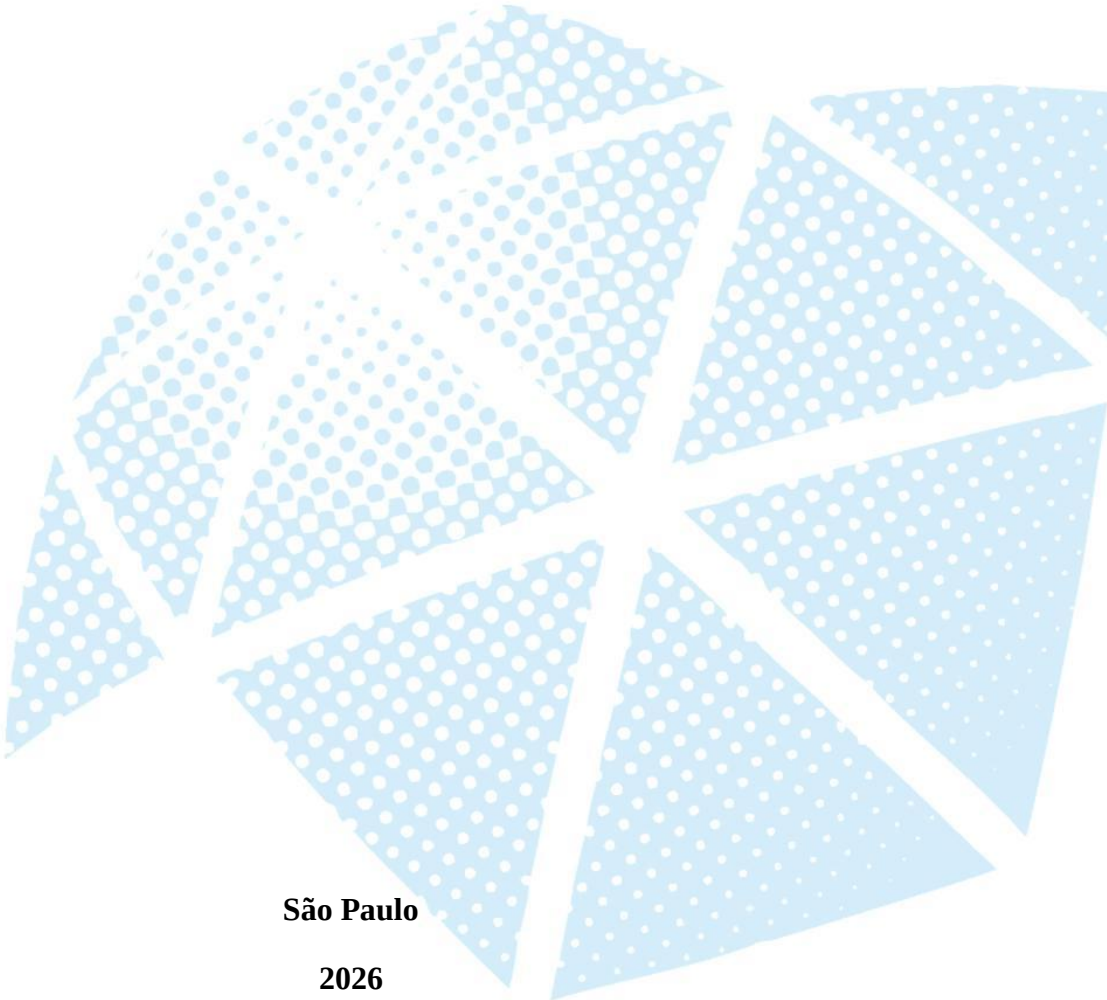
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – "JÚLIO DE MESQUITA FILHO" – UNESP
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

ARMANDO TOBIAS DE AGUIAR

GESTÃO DE DRENAGEM URBANA: "A IMPLANTAÇÃO DO DISTRITO DE DRENAGEM COMO FORMA DE GESTÃO MAIS EFICIENTE DOS RECURSOS HÍDRICOS":

Estudo de Caso a Bacia Hidrográfica do Córrego Pirajussara



São Paulo

2026

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MESTRADO PROFISSIONAL EM REDE NACIONAL EM GESTÃO E REGULAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS - PROFÁGUA

ARMANDO TOBIAS DE AGUIAR

GESTÃO DE DRENAGEM URBANA: "A IMPLANTAÇÃO DO DISTRITO DE DRENAGEM COMO FORMA DE GESTÃO MAIS EFICIENTE DOS RECURSOS HÍDRICOS":

Estudo de Caso a Bacia Hidrográfica do Córrego Pirajussara

Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia – Ilha Solteira, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Rede Nacional de Regulação e Governança de Recursos Hídricos.

Área de Concentração: Regulação e Governança de Recursos Hídricos

Orientadora: Profa Dra. Liliane Lazzari Albertin

São Paulo

2026

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvida pela Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação

A282g

Aguiar, Armando Tobias de.
Gestão de drenagem urbana: “a implantação do distrito de drenagem como forma de gestão mais eficiente dos recursos hídricos”: estudo de caso a bacia hidrográfica do Córrego Pirajussara / Armando Tobias de Aguiar. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2026
86 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, 2026

Orientador: Liliane Lazzari Albertin
Inclui bibliografia

1. Drenagem urbana. 2. Governança. 3. Recursos hídricos. 4. Distritos de drenagem. 5. Bacias hidrográficas.

Elaborada por Raiane da Silva Santos - CRB-8/9999

IMPACTO POTENCIAL DA PESQUISA

A relevância desta pesquisa decorre da necessidade de aprimorar os instrumentos de governança da drenagem urbana no Brasil, especialmente em regiões metropolitanas sujeitas a eventos hidrológicos extremos intensificados pelas mudanças climáticas. A fragmentação institucional observada compromete a eficiência dos investimentos públicos e a efetividade das ações de controle de inundações.

Ao analisar a viabilidade do modelo proposto de gestão por Distritos de Drenagem, este estudo pode contribuir para o avanço teórico e aplicado da gestão integrada de recursos hídricos urbanos, alinhando-se aos objetivos do Programa ProfÁgua e às diretrizes da Política Nacional de Recursos Hídricos.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

The relevance of this research stems from the need to improve urban drainage governance instruments in Brazil, especially in metropolitan regions subject to extreme hydrological events intensified by climate change. The observed institutional fragmentation compromises the efficiency of public investments and the effectiveness of flood control actions.

By analyzing the feasibility of management model based on Drainage Districts, this study can contribute to the theoretical and applied advancement of integrated urban water resources management, aligning with the objectives of the ProfÁgua Program and the guidelines of the National Water Resources Policy.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

ATESTADO DE APROVAÇÃO - DEFESA

Atestamos que ARMANDO TOBIAS DE AGUIAR, RA nº: GRH240044, RG nº 9138851-x, expedido pela SESP/SP, defendeu, no dia 12/08/2026, a dissertação intitulada "Gestão de Drenagem Urbana: "A implantação dos Distritos de Drenagem como forma de Gestão mais eficiente dos Recursos Hídricos" - Estudo de Caso a Bacia Hidrográfica do córrego Pirajussara", junto ao Programa de Pós Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Curso de Mestrado Profissional, tendo sido APROVADO. Atestamos ainda que a obtenção do título dependerá de homologação pelo Órgão Colegiado competente.

