o que certamente traz potenciais benefícios e condições mais favoráveis do uso do solo urbano (NUNES, 2011).

4.1.4 Drenagem urbana no Brasil

No contexto brasileiro, ao analisar o cenário da drenagem no país como um todo, nota-se que todos os anos, cidades em todas as regiões e estados passam por desastres ambientais e geológicos relacionados às águas pluviais urbanas. O Sistema de Informações sobre Desastres identificou, em um intervalo compreendido entre 1º de janeiro de 2000 a 31 de julho de 2017, 6.164 situações de emergência ligados a enchentes em um total de 2.872 municípios (o que representa um percentual de 51,5% dos municípios brasileiros). Destes, 184 estão localizados na região Centro-Oeste, 757 na região Sudeste, 914 na região Sul, 171 na região Norte e, por fim, 846 se encontram na região Nordeste do país (BRASIL, 2018). O mapa abaixo (Figura 13) representa a quantidade de decretos de situação de emergência voltados a desastres acarretados por enchentes, em cada um dos municípios brasileiros.

Figura 13: Número de decretos de situação de emergência, reconhecidos pelo Governo Federal (por município)



Fonte: Sistema Integrado de Informações sobre Desastres, 27 de setembro de 2017.

Fonte: S2ID, 2017.

Conforme dados levantados na Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) realizada no ano de 2008⁴ pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), constatou-se que aproximadamente 94% das prefeituras municipais possuíam estruturas para os serviços de manejo de águas pluviais. No entanto, deste montante apenas 26,44% das mesmas dispunham de mecanismos voltados ao controle de enchentes. O estudo ainda apontou que 41% das cidades do país sofrem anualmente danos com fatores que agravam a situação das inundações como, por exemplo, o dimensionamento inadequado de projetos de drenagem, ocupação irregular e excessiva do solo urbano, interferência física nos sistemas (como o

⁴ O IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística realizou, ainda, no ano de 2017 uma nova pesquisa referente ao saneamento básico no país. No entanto, a questão da drenagem pouco foi abordada neste relatório, sendo o estudo voltado às condições de abastecimento e ao esgotamento sanitário nos municípios brasileiros. Por esse motivo, tomou-se por base a pesquisa realizada no ano de 2008.

assoreamento dos canais, por exemplo) e lançamento inadequado de resíduos sólidos na rede (BRASIL, 2008; DUTRA et al. 2020).

Muitos foram os processos que levaram ao panorama da drenagem urbana verificado atualmente nas cidades brasileiras. Contudo, alguns desses processos podem ser destacados como sendo mais significativos nesse sentido, como é o caso das canalizações e a retificação de rios e córregos. Devido às implicações resultantes desse modelo de urbanização, tais elementos são tratados no tópico a seguir.

4.1.4.1 Canalizações de rios e córregos urbanos no Brasil

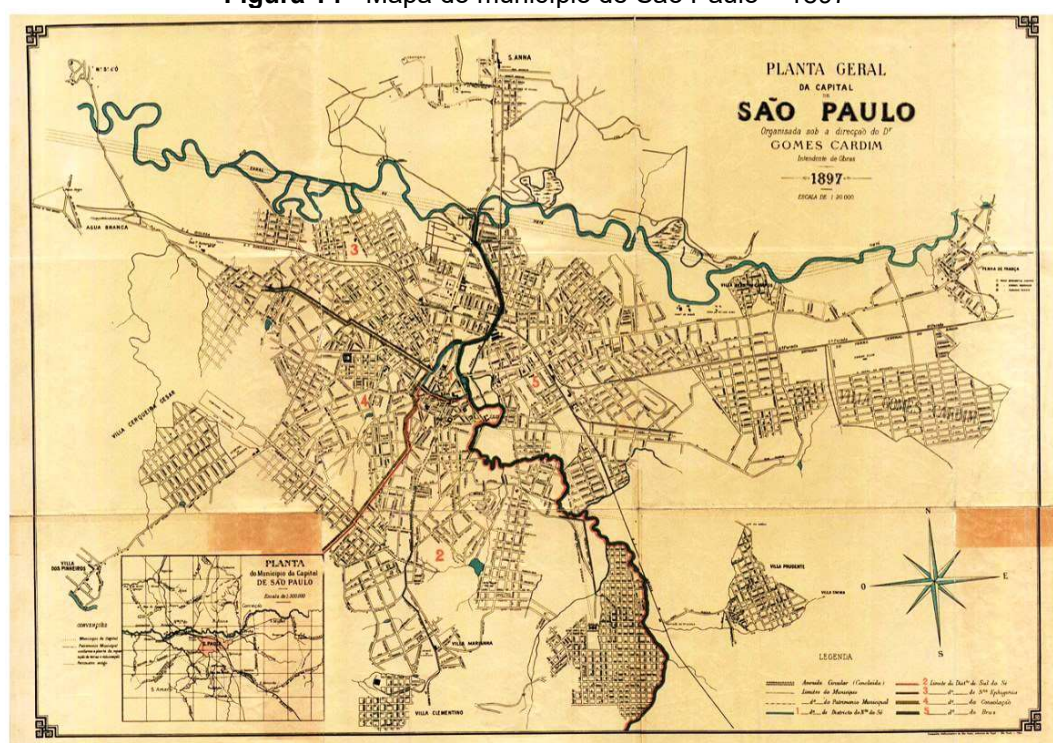
De acordo com Tucci (2002), um dos principais problemas ligados às obras de drenagem é a canalização de rios e córregos em áreas urbanas e a ocupação das áreas no entorno desses cursos d'água. Esse modelo de ocupação, que tem como base a ocupação de fundos de vale e áreas de várzea, começa a ser empregado de modo sistemático nos municípios brasileiros, ainda nas primeiras décadas do século passado. Um dos casos mais emblemáticos desse tipo de urbanização é o da cidade de São Paulo.

No início da década de 1930, o então prefeito Prestes Maia deu início ao ousado plano de expansão viária do município denominado “Plano de Avenidas”. Inspirado na proposta do arquiteto inglês Barry Parker, o qual trabalhou na “Companhia City” em São Paulo, propunha-se neste modelo, a implantação de um cinturão verde de parques (parking) ao redor do município. Para o arquiteto, esse cinturão seria composto por novos parques, os quais se integrariam com os existentes, limitando desse modo a expansão urbana no município. Contudo, ao incorporar as ideias desse modelo, Prestes Maia ao invés de limitar o crescimento urbano, promove a abertura das chamadas “avenidas parques”, as quais funcionariam como eixos viários que interligariam os diversos bairros do município e da zona metropolitana (LEME, 1999).

Foram abertas, seguindo esse Plano, as vias marginais dos rios Pinheiros e Tietê. Essas áreas de fundo de vale foram escolhidas para a execução desses eixos viários devido ao baixo custo fundiário, pela topografia consideravelmente plana e pelas facilidades da instalação de equipamentos de drenagem (LEME, 1999). Contudo, a implantação dessas avenidas só foi de fato possível após a retificação do traçado desses rios. Por serem rios de planície, os rios tietê e o rio pinheiros

apresentavam um desenho sinuoso em seu traçado original (conforme é possível ver no mapa da cidade de 1897, representado pela Figura 14). Em épocas de chuvas, o Rio Tiete, por exemplo, possuía uma velocidade moderada das águas. No entanto, nesses períodos, o volume de água aumentava consideravelmente, o que fazia com que as águas corressem em uma velocidade maior do que a de costume, provocando assim a erosão do leito do rio em diversos pontos. Com a ocorrência desse fenômeno, era frequente que após as enchentes, o rio mudasse o seu traçado formando novas ilhas e alterando o seu percurso (PESSOA, 2019).

Figura 14 - Mapa do município de São Paulo – 1897



Fonte: PMSP, 1897

Após a conclusão das obras na década de 1960, o projeto de retificação já apresentava uma vazão insuficiente em seu dimensionamento. Isso porque, a vazão original no traçado do rio era de 330m³/seg, enquanto que após as obras de retificação, a correnteza presente no canal passou a ser de 440m³/seg. Em 2002 foram iniciadas obras para aumentar a capacidade da calha do rio, a qual possibilitou a vazão de 1048m³/seg (O ESTADO DE S. PAULO, 2002). Contudo, mesmo após essas obras, diversos foram os episódios de alagamentos apresentados, mostrando a efemeridade da eficiência dessas intervenções frente ao aumento do volume da

água que é escoada pelo solo ocasionado pelos processos de impermeabilização do solo.

Visto a situação relatada, a retificação do rio Tietê se apresenta como um bom exemplo para compreender o papel dos cursos d'água nos processos de urbanização. A influência da dinâmica hídrica do rio vai muito além das áreas de várzea que foram ocupadas, visto que o modelo de ocupação adotado implantou nessas áreas marginais, vias estruturais para o tráfego de veículos da região metropolitana. Com isso, os episódios de enchentes que ocorrem ao longo do percurso do rio causam inúmeros prejuízos à vida urbana local. Para retratar de maneira mais clara tal situação, observe a notícia do jornal O Estado de São Paulo, do dia 11 de fevereiro de 2020.

Figura 15 - Notícia sobre a inundação na marginal Tietê



Fonte: O Estado de São Paulo, 2020.

Tomando por base todo o exposto, é possível trilhar alguns fatores que explicam a situação da drenagem em muitas das cidades brasileiras. Segundo Tucci (2003), as inundações ribeirinhas coexistem com a história do desenvolvimento da humanidade. No entanto, o autor aponta que as inundações causadas pelos

processos de urbanização são eventos que apresentam maior frequência após o século XX. O que se pode inferir dessa afirmação, é que o modelo de produção urbana aplicado após o século XX, onde há o predomínio das ideias modernistas e há o favorecimento da ocupação baseada nos veículos automotores e no deslocamento individual, favoreceu a urbanização de áreas que historicamente eram evitadas.

Nesse sentido, a ocupação das áreas de fundo de vale para a abertura de grandes avenidas se configura como um dos grandes desafios à gestão da drenagem nas cidades contemporâneas. Isso porque esses espaços correspondem ao que se pode denominar como sendo o leito maior desses rios e córregos. Assim, há que se pensar que a ordem natural desses espaços seria receber a água que extravasa do leito menor dos rios que permeiam esses espaços, tendo em vista o ciclo hidrológico dos corpos d'água. Assim, esse padrão de ocupação impõe à gestão pública o difícil desafio de lutar contra todo esse processo, o que exige da municipalidade constantes adaptações ao passo que as demandas vão se apresentando e se modificando.

Se por um lado a ocupação dos fundos de vale se mostra um desafio à gestão da drenagem local devido às inundações, por outro, o padrão de ocupação verificado nesses espaços acaba agredindo os cursos d'água e os escondendo em profundas calhas (conforme pode ser verificado na Figura 16), processo que resulta em configurações desfavoráveis à paisagem urbana. Para Cosgrove e Jackson (2007), o conceito de paisagem vem acompanhada da experiência cultural humana, estando relacionada, desse modo, a tudo quanto se produz em dado espaço. Dessa maneira, o autor ressalta que a paisagem é uma imagem cultural, a qual pode ser estudada e compreendida por diversas perspectivas (NAME, 2010).

Figura 16: Rio Tamanduateí – São Paulo/SP.



Fonte: Revista Veja, 2019.

Sob esta ótica, os rios urbanos e o modo como estes figuram no espaço da cidade pode, igualmente, ser reconhecido como um elemento cultural que se expressa na paisagem. Para Costa (2006), o ato de “[...] compreender o rio urbano como paisagem é também dar a ele um valor ambiental e cultural que avança na ideia de uma peça de saneamento e drenagem. É reconhecer que rio urbano e cidade são paisagens mutantes e com destinos entrelaçados” (COSTA, 2006, p. 12).

Além da valorização dos rios e córregos urbanos enquanto elemento da paisagem, tal aproximação pode ser feita com relação às águas pluviais. Ainda que não seja tão nítido o aspecto paisagístico desse elemento como o verificado nos cursos d’água que cortam as áreas urbanas, o uso das águas pluviais pode ser muito proveitoso sob o ponto de vista urbanístico, como também pode implicar em melhorias nas condições do manejo hídrico. Philip (2011) ressalta que a utilização de águas pluviais para fins recreativos pode contribuir para a melhoria da qualidade de vida da população, bem como provocar mudanças nos índices de permeabilidade do solo e, consequentemente, na melhoria das condições da drenagem local.

Tendo em vista que a abordagem desta primeira parte da revisão bibliográfica trata da drenagem das águas pluviais e de sua relação quanto aos processos de urbanização, feitos os levantamentos, é possível chegar a algumas conclusões.

Quanto ao modelo tradicional de gestão da drenagem, nota-se que a aplicação de medidas estruturais como soluções únicas para lidar com as demandas apresentadas, bem como a adoção de medidas que estimulem o rápido escoamento à jusante, representam um tipo de abordagem baseado em paradigmas já superados tanto no meio técnico, quanto no acadêmico. Tal conclusão se justifica ao passo que a visão higienista se mostrou pouco adaptável e incapaz de lidar com o aumento do escoamento superficial decorrente dos processos de expansão da malha e de adensamento, sendo esta substituída por estratégias de manejo hídrico mais resilientes (como o LID e o WSUD, por exemplo) e alinhadas às questões ambientais e sustentáveis. Do mesmo modo, é possível chegar à conclusão de que as técnicas compensatórias se materializam como respostas aos problemas ocasionados pela lógica do rápido escoamento adotado na abordagem tradicional de gestão da drenagem, onde nota-se um esforço cada vez maior para a contenção do volume precipitado na fonte.

Quanto ao padrão de ocupação das áreas de fundo de vale, nota-se que esse modelo de urbanização é conflituoso com as dinâmicas hídricas dos corpos d'água, visto que são ocupadas as áreas de várzea que naturalmente são inundadas em momentos de maior precipitação. Assim, tal dinâmica torna-se um desafio adicional à toda a gestão hídrica dos municípios que dispõem de ocupações semelhantes à relatada, visto que, tanto o manejo hídrico, quanto às dinâmicas urbanas implicadas nessa configuração se relacionam e demandam soluções elaboradas capazes de oferecerem respostas a problemas de diferentes naturezas.

Se de um lado os episódios de inundação representam problemas com os quais os municípios têm de lidar recorrentemente já num contexto atual, verifica-se que os processos históricos de ocupação do solo resultaram na configuração atual das cidades. Assim, é notória a necessidade de que sejam planejadas as ocupações futuras levando em consideração toda a dinâmica hídrica local, bem com a minimização dos impactos decorrentes desta. Do mesmo modo, técnicas como o LID e o WSUD apresentam uma capacidade maior, enquanto estratégias de gestão, de manter todos os índices ambientais o mais próximo possível do cenário da pré-ocupação.

4.2 Gestão integrada de drenagem urbana

No campo das políticas públicas, é esperado que a gestão de determinado tema vá de encontro com as demandas apresentadas sobre tal pauta. Isso quer dizer que toda a estrutura empregada deve ser dimensionada, antes de mais nada, de acordo com o recorte de atuação e influência com que as medidas tomadas terão sobre as demandas levantadas. No universo da drenagem urbana, isso se traduz na escala do recorte espacial sob a qual as políticas públicas atuarão.

No Brasil, a esfera municipal de poder é a responsável pela gestão e o ordenamento da drenagem urbana nos municípios. A complexidade da questão se apresenta ao passo que o caminho que a água percorre não se limita a escala urbana, mas sim a escala da bacia hidrográfica. Conforme descrito no Plano Diretor de Drenagem Urbana de Porto Alegre (2005), “a bacia hidrográfica deve ser o domínio físico de avaliação dos impactos resultantes de novos empreendimentos, visto que a água não respeita limites políticos”. Assim, é natural que a gestão da drenagem ultrapasse as fronteiras do município e que seja tratada em uma escala regional, englobando os municípios que compõe determinada bacia hidrográfica.

Além da escala adotada, as discussões acerca do gerenciamento dos recursos hídricos apontam para a necessidade de um planejamento e gerenciamento integrados, os quais transcendem os aspectos hidrológicos, sociais, demográficos e econômicos, devendo levar em consideração, ainda, a conservação de espécies e de ecossistemas (Massoud et al., 2004). Desde o início da década de 1990, a gestão dos recursos hídricos no Brasil tem se dedicado a lidar com um novo paradigma para a drenagem urbana, onde há o distanciamento dos conceitos tradicionais (os quais consistiam em lançar a jusante o mais rápido possível o volume excedente das águas pluviais), buscando a permanência desse montante dentro da própria bacia em local adequado (SILVA, 2006).

O caminho percorrido na disciplina das águas no Brasil possui um histórico de longa data. A Lei das águas, criada em 1934 a partir do decreto 24.643, de 10 de julho de 1934, aparece como uma das primeiras normativas num âmbito federal que trata deste tema com maior abrangência. Ainda em vigor, tal legislação apenas seria sucedida por um par equivalente a partir da instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, a qual foi estabelecida em 1997 através da Lei Federal nº. 9.433 no ano de 1997. Promovendo uma nova fase na administração das águas

no país, a PNRH foi responsável por implementar a gestão descentralizada dos recursos hídricos, a qual passou a contar com uma gestão participativa do Poder Público, usuários e comunidade como um todo. A partir dela, desenvolveram-se instituições atuantes neste processo, como os Conselhos Nacionais e Estaduais de Recursos Hídricos, os Comitês de Bacia Hidrográfica, além da Agência Nacional de Águas. Uma das mais significativas mudanças trazidas por esta lei é a atribuição da Bacia Hidrográfica como a unidade básica de planejamento e operação do sistema, tendo sido previsto, ainda, instrumentos específicos para o gerenciamento das águas (SOUZA FILHO, 2011).

Nesse contexto, alguns anos depois, foi criada a Agência Nacional de Águas (ANA), sendo essa uma “[...] autarquia sob regime especial, com autonomia administrativa e financeira” (POMPEU, 2006, p. 323) e que se destina a complementar a estrutura institucional da gestão dos recursos hídricos na esfera federal. A ela, foi atribuída a função de fiscalização e a cobrança pelo uso da água. Vale atentar que as mudanças trazidas pela instituição da Lei ° 9.433 não exigiram a criação de complexas estruturas administrativas, mas sim a articulação entre as entidades já existentes. Fogem à regra apenas as agências de água, as quais foram criadas para promover a descentralização da estrutura administrativa, permitindo com isso que as decisões relevantes fossem tomadas na própria Bacia Hidrográfica. (PORTO e PORTO, 2008).

4.2.1 *Bacias Hidrográficas como unidade de gestão*

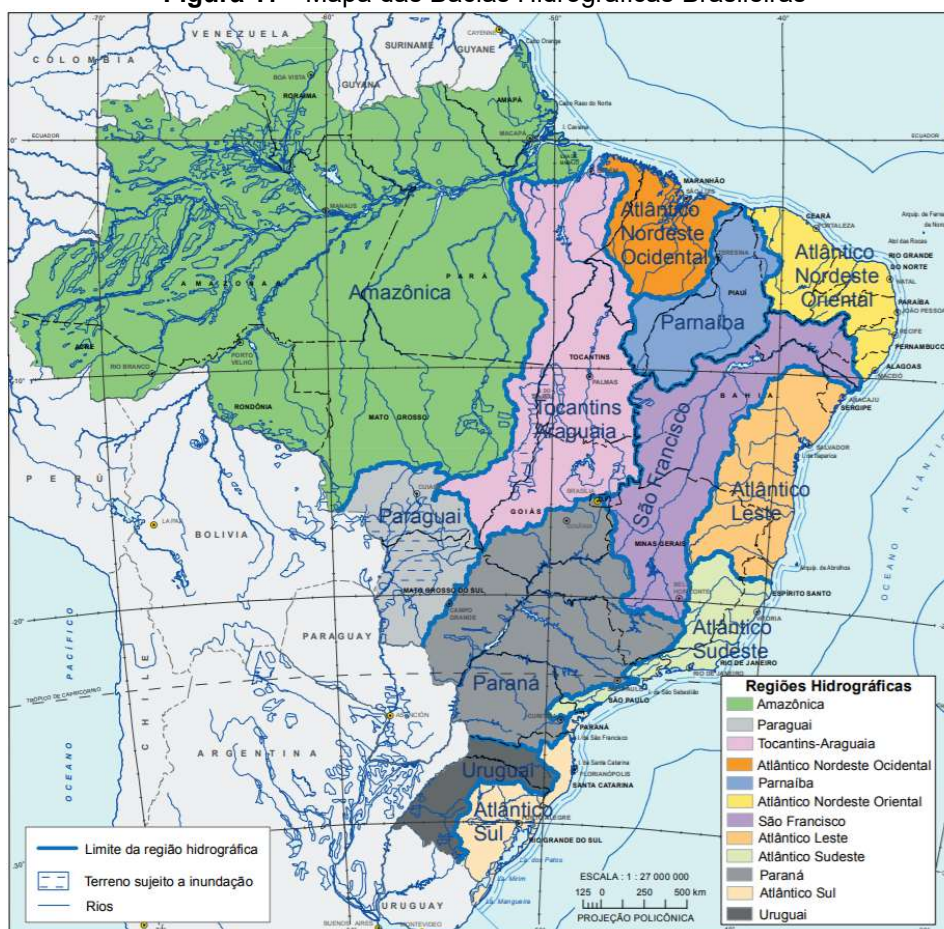
O emprego das bacias hidrográficas como uma unidade de gerenciamento de recursos hídricos marca uma nova fase para a gestão hídrica no país. Para a compreensão da escala desse recorte, antes de mais nada se faz necessário o entendimento sobre o que caracteriza uma bacia hidrográfica. Para Tucci (1997), considera-se uma bacia hidrográfica uma área de captação natural de água a qual possua apenas um ponto de saída. Para tanto, esta compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes formada por cursos d’água que se unem formando um único leito.

Já a Agência Nacional de Águas (2012) encara as bacias hidrográficas como áreas fisiológicas, drenadas por um ou mais cursos d’água conectados entre si, que convergem direta ou indiretamente a um leito ou um espelho d’água. Dessa maneira, todo o volume d’água que não é infiltrado no solo escoar por meio de uma rede de

drenagem que vai das áreas mais altas para as mais baixas, formando por sua vez um rio principal. A rede hidrográfica brasileira (Figura 17), a partir das discussões levantadas pela Resolução n. 32 do CNRH foi definida como sendo:

[...] o espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com vistas a orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos (CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS, 2003).

Figura 17 - Mapa das Bacias Hidrográficas Brasileiras



Fonte: CNRH, 2003; IBGE, 2010.

Já na esfera estadual, tem-se o exemplo do estado de São Paulo, o qual desenvolveu através da LEI nº 9.034, de 27 de dezembro de 1994, o Plano Estadual de Recursos Hídricos. Dentre outras disposições, foram definidas as 22 Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI, as quais compõem o mapa de gerenciamento hídrico do estado, sendo elas:

1. Mantiqueira
2. Paraíba do sul

3. Litoral Norte
4. Pardo
5. Piracicaba/Capivari/Jundiaí
6. Alto Tietê
7. Baixada Santista
8. Sapucaí/Grande
9. Mogi-Guaçu
10. Tietê/Sorocaba
11. Ribeira de Iguape/Litoral Sul
12. Baixo Pardo/Grande
13. Tietê/Jacaré
14. Alto Paranapanema
15. Turvo/Grande
16. Tietê/Batalha
17. Médio Paranapanema
18. São José dos dourados
19. Baixo Tietê
20. Aguapeí
21. Peixe
22. Pontal do Paranapanema

Cada umas das Unidades de Gerenciamento foram delimitadas partindo do levantamento das sub-bacias que banham todo o estado. Na literatura do campo da hidrologia, os termos sub-bacia e microbacia são conceitos já consolidados para tratar de uma determinada rede hidrográfica. No entanto, há divergências entre os autores que tratam sobre esse assunto acerca da escala adotada para a definição de uma sub-bacia. Fausto (1996), compreende que as sub-bacias devem possuir áreas maiores que 100 Km² e menores do que 700 km². Já para Santana (2004), esses valores não são definitivos, e as bacias podem ser desmembrada em uma área de qualquer dimensão. A imagem a seguir (Figura 18) representa o recorte feito no estado de São Paulo com cada uma das UGRHI.

Figura 18 - Mapa das Unidades Hidrográficas de Gerenciamento

Fonte: São Paulo, 2016. Adaptado pelo autor, 2022.

A adoção da escala das bacias e sub-bacias hidrográficas como unidade para gerenciamento, quer seja no contexto federal, quer seja no estadual, se mostra uma alternativa interessante uma vez que a divisão política dos municípios não compreenderia de maneira adequada a área de influência que determinada rede hídrica possui. Dessa maneira, a gestão dos recursos hídricos, sob o ponto de vista administrativo, possui um recorte integrado, e as diversas escalas que compõem essa hierarquia é capaz de compreender desde questões locais de menor efeito, quanto a questões de maior impacto que afetam as bacias hidrográficas como um todo.

Já a gestão da drenagem urbana possui uma tratativa bastante distinta daquela aplicada aos recursos hídricos. O recorte administrativo se atém, na maior parte dos casos, aos limites físicos do próprio município. Se por um lado, a gestão da rede de drenagem instalada é de responsabilidade do município, por outro, toda a água lançada nos rios, córregos e demais corpos d'água influenciam toda a rede hídrica numa escala regional e até mesmo no funcionamento da Bacia hidrográfica como um todo. Para efeito demonstrativo, toma-se o exemplo do Córrego dos Bagres, na cidade de Franca no interior de São Paulo, o qual nasce dentro do município e corre até o

encontro do Rio Sapucaí Mirim, nos limites da cidade de Restinga -SP. Desse ponto, o Rio Sapucaí segue a norte até a divisa com o estado de Minas Gerais, onde o mesmo desagua no Rio Grande, o qual percorre diversos quilômetros até encontrar o Rio Paraná na divisa com o estado do Mato Grosso do Sul. Por fim, o Rio Paraná corre até a bacia do Rio da Prata, na Argentina, o qual segue até desaguar no oceano Atlântico.

Conforme a descrição anterior apresenta, o caminho das águas é extenso e passa por uma série de municípios, estados e até mesmo países. Desse modo, é possível depreender que uma ação individual sobre a bacia possui impactos variáveis ao longo de toda a cadeia. Assim, a contribuição do volume de água gerado pela drenagem urbana e que é canalizado para rios e córregos, também deve ser considerada na gestão hídrica. Sobre a escala de impacto, diversos fatores podem contribuir para a alteração tanto do volume quanto na qualidade da água. Tucci (2004), ao avaliar os materiais sólidos presentes nas redes de drenagem urbana, indica que são observados estágios diferentes na produção dos resíduos de acordo com o grau de desenvolvimento urbano de determinado local. Assim, em um estágio inicial, ocorrem as alterações na cobertura vegetal da bacia, onde retira-se a camada superficial que recobre o solo deixando-o desprotegido, o que ocasiona um aumento na erosão e dos sedimentos dispostos na água. Já num estágio intermediário, o autor chama a atenção para a produção de lixo gerado pela ação antrópica (fato não visto no estágio inicial), além da movimentação de terra nas áreas urbanizadas. Por fim, no estágio final, há a consolidação da urbanização e o lixo passa a ser a grande preocupação, havendo pouca sedimentação do solo.

Um bom exemplo sobre o impacto das ações antrópicas em uma bacia e os efeitos provenientes destes, é o transporte de lixo no rio Tietê ocasionado por enchentes na região metropolitana de São Paulo, o qual conduz esses resíduos até cidades vizinhas, como Salto - SP. A imagem abaixo (Figura 19) demonstra o acúmulo desses resíduos no município após as chuvas ocorridas em 18 de fevereiro de 2019 na capital paulista.

Figura 19 - Lixo transportado pelo Rio Tietê após chuva na capital Paulista para a cidade de Salto/SP.



Fonte: G1, 2019.

Chama-se a atenção, sobre a imagem anterior, para o fato de que o lixo produzido em determinado local não permanece no mesmo, sendo este conduzido a jusante pela correnteza dos rios e córregos. Com isso, chega-se ao entendimento de que em um contexto onde se tem cada vez mais o avanço da urbanização sobre os recursos hídricos, se torna fundamental que a gestão das águas considere as questões da drenagem urbana como fatores determinantes tanto no volume quanto na qualidade da água, além da questão da conservação ambiental dos ecossistemas.

O plano Nacional de Recursos hídricos estabelece a necessidade da formação de unidades de gerenciamento em cada uma das bacias hidrográficas e a sua subdivisão em unidades menores para a gestão local (BRASIL, 2022). Na escala das sub-bacias, muitas destas possuem Planos de Gestão Integrada dos Recursos Hídricos, englobando diversos municípios de um ou mais estados da federação. Nesses planos, é possível verificar uma série de regramentos e metas sob as quais a gestão das águas será guiada. Desse modo, cabe a esses planos preverem medidas que assegurem que a contribuição das águas provenientes dos sistemas de drenagem seja articulada em um contexto regional, e não apenas municipal. Vale ressaltar, ainda, que Planos Diretores de Drenagem Urbana também podem ser utilizados como ferramentas de gerenciamento num contexto regional, tendo, no entanto, uma abrangência menor que a de um plano Integrado.

Nesse ponto, a regionalização da gestão da drenagem urbana no Estado de São Paulo atualmente é feita pelas UGRHI, as quais, por sua vez, dispõem de Planos Diretores Das Bacias Hidrográficas, conforme subdivisão estabelecida pela Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991). Já no contexto federal, a Política Nacional de Recursos Hídricos, instaurada no ano de 1997 através da Lei nº 9433/97 estabelece a necessidade da elaboração de Planos de Bacias Hidrográficas pelos Comitês de Bacias, devendo este ser composto por representantes da União, dos estados e Distrito Federal, municípios, usuários dos recursos hídricos e de entidades civis ligadas à bacia em questão (PIZZELA et al, 2013).

Em linhas gerais, os Planos de Bacia Hidrográfica (também conhecidos como planos diretores de recursos hídricos), são documentos programáticos das bacias que buscam a proteção e a conservação dos recursos hídricos de determinada bacia ou região hidrográfica delimitada. Para tanto, tais planos possuem um horizonte de longo prazo e da adoção de gestão contínua, a qual deve ser pautada em revisões e atualizações periódicas (SIGRH, s/d).

A partir do roteiro desenvolvido pela Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos de São Paulo no ano de 2012, o qual visa dar diretrizes para a elaboração de Planos de Recursos Hídricos das UGRHI, é possível verificar o seguinte conteúdo mínimo para a elaboração do diagnóstico de uma Bacia Hidrográfica, conforme disposto no quadro a seguir (Quadro 3).

Quadro 3: Conteúdo mínimo para a elaboração do diagnóstico de uma Bacia Hidrográfica

Conteúdo Mínimo Diagnosticado	Parâmetro do Relatório de Situação
Gestão do Território	-
Uso e ocupação do solo	F M.09-B Área inundada por reservatórios hidrelétricos
	P.08-A- Quantidade de barramentos hidrelétricos
	P.08-D- Quantidade de barramentos
Áreas protegidas e Unidades de Conservação	R.09-A - Quantidade de Unidades de Conservação
Áreas suscetíveis à erosão, à voçoroca ou a escorregamento e áreas suscetíveis ao assoreamento	P.07-A A quantidade de boçorocas em relação a área total da bacia
Áreas suscetíveis à enchente, inundação ou alagamento	E.08-A - Ocorrência de enchente ou de inundação
Áreas contaminadas	P.06-A - Quantidade de áreas contaminadas em que o contaminante atingiu o solo ou a água
	P.06-B Ocorrência de descarga/derrame de produtos químicos no solo ou na água
	R.03-A Proporção de áreas remediadas em relação às áreas contaminadas em que o contaminante atingiu o solo ou a água
	R.03-B – Quantidade de atendimentos à descarga/derrame de produtos químicos no solo ou na água

Fonte: UGRHI, 2012

Conforme é possível verificar no conteúdo mínimo de diagnóstico estabelecido, o foco principal dos planos de bacia está relacionado à conservação dos recursos hídricos e das condições físicas e ambientais da bacia como um todo. Em relação à drenagem, ressalta-se os itens E.08-A (ocorrência de Enchente ou de inundação) e P.07-A (quantidade de boçorocas em relação à área total da bacia), conforme é possível verificar no Quadro 3. No primeiro item citado, nota-se que a ocorrência de enchentes, inundações e alagamentos se relacionam ao contexto geral da bacia, tal qual os demais itens estabelecidos pelo material desenvolvido. Assim, a análise foca tanto nas áreas de inundação natural dos corpos d'água, quanto nas enchentes e inundações urbanas. Por esse nível de abrangência, compreende-se que a pauta da drenagem é verificada de modo secundário e discreto nos Planos de Bacia.

Já os Planos de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI), são instrumentos legais de planejamento que estabelecem diretrizes para o ordenamento do desenvolvimento urbano em áreas metropolitanas, baseando-se nas disposições do Estatuto da Metrópole (Lei Federal nº 13.089/2015), o qual determinou que regiões metropolitanas possuam planos integrados para todas as cidades que compõe a região metropolitana de influência. Esse tipo de documento tem como intuito abordar

as diversas complexidades existentes nesse tipo de contexto urbano, dentre elas, a drenagem.

Apesar do desenvolvimento desse tipo de dispositivo legal ser consideravelmente recente (levando em consideração que o Estatuto das Metrópoles data de 2015), a possibilidade de que sejam tratadas as questões de drenagem e parcelamento e uso do solo de maneira integrada entre as diversas áreas que compõem as regiões metropolitanas no país, faz com que a escala de atuação se aproxime mais da escala de influência das bacias. Assim, ao expandir o panorama de análise e atuação dos municípios de maneira articulada e em áreas maiores, nota-se o alinhamento com a premissa da gestão adotando a escala das bacias e sub bacias.

Se por um lado os PDUI representam um importante instrumento legal de planejamento regional e urbano, o fato deste ser vinculado às disposições do estatuto das Metrópoles faz com que esse tipo de legislação esteja presente apenas em regiões metropolitanas, não se estendendo às cidades de médio e pequeno porte. Como resultado da fragmentação do planejamento das águas em um contexto regional, nota-se que políticas adotadas por um dado município muitas vezes não encontrem pares correspondentes ou complementares em municípios vizinhos. Para ilustrar tal fato, analisa-se o caso da gestão da Sub bacia do Rio Canoas desenvolvida pelos municípios de Claraval - MG e Franca - SP.

A partir dos anos 1990, visando um controle da expansão urbana sobre as áreas de mananciais da bacia do Rio Canoas, foi promulgada a Lei Nº 4.240, de 11 de dezembro de 1992, a qual delimitou a Área de Proteção Ambiental (APA) e limitou o padrão de parcelamento e ocupação deste território. Com isso, o município buscou preservar a área de abastecimento de água no município, uma vez que o curso d'água é responsável por suprir uma grande parte desta demanda até os dias atuais (SABESP, 2022). Em linhas gerais, a lei limita a ocupação da área a lotes de chácaras de recreio em módulos mínimos de 2500 m², devendo ser mantido altos percentuais de permeabilidade do solo em dentro dos lotes. A Figura 20 representa a vista de satélite da área ocupada.

Figura 20: Área ocupada na bacia do Rio Canoas, Franca - SP



Fonte: Google Earth, 2022. Modificado pelo autor.

Já na cidade vizinha de Claraval/MG, local onde se encontra a nascente do Rio Canoas⁵, não foram identificadas leis específicas de proteção ambiental, estando a área submetida apenas ao regramento estabelecido nas leis nas esferas federal e estadual. Dessa maneira, nota-se um padrão de ocupação distinto daquele verificado na APA da cidade de Franca/SP, podendo haver ocupação em loteamentos menores de residências e em lotes de tamanhos inferiores ao módulo de chácaras verificado no município vizinho. A imagem abaixo demonstra um loteamento feito próximo ao leito do Rio Canoas na cidade de Claraval.

⁵ COMITÊ PCJ. Relatório da Situação dos Recursos Hídricos 2011, Ano Base 2010. UGRHI 05 – Bacias Hidrográficas dos Rios Sapucaí-Mirim, Grande. CBH-PCJ, 2011

Figura 21: Imagem aérea – “Condomínio Residencial Miraflores” situado às margens do Rio Canoas na cidade de Claraval-MG.



Fonte: Google Earth, 2022.

É notório, no caso descrito, que a desarticulação entre os agentes envolvidos, faz com que as ações adotadas pela cidade que está a jusante (Franca/SP) sejam prejudicadas diretamente pelas ações e decisões de gestão adotadas pela cidade que está à montante (Claraval/MG). Tendo em vista, ainda, que o curso d'água em questão nasce no último município citado, a depender da atuação do governo local e dos órgãos fiscalizadores, o padrão de ocupação das áreas de mananciais e nascentes podem afetar diretamente o abastecimento na cidade vizinha, bem como fazer com que haja um descompasso ainda maior na articulação das ações entre os dois municípios.

4.2.2 Participação popular no processo de Planejamento e Gestão da drenagem

Mantendo em perspectiva o princípio norteador de que a articulação entre as diversas entidades responsáveis pela gestão do saneamento, do uso e ocupação do solo e de seu parcelamento, e mais especificamente, da drenagem, devem estar envolvidas de modo síncrono na atuação da pauta, ressalta-se como um elemento

chave para uma boa gestão da drenagem, a participação popular em todos os processos.

Se a articulação entre entidades já se impõe como um desafio à gestão, o acréscimo da participação da popular na equação torna ainda mais desafiadora toda essa dinâmica. Isso porque, conforme definido por Villaça (2005), não existe um bloco homogêneo que possa ser chamado de “população”. O que há, são classes sociais, setores ou grupos da população. O autor, ao descrever os processos de participação social na constituição dos Planos Diretores, chama a atenção para o fato de que as chamadas classes dominantes sempre participaram dos processos de decisão. Por outro lado, a grande maioria da população constituinte das ditas “classes dominadas”, no geral, não participam ativamente de tais processos. Assim, o autor conclui que o processo de participação popular consiste, em essência, da busca pela inclusão e agregação das camadas populares, visto que a minoria dominante sempre participou desses processos (VILLAÇA, 2005).

Sendo a ferramenta predominantemente utilizada em consultas populares, as audiências públicas são o principal meio de participação e controle popular na administração pública. Cabe destacar que as audiências públicas são uma das grandes inovações trazidas pela Constituição de 1988 para o campo social, tratando-se de uma grande promotora do estreitamento das relações entre Estado e a sociedade (FONSECA et al, 2014). Contudo, a efetividade desse instrumento e de sua aplicação no campo das políticas públicas tem sido objeto de questionamento. Para Pires et al. (2011), para que a participação popular seja efetiva, o desenho institucional e a formulação das regras e das normativas que estruturam os processos, bem como os recursos destinados a esses também devem ser igualmente efetivos.

Partindo do pressuposto que a drenagem está relacionada a questões de saneamento, bem como a questões de infraestrutura urbana, nota-se que a participação popular na pauta pode esbarrar na visão técnica que tal tema pode vir a exprimir. Assim, levando em conta que a participação popular se expressa por meio das audiências públicas, e ainda, que o caráter técnico que a temática venha a pressupor pode dificultar o diálogo com a população geral, o grande desafio da efetivação da participação popular, no caso da drenagem, é a aproximação da pauta com as demandas do dia a dia da população. Desse modo, políticas que estimulem e aproximem questões técnicas (como alguns aspectos da drenagem urbana) da realidade da população, bem como a adoção de contrapartidas que favoreçam a

participação da população geral na gestão urbana dos municípios, se notabilizam como importantes recursos a serem explorados pela municipalidade.

5 Materiais e Métodos

Para o desenvolvimento da presente pesquisa, foi utilizado o método exploratório documental, partindo de uma abordagem indutiva. Nesse sentido, buscou-se a partir da bibliografia e das discussões, a compreensão da realidade da drenagem partindo de situações específicas e explanando as mesmas para um contexto geral. Nesse sentido, situações pontuais (como os episódios de inundação, por exemplo), são visualizados não apenas pontualmente, como também encontram correspondências em um contexto maior.

A escolha da metodologia aplicada se dá por diversas razões, mas principalmente pela gama de possibilidades que o modelo exploratório oferece. De acordo com Gil (1999), a pesquisa exploratória tem como foco principal o esclarecimento e a modificação de conceitos e ideias a partir da formulação de problemas mais precisos ou hipóteses que posteriormente poderão ser pesquisadas. O autor ainda destaca que este tipo de metodologia possui uma maior flexibilidade em seu planejamento, visto que este é desenvolvido com o objetivo de proporcionar ao pesquisador uma visão ampla e ao mesmo tempo específica acerca do objeto estudado.

Sob o ponto de vista das pesquisas relacionadas ao campo da gestão urbana e das ciências sociais aplicadas, a multiplicidade de possibilidades desenvolvidas em uma pesquisa exploratória torna-se instrumento útil para uma abordagem mais estratégica diante de um determinado tema. Isto é, ainda que um dado assunto já é de conhecimento do autor, a pesquisa exploratória também se mostra válida, uma vez que para um mesmo fato podem haver explicações alternativas, e a sua utilização permitirá que sejam levantadas senão todas, ao menos algumas dessas possibilidades (MEDEIROS, 2018; MATTAR, 2001)

Já a abordagem indutiva é um método de investigação onde, a partir de dados particulares solidamente constatados, é possível inferir uma verdade geral ou universal, a qual não está contida nas partes examinadas (MARCONI E LAKATOS, 2010).

De acordo com Mattar (2001), os métodos utilizados para o desenvolvimento de uma pesquisa exploratória são diversos e versáteis, compreendendo o levantamento de experiências, buscas em fontes secundárias e em estudos de casos selecionados, além da observação informal. No caso da presente pesquisa, foi

adotado, ainda, o estudo de caso único como método complementar para a estruturação da investigação. Desse modo, adotou-se como objeto a cidade de Franca, no interior de São Paulo.

Para Yin (2001), “Um estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”. Do mesmo modo, o autor ainda ressalta que esse tipo de método possui, em essência, a capacidade de esclarecer uma decisão ou um conjunto de decisões, os motivos de tomada dessas decisões e os resultados obtidos dentro de uma situação delimitada e específica (YIN, 2005).

Tendo em vista o exposto, a presente pesquisa tem como objeto de estudo as condições de drenagem na cidade de Franca/SP. Para a realização do estudo de caso, adotou-se uma abordagem dedutiva. Assim, partindo de constatações gerais e universais (verificadas tanto na bibliografia quanto nas discussões), explora-se uma gama de questões já consolidadas e verificadas em outras localidades, aplicando-as ao contexto francano, visando com isso a compreensão do panorama da drenagem no município. De modo elucidativo, como exemplo, cita-se o modelo de ocupação do solo nas áreas de fundo de vale e as implicações verificadas tanto no contexto geral (de outras localidades) e, sobretudo, ao caso de Franca.

Sobre as questões verificadas, buscou-se analisar o panorama legislativo nas três esferas de poder, bem como questões da ordem da gestão do uso e da ocupação do solo e daquelas relacionadas à drenagem. O quadro a seguir descreve a estrutura adotada para a realização do estudo de caso e dos aspectos verificados.

Quadro 4: Estrutura de análise do Estudo de Caso

Estrutura de análise do Estudo de Caso		
Geral	Legislação	Esfera Federal
		Esfera Estadual
	Ambiental	Características
		Aspectos sustentáveis de gestão da drenagem
	Gestão	Métodos de drenagem
		Estratégias de planejamento
Específico	Legislação	Esfera Municipal
		Esfera Estadual e Federal aplicadas
	Ambiental	Leis ambientais

		Aspectos físicos do município
		Aspectos ambientais da rede de drenagem local
	Gestão	Métodos de drenagem implantados
		Zoneamento
		Uso e ocupação do solo

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Em relação à análise da bibliografia, utilizou-se a metodologia baseada nos conceitos da Teoria Fundamentada de análise, o qual se compreende como uma metodologia de natureza exploratória focada na elaboração de teorias que especificam o fenômeno e as condições de manifestação do mesmo (GLASSER; STRAUSS, 1967). Nesse tipo de abordagem, não se parte de um modelo baseado em conhecimentos teóricos, mas leva-se em consideração principalmente os dados e o campo de estudo. As suposições teóricas se montam ao se lidar com o campo (FLICK, 2004).

Tendo em vista a metodologia adotada, elencou-se cinco pontos chave para o levantamento do material bibliográfico, conforme descrito a seguir:

- I) Análise da bibliografia que trata sobre os sistemas de drenagem sob o ponto de vista técnico e sobretudo, da ótica do planejamento urbano e da gestão da ocupação territorial urbana.
- II) Análise da bibliografia voltada a gestão na esfera municipal, regional e ambiental.
- III) Análise de materiais bibliográficos e técnicos voltados aos sistemas de drenagem e dos instrumentos e dispositivos relacionados à pauta;

Para facilitar a visualização dos pontos informados, foi desenvolvida uma tabela (Tabela 2) contendo a organização dos levantamentos e das discussões realizadas no presente trabalho.

Tabela 2 - Etapas de desenvolvimento do Trabalho

ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO		
Etapa 01. Gestão urbana e drenagem	Estudo sobre o impacto da urbanização sobre a drenagem	Lev. Bibliográfico
	Estudo sobre a gestão integrada da drenagem	
Etapa 2. Métodos e sistemas de drenagem	Análise e levantamento sobre os sistemas alternativos de drenagem urbana	
Etapa 3. Sustentabilidade e adaptação as mudanças climáticas	Estudo sobre os impactos na drenagem urbana decorrentes das mudanças climáticas	Disc. e Resultados
Etapa 4. Panorama legal	Legislações de uso e ocupação do solo e específicas à drenagem.	
Etapa 5. Estudo de Caso de Franca/SP	Análise do quadro geral da drenagem no município de Franca/SP	
	Panorama da estrutura de drenagem do município frente as alterações climáticas	
	Quadro de diretrizes e medidas técnicas para a melhoria das condições de drenagem no município	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

5.1 Materiais consultados

O levantamento dos textos para a formação do referencial teórico foi feito através do acesso à diversas fontes. A maior parte do material acessado para a confecção do presente trabalho é fruto de publicações, artigos, livros, dissertações e teses acessadas de modo virtual pela internet. Além disso, foram utilizados livros e textos disponíveis na biblioteca da UNESP – Campus de Franca/SP.

A respeito do material técnico voltado à drenagem, foram utilizados textos, levantamentos e mapas provenientes de repositórios de instituições públicas, como a CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo), SABESP (Sistema de Abastecimento do Estado de São Paulo), do Portal SIG RH (Sistema Integrado de 17 Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo), além da consulta aos repositórios de instituições de ensino públicas e particulares. Já os mapas contendo as informações da rede de drenagem instalada foram obtidos em consulta ao setor de Mapoteca da Prefeitura Municipal de Franca e ao arquivo contido na Secretaria de Infraestrutura e no Arquivo central do Município.

5.2 Levantamentos

Partindo de uma escala ampla até um recorte mais específico, foi adotado, ainda, o estudo de caso da situação da drenagem no município de Franca -SP. A escolha dessa ferramenta de pesquisa se deu primeiramente por entender o estudo de caso como uma forma de organizar os dados do objeto estudado, preservando o caráter unitário do mesmo, e ainda, investigar cientificamente as características importantes para tal problema (GOODE E HATT, 1972; COLLIS E HUSSEY, 2005). Contudo, tal escolha também parte do objetivo principal do trabalho, que é o de verificar e discutir estratégias e métodos que possibilitem a melhoria das condições da drenagem no município de Franca/SP.

Para a composição dos resultados e das discussões pertinentes ao tema explorado pela pesquisa, foi realizado um levantamento das legislações ligadas ao manejo das águas pluviais e ao uso e a ocupação do solo urbano, além do estudo de caso. De modo inicial, foram relacionadas e estudadas as legislações voltadas ao tema nas três esferas de poder: federal, estadual e municipal. A partir da análise feita, foram correlacionadas as disposições legais existentes em relação aos métodos compensatórios e a gestão integrada da drenagem.

5.3 Critérios para o recorte de análise das bacias de contribuição no município de Franca/SP

Após a verificação do Plano Municipal de Drenagem De Franca/SP, estudo desenvolvido pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, instituto ligado à Universidade de São Paulo e ao Departamento de Águas e Energia Elétrica do estado de São Paulo - DAEE, notou-se que, em diversos pontos (especialmente nos diagnósticos realizados na Segunda etapa do estudo através do caderno denominado “Volume II – Diagnóstico e Prognóstico do Sistema de Drenagem Existente”, há uma grande atenção, por parte do material, sobre os problemas verificados nos canais Bagres, Cubatão e Espraiado.

O estudo trás, em detalhes, as características e insuficiências verificada em cada um dos 13 macrodrenos que constituem a rede de macrodrenagem do município. Dentre os levantamentos, o tópico denominado “Diagnóstico Hidráulico da Situação Existente” (o qual é possível verificar nos estudos feitos sobre cada um dos 13

macrodrenos) destacou-se como importante ponto de reflexão sobre a situação da rede de drenagem do município, tendo sido mapeado e contabilizado os locais onde a infraestrutura instalada não era suficiente para lidar com os picos de vazão de cheias. Assim, tendo em vista exprimir de maneira quantitativa os resultados obtidos nas discussões efetuadas, o quadro a seguir (Quadro 5), representa a caracterização de cada um dos macrodrenos, bem como a quantidade de pontos onde a infraestrutura instalada não é suficiente para a demanda drenada.

Quadro 5 – Resumo dos levantamentos feitos acerca dos macrodrenos da cidade de Franca/SP

BACIA DE CONTRIBUIÇÃO	Extensão	Área da bacia	Ponto de confluência	Grau de antropização da bacia	Número de Pontos críticos de controle de inundação apontados nos relatórios
Córrego dos Bagres	6,8 km	11,1 km ²	Córrego Cubatão	Alto	08 locais com infraestrutura insuficiente
Córrego Cubatão	Aprox. 5 km	7,63 km ²	Ribeirão dos Bagres	alto	15 locais com infraestrutura insuficiente
Córrego Espreado	5,1 km	13,20 Km ²	Córrego Cubatão	médio	02 locais com infraestrutura insuficiente
Córrego do Engenho Queimado	5,5 km	31,14 m ²	Ribeirão Jardim	Médio	03 locais com infraestrutura insuficiente
Ribeirão do Salgado	4,3 km	23,7 km ²	Ribeirão do Macaco	Baixo	Nenhum ponto apresenta infraestrutura insuficiente
Córrego do Morto	2,1 km	3,1 km ²	Rio Canoas	Baixo	Nenhum ponto apresenta infraestrutura insuficiente
Ribeirão dos Correias	6,1 km	18,1 Km ²	Córrego do Pouso Alegre	Baixo	Nenhum ponto apresenta infraestrutura insuficiente
Córrego do Lageado	5,36 km	13,5 km ²	Exultório da Bacia - Zona rural do município	médio	Nenhum ponto apresenta infraestrutura insuficiente
Ribeirão Cubatão	7 km	20,4 km ²	Córrego Cubatão	Baixo	Nenhum ponto apresenta infraestrutura insuficiente
Ribeirão das Macaúbas	6,3 km	16,8 km ²	Exultório da Bacia - Zona rural do município	médio	Nenhum ponto apresenta infraestrutura insuficiente
Córrego Santa Bárbara	3,7 km	5,4 km	Ribeirão das Macaúbas	Baixo	Nenhum ponto apresenta infraestrutura insuficiente
Córrego dos Olhos D'água	3,9 km	16 km ²	Ribeirão dos Bagres	Baixo	Nenhum ponto apresenta infraestrutura insuficiente
Ribeirão do Santo Antônio	3,45 km	6,79 km ²	Exultório da Bacia - Zona rural do município	Baixo	Nenhum ponto apresenta infraestrutura insuficiente

Fonte: São Paulo, 2013. Adaptado pelo autor.

Indo de encontro aos resultados apresentados nas análises feitas nos itens 3.4.4, 3.5.4 e 3.6.3 do já referido caderno (os qual trata do “Diagnóstico da Situação Existente” dos córregos Bagres, Cubatão e Espreado, respectivamente), verifica-se que além dos pontos de fragilidade na rede explicitados na tabela anterior, as condições das três sub bacias apresentam problemas na ocupação e no uso do solo urbano (especialmente pela presença de vias marginais de grande fluxo constituída pelas avenidas Dr. Ismael Alonso y Alonso; Dr. Antônio Barbosa Filho, Adhemar Pólo e Dr. Hélio Palermo), além de serem cenário de graves episódios de inundações em épocas de elevada precipitação.

Dentre os três drenos, no entanto, nota-se uma atenção especial do estudo ao caso do Córrego Cubatão e do Córrego dos Bagres, tendo em vista a complexidade dos problemas apresentados, bem como as dificuldades de intervenção verificadas. Dessa maneira, foram selecionados os dois macrodrenos como objeto de estudo de caso.

6 Resultados e discussões

A partir da compreensão do impacto que as legislações possuem sobre a gestão da política urbana como um todo, e mais especificamente, no campo da drenagem urbana e do parcelamento do solo, a presente pesquisa pauta-se, inicialmente, na compreensão do arcabouço de legislações desta natureza nas esferas municipal, estadual e federal, como é possível verificar a seguir.

6.1 Legislações Federal relacionadas à drenagem urbana

No contexto federal, verifica-se que não foram encontradas legislações que tratem exclusivamente do campo da drenagem urbana ou de suas implicações. No entanto, o assunto é tratado em leis que abarcam o tema juntamente a outras pautas, como é o caso daquelas ligadas ao saneamento básico e aos recursos hídricos. Outra característica importante notada no teor das legislações relacionadas, são as disposições que transferem integralmente ou parte das responsabilidades da gestão do tema aos estados e municípios. A partir do levantamento feito, destacam-se as seguintes leis:

6.1.1 *Lei Federal nº 6.766, de 19 de dez. de 1979*

Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano. Tal lei estabelece os parâmetros urbanísticos dos lotes e das áreas parceladas. Além de aspectos diretamente ligados ao tema, tal fato se relaciona ao contexto da drenagem uma vez que as restrições de ocupação no solo incidem em aspectos como o adensamento, o nível de ocupação, dentre outras coisas, que acarreta em modificações no solo nos índices de escoamento superficial.

6.1.2 *Política Nacional de Recursos Hídricos – Lei Federal nº 9.433, de 8 de jan. de 1997*

Importante marco na gestão hídrica nacional, tal legislação foi responsável por criar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh), responsável por regulamentar o inciso XIX do artigo 21 da Constituição Federal. Já na esfera da drenagem urbana, destaca-se a adoção da bacia hidrográfica como a escala territorial adequada para a gestão dos recursos hídricos e para a atuação do Singreh. Sobre os objetivos apontados por esta lei, ressalta-se o combate à eventos hidrológicos críticos de origem natural, ou que são acarretados como consequência dos danos ambientais do uso inadequado dos recursos naturais. Sob o ponto de vista das diretrizes, destaca-se a articulação dos recursos hídricos com o planejamento do uso do solo urbano e do planejamento regional, estadual e nacional (TUCCI, 2012).

6.1.3 *Estatuto da Cidade – Lei Federal nº 10.257, de 10 de jul. de 2001*

Sendo este um marco da política urbana no país, o estatuto estabelece a obrigatoriedade da construção de Planos Diretores em cidades com mais de 5000 habitantes. A partir de 2012, através da Lei 12608/12 (Art. Nº 42 do Estatuto), é incorporada a inclusão de medidas de drenagem urbana e de prevenção e mitigação a impactos de desastres relacionados a temática nos Planos Diretores, além de estabelecer a necessidade do planejamento de ações preventivas e de realocações, também relacionadas aos desastres naturais.

6.1.4 *Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico – Lei Federal nº 11.445, de 5 de jan. de 2007*

A presente lei trata das diretrizes gerais do saneamento no país e das políticas públicas aplicadas sob o tema. Dentre as disposições tratadas na redação da Lei, destacam-se dois aspectos. O primeiro, está relacionado à incorporação da drenagem urbana no âmbito do saneamento ao incluir a terminologia “Manejo de águas pluviais”, fato que já por si só expõe a mudança de abordagem sobre o tema. O segundo ponto de interesse se traduz na adoção das bacias hidrográficas como unidade de referência para a gestão do saneamento. Conforme já discutido no tópico 4.2 (Gestão Integrada de Drenagem Urbana), é possível inferir que tal

recorte de intervenção não é observado nas intervenções urbanas, resultando em ações pontuais e desconectadas ao longo dos cursos d'água.

6.1.5 *Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – Lei Federal nº 12.608, de 10 de abril de 2012*

A partir da promulgação da Lei 12.608/12, a qual trata da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), dispondo também sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (Sinpdec) e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (Conpdec), as ações ligadas à prevenção e mitigação de desastres, bem com a todas as ações de defesa civil, passam a ser pensadas em uma esfera nacional e a ocorrer de maneira sistêmica.

Quando relacionada à drenagem urbana, é notória a correlação entre os temas quando observados os episódios de inundação, movimentação do solo, alagamentos e demais incidentes desta natureza pelo qual as cidades são acometidas em períodos chuvosos. Cabe ressaltar que em sua constituição, o PNPDEC pauta de modo central a necessidade de ações integradas entre as muitas esferas do planejamento relacionado à proteção e à defesa civil.

Na esfera municipal, cabe às Coordenadorias Municipais de Proteção e Defesa Civil, ou a órgãos similares, a gestão e execução das ações relacionadas ao tema. Devido à proximidade do governo local com a população e, ainda, pelo fato de o ambiente urbano ser o cenário de muitos dos desastres, recai sobre os municípios um importante parcela da participação na política de proteção e defesa civil. No entanto, os desafios de gestão e execução de ações voltadas ao tema podem esbarrar nas próprias limitações técnicas e administrativas dos governos locais.

Muitos governos municipais apontam que, desde a promulgação da Constituição Federal de 1988, os municípios acabaram acumulando funções e responsabilidades, sem, no entanto, receber as devidas contrapartidas para desempenhar tais funções (PEREIRA JUNIOR, 2007). Do mesmo modo, o gerenciamento de riscos muitas vezes implica em ações complexas e onerosas, as quais muitas vezes municípios de pequeno e médio porte não possuem condições financeiras, técnicas e administrativas para executar.

Tendo em vista a importância atribuída à esfera municipal acerca desta temática, mostra-se fundamental a constituição de Conselhos Municipais de Proteção

e Defesa Civil (Compdec), uma vez que é necessário que haja a integração e a articulação entre os diversos agentes que estão diretamente ligados à pauta, como também, a outros órgãos com distintas atribuições. Nesse sentido, se mostra fundamental a articulação tanto das legislações quanto da gestão de proteção e defesa civil, juntamente com as leis e normas que integram o rol de legislações voltadas à drenagem urbana, à ocupação do solo, como também a interrelação entre a gestão da drenagem e de Defesa Civil.

6.1.6 Novo Código Florestal – Lei 12.651/2012

Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa (revogando a Lei nº 4.771/65 [BRASIL, 1965]): A partir desta legislação, são incorporados elementos ao conceito de Área de Preservação Permanente (APP), sendo esta entendida 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).

A respeito dos limites estabelecidos para as áreas de preservação dos cursos d'água, a Lei indica que os Municípios devem, através de seus Planos Municipais, definir regras específicas de restrição, respeitando-se os limites da Lei (BRASIL, 2012; SOUZA, 2013). Fazendo um paralelo com a Lei 6766/79, esta legislação também trata do parcelamento do solo em margens de cursos d'água e das encostas. Quando comparados, nota-se que em alguns aspectos a Lei 6766/79 possui disposições que são mais restritivas que aquelas estabelecidas no NCF, como por exemplo, a declividade máxima permitida para a ocupação em encostas. De outro modo, a partir da Lei 12651/12, os requisitos para o estabelecimento da ocupação nas margens dos cursos d'água ficam mais restritos se comparados ao disposto na Lei 6766/79 (fato modificado através da implementação da Lei 14285/21).

6.1.6 Novo Marco do Saneamento Básico – Lei Federal nº. 14.026 de 15 de julho de 2020

Altera a Lei 11445/07. Dentre as diversas alterações incorporadas no texto da lei, delimita de maneira mais clara a drenagem como um serviço relacionado a esfera

do saneamento básico. A partir da promulgação desta, a drenagem e o manejo das águas pluviais urbanas passam a ser considerados elementos:

[...] constituídos pelas 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).

Outro importante aspecto proveniente dessa mudança é a integração das normatizações do saneamento básico, da drenagem urbana, do abastecimento de água e da coleta e o tratamento de efluentes. Conforme já apontado no item 4.2 (Gestão Integrada de Drenagem Urbana), esta lei parte da premissa da necessidade de integração entre as partes que constituem o que se entende como saneamento básico no Brasil, reforçando ainda mais a ideia de multidisciplinaridade e de gestão unificada não apenas na escala de intervenção (como na adoção de bacias hidrográficas como unidade de gestão), como também entre as pautas relacionadas ao saneamento.

Por fim, utilizou-se a estratégia de busca de palavras chaves, adotando os termos “drenagem”; “águas pluviais”; “drenagem urbana” e “inundações” como pontos de partida da investigação. A partir deste método, verificou-se os trechos onde cada um desses termos foi destacado, assim como a relevância do conteúdo para a pesquisa em cada fragmento. Partindo destas buscas, foram compilados os trechos de interesse das legislações relacionadas, resultando assim em uma tabela, a qual foi disposta no Apêndice I deste trabalho. Tal destacamento se deve à melhor estruturação do trabalho e para facilitar a consulta e a correlação entre as legislações na esfera Federal, Estadual e Municipal (tendo em vista que os quadros de resumo de todas as legislações levantadas nas três esferas de poder estão dispostos em sequência).

Após a verificação de todas as disposições legais anteriormente colocadas, o levantamento das legislações relacionadas no quadro anterior possibilita chegar a algumas conclusões. O primeiro ponto verificado é o fato de que o modelo tradicional de drenagem continua bastante marcado nas normativas e leis que tratam do manejo das águas pluviais. Nota-se que as leis federais vigentes tratam, pouco ou quase nada, de medidas compensatórias no controle e manejo pluvial. Outro ponto a ser discutido que vai de encontro a essa direção, é a não verificação de disposições que tratem diretamente do aspecto sustentável da drenagem urbana, ficando restrito as

redações dessas leis ao campo do saneamento básico e pontualmente (especialmente na Lei 6766/79), ao planejamento e ao uso e à ocupação do solo urbano.

Dentre as legislações relacionadas, destaca-se o novo Marco do Saneamento Básico como sendo aquela que dispõe de modo mais abrangente as questões das medidas alternativas, uma vez que em seu texto a lei trata desde de dispositivos de retenção de águas pluviais como medida de manejo das águas pluviais, quanto trata da tributação e da sustentabilidade econômico-financeira das obras e projetos relacionados ao tema. No campo da gestão das águas pluviais, esta legislação também se destaca ao incorporar às disposições já tratadas na Lei 11.445/07, alguns instrumentos que buscam a viabilização da gestão sob o ponto de vista econômico-financeiro, assim como são modificadas as atribuições sobre a gestão das águas pluviais (sobretudo após a modificação do papel exercido pela Agência Nacional de Águas – ANA, atribuindo a esta a competência para editar normas de referência sobre saneamento básico no Brasil).

De maneira geral, nota-se a necessidade de maior articulação entre as leis que regem o parcelamento urbano e as demais questões ligadas ao planejamento na esfera urbana, com as normativas relacionadas à drenagem, buscando com isso extrapolar a vinculação da drenagem às questões do saneamento, para tornar, com isso, mais claro a necessidade da inclusão das questões de drenagem como estruturantes nas políticas urbanas e no planejamento e controle do solo urbano.

6.2 Legislações Estaduais relacionadas à drenagem urbana

A partir do ponto de vista dedutivo do trabalho, a escala de investigação é aproximada e aborda-se as legislações na esfera estadual. Devido ao fato de o objeto do estudo de caso ser a cidade de Franca, no interior de São Paulo, a investigação buscou compreender as disposições legais vigentes no estado. Assim, para fins de análise, identificou-se as seguintes legislações de interesse:

- Política Estadual de Recursos Hídricos e Sistema Estadual de Saneamento – Lei n. 7.663, de 30 de dez. de 1991;
- Política Estadual de Saneamento e Sistema Estadual de Saneamento – Lei n. 7.750, de 31 de mar. de 1992;
- Política Estadual do Meio Ambiente e Sistema Estadual de Administração da Qualidade Ambiental, Proteção, Controle e Desenvolvimento do Meio Ambiente e Uso Adequado dos Recursos Naturais – Lei n. 9.509, de 20 de mar. de 1997;
- Normas para Contenção de Enchentes e Destinação de Águas Pluviais – Lei n. 12.526, de 2 de jan. de 2007;
- Código Florestal do Estado de São Paulo – Lei n. 15. 684, de 14 de jan. de 2015.

Como método de busca, empregou-se o mesmo princípio adotado no levantamento realizado sobre as legislações federais. Como material resultante, foi desenvolvida uma tabela destacando os trechos de interesse de cada uma das legislações verificadas. Por se tratar de um material extenso, optou-se por destacar ele do texto principal (tal qual foi feito com as legislações federais), ficando esse material disponível para consulta no Apenso I deste trabalho. A partir dos trechos analisados, foram efetuadas as considerações dispostas a seguir.

Em síntese, nota-se que as leis e normas no âmbito estadual relacionadas à drenagem possuem caráter pouco específico sobre o tema, estando muito mais vinculadas à proteção de recursos hídricos e às questões sanitárias do que propriamente com o manejo das águas pluviais. A exceção à regra é a Lei 12.526/07, que estabelece critérios e parâmetros técnicos para a construção de reservatórios de contenção das águas pluviais e para a reserva de áreas permeáveis nos lotes. No entanto, dentre a enorme gama de instrumentos e métodos de drenagem disponíveis,

a limitação das normas dispostas nesta Lei, às bacias de contenção, acaba se convertendo como limitadores na atuação técnica vinculada a drenagem, não sendo compreendida, desse modo, uma gama de outras soluções existentes e já consolidadas no manejo hídrico urbano.

Tendo em vista, ainda, as disposições colocadas no Plano Estadual de Recursos Hídricos (especialmente àquelas que estabelecem a necessidade de cooperação técnica do estado com os municípios), entende-se que o desenvolvimento de legislações que normatizem as soluções ligadas à drenagem, especialmente sobre as medidas compensatórias e às técnicas alternativas de gestão para a implantação e manutenção das redes, podem contribuir de maneira significativa para a melhoria da drenagem em cidades de pequeno e médio porte que disponham de poucos recursos técnicos, assim como pode contribuir com as cidades médias que não possuam corpo técnico especializado e legislações específicas para o tema, uma vez que reforçaria a importância da pauta e estabeleceria critérios e parâmetros mínimos para cada uma das soluções apresentadas.

Dispositivos como aqueles dispostos na Lei 12.526/07, onde tem-se a obrigatoriedade da contenção das águas pluviais na fonte, isto é, no lote onde este volume foi escoado, se constitui como resposta ao modelo tradicional e aos problemas por ele gerado nas cidades. No entanto, quando observada a diversidade de instrumentos de manejo hídrico existentes e que atualmente estão sendo implantados nas mais diversas cidades do mundo, o esforço e o pioneirismo dessas legislações se mostram tímidos e incipientes.

Acerca dos parâmetros técnicos para o cálculo e dimensionamento de dispositivos de manejo das águas pluviais, nota-se que além das normativas já estabelecidas para o cálculo de bacias de contenção, há que se prever parâmetros técnicos atreladas às legislações, para outros dispositivos, como valas e poços de infiltração, telhados verdes, jardins de chuva e tantos outros métodos e técnicas de manejos que atualmente despontam como maneiras sustentáveis e inteligentes para lidar com as águas pluviais.

Por outro lado, cidades como Porto Alegre, por exemplo, possuem regras específicas para lidar com o tema e dispõem de normativas que aumentam, em muito, o leque de opções que, respectivamente, o poder público e os profissionais da construção civil possuem na fiscalização e aplicação desses métodos nos lotes urbanos. Contudo, tendo em vista as dificuldades técnicas e administrativas que

muitos municípios se encontram, especialmente em relação à falta de profissionais capacitados para lidar com o tema e para a criação de normativas específicas, compreende-se que os governos estaduais e federais possuem condições mais favoráveis para estabelecer tais parâmetros, dando conta das demandas apresentadas nos centros urbanos com as mais distintas realidades.

6.3 Estudo de caso de Franca/SP

Como objeto da presente pesquisa, foi escolhida para a análise a cidade de Franca no interior de São Paulo. Tal escolha se deve primeiramente pelo campo de atuação do autor em função do seu trabalho na secretaria de Infraestrutura do município, onde cotidianamente convive de modo prático com as questões de planejamento urbano. Por outro lado, nota-se uma demanda por estudos sobre o tema no município, tendo em vista os inúmeros episódios de inundação ocasionados nas épocas chuvosas, fenômeno recorrente e que há décadas os francanos lidam de perto.

A cidade de Franca se caracteriza como uma cidade de médio porte, possuindo atualmente pouco mais de 358 mil habitantes, conforme estimativas feitas pelo IBGE (IBGE, 2021). Na rede de Regiões de Influência das Cidades (RECIC), o município aparece com o grau de influência 2C, sendo classificada como capital regional “C”, e constituindo-se, na divisão estadual, como a capital regional da mesorregião de Franca (IBGE, 2021). Dessa maneira, a aplicação do estudo de caso sobre o município pesquisado poderá servir de referência a outros centros urbanos que possuam o mesmo porte e características semelhantes.

Para a realização do estudo, primeiramente buscou-se a caracterização do município, tanto histórica, econômica e socialmente, como também física e espacialmente. Após isso, foram analisados o plano diretor do município, bem como o Plano Municipal de Drenagem, desenvolvido no ano de 2013 pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, instituição ligada a Universidade de São Paulo, assim como foram levantadas as principais legislações relacionadas à drenagem e ao parcelamento e uso e ocupação do solo. Por fim, foi efetuado um levantamento mais específico sobre as sub bacias dos córregos Bagres e Cubatão, bem como das condições ambientais de áreas relacionadas a essas áreas de contribuição. Para

tanto, foi elaborado um roteiro de análise, no qual são estabelecidos os pontos de interesse abordados. Assim, tem-se o seguinte quadro:

Quadro 6: Roteiro de análise aplicado no estudo de caso da cidade de Franca/SP

Estudo de Caso - Franca/SP		
Título	Aspecto da análise	Natureza da análise
Características Gerais do Município (dados)	Urbanística	Características físicas do município
	Social	População
		Economia
Características ambientais do município	Ambiental	Clima
		Hidrologia
		Bacias hidrográficas
Levantamento Legal - Esfera municipal	Legal	Drenagem - Plano Diretor
		Drenagem - Leis de parcelamento do solo
		Drenagem - Demais legislações
Plano Municipal de Drenagem	Técnica/ Ambiental/ Sanitária	Disposições gerais e específicas da subbacia do Córrego Cubatão
Levantamentos – sub bacia do Córrego dos Bagres	Urbanística	Uso e ocupação do solo urbano
	Ambiental	Hidrologia
	Sanitária	Rede de drenagem local
	Ambiental	Histórico de eventos hidrológicos
Diretrizes para a melhoria da gestão da drenagem no município	Geral	Diretrizes gerais de gestão para a drenagem
Diretrizes para a melhoria da gestão da drenagem da sub bacia do Córrego dos Bagres	Geral	Diretrizes gerais de gestão para a drenagem e intervenções propostas

Fonte: Elaborador pelo autor, 2022.

6.3.1 Aspectos gerais do município

O município de Franca se localiza no estado de São Paulo, na região Sudeste do Brasil (Figura 22), mais precisamente na porção nordeste do estado. O território do município ocupa uma área total de 607,33 km² e faz fronteira ao sul com os municípios de Patrocínio Paulista e Batatais, a oeste com Restinga, São José da Bela Vista e

Ribeirão Corrente, ao norte com Cristais Paulista, e a Leste com os municípios de Claraval e Ibirací, ambos do Estado de Minas Gerais.

Figura 22: Localização de Franca/SP



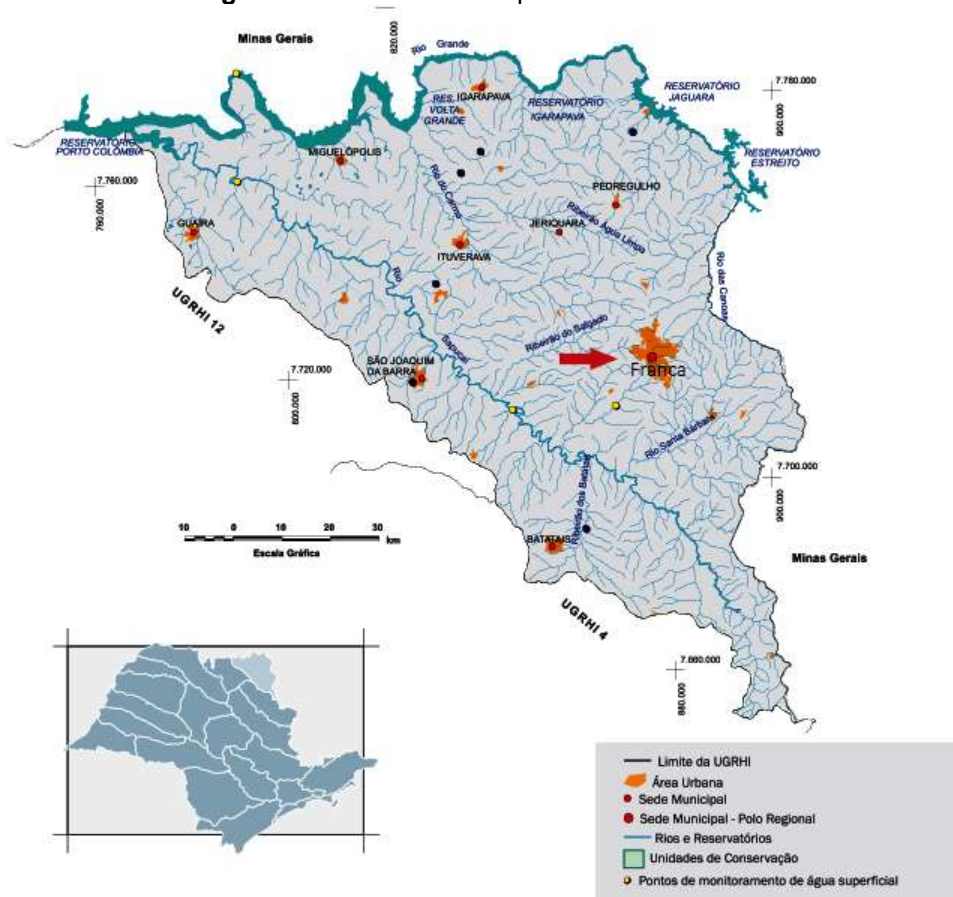
Fonte: Elaborador pelo autor, 2022. Mapa base: Google Earth.

A população do município é estimada em 355.900 habitantes para o ano de 2021, apresentando uma densidade demográfica de 587,6 hab/Km² (IBGE, 2021). A cidade se destaca atualmente pela produção industrial de calçados (especialmente no segmento masculino), e pelo cultivo e comercialização de café. Destacam-se, ainda, o setor de serviços e o de produção de produtos químico-cosméticos (FECOMÉRCIO, 2021). Atualmente, Franca ocupa a posição (no contexto da rede de cidades) de capital regional, influenciando diversos municípios paulistas e mineiros próximos à região (IBGE, 2021).

6.3.2 Hidrografia do município

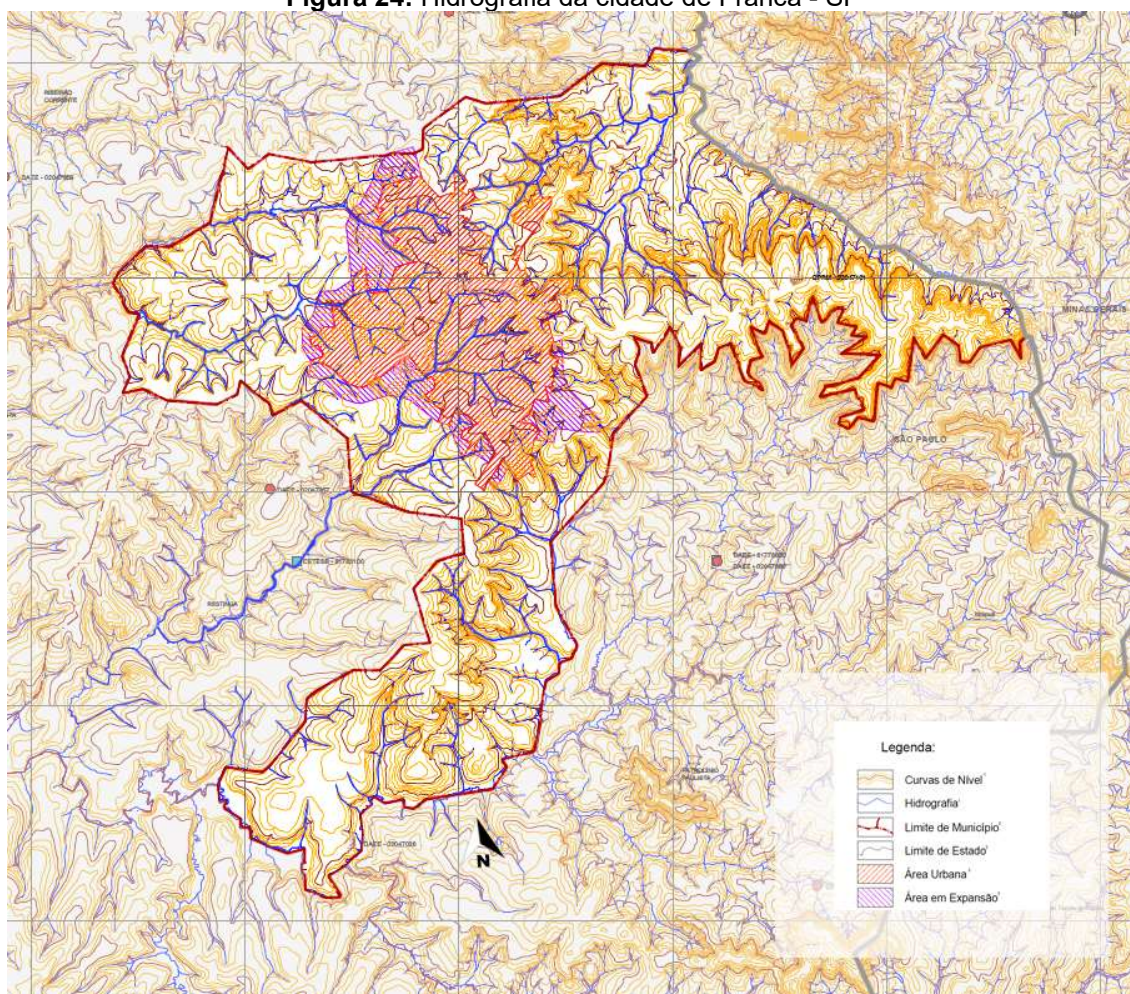
O município de Franca está situado na Bacia Hidrográfica Sapucaí Mirim/Grande (Figura 23), na área compreendida pela Unidade de Gestão de Recursos Hídricos (UGRHI) 08 do estado de São Paulo.

Figura 23: UGRHI 08 – Sapucaí-Mirim/Grande



Fonte: SIGRH, s/d. Adaptado pelo autor, 2022.

Aproximando a escala, nota-se dentro do território do município uma grande quantidade de cursos d'água compostos, em sua maioria, por córregos e ribeirões. A imagem a seguir (Figura 24) demonstra a rede hidrográfica dentro do território do município.

Figura 24: Hidrografia da cidade de Franca - SP

Fonte: SÃO PAULO, 2013. Modificada pelo autor.

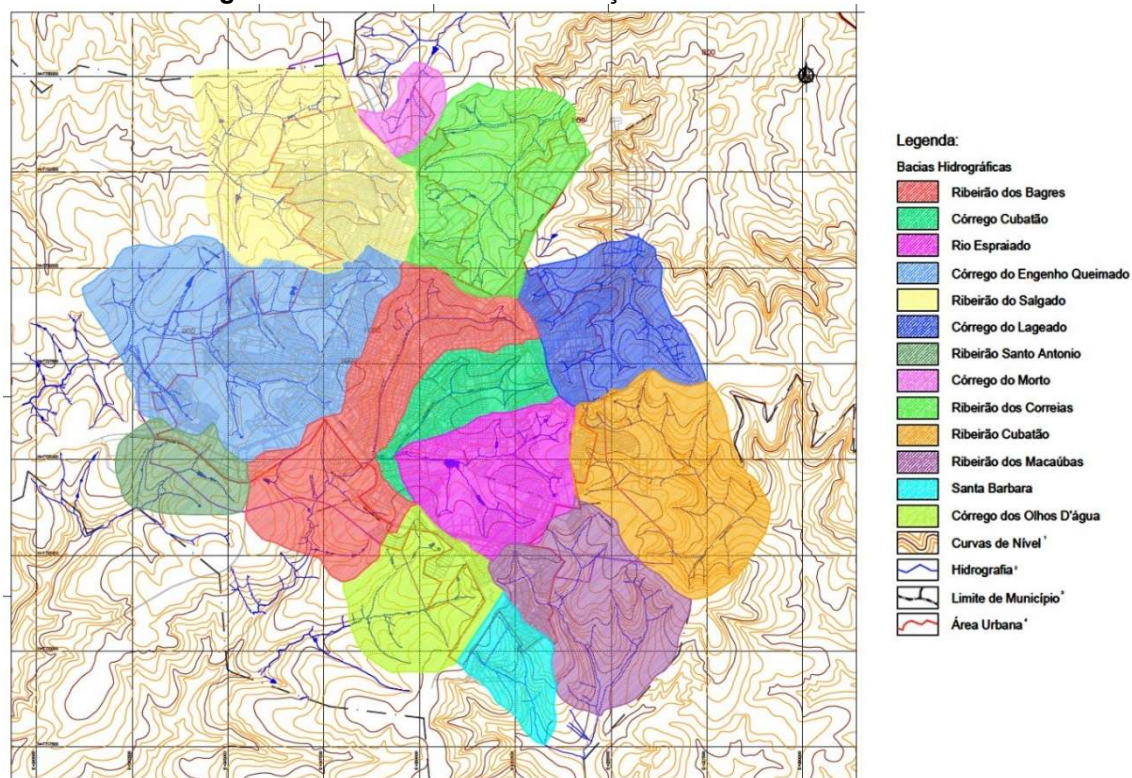
Na escala urbana, 13 (treze) cursos d'água se encontram em área urbanizada ou de expansão urbana do município. Ao associar esses corpos hídricos com as questões de drenagem das águas pluviais, é possível correlacionar tais elementos a macrodrenos, sendo estes:

1. Ribeirão dos Bagres
2. Córrego Cubatão
3. Rio Espraiado
4. Córrego do Engenho Queimado
5. Ribeirão do Salgado
6. Córrego do Lageado
7. Ribeirão Santo Antônio
8. Córrego do Morto
9. Ribeirão dos Correias
10. Ribeirão Cubatão

11. Ribeirão dos Macaúbas
12. Santa Barbara
13. Córrego Olhos D'água

Abaixo (Figura 25), é possível verificar a delimitação de cada uma das 13 sub bacias.