Ilha Solteira, 12 de agosto de 2026

Márcia Regina Nagamachi Chaves
Supervisora Técnica de Seção – STPG

AGRADECIMENTOS

Ao chegar à reta final desta jornada, não poderia deixar de agradecer à minha família por compreender que os momentos em que tive que abdicar da sua companhia serão recompensados com muito amor e carinho. Agradeço à minha esposa Elenilda e às minhas filhas Fernanda e Gabriela. Agradeço também à minha amiga advogada Juliana Cerri, pela revisão institucional do trabalho.

Obrigado a todos que estiveram comigo nesta jornada, aos professores pela dedicação e empenho em transmitir conhecimento e aos colegas de curso do Mestrado Profissional em Rede Nacional de Regulação e Governança de Recursos Hídricos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) através do Convênio CAPES/UNESP **Nº.** 951420/2023. Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua o apoio técnico-científico aportado até o momento.

Agradeço a Deus por permitir que chegasse até aqui.

RESUMO

A drenagem urbana constitui um dos principais desafios da gestão dos recursos hídricos em regiões metropolitanas, especialmente em bacias hidrográficas intermunicipais caracterizadas por intensa urbanização e fragmentação institucional. Esta dissertação analisa o potencial do modelo de gestão da drenagem urbana por meio de Distritos de Drenagem como instrumento de governança dos recursos hídricos, tendo como estudo de caso a Bacia Hidrográfica do Córrego Pirajussara, localizada na Região Metropolitana de São Paulo. A pesquisa adota abordagem metodológica mista, combinando análise qualitativa institucional e análise quantitativa de dados hidrológicos e hidráulicos consolidados. Os estudos evidenciam que as limitações da drenagem urbana na bacia analisada decorrem, em grande medida, da ausência de coordenação intermunicipal, mais do que de restrições técnicas isoladas. A proposta de Modelo por Distritos de Drenagem apresenta-se como alternativa viável para aprimorar a governança, promover integração institucional e potencializar a adoção de soluções estruturais e não estruturais. Conclui-se que a gestão territorializada da drenagem urbana pode contribuir significativamente para a eficiência, sustentabilidade e resiliência dos sistemas urbanos de manejo de águas pluviais.

Palavras-chave: drenagem urbana; governança; recursos hídricos; distritos de drenagem; bacias hidrográficas.

ABSTRACT

Urban drainage represents one of the major challenges in water resource management within metropolitan regions, particularly in inter-municipal watersheds characterized by intense urbanization and institutional fragmentation. This dissertation analyzes the potential of an urban drainage management model based on Drainage Districts as a water governance instrument, using the Pirajussara Stream watershed—located in the São Paulo Metropolitan Area—as a case study. The research employs a mixed-methods approach, combining qualitative institutional analysis with quantitative analysis of consolidated hydrological and hydraulic data. The findings indicate that the limitations regarding urban drainage in the studied watershed stem largely from a lack of inter-municipal coordination rather than from isolated technical constraints. The proposed Drainage District model offers a viable alternative for improving governance, fostering institutional integration, and facilitating the adoption of both structural and non-structural solutions. The study concludes that a territorially based approach to urban drainage management can significantly contribute to the efficiency, sustainability, and resilience of urban stormwater management systems.

Keywords: urban drainage; governance; water resources; drainage districts; watersheds.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Evolução da Drenagem Urbana 23
Quadro 2 – Comparativo entre os modelos de gestão analisados no estudo 31
Quadro 3 – Cenário na BAT com 12 Distritos de Drenagem 37
Quadro 4 – Características socioeconômicas da área de estudo 66
Quadro 5 – Comparativo sintético de instrumentos normativos 71
Quadro 6 – Distribuição de Competências 75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Ocupação x porcentual de danos 43
Tabela 2 – Danos evitáveis 45
Tabela 3 – Danos evitáveis ao longo do período adotado 46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Canal com Várzea Natural 16
Figura 2 – Canal com a Várzea Natural inundada 17
Figura 3 – Leito maior do canal com Ocupação Urbana 17
Figura 4 – Inundação com Ocupação Urbana 18
Figura 5 – Integração dos Serviços de Saneamento Básico 22
Figura 6 – Múltiplos benefícios do SuDS 25
Figura 7 – Sistema de Drenagem em Londres 26
Figura 8 – Delimitação do Distrito de Drenagem e controle de inundação em Denver 28
Figura 9 – Configuração dos Atos em Piemonte - Itália 28
Figura 10 – Política Nacional de Recursos Hídricos 34
Figura 11 – Modelo de Gestão da Água 34
Figura 12 – Instrumentos de Gestão da Água 35
Figura 13 – Configuração de Distritos de Drenagem 36
Figura 14 – Divisão da BAT por Distritos de Drenagem 37
Figura 15 – Configuração de Distritos de Drenagem com dois municípios 38
Figura 16 – Áreas de Inundação 1999/2009 42
Figura 17 – Área de estudo proposta para Distrito de Drenagem 48
Figura 18 – Diagrama Unifilar das vazões para TR=100anos e capacidade de seção de estudo 49
Figura 19 – Obras propostas 50
Figura 20 – Planta de localização dos reservatórios 51
Figura 21 – Desenho de implantação do reservatório RPI-2 53
Figura 22 – Desenho de implantação do reservatório RPO-2/Portuguesinha 55
Figura 23 – Desenho de implantação do reservatório RPI-6/SHARP 58
Figura 24 – Desenho de implantação do reservatório RPI-8/Olaria 60
Figura 25 – Uso e Ocupação da Bacia Hidrográfica 63
Figura 26 - Diretrizes Sócio-Políticas Acumulativas 79

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 1 – Vista Geral da implantação do Reservatório de amortecimento de picos de cheias RPI – 2 / Jardim Nova República, com 120.000 m³- Embu das Artes 52

Foto 2 – Vista do vertedor do Reservatório de amortecimento de picos de cheias RPI – 2 / Jardim Nova República. 52

Foto 3 – Vista geral do Reservatório de amortecimento de picos de cheias RPI – 2 / Jardim Nova República, com 120.000 m³- Embu das Artes..... 53

Foto 4 – Reservatório de amortecimento de picos de cheias RPO – 2 / Portuguesinha, Estrutura de Saída- Taboão da Serra. 54

Foto 5 – Reservatório de amortecimento de picos de cheias RPO – 2 / Portuguesinha, com 120.000 m³ - Taboão da Serra 54

Foto 6 – Área de implantação do Reservatório de amortecimento de picos de cheias RPI – 6 / SHARP. 55