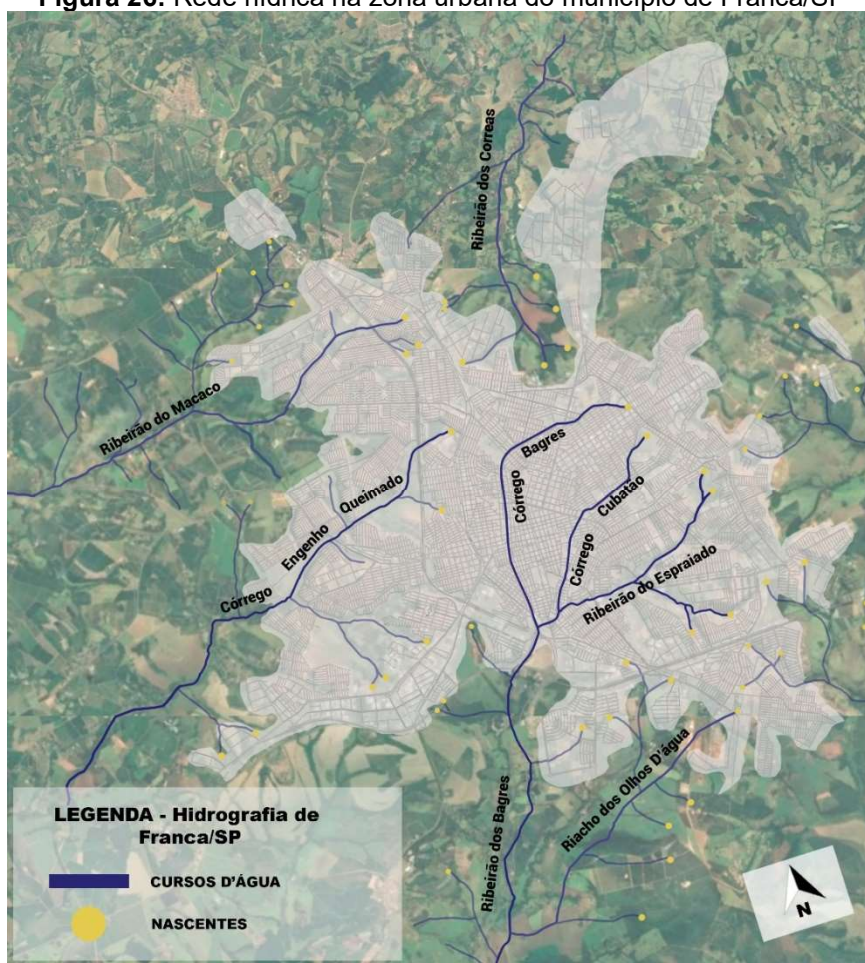
Figura 25: Sub bacias de contribuição da cidade de Franca/SP



Fonte: SÃO PAULO, 2013

A seguir, é possível verificar um mapa esquemático demonstrando a rede hídrica na zona urbana do município (Figura 26):

Figura 26: Rede hídrica na zona urbana do município de Franca/SP



Fonte: Elaborado pelo autor. Baseado em São Paulo, 2013.

Próximo à área urbana do município correm ainda o Rio Canoas (principal fonte de captação de água para o abastecimento no município). Numa escala mais ampla, tem-se ainda o Rio Sapucaí ao sul já localizado no município de Restinga e o Rio Grande ao norte, delimitando a divisa de São Paulo com o Estado de Minas Gerais. O quadro abaixo (Quadro 7) demonstra imagens dos três cursos d'água descritos.

Quadro 7: Rios Canoas, Sapucaí e Grande.

Curso D'água	Local	Imagem
I) Rio Canoas	Franca/SP - Local de captação de água para abastecimento	
II) Rio Sapucaí	Restinga/SP - Instalações da nova fonte de captação de água para as cidades de Franca/SP e Restinga/SP	
III) Rio Grande	Rifaina/SP. Neste ponto	

Fonte: Imagem I: Jornal da Franca, 2021^a; Imagem II: Jornal da Franca, 2021^b. Imagem III: Prefeitura Municipal de Rifaina/SP, 2021.

6.3.3 Rede de drenagem do município

Para a compreensão da rede de drenagem já instalada no município, é necessário que sejam abordadas as escalas de micro e de macrodrenagem. Tradicionalmente, as medidas de controle de escoamento da microdrenagem consiste

na drenagem através de estruturas destinadas à condução do volume escoado até um coletor principal ou riacho urbano. Já a macrodrenagem é formada por coletores de diferentes sistemas de microdrenagem. A escala da macrodrenagem é verificada em áreas superiores a 4 km², não devendo este referencial ser tomados como absolutos, visto que a malha urbana pode possuir distintas configurações (SUDERHSA,2002)

Acerca da rede de microdrenagem do município, a partir de buscas feitas junto à Secretaria Municipal de Infraestrutura, identificou-se um mapa geral da rede de drenagem do município (Anexo B), o qual foi desenvolvido a partir do agrupamento de informações dos projetos de drenagem dos loteamentos aprovados pela municipalidade⁶. Contudo, o mapa disponibilizado apresenta diversas inconsistências e uma significativa parte da rede não se encontra representada, devido à dificuldade na reunião das informações disponíveis (especialmente em loteamentos antigos). Desse modo, a busca por um diagnóstico sobre as redes de microdrenagem do município se torna um desafio bastante significativo, tendo em vista a insuficiência de informações registradas.

Se por um lado a ausência de informações acaba dificultando a visualização de um panorama geral da rede, por outro, a falta desse tipo de informação representa um grande desafio de gestão para o município, visto que a manutenção das galerias, dutos e demais elementos que compõem a rede de microdrenagem (especialmente aqueles que estão enterrados) não são facilmente identificados, fator que dificulta (e certamente, onera) as possíveis intervenções que porventura sejam efetuadas. Desse modo, a principal conclusão a que se chega é a necessidade de atualização dos dados referente à rede de drenagem, para que com isso o município tenha propriedade da infraestrutura instalada e das necessidades e demandas apresentadas por ela.

Sobre a rede de Macrodrenagem do município, conforme mapeado pelo Plano Municipal de Drenagem, podem ser listados 13 macrodrenos, constituídos em sua maioria por córregos e ribeirões. Dentre esses, destacam-se os canais formados pelos córregos Bagres, Cubatão e Espraiado, tendo em vista que os mesmos estão inseridos em áreas já consolidadas de ocupação urbana, e que foram ao longo do tempo retificados e canalizados para a abertura de grandes vias de circulação. As

⁶ Fato informado pelo responsável pelo setor de Parcelamento do Solo do Município, Eng. Fabrício Jean da Silva.

imagens a seguir (Figuras 27, 28 e 29) demonstram as obras de canalização executadas no córrego dos Bagres e Cubatão, respectivamente.

Figura 27: Canalização do Córrego dos Bagres



Fonte: Ferreira, 2007.

Figura 28: Saneamento do Córrego Cubatão entre as Av. Champagnat e a cachoeira



Fonte: Ferreira, 2007.

Figura 29: Vista aérea do Córrego Cubatão no ano de 1985

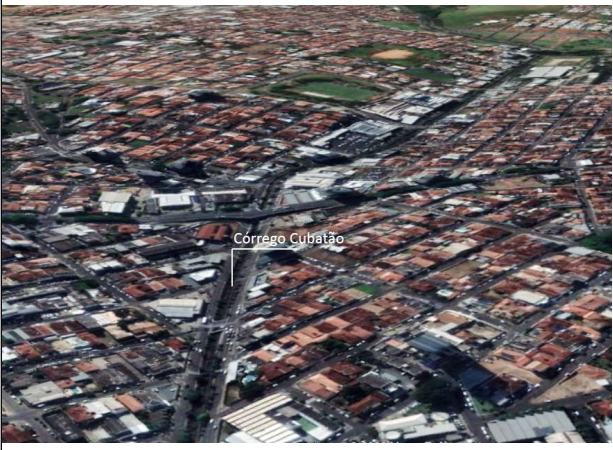


Fonte: Ferreira, 2007.

6.3.4 Ocupação das áreas de fundo de vale

Outra importante característica verificada no padrão de urbanização do município, é a ocupação das áreas de fundo de vale. Neste sentido, destaca-se as áreas marginais dos córregos Bagres, Cubatão, Espreado e Córrego do Engenho Queimado, os quais possuem extensas áreas urbanizadas no entorno desses cursos d'água. O quadro a seguir (Quadro 8), demonstra o padrão de ocupação analisado em cada um dos casos descritos.

Quadro 8: Análise do padrão de ocupação nas áreas de várzea no entorno dos córregos Cubatão, Bagres, Espraiado e Engenho Queimado.

Curso D'água	Situação	Padrão de ocupação
Córrego dos Bagres	Alto nível de antropização no leito	
Córrego Cubatão	Alto nível de antropização no leito	
Córrego Espraiado	Alto nível de antropização no leito, com áreas remanescentes e de preservação	

Córrego do Engenho Queimado	Trechos com alto nível de antropização no leito, contudo, com áreas remanescentes	
---	--	--

Fonte: Google Earth, 2022. Adaptado pelo autor.

Sob o ponto de vista da drenagem, a ocupação dos fundos de vale mostra-se incompatível com as dinâmicas hídricas dos córregos que cortam essas áreas. Isto se dá, como verificado anteriormente nos levantamentos bibliográficos, pelo fato de que essas áreas urbanizadas acabam ocupando o chamado “leito maior” desses corpos hídricos, áreas naturalmente inundáveis em momentos de cheias (GOERL; KOBAYAMA, 2005).

Outro ponto a ser levantado, está relacionado à impermeabilização de áreas que compõe a sub bacia de contribuição de cada um dos corpos hídricos listados, processo que faz com que as águas pluviais escoem superficialmente e cheguem mais rapidamente nos fundos de vale, carregando consigo todo tipo de material que encontram pela frente. Em episódios de inundação, este volume extravasa o leito e invade as áreas urbanizadas, podendo com isso, além de acarretar em danos materiais, comprometer a saúde das pessoas que ocupam esses espaços (SERVILHA, 2013). Neste aspecto, vale ressaltar que distintamente ao que se verifica em áreas com urbanização precária no entorno de rios e córregos, como a instalação de favelas e de assentamentos irregulares, o padrão de ocupação verificado no entorno dos córregos urbanos listados anteriormente se dá em áreas com parcelamento regularizado pelo poder público municipal e com avenidas abertas muitas vezes pela própria municipalidade (como é o caso das Avenidas Antônio Barbosa Filho, aberta no início dos anos 1990).

Figura 30: Construção do canal dos bagres e da Avenida Antônio Barbosa Filho.



Fonte: Ferreira, 2007.

Nesse sentido, chama-se a atenção para a questão legal implicada na ocupação dessas áreas. Levando em consideração as disposições do Código Florestal Brasileiro (Lei N° 4771/1965), vigente à época, e que partir da instituição da Lei Federal 7.803/89, a qual alterou o Art. 2° do Código Florestal e que englobou as APPs de corpos hídricos em áreas urbanas nas disposições da mesma, tem-se a seguinte disposição:

Art. 2° Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de outro qualquer curso d'água, em faixa marginal cuja largura mínima será:

1. de 30 (trinta) metros para os rios de menos de 10 (dez) metros de largura; (Redação dada pela Lei nº 7.511, de 1986).

De outro modo, o Plano Diretor Integrado (Lei 2046/72), vigente à época, dispunha no Art. 30 a obrigatoriedade da reserva de faixas *non aedificandi* que deveriam possuir, no mínimo, as dimensões estabelecidas nas alíneas a, b e c⁷ do inciso IV do Art. 13 do Plano. A lei estabelece, ainda, que tais áreas podem possuir dimensões superiores às estabelecidas à critério do poder executivo municipal em casos de preservação de matas ciliares, prevenção de áreas de inundação e implantação de parques lineares de lazer, em cumprimento ao disposto no inciso II do art. 14 da mesma legislação (FRANCA, 1972).

⁷ a) faixas de terreno com, no mínimo, 100 metros ao longo das margens do rio Canoas e seus afluentes;

b) faixas de terreno com, no mínimo, 30 (trinta) metros das margens dos córregos e cursos d'água que atravessam a área urbana do município, e,

c) as áreas de terreno com vegetação nativa existentes no território municipal.

Retomando a discussão sobre o processo de retificação do Córrego do Bagres e da abertura da Avenida Antônio Barbosa Filho, nota-se um profundo descumprimento da legislação por parte do poder público municipal, que ao propor a urbanização do Vale dos Bagres e ao executar os projetos e obras para tanto, descumpriu claramente as legislações tanto na esfera Federal, quanto as disposições do Plano Diretor em Vigência. A Figura 31 demonstra a área do Vale dos Bagres antes de sua urbanização, nos anos 1960.

Figura 31: Vale dos Bagres antes da urbanização.



Fonte: FERREIRA, 2007.

Sob o ponto de vista da paisagem urbana, o padrão de urbanização adotado na ocupação dos fundos de vale no município apresenta uma série de problemas estruturais. Em suma, têm-se a retificação dos córregos, os quais são drenados e confinados em calhas de concreto de seção trapezoidal ou retangular, margeados por autopistas de fluxo rápido muito próximas a esses canais. Enquanto as pistas para circulação de automóveis ocupam uma área significativamente grande dos fundos de vales, pouco ou nenhum espaço sobra para a vegetação e para a alocação de áreas de lazer.

Para Cullen (1983), a paisagem urbana é a arte de dar coerência e organização visual, ao emaranhado de edifícios, ruas e espaços que compõem o ambiente urbano. Fato é, que o processo de formação da paisagem resulta numa porção de camadas que se sobrepõem e convivem num mesmo espaço. Desse modo, é possível concluir que medidas assertivas no padrão de ocupação do solo e na constituição paisagística de um dado cenário urbano podem tanto agregar valores positivos à experiência dos usuários desse local, quanto ser uma somatória de espaços pouco convidativos ao uso e configurar zonas transitórias. Para Augé (1994), os chamados “não-lugares” são espaços construídos com finalidades específicas (como a circulação de veículos, por exemplo) que se relacionam de maneira transitória e supérflua com os usuários. Assim, os chamados “não-lugares” se constituem em oposição aos espaços antropomórficos, onde este último é capaz de criar interações sociais orgânicas e o outro, em compensação, cria uma tensão e uma experiência solitária.

Assumindo como premissa o fato de as paisagens dos centros urbanos serem o resultado de processos históricos na ocupação do solo urbano, o rearranjo da mesma também é uma realidade concreta e experimentada cotidianamente. Para Lynch (1997), ainda que os cenários urbanos possam permanecer estáveis por algum tempo, os mesmos sempre se modificam, ainda que nos detalhes. Para o autor, não há cidade acabada, finalizada, mas sim uma sucessão de fases. Ao associar tais ideias à realidade verificada nas áreas de fundo de vale dos córregos da cidade de Franca, a possibilidade de modificação da paisagem urbana nesses locais se projeta como uma esperança para a recuperação tanto da relação do córrego com o meio urbano que o cerca, quanto para os usuários (especialmente os pedestres) que atualmente transitam por esses espaços, no intuito de um dia estes poderem permanecer no que pode vir a se constituir como um “Lugar”.

Tendo em vista que a naturalização da maior parte do percurso dos córregos dos Bagres e Cubatão se torna uma meta inalcançável, visto que estes possuem uma agressiva ocupação da área de leito maior por autopistas e por outras partes pavimentadas, a adoção de soluções que busquem não apenas melhorar a eficiência dos canais, mas também integrar os córregos à paisagem urbana são ações necessárias para a valorização desses cursos d'água em seus diferentes aspectos. Como exemplo de soluções que agreguem tanto questões hidráulicas e de soluções de drenagem urbana, com adequações da paisagem e dos espaços urbanos, tem-se o projeto de revitalização do Parque Dom Pedro II, em São Paulo/SP.

Situado as margens do Rio Tamanduateí na região central de São Paulo, o Parque Dom Pedro II foi constituído no final do século XIX sobre as áreas que antes formavam a Várzea do Carmo, local importantíssimo para o desenvolvimento do município (MEYER et al., 2011).

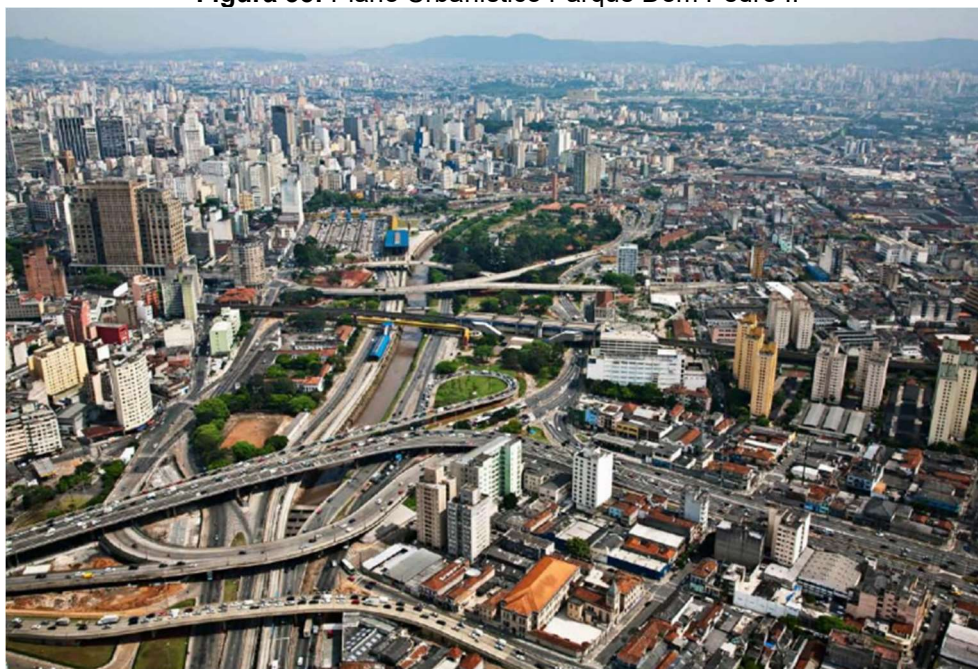
Figura 32: Parque Dom Pedro II na década de 1920



Fonte: Grostein et al., 2011.

Contudo, a partir dos anos 1960, uma série de intervenções ligadas ao deslocamento de veículos automotores modificaram profundamente a paisagem do parque, onde as áreas de esplanadas e os jardins pouco a pouco vão dando lugar a viadutos e a um grande terminal rodoviário, conforme é possível verificar nas imagens a seguir (Figuras 33 e 34).

Figura 33: Plano Urbanístico Parque Dom Pedro II



Fonte: Grostein et al., 2011.

Figura 34: Terminal Dom Pedro



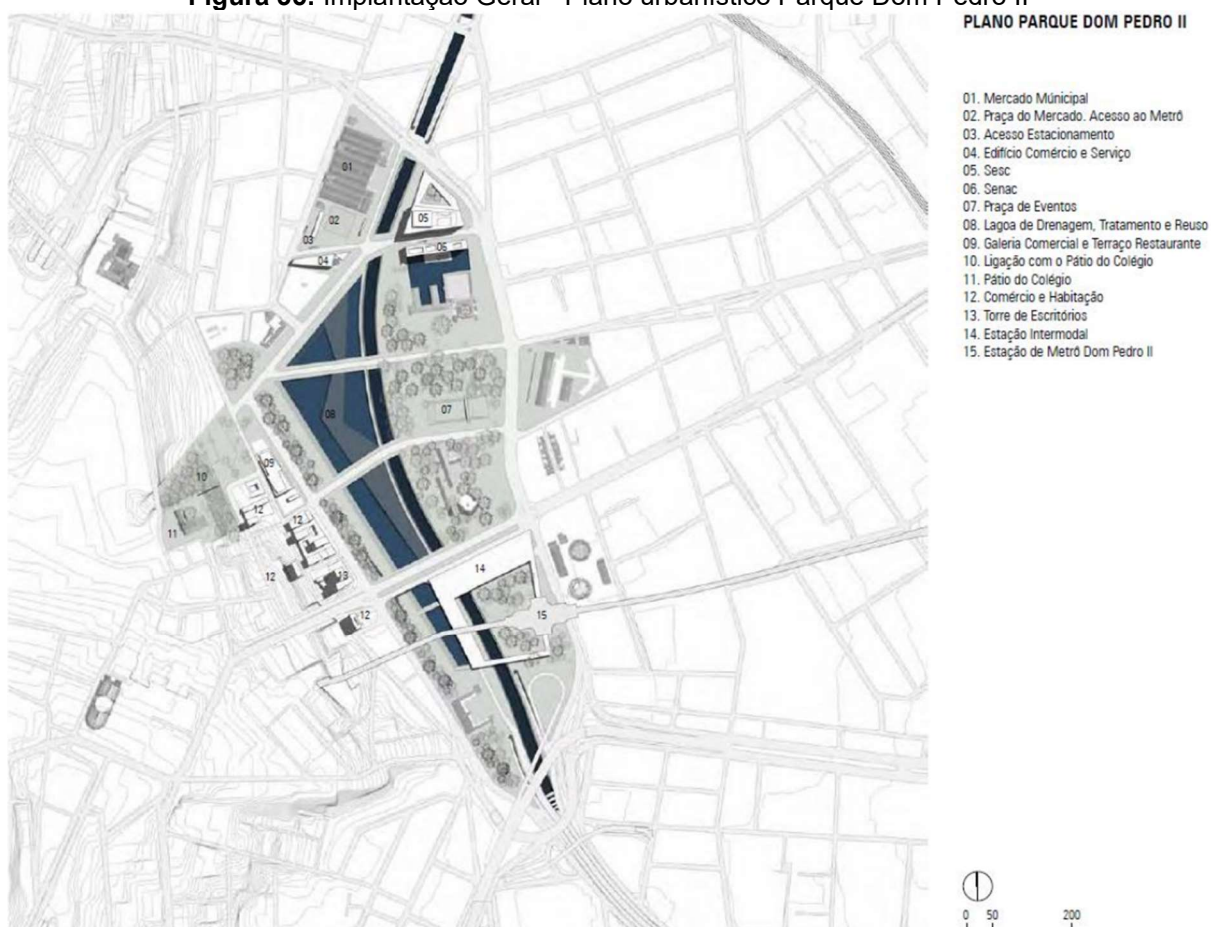
Fonte: Agência Brasil, 2019.

Em resposta ao padrão de ocupação adotado ao longo de décadas, foi desenvolvido durante a gestão do então prefeito Gilberto Kassab (2011), um Plano Urbanístico para a requalificação da região do Parque, a qual levou em consideração a desestruturação urbana historicamente provocada, além de considerar a localização do parque (o qual está situado no ponto de convergência entre o Centro e a Zona

Leste da cidade), bem como as potencialidades físicas e funcionais desses espaços (MEYER et al, 2011).

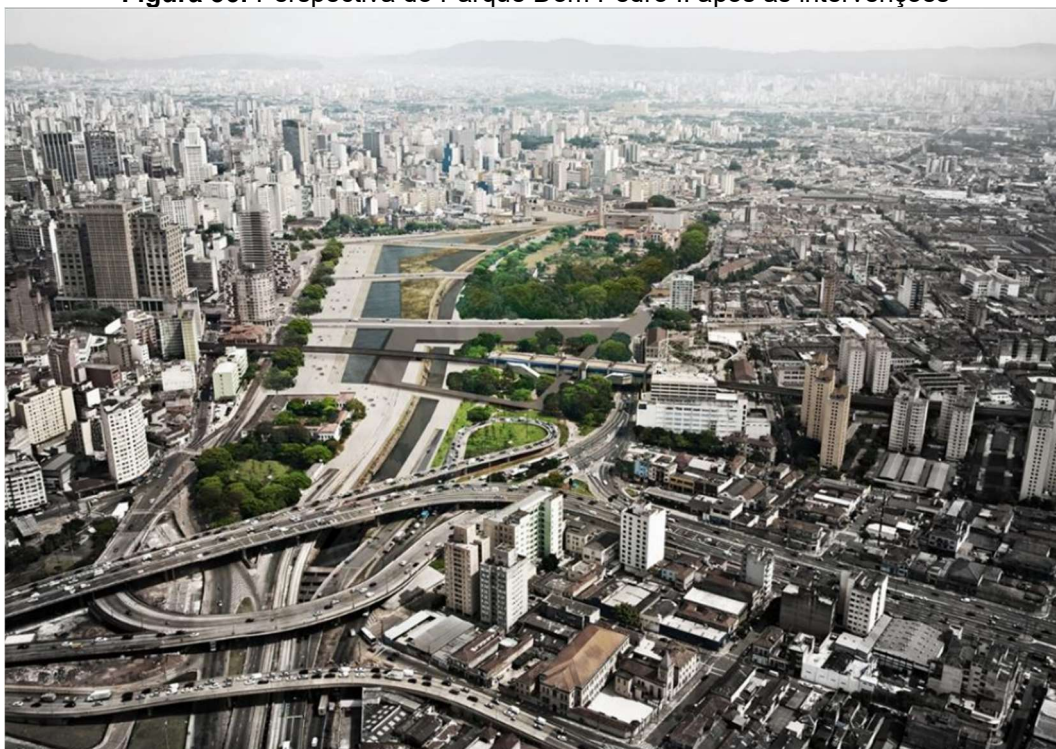
Dentre as intervenções propostas no Plano, destacam-se as soluções vinculadas à drenagem. Tendo em vista o fato de que as áreas de várzea do Rio Tamanduateí são naturalmente (e historicamente) alagáveis, e que ao longo dos anos essa configuração foi desestruturada a partir de obras destinadas a drenar e aterrar as margens do rio, a proposta urbanística desenvolvida busca retomar tais funções ambientais através da construção de um sistema de lagoas de retenção (reservatórios de superfície), os quais serão interligados a rede de drenagem local, tendo como função primordial a interceptação e controle da vazão através de um volume variável de amortecimento das águas pluviais, as quais são conduzidas de forma atenuada ao canal do Tamanduateí (UNA BARBARA E VALENTIM, s/d; VIDOTE, 2019).

Figura 35: Implantação Geral - Plano urbanístico Parque Dom Pedro II



Fonte: Grostein et al., 2011.

Figura 36: Perspectiva do Parque Dom Pedro II após as intervenções



Fonte: Grostein et al., 2011.

Se por um lado as bacias de retenção propostas cumprem uma função de amortecimento da vazão de pico, por outro nota-se um apelo paisagístico muito forte. De acordo com Regina Meyer, coordenadora geral responsável pelo projeto urbano, a intervenção se baseia em visão urbanística contemporânea alinhada às questões ambientais, visto que busca reverter danos causados por projetos pouco atentos à relação existente entre a urbanização e a natureza (UNA BARBARA E VALENTIM, s/d).

Guardadas as escalas e proporções assumidas pelo projeto, a escolha deste como objeto de discussão, parte do princípio aplicado em seu desenvolvimento, onde verifica-se que há uma integração entre as estratégias de manejo hídrico com as funções paisagística, de recreação e lazer. Retornando à questão da ocupação das áreas de fundo de vale de Franca/SP, nota-se a necessidade de esforços da gestão municipal na busca de soluções para espaços que possuam essas características de ocupação.

Dentre as disposições tratadas no Plano Municipal de Drenagem, mais precisamente no caderno denominado “Volume III – Proposição de Alternativas”, nota-se que o estudo previu a instalação de parques lineares ao longo de diversos córregos no município, como verificado nas propostas feitas sobre 10 dos 13 macrodrenos

pesquisados, excetuando-se apenas o Córrego Cubatão, Bagres e Córrego do Morto. Ressalvadas às questões técnicas vinculadas à vazão, e sem perder de vista as dificuldades de ocupação, há que se fazer uma importante observação sobre tal disposição do estudo.

Mesmo com grandes restrições de espaço e a dificuldades impostas pelo contexto urbano em que as marginais dos córregos Cubatão e Bagres se encontram, soluções que busquem a melhoria da drenagem local, mas que também promovam a adequação da paisagem e propiciem a implantação de espaços de lazer, se mostram bastante adequadas ao contexto contemporâneo das cidades. Assim, tendo em vista que foi proposto, no Plano, a instalação de uma série de bacias de retenção (lê-se “piscinões”), é notória a dificuldade técnica verificada em conciliar soluções de desenho urbano com a aplicação de intervenções de drenagem de cunho estrutural. Dessa maneira, perpetua-se a lógica tradicional da gestão da drenagem, a qual é diretamente responsável pela configuração em que os canais implantados atualmente se encontram. De outra maneira, a experiência aponta que a implantação dos chamados “piscinões” pode se explicitar ainda mais avessa à vida urbana do que a própria canalização dos córregos.

Figura 37: Piscinão no Bairro São Matheus na cidade de São Paulo



Fonte: PMSP, 2019.

No entanto, há que se considerar que o Plano dispõe apenas de diretrizes e que as propostas não se materializam no estudo como projetos (ressalvadas as intervenções na calha dos drenos, onde se estabelece a sessão a ser adotada nos

pontos de intervenção). Dessa maneira, cabe à municipalidade o desenvolvimento (ou a contratação) de projetos urbanos que lidem com essas demandas e que sejam capazes de equacionar os problemas e as soluções urbanísticas inerentes desses espaços, bem como explorar as potencialidades implícitas nos locais onde deve ser efetuadas as intervenções.

6.3.5 Legislações na esfera Municipal

No contexto municipal, verificou-se uma quantidade muito superior de leis que tratem das questões urbanas do que nas esferas legislativas estadual e federal. Desse modo, seguindo a mesma métrica adotada para o levantamento das legislações estaduais e federais, foram verificadas as seguintes legislações:

- Leis de proteção ambiental;
- Planos Diretores;
- Leis de parcelamento do Solo;
- Leis de uso e ocupação do solo;
- Código de Edificações do Município.

Utilizando a mesma estratégia de busca de palavras-chaves, adotou-se do mesmo modo os termos “drenagem”; “águas pluviais”; “drenagem urbana” e “inundações” como parâmetros de busca. A partir deste método, verificou-se os trechos destacados e a relevância do conteúdo para a pesquisa em cada um dos fragmentos.

Dessa maneira, foram identificadas as seguintes legislações:

- Lei Complementar Municipal 2046, de 26 de janeiro de 1972 - Plano Diretor Integrado;
- Lei Nº 4.240, de 11 de dezembro de 1992 (Lei de Proteção do manancial do Rio Canoas);
- Lei nº 4.420, de 07 de abril de 1994 (Dispõe da Lei de proteção do manancial do Rio Canoas);
- Lei complementar 09/96 de 26 de novembro de 1996 (Código Ambiental do município de Franca/SP);
- Lei 050, de 17 de janeiro de 2003 -Plano Diretor;
- Lei 137/08 de 18 de dezembro de 2008 (Dispõe sobre o parcelamento do Solo);

- Lei complementar Nº 181, de 28 de junho 2011;
- Lei 371, de 08 de dezembro de 2021 - Código de edificações.

Foram compilados todos os trechos de interesse em cada uma das legislações listadas, tendo sido produzida, para tanto, uma tabela acerca das legislações municipais. Contudo, tendo em vista a melhor estruturação do trabalho em questão, a tabela contendo o resumo de todos os fragmentos listados foi destacada do texto principal, podendo ser verificada no Apenso I. A partir das análises feitas, tem-se os seguintes apontamentos:

- I. A respeito dos trechos verificados nas legislações de proteção ambiental, nota-se uma exímia preocupação com as áreas de mananciais ligadas ao rio Canoas e ao Córrego Pouso Alegre. O foco, neste caso, se atém à preservação e manutenção da capacidade de abastecimento do município, tendo em vista que o Rio Canoas é o principal ponto de captação de água para tal fim. Está prevista para o ano de 2023 a conclusão das obras de captação do Rio Sapucaí, o qual irá contribuir com a capacidade de abastecimento de Franca e do município de Restinga/SP. Dentro do campo da drenagem urbana, nota-se que pouco se dispõe sobre o uso de instrumentos de controle na fonte, sendo tratado apenas a obrigatoriedade da manutenção de percentuais permeáveis na ocupação de parcelamentos de chácaras de recreio.
- II. Já a respeito da legislação de parcelamento do solo, nota-se uma ênfase maior sobre as tratativas acerca do manejo das águas pluviais. O foco principal se dá na obrigatoriedade de instalação de instrumentos de controle na fonte, especialmente da obrigatoriedade da implantação de bacias de retenção em loteamentos e condomínios horizontais, seguindo regras específicas. À luz da Lei estadual 12.526/07, a partir da Lei 137/08 é incorporado, do mesmo modo, a obrigatoriedade do controle do volume na fonte a partir da instalação de bacias de retenção dentro dos lotes que possuam mais de 500m² de área impermeável.
- III. Por outra perspectiva, a partir da Lei 137/08, fica estabelecida a necessidade de que se mantenham permeáveis, 30% da área não edificada de condomínios residenciais multifamiliares. Ainda que represente uma medida de controle na fonte bastante significativa, em termos de abrangência, os condomínios representam apenas uma pequena parcela dos imóveis do município. As disposições que regulamentam o percentual de permeabilidade do solo para as

edificações com usos distintos deste, apenas são tratados legalmente a partir da Lei 371/21, com a atualização do Código de Edificações do Município. Neste, ficou estabelecida a obrigatoriedade do percentual de 6% para todos os imóveis, excetuando-se os condomínios residenciais multifamiliares, que permanecem sob o regimento de leis específicas.

- IV. Sobre as legislações que regem a ocupação e o uso do solo urbano, nota-se que o zoneamento municipal em vigência desde a disposição da Lei 030/00, dispõe apenas de três classificações: zonas residenciais; zonas de uso misto; e zonas industriais. Em nenhuma das classificações nota-se qualquer restrição ou disposição que trate dos parâmetros urbanísticos ligados à drenagem urbana. A exceção fica a cargo dos decretos dos loteamentos, especificamente aqueles de chácaras de recreio, que podem dispor de restrições específicas desta natureza.

Em síntese, verifica-se que as legislações ligadas ao parcelamento do solo, tanto para a implantação de loteamentos quanto para condomínios residenciais multifamiliares, possuem normativas incisivas de controle do volume precipitado na fonte, fato que por si só já mostra um distanciamento das estratégias tradicionais de drenagem. Contudo, acerca dos lotes com os demais tipos de ocupação, nota-se um descompasso temporal em relação as normativas predecessoras, tendo em vista o intervalo de aproximadamente 13 anos desde a promulgação da lei 137/08. Sobre o uso de medidas alternativas de controle, não há nenhum tipo de lei ou normativa na esfera municipal que trate do tema.

6.3.6 O Plano Municipal de Drenagem Urbana

Desenvolvido pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, instituto sem fins lucrativos ligado à Universidade de São Paulo e ao Departamento de Águas e Energia Elétrica do estado de São Paulo - DAEE, o estudo teve o seu início no ano de 2009 e foi desenvolvido em 2 etapas: A primeira relacionada aos levantamentos e a segunda ao diagnóstico e as proposições de medidas de intervenção. A entrega final dos relatórios se deu no ano de 2013.

Com um extenso material, o estudo detalhou a situação da drenagem nos principais macrodrenos do município de Franca/SP (13, ao todo) e pontou as áreas de maior fragilidade da rede das quais eram necessárias que se fosse feitas

intervenções. As projeções de tempo de retorno foram consideradas tomando por base o ano de 2009, e em perspectiva, o ano de 2025. Já a relação dos processos de urbanização com a drenagem urbana, esta foi observada a partir dos seguintes indicadores presentes no ciclo hidrológico: interceptação, armazenamento superficial e infiltração, sendo esses pontos os com maior relevância para a diminuição da absorção, do amortecimento do volume precipitado e para o aumento do escoamento superficial (SÃO PAULO, 2013).

O desenvolvimento do Plano se deu em duas etapas, sendo a primeira destinada a realização de levantamentos e estudos relativos às estruturas de drenagem existentes, o uso e a ocupação do solo e sobre as condições ambientais e físicas do município. Já na segunda etapa, foi realizado o diagnóstico e o prognóstico dos dados levantados, a modelagem hidráulica e a proposição de alternativas e diretrizes para os problemas identificados.

No diagnóstico da rede de macrodrenagem, o Plano aponta como áreas de maior atenção devido ao alto grau de urbanização, os canais formados pelos córregos Bagres, Cubatão, Espraiado e Lageado, além dos ribeirões Bom Jardim e Salgado. De modo complementar, as discussões e os levantamentos apontam para uma ocupação mais densa nas sub bacias dos córregos Bagres, Cubatão e Espraiado, onde foram identificadas uma série de falhas de funcionamento na infraestrutura existente, bem como apontaram para o agravamento dessas deficiências em cenários futuros. Os impactos da urbanização nos demais macrodrenos que compõe a rede se mostraram menores e o diagnóstico empregado foi feito a partir de análises físicas e ambientais, nesses casos. Contudo, o Plano ressalta que uma grande parte desses córregos está localizado em áreas de expansão urbana, sendo necessária a atenção das futuras expansões⁸.

Feito o diagnóstico geral, o Plano propõe o desenvolvimento de medidas em duas etapas, sendo estas:

- a) Primeira Etapa (1ª Etapa): corresponde ao estudo de medidas **imediatas** e de **curto prazo**, pressupostas para serem implantadas num prazo de até 5 anos, definidas e pré-dimensionadas em função das condições de ocupação atuais

⁸ Conteúdo verificado no caderno Volume II – Diagnóstico e Prognóstico do Sistema de Drenagem Existente

das bacias de drenagem, tendo sido admitida ocorrência de chuvas de TR = 25 anos (SÃO PAULO, 2013);

- b) Segunda Etapa (2ª Etapa): corresponde ao estudo de medidas de **longo prazo**, tendo em vista o cenário futuro de saturação urbana das bacias, admitindo-se a ocorrência de chuvas de TR = 100 anos.

Já a respeito das soluções adotadas pelo plano, a abordagem que o estudo utiliza parte da adoção de medidas Estruturais e Não Estruturais. Sobre as medidas estruturais, o Plano verifica que a ocupação urbana em alguns locais é densa e desordenada, e desse modo a proposição desse tipo de intervenção surge para a correção e proteção de áreas críticas. Desse modo, as medidas estruturais assumem, nesse caso, o caráter corretivo para problemas existentes. No entanto, o estudo chama a atenção ao fato de que obras dessa natureza geralmente são consideravelmente onerosas e podem necessitar de desapropriações e a realocação de parte da população, bem como podem ter que lidar com restrições de dimensões ou métodos construtivos (SÃO PAULO, 2013).

Já as medidas não estruturais são consideradas pelo plano como sendo de caráter extensivo, com ações que abrangem toda a área da bacia, podendo ser de natureza financeira e/ou administrativa, adotadas individualmente ou em grupos. Como ações desta natureza, destacam-se o seguro contra inundações, alertas à população, programas de contingência e de educação ambiental, dentre outros (SÃO PAULO, 2013).

Dentre as medidas de intervenção que podem ser adotadas pela municipalidade frente aos problemas de drenagem enfrentados, baseando-se no prognóstico de descargas previstas para o horizonte de saturação, bem como sobre as características físicas e de ocupação e uso do solo nas bacias urbanizadas, o Plano destaca os seguintes pontos:

- a) Ampliação e reforço das seções hidráulicas existentes, referentes a canais e obras de travessias (bueiros e pontes);
- b) Implantação de reservatórios de retenção e/ou retenção em pontos situados ao longo dos canais e córregos existentes, de forma a se amortecer os picos de cheias e reduzindo-os ao limite atual da capacidade de descarga dos canais e córregos;
- c) Implantação de parques lineares ao longo de margens de córregos, com a função de promoverem, além da oferta de áreas verdes, de recreação e lazer, a

detenção das águas pluviais em ocasiões de chuvas mais intensas, possibilitando com isto o amortecimento dos picos de descarga resultantes do aumento da urbanização da bacia contribuinte;

d) Combinação das medidas anteriores;

e) Implantação de túneis de desvio das descargas afluentes aos canais e córregos ou implantação de túneis de maiores dimensões para simples detenção das águas pluviais (SÃO PAULO, 2013 p.12).

Já a respeito das intervenções a serem efetuadas nos córregos Cubatão, Bagres e Espraiado em curto prazo, isto é, na primeira etapa estabelecida pelo plano, o Estudo faz as seguintes proposições tomando por base o tempo de retorno de 25 anos e tendo o ano de 2009 como base:

a) Adequação e ampliação de trechos dos canais dos Bagres e Cubatão, e associação com ajustes/ampliações de seções de travessias julgadas insuficientes, promovendo-se a redução de velocidades de escoamento em praticamente todos os trechos dos referidos canais;

b) Implantação de reservatórios de detenção com função de acumular as águas pluviais, nas bacias dos três canais em foco, bem como a implantação de parques lineares no córrego Espraiado.

Sob um ponto de vista geral acerca das intervenções propostas no contexto geral da rede de drenagem, alguns elementos comparecem de forma mais recorrente enquanto propostas de intervenção. Nesse sentido, os parques lineares despontam como soluções a serem adotadas tanto para áreas ainda sem ocupação urbana, quanto para pontos já urbanizados.

Nesse sentido, nota-se um esforço do Plano tanto para dar soluções para os problemas verificados, quanto na busca de uma postura mais sustentável quanto ao manejo hídrico no município. No item 4.3 do caderno denominado “Plano de Drenagem Urbana para o Município de Franca – Etapa II. Volume III – Proposição de Alternativas”, o qual trata da questão dos parques lineares, o estudo aponta que “O desenvolvimento sustentável se relaciona com um processo de formulação de políticas equilibradas sob o ponto de vista técnico-econômico, social e ecológico (SÃO PAULO, 2013 p.20).

Acerca da viabilidade de implantação dos parques lineares, o Plano descreve uma série de vantagens e desvantagens a serem consideradas, conforme é possível verificar abaixo:

Vantagens

- Promove o aumento dos tempos de pico;
- Diminui as taxas de áreas impermeáveis;
- A vazão não fica concentrada somente em um ponto da bacia;
- Dispositivo de menor porte;
- Possibilidade de utilização da faixa para implantação de algum equipamento urbano;
- Possibilidade de aumento ou revestimento da seção no futuro;
- Menor custo de implantação;
- Facilidade de manutenção.

Desvantagens

- ☐ Possível desapropriação ou remoção de famílias;
- ☐ Fiscalização para contenção de invasões;

Outra solução comumente proposta no Plano, são as estruturas de retenção, como lagoas de retenção e as caixas de contenção. Sendo abordada como uma medida estrutural de controle na do volume precipitado na fonte, esses dispositivos são propostos em intervenções de grandes proporções, como na implantação de novos loteamentos, como também em áreas particulares e em áreas públicas com pouca disponibilidade de espaço. Nesse sentido, destaca-se dentro do estudo, os resultados obtidos a partir de cálculos hidráulicos, e o volume de retenção proposto para o amortecimento do pico de vazão dos macrodrenos das sub bacias do Espraiado, Cubatão e dos Bagres. O volume total resultante dos cálculos de simulação efetuados soma aproximadamente 1,0 milhão de m³ nas três sub bacias, divididos do seguinte modo (SÃO PAULO, 2013 p.30):

- ☐ Ribeirão dos Bagres: ~ 360.000 m³;
- ☐ Córrego Cubatão: ~ 260.000 m³;
- ☐ Córrego Espraiado: ~ 400.000 m³.

Por fim, ainda tendo em vista a relação das principais intervenções propostas pelo material, destaca-se a necessidade de adequação dos canais Bagres, Cubatão e Espraiado. De modo geral, as simulações feitas para as condições de saturação e chuvas com tempo de retorno de 100 anos (tendo em vista o horizonte de longo prazo

e tomando como base o ano de 2009), apontavam para a insuficiência da estrutura instalada em alguns pontos desses canais. A isso, o estudo atribui como causa a insuficiência e capacidade de alguns trechos dos canais e de travessias instaladas sobre eles, bem como da alta velocidade de escoamento já verificada nas áreas canalizadas dos córregos.

De modo mais detalhado, o Plano apresenta os pontos de intervenção propostos, bem como o dimensionamento feito através de cálculos hidráulicos de cada um dos pontos de intervenção verificado em cada um dos córregos anteriormente relacionados. Foram efetuados, ainda, cálculos para intervenções na área do Parque Alagável (presente no Jardim Santana, no córrego do Espraiado), além de apontar a necessidade do desassoreamento da Lagoa do Castelinho, localizado dentro do clube Castelinho na zona Sul do Município.

Sob um olhar de análise ao conteúdo global verificado nas propostas técnicas de intervenções na rede de drenagem do município, e tendo em vista a ótica da gestão da pauta, nota-se que o trabalho desenvolvido subsidia com riqueza de detalhes as intervenções estruturais a serem efetuadas, bem como especifica os focos de atuação a serem efetivados em curto e longo prazo. De maneira geral, no material desenvolvido, estrutura-se não apenas o aparato técnico, mas nota-se, também, a preocupação em orientar o município sobre como lidar com as demandas verificadas de modo sistêmico e sem perder de vista cenários mais distantes.

Com relação à abordagem ambiental e sobre uma ótica da gestão sustentável da drenagem, o item 6 do caderno denominado “Plano de Drenagem Urbana para o Município de Franca – Etapa II. Volume III – Proposição de Alternativas” apresenta a análise feita a esse respeito. Nesse ponto, a observação inicial é feita a partir da constatação de que toda a rede formada pelos canais principais e secundários, além de galerias foram projetadas para o rápido escoamento do volume precipitado à jusante, situação vista pela equipe responsável pelo desenvolvimento do Plano, como pouco alinhada às práticas sustentáveis. Conforme descrito no Plano (SÃO PAULO, 2013 p. 67), destacam-se os seguintes apontamentos:

- ☐ Respeito ao sistema natural de drenagem como premissa básica do Plano;
- ☐ Respeito aos elementos naturais existentes e ainda não alterados com a definição de faixas de proteção nos mesmos;
- ☐ Evitar o incremento nas vazões de cheias para jusante;
- ☐ Garantir a estabilidade geomorfológica do rio;

- Compatibilizar o Plano de Macrodrenagem com um Plano Urbanístico;
- Estabelecer normas e critérios de projetos uniformes para todas as bacias do município de Franca, tais como gabaritos de pontes, travessias, etc.;
- Identificar áreas que possam ser preservadas ou adquiridas pelo Poder Público, antes que sejam ocupadas ou seus preços se tornem proibitivos;
- Evitar ao máximo a utilização de galerias fechadas que não permitem a limpeza e manutenção adequada, utilizando-se preferencialmente os canais abertos revestidos;
- Desenvolver modelos para viabilizar parcerias com a iniciativa privada estimulando o empreendedor a realizar obras de drenagem preestabelecidas no Plano de Drenagem Urbana do município;
- Compatibilizar as propostas dos Estudos de Macrodrenagem com as limitações e restrições ambientais das áreas de proteção ambiental;
- Considerar eventuais impactos que comprometam a qualidade da água, tais como poluição dos corpos de água por efluentes líquidos e sólidos;
- Determinar as condições a serem obedecidas para implantação efetiva dos loteamentos e demais empreendimentos imobiliários;
- Determinar as ações necessárias à recuperação da mata ciliar nas áreas lindeiras aos álveos;
- Determinar as eventuais correções e adaptações possíveis a serem executadas pelos loteamentos em implantação ou já implantados;
- Estimar os custos das intervenções propostas pelo plano organizando-as em ordem decrescente de prioridade, determinada a partir da relação custo/população diretamente beneficiada.

Por fim, ainda sobre as medidas sustentáveis, o material apresenta a conclusão de que qualquer que seja a medida estrutural adotada para a intervenção na rede, a mesma deverá ser acompanhada por um plano de medidas não estruturais para a gestão, acompanhamento e execução das estruturais implantadas. De outro modo, já sob um ponto de vista de análise do conteúdo verificado no Plano, nota-se que não foram adotados, de modo claro e específico, artifícios e técnicas de gestão e manejo hídrico que ao longo dos anos vem se consolidando como sustentáveis sob o ponto de vista ambiental. Modelos como o de Desenvolvimento de Baixo Impacto (LID) e o Desenho Urbano Sensível à Água (WSUD) comparecem de modo complementar e

indireto nas tratativas do plano (nota-se a proposição de algumas ações correspondentes a essas abordagens, sem que sejam aplicadas metodologicamente de acordo com as mesmas), o que leva ao entendimento de que são necessárias revisões sob as soluções adotadas por este, tendo em vista o alinhamento destas com o ponto de vista ambiental.

Se por um lado foram efetuados complexos e detalhados cálculos para cada uma das intervenções estruturais propostas, o mesmo cuidado não se verifica nas proposições de caráter não-estrutural. Ainda que seja uma atribuição da municipalidade o desenvolvimento de ações que compareçam no exercício da gestão urbana e no planejamento territorial do município, e ainda que essas atividades estejam vinculadas diretamente com as dinâmicas de cada um dos governos que se constituírem ao longo do tempo no município, há que se concluir que medidas de referência podem ser desenvolvida e incorporadas ao Plano de Drenagem, visando com isso oferecer respostas aos problemas diagnosticados, como também fazer uma compensação às medidas estruturais propostas. Nesse sentido, entende-se que as medidas não-estruturais apresentam um caráter positivo tanto sob o ponto de vista ambiental, quanto financeiro, uma vez que essas ações podem atenuar ou até mesmo dirimir a necessidade de execução de obras estruturais pontuais. Ainda assim, ressalta-se que as obras estruturais e não estruturais são medidas complementares e que devem ser aplicadas de maneira correspondente, não sendo uma substitutiva à outra.

No contexto econômico e financeiro, o valor estimado para a implantação de todas as propostas de melhoria na rede de drenagem do município foi de 700 milhões (valor não corrigido), o que representava, à época, um percentual de 14% do PIB do município. Por fim, o plano e as suas disposições até o presente momento não foram regulamentados legalmente, o que implicou na dificuldade (e em certa medida até mesmo na impossibilidade) de implantação das estratégias de combate às inundações e das melhorias propostas nos relatórios que compõem o material desenvolvido.

Contudo, se por um lado o valor agregado às obras representa um montante significativo para o orçamento do município, por outro, tais intervenções visam soluções para problemas estruturais na dinâmica urbana, os quais impactam econômica, social e ambientalmente a população. Do mesmo modo, o Plano não estabelece obrigatoriedade no desenvolvimento de todas as obras de maneira

simultânea, podendo ser efetuadas as intervenções com o decorrer dos anos e de maneira sistêmica.

6.3.7 O Plano Diretor do Município

No início dos anos 70, a partir de estudos feitos através da ação da iniciativa privada a partir de recursos obtidos junto ao extinto Serviço Federal de Habitação e Urbanismo (SERFHAU), foi implementado o primeiro Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado para o município de Franca. Promulgado através da Lei Municipal 2046, de 06 de janeiro de 1972, o Plano Diretor torna-se a principal legislação a tratar do planejamento urbano e territorial do município na época, juntamente com o Código de Edificações do município, instituído no ano de 1968 (FERREIRA, 2007).

Dentre as disposições trazidas por esta legislação, destaca-se as mudanças significativas efetuadas sobre o controle da expansão urbana do município. Após a promulgação desta Lei, o território do município passa a ser dividido em áreas integradas, sendo dividido em: área urbana, área de zona de expansão urbana e área rural. Para tanto, utilizou-se o critério da existência de infraestrutura, conforme levantamentos feitos pelo Grupo de Planejamento Integrado (GPI)⁹, no ano de 1969. A área urbana é definida, de acordo com o Art. 21, pelos lotes “com edificações contíguas ou contínuas dos aglomerados urbanos e suas partes adjacentes”, assim como estas deveriam estar distantes a no máximo 100 m do logradouro público servido de dois itens de melhoramento, no mínimo: meio fio ou pavimentação, com canalização de águas pluviais; rede de abastecimento de água potável; rede de esgotos; iluminação pública; escola primária ou posto de saúde, numa distância máxima de 3 km (CHIQUEITO, 2006; Lei N° 2046/72, art. 21).

Dentre os aspectos levantados relacionados as questões da drenagem, nota-se uma grande preocupação com a expansão da malha urbana devido aos efeitos negativos acarretados por esses novos parcelamentos. Desse modo, o PDI propõe tanto medidas de aspecto físico-territorial, como novas exigências para os loteamentos, sendo elas: a proibição imediata da aprovação de loteamentos e a suspensão de loteamentos já em análise na Prefeitura, para que todos os

⁹ GPI/PREFEITURA MUNICIPAL DE FRANCA (1969) Diagnóstico para o Plano de Desenvolvimento Integrado.

parcelamentos estivessem em conformidade com a Lei do Plano Diretor. Nesse aspecto, ressalta-se a exigência de que se fosse implantada guias, sarjetas e drenagem de águas pluviais em função da forte tendência à erosão. (CHIQUITO, 2006)¹⁰.

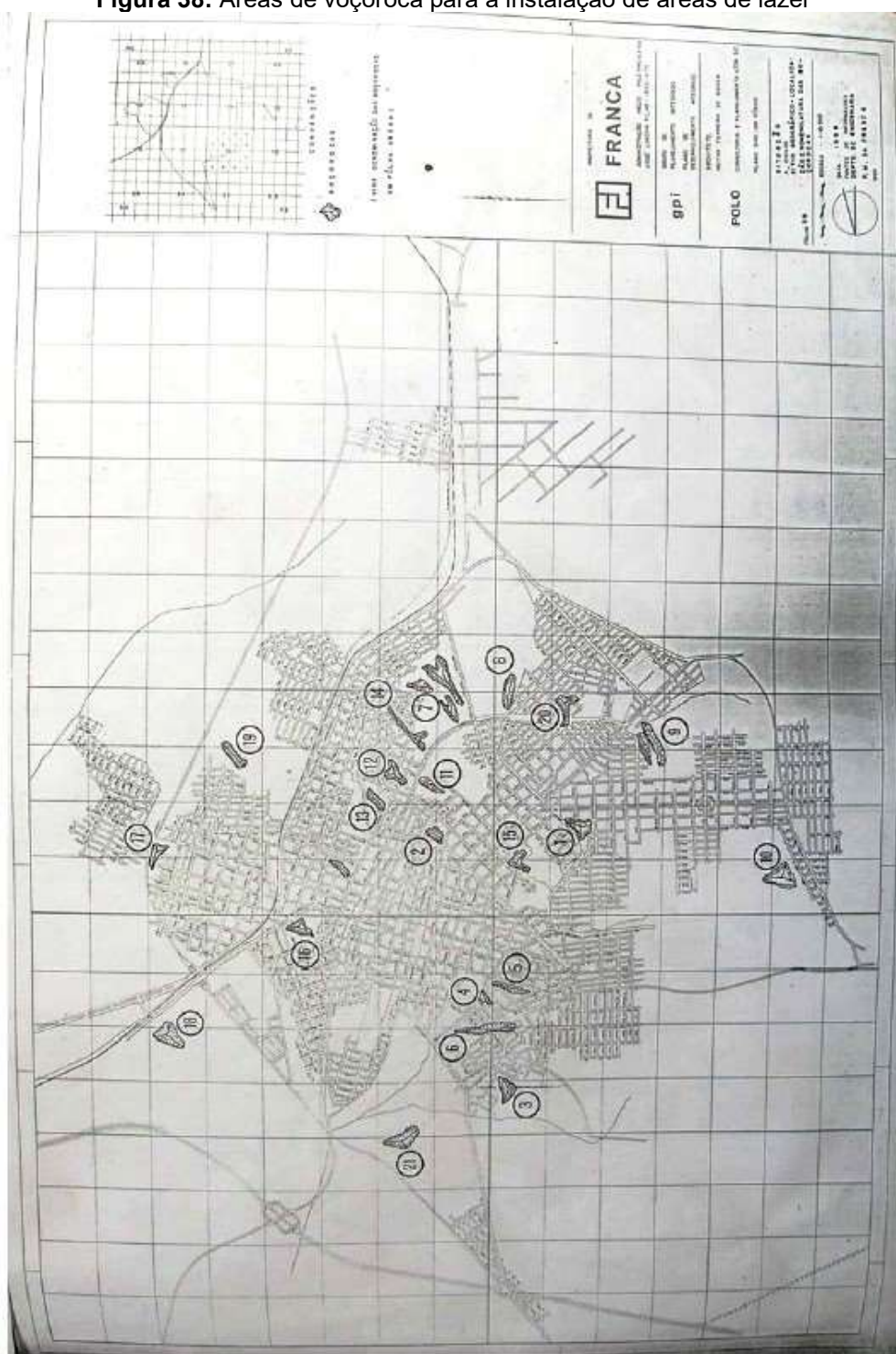
Ainda relacionada à drenagem, o PDI destaca em diversos pontos a necessidade de ser tratada a questão das inúmeras voçorocas presentes no meio urbano. Ainda que a presença dessas erosões se configure como problemas para o meio urbano e para as áreas do entorno, nota-se que o Plano visualiza nesses elementos uma grande potencialidade, conforme é possível verificar no trecho extraído do GPI (1969) e disposto a seguir:

As boçorocas, um dos principais problemas a enfrentar no desenvolvimento da Cidade, oferecem, quando encaradas do ponto-de-vista estético, paisagens de rara beleza. Sua beleza natural insinua a possibilidade destas boçorocas, depois de receberem tratamento adequado, virem a oferecer recantos aprazíveis com vasta vegetação, parques infantis, campos esportivos e outras áreas de recreação para a população francana (DIAGNÓSTICO, 1969:120 apud CHIQUITO, 2006).

Dessa maneira, visando “[...] conferir harmonia paisagística a Franca, assegurar-lhe equilíbrio ecológico e propiciar áreas adequadas à recreação e ao lazer de sua população”, e buscando valorizar “os acidentes geográficos de características e importância paisagística”, o Plano Diretor, através do Art. 222 estabelece a “[...]reserva de áreas para fins paisagísticos e para a preservação da paisagem natural” nas áreas de formação de voçorocas urbanas, onde buscou-se “[...] desempenhar função primordial na composição harmoniosa da paisagem de Franca e no atendimento das necessidades de recreação e de lazer da comunidade francana” (Lei nº 2046/72, Art. 224). Desse modo, foram relacionadas 20 (vinte) áreas de formação de voçoroca para a criação e instalação de parques e áreas de lazer. A imagem a seguir (Figura 38) demonstra o mapa contendo todas as áreas de voçoroca listadas na ocasião.

¹⁰ PREFEITURA MUNICIPAL DE FRANCA (1969) Política do desenvolvimento físico. Franca.

Figura 38: Áreas de voçoroca para a instalação de áreas de lazer



Fonte: GPI, 1969.

Passados mais de 50 anos, nota-se que muitas destas áreas de fato foram aproveitadas pelo município e se integraram ao contexto urbano local, como é o caso da Voçoroca da Vila Palmeiras, onde foi implantada a rodoviária do município. No entanto, muitas outras áreas de voçorocas ainda necessitam de intervenções para a estabilização do solo, como é o caso da Voçoroca Adalgiso Leite (No bairro Pq. Dos

Lima), da Voçoroca do Jardim Dr. Antônio Petráglio, além da Voçoroca das Maritacas (antigo aterro industrial desativado e sem nenhum processo de qualificação para uso da população) e Voçoroca do Jardim Líbano (a qual passou por processo de estabilização do terreno, sem haver, uma requalificação da área. Há a previsão da construção de um parque para o local, conforme estabelecido pelo Plano Diretor de 2003). A requalificação de tais áreas se faz necessária tanto sob o ponto de vista urbanístico, visto a necessidade de incorporação desses espaços no contexto urbano, como também sob o ponto de vista da drenagem e da geologia, visto que as obras executadas para tais intervenções e as manutenções de rotina certamente favorecem para a estabilização do solo e a contenção dos processos erosivos.

Quanto às questões de uso do solo, o Plano Diretor de 1972 apresenta uma tratativa inédita para o município no modo de mapear e subdividir a área urbana em zonas, conforme as características de cada local e relacionada à gestão municipal para a ocupação dessas áreas. O chamado “Zoneamento de Uso do Solo” se materializou no Plano como o intuito de ser um instrumento capaz de “induzir uma densificação racional da cidade, visando, ao mesmo tempo, torná-la mais humanizada e confortável, bem como compatível com as possibilidades financeiras da municipalidade para investir economicamente em equipamentos básicos, de conforto e comunitários”. Dessa maneira, foram criadas 24 zonas¹¹ de usos residencial, comercial, e industrial, além das 20 “áreas de proteção e áreas verdes para fins paisagísticos, sendo estas constituídas especialmente pelos terrenos em que se inserem as boçorocas” (PDI, 1969 apud CHIQUITO, 2006).

As disposições sobre o zoneamento do município vigoraram até os anos 2000, quando houve a substituição da subdivisão das áreas urbanas através da Lei Complementar Municipal 030/2000, a qual redesenhou o mapa de zoneamento e adotou três tipos de uso: zonas residenciais, zonas de uso misto e zonas industriais. Tais mudanças afetaram de modo significativo a configuração das permissões de uso do solo no município, e conformaram o mapa o aproximando, na ocasião, com a realidade urbana experienciada pela municipalidade à época. A imagem abaixo (Figura 39) demonstra o mapa de zoneamento estabelecido pela Lei 030/2000.

¹¹ Vide Anexo C

Figura 39: Zonas estabelecidas pela Lei 030/2000¹²**ZONEAMENTO DE USO DO SOLO
2000****LEGENDA:**

- ZONA RESIDENCIAL/ZR
- ZONA DE USO MISTO/ZUM
- ZONA INDUSTRIAL/ZI

**ZONEAMENTO 2011****ESCALA 1:12.500****Fonte: PMF, 2000**

Alinhado às ideias modernistas¹³, o primeiro zoneamento do município estabelecido pela Lei 2046/72 apresenta um caráter funcional¹⁴ vinculado às ideias modernistas vigentes à época. Contudo, nota-se que foram tratados os aspectos tão somente ligados ao uso dos lotes, não sendo considerados aspectos espaciais, ambientais (guardado o caso da APA da área de drenagem do Rio Canoas), e de modo mais específico, da drenagem urbana nas áreas já consolidadas do município ou até mesmo nas áreas de expansão urbana. Assim, nota-se a necessidade de atualizar o zoneamento no município, tanto para conformar a realidade urbana atual às disposições pontuadas na Lei (tendo em vista as modificações ocorridas ao longo dos anos desde a implementação de tal legislação), quanto para que outros aspectos da ocupação do solo urbano sejam considerados (como as questões de drenagem, por exemplo).

¹² Mapa completo no Anexo D.

¹³ O movimento modernista, ligado à arquitetura e ao urbanismo, nasce na Europa a partir das modificações técnicas, sociais e culturais relacionadas com a Revolução Industrial (BENÉVOLO, 2001). No Brasil, grandes nomes como Lucio Costa e Oscar Niemeyer são responsáveis por trazer para o campo urbano, às ideias modernistas pautadas à época.

¹⁴ Nota-se um caráter funcionalista no zoneamento estabelecido para o município, baste vinculado à cidade moderna pensada no início do século XX por arquitetos modernistas como Le Corbusier e claramente expresso na Carta de Atenas (SANTOS, 1982; TAVARES, 1999).

No ano de 2003, após um processo longo de discussões, foi promulgada a Lei 050, de 17 de janeiro de 2003 a qual instituiu o novo Plano Diretor para o município. Na esfera urbana, o plano teve como desafio dar respostas às questões de drenagem, como a proliferação de voçorocas em áreas consolidadas, e de expansão urbana, vinculadas especialmente ao crescimento descontrolado da malha do município. Além disso, a legislação buscou tratar da enorme quantidade de imóveis vazios que existiam na cidade (cerca de 35 mil terrenos vagos em um universo de 115 mil imóveis cadastrados na época), fator este responsável pela enorme quantia despendida pelo poder público para a manutenção e implantação de infraestruturas e de serviços, em virtude dos efeitos acarretados pelos processos de especulação imobiliária (FRANCA, 1998 apud FERREIRA et al, 2014).

Em linhas gerais, acerca do conteúdo do Plano vinculado à drenagem, nota-se que mesmo que tenham sido previstas disposições de caráter ambiental (como as tratativas sobre os problemas com erosões e sobre as condições ambientais e físicas mínimas para a implantação de novos loteamentos), muitas destas comparecem de modo amplo e servem muito mais como diretrizes do que como imposições para a implantação de novos loteamentos. A esse respeito, a Lei estabelece a necessidade de que fosse desenvolvida uma Lei específica de parcelamento do solo, o que apenas ocorreu no ano de 2008 com a promulgação da Lei 137/08. Se por um lado a agregação de disposições específicas sobre questões de parcelamento e de drenagem urbana no Plano Diretor poderiam se expressar como um reforço na aplicação de políticas públicas acerca dessas pautas, por outro, a instituição de leis específicas favorece o entendimento geral da população e simplifica os processos de busca acerca de disposições legais desta natureza.

Com a promulgação da Lei 050/03, a postura natural a ser efetuada pela municipalidade seria a revogação da Lei 2046/72 (antigo Plano Diretor Integrado do município). Ocorre que muitos pontos primordiais não foram tratados no Plano Diretor de 2003, e como foram revogadas todas as disposições em contrário colocadas neste em detrimento da Lei 2046/72, tudo aquilo que não foi tratado ainda segue em vigência, conforme inúmeras orientações prestadas pela Procuradoria Geral do Município¹⁵. Desse modo, a “colcha de retalhos” formada pelas leis, em sua

¹⁵ Neste ponto, o autor trás para a discussão a experiência vivenciada na sua atuação profissional junto à Sec. Municipal de Infraestrutura. Um exemplo de como muitas disposições colocadas na Lei 2046/72

coexistência, dificulta a compreensão destas tanto por parte dos profissionais da construção civil, da população em geral, bem como dos técnicos do município.

Atualmente, o Estatuto das Cidades (Lei 10257, de 10 de julho de 2001) é a principal legislação Federal vinculada a regulamentar as políticas urbanas, como também é a Lei que regulamenta a periodicidade da atualização dos Planos Diretores municipais. Desse modo, a partir do Art. 40, ficou estabelecida a seguinte disposição:

Art. 40. O plano diretor, aprovado por lei municipal, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana.
§ 3º A lei que instituir o plano diretor deverá ser revista, pelo menos, a cada dez anos (BRASIL, 2001)

Tendo em vista que a última atualização ocorrida no Plano diretor da cidade de Franca ocorreu em 2003, e que o período estimado para a sua atualização é de 10 anos, nota-se uma emergente demanda para que seja revistas e atualizadas as disposições tratadas no Plano diretor através da promulgação de uma nova Lei, tendo em vista o descompasso de mais de 19 anos verificado. Desse modo, o município além de contar com uma legislação atualizada, poderia tratar todas as disposições que ficaram vinculadas ao antigo Plano de 1972 em uma nova legislação, simplificando o entendimento geral das leis municipais.

Na circunstância (necessária) da atualização do Plano Diretor, se mostra fundamental que sejam abordadas questões acerca da drenagem (sob o ponto de vista da gestão e técnico), bem como que sejam tratadas as implicações dos episódios de inundação recorrentes no município. Isso se deve ao fato de ser expressiva a importância que o tema possui para a dinâmica urbana atual, e para que sejam pensadas políticas públicas que articulem diversos campos interdisciplinares, indo desde os setores ligados às questões técnicas, do parcelamento e uso do solo, da participação popular, da educação ambiental, dentre outros.

6.3.8 Caracterização da área de estudo

Redes de drenagem podem ser discriminadas como sendo de micro e de macrodrenagem de acordo com a sua escala, conforme já verificado anteriormente

ainda estão em vigência, tem-se o caso do zoneamento do município, que atualmente é estabelecido pela Lei 030/2000 a qual alterou o Art. 98 da Lei 2046/72.

neste trabalho. Ao pensar no manejo hídrico urbano como um todo, é certo que ambas as escalas de intervenção são fundamentais para o funcionamento das redes. Contudo, quando relacionado aos episódios de inundação, o recorte de análise deve levar em consideração a escala das bacias e sub bacias que se ligam direta ou indiretamente aos locais onde os episódios de inundação ocorrem (retomando as discussões feitas na sessão 4.2 (“Gestão Integrada da Drenagem”), isto é, a escala da macrodrenagem. Assim, para fins de estudo, adota-se a escala das sub bacias que compõem a rede hídrica do município como o recorte espacial.

Contudo, devido a grande extensão da malha urbana de Franca, para a análise das condições da rede de drenagem, assim como para a proposição de medidas de controle das cheias, abordar todos os macrodrenos demandaria uma análise robusta das particularidades de cada um desses canais, bem como das características físicas e espaciais de cada uma das 13 sub bacias, fato este que tornaria inviável a adoção desse tipo de análise no presente trabalho.

De outro modo, há que manter sempre em vista que o Plano Municipal de Drenagem explora, em seu conteúdo, as complexidades presentes em cada uma das sub bacias, bem como realiza estudos técnicos detalhados sobre as condições verificadas, e ainda realiza proposições (principalmente de caráter estrutural e compensatório) para os problemas apresentados. Sendo assim, no que se constitui enquanto objetivo deste trabalho, isto é, o fomento de discussões e a proposição de medidas de gestão que contribuam para a melhoria das condições da rede de drenagem de Franca, a escala de análise e as abordagens adotadas devem ser bem mais modesta do que àquelas verificadas no Plano Municipal de Drenagem.

Levando em conta todas as discussões verificadas nos cadernos que compõem o Plano Municipal de Drenagem (como já relatado no texto por meio do item 5.3 “Critérios para o recorte de análise das bacias de contribuição no município de Franca/SP”), e levando em consideração os recorrentes episódios de inundação, foi adotado, para fins de análise, os recortes das bacias do Córrego dos Bagres e do Córrego Cubatão. O quadro a seguir (Quadro 09) apresenta os dados relativos ao levantamento feito no Plano Municipal de Drenagem sobre ambas as bacias:

Quadro 9 - Levantamentos das condições de drenagem nas bacias dos córregos Cubatão e Bagres

BACIA DE CONTRIBUIÇÃO	Extensão	Área da bacia	Ponto de confluência	Grau de antropização da bacia	Número de Pontos críticos apontados nos relatórios
Córrego dos Bagres	6,8 km	11,1 km ²	Córrego Cubatão	Alto	08 locais com infraestrutura insuficiente
Córrego Cubatão	Aprox. 5 km	7,63 km ²	Ribeirão dos Bagres	alto	15 locais com infraestrutura insuficiente

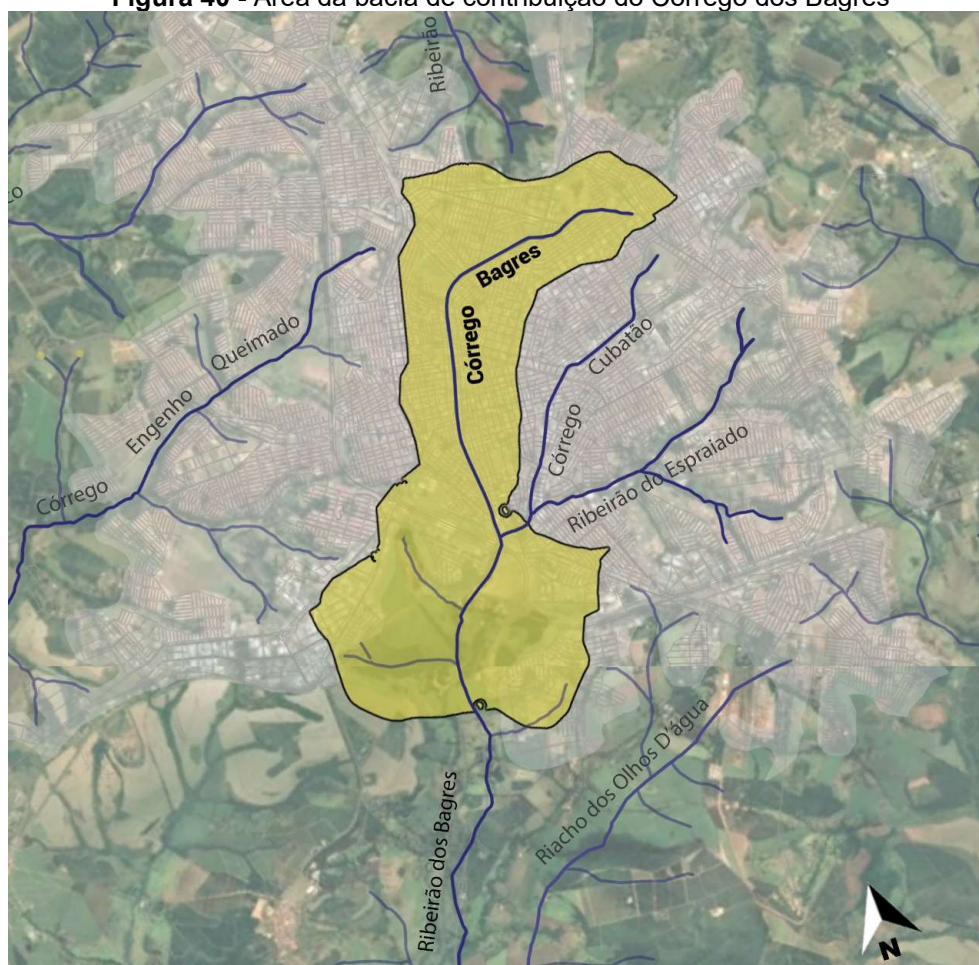
Fonte: SÃO PAULO, 2013. Adaptado pelo autor.

Conforme verificado nos dados levantados, ambas as bacias possuem altos níveis de antropização, isto é, áreas urbanizada e bastante consolidada no entorno desses cursos d'água, assim como uma completa desconfiguração das características naturais na maior parte dos trechos levantados. Somado a isso, nota-se que o levantamento aponta no córrego dos Bagres 08 locais com infraestrutura insuficiente para suportar o volume atual drenado em períodos chuvosos, assim como foi verificado 15 locais com déficits de mesma natureza no Córrego Cubatão, valores muito superiores aos verificados nos demais macrodrenos (vide Quadro 09).

Os trechos subsequentes do trabalho tratam das bacias do Córrego dos Bagres e do Córrego Cubatão, respectivamente.

6.3.9 Bacia de contribuição do Córrego dos Bagres

O córrego dos bagres nasce a uma altitude de 1025 m, nos bairros Jardim Riviera e Jardim paulista na região nordeste do município. Possuindo uma extensão de 6,8 km, grande parte do percurso traçado pelo curso d'água a jusante corta a área urbanizada do município, incluindo a região localizada no vale entre as colinas Central e da Estação. A área total de contribuição é de aproximadamente 11,10 km² (SÃO PAULO, 2013). Abaixo, é possível verificar na Figura 40 o traçado feito pelo curso d'água.

Figura 40 - Área da bacia de contribuição do Córrego dos Bagres

Fonte: Elaborado pelo autor. Mapa base: Google Earth¹⁶

6.3.9.1 Ocupação das áreas de fundo de vale e os episódios de inundação

Ao longo de todo o século XX, diversas foram as intervenções feitas no traçado dos córregos que cortam as áreas urbanas da cidade de Franca. No caso do Córrego dos Bagres, a retificação do traçado e a canalização do curso d'água implicou, sobretudo, na possibilidade de que fossem drenadas e ocupadas as áreas marginais deste córrego, além da abertura de grandes vias de circulação em seu entorno, as Avenidas Hélio Palermo e Antônio Barbosa Filho. Abaixo, é possível verificar nas figuras 41 e 42 a implantação de tais vias:

¹⁶ Para o desenvolvimento do Mapa disposto na figura 16, tomou-se por base o levantamento feito previamente no Plano Municipal de Drenagem de Franca (2013), desenvolvido pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica ligado à Universidade de São Paulo.

Figura 41 - Av. Antônio Barbosa Filho



Fonte: Acervo pessoal, 2022

Figura 42 - Av. Dr. Hélio Palermo



Fonte: Acervo Pessoal, 2022

Tal como verificado nos levantamentos bibliográficos no caso da abertura das vias da Marginal Tietê na cidade de São Paulo, a ocupação das regiões de fundo de

vale parte do princípio de que as obras de canalização e condução das águas serão capazes de lidar de maneira eficaz com as alterações do regime hídrico sofridas por esses cursos d'água. No entanto, com o passar dos anos e com o aumento do volume superficial escoado decorrente do acréscimo de áreas impermeáveis na bacia de contribuição, nota-se que as estruturas projetadas, em momentos de chuvas intensas, não são capazes de suportar o volume conduzido, originando assim os episódios de inundação. Tal realidade pode ser verificada no padrão de ocupação das avenidas marginais do córrego dos Bagres e nos lotes do entorno, sendo recorrentes os episódios de inundação nos períodos de chuva intensa. A imagem abaixo (Figura 43) demonstra uma grande inundação sofrida pelo local no ano de 2019.

Figura 43 - Avenida Antônio Barbosa Filho inundada



Fonte: G1, 2020.

6.3.9.2 Medidas estruturais de drenagem existentes na bacia do Córrego dos Bagres

Após a canalização do córrego, e com o aumento da demanda de escoamento, algumas obras foram feitas para a melhoria das condições dessas estruturas de drenagem. No caso do canal dos Bagres, duas obras se destacam no contexto das melhorias para a prevenção e o controle das inundações, sendo a primeira, uma melhoria feita no canal no trecho referente à Avenida Hélio Palermo, onde devido a intensidade da força das águas dentro do canal, partes da parede de revestimento

colapsaram e a lateral da seção começou a erodir. A imagem a seguir (Figura 44) demonstra os estragos causados na estrutura do canal.

Figura 44 - Erosão no Canal dos Bagres



Fonte: Prefeitura Municipal de Franca, 2008.

Visando ampliar a seção e a capacidade de escoamento neste ponto do canal, além de realizar os reparos necessários, no ano de 2008 foram construídas paredes de contenção em seção retangular, conforme pode ser verificado na Figura 45.

Figura 45 - Construção do muro lateral do Canal dos Bagres



Fonte: Prefeitura Municipal de Franca, 2008.

No ano de 2010 foram executadas obras do alargamento no trecho de confluência dos córregos Cubatão e Bagres (Figura 46), visto que em períodos de chuvas intensas, eram frequentes as inundações no local. Ao todo, foram gastos cerca de 7 milhões de reais para a realização das obras, as quais foram entregues no mês de novembro de 2010.

Figura 46 - Obras finalizadas no entroncamento dos córregos Cubatão e Bagres



Fonte: Prefeitura Municipal de Franca, 2010.

Pouco após a finalização das obras, quando posta à prova a nova estrutura implantada, nota-se que o volume conduzido pelo canal ainda era superior ao volume suportado pela infraestrutura implantada, demonstrando que o problema das enchentes no local parecia não ter sido efetivamente solucionado.

Figura 47 - Inundação na Avenida Dr. Ismael Alonso y Alonso



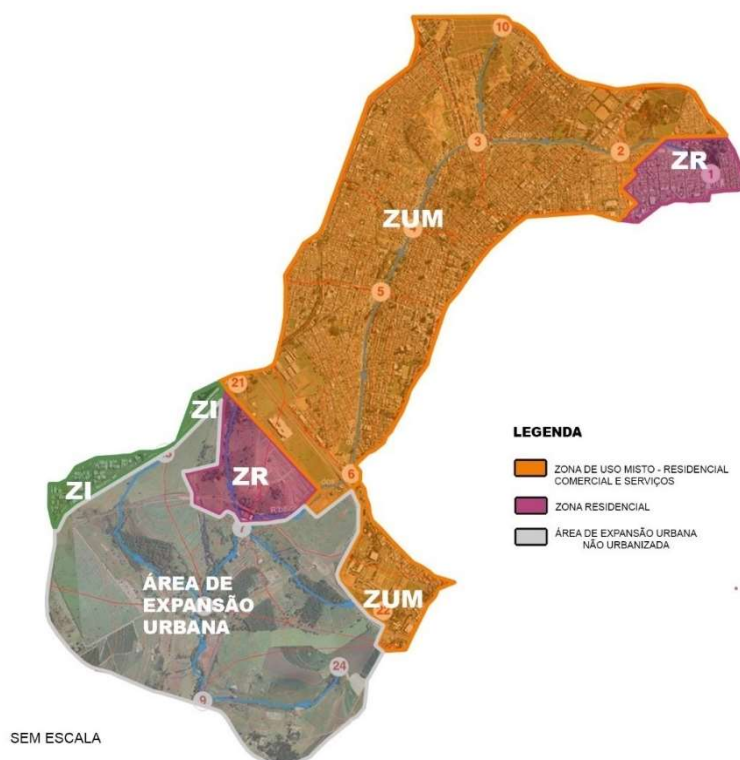
Fonte: Prefeitura Municipal de Franca, 2011.

No contexto mais recente, como medida de preventiva no combate às enchentes, foi apresentado um “Plano de Contingência de Defesa Civil”, o qual, dentre outras ações, anunciou um conjunto de medidas preventivas para o combate às enchentes, como a realização de serviços de manutenção nas estruturas de microdrenagem e nos canais que cortam a área urbana. Ao todo, foram anunciados investimentos de mais de 17 milhões de reais para a execução das obras, a maior parte destinados ao alargamento dos canais e a obras na rede de natureza estrutural (PREFEITURA DA FRANCA, 2021).

6.3.9.3 *Uso e ocupação do Solo*

Ainda em conformidade com o recorte de análise estabelecido, foram verificadas as questões relativas à ocupação e ao uso do solo na área de interesse. A demanda por esse tipo de análise se justifica ao passo que o ordenamento espacial estabelece padrões de ocupação que podem influenciar de modos distintos sobre a rede de drenagem. Desse modo, o mapa a seguir disposto na Figura 48 representa o zoneamento na área da bacia de contribuição do córrego dos Bagres.

Figura 48 - Zoneamento na Bacia do Córrego dos Bagres



Fonte: Mapa de zoneamento de Franca/SP. Adaptado pelo autor, 2022.