Foto 7 – Reservatório de amortecimento de picos de cheias RPI – 6 / SHARP, limpeza da área. 56

Foto 8 – Vista do Reservatório de amortecimento de picos de cheias RPI – 6 / SHARP em construção 56

Foto 9 – Vista do vertedor e da casa de bombas do Reservatório de amortecimento de picos de cheias RPI – 6 / SHARP..... 57

Foto 10 – Reservatório de amortecimento de picos de cheias RPI – 6 / SHARP, com 500.000 m³ - São Paulo..... 57

Foto 11 – Reservatório de amortecimento de picos de cheias RPI – 8 / Olaria, estrutura de sustentação da laje de cobertura - São Paulo 58

Foto 12 – Reservatório de amortecimento de picos de cheias RPI – 8 / Olaria, rampa de acesso para limpeza - São Paulo..... 59

Foto 13 – Reservatório de amortecimento de picos de cheias RPI – 8 / Olaria, com 82.000 m³ - São Paulo..... 59

Foto 14 – Reservatório de amortecimento de picos de cheias RPI – 8 / Olaria, com 82.000 m³ - São Paulo..... 60

Foto 15 – Situação da Galeria após a chuva de dezembro de 2009 – Notam-se problemas de uso e ocupação do solo na região 61

Foto 16 – Execução da laje de fundo da galeria de 5.200 m, ao longo da Avenida Pirajussasa 62

Foto 17 – Nota-se, de montante para jusante, que, neste trecho, a Prefeitura Municipal de São Paulo fez contenção em estacas justapostas, sem preocupação com a margem de Embu das Artes, à esquerda, que está sofrendo erosão 64

Foto 18 – Nota-se de jusante para montante máquina e revestimento em concreto armado à esquerda, executados pela Prefeitura Municipal de São Paulo. Não houve nenhuma preocupação com a margem de Embu das Artes, que erodia e foi recuperada com tratamento inferior 65

Foto 19 – Nota-se a Prefeitura Municipal de São Paulo de montante para jusante construindo muro de contenção apenas em sua margem, ignorando a margem esquerda que está sendo erodida em Embu das Artes 65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
BAT – Bacia do Alto Tietê
DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica
EPA – Environmental Protection Agency
FCTH – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos
GLA – Autoridade da Grande Londres
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LID – Low Impact Drainage
LLFA – Autoridades Locais de Inundação
LPAs – Autoridades Locais de Planejamento
ONU – Organização das Nações Unidas
PDDU – Plano Diretor de Drenagem Urbana
PDMAT – Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê
RMSP – Região Metropolitana de São Paulo
SIURB – Secretaria de Infraestrutura Urbana – Prefeitura Municipal de São Paulo
SP Águas – Agência de Águas do Estado de São Paulo
SuDS – Sustainable Drainage Systems
UDFCD – Urban Drainage and Flood Control District
USEPA – United States Environmental Protection Agency

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 16
1.1 Contextualização do problema 16
1.2 Delimitação do tema e estudo de caso 18
1.3 Problemas de pesquisa 19
1.4 Hipótese 19
1.5 Objetivos 19
1.5.1 Objetivo geral 19
1.5.2 Objetivos específicos 19
1.6 Definição conceitual adotada neste trabalho 20
2 REFERENCIAL TEÓRICO E LEIS BRASILEIRAS 22
2.1 Gestão integrada dos recursos hídricos e drenagem urbana 22
2.2 Evolução da drenagem urbana na região metropolitana de são paulo 22
2.3 Soluções sustentáveis e medidas não estruturais 23
2.4 Distritos de drenagem: experiências internacionais 27
2.5 Marco legal brasileiro aplicável 33
3 METODOLOGIA 39
3.1 Natureza e abordagem da pesquisa 39
3.2 Procedimentos metodológicos 39
3.2.1 Revisão bibliográfica e documental 39
3.2.2 Análise qualitativa institucional 40
3.2.3 Análise quantitativa e espacial da bacia hidrográfica 40
3.2.4 Estudo de caso e proposição do modelo 40
3.3 Delimitação do universo e das fontes de dados 41
3.4 Limitações da pesquisa 41
3.5 Protocolo de avaliação e teste do modelo proposto 41
3.5.1 Indicadores de desempenho institucional e operacional 41
3.5.2 Redução da mancha de inundação 43
3.5.2.1 Análise dos benefícios 43
3.5.2.2 Benefícios anuais dos danos diretos 43
3.5.2.3 Benefícios anuais dos danos ocasionados devido ao tráfego 45
3.5.2.4 Valor presente e valor futuro com base nos benefícios anuais dos danos evitados 46
3.5.3 Avaliação comparativa antes x depois 46
3.5.4 Fase piloto e avaliação ex post 47
4 ESTUDO DE CASO: BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO PIRAJUSSARA 48

4.1 Caracterização da bacia hidrográfica 48
4.2 Aspectos físicos, hidrológicos e hidráulicos 48
4.3 Uso e ocupação do solo 62
4.4 Arranjo institucional e conflitos intermunicipais 63
4.5 Delimitação da área de estudo para o distrito de drenagem 66
4.6 Proposição do modelo de gestão por distritos de drenagem 66
4.6.1 Fundamentos institucionais e jurídicos da proposta 67
4.6.2 Natureza jurídica e limites de atuação do Distrito de drenagem 69
4.6.3 Instrumento normativo para institucionalização do Distrito de Drenagem 70
4.6.4 Arquitetura institucional do modelo proposto 72
4.6.5 Modelo operacional do Distrito de drenagem – aplicação à bacia do córrego pirajussara 74
4.6.6 Síntese operacional do modelo proposto 75
4.6.7 Financiamento do modelo e delimitação do escopo econômico-financeiro 76
4.7 Síntese do estudo de caso 77
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES 78
5.1 Síntese dos resultados obtidos 78
5.2 Avaliação do modelo atual de gestão da drenagem urbana 78
5.3 Discussão sobre a proposta de distritos de drenagem 79
5.4 Integração com soluções baseadas na natureza e medidas não estruturais 80
5.5 Síntese crítica 80
6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 82
REFERÊNCIAS 84