Conforme é possível verificar a partir do mapa, há uma grande predominância de áreas com zoneamento misto (em laranja), seguido por áreas de uso residencial, verificando-se, ainda, uma pequena área de uso industrial. A respeito da densidade de ocupação, tanto as áreas de uso misto quanto as áreas residenciais apresentam um elevado grau de adensamento, o que faz com que uma grande parcela dos lotes esteja ocupada, não havendo porções muito significativas de áreas livres.

A exceção fica por conta das áreas industriais, que possuem índices construtivos inferiores aos demais bairros representados, lotes significativamente maiores e uma porcentagem maior de áreas livres. Parte da explicação desta métrica espacial se deve não somente ao zoneamento estabelecido pela LCM 030/00, como também pelas restrições que foram registradas nos decretos de aprovação dos loteamentos e nas averbações das matrículas dos lotes pertencentes a essas regiões. Parcelamentos como os Distritos industriais Onofre Jacometi e Antônio Della Torre apresentam índices de ocupação de 60% da área do lote (significativamente menor do que o de lotes convencionais, onde se é permitido uma porcentagem de ocupação de 80%) e recuos obrigatórios com dimensões maiores do que aquelas estabelecidas para os lotes convencionais (5 metros no recuo frontal, 3 metros no recuo dos fundos e 2 metros nos recuos laterais). Com índices mais restritivos, os espaços livres resultantes se mostram como possibilidades para a implantação de medidas de controle da drenagem na fonte.

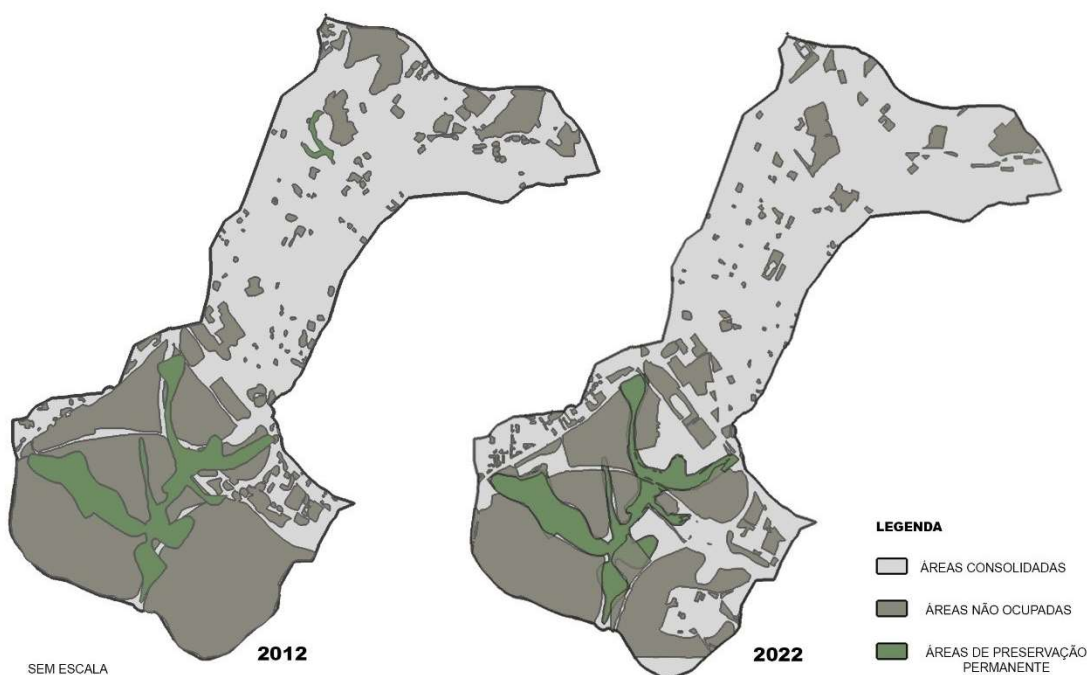
Contudo, a proposição da implantação de medidas compensatórias nos espaços industriais deve levar em consideração o risco de disseminação de materiais contaminantes, especialmente no uso de técnicas que promovam a infiltração, tendo em vista a segurança ambiental das águas subterrâneas. Nesse sentido, vale uma maior atenção ao Distrito Industrial “Antônio Della Torre”, o qual permite indústrias com risco ambiental alto, e abriga uma série de edifícios de curtumes.

6.3.9.4 Densidade de ocupação

Ao longo de quase uma década, desde a entrega do Plano Municipal de Drenagem no ano de 2013, com a expansão da malha urbana e a abertura de novos bairros, grandes porções de terras, antes desocupadas, vão dando espaço para novos imóveis. Concomitantemente, são impermeabilizadas áreas cada vez maiores das bacias de contribuição dos córregos que cortam a zona urbana do município. Em

comparação com o levantamento feito no ano de 2012, nota-se uma significativa diminuição de áreas livres no território ocupado pela bacia. A imagem a seguir (Figura 49), demonstra o padrão de ocupação na área da bacia de contribuição do córrego dos Bagres nos anos de 2012 e 2022 através da técnica de figura-fundo¹⁷.

Figura 49 - Mapas de ocupação da Bacia do Córrego dos Bagres nos anos de 2012 e 2022.



Fonte: SÃO PAULO, 2013. Modificado pelo autor

Conforme é possível verificar a partir da análise dos mapas, há um maior adensamento nas áreas já parceladas, havendo menos lotes vagos na porção já consolidada da malha urbana (ao centro e ao norte do mapa). Por outro lado, a região da zona sul do município ainda apresenta grandes porções de áreas não parceladas, mantendo assim um padrão semelhante ao verificado no ano de 2012.

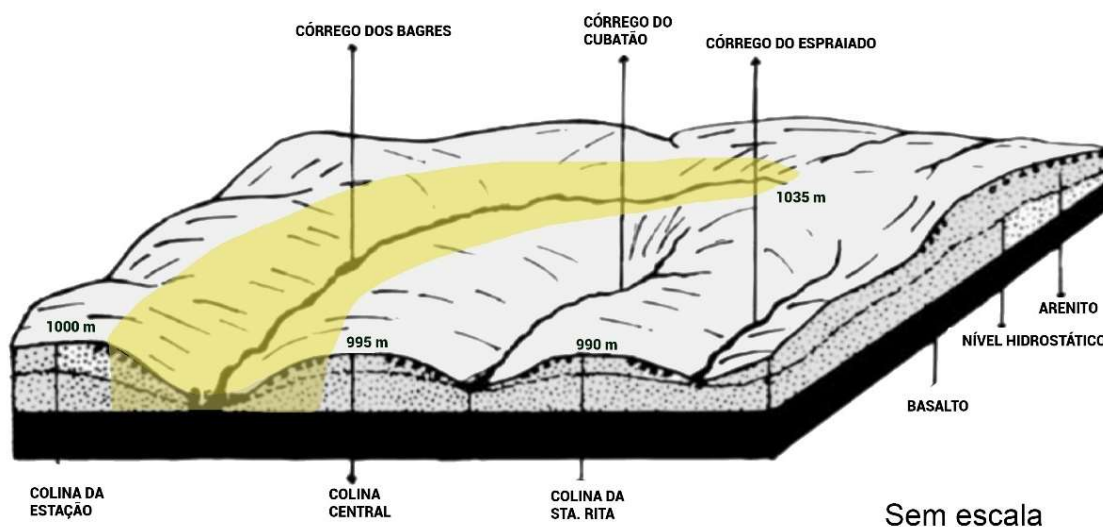
6.3.9.5 Topografia

Tomando o recorte espacial da bacia de contribuição do córrego dos Bagres como referência, a região apresenta uma topografia acentuada, estando boa parte da área drenada em terreno íngreme. Tão importante a topografia para a paisagem urbana do município de Franca, que a cidade ficou popularmente conhecida

¹⁷ Comumente aplicada a estudos urbanos, a técnica de figura-fundo utiliza a morfologia de edificações para identificar padrões de ocupação do solo urbano, conforme verificado em estudos tipológicos desenvolvidos por AMORIM, 2006.

como a “cidade das três colinas”, em referência as colinas Central, da Estação e da Santa Rita, as quais compõem o núcleo urbano mais antigo e consolidado do município. Nesse sentido, o encontro das colinas central e da estação correspondem as áreas drenadas para o canal dos Bagres, conforme pode ser verificado na imagem a seguir (Figura 50):

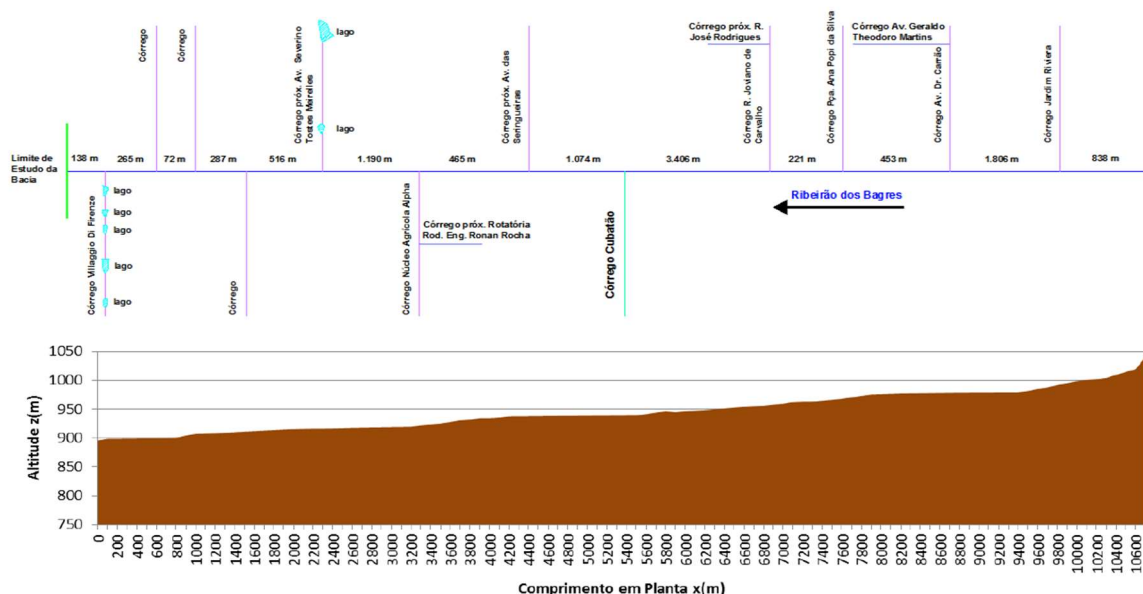
Figura 50 - Área de contribuição da bacia do Córrego dos Bagres



Fonte: VIEIRA, 1978. Modificado pelo autor.

A imagem abaixo (Figura 51), representa um diagrama unifilar do Córrego dos Bagres, bem como demonstra o perfil longitudinal topográfico verificado ao longo de todo o percurso indo desde o nascimento do Córrego dos Bagres até a formação do Ribeirão dos Bagres após o encontro deste com o Córrego Cubatão na zona sul do município¹⁸.

¹⁸ Neste caso, nota-se que o estudo considerou tanto o percurso percorrido pelo Córrego dos Bagres, quanto aquele percorrido pelo Ribeirão dos Bagres.

Figura 51: Diagrama unifilar e perfil longitudinal da sub bacia dos Bagres

Fonte: SÃO PAULO, 2013

Tendo em vista a composição geomorfológica do solo da região, somadas à topografia íngreme das áreas que formam a bacia de drenagem do córrego dos Bagres, é possível listar como efeitos a serem considerados para a gestão da drenagem local, as seguintes disposições:

- A acentuada declividade promove a aceleração dos processos erosivos em áreas já afetadas e pode acarretar na formação de novas voçorocas;
- A aceleração das águas faz com que o volume drenado seja transportado de forma mais rápida à jusante, favorecendo com isso o acumulo de água em pontos de estrangulamento da rede;
- A alta velocidade das águas nas redes de drenagem pode comprometer a integridade das estruturas, exigindo uma frequência maior de reparos e manutenção da rede;
- O transporte de materiais inertes durante o escoamento das águas promove o assoreamento dos cursos d'água e o entupimento das estruturas da rede de drenagem local.

6.3.9.6 Medidas não-estruturais e compensatórias no controle de cheias da bacia de drenagem do Córrego dos Bagres

Dentre as ações de controle e prevenção das inundações desenvolvidas no município, sob o ponto de vista legal, poucas foram as disposições que tratem da aplicação de medidas não-estruturais para tal fim. De outro modo, em relação às medidas compensatórias, nota-se um esforço maior para a contenção do volume drenado na fonte, com a obrigatoriedade na aplicação de bacias de contenção em lotes com mais de 500m² de área impermeabilizada e em loteamentos. Não foram verificadas normas de referência ou dispositivos legais que tratem de outros instrumentos de drenagem (como valas e poços de infiltração, telhados verdes, dentre outros).

Em relação ao zoneamento, nota-se que as definições adotadas não tratam de modo específico, os aspectos ambientais como critérios para a ocupação do solo urbano. Já em relação a drenagem, não há restrições legais no zoneamento ligadas às questões de drenagem e nem do risco de inundação que incidam sobre a área estudada.

Em termos legais, nota-se que há um esforço maior na regulamentação de medidas que visem a contenção do volume gerado na fonte. Contudo, nas áreas já ocupadas, tais melhorias ficam por conta das disposições pontuadas no Código de Edificações promulgado no ano de 2021, onde se dispõe da obrigatoriedade da manutenção de um percentual de 6% da área total do lote como permeável. Contudo, ainda que represente um aspecto positivo da mudança de postura da gestão da drenagem, como muitos imóveis não estão regulares ou já foram regularizados seguindo parâmetros legais anteriores ao regimento atual, nota-se que ainda há um longo caminho para que sejam perceptíveis os efeitos dessas disposições sobre o panorama geral da drenagem no município. Por fim, não foram encontrados dispositivos de incentivos específicos que promovam, de modo voluntário, a adoção de medidas que favoreçam as condições de drenagem no município.

6.3.9.7 Análise e propostas de intervenção sobre a bacia do Córrego dos Bagres

Tendo como referências os dados levantados nos relatórios que compõem o Plano Municipal de Drenagem, assim como a partir das análises e levantamentos

feitos ao longo do trabalho, foi desenvolvido um resumo contendo as medidas de intervenção baseado na metodologia da problematização, no qual são avaliados os principais problemas levantados durante toda a discussão, assim como a partir de todo o aporte teórico e legal verificado no levantamento bibliográfico e na discussão, foram propostas medidas de intervenção correspondente a cada um dos problemas pontuados. Por fim, foram formuladas diretrizes específicas para a melhoria das condições tanto da drenagem no canal, como no contexto geral da sub bacia.

A respeito da problemática levantada, a partir das discussões e do levantamento bibliográfico, foi possível identificar os seguintes pontos de fragilidade:

- Os episódios de inundação nas áreas da sub bacia e os pontos de alagamento;
- Os processos erosivos e a formação e agravamento de voçorocas;
- Redução da recarga dos aquíferos e contaminação do subsolo;
- Uso e ocupação do solo relacionado às questões de drenagem;
- Medidas ambientais para o manejo sustentável.

A partir dos pontos levantados, foi possível associar a realidade verificada nas características naturais e no modelo de ocupação da bacia, com as medidas propostas. O quadro a seguir (Quadro 10) apresenta o resumo da análise feita sobre a Bacia dos Bagres:

Quadro 10 - Resumo de análise da situação na bacia do Córrego dos Bagres

Demandas	Diretrizes
Episódios de inundação nas áreas da sub bacia e os pontos de alagamento;	Adoção de soluções estruturais para a retenção das águas pluviais na fonte, e do controle do volume escoado no canal. Busca de soluções dessa natureza que sejam capazes de corresponder tanto demandas de desenho e paisagem urbana, como também ao manejo hídrico. Incorporação de medidas não-estruturais como ações de gestão hídrica local, bem como a articulação de ações multidisciplinares os episódios de inundação.
Os processos erosivos e a formação e agravamento de voçorocas;	Desenvolvimento de estudos atualizados das áreas suscetíveis à erosão, bem como a exigência de estudos desta natureza para empreendimentos localizados em áreas de risco ou que representem potenciais impactos geológicos negativos.
Redução da recarga dos aquíferos e contaminação do subsolo;	Adoção de índices mínimos de ocupação e pavimentação do solo, atentando-se à áreas

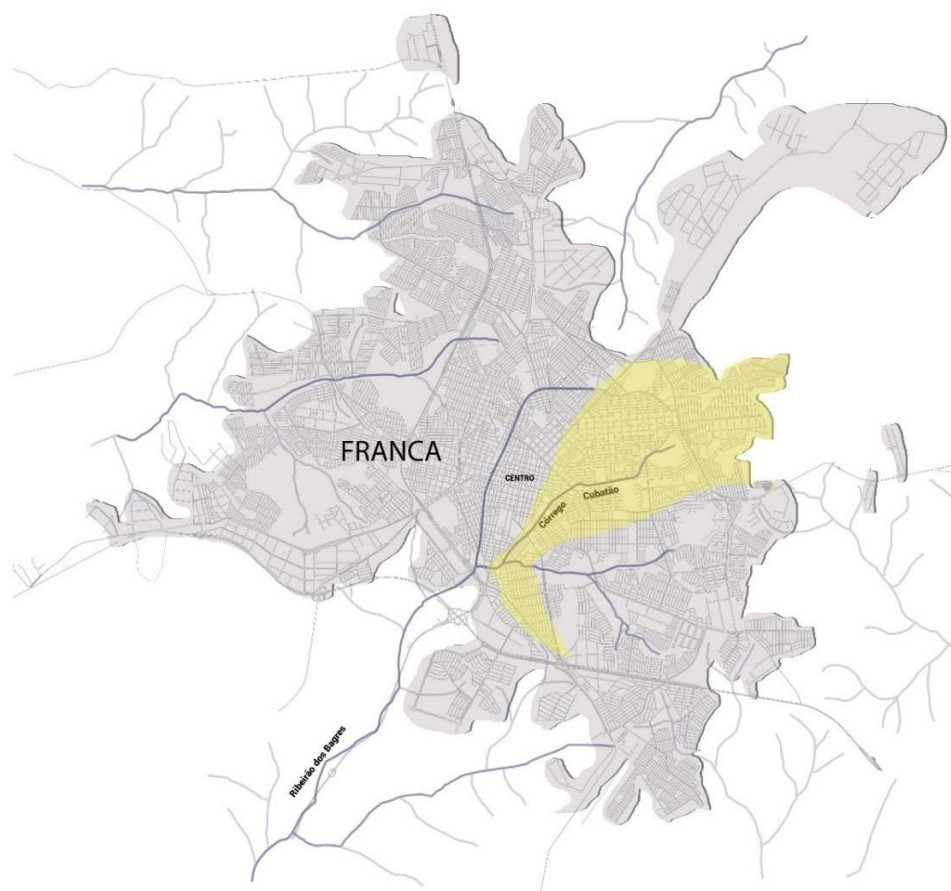
	potencialmente poluidoras (como áreas industriais produzam rejeitos contaminantes).
Uso e ocupação do solo relacionado às questões de drenagem;	Atualização das leis de zoneamento e uso e ocupação do solo, bem como a adoção de critérios de análise vinculados à drenagem para a gestão da ocupação do solo, como o mapeamento de áreas de risco hidrológico e geológico e de suscetibilidade à inundações.
Medidas ambientais para o manejo sustentável.	Adoção de estratégias de gestão mais alinhadas à questão ambiental, como o LID e o WSUD.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

6.3.10 Bacia do Córrego Cubatão

O córrego Cubatão nasce no Jardim Líbano e percorre uma extensão de aproximadamente 5 km até desaguar no ribeirão dos Bagres na região sul do município. Assim como a bacia dos Bagres, grande parte do percurso percorrido pelo curso d'água está localizada em áreas urbanizadas do município, especialmente no vale formado entre as colinas central e da Santa Rita. A área total de contribuição da bacia é de aproximadamente 7,63 km². Abaixo, é possível verificar na Figura 52 o traçado feito pelo curso d'água.

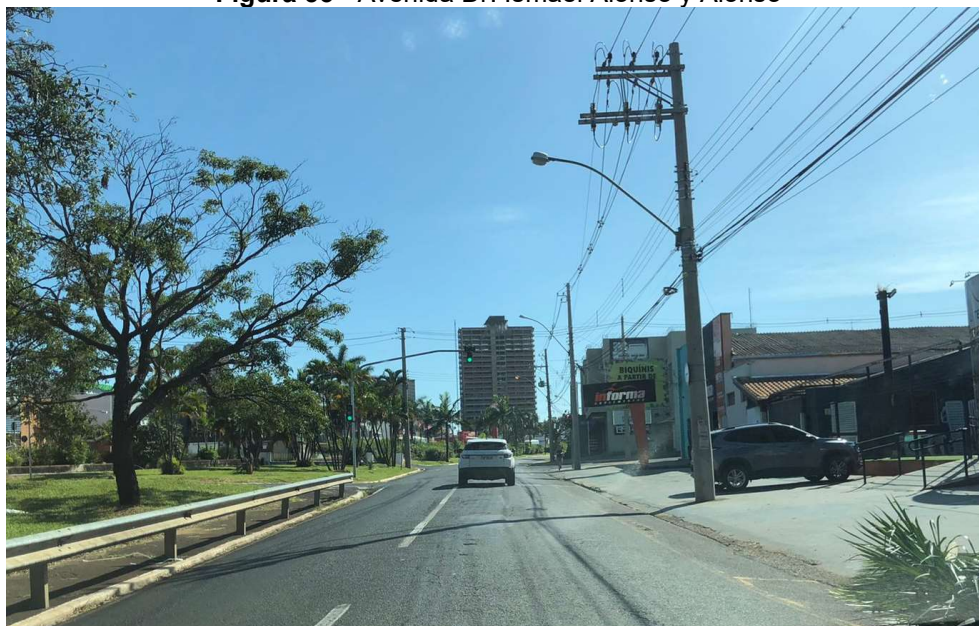
Figura 52: Área da bacia de contribuição do Córrego Cubatão



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022. Mapa base: Google Earth

6.3.10.1 Ocupação das áreas de fundo de vale e os episódios de inundação na bacia do Cubatão

Seguindo o mesmo padrão de urbanização verificado no vale dos Bagres, o córrego Cubatão também passou por processos de retificação em seu traçado, assim como foram abertas avenidas marginais no entorno do curso d'água, onde atualmente corresponde ao local de implantação da Avenida Dr. Ismael Alonso y Alonso (Figura 53).

Figura 53 - Avenida Dr. Ismael Alonso y Alonso

Fonte: Acervo pessoal, 2022

6.3.10.2 Medidas estruturais de drenagem existentes na bacia do Córrego Cubatão

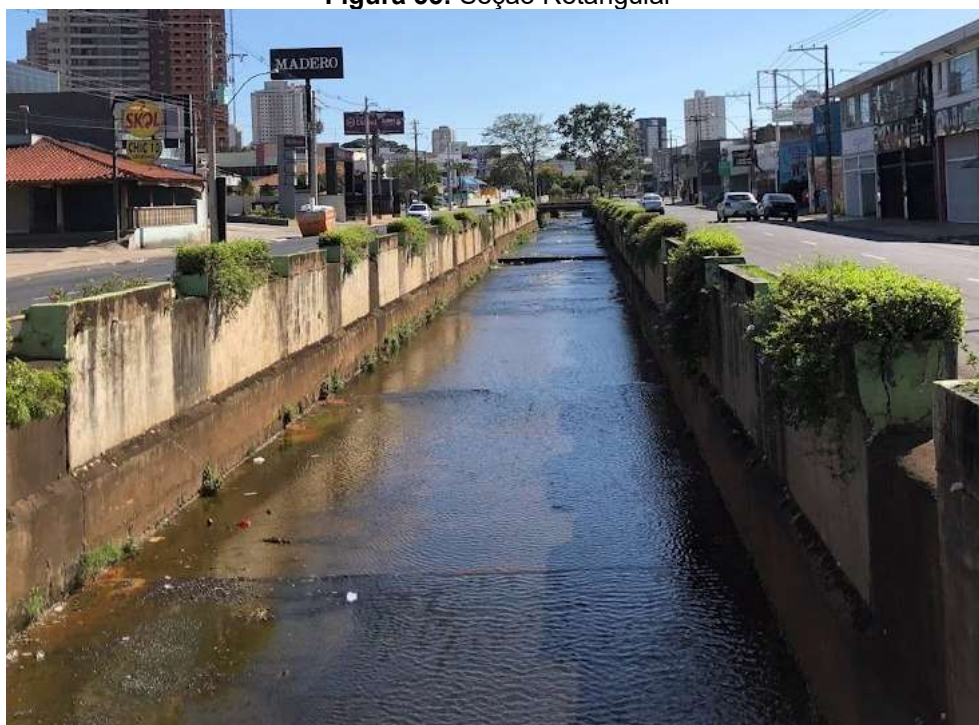
Acerca da infraestrutura de macrodrenagem instalada na sub bacia do Cubatão, destaca-se o canal como sendo a principal estrutura de verificada. Assim como verificado no contexto do canal dos Bagres, nota-se que a calha que compõe o canal do Cubatão possui diferentes seções ao longo do percurso. Contudo, se comparado ao mesmo canal, nota-se que na maior parte do percurso, o Canal Cubatão possui, ainda, a seção trapezoidal, limitando ao formato retangular apenas o trecho formado entre o cruzamento com a Rua Saldanha Marinho e a cachoeira (no Jardim Veneza). Do mesmo modo, verifica-se um pequeno trecho após a cachoeira, onde o córrego não é confinado em uma calha, sendo esta uma característica particular desse macrodreno. As imagens a seguir demonstram os trechos descritos (Figuras 54, 55, 56 e 57).

Figura 54: Seção Trapezoidal



Fonte: Acervo pessoal, 2022.

Figura 55: Seção Retangular



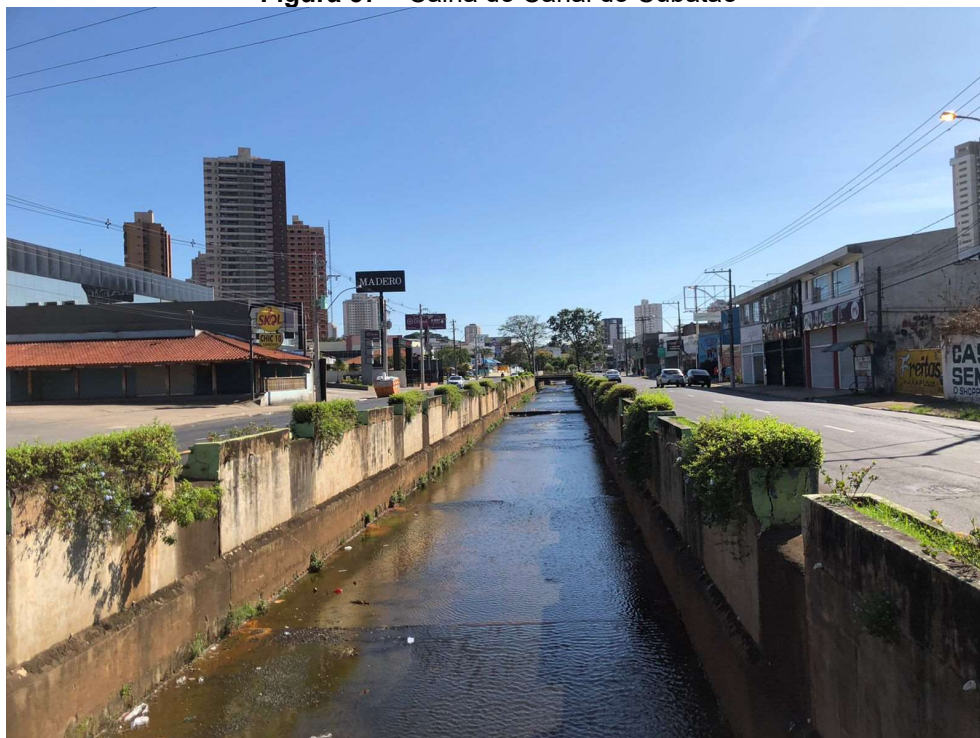
Fonte: Acervo pessoal, 2022.

Figura 56: Cachoeira



Fonte: Acervo pessoal, 2022.

Figura 57 – Calha do Canal do Cubatão

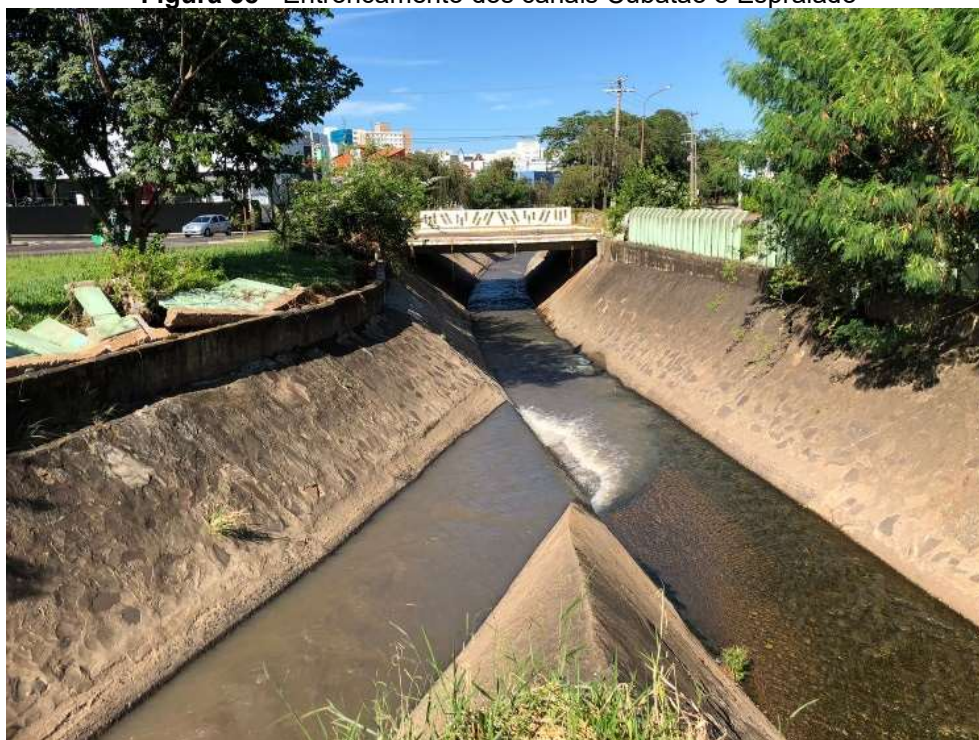


Fonte: Acervo pessoal, 2022

Dentre os pontos de maior fragilidade encontrados, estão as áreas próximas ao encontro do Córrego do Espraiado (no entroncamento com a Av. Adhemar Pólo Filho)

e do afluente vindo da Avenida 7 de Setembro, visto que estes são locais de constante inundação até mesmo fora da temporada de chuvas. Nesse ponto, o entroncamento dos córregos Cubatão e Espraiado apresentam uma seção trapezoidal (conforme verificado na Figura 54), a qual não se mostra suficiente para tal demanda.

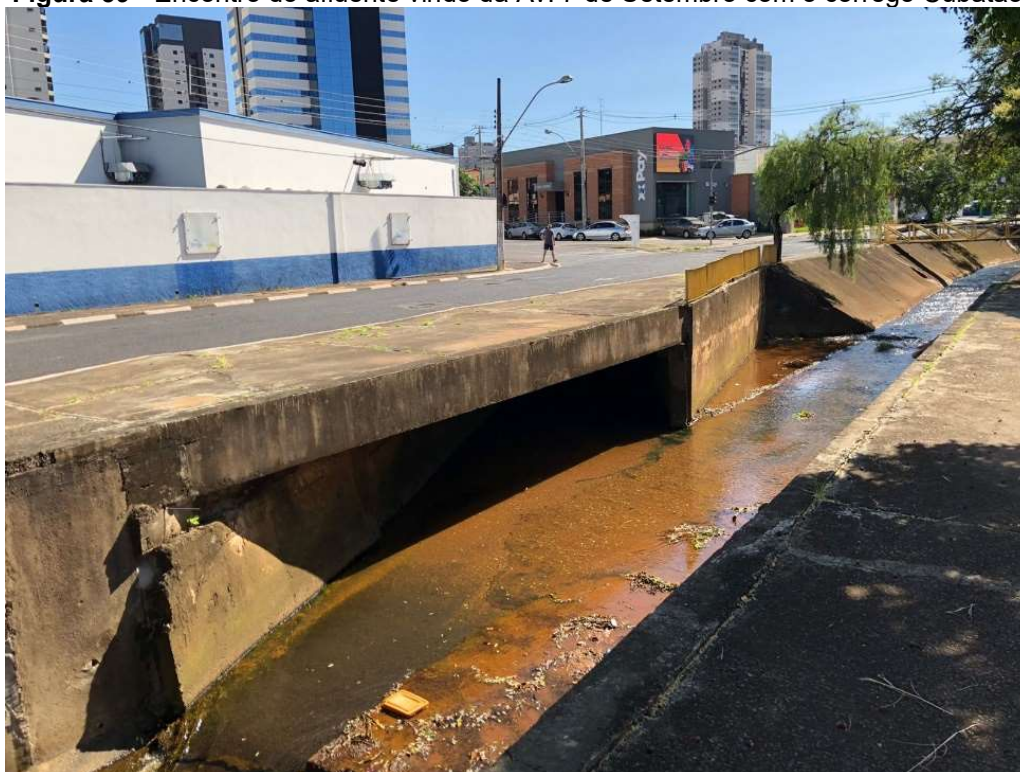
Figura 58 - Entroncamento dos canais Cubatão e Espraiado



Fonte: Acervo Pessoal, 2022

Do mesmo modo, no entroncamento do afluente vindo da Av. 7 de Setembro, verifica-se que não há qualquer tratamento diferente na seção do canal no ponto de junção dos cursos d'água.

Figura 59 - Encontro do afluente vindo da Av. 7 de Setembro com o córrego Cubatão



Fonte: Acervo pessoal, 2022

Em momentos de maior solicitação da estrutura, tendo em vista suas características, o volume demandado extrapola os limites da estrutura, originando assim os episódios de inundação verificados no canal.

Vale destacar, que uma das principais propostas apresentadas pelo Plano Municipal de Drenagem foi a execução de obras para o alargamento e o aprofundamento da calha (especialmente na alteração da seção trapezoidal para a retangular, em alguns pontos) em diversos trechos tanto do canal dos Bagres, quanto dos canais do Espriado e do Cubatão. Somado a isso, o material apresenta a proposta de integração da rede de drenagem com diversas bacias de contenção a serem instaladas ao longo de todo o percurso, fato que pode ser verificado no conteúdo disposto no caderno denominado “Volume III – Proposição de Alternativas” do Plano (SÃO PAULO, 2013).

Tal como se verifica em diversos pontos das avenidas Hélio Palermo e Antônio Barbosa Filho e nas áreas do entorno, episódios de inundação no córrego Cubatão também são frequentes em épocas de chuvas intensas, conforme demonstrado nas imagens abaixo (Figura 60 e Figura 61).

Figura 60 - Episódio de inundação nas Av. Ismael Alonso y Alonso e 7 de Setembro.



Fonte: GCN, 2020.

Figura 61 - Inundação nas avenidas Ismael Alonso y Alonso e Adhemar Pólo Filho



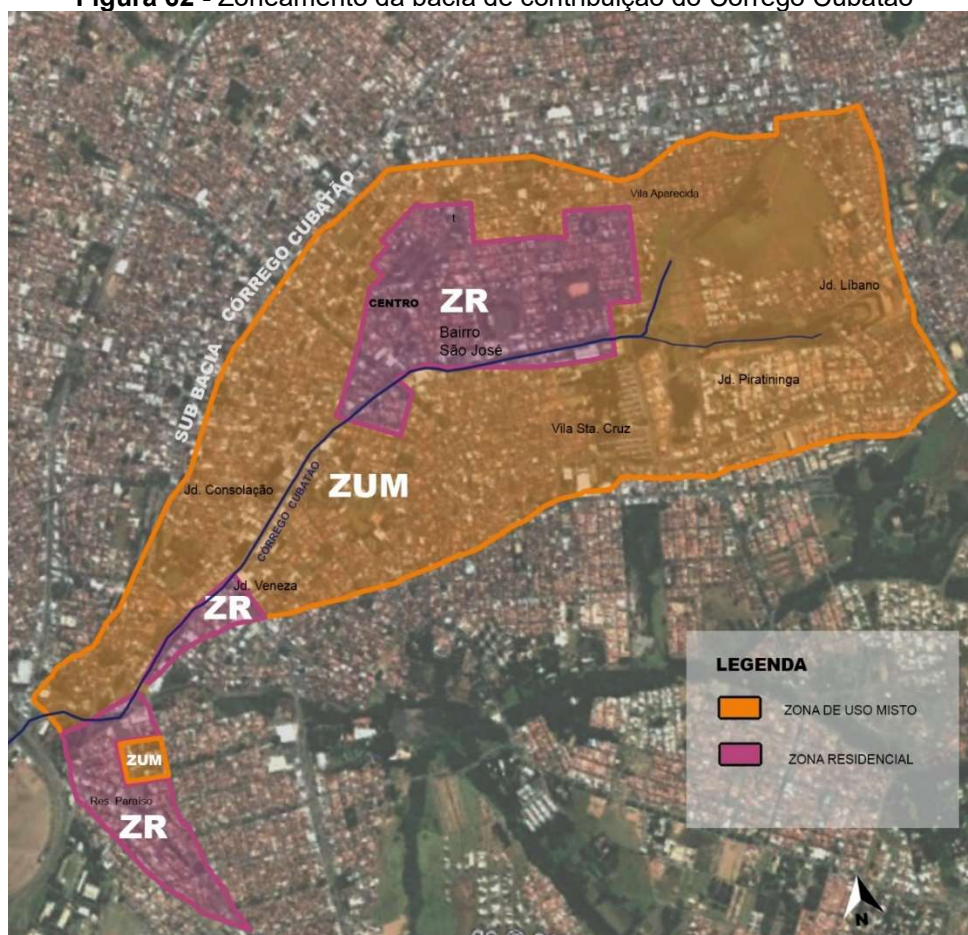
Fonte: GCN, 2019.

6.3.10.3 *Uso do Solo e ocupação*

Dando sequência na análise da bacia, um dos aspectos investigados foi a ocupação e o uso do solo na área de interesse. A partir disso, é possível verificar quais

as principais atividades e usos existentes em cada uma das zonas dispostas no mapa de zoneamento desenvolvido com base na Lei 030/00. Desse modo, o mapa a seguir disposto na Figura 62 representa o zoneamento na área da bacia de contribuição do córrego Cubatão:

Figura 62 - Zoneamento da bacia de contribuição do Córrego Cubatão



Fonte: Mapa de zoneamento de Franca/SP. Modificado pelo autor.

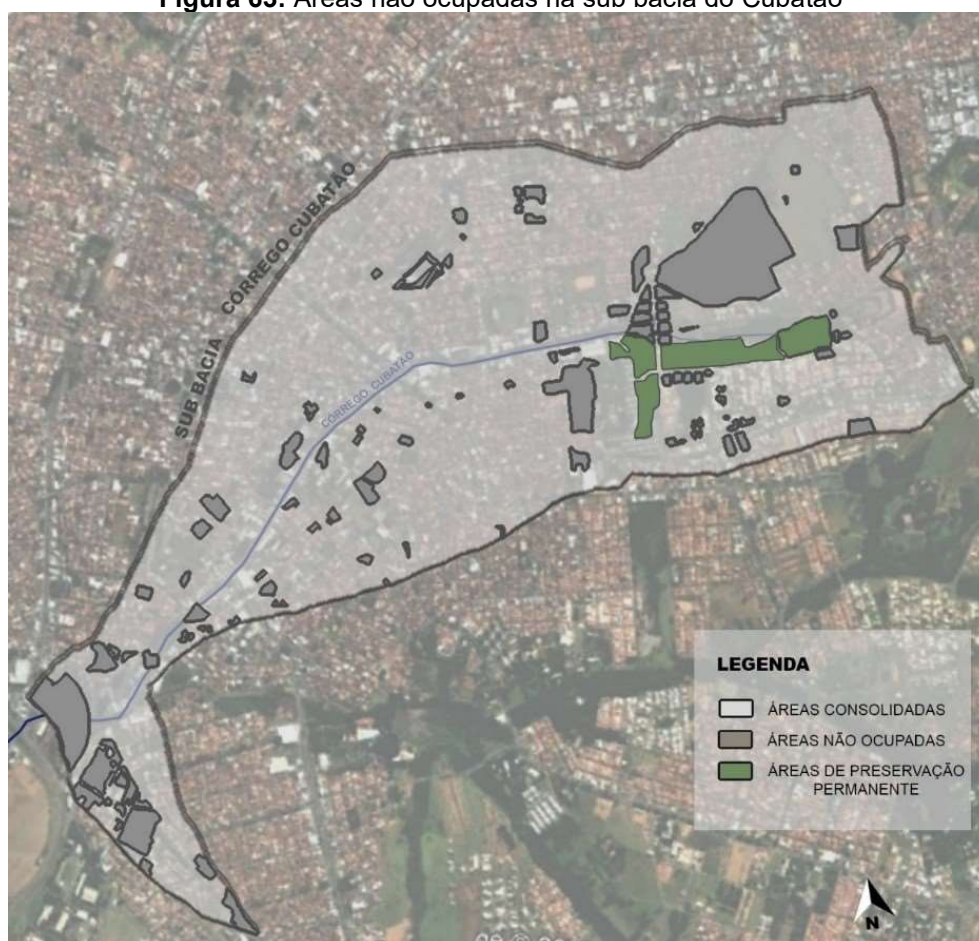
Conforme verificado no mapa anteriormente disposto, há uma grande predominância de áreas com zoneamento misto (em laranja), seguido por áreas de uso residencial. A respeito da densidade de ocupação, tanto as áreas de uso misto quanto as áreas residenciais apresentam um alto grau de adensamento, o que faz com que uma grande parcela dos lotes esteja ocupada, não havendo porções muito significativas de áreas livres. Sobre as zonas residenciais, vale destacar que além de edificações de fins residenciais uni e multifamiliares, é permitida a instalação de alguns tipos de comércio e de edificações destinadas a prestação de serviços. Já nas zonas de uso misto, algumas indústrias implantadas anteriormente à lei 030/00 são

permitidas por lei, a ocuparem esses espaços, havendo, portanto, uma diversificação maior do que aquela expressada pelo mapa.

6.3.9.4 Densidade de ocupação

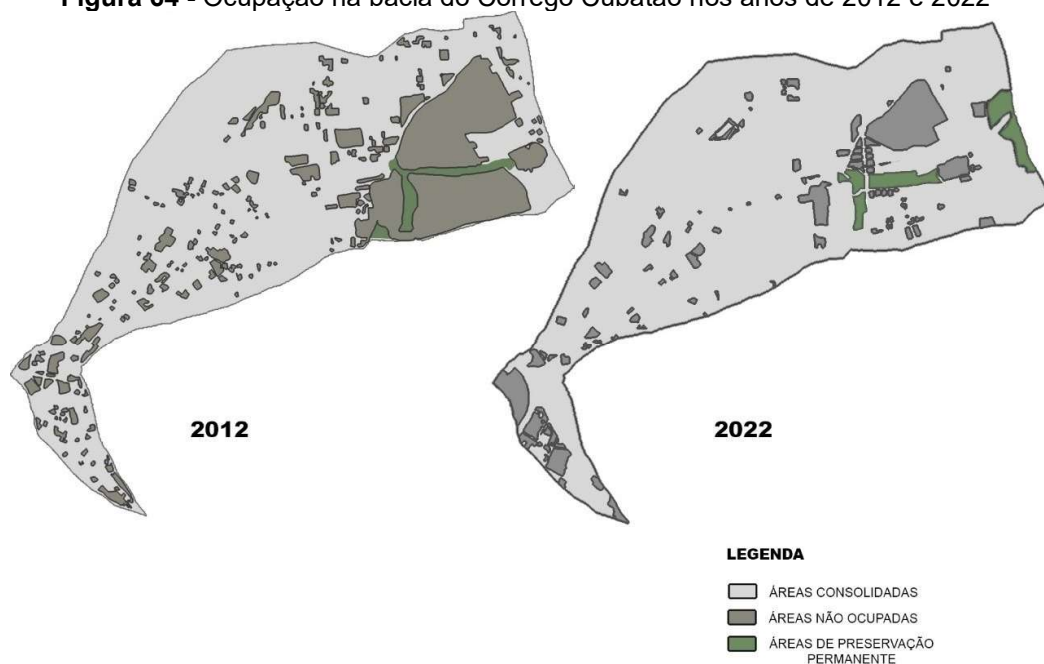
Tomando por base a série histórica iniciada no ano de 2013, data de entrega do relatório do Plano Municipal de Drenagem, e o presente ano de 2022, nota-se que o padrão de ocupação da bacia de contribuição do córrego Cubatão sofre um grande adensamento, restando poucas áreas livres e vazios urbanos. Simultaneamente a isso, nota-se um grau de impermeabilização cada vez maior na área de interesse, o que faz com que o volume de águas escoado na superfície seja ainda maior. A imagem a seguir (Figura 63), demonstra o padrão de ocupação na área da bacia hidrográfica do córrego Cubatão nos anos de 2012 e 2022.

Figura 63: Áreas não ocupadas na sub bacia do Cubatão



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Figura 64 - Ocupação na bacia do Córrego Cubatão nos anos de 2012 e 2022



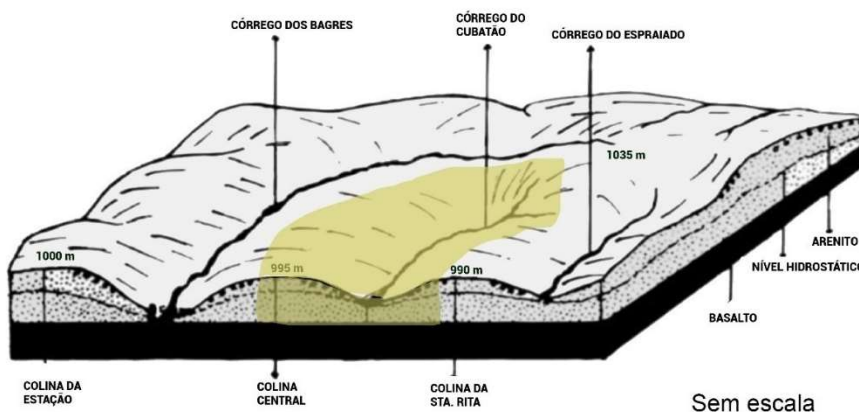
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Conforme é possível verificar a partir da comparação de ambos os mapas de figura-fundo, a bacia como um todo possui um padrão de ocupação bastante elevado, restando poucas áreas livres ainda não parceladas. Em comparação com o primeiro cenário, o levantamento feito com base na imagem de satélite do ano de 2022 demonstra que muitos dos lotes antes desocupados, aparecem como áreas já edificadas, garantindo aos bairros existentes uma porção ainda maior de áreas impermeáveis. A respeito das áreas não parceladas (especialmente àquelas localizadas a leste no mapa), nota-se que no intervalo estudado surgiram novos bairros no município, fator que contribui ainda mais com o aumento da impermeabilização da área de interesse.

6.3.10.5 Topografia

A partir do recorte espacial da bacia de contribuição do Córrego Cubatão, a topografia da região é marcada pela presença das colinas Central e da Santa Rita, conforme é possível verificar na imagem abaixo (Figura 65):

Figura 65 - Topografia da bacia de contribuição do Córrego Cubatão



Fonte: Vieira, 1978. Adaptado pelo autor.

Semelhante ao verificado na bacia dos Bagres, a área de contribuição do córrego Cubatão possui inclinação acentuada em boa parte do terreno, acarretando, dentre outras coisas, no transporte de sedimentos pelas águas escoadas na superfície, e originando assim os processos erosivos do solo. Somando a este fator à natureza geomorfológica do solo e o rápido escoamento das águas pluviais em terrenos com acentuada declividade, é favorecido o aparecimento de sulcos iniciais e o agravamento de voçorocas.

A respeito das condições topográficas do solo, faz-se as seguintes colocações:

- A acentuada declividade promove a aceleração dos processos erosivos em áreas já afetadas e pode acarretar na formação de novas voçorocas;
- A aceleração das águas faz com que o volume drenado seja transportado de forma mais rápida à jusante, favorecendo com isso o acúmulo de água em pontos de estrangulamento da rede;
- A alta velocidade das águas nas redes de drenagem pode comprometer a integridade das estruturas, exigindo uma frequência maior de reparos e manutenção da rede;
- O transporte de materiais inertes durante o escoamento das águas promove o assoreamento dos cursos d'água e o entupimento das estruturas da rede de drenagem local.

6.3.10.6 Medidas não-estruturais e compensatórias no controle de cheias da bacia de drenagem do Córrego dos Bagres

Conforme já relatado na análise feita sobre a bacia do Córrego dos Bagres, poucas são as ações legais ou normativas que dispõem sobre o uso de medidas não estruturais para o manejo das águas pluviais no município.

Dentre as medidas compensatórias apresentadas, tem-se o foco na contenção das águas pluviais através de bacias de retenção, tanto em lotes particulares quanto em parcelamentos.

Em relação ao zoneamento verificado na área de estudo, assim como levantado no recorte da bacia dos Bagres, nenhuma das disposições estabelecidas pelo zoneamento trata, de modo específico, os aspectos ambientais como critérios para a ocupação do solo urbano. Já em relação a drenagem, não há restrições legais relacionando o zoneamento vinculadas ao tema, como também não há a correlação do zoneamento com as áreas de risco de inundação que incidam sobre a área estudada.

Em termos legais, prevalecem as medidas de contenção das águas pluviais em lotes com área impermeável superior a 500 m². Do mesmo modo, a porcentagem mínima de 6% para a implantação de áreas permeáveis nos lotes estabelecidas pelo Código de Edificações promulgado em 2021, ainda não apresentou efeitos significativos sobre o amortecimento do volume escoado na área de contribuição da bacia, tendo em vista a recente implantação de tal restrição. Por fim, não foram encontrados dispositivos de incentivos específicos que promovam de modo voluntário a adoção de medidas que favoreçam as condições de drenagem no município.

6.3.10.7 Análise e propostas de intervenção sobre a bacia do Córrego dos Bagres

Seguindo os mesmos moldes e parâmetros utilizados na análise da bacia do Córrego dos Bagres, com o uso da metodologia de problematização, foram levantados a partir das discussões e da revisão bibliográfica, os seguintes pontos de fragilidade:

- Os Episódios de inundação nas áreas urbanas;
- Os processos erosivos e a formação e agravamento de voçorocas;
- Redução da recarga dos aquíferos e contaminação do subsolo.

Tendo como base estas três problemáticas, foi possível associar a realidade verificada nas características naturais e no modelo de ocupação da bacia, com as soluções propostas. Somado a isso, foi apontada a viabilidade da aplicação de tais medidas na região estudada.

6.3.11 Medidas a montante e sobre as futuras áreas de expansão

Ao analisar a situação das sub bacias dos Bagres e Cubatão, nota-se que ambas possuem um grande grau de ocupação desde a área de nascente dos dois cursos d'água. Com isso, é natural que os esforços de intervenção e da gestão pública no campo da drenagem sejam voltados para as áreas que já estão ocupadas. Contudo, partindo do pressuposto de que o panorama atual da drenagem no município é fruto dos processos de ocupação do solo e de urbanização das áreas que hoje compõem a malha urbana, é necessário que além das tratativas relacionadas às áreas com urbanização já consolidada, sejam previstos os usos e o padrão de expansão urbana no município.

Sobre as áreas já urbanizadas, denota-se especial interesse nas porções à montante ainda não ocupadas de ambas as bacias. Tal interesse deriva do fato dessas áreas serem glebas remanescentes com altos níveis de permeabilidade. Se por um lado essas áreas sozinhas não são capazes de absorver o volume escoado de áreas já consolidadas, certamente o aumento da pavimentação desses locais contribuiriam negativamente na dinâmica hídrica de cada uma das bacias. A seguir, são detalhadas as áreas a montante das duas bacias estudadas.

6.3.11.1 Áreas a montante – Córrego dos Bagres

Através de levantamentos feitos por meio de imagens de satélite do ano de 2022, obtidas através do software Google Earth Pro, foram levantadas três áreas de interesse, conforme representado no mapa a seguir (Figura 66).

Figura 66: Áreas à montante sem ocupação – Bacia dos Bagres

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

A primeira das áreas levantadas trata-se de um aterro sanitário, feito sobre a antiga “Voçoroca das Maritacas”, um terreno com profunda erosão do solo e que recebeu resíduos domésticos, de construção civil e industrial¹⁹. Devido as atividades desenvolvidas no local, a ocupação da área por edificações é inviável, tornando-se assim uma área remanescente que possivelmente permanecerá sem a implantação de significativas áreas pavimentadas. A segunda área levantada trata-se de uma gleba não parcelada de propriedade particular, a qual se configura como uma possível área que passará por processos de parcelamento e/ou ocupação.

Já a terceira área demarcada, trata-se de uma gleba remanescente não ocupada e próxima a áreas urbanas já consolidadas (como os bairros Jd. Dr. Antônio Petráglio e Jardim do Eden). No entanto, tomando por base o atual mapa de expansão urbana do município (Anexo D), nota-se que a área destacada está dentro da área de Proteção Ambiental dos mananciais do Rio Canoas, e assim sendo, possui regras de ocupação específicas. De outro modo, ressalta-se que a topografia de uma parte da área destacada (não delimitada, pois seriam necessários levantamentos mais precisos) direciona o escoamento para outros macrodrenos, não havendo contribuição

¹⁹ Informações obtidas em documento da Prefeitura Municipal de Franca/SP referente à *Tomada de Preços Nº 15/2019*, denominado “Termo de referência para execução de investigação de passivos ambientais no aterro da Fazenda Municipal de Franca/SP”. Disponível em: https://www.franca.sp.gov.br/arquivos/licitacoes/620190015/20191007140517_Termo%20de%20Refer%c3%aancia%20-%20TP%2015%20-%202019%20PDF.pdf. Acesso em: 03 ago. 2022.

no volume das águas pluviais escoadas para a sub-bacia dos córregos Cubatão e Bagres, neste caso.

Assim, tendo em vista o levantamento feito sobre a área, é possível verificar que os processos de parcelamento do solo e de ocupação de áreas remanescentes tendem a não aumentarem expressivamente o volume de águas pluviais escoados superficialmente, tendo em vista que a primeira área levantada (Área do Aterro das Maritacas) e a terceira área levantada (área próxima aos bairros Jd. Dr. Antônio Petráglio e Eden) possuem limitantes de ocupação, quer seja pelo passivo ambiental verificado (no primeiro caso), quer seja pelas restrições ambientais estabelecidas em legislação (no segundo caso). Já a segunda área apontada possui pequenas dimensões, se comparada à área da bacia, e assim sendo, a sua contribuição pluvial provavelmente não acarretará grandes alterações no regime hídrico do macrodreno em questão.

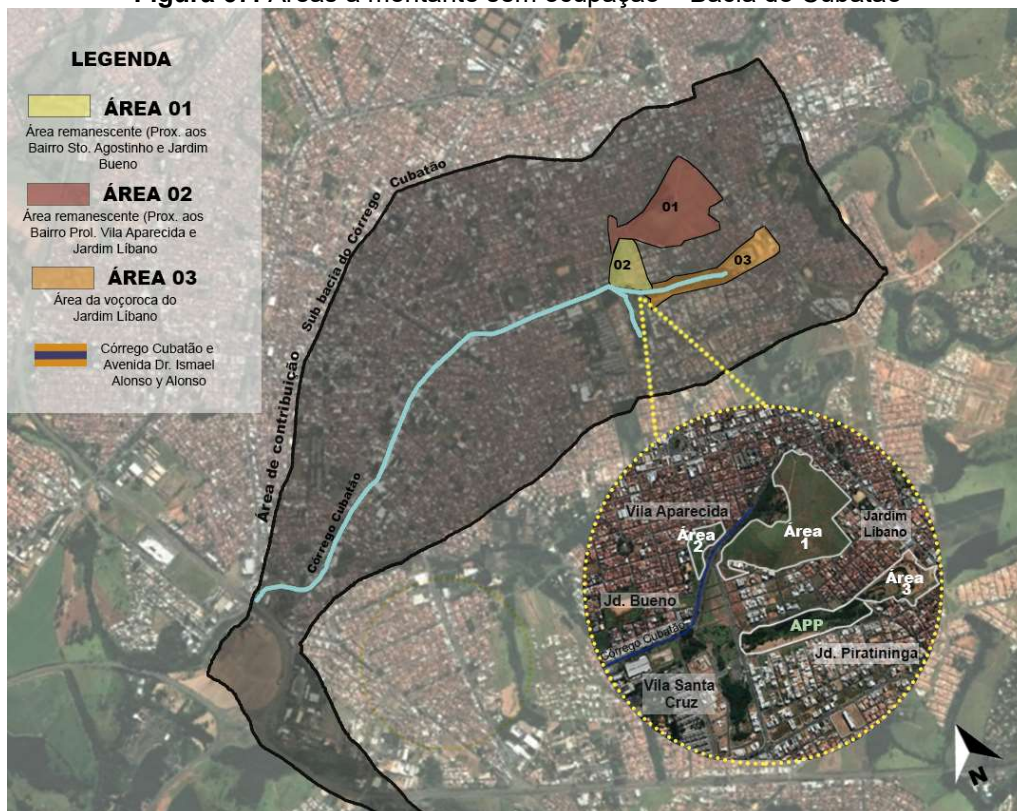
No entanto, ainda que as áreas destacadas não representem uma influência muito significativa para a dinâmica hídrica da sub bacia, a crença de que os processos de modificação no uso do solo das áreas já consolidadas à montante não alteram toda essa dinâmica, seria um grande equívoco. A pavimentação de lotes e pequenas glebas remanescentes, assim como a adoção de soluções que privilegiem o rápido escoamento para as redes de drenagem local, podem tanto acarretar em insuficiências nas redes de microdrenagem já instaladas, como agravar os episódios de enchentes, alagamentos e inundações ao longo do canal dos Bagres. Desse modo, nota-se que a adoção, dentro dos lotes particulares e de áreas públicas, de soluções que beneficiem a infiltração na fonte e o controle da vazão de pico, demonstram uma perspectiva da gestão hídrica no local bastante adequada, tanto do ponto de vista hidráulico quanto ambiental.

Se por um lado as intervenções difusas dentro dos lotes se apresentam como uma alternativa para o manejo hídrico à jusante, tomando por base os episódios de inundação que já ocorrem ao longo do canal dos bagres, intervenções de caráter estrutural também devem ser consideradas para o controle dos picos de vazão dentro do canal. Vale ressaltar o princípio de que uma boa gestão das águas pluviais urbanas passa necessariamente pela adoção de medidas estruturais, não estruturais e compensatórias (TUCCI, 2003).

6.3.11.2 Áreas a montante – Córrego Cubatão

Adotando a mesma metodologia já aplicada na análise da sub bacia do Córrego dos Bagres, foram levantadas três áreas de interesse, conforme representado no mapa a seguir (Figura 67).

Figura 67: Áreas à montante sem ocupação – Bacia do Cubatão



Fonte: Autoria Própria

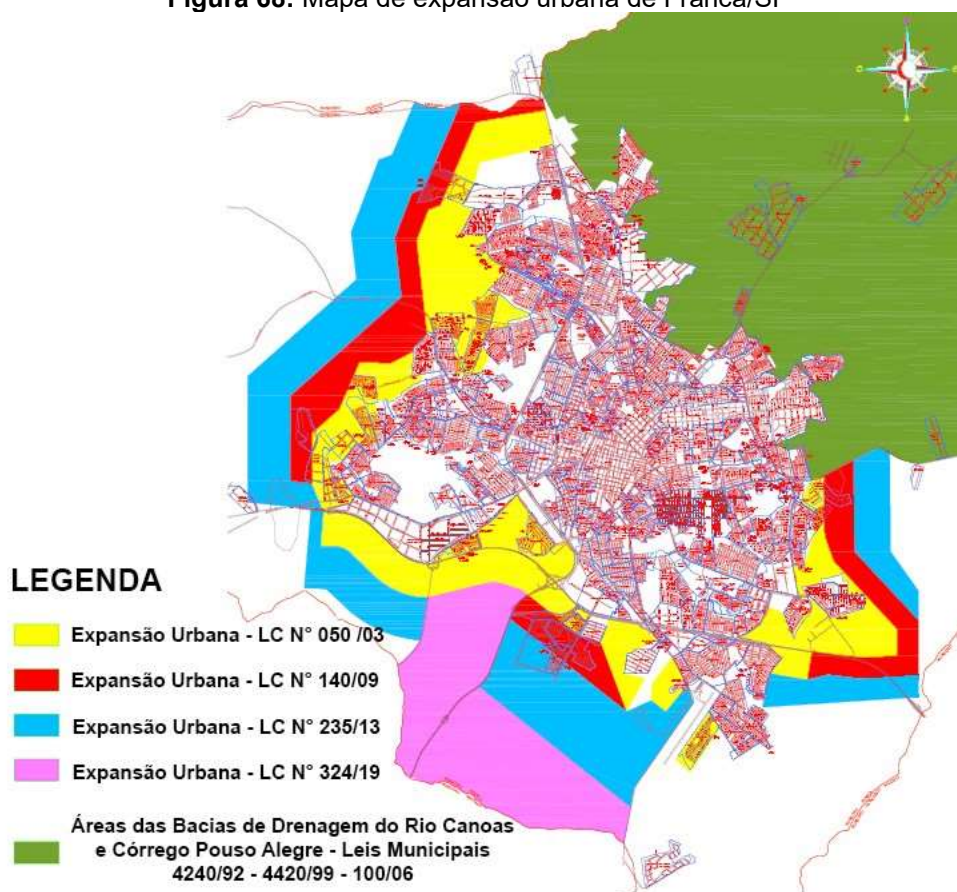
A primeira das áreas levantadas, trata-se de uma área particular e não parcelada, sendo esta a mais significativa parcela de terra permeável localizada à montante na sub bacia. Já a segunda área levantada, também se trata de uma área não parcelada localizada à beira do córrego e da Av. Dr. Ismael Alonso y Alonso. Por fim, a terceira área destacada divide-se em uma área onde se encontra a Voçoroca do Jardim Líbano, assim como uma Área de Preservação Permanente vinculada ao Jardim Piratininga. Cabe salientar que desde o Plano diretor de 2003 (Lei 050/03) a área da Voçoroca do Jd. Líbano está destinada a implantação do chamado “Parque Lúcio Costa”, fato até o momento não consolidado.

De modo geral, nota-se uma distinção da situação verificada entre as áreas à montante dos córregos Bagres e Cubatão. Enquanto no Córrego dos Bagres se

encontram pequenas porções de terra não pavimentadas ou parceladas, na região à montante do Córrego Cubatão é possível verificar uma área considerável ainda nesta situação. Desse modo, cabe a municipalidade verificar tanto os impactos no contexto da bacia após o parcelamento e a ocupação de tais áreas, como também definir o regramento adequado para que se evite o aumento da contribuição em momentos de pico de chuvas nos canais, fato que agravaria ainda mais os episódios de inundação.

Um outro desafio para a gestão da drenagem no município, é o planejamento da ocupação das áreas à jusante desses corpos d'água. Como o Córrego Cubatão se une com o Córrego dos Bagres na zona sul do município, formando assim o Ribeirão dos Bagres, o caminho percorrido por este se mostra bastante relevante quando pensada a ocupação das áreas de expansão urbana do município. Para efeito de entendimento, basta verificar o mapa com a Área de Expansão Urbana do município (Figura 68):

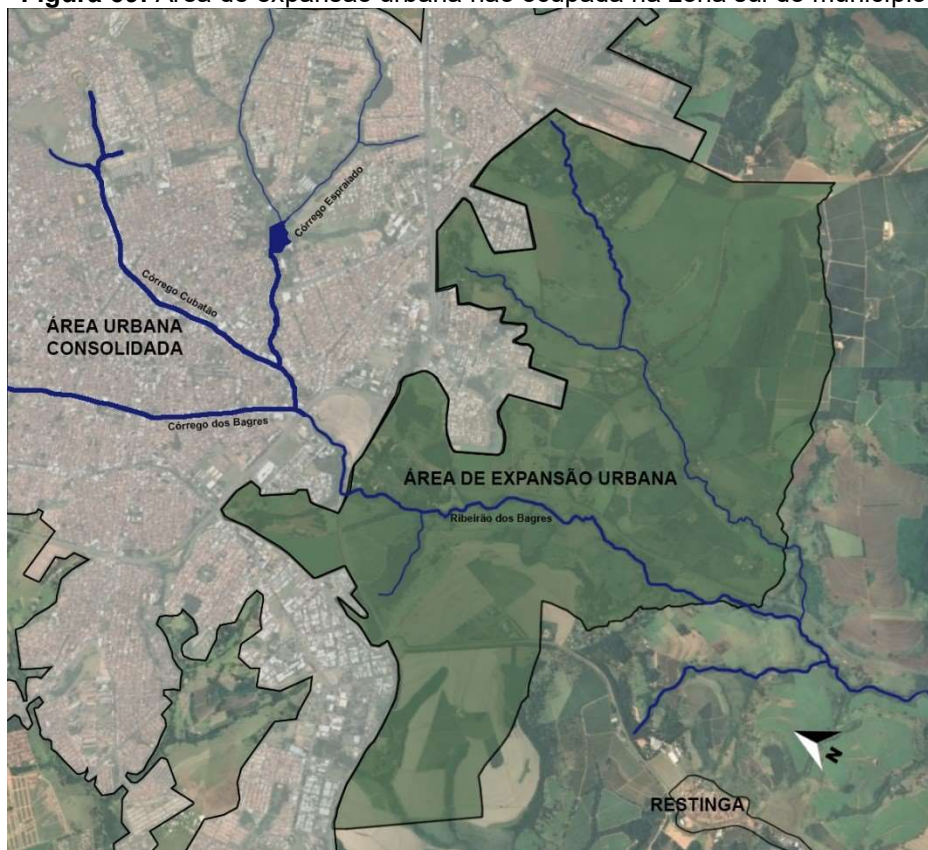
Figura 68: Mapa de expansão urbana de Franca/SP



Fonte: PMF, 2022

Conforme é possível verificar, as áreas de expansão urbana estabelecidas através das leis 235/2013 e 324/2019 demonstram um acréscimo significativo na área urbana ao sul do município, fator que direciona naturalmente a expansão da malha nesta direção. Correlacionando este fato com o traçado dos cursos d'água que banham a região, tem-se o seguinte cenário:

Figura 69: Área de expansão urbana não ocupada na zona sul do município



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022. Mapa Base Mapa de Expansão Urbana do Município.

Em uma análise preliminar, é possível verificar que o Ribeirão dos Bagres corta uma significativa porção da área de expansão destacada. Dessa maneira, algumas considerações podem ser feitas a esse respeito. A primeira delas é o fato de que todo o volume escoado nas bacias de contribuição dos córregos Bagres, Cubatão e Espirado, naturalmente é direcionada para este curso d'água, e ao passo que as áreas que atualmente ainda não estão ocupadas dentro destas sub bacias e da própria sub bacia do Ribeirão dos Bagres vão se convertendo em novos parcelamentos, nota-se que a somatória do volume das águas drenadas para este curso d'água, com o volume escoado por essas novas áreas de ocupação urbana, certamente propiciam uma sobrecarga de volume neste macrodreno. Se por um lado o aumento deste

volume pode vir a acarretar novos pontos de alagamentos, enchentes e inundações, por outro a ocupação das áreas de várzea dos cursos d'água na região representaria a importação de problemas antigos para áreas com urbanização recente, sendo este o segundo apontamento a ser feito.

Tendo em vista o exposto, é conclusivo que a hidrografia local, bem como toda a dinâmica hídrica relatada, deve ser levada em consideração na gestão e no planejamento da urbanização desta área de expansão. Quanto à pavimentação de áreas que atualmente ainda não são ocupadas, verifica-se (a partir das discussões e das legislações verificadas) que o padrão de parcelamento, bem como os índices urbanísticos estabelecidos para esses parcelamentos influenciam na permeabilidade do solo.

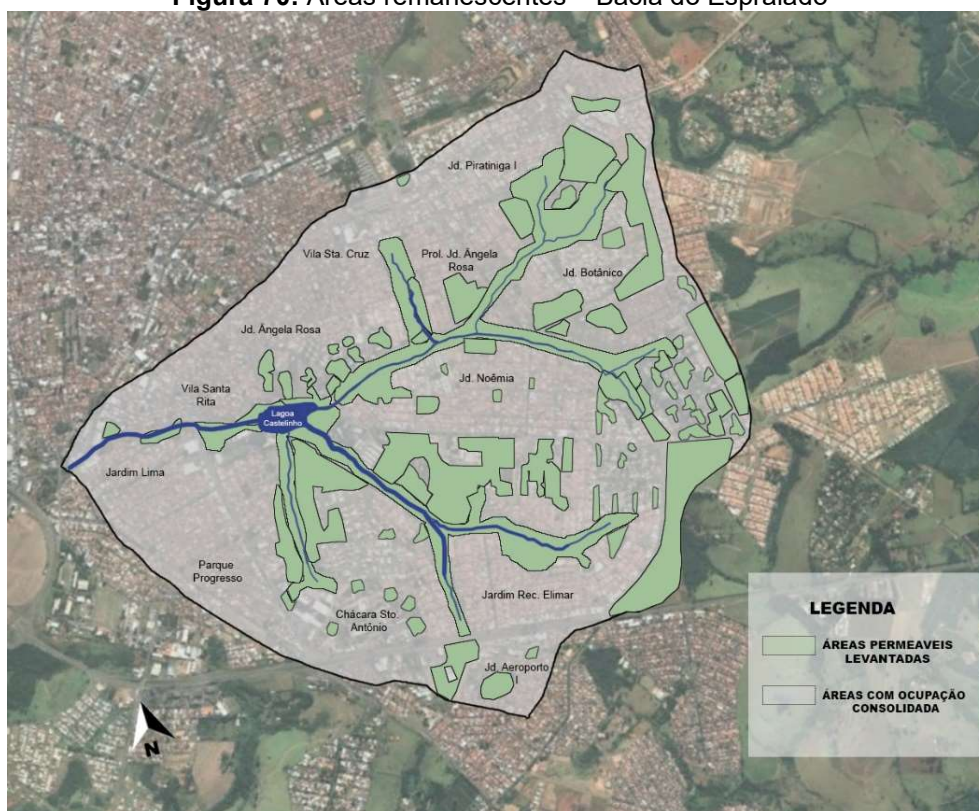
Tomando como base os parcelamentos do solo localizados na Área de Proteção Ambiental do Rio Canoas, ao norte do município, nota-se que a legislação municipal prevê que os lotes destes bairros possuam áreas de, no mínimo 5000 m², além de permeabilidade mínima de 60% de toda a área do lote²⁰. Com isso, as condições de ocupação desses loteamentos se assemelham muito mais àquelas verificadas no período de pré-urbanização, e toda a dinâmica hídrica acaba favorecendo para a infiltração do volume na fonte, possuindo um escoamento menor do que aquele verificado em áreas já consolidadas do município. No entanto, a ocupação dentro da APA é notabilizada pela predominância dos bairros de chácaras de recreio, fato característico da região. Assim, retornando à análise da área de expansão urbana da zona sul do município, é fato que as restrições e características de ocupação verificados na APA do Rio Canoas são fatores limitantes tanto na diversidade de usos, quanto no padrão de ocupação, visto que estes bairros cumprem uma função ambiental muito clara, a preservação das áreas de abastecimento do município. De outro modo, a área de expansão urbana destacada possui demandas distintas à apresentada, cabendo à municipalidade, deste modo, a identificação dos impactos na ocupação dentro do contexto da sub bacia, assim como no estabelecimento de regras e índices urbanísticos específicos que sejam capazes de lidar com as particularidades locais.

Tendo em vista essa correlação direta entre as áreas de contribuição dos córregos Bagres, Cubatão e Espreado, uma outra abordagem de análise a ser feita é

²⁰ Conforme estabelecido no Art.3 da Lei Municipal 4.240, de 11 de dezembro de 1992

sobre as condições de uso e ocupação dessas sub bacias. Se por um lado as áreas de contribuição do Córrego dos Bagres e Cubatão apresentam um padrão de ocupação já consolidado, com poucas áreas não parceladas e permeáveis, a sub bacia do Córrego do Espraiado possui uma realidade distinta desta. A imagem abaixo apresenta o levantamento efetuado com base em imagens de satélite sobre as áreas remanescentes e das áreas permeáveis verificadas na sub bacia de contribuição do Espraiado.

Figura 70: Áreas remanescentes – Bacia do Espraiado



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Em observância ao mapa disposto anteriormente, nota-se que há uma série de glebas ainda não parceladas no local, assim como é possível verificar que há bairros como o “Chácara Santo Antônio” e o “Chácaras do Espraiado” que possuem, ainda, a predominância de imóveis de chácara para recreio e/ou moradia, onde são verificados lotes de grandes dimensões com significativas áreas ainda permeáveis.

Contudo, a partir de movimentações recentes do mercado imobiliário, nota-se que muitos dos lotes que anteriormente eram destinados a uma única moradia, estão sendo convertidos em condomínios multifamiliares. É possível verificar na Figura 71, as alterações que ocorrem no bairro Chácara do Espraiado, onde condomínios

horizontais de casas e de torres convivem com antigos imóveis destinados a chácaras de lazer (Figura 72).

Figura 71: Vista área sobre o Bairro Chácara do Espraiado – Franca/SP



Fonte: Google Earth, 2022.

Figura 72: Condomínio residencial multifamiliar em fase de finalização de obra, localizado na Estrada Bahij Toufik Kanawate, no Bairro Chácara do Espraiado



Fonte: Acervo pessoal, 2022.

Um movimento semelhante pode ser verificado no bairro Chácara Santo Antônio, onde imóveis multifamiliares vão tomando o lugar de antigas residências e chácaras de lazer, como verifica-se nas Figuras 73 e 74.

Figura 73: Vista aérea do Bairro Chácara Santo Antônio, na zona sul do município de Franca - SP.



Image © 2022 Maxar Technologies
Fonte: Google Earth, 2022

Figura 74: Fachada de um condomínio residencial multifamiliar ainda em fase de construção, localizado na Rua Elpídio Benedito Pinto, no Bairro Chácara Santo Antônio.



Fonte: Acervo pessoal, 2022.

A partir da percepção dos processos de alteração do uso do solo nesses loteamentos, e partindo, ainda, da premissa de que o padrão de ocupação das edificações multifamiliares que estão sendo implantadas nesses lotes implica em piora nas condições de permeabilidade e retenção do volume precipitado na fonte, se mostram necessária ações de planejamento e gestão vinculadas à questão da drenagem nesses loteamentos.

Neste sentido, tomando por base a necessidade de ações articuladas de planejamento para toda a área da zona sul (quer seja nos novos loteamentos que serão implantados, quer seja em áreas já consolidadas), destaca-se como um exemplo de ação desta natureza, o Plano Viário da zona Sul do município. Desenvolvido a partir do ano de 2020, o plano surge da necessidade da conformação das vias existentes com as vias a serem implantadas nos novos parcelamentos, bem como da dificuldade em gerar parâmetros para a emissão de diretrizes viárias para esses novos parcelamentos. Em resumo, o município (através da Secretaria de Planejamento Urbano) desenvolveu um mapa geral com as vias arteriais e vias coletoras a serem implantadas ao longo do tempo, conformando as demandas de

deslocamento existentes com as demandas dos novos loteamentos a serem implantados²¹ (vide Anexo A).

Do ponto de vista legal, o Plano foi regulamentado primeiramente através de um Termo de Ajustamento de Conduta celebrado com o Ministério Público do Estado de São Paulo, nos autos do Inquérito Civil nº 14.0722.0001218/2019-7. Já em 13 de abril de 2022, foi promulgada a Lei 378/22 que regulamentou efetivamente o mapa de diretrizes viárias estabelecido.

Retornando a questão da drenagem, nota-se que ações articuladas que remontam a planos de médio e longo prazo, como o Plano Viário apresentado, podem surtir efeitos positivos enquanto políticas urbanas, visto que podem abordar um mesmo problema de diferentes formas. Se por um lado, o Plano Viário diz respeito tanto a abertura de novas vias nos parcelamentos, quanto estabelece locais específicos para a implantação de vias arteriais e coletoras, por outro, um plano de drenagem pode abordar tanto a ocupação de áreas dentro da expansão urbana, quanto ditar os rumos da ocupação e do manejo hídrico em áreas já consolidadas.

6.3.12 A aplicação de instrumentos e estratégias compensatórias de drenagem nas áreas de estudo (sub bacias dos córregos Bagres e Cubatão)

A partir das discussões levantadas ao longo do trabalho, nota-se que muitas são as estratégias que podem ser adotadas para a melhoria da drenagem no município de Franca. Contudo, ao verificar as análises feitas sobre as sub bacias estudadas, nota-se que tanto a área de contribuição do Córrego Cubatão quanto a do Córrego dos Bagres apresentam altos índices de ocupação do solo. Assim, a conclusão a que se chega é a de que qualquer intervenção feita que busque o controle do volume escoado na fonte, deve passar por ações dentro dos lotes e glebas contidas nas áreas de contribuição de cada um dos drenos.

Sob o ponto de vista técnico, nota-se, a partir das análises feitas através da literatura levantada na revisão bibliográfica e nas discussões, que há a necessidade de incorporar às práticas projetuais e especialmente, nas intervenções feitas sob os lotes urbanos, estratégias compensatórias que sejam capazes de conservar o volume de água da chuva precipitado, o maior tempo possível no lote, evitando assim o alto

²¹ Informações coletadas a partir de documentos e relatos obtidos na Secretaria de Infraestrutura do Município de Franca/SP.

escoamento nos picos de vazão, além de com isso possibilitar o usos de técnicas que favoreçam a infiltração deste volume no lote. Contudo, conforme verificado nas legislações levantadas, nota-se que há pouco regramento para tal assunto, restringindo-se, tão somente, ao estabelecimento da necessidade de implantação e à normatização de bacias de contenção. Trincheiras e poços de infiltração, telhados verdes, jardins de chuva, além de diversas disposições ligadas as Melhores Práticas de Gestão (BPM), Desenvolvimento de Baixo Impacto (LID), além de soluções vinculadas ao Desenho urbano Sensível à Água (WSUD) sequer são citados nessas normativas, o que restringe de diversas formas tanto as soluções adotadas em projetos de parcelamento do solo, quanto as soluções disponíveis para serem adotadas dentro dos lotes.

Já em termos de estratégia de políticas públicas relacionadas à drenagem, vale ressaltar que as ações podem ser pautadas e coordenadas pelo poder público municipal, seja promovendo intervenções na rede, seja estimulando a adoção de posturas de projeto que sejam mais atentas à questão das águas pluviais. Tendo em vista que a participação popular pode ser decisiva no sucesso da efetivação de políticas públicas, entende-se que além de medidas restritivas que serão impostas por meio legal em legislações e normas específicas voltadas à drenagem, contrapartidas de cunho fiscal e financeiro sobre os imóveis podem representar uma importante medida de incentivo para a melhoria das condições de drenagem dentro dos imóveis particulares. Assim, o presente trabalho buscou discutir a possibilidade de incorporação da estratégia de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) como um instrumento da gestão da drenagem no contexto municipal.

6.3.12.1 Pagamento por Serviços Ambientais como um instrumento de drenagem

O emprego de métodos e estratégias de gestão da drenagem urbana de natureza não-estrutural requer interdisciplinaridade, podendo associar ações de naturezas distintas. Esse é o caso, por exemplo, do Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), o qual, a partir de contrapartidas econômicas e/ou fiscais, buscam financiar a prestação de serviços ambientais. O PSA pode ser compreendido como um instrumento de gestão ambiental que aplica estratégias mercadológicas para o financiamento da conservação do meio ambiente. Utilizando o princípio usuário-pagador e provedor-recebedor, os prestadores desses serviços ambientais recebem

contrapartidas fiscais ou financeiras pelas benesses proporcionadas ao meio em que atua (Wunder, 2005; SÃO PAULO (Estado), 2013). Um bom exemplo da aplicação desse dispositivo está associado à conservação de áreas florestais remanescentes, onde a conservação desses trechos de mata e a sua recuperação geram benefícios e contrapartidas aos prestadores desses serviços.

Em consulta à literatura, é possível verificar que a maior parte dos casos descritos e dos estudos e discussões sobre a aplicação de PSA está associada à aplicação desse tipo de dispositivos às áreas rurais (TRAVASSOS E SCHULS, 2013). Contudo, ainda que o ambiente urbano apresente profundas modificações sobre o meio devido o desenvolvimento das atividades humanas, entende-se que os centros urbanos interagem direta e indiretamente com os ecossistemas. Desse modo, é natural que a prestação de serviços ambientais no meio urbano também possa gerar impactos positivos tanto de maneira pontual, quanto num contexto maior.

Associado à drenagem urbana, o mecanismo de PSA se mostra como uma ferramenta promissora. Tal hipótese se constrói a partir de alguns fatores, dentre eles:

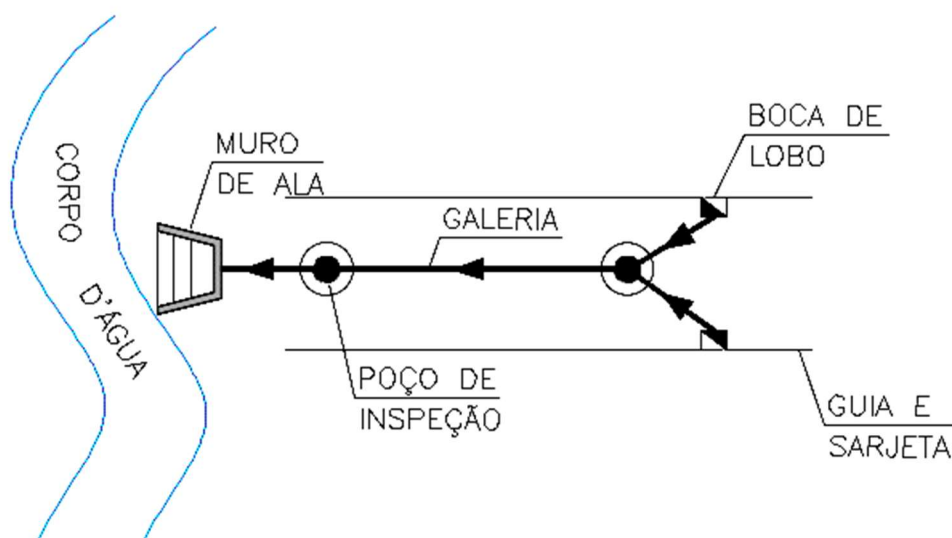
- a) O modelo de ocupação do solo da maior parte das cidades é majoritariamente composto por lotes particulares;
- b) O aumento da impermeabilização do solo no interior dos lotes contribui para o aumento do escoamento superficial na área da bacia de contribuição em que estes estão locados. Coletivamente, o impacto somatório desse processo afeta sensivelmente a rede de drenagem local e acarreta na ocorrência de episódios de inundação em pontos críticos da rede;
- c) A impermeabilização do solo dificulta ou impede a retenção e infiltração da água na fonte. Com isso, tanto os processos de recarga do subsolo quanto de evapotranspiração são prejudicados.