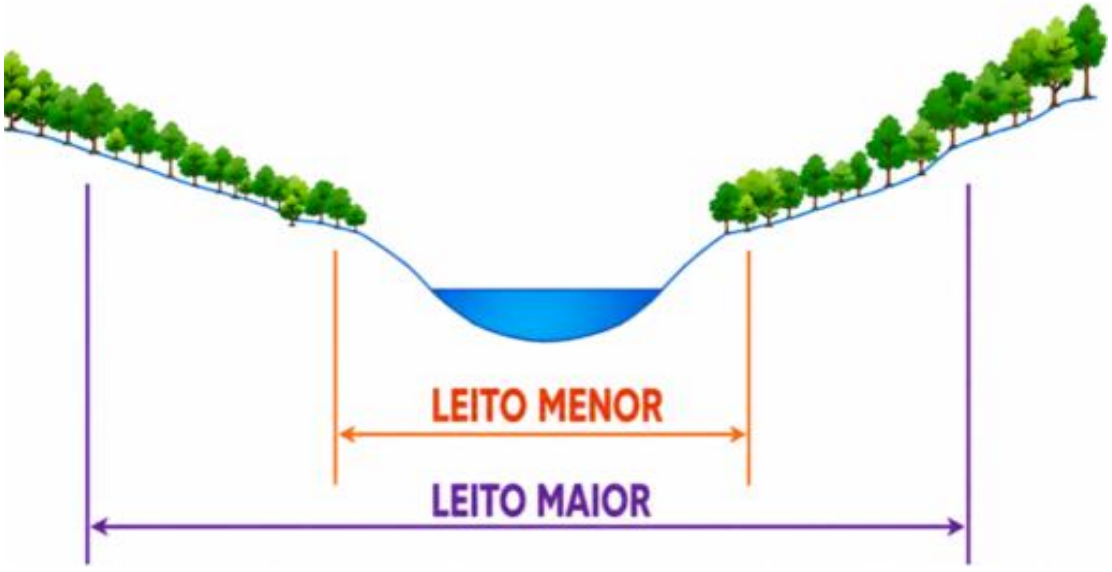
1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do problema

A gestão dos recursos hídricos no Brasil apresenta desafios estruturais significativos, especialmente no que se refere ao manejo das águas pluviais urbanas em áreas metropolitanas. Embora a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997) tenha estabelecido a bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento e gestão, observa-se, na prática, uma fragmentação institucional persistente, sobretudo em bacias hidrográficas intermunicipais.

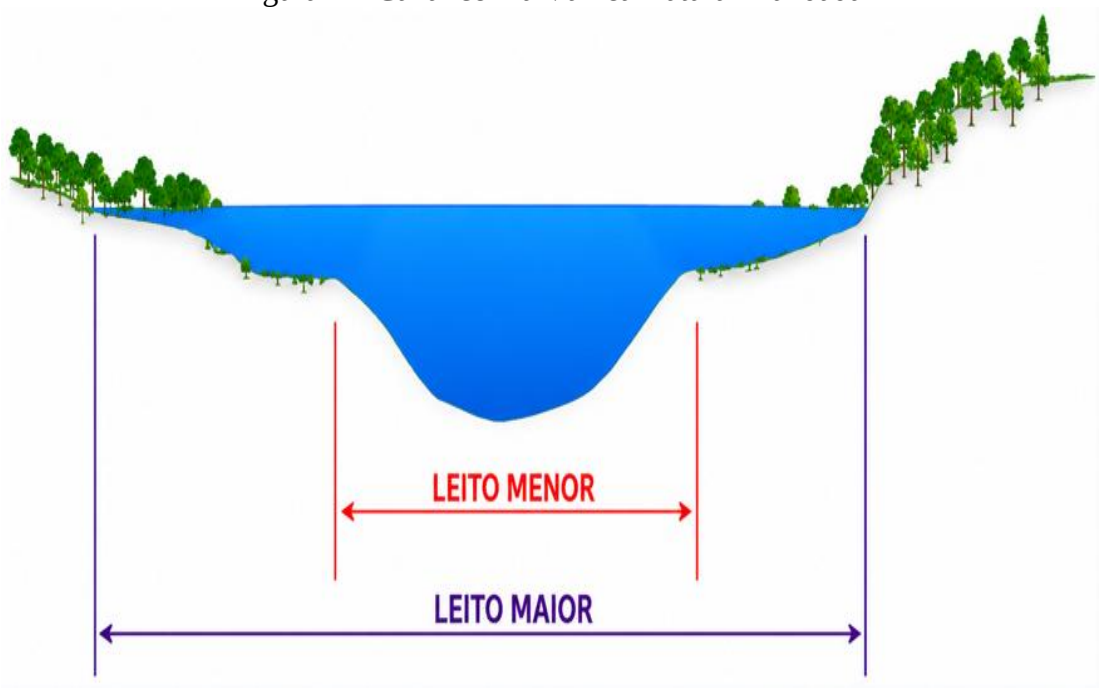
Na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), o processo acelerado e historicamente desordenado de urbanização promoveu profundas alterações no ciclo hidrológico natural. A supressão de várzeas, a canalização de cursos d'água e a impermeabilização extensiva do solo reduziram a capacidade de infiltração e armazenamento natural, ampliando picos de vazão e a recorrência de eventos de inundação. As Figuras 1 a 4 ilustram a transição de sistemas fluviais com várzeas naturais para canais confinados em ambientes urbanos densamente ocupados.

Figura 1 – Canal com Várzea Natural



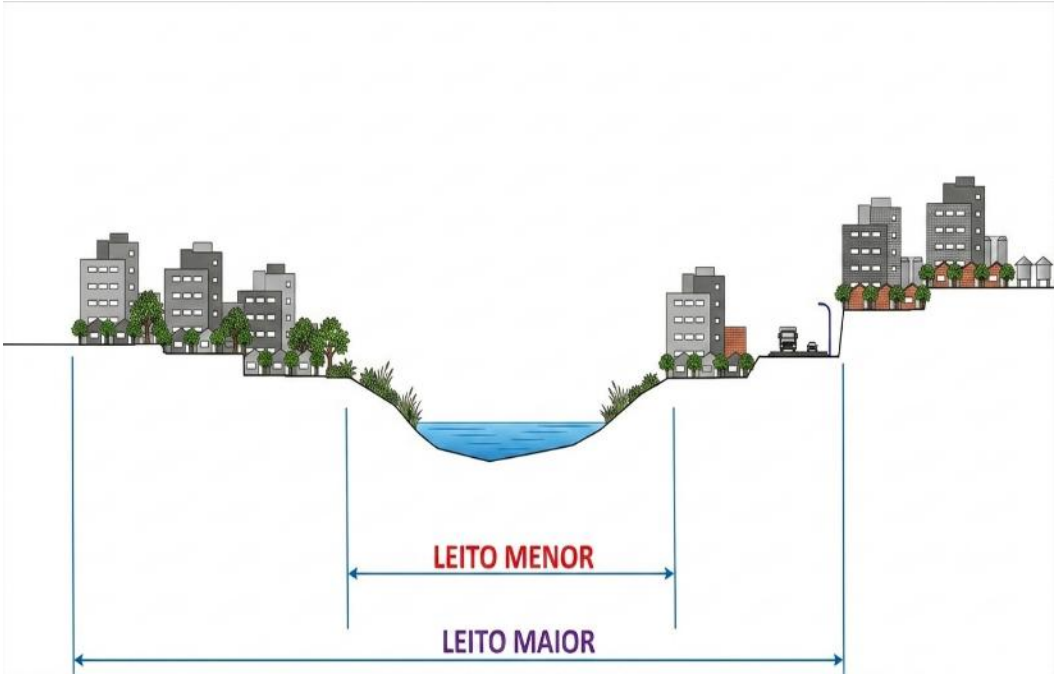
Fonte: Autor.

Figura 2 – Canal com a Várzea Natural inundada



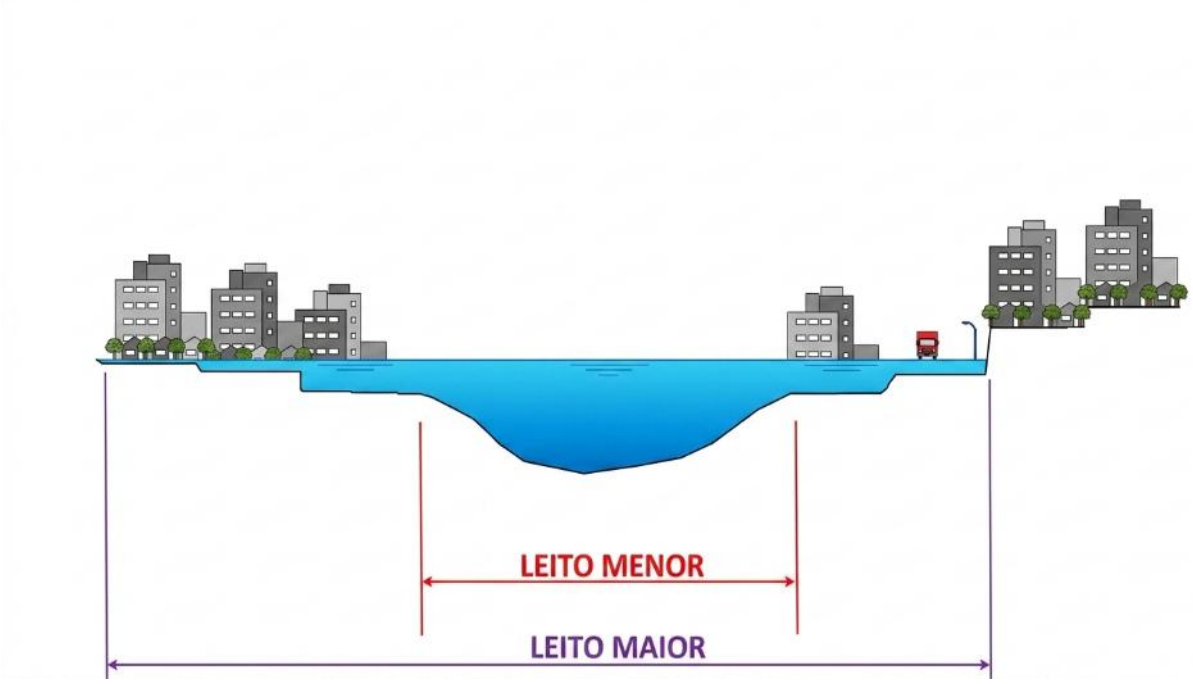
Fonte: Autor.

Figura 3 – Leito maior do canal com Ocupação Urbana



Fonte: Autor.

Figura 4 – Inundação com Ocupação Urbana



Fonte: Autor.

As soluções historicamente adotadas priorizaram intervenções estruturais, como canalizações e galerias, frequentemente implementadas de forma setorial e pontual. Tais medidas, embora necessárias em determinados contextos, mostraram-se insuficientes para enfrentar a complexidade institucional e territorial das bacias urbanas contemporâneas, além de transferirem impactos para jusante.

Nesse cenário, modelos de governança baseado em Distrito de Drenagem emergem como alternativa para promover uma gestão territorializada, integrada e multijurisdicional da drenagem urbana. Experiências internacionais demonstram que esses arranjos institucionais favorecem a coordenação entre entes federativos, à definição clara de responsabilidades e o fortalecimento da governança dos recursos hídricos.

Pelo exposto nos parágrafos precedentes, as soluções para a redução da frequência de ocorrências e da intensidade das enchentes são cada vez mais complexas e onerosas e serão mais frequentes em função das mudanças climáticas, dificultando o manejo das águas pluviais urbanas.

1.2 Delimitação do tema e estudo de caso

O presente estudo tem como foco a gestão da drenagem urbana por intermédio de Distrito de Drenagem, aplicados à Bacia Hidrográfica do Córrego Pirajussara, curso d’água que constitui limite físico entre os municípios de São Paulo, Taboão da Serra e Embu das

Artes. Trata-se de uma bacia amplamente estudada do ponto de vista hidrológico e hidráulico, com histórico recorrente de inundações e conflitos institucionais na execução de obras e ações de manutenção.

A área de estudo proposta de 39 km² corresponde à porção da bacia a montante da confluência com o córrego Poá, onde se encontra parte do município de São Paulo, representada especificamente pelo Distrito de Campo Limpo, uma porção de Taboão da Serra e outra de Embu das Artes. Esta região apresenta maior homogeneidade socioeconômica e de uso e ocupação do sol.

1.3 Problemas de pesquisa

Apesar de o arcabouço legal brasileiro reconhecer a bacia hidrográfica como unidade de gestão, o manejo das águas pluviais urbanas permanece marcado por fragmentação institucional, sobreposição de competências e ausência de coordenação intermunicipal, especialmente em bacias compartilhadas.

Como estruturar um arranjo territorial de coordenação técnico-institucional capaz de superar a fragmentação intermunicipal na gestão da drenagem urbana em bacias compartilhadas, tomando como estudo de caso a Bacia do Córrego Pirajussara?

1.4 Hipótese

A implantação do Modelo a ser discutido no Distrito de Drenagem como unidade territorial de coordenação técnico-institucional tende a reduzir conflitos de competência, aumentar a eficiência da alocação de investimentos e aprimorar a governança da drenagem urbana em bacias hidrográficas intermunicipais.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo geral

Avaliar o potencial do Modelo a ser apresentado no Distrito de Drenagem como instrumento de governança e gestão integrada da drenagem urbana na Bacia Hidrográfica do Córrego Pirajussara.

1.5.2 Objetivos específicos

- Analisar o modelo atual de gestão da drenagem urbana na bacia do córrego Pirajussara;

- Examinar experiências internacionais de modelo de gestão por distritos de drenagem;
- Identificar lacunas institucionais e conflitos de competência na gestão intermunicipal;
- Propor um modelo de distrito de drenagem adaptado ao contexto institucional brasileiro;
- Avaliar a aderência do modelo proposto ao marco legal dos recursos hídricos e do saneamento básico.

1.6 Definição conceitual adotada neste trabalho

Segundo Tucci (2009), a gestão de drenagem urbana deve ser estruturada por sub-bacias, (distritos de drenagem), geralmente menor que, 50 km², focando na macrodrenagem para gerenciar impactos de inundações. O planejamento deve incluir medidas estruturais e não estruturais, com intervenções próximas à fonte (micro drenagem) e áreas de preservação.

- **Conceito de Distritos (Sub-bacias):** A abordagem de Tucci (2008) foca na divisão da bacia hidrográfica em unidades menores (sub-bacias ou distritos de drenagem) para facilitar a gestão de inundações e o controle de inundações.
- **Gestão de Macrodrenagem:** Recomenda-se que o planejamento inclua o controle da vazão por causa da urbanização, com ações de suporte estadual/federal para municípios menores.
- **Medidas Sustentáveis:** A estratégia envolve o Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto (LID), que foca na manutenção da vegetação e solo, e técnicas de infiltração.
- **Ferramentas de Planejamento:** Inclui o zoneamento ambiental, preservação de faixas ribeirinhas e uso de parques inundáveis.

Para fins desta pesquisa, o Distrito de Drenagem são compreendidos como unidades territoriais de coordenação técnico-institucional, de natureza programática, sem personalidade jurídica própria, instituídas no âmbito da bacia hidrográfica ou de sub- bacias intermunicipais, destinadas à integração do planejamento, da execução e da operação dos serviços de drenagem urbana, sem prejuízo da titularidade municipal nem da criação de novos entes administrativos.

Nessa perspectiva, o Modelo a ser apresentado para os Distrito de Drenagem não se configuram como órgãos executivos, autarquias, consórcios públicos ou entidades

administrativas, mas como arranjos territoriais de governança, voltados à coordenação, à compatibilização técnica consensual de projetos e à articulação institucional das ações de drenagem urbana em áreas de interesse comum.

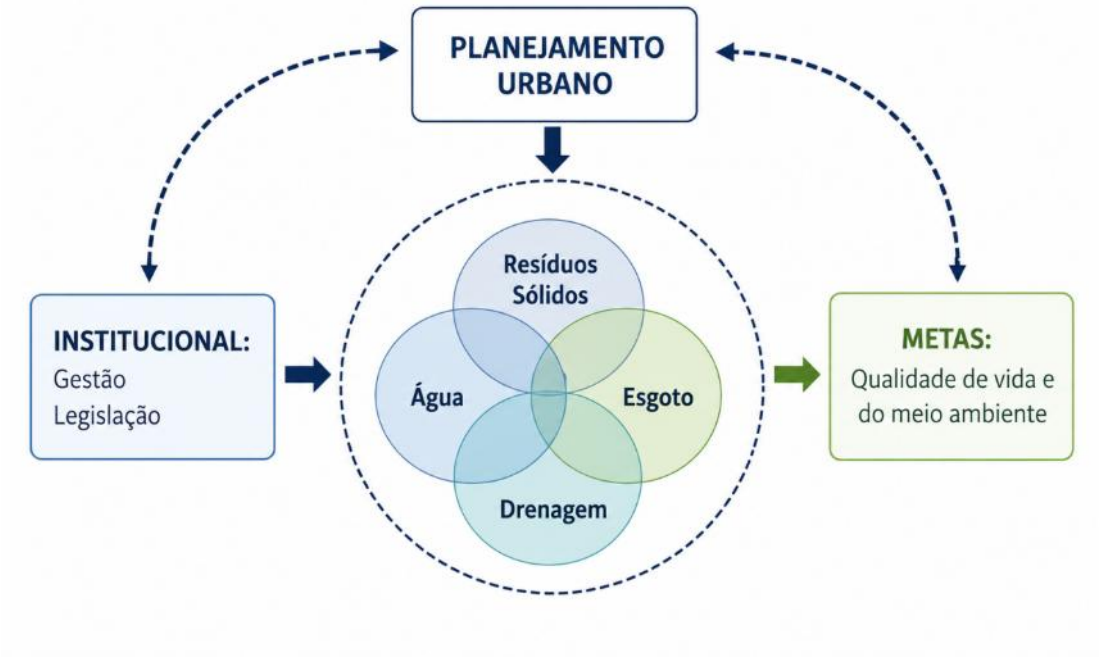
2 REFERENCIAL TEÓRICO E LEIS BRASILEIRAS

2.1 Gestão integrada dos recursos hídricos e drenagem urbana

A gestão integrada dos recursos hídricos pressupõe a articulação entre políticas setoriais, instrumentos legais e arranjos institucionais capazes de considerar a bacia hidrográfica como sistema socioambiental complexo. No contexto urbano, a drenagem pluvial assume papel estratégico, pois está diretamente associada à segurança hídrica, à saúde pública e à resiliência das cidades.

Autores como Tucci (2009) destacam a necessidade de superar modelos setoriais e fragmentados, propondo a integração entre abastecimento, esgotamento sanitário, drenagem urbana e manejo de resíduos sólidos, conforme ilustrado na Figura 5.

Figura 5 – Integração dos Serviços de Saneamento Básico



Fonte: Adaptado de Tucci (2009).

2.2 Evolução da drenagem urbana na região metropolitana de são paulo

Apresenta-se a seguir, breve histórico da macrodrenagem na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) que, em sua maior parte, se situa em uma única bacia hidrográfica do Alto Tietê.

As ações de combate às enchentes na RMSP até 1993 baseavam-se na simples ampliação dos canais e galerias. Ações pontuais que apenas transferiram os pontos de enchente para outros locais, muitas vezes outros municípios a jusante.

De 1993 para cá, houve uma mudança de paradigma em ações centradas na retenção e amortecimento dos picos de cheia. Sendo que as bacias devem controlar suas próprias enchentes, aliviando os pontos mais baixos e/ou bacias de jusante, ou ainda, trechos já canalizados que não podem ser ampliados.

O Quadro 1 a seguir apresenta a evolução da drenagem urbana na RMSP.

Quadro 1 – Evolução da Drenagem Urbana

ATÉ 1994	APÓS 1994	1994-1998	1998	2005	FUTURO
APENAS	RETENÇÃO	OBRAS DE	PLANO DIRETOR DE	CONCLUSÃO	CONTINUIDADE NOS
CANALIZAÇÃO		RETENÇÃO/	MACRODRENAGEM	DA CALHA	CONTROLE DE QUANTIDADE
	PISCINÃO	CANALIZAÇÃO	DA BACIA DO	DO	
OBS:	PACAEMBU		ALTO TIETÊ	RIO TIETÊ	CONTROLE DA QUALIDADE
(NORMALMENTE		RESERVATÓRIOS			D´ÁGUA / PISCINÕES /
FECHADA/RÁPIDA)	MUDANÇA DO	CABUÇU-DE-BAIXO,	PLANO DE	PROGRAMA DRENUS–	WETLANDS /
	PARADIGMA	ÁGUA ESPRAIADA E	DRENAGEM DE	REDUÇÃO	POLUIÇÃO DIFUSA
		ALTO ARICANDUVA	MUNICÍPIO DA	SIGNIFICATIVA DAS	
VISÃO	VISÃO	(PMSP),	RMSP (SANTO	VIAS DE FUNDO DE	PARQUES LINEARES
HIGIENISTA	CONSERVACIONISTA	TAMANDUATEÍ,	ANDRÉ)	VALE	
		PIRAJUSSARA			OPERAÇÃO EM TEMPO
		(DAEE)			REAL / SISTEMAS DE
					PREVISÃO E ALERTA

Fonte: Canholi (2005).

Neste contexto, uma solução para a atenuação das enchentes tem sido a implantação de reservatórios de detenção ou de amortecimento de cheias, popularmente chamados “piscinões”. Estes reservatórios representam uma forma de acumular, durante eventos chuvosos intensos, parte dos volumes de água dos rios, como tentativa de compensação pelos volumes que deixaram de ser acumulados nas várzeas que não mais existem e no subsolo, dada a impermeabilização das áreas. Entretanto, os reservatórios também se apresentam como soluções onerosas, pois exigem a disponibilização de áreas de implantação muitas vezes de grandes dimensões e com custos elevados em função da especulação imobiliária.

2.3 Soluções sustentáveis e medidas não estruturais

Outras soluções, além dos reservatórios para amortecimento de picos de cheias são apresentadas com a redução do escoamento superficial (run-off), (SILVEIRA *et al*., 2025) com Soluções baseadas na Natureza como alternativa complementar adotada pela gestão

pública brasileira para o manejo de águas pluviais urbanas. Ao longo de sua pesquisa, algumas soluções foram elencadas, a saber:

- Pavimentos permeáveis;
- Poços de infiltração;
- Trincheiras de infiltração;
- Valas de infiltração, são apresentadas com a redução do escoamento superficial (run- off), (SILVEIRA *et al*., 2025) com soluções
- Infiltração;
- Parques Lineares;
- Jardins de chuva;
- Coberturas/telhados verdes e
- Wetlands.

Segundo (SILVEIRA *et al*., 2025), estas soluções devem ser incorporadas aos Planos Diretores de Drenagem Urbana (PDDU) como forma de mitigação das enchentes.

Medidas Não Convencionais são defendidas por (Canholi, 2015); destacam-se soluções baseadas em sistemas de drenagem urbana sustentável (SUDS) e no conceito de urbanização de baixo impacto (LID).

Atualmente, há de se considerar as Boas Práticas de Gerenciamento de Águas Pluviais (BMPs), para a – ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA) dos Estados Unidos, em seu manual intitulado “National Menu of Best Management Practices (BMPs) For Stormwater”, as melhores Práticas de Gestão de Águas Pluviais devem apresentar:

Componentes estruturantes:

- Educação pública;
- Envolvimento comunitário;
- Controle de descargas ilícitas.
- Controle na construção;
- Medidas pós-construção;
- Prevenção da poluição.

Esses elementos ampliam a resiliência para além da dimensão física, incorporando:

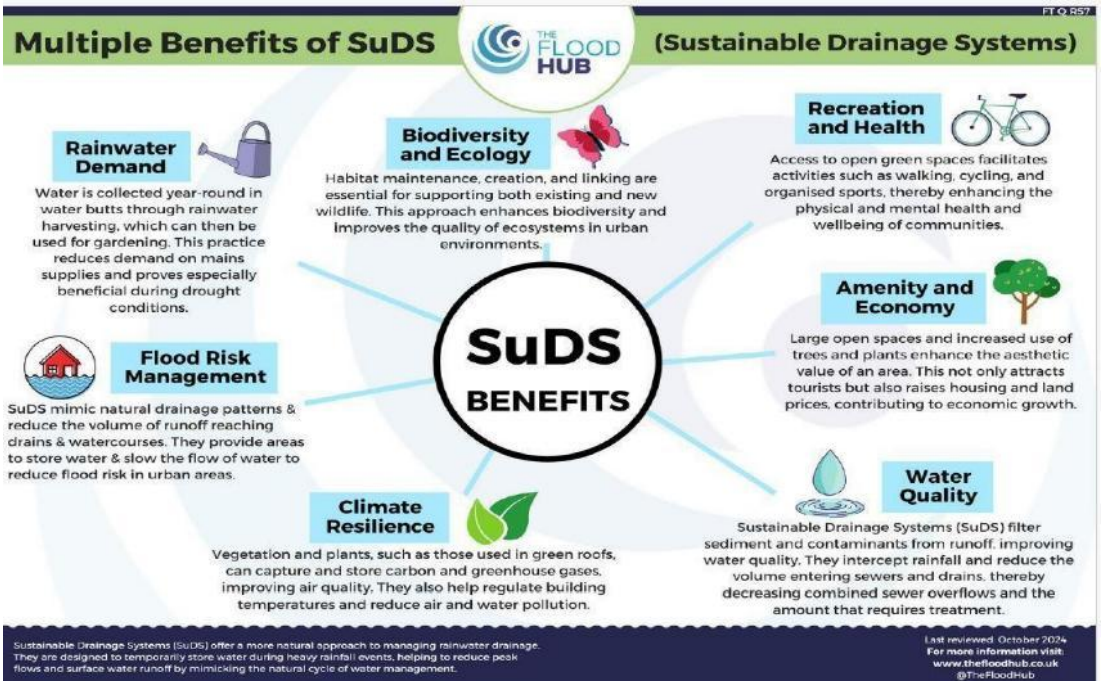
- Operação;
- Manutenção;

- Participação social;
- Fiscalização.

Nos distritos de drenagem propõe-se a gestão integrada dos serviços de água, manutenção da qualidade, proteção dos recursos hídricos, definição de tarifas e programas de investimento voltados à sustentabilidade e integração dos diversos atores da sociedade, em sua área de atuação.

Abordagens contemporâneas defendem a adoção de sistemas de drenagem urbana sustentável (SuDS) e de soluções baseadas na natureza, como pavimentos permeáveis, jardins de chuva, parques lineares e wetlands, conforme discutido por Canholi (2015) e (SILVEIRA *et al*., 2025). A Figura 6 apresenta os múltiplos benefícios associados aos SuDS.

Figura 6 – Múltiplos benefícios do SuDS



Fonte: THE FLOOD HUB (2024).

Segundo (FLETCHER *et al*., 2025), aprimorar a resiliência em sistemas de drenagem urbana (SDUs) exige:

> [...] novas abordagens de avaliação que considerem explicitamente as interações vitais entre ameaças, desempenho do sistema e os impactos de falhas resultantes, tanto em condições de carga normais quanto inesperadas (excepcionais). A abordagem de "tempestade de projeto" em função das mudanças climáticas deve ser feita por simulações multi-cenário, chuvas de blocos distribuídos espacialmente. Este modelo foi aplicado em Kampala, Uganda, demonstrando que a variabilidade espacial altera significativamente a funcionalidade residual do sistema.

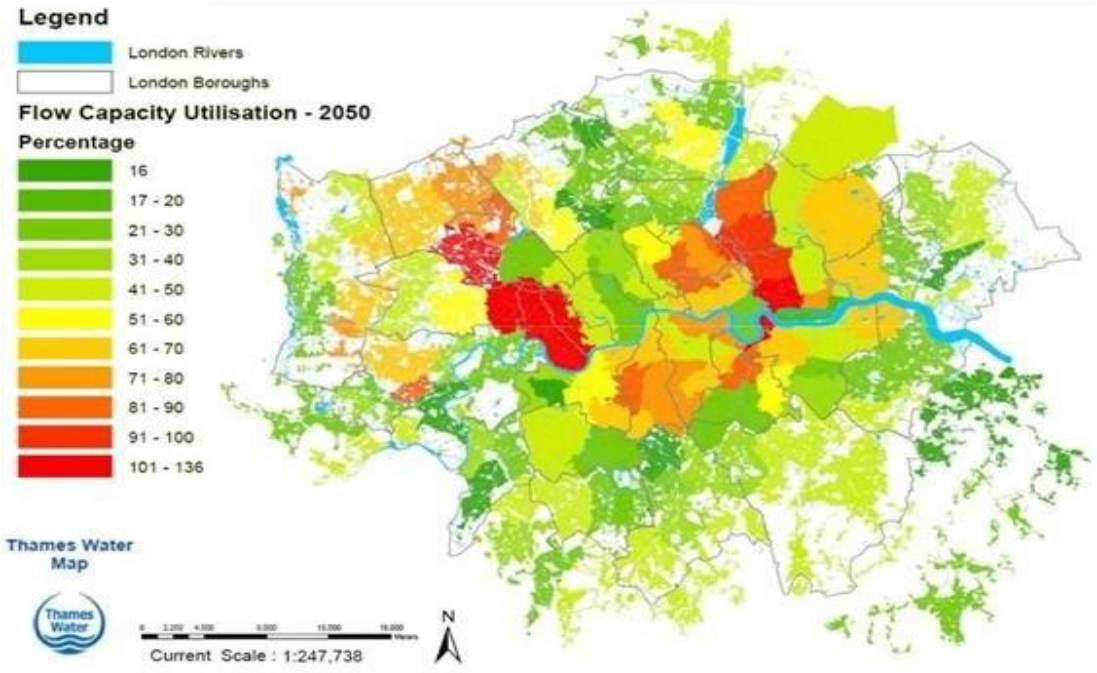
Para (ASHLEY *et al*., 2013), a infraestrutura para água, drenagem urbana e proteção contra inundações:

> [...] tem uma vida útil típica de 30 a 200 anos, e seu desempenho contínuo é muito sensível às mudanças climáticas, ele também critica o modelo tradicional, onde o planejamento dos sistemas de águas pluviais é baseado em um único cenário climático, propõe estratégias gerenciada/adaptativa, incorporando flexibilidade por intermédio do Real Options Analysis (RIO), visando reduzir o risco de má adaptação e perdas econômicas sob incertezas climáticas.

Em (BUTHER *et al*., 2017), considera que telhados verdes são cada vez mais utilizados para o manejo de águas pluviais. A retenção de água da chuva é influenciada pelo clima e pelo projeto do telhado verde.

Em Londres, que possui um Sistema Misto de captação de águas pluviais e esgoto, como mostra a figura 7, está investindo hoje na captação de água de chuva.

Figura 7 – Sistema de Drenagem em Londres



Fonte: GOV.UK, (2015).

As áreas destacadas em vermelho no mapa acima mostram onde os fluxos projetados no sistema geral podem exceder sua capacidade e onde se espera a ocorrência de inundações.

A captação de água da chuva é reconhecida por seu impacto não apenas na redução do consumo de água da rede pública, mas também na redução do fluxo de esgoto. A Autoridade da Grande Londres (GLA) reconhece isso em seu documento mais recente. Outros países já se beneficiam dessa dupla vantagem há muito tempo. Por exemplo, a Bélgica, há anos, exige que

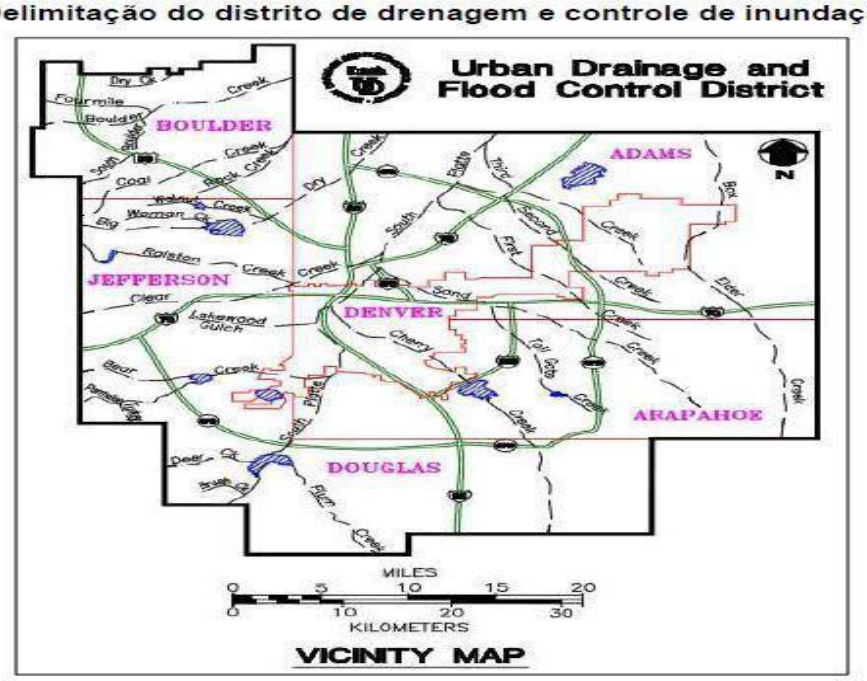
todas as novas construções tenham sistemas combinados de captação e atenuação de água da chuva.

2.4 Distritos de drenagem: experiências internacionais

Para facilitar o entendimento do assunto em questão, apresentamos alguns casos de sucesso com a implantação do Distrito de drenagem. Essas experiências revelam a importância de uma abordagem integrada e multijurisdicional quando se trata de planejamento e operação de sistemas de drenagem em áreas urbanas. A coordenação entre diferentes municípios, órgãos gestores e a definição de critérios técnicos, são fundamentais para garantir a eficiência, a segurança e a sustentabilidade do sistema como um todo. Países que adotaram a segmentação por distritos de drenagem têm demonstrado avanços significativos, tanto na redução de impactos causados por enchentes quanto na melhoria da qualidade ambiental, ao promover a recuperação de áreas degradadas e a implementação de soluções inovadoras adaptadas à complexidade urbana.

Nos Estados Unidos, o Urban Drainage and Flood Control District (UDFCD), em Denver, constitui referência de gestão multijurisdicional, integrando planejamento, a operação e financiamento (