A partir dos apontamentos feitos acima, é possível verificar que os processos de urbanização provocam o desequilíbrio do ciclo hidrológico local, e assim sendo, a prestação de serviços que contribuam com a melhoria das condições de drenagem local podem afetar positivamente não apenas os sistemas de drenagem local, como a dinâmica hídrica do ecossistema.

Observando o funcionamento dos sistemas de drenagem urbana, é possível classificá-los em dois grandes grupos: os sistemas de micro e de macrodrenagem (TUCCI, 2003). Em linhas gerais, os sistemas de microdrenagem se referem às estruturas de condução e retenção das águas pluviais instaladas no nível do

loteamento. Já os sistemas de macrodrenagem são aqueles que possuem maiores dimensões, como canais naturais ou artificiais, reservatórios de retenção e galerias de maior dimensão (SÃO PAULO, 2012). A partir desse entendimento, é possível verificar que o caminho percorrido pelas águas pluviais em um sistema de drenagem tradicional (tal como se verifica na maior parte das cidades brasileiras), pode ser demonstrado a partir do seguinte esquema:

Figura 75 - Esquema representativo de uma rede tradicional de drenagem



Fonte: WALSH, FLETCHER E LADSON, 2005.

Conforme observado na imagem anterior, o fluxo das águas pluviais se inicia com a condução do volume gerado na fonte através de sarjetas, sarjetões e galerias, elementos classificados como parte dos sistemas de microdrenagem. Após isso, canais e galerias de maiores dimensões conduzem a água até o seu destino final, que são os corpos d'água que cruzam ou margeiam a malha urbana. Já esses, são tidos como os sistemas de macrodrenagem. Visto isso, é possível inferir que os sistemas de micro e macrodrenagem possuem relações diretas, assim como as águas pluviais se relacionam intimamente com as águas fluviais dos corpos d'água urbanos.

A partir do exposto, constata-se que a conservação dos recursos hídricos fluviais, quando em meio urbano, necessariamente deve levar em conta toda a rede de drenagem local existente, tendo em vista a associação que há entre as águas pluviais e fluviais. Assim sendo, nota-se que a aplicação do mecanismo de PSA correlacionado à drenagem urbana não apenas é uma possibilidade, tendo em vista a melhoria das condições de drenagem, como também deve ser pensada como uma

estratégia de conservação da qualidade da água em rios, córregos e demais corpos d'água em meio urbano.

Indo de encontro a isso, nota-se que ações de conservação dos recursos hídricos em áreas rurais recorrentemente devem levar em conta as atividades poluidoras nos meios urbanos que se encontram a montante. Entendendo tal demanda, reafirma-se ainda mais a hipótese de que os recursos hídricos rurais e urbanos devem ser tratados a nível da bacia hidrográfica em termos de gestão, e que o Pagamento por Serviços Ambientais é cabível (e em certos casos, desejável) para que se obtenham ações de conservação consistentes.

Acerca das vantagens apresentadas para a aplicação do PSA, Pagiola e Platais (2013) descrevem que o PSA se mostra como um dispositivo atraente, ao passo que:

- i) Possibilita a criação de novos financiamentos que em outro contexto não estariam disponíveis para serem aplicados na conservação ambiental;
- ii) Se mostra como uma ferramenta sustentável sob o ponto de vista da sua aplicação, pois depende do interesse comum dos usuários e dos provedores de serviços e não da disponibilidade de financiamentos do governo ou de doações de terceiros;
- iii) Demonstra significativa eficiência no seu propósito, uma vez que o serviço prestado possui benefícios superiores aos custos dessas operações. Caso que tal lógica não for confirmada, não são conservadas as contrapartidas ofertadas.

Já o modelo de aplicação do PSA, ele se diferencia dos demais instrumentos de gestão, pois as parcerias são feitas a partir da voluntariedade dos prestadores dos serviços ambientais (GUEDES; SEEHUSEN, 2012, p.35). A partir da mudança da lógica tradicional do poluidor-pagador, o PSA busca oferecer contrapartidas àqueles que executem práticas que recuperem ou melhorem em algum ponto as funções naturais em questão, as quais de outro modo seriam provavelmente perdidas ou degradadas sem a aplicação desses dispositivos, chegando ao conceito de protetor-recebedor (STANTON, 2013).

Sob o ponto de vista jurídico, o PSA parte do princípio de que os usuários deste dispositivo parte de uma conduta não obrigatória, mas sim voluntária, impulsionada pelas vantagens vislumbradas no seu funcionamento. Uma vez que são adotadas posturas a partir de condutas prescritas em normas, o titular do imóvel possui a possibilidade de reivindicar uma contraprestação dos serviços, o que confere a esse instrumento uma subjetividade maior do que a verificada nos instrumentos de controle

e comando tradicionais. Com isso, na prática, os contratos dessa natureza possuem parte das cláusulas bem definidas havendo, contudo, uma outra parte que acaba sendo desenvolvida a critério dos negociadores (STANTON, 2012, p. 255).

Depreendeu-se, ademais, que as águas urbanas se interligam num contexto maior à bacia hídrica dessa região. Em adição, entendeu-se que o pagamento por serviços ambientais aplicado em meio urbano (seguindo o princípio poluidor-pagador) pode trazer uma série de benefícios tanto num contexto local, quanto num contexto maior da bacia, a qual esses cursos d'água pertencem. Por fim, concluiu-se que medidas compensatórias, também consideradas dentro do contexto do PSA e que visem minimizar os estragos causados ao meio ambiente pela ação antrópica, certamente podem mostrar uma série de benefícios ecológicos.

7 Diretrizes

Em consonância com o objetivo geral deste trabalho, isto é, o fomento de discussões e o apontamento de ações legais e institucionais e de estratégias de gestão que venham a contribuir com o quadro geral da drenagem no município de Franca, tem-se como a síntese dos resultados e discussões feitas, o resumo de diretrizes com apontamentos e considerações a serem levadas em consideração na gestão da pauta. Para tanto, foram gerados três quadros baseados nos três principais aspectos abordados nas discussões e nos resultados. Vale ressaltar que os apontamentos dispostos a seguir, possuem caráter específico e têm como cenário a cidade de Franca/SP. Contudo, certamente a transposição deste conteúdo para a realidade de cidades de médio e pequeno porte também pode contribuir para a adoção de políticas públicas vinculadas à drenagem em realidades distintas, preservadas as peculiaridades de cada contexto.

O primeiro quadro apresentado (Quadro 12) se deriva das discussões sobre as legislações. Nesse sentido, nota-se uma grande demanda por disposições legais que tratem de modo mais específico da pauta da drenagem no município, quer seja no parcelamento e uso do solo, quer seja na gestão da pauta.

Quadro 11: Diretrizes gerais no aspecto legislativo

Diretrizes gerais no aspecto legislativo	
Campo técnico	Atualizar e efetivar o Plano Municipal de Drenagem enquanto legislação.
	Desenvolver legislação que trate de Técnicas Compensatórias no contexto urbano e do lote, afim de sistematizar a aplicação dos dispositivos englobados e diversificar a gama de soluções que possam ser adotadas para a contenção das águas pluviais na fonte
Uso e ocupação do Solo	Atualizar o Zoneamento do município, associando as questões de adensamento e impermeabilização dos lotes com as condições de drenagem dos macrodrenos urbanos.
	Atualização do Plano Diretor e desenvolvimento e atualização dos planos complementares, como o Plano Municipal de Drenagem e o Plano Municipal de Saneamento.

	Previsão de Planos de Expansão Urbana (Como o Plano Viário da zona Sul), considerando não apenas as aberturas das vias, como também os usos, a infraestrutura existente e os aspectos físicos e ambientais locais relacionados às condições de drenagem.
	Desenvolver estudos específicos para a ocupação da sub-bacia do Córrego Espreado, conformando os processos de alteração de usos já verificados com às infraestruturas de drenagem existentes.
	Atualização das Leis de Parcelamento do Solo, estabelecendo índices de permeabilidade específicos em áreas de interesse. Do mesmo modo, diversificar as técnicas compensatórias previstas nas leis dessa natureza, com o intuito de aumentar a gama de soluções adotadas para a contenção das águas Pluviais na Fonte.
Gestão da drenagem urbana	Desenvolvimento de legislação específica para possibilitar contrapartidas de natureza fiscais e financeiras para a prestação de serviços ambientais (Pagamento por Serviços Ambientais), visando com isso a concretização de políticas de incentivo para a melhoria das condições da drenagem do município em áreas particulares.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Ainda sobre os apontamentos feitos sobre o universo legal da drenagem, há que se fazer considerações vinculadas às esferas Estadual e Federal. Por se tratar de quadros de diretrizes para a atuação do município e de entidades ligadas a esta esfera de poder, não é possível atribuir ao poder municipal a obrigação em realizar revisões e atualizações legais nas demais esferas. Contudo, as discussões feitas apontam para a necessidade de maiores tratativas acerca do manejo hídrico sustentável nas águas urbanas.

Na esfera estadual, nota-se que a Lei 12.526/07 (Estado de São Paulo) se mostra como um importante marco legal na adoção de medidas compensatórias para o controle na fonte. Contudo, esta mesma Lei trata tão somente das bacias de Contenção de águas pluviais e da permeabilidade no lote, não havendo outras leis na esfera estadual que abordem outros instrumentos e técnicas compensatórias. Assim, as discussões feitas neste trabalho apontam para a necessidade de ampliação de normativas que regulamentem o uso de outros dispositivos desta natureza, para que desse modo haja novas possibilidades para o manejo hídrico nos lotes e glebas. Extrapolando a realidade experienciada por Franca, nota-se que muitos municípios não possuem corpo técnico especializado para o desenvolvimento de normas de referência, e tão pouco de Leis específicas para a drenagem. Assim, o desenvolvimento de legislação em escala estadual

pode vir a contribuir para que mesmo em contextos onde se verifique uma carência de técnicos atuando junto ao poder municipal, seja possível a aplicação de ferramentas legais que corroborem com boas práticas no manejo hídrico das águas pluviais urbanas.

Por sua vez, no quadro Federal, nota-se que as disposições legais apontam para a adoção de estratégias relacionadas ao modelo tradicional de coleta e escoamento do volume precipitado, empregando assim soluções já superadas como paradigmas no campo da drenagem, visto a sua insuficiência em lidar com eventos hidrológicos críticos. De outro modo, o novo Marco Legal do Saneamento Básico se apresenta de modo mais alinhado à sustentabilidade da drenagem e de conceitos como o LID e o WSUD, uma vez que considera dispositivos de retenção e a permeabilidade do solo.

Outro aspecto importante verificado por meio do levantamento das legislações e nas discussões, é o fato de que ações estimuladas através de disposições legais, as quais que busquem aprimorar o planejamento dos centros urbanos, como o Estatuto das Metrópoles, possuem potencial catalizador para o desenvolvimento legislação e ações de planejamento no contexto local. Assim, a extensão desse tipo de regramento para municípios de médio e pequeno porte podem ter um impacto positivo na gestão urbana dessas localidades, inclusive no campo da drenagem.

O segundo quadro desenvolvido está relacionado com os aspectos da gestão da drenagem urbana em sua complexidade. Para tanto, foram elencadas diretrizes de cunho técnico, de gestão institucional e relacionada à educação ambiental e à participação popular, conforme é possível verificar no quadro a seguir (Quadro 13).

Quadro 12: Diretrizes gerais para a gestão da drenagem urbana

Diretrizes gerais para a gestão da drenagem urbana	
Planos e medidas técnicas	Atualização e concretização do Plano Municipal de Drenagem
	Desenvolvimento de planos de ação contra os eventos de inundação

	Desenvolvimento de Planos de Ocupação da zona Sul do município e demais áreas de interesse
	Estudar a inclusão de práticas de gestão como o LID/SUD/WSUD no contexto urbano de Franca/SP
	Estudo e execução da implantação de obras estruturais em áreas consolidadas para o controle da vazão e da velocidade das águas nos macrodrenos.
	Articular ações de intervenção na infraestrutura de drenagem com a adequação destas com a paisagem urbana, visando a qualificação da mesma e a harmonização dos cursos d'água com a paisagem.
Articulação institucional	Articular as diversas entidades relacionadas à pasta dentro do município e no contexto da UGRHI Sapucaí-Mirim, Grande.
	Propor um Plano de Gestão Urbana regional, o qual viabilize, dentre outras disposições, a articulação da gestão hídrica entre os municípios envolvidos
Participação popular e educação ambiental	Inclusão das questões de drenagem urbana na grade curricular de educação ambiental.
	Formulação de Políticas públicas de incentivo à melhoria dos índices de permeabilidade e/ou retenção do volume precipitado no lote, como a adoção de PSA em área urbana, por exemplo
	Incentivar a participação popular nos processos de desenvolvimento da legislação e de políticas públicas ligadas ao tema

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Em linhas gerais, nota-se que a articulação de ações na frente legal e administrativa devem sempre estar atreladas, ressaltando ainda mais a necessidade de uma articulação entre diversas entidades tanto na escala municipal quanto na escala da bacia hidrográfica em que o município está inserido.

8 Considerações finais

A literatura voltada à drenagem urbana demonstra que a adoção do modelo tradicional de drenagem como solução tanto sob o ponto de vista das funções hidrológicas de córrego, rios e demais corpos d'água no contexto urbano, quanto para o desenho da malha viária e de parcelamento do solo, desencadearam uma série de problemas quer no contexto do manejo hídrico, quer nas questões geomorfológicas. Assim, é possível verificar a superação desse modelo enquanto estratégia técnica e de gestão da drenagem. De outro modo, a complexificação e o aprofundamento das discussões a respeito das medidas de compensação do aumento do escoamento superficial das águas pluviais, apontam que a gestão das águas urbanas passa por uma série de intervenções tanto de cunho estrutural, bem como de natureza não estrutural, tendo como norte a premissa de que o volume precipitado deverá ser tratado e contido, na medida do possível, dentro da própria bacia de contribuição.

Acerca dos instrumentos que compõem o leque de medidas compensatórias existentes dentro do contexto da drenagem, é possível concluir que um modelo adequado de gestão da drenagem passa obrigatoriamente, pelo uso de medidas tanto estruturais quanto não-estruturais, e que a contenção das águas na fonte se apresenta como um esforço a ser adotado como métrica nos projetos de drenagem urbana.

A respeito da gestão das águas pluviais, a discussão e a literatura apresentadas demonstram a necessidade da adequação da escala de intervenção à área composta pela bacia de contribuição a qual os corpos d'água de determinada localidade, pertencem. Isso se dá pelo fato de que a rede hídrica, na esmagadora maioria dos casos, não se limita a escala gráfica da divisão política de um município, tendo em vista que um mesmo rio pode correr por diversas cidades e até mesmo por diversos países. Dessa maneira, os estudos apontam que a gestão das águas pluviais deve ocorrer de modo integrado, através da união de esforços dos diversos municípios que territorialmente integram as bacias hidrográficas, assim como apontam para a necessidade da criação de planos integrados de drenagem em escalas regionais.

Sobre as questões voltadas às mudanças climáticas, ainda que os estudos iniciais apontem para o agravamento e a intensificação da quantidade de episódios climáticos extremos, no contexto urbano do objeto estudado, isto é, a cidade de Franca, ainda são necessários maiores estudos para que se estime o grau e a

natureza das adversidades que serão enfrentadas pelo município, especialmente àquelas ligadas à drenagem urbana das águas pluviais.

Por fim, os estudos verificados para o desenvolvimento do trabalho, bem como as discussões desenvolvidas neste, apontam que a incorporação de medidas compensatórias na escala dos lotes é capaz de melhorar significativamente as condições das bacias dos córregos Cubatão e Bagres, tendo em vista que o modelo de ocupação do solo urbano nas áreas compostas por cada uma das bacias, conta com diversos bairros e parcelamentos. Assim, medidas pontuais, quando somadas, apontam para uma possibilidade de uma ação coletiva eficaz a qual é capaz de adequar, em grande medida, o manejo hídrico na cidade de Franca. Contudo, ressalta-se que os dados verificados no Plano Municipal de Drenagem, assim como as ressalvas feitas por autores como Tucci (2003), demonstram que apenas a adoção de medidas não-estruturais para efetuar o manejo hídrico das águas urbanas, não é capaz de lidar com a complexidade dos problemas nem com a demanda imposta pelos sistemas de drenagem das cidades contemporâneas, bem como para as demandas particulares verificadas na cidade de Franca.

Do mesmo modo, notabiliza-se a necessidade de adoção de medidas, por parte do poder público, que incentivem a participação da população no processo, quer seja com a adoção de ações de educação ambiental e de participação da pauta, quer seja oferecendo vantagens e contrapartidas mediante a prestação de serviços ambientais e sanitários que favoreçam as condições do funcionamento da rede de drenagem local.

Espera-se com o desenvolvimento do presente trabalho, primeiramente, ressaltar a importância da drenagem enquanto um pilar estruturante das políticas urbanas, e contribuir para as discussões futuras na busca de melhores práticas para o manejo hídrico nas cidades. De outro modo, o estudo de caso feito sobre a cidade de Franca/SP aponta para a necessidade de esforços ainda maiores do poder público e da população local na busca de soluções para os problemas de drenagem já verificados nas áreas já consolidadas, bem como no planejamento e na adoção de boas práticas de drenagem nas áreas de expansão do município.

9 Referências Bibliográficas

- AGÊNCIA BRASIL. **Ônibus estacionados no terminal Parque Dom Pedro II, durante a paralisação dos motoristas e cobradores de ônibus na capital paulista**. 2019. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/foto/2019-09/paralisacao-de-onibus-em-sao-paulo-1581292376-3#>. Acesso em 28/09/2022.
- AMORIM, F. P.; TANGARI, V. Estudo tipológico sobre a forma urbana: conceitos e aplicações. **Paisagem e Ambiente**, n. 22, p. 61-73, 2006.
- BALLARD, B. W. et al. The SuDS Manual, C753. **CIRIA, London, UK**, 2015.
- BAPTISTA, M; NASCIMENTO, N; BARRAUD, S. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. 2. Ed, 318p. Porto Alegre: ABRH, 2011.
- BENEVOLO, L. **História da Arquitetura Moderna**. São Paulo: Ed. 2001.
- BRAGA, R. Planejamento urbano e recursos hídricos. In: BRAGA, R. e CARVALHO, P. F. de (org). **Recursos hídricos e planejamento urbano e regional**. 1 ed, v. 1, p. 113-127. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal, 2003.
- BRASIL. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de saneamento**. 3. ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.
- BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. 2008. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf. Acesso em: 5 jun. 2012.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE. **Desastres naturais e saúde: análise do cenário de eventos hidrológicos no Brasil e seus potenciais impactos sobre o Sistema Único de Saúde**. Boletim Epidemiológico. 2018; 49(10):1-3
- CAHILL, T. **Low Impact Development and Sustainable Stormwater Management**. Wiley, 2012. ISBN: 1118202457
- CHIQUITO, E. A. **Expansão Urbana e Meio Ambiente nas cidades não-metropolitanas: o caso de Franca-SP**. 2006. 182f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo, 2006.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Drenagem Urbana: Manual de Projeto**. 3ª ed. 477 p. São Paulo: DAEE/CETESB, 1986.
- COMITÊ PCJ. Relatório da Situação dos Recursos Hídricos 2011, Ano Base 2010. **UGRHI 05** – Bacias Hidrográficas dos Rios Sapucaí-Mirim, Grande. CBH-SMG, 2011
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Poluição das águas subterrâneas**. s/d. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas->

subterraneas/informacoes-basicas/poluicao-das-aguas-subterraneas/. Acesso em: 03/11/2021.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SABESP. Disponível em:

<https://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=785>, acesso em 3 de jun de 2022.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. RESOLUÇÃO No 32, de 15 de outubro de 2003. Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%2032.pdf>. Acesso em: 02/08/2021.

CORRÊA, L. S. O caráter civilizatório das práticas higienistas no século XIX. **Revista Geográfica da América Central**. v. 2, n. 47E. p. 1-12, 2011. Disponível em: <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/2618>. Acesso em: 06/01/2021.

COSTA, L. M. S. A. (Org.). MA RIOS URBANOS E O DESENHO DA PAISAGEM. In: COSTA, L. M. S. A. (org.). **Rios e paisagens urbanas em cidades brasileiras**. Rio de Janeiro: PROURB, 2006.

DPLG (Department of Planning and Local Government). **Water Sensitive Urban Design Technical Manual for the Greater Adelaide Region**. Adelaide: Government of South Australia, 2010. Disponível em: <http://www.planning.sa.gov.au/go/wsud>. Acesso em: 06/04/2022.

DUTRA, M. C. S.; VIEIRA, C. L. **Percepção da comunidade quanto à necessidade de implantação de medidas de drenagem urbana com controle na fonte: um estudo de caso em uma sub-bacia de Feira de Santana - BA**. Anais do 13º Encontro Nacional de Águas Urbanas. Feira de Santana, Bahia. 2020.

EM-DAT-CRED. **Annual Disaster Statistical Review 2013: The Numbers and Trends**. "Brussels: CRED; 2014." Disponível em: http://www.cred.be/sites/default/files/ADSR_2013.pdf. Acesso em: 28/09/2022.

FEDERAÇÃO DO COMÉRCIO DE BENS, SERVIÇOS E TURISMO DO ESTADO DE SÃO PAULO (FECOMERCIO SP). **Indústria calçadista movimenta a economia de Franca**. s/d. Disponível em: <https://www.fecomercio.com.br/projeto-especial/interior-sp/cidade/franca>. Acesso em: 05/04/2021.

FEDERAL INTERAGENCY STREAM RESTORATION WORKING GROUP (FISRWG). **Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices**. 2001. Disponível em: https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1044574.pdf. Acesso em: 21/06/2021.

FERREIRA, M. **Planejamento urbano nos tempos do SERFHAU: o processo de construção e implementação do plano diretor de desenvolvimento integrado de Franca** / Mauro Ferreira; orientadora Sarah Feldman. São Carlos, 2007.

FLICK, U. **Uma introdução à Pesquisa Qualitativa**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

FONSECA, I. F. et al. **Audiências públicas**: fatores que influenciam seu potencial de efetividade no âmbito do Poder Executivo federal. Revista do Serviço Público, v. 64, n. 1, p. 7-29, 2014.

FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'ELIA, M.; PARIS, M. **Groundwater quality protection: a guide for water service companies, municipal authorities and environment agencies**. 1 ed. v. 1. 103 p. Washington: World Bank Group, 2002.

G1. **Rio Tietê transborda após chuva e lixo invade ruas de Salto**. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sorocaba-jundiai/noticia/2019/02/18/rio-tiete-transborda-apos-chuva-e-lixo-invade-ruas-de-salto.ghtml>. Acesso em: 09/09/2021.

G1. **Córregos transbordam durante temporal e provocam enchente em avenidas de Franca, SP**. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/noticia/2020/12/22/corregos-transbordam-durante-temporal-e-provocam-enchente-em-avenidas-de-franca-sp.ghtml>. Acesso em: 25/02/2022.

GCN. **Tempestade violenta assusta e arrasta veículos em Franca**. 2019. Disponível em: <https://gcn.net.br/noticias/394576/franca/2019/02/tempestade-violenta-assusta-alaga-corregos-e-arrasta-veiculos-em-franca>. Acesso em: 03/03/2022.

GCN. **Chuva deixa Franca submersa e transforma avenidas e ruas em rios**. 2020. Disponível em: <https://gcn.net.br/noticias/406121/franca/2020/01/corrego-cubatao-transborda-de-novo-e-alaga-regiao-do-uni-facef>. Acesso em: 03/03/2022.

GLASER, B. G.; STRAUSS, A. L. **The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research**. New York: Aldine de Gruyter, 1967.

GOERL, R.F.; KOBIYAMA, M. Considerações sobre as inundações no Brasil. In: **XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2005, João Pessoa, Anais**. 2005. Disponível em: https://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/ABRH2005_inundacoes.pdf. Acesso em: 10/10/2021.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. **As águas subterrâneas do Estado de São Paulo**. Cadernos de Educação Ambiental. 3 ed. São Paulo, 2014.

GROSTEIN, M. D. et al. **Plano Urbanístico Parque Dom Pedro II**. São Paulo: FAUUSP/FUPAM, 2011.

GUEDES, F. B; SEEHUSEN, S. E. **Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica**: lições aprendidas e desafios. 280p. Brasília: MMA, 2012.

GUERRA, R. A. **Águas pluviais urbanas: integração da drenagem sustentável ao Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDU) em Guararapes/SP**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São

Carlos, São Carlos, 2020. Disponível em:
<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/13658> Acesso em: 15/03/2022.

HYDE, R. **Bioclimatic Housing**: Innovative Designs for Warm Climates. Earthscan, 2008. ISBN 1844072843
 INTERGOVERNMENTAL PAINEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. 2021. Disponível em:
<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>. Acesso em: 19/11/2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Atlas Nacional do Brasil Milton Santos**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em:
<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=247603>. Acesso em 02/08/2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2016. **Estimativas populacionais para os municípios e para as Unidades da Federação brasileiros em 01.07.2016**. Disponível em:
ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2016/serie_2001_2016_TCU.pdf. Acesso em: 04/06/2021.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (IGC). **Mapa das Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. s/d. Disponível em:
<http://www.igc.sp.gov.br/produtos/ugrhi.html> Acesso em: 12/09/2021.

INSTITUTO GEOLÓGICO DE SÃO PAULO. **Proteção do Aquífero Guarani em Ribeirão Preto**. s/d. Disponível em:
<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutogeologico/2006/12/proteca-o-do-aquifero-guarani-em-ribeirao-preto/>. Acesso em: 02/03/2022.

JHA, A. K.; BLOCH, R.; LAMOND, J. **Cidades e Inundações: um guia para a gestão integrada do risco de inundação urbana para o século XXI**. Washington, D.C.: The World Bank, 2012. Disponível em:
http://mi.gov.br/pt/c/document_library/get_file?uuid=3c3b9a72-9358-415f-9efe-89fad4cbb381&groupId=10157. Acesso em: 14/02/2022.

JORNAL DA FRANCA. **Em Franca, autoridades unem esforços para proteger nascentes do Rio Canoas**. 2021a. Disponível em:
<https://www.jornaldafranca.com.br/em-franca-autoridades-unem-esforcos-para-proteger-nascentes-do-rio-canoas/>. Acesso em: 02/06/2022.

JORNAL DA FRANCA. **Falta de água em Franca: engenheiro diz que crise estava prevista e nada foi feito**. 2021b. Disponível em:
<https://www.jornaldafranca.com.br/falta-de-agua-em-franca-engenheiro-diz-que-crise-estava-prevista-e-nada-foi-feito/>. Acesso em: 02/06/2022.

KOBIYAMA, M., *et. al.* **Prevenção de desastres naturais: Conceitos básicos**. Curitiba: Organic Trading, 2006. 109p.

LEME, M. C. S. A formação do pensamento urbanístico no Brasil: 1895-1965. In: LEME, M. C. S.; FERNANDES, A.; GOMES, M. A. F.(org.) **Urbanismo no Brasil 1895-1965**. São Paulo: Studio Nobel/FAU USP/FUPAM, 1999.

LICHTEN, K. et al. **Low impact development**: redefining water in the city: proceedings of the 2010 International Low Impact Development Conference, April 11-14, 2010, San Francisco, California, 2010. Crd, 2010. ISBN 0784410992

MARTINS, R. A. et al. **Contágio**: história da prevenção das doenças transmissíveis. São Paulo: Moderna, 1997.

MASSOUD, M.A., SCRIMSHAWB, M.D. & LESTER, J.N. (2004). **Integrated coastal zone and river basin management: a review of the literature, concepts and trends for decision makers**. Water Policy, 6:519- 548, IWA Publishing's Water and Wastewater Online Journals. Disponível em: <http://www.iwaponline.com/wp/00606/wp006060519.htm>. Acesso em: 14/03/2022.

MELBOURNE WATER (Austrália, Victória, Melbourne). **Stormwater management**. Melbourne, 12 out. 2017. Disponível em: <https://www.melbournewater.com.au/planning-andbuilding/stormwater-management>. Acesso em: 01/10/2021.

MELO, M. J. V. **Medidas estruturais e não-estruturais de controle de escoamento superficial aplicáveis na Bacia do Rio Fragoso na cidade de Olinda**. 2007. 172 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

MENDONÇA, E. C. **Metodologia para avaliação de desempenho de sistemas de drenagem urbana**. 2009. 176 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) - Universidade de Brasília, Brasília. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/9097>. Acesso: 05/02/2021.

MICHAEL, L. et al. **Low impact development technology**: design methods and case Studies. American Society of Civil Engineers, 2015. ISBN 1680157450

MIGUEZ, M. G.; VERÓL, A. P.; CARNEIRO, P. R. F. Sustainable Drainage Systems: An Integrated Approach, Combining Hydraulic Engineering Design, Urban Land Control and River Revitalisation Aspects. In: JAVAID, M. S. (org) **Drainage Systems**. InTech, 2012. 21-54. Rijeka (Croácia). Disponível em: <https://www.intechopen.com/chapters/30387>. Acesso em: 05/09/2021.

MIGUEZ, M. G.; REZENDE, O. M.; VERÓL, A. P. **Drenagem Urbana: Do Projeto Tradicional à Sustentabilidade**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

MONTOYA, J. V.; CASTILLO, M. M.; SÁNCHEZ, L. **La importancia de las inundaciones periódicas para el funcionamiento y conservación de los ecosistemas inundables de grandes ríos tropicales**: estudios en la cuenca del Orinoco. Interciencia. 2011. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33921507006>. Acesso em: 05/05/2021.

NAME, L. O conceito de paisagem na geografia e sua relação com o conceito de cultura. **GeoTextos**, v. 6, p. 163-186, 2010.

NUNES, RTS. Métodos para inserção de técnicas em gestão de águas pluviais no processo de planejamento e desenho urbano: estudo de caso em Guarantã do Norte, na Região Amazônica Brasileira, e na Região Metropolitana de Melbourne, Austrália. **Austrália/Riane Torres Santiago Nunes-Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE**, 2011.

O ESTADO DE S. PAULO. **Apesar das obras, Tietê pode transbordar no verão**. 2002. Disponível em: <https://acervo.estadao.com.br/pagina/#!/20021031-39825-nac-43-cid-c3-not>. Acesso em: 02/03/2021.

_____. **Temporal faz São Paulo viver dia de caos**. 2020. Disponível em: <https://acervo.estadao.com.br/pagina/#!/20200211-46137-nac-1-pri-a1-not>. Acesso: 02/03/2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Agenda de objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS)**. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/>. Acesso em: 10/07/2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **O Estudo da população**. 2009. Disponível em: <https://www.unfpa.org/publications/unfpa-annual-report-2009> Acesso em: 10/08/2021.

PAGIOLA, S.; PLATAIS, G. **Payments for Environmental Services From Theory to Practice**. Washington: Banco Mundial, 2007.

PELEGRINI, J. M. **Diagnóstico sócio histórico na avaliação da drenagem urbana e sua governança no 4º distrito de Porto Alegre/RS**. 2022. 113f. Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Porto Alegre, BR-RS, 2022.

PESSOA, D. F. O processo de retificação do rio Tietê e suas implicações na cidade de São Paulo, Brasil. **Paisagem e Ambiente**, [S. l.], v. 30, n. 44, p. e158617, 2019. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/paam/article/view/158617>. Acesso em: 01/09/2021.

PHILIP, R. et al. Kit de Treinamento SWITCH: Gestão Integrada das Águas na Cidade do Futuro Módulo 4 – **MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**: Explorando opções. Editor ICLEI European Secretariat GmbH. 1 ed. São Paulo, 2011.

PIRES, R. R. C. et al. **Em busca de uma síntese**: ambições comuns e abordagens diversificadas na avaliação da efetividade das instituições participativas. Efetividade das instituições participativas no Brasil: estratégias de avaliação. Brasília: Ipea, p. 347-364, 2011.

PIZELLA, D; SOUZA, M. Avaliação Ambiental Estratégica de Planos de Bacias Hidrográficas. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 3, p. 243-252, jul. 2013.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos avançados**, v.22, n.63, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200004>. Acesso em: 20/09/2021.

PREFEITURA DE FRANCA. **Prefeitura anuncia Plano de Contingência de Defesa Civil**. 2021. Disponível em: <https://www.franca.sp.gov.br/noticias/gabinete/prefeitura-anuncia-plano-de-contingencia-de-defesa-civil>. Acesso em: 03/03/2022.

PREFEITURA DE MUNICIPAL DE RIFAINA/SP. **Rifaina cancela queima de fogos na Praia no Réveillon**. 2021. Disponível em: <http://www.rifaina.sp.gov.br/exibenoticia.php?IDNoticia=5003>. Acesso em: 02/06/2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO (PMSP). **Planta Da Cidade de São Paulo**. 1897. Disponível em: http://smul.prefeitura.sp.gov.br/historico_demografico/1872.php. Acesso em: 12/09/2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO (PMSP). **Piscinões preparados para receber água que geraria enchentes**. 2019. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/sao_mateus/noticias/?p=101787. Acesso em: 01/08/2022.

PRINCE GEORGE'S COUNTY. **Low-Impact Development Design Strategies: an integrated design approach**. Maryland: Department of Environmental Resource, 1999. Disponível em: <https://www.princegeorgescountymd.gov/1478/Design-Manuals>. Acesso em: 15/10/2021.

RATTI, B et al. Pesquisa de coliformes totais e fecais em amostras de água coletadas no bairro Zona Sete, na cidade de Maringá-PR. In: **ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA**, 7., 2011, Maringá. Anais... Maringá: [s.e], 2013. p. 1 - 4. RIO GRANDE DO SUL. Lei 10.350 de 30 de dezembro de 1994. Sistema Estadual de Recursos Hídricos. Porto Alegre, 30 jan. 1994.

REIS, R. P. A. **Proposição de parâmetros de dimensionamento e avaliação de desempenho de poço de infiltração de água pluvial**. 2005. 228 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005

REVISTA VEJA. **Avenida do Estado sofre à espera de projeto de reurbanização**. 2019. Disponível em: <https://vejasp.abril.com.br/cidades/capa-revitalizacao-avenida-estado/>. Acesso: 27/09/2022.

ROSA, D. W. B. **Resposta hidrológica de uma bacia hidrográfica urbana à implantação de técnicas compensatórias de drenagem urbana-Bacia do Córrego do Leitão, Belo Horizonte, Minas Gerais**. 2017. 218f. Dissertação

(Mestrado) Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia. Belo Horizonte, 2017.

SANTOS, M. **Ensaio sobre a urbanização latino-americana**. São Paulo, Hucitec, 1982.

SÃO PAULO. **Decreto nº 32.955, de 7 de fevereiro de 1991**. Regulamenta a Lei nº 6.134, de 2 de junho de 1988. Dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado de São Paulo, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1991/decreto-32955-07.02.1991.html#:~:text=Regulamenta%20a%20Lei%20n%C2%BA%206.134,de%20%C3%A1guas%20subterr%C3%A2neas%20do%20Estado>. Acesso em: 13/11/2010.

SÃO PAULO. **Sub-bacias hidrográficas do estado de São Paulo**. Coordenadoria de Planejamento Ambiental, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2013.

SÃO PAULO. FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA. **Plano de Drenagem Urbana para o Município de Franca: relatório final** (no prelo). FCTH/São Paulo, 2013.

SÃO PAULO. **Lei nº 16.337, de 14 de dezembro de 2016. Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH**. 2016. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2016/lei-16337-14.12.2016.html>. Acesso em: 28/09/2022.

SCHRÖPFER, T. **Dense + green**: innovative building types for sustainable urban architecture. Birkhäuser, 2016.

SERVILHA, E. R. **As áreas de preservação permanente dos cursos d'água urbanos para a ordem pública**. Município de Campinas/SP. 2003. 144 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SHE, M.; MICHAEL, C. **Low Impact Development for Urban Ecosystem and Habitat Protection**. American Society of Civil Engineers, 2009. ISBN: 0784410097

SILVA, G. B. L. **Avaliação Experimental da Eficiência de Superfícies Permeáveis com Vistas ao Controle do Escoamento Superficial**. 2006. 199f. Tese (Doutorado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) - Universidade de Brasília, Brasília/DF. Disponível em: <http://ptarh.unb.br/wp-content/uploads/2017/05/2006-Gustavo-Barbosa.pdf>. Acesso em: 01/10/2021.

SILVA, M. K. **Modelo para pré-dimensionamento de bacias de retenção para controle da poluição difusa das águas pluviais no município de Porto Alegre**. 2009. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SILVEIRA, A. L. L. Trama verde-azul e drenagem urbana sustentável. In: LADWIG, N. I.; SCHWALM, H. (Org.) **Planejamento e gestão territorial: a sustentabilidade dos ecossistemas urbanos**. Criciúma, SC: EDIUNESC, 2018. Cap. 3. DOI: <http://dx.doi.org/10.18616/pgt03>.

SISTEMA INTEGRADO DE INFORMAÇÕES SOBRE DESASTRES (S2ID). **Número de decretos de situação de emergência reconhecidos pelo Governo Federal, por município**. 2017. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/paginas/index.xhtml> Acesso em: 15/08/2022.

SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO (SIGHR). **Apresentação**. s/d. Disponível em: <https://sigrh.sp.gov.br/cbhsmsg/apresentacao>. Acesso em: 15/06/2021.

SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO (SIGHR). **Plano de Bacias Hidrográficas**. s/d. Disponível em: <https://sigrh.sp.gov.br/crh/planodebaciashidrograficas>. Acesso em: 18/05/2022.

SOUZA FILHO, F.A. A política nacional de recursos hídricos: desafios para sua implantação no semiárido brasileiro. In: MEDEIROS, S. S.; CHEYI, H.R.; GALVÃO, C. O. et al. (Org.). **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2011. cap.1, p.01-25. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/566> Acesso em: 03/09/2021.

STANTON, M. O papel do Direito na Proteção dos Serviços Ecossistêmicos. p. 14. In: LAVRATTI, P. et al (Org). **Direito e Mudanças Climáticas: Pagamento por Serviços Ambientais, fundamentos e principais aspectos jurídicos**. São Paulo: Instituto o Direito por um Planeta Verde, 2013.

STEVENS, N. **Human factors in land use planning and urban design: methods, practical guidance and Applications**. CRC Press, 2018. ISBN: 1472482700

SUPERINTENDÊNCIA, DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS; AMBIENTAL–SUDERHSA, E. SANEAMENTO. Manual de Drenagem Urbana. **Região Metropolitana de Curitiba, PR**. 2002. v. 06. 150p. Disponível em: http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/pdddrenagem/volume6/mdu_versao01.pdf. Acesso em: 01 agosto 2020, 2002.

TAVARES, A. et al. **Carta de Atenas: conclusões da conferência 1931**. Cadernos de Sociomuseologia nº 15, 1999.

TRAVASSOS, L.; SCHULT, S. I. M. **Recuperação socioambiental de fundos de vale urbanos na cidade de São Paulo, entre transformações e permanências**. Cadernos MetrÓpole (PUCSP), v. 15, p. 265-288, 2013. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/metropole/article/view/15826/11850>. Acesso em: 04/09/2021.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento da Drenagem Urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 7, n.1, p. 05-27, 2002. Disponível em: <http://rhama.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/01/GEREN02.pdf>. Acesso: 14/01/2021.

TUCCI, C. E. M. Drenagem urbana. **Ciência e Cultura**. São Paulo, v. 55, n. 4, p. 36-37. 2003. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000400020&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 15/06/2021.

TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. **Avaliação Ambiental Integrada de bacia Hidrográfica**. 2.ed. 302p. Brasília: MMA, 2006.

TUCCI, C. E. M. **Inundações urbanas**. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007. Disponível em: http://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/importacao/institucional/grupos-de-trabalho/encerrados/residuos/documentos-diversos/outros_documentos_tecnicos/curso-gestao-do-territorio-e-manejo-integrado-das-aguas-urbanas/drenagem1.PDF. Acesso em: 21/01/2021.

TUCCI, C. E. M. Águas Urbanas. **Estudos Avançados**. v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10295>. Acesso em: 15/06/2021.

Tucci, C. E. M. **Gestão da drenagem urbana**. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012.

UNA BARBARA E VALENTIM. **Plano Urbanístico Parque Dom Pedro II**. s/d. Disponível em: <http://unabv.com.br/projetos-urbanos/plano-urbanistico-parque-dom-pedro-ii/>. Acesso em: 28/09/2022.

VIDOTTE, C. C. Parque Dom Pedro II: uma antítese do espaço livre público em meio à metrópole paulistana. **Paisagem e Ambiente**, v. 30, n. 44, p. 154434-154434, 2019.

WALSH, C.; FLETCHER, T. D.; LADSON, A. R. Stream restoration in urban catchments through redesigning stormwater systems: looking to the catchment to save the stream. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 24, n. 3, p. 690-705, 2005. Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1899/04-020.1>. Acesso em: 14/10/2021.

WRI Brasil. Os 15 países com mais pessoas expostas às inundações causadas pelos rios. **WRI Brasil**; 2015. Disponível em: <https://wricidades.org/noticia/os-15-pa%C3%ADses-com-mais-pessoas-expostas-%C3%A0s-inunda%C3%A7%C3%B5es-causadas-pelos-rios>. Acesso em: 28/09/2022.

WUNDER, S. **Payments for environmental services**: some nuts and bolts. CIFOR Occasional Paper no. 42, 24. 2005. Disponível em:

https://www.cifor.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-42.pdf. Acesso em 10/03/2021.

10 ANEXOS E APENSOS

**APENSO I – LEVANTAMENTO ACERCA DAS LEGISLAÇÕES NAS ESFERAS
FEDERAL, ESTADUAL (SÃO PAULO) E MUNICIPAL (FRANCA/SP)**

LEGISLAÇÕES FEDERAIS	
Leis	Artigos de interesse
LEI FEDERAL 6766/79 - PARCELAMENTO DO SOLO URBANO	Art. 2o. O parcelamento do solo urbano poderá ser feito mediante loteamento ou desmembramento, observadas as disposições desta Lei e as das legislações estaduais e municipais pertinentes. § 5o A infraestrutura básica dos parcelamentos é constituída pelos equipamentos urbanos de escoamento das águas pluviais, iluminação pública, esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, energia elétrica pública e domiciliar e vias de circulação. (Redação dada pela Lei nº 11.445, de 2007). (Vigência) § 6o A infra-estrutura básica dos parcelamentos situados nas zonas habitacionais declaradas por lei como de interesse social (ZHIS) consistirá, no mínimo, de: II - escoamento das águas pluviais;
	Parágrafo único - Consideram-se urbanos os equipamentos públicos de abastecimento de água, serviços de esgotos, energia elétrica, coletas de águas pluviais, rede telefônica e gás canalizado.
	Art. 9o Orientado pelo traçado e diretrizes oficiais, quando houver, o projeto, contendo desenhos, memorial descritivo e cronograma de execução das obras com duração máxima de quatro anos, será apresentado à Prefeitura Municipal, ou ao Distrito Federal, quando for o caso, acompanhado de certidão atualizada da matrícula da gleba, expedida pelo Cartório de Registro de Imóveis competente, de certidão negativa de tributos municipais e do competente instrumento de garantia, ressalvado o disposto no § 4o do art. 18. (Redação dada pela Lei nº 9.785, de 1999)
	§ 1o - Os desenhos conterão pelo menos:
	VI - a indicação em planta e perfis de todas as linhas de escoamento das águas pluviais.

LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997 - POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS	Capítulo II – Dos Objetivos Art. 2 - São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos: III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais; IV - Incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais (Incluído pela Lei nº 13.501, de 2017).
LEI N 10.257/2001 - ESTATUTO DAS CIDADES	Capítulo III - Do Plano Diretor Art. 41 – O plano diretor é obrigatório para cidades: VI - incluídas no cadastro nacional de Municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos (Incluído pela Lei nº 12.608, de 2012). Art. 42-A – Além do conteúdo previsto no art. 42, o plano diretor dos Municípios incluídos no cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos deverá conter (Incluído pela Lei nº 12.608, de 2012): II - mapeamento contendo as áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos (Incluído pela Lei nº 12.608, de 2012); IV - medidas de drenagem urbana necessárias à prevenção e à mitigação de impactos de desastres (Incluído pela Lei nº 12.608, de 2012).

LEI Nº 11.445, DE 5 DE JANEIRO DE 2007- DIRETRIZES NACIONAIS DO SANEAMENTO BÁSICO	Art. 36 A cobrança pela prestação do serviço público de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas deve levar em conta, em cada lote urbano, os percentuais de impermeabilização e a existência de dispositivos de amortecimento ou de retenção de água de chuva, bem como poderá 98 considerar: I - o nível de renda da população da área atendida; II - as características dos lotes urbanos e as áreas que podem ser neles edificadas. Art. 52 A União elaborará, sob a coordenação do Ministério das Cidades: I - o Plano Nacional de Saneamento Básico § 1º O PNSB deve: I - abranger o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, o manejo de resíduos sólidos e o manejo de águas pluviais e outras ações de saneamento básico de interesse para a melhoria da salubridade ambiental, incluindo o provimento de banheiros e unidades hidrossanitários para populações de baixa renda;
LEI Nº 12.608, DE 10 DE ABRIL DE 2012 - Política nacional de Defesa Civil	“ Art. 42-A. Além do conteúdo previsto no art. 42, o plano diretor dos Municípios incluídos no cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos deverá conter: IV - medidas de drenagem urbana necessárias à prevenção e à mitigação de impactos de desastres;
LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012 – NOVO CÓDIGO FLORESTAL	Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por: II - Área de Preservação Permanente - APP: 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;

**LEI Nº 14.026, DE 15 DE JULHO
DE 2020 - NOVO MARCO LEGAL
DO SANEAMENTO BÁSICO**

Art. 7º A Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 ,
passa a vigorar com as seguintes alterações:
“Art. 2º

.....
.....
IV - disponibilidade, nas áreas urbanas, de serviços
de drenagem e manejo das águas pluviais,
tratamento, limpeza e fiscalização preventiva das
redes, adequados à saúde pública, à proteção do
meio ambiente e à segurança da vida e do
patrimônio público e privado;

“ Art. 3º Para fins do disposto nesta Lei, considera-
se:

d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas:
constituídos pelas 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;

“ Art. 3º-D. Consideram-se serviços públicos de
manejo das águas pluviais urbanas aqueles
constituídos por 1 (uma) ou mais das seguintes
atividades:

I - drenagem urbana;

III - de varrição de logradouros públicos, de limpeza
de dispositivos de drenagem de águas pluviais, de
limpeza de córregos e outros serviços, tais como
poda, capina, raspagem e roçada, e de outros
eventuais serviços de limpeza urbana, bem como
de coleta, de acondicionamento e de destinação
final ambientalmente adequada dos resíduos
sólidos provenientes dessas atividades.” (NR)

“ Art. 8º Exercem a titularidade dos serviços
públicos de saneamento básico:

II - os consórcios intermunicipais de saneamento
básico terão como objetivo, exclusivamente, o
financiamento das iniciativas de implantação de
medidas estruturais de abastecimento de água
potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana,
manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo
de águas pluviais, vedada a formalização de
contrato de programa com sociedade de economia
mista ou empresa pública, ou a subdelegação do
serviço prestado pela autarquia intermunicipal sem
prévio procedimento licitatório.

Art. 29. Os serviços públicos de saneamento
básico terão a sustentabilidade econômico-

	financeira assegurada por meio de remuneração pela cobrança dos serviços, e, quando necessário, por outras formas adicionais, como subsídios ou subvenções, vedada a cobrança em duplicidade de custos administrativos ou gerenciais a serem pagos pelo usuário, nos seguintes serviços: III - de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, na forma de tributos, inclusive taxas, ou tarifas e outros preços públicos, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou das suas atividades.
--	---

Fonte: BRASIL, 1979; BRASIL, 1997; BRASIL, 2001; BRASIL, 2007; BRASIL, 2012; BRASIL, 2020; elaborado pelo autor, 2022.

LEGISLAÇÕES ESTADUAL - SÃO PAULO	
LEIS	ARTIGOS DE INTERESSE
CONSTITUIÇÃO ESTADUAL DE SÃO PAULO - 05 DE OUTUBRO DE 1989	Artigo 212 - Na articulação com a União, quando da exploração dos serviços e instalações de energia elétrica, e do aproveitamento energético dos cursos de água em seu território, o Estado levará em conta os usos múltiplos e o controle das águas, a drenagem, a correta utilização das várzeas, a flora e a fauna aquáticas e a preservação do meio ambiente.
LEI Nº 7.663, DE 30 DE DEZEMBRO DE 1991	Artigo 3.º - A Política Estadual de Recursos Hídricos atenderá aos seguintes princípios: II - adoção da bacia hidrográfica como unidade físico-territorial de planejamento e gerenciamento; III - reconhecimento do recurso hídrico como um bem público, de valor econômico, cuja utilização deve ser cobrada, observados os aspectos de quantidade, qualidade e as peculiaridades das bacias hidrográficas; Artigo 4.º - Por intermédio do Sistema Integrado de Gerenciamento - SIRGH, o Estado assegurará meios financeiros e institucionais para atendimento do disposto nos Artigos 205 a 213 da Constituição Estadual e especialmente para: IV - defesa contra eventos hidrológicos críticos, que ofereçam riscos à saúde e à segurança públicas assim como prejuízos econômicos e sociais; VII - prevenção da erosão do solo nas áreas urbanas e rurais, com vistas à proteção contra a poluição física e o assoreamento dos corpos d'água.

	Artigo 7.º - O Estado realizará programas conjuntos com os municípios, mediante convênios de mútua cooperação, assistência técnica e econômico-financeira, com vistas a: III - zoneamento das áreas inundáveis, com restrições a usos incompatíveis nas áreas sujeitas à inundações freqüentes e manutenção da capacidade de infiltração do solo; VI - combate e prevenção das inundações e da erosão; Artigo 8.º - O Estado, observados os dispositivos constitucionais relativos à matéria, articulará com a União, outros Estados vizinhos e municípios, atuação para o aproveitamento e controle dos recursos hídricos em seu território, inclusive para fins de geração de energia elétrica, levando em conta, principalmente: II - o controle de cheias, a prevenção de inundações, a drenagem e a correta utilização das várzeas;
LEI Nº 7.750, DE 31 DE MARÇO DE 1992	Não foram identificados trechos de interesse Obs: Muitos artigos foram revogados (e substituídos pela redação da Lei Complementar Estadual 1025/07), e os trechos remanescentes não apresentam disposições relevantes ao tema.
LEI Nº 9.509, DE 20 DE MARÇO DE 1997 -DISPÕE SOBRE A POLÍTICA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, SEUS FINS E MECANISMOS DE FORMULAÇÃO E APLICAÇÃO	Não foram identificados trechos diretamente voltados à drenagem urbana. Vale ressaltar que os artigos 19 a 26 dispõem sobre licenciamento ambiental de obras de grande impacto, o que em determinado ponto converge com a questão da drenagem em obras dessa natureza. Contudo, não há disposições que tratem direta e claramente desse tema.

**LEI COMPLEMENTAR Nº
1.025, DE 07 DE
DEZEMBRO DE 2007**

Artigo 38 - A política estadual de saneamento reger-se-á pelas seguintes diretrizes, além daquelas fixadas na legislação nacional para o saneamento básico:

VII - a articulação com os municípios e com a União deverá valorizar o processo de planejamento e decisão sobre medidas preventivas ao crescimento desordenado que prejudica a prestação dos serviços, a fim de inibir os custos sociais e sanitários dele decorrentes, objetivando contribuir com a solução de problemas de escassez de recursos hídricos, congestionamento físico, dificuldade de drenagem das águas, disposição de resíduos e esgotos, poluição, enchentes, destruição de áreas verdes e assoreamento de cursos d'água;

Artigo 61 - Esta lei complementar aplica-se, no que couber, aos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, bem como aos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, respeitada a autonomia municipal e observada a legislação estadual aplicável, em especial a Lei nº 12.300, de 16 de março de 2006, ficando o Estado autorizado a celebrar convênios de cooperação e contratos de programa com os Municípios.

Artigo 63 - Os parágrafos 5º, 7º e 8º do artigo 1º da Lei Estadual nº 119, de 29 de junho de 1973, alterada pela Lei nº 12.292, de 2 de março de 2006, passam a vigorar com a seguinte redação:

“Artigo 1º -

§ 9º - Respeitada a autonomia municipal, a SABESP e suas subsidiárias ficam autorizadas a prestar serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, bem como serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

**LEI Nº 12.526, DE 02 DE
JANEIRO DE 2007**

Artigo 1º - É obrigatória a implantação de sistema para a captação e retenção de águas pluviais, coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos, em lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500m² (quinhentos metros quadrados), com os seguintes objetivos:

- I - reduzir a velocidade de escoamento de águas pluviais para as bacias hidrográficas em áreas urbanas com alto coeficiente de impermeabilização do solo e dificuldade de drenagem;
- II - controlar a ocorrência de inundações, amortecer e minimizar os problemas das vazões de cheias e, conseqüentemente, a extensão dos prejuízos;
- III - contribuir para a redução do consumo e o uso adequado da água potável tratada.

Parágrafo único - O disposto no "caput" é condição para a obtenção das aprovações e licenças, de competência do Estado e das Regiões Metropolitanas, para os parcelamentos e desmembramentos do solo urbano, os projetos de habitação, as instalações e outros empreendimentos.

Artigo 2º - O sistema de que trata esta lei será composto de:

- I - reservatório de acumulação com capacidade calculada com base na seguinte equação:
 - a) $V = 0,15 \times A_{i\text{IP}} \times t$;
 - b) V = volume do reservatório em metros cúbicos;
 - c) A_i = área impermeabilizada em metros quadrados;
 - d) IP = índice pluviométrico igual a 0,06 m/h;
 - e) t = tempo de duração da chuva igual a 1 (uma) hora.
- II - condutores de toda a água captada por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos ao reservatório mencionado no inciso I;
- III - condutores de liberação da água acumulada no reservatório para os usos mencionados no artigo 3º desta lei.

Parágrafo único - No caso de estacionamentos e similares, 30% (trinta por cento) da área total ocupada deve ser revestida com piso drenante ou reservado como área naturalmente permeável.

Artigo 3º - A água contida no reservatório, de que trata o inciso I do artigo 2º, deverá:

- I - infiltrar-se no solo, preferencialmente;
- II - ser despejada na rede pública de drenagem,

	após uma hora de chuva; III - ser utilizada em finalidades não potáveis, caso as edificações tenham reservatório específico para essa finalidade.
LEI Nº 15.684, DE 14 DE JANEIRO DE 2015 CÓDIGO FLORESTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO	A legislação dispõe sobre as questões da drenagem apenas em áreas rurais, e sendo assim, não trata sobre as questões ligadas à drenagem urbana e ao manejo de águas pluviais em meio urbano

Fonte: Elaborado pelo autor

LEGISLAÇÕES - ESFERA MUNICIPAL		
Leis	Citações localizadas	Descrição
Lei Nº 4.240, de 11 de dezembro de 1992 (Lei de Proteção do manancial do Rio Canoas)	-	A Lei como um todo, trata das áreas de proteção ambiental do Rio Canoas e do Córrego Pouso Alegre
Lei nº 4.420, de 07 de abril de 1994 (Dispõe da Lei de proteção do manancial do Rio Canoas)	-	A Lei como um todo, trata das áreas de proteção ambiental do Rio Canoas e do Córrego Pouso Alegre
Lei complementar 09/96 de 26 de novembro de 1996(Código Ambiental do município de Franca/SP)	CAPITULO II DA DRENAGEM Art. 7º - No período máximo de 2 dois anos a partir da data da promulgação desta Lei, fica o Poder Executivo obrigado a elaborar e encaminhar à Câmara Municipal para aprovação o Plano Diretor de Drenagem do Município. Art. 8º - A partir da data da promulgação deste código, ficam os novos loteamentos, condomínios, conjuntos habitacionais e assemelhados, obrigados a submeterem à aprovação da Prefeitura Municipal o respectivo projeto de drenagem o qual deve contemplar as questões geológicas, de ocupação do solo e urbanísticas, de modo a garantir a integridade do solo, prevenindo-o e protegendo-o dos processos erosivos.	-

	Art. 9º - A Prefeitura Municipal deverá criar, a partir da promulgação desta Lei, um serviço exclusivo de prevenção e recuperação de erosões, suportado por equipe de planejamento e projetos e que conte com força-tarefa devidamente equipada com recursos humanos, materiais e equipamentos necessários. Art. 42 Art. 42 - Ficam proibidas, em todo o Município, as seguintes formas de utilização e destinação de resíduos: III - lançamento em cursos d'água, voçorocas, poços e caçambas mesmo que abandonadas e em áreas sujeitas a inundação; V - infiltração no solo sem o tratamento prévio adequado e projeto aprovado pelo órgão ambiental competente; Art. 55 - Fica criada, no Município de Franca, a Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio Canoas, tendo em vista a sua importância para o abastecimento de água potável para a população francana. § 1º A Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio Canoas é a drenada pelo Rio Canoas e seus afluentes no Município de Franca, sendo seus limites os determinados no parágrafo único do artigo 2º da Lei nº 4.420, de 07/04/94. § 2º O Poder Executivo estabelecerá por decreto, dentro de cento e vinte dias, a contar da publicação desta Lei, a regulamentação desta Área de Proteção Ambiental, ouvido o COMDEMA. § 3º Ao longo dos reservatórios destinados ao abastecimento urbano, fica criada uma Área de Proteção Especial (APE), com dois mil metros de largura mínima, na qual os terrenos deverão ter o módulo mínimo de dois e meio hectares. § 4º A Secretaria Municipal do Meio Ambiente e de Projetos Especiais providenciará o repovoamento e manejo sustentado da ictiofauna do reservatório da bacia voltada para a pesca esportiva e amadora nos moldes do artigo 58, inciso II.	
Lei 137/08 de 18 de dezembro de 2008 (Dispõe sobre o parcelamento do Solo)	A Prefeitura não aprovará loteamento nas Macrozonas de Expansão Urbana cuja implantação exija a execução de obras e serviços de infraestrutura urbana, inclusive abastecimento de água, esgoto, energia elétrica, iluminação pública, transporte coletivo, vias de acesso, galerias pluviais, travessias de corpos	-

	d'água e outros conexos, nas áreas adjacentes, salvo se tais obras ou serviços forem executados pelo loteador às suas próprias custas. Parágrafo Único - Na hipótese de concordar com a execução das obras e serviços a que se refere este artigo, o loteador deverá firmar termo de compromisso de concluí-las dentro do prazo de até quatro (4) anos, a ser fixado pela Prefeitura, através do órgão competente, e dar caução idônea, com liquidez e em valor suficiente para a completa e perfeita execução das obras, pela Prefeitura, na hipótese de descumprimento da obrigação pelo loteador. Art. 33 - No loteamento para fins urbanos será obrigatória a execução, por parte do loteador, no mínimo, das seguintes obras e equipamentos urbanos: I - Obras de contenção de taludes e aterros destinados a evitar desmoronamento e o assoreamento dos rios, córregos, ribeirões, lagoas, represas, etc; V - Obras destinadas ao escoamento de águas pluviais, inclusive galerias pluviais, guias, sarjetas, canaletas e dissipadores de energia, conforme padrões técnicos e exigências fixadas pela Prefeitura Municipal; Art. 57-A - O projeto do Condomínio Horizontal de Prédios deverá seguir as seguintes diretrizes: 4. Projetos complementares (estrutura, hidráulica e elétrica); c) Restrições urbanísticas/arquitetônicas: 3. Bacia de contenção para área impermeabilizada > que 500,00 m² (quinhentos metros quadrados); 10. Piso drenante ou área naturalmente permeável em 30% (trinta por cento) das áreas não construídas; II - Situação: Condomínios contemplando a implantação de mais de uma torre com área de terreno até 10.000,00 m² (dez mil metros quadrados). b) Processo único com aprovação através de emissão de decreto e alvará, com a apresentação das seguintes documentações: 17. Projeto de drenagem;	
--	--	--

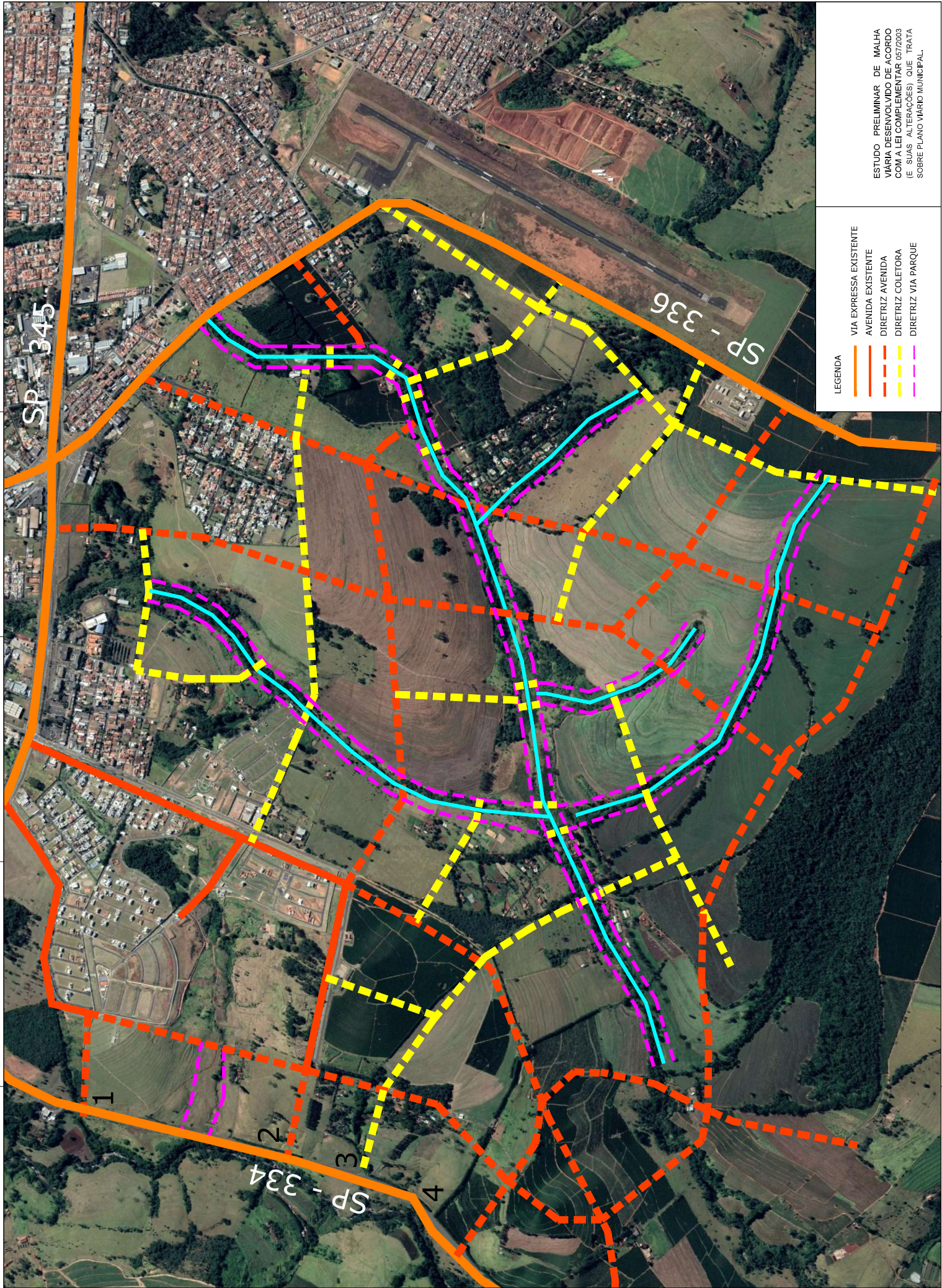
	14. Piso drenante ou área naturalmente permeável em 30% das áreas não construídas; III - Situação: Condomínios contemplando a implantação de mais de uma torre com área de terreno de 10.000,00 m² (dez mil metros quadrados) a 50.000,00 m² (cinquenta mil metros quadrados), com menos de 200 (duzentas) unidades habitacionais. c) Processo único com aprovação através de decreto e alvará, com a apresentação da seguinte documentação: 18. Projeto de drenagem; d) Restrições urbanísticas/arquitetônica: 16. Piso drenante ou área naturalmente permeável em 30% (trinta por cento) das áreas não construídas; Art. 59 - Nos planos de parcelamento para fins de núcleos residenciais de recreio nas Macrozonas de Ocupação Rural, da área total do terreno objeto do plano, deverão ser destinados: c) o mínimo de 20% para Áreas Verdes em glebas situadas na Bacia de Drenagem do Rio Canoas .	
Lei complementar Nº 181, de 28 de junho 2011	Art. 22 - Nas áreas situadas nas Unidades de Risco Potencial de Erosão IV e V, observar-se-á o seguinte: I - O GTA - Grupo Técnico de Análise deverá apreciar os estudos geológico-geotécnico, RAP - Relatório Ambiental Preliminar ou, se for o caso, EIA-RIMA - Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental e EIV - Estudo de Impacto de Vizinhaça e emitirá parecer indicando as áreas potenciais com risco de erosão. II - O loteador deverá apresentar proposta contendo as medidas mitigadoras de contenção e eliminação do risco de erosão que deverá ser analisada pelo GTA - Grupo Técnico de Análise. § 1º Analisadas as medidas mitigadoras apresentada pelo loteador, o GTA as aprovará ou determinará as modificações necessárias. § 2º As obras determinadas pelo GTA serão incluídas naquelas obrigatórias a serem executadas pelo loteador na implantação do loteamento. Art. 31	-

	Art. 33 - ... XIV - Bacias de detenção (retenção de águas pluviais), como obra de prevenção a enchentes, nos termos do estudo hidrológico aprovado pelo Município. As bacias de detenção poderão coincidir com as áreas suscetíveis a alagamento." Art. 22 -A Parágrafo único. As áreas suscetíveis de alagamento: I - Não poderão coincidir com as Unidades de Conservação Ambiental. II - Poderão coincidir com áreas de preservação permanente, caso haja autorização do órgão ambiental competente para expedir a respectiva licença.	
Lei Complementar Municipal 2046, de 26 de janeiro de 1972 - Plano Diretor Integrado	Art. 148 - Não poderão ser urbanizados terrenos pantanosos ou sujeitos a inundações antes de executados, por parte do interessado, os necessários serviços de aterro e drenagem, estes previamente aprovados pelo órgão competente da Prefeitura. Art. 170 - O plano de urbanização de terrenos completo, contendo os elementos necessários à sua perfeita compreensão e execução compreende: IV - Projetos de guias e de sarjetas, da rede de escoamento das águas pluviais, de pavimentação e obras complementares, da rede de abastecimento de água potável, da rede de esgotos sanitários ou de sistema de fossa séptica coletiva ou de fossa séptica seguida de poço absorvente para cada edificação, de distribuição de energia elétrica pública e domiciliar, de reposição florestal e fechamento das áreas de preservação permanente, e de urbanização das áreas do sistema de lazer. (Redação dada pela Lei nº 6761/2006) Art. 174 O projeto de drenagem deverá ser elaborado toda vez que for necessário executar serviços e obras de drenagem e saneamento. Art. 184 - Para atender às exigências desta Lei, será obrigatória a apresentação à Prefeitura do plano de urbanização de terreno completo, compreendendo o pré-plano	-

	urbanístico, o plano urbanístico, os projetos topográficos, de terraplenagem e de drenagem e os projetos de guias e de sarjetas, da rede de escoamento das águas pluviais, de pavimentação e obras complementares, da rede de abastecimento de água potável, de rede de esgotos sanitários ou do sistema de fossa séptica coletiva ou de fossa séptica seguida de poço absorvente para cada edificação, de rede de distribuição de energia elétrica e domiciliar, de reposição florestal e fechamento das áreas de preservação permanente, e de urbanização das áreas do sistema de lazer. (Redação dada pela Lei nº 6761/2006) Art. 191 - Após a aprovação do plano urbanístico e do projeto topográfico e antes do pedido de licença para executar a urbanização do terreno, o interessado deverá apresentar à Prefeitura, por meio dos requerimentos correspondentes, os projetos de terraplenagem, de drenagem, de guias e sarjetas, da rede de escoamento de águas pluviais, de pavimentação e obras complementares, da rede de abastecimento de água potável, da rede de esgotos sanitários ou do sistema de fossa séptica coletiva ou de fossa séptica seguida do poço absorvente para cada habitação, da rede de distribuição de energia elétrica pública e domiciliar, da arborização dos logradouros, de reposição florestal e fechamento das áreas de preservação permanente, e de urbanização das áreas do sistema de lazer. (Redação dada pela Lei nº 6761/2006)	
Lei 050, de 17 de janeiro de 2003 - Plano Diretor	Art. 03 - São objetivos da Política Urbana: XV - simplificação da legislação de parcelamento, uso e ocupação do solo e das normas edilícias, com vistas a permitir a redução dos custos e ao aumento da oferta dos lotes e unidades habitacionais, resguardando-se infra-estruturas de rede de água, rede de luz, rede de esgoto, galeria de águas pluviais, iluminação pública e asfalto; Art. 13 - As Macrozonas de Ocupação Restrita são constituídas por: I - áreas com condições geomorfológicas e ambientais propícias para urbanização não dotadas de infra-estrutura;	-

	II - áreas com condições físicas adversas, abrangendo áreas erodidas, em processo de erosão ou suscetíveis a erosão; III - áreas impróprias para urbanização, constituídas por: planícies aluvionares (várzeas); margens de rios, córregos, lagoas, reservatórios artificiais e nascentes; áreas recobertas com vegetação natural remanescente; demais áreas de preservação permanente que ocorram no Município, de acordo com o Código Florestal e com o Código do Meio Ambiente do Município de Franca (Lei Complementar nº 09/96). Art. 32 Os diferentes Programas de Gestão Integrada serão formulados de acordo com as seguintes diretrizes: III - incorporar, sempre que necessário, mecanismos de recuperação urbanística e proteção ambiental em áreas erodidas, em processo de erosão ou suscetíveis à erosão;	
Lei 371, de 08 de dezembro de 2021 - Código de edificações	Art. 76 Em caso de edifícios multifamiliares até 3 pavimentos e/ou 16 unidades habitacionais, onde não seja possível destinar 6% de área permeável, poderá ser implantado reservatório de contenção de águas de chuva, dimensionado de acordo com a área computada como permeável a ser considerada, conforme cálculo indicado pela Lei Complementar Estadual nº 12.526/2007. Anexo II - item que trata de edificações multifamiliares (não numerado) Anexo III - PARÂMETROS URBANÍSTICOS 23 - Quando a área impermeabilizada dentro do lote for superior a 500 m², deverá ser atendida a Lei Estadual nº 12.526/2007, que estabelece a obrigatoriedade de implantação do reservatório de água de chuva dentro dos lotes. 24 - Deverá ser destinada como área permeável dentro do lote, 6% (seis por cento) da área total do lote. Em caso de edifícios multifamiliares até 3 pavimentos e/ou 16 unidades habitacionais, onde não seja possível destinar 6% de área permeável, poderá ser implantado reservatório de contenção de águas de chuva, dimensionado de acordo com a área computada como permeável a ser considerada, conforme cálculo indicado pela Lei Complementar Estadual nº 12.526/2007. As áreas permeáveis não poderão coincidir com áreas de piso sob as vagas de garagem.	-

ANEXO A – ESTUDO PRELIMINAR DE MALHA VIÁRIA

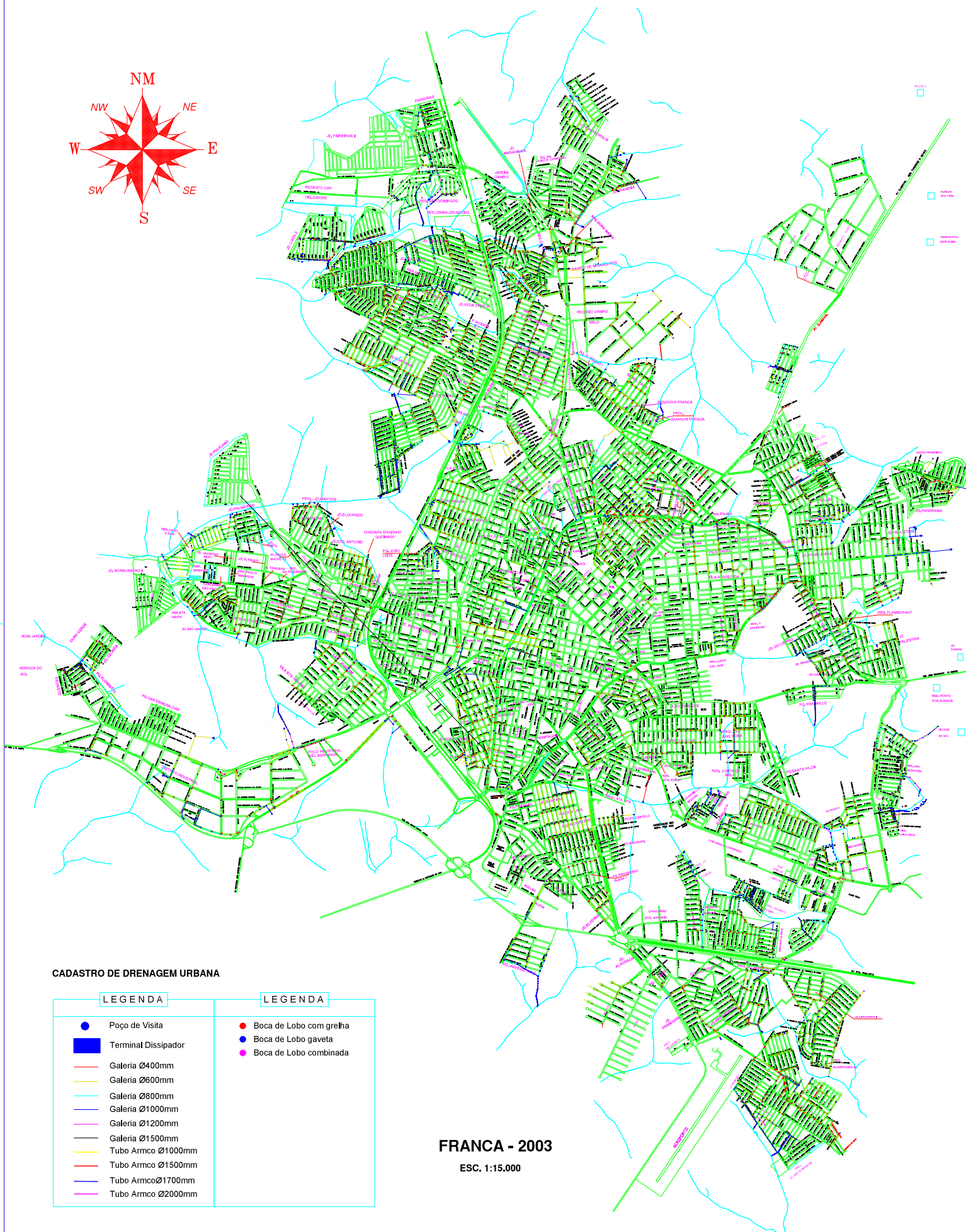
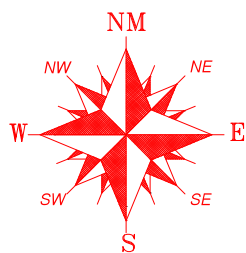


LEGENDA

- VIA EXPRESSA EXISTENTE
- AVENIDA EXISTENTE
- DIRETRIZ AVENIDA
- DIRETRIZ COLETORA
- DIRETRIZ VIA PARQUE

ESTUDO PRELIMINAR DE MALHA
VIARIA DESENVOLVIDO DE ACORDO
COM A LEI COMPLEMENTAR 057/2003
(E SUAS ALTERAÇÕES) QUE TRATA
SOBRE PLANO VIARIO MUNICIPAL.

ANEXO B – CADASTRO DE DRENAGEM URBANA



CADASTRO DE DRENAGEM URBANA

LEGENDA

- Poço de Visita
- Terminal Dissipador
- Galeria Ø400mm
- Galeria Ø600mm
- Galeria Ø800mm
- Galeria Ø1000mm
- Galeria Ø1200mm
- Galeria Ø1500mm
- Tubo Armco Ø1000mm
- Galeria Ø1500mm
- Tubo Armco Ø1700mm
- Tubo Armco Ø2000mm

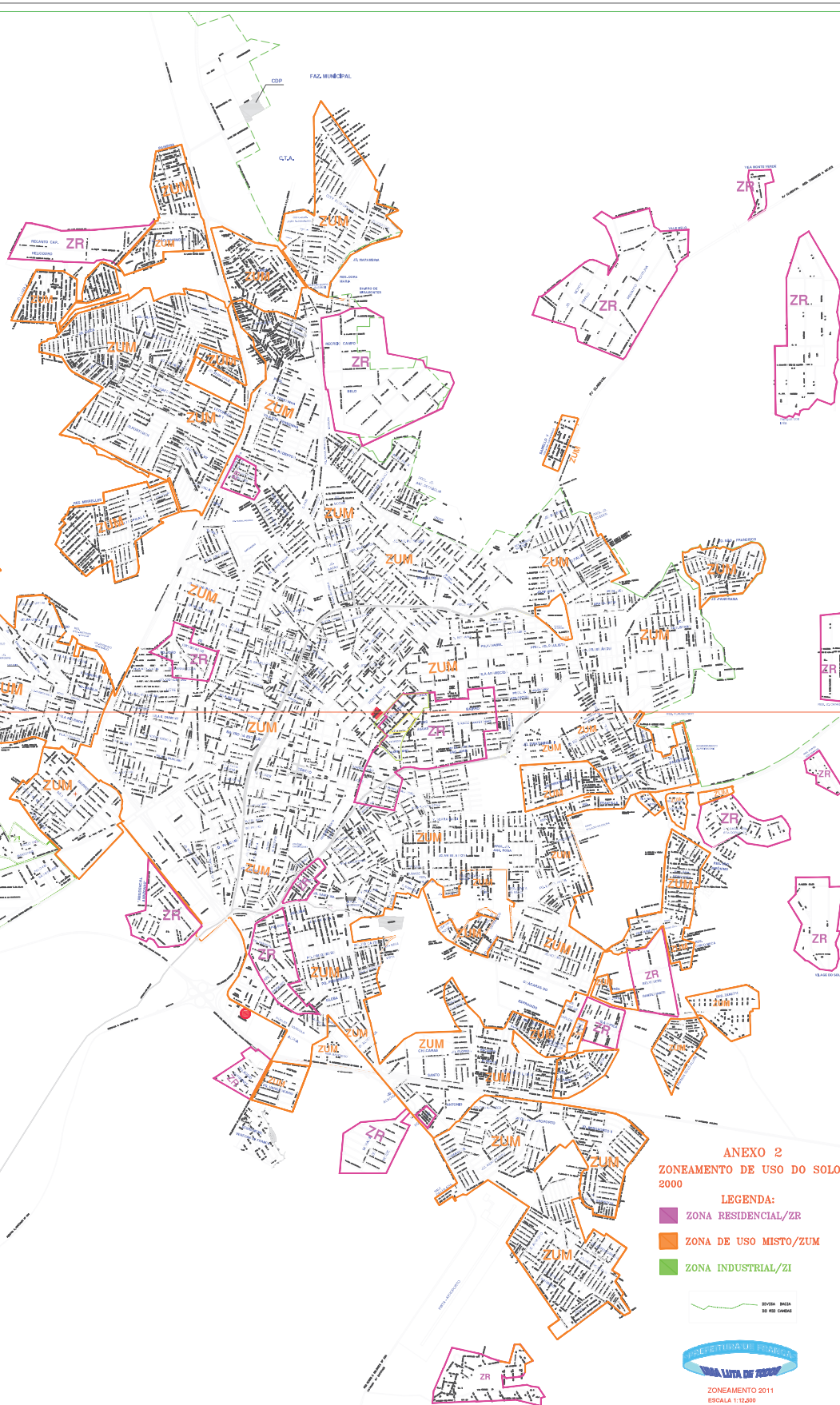
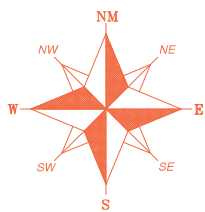
LEGENDA

- Boca de Lobo com grelha
- Boca de Lobo gaveta
- Boca de Lobo combinada

FRANCA - 2003

ESC. 1:15.000

ANEXO C – MAPA DE ZONEAMENTO



ANEXO 2
ZONEAMENTO DE USO DO SOLO
2000

LEGENDA:

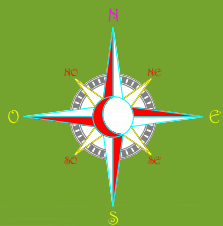
- ZONA RESIDENCIAL/ZR
- ZONA DE USO MISTO/ZUM
- ZONA INDUSTRIAL/ZI

1:10.000



ZONEAMENTO 2011
ESCALA 1:10.000

ANEXO D – MAPA ÁREAS DE EXPANSÃO URBANA FRANCA – SP



LEGENDA:

- EXPANSÃO URBANA - L.C. Nº 050/ 2003
- EXPANSÃO URBANA - L.C. Nº 140/ 2009
- EXPANSÃO URBANA - L.C. Nº 235/ 2013
- EXPANSÃO URBANA - L.C. Nº 324/ 2019
- ÁREAS DAS BACIAS DE DRENAGEM DO RIO CANOAS E CORREGO POUSO ALEGRE - Lei Municipais - 4.240/1992, 4.420/1994 e L.C. 100/2006

FRANCA-SP 2019
esc. 1:20.000

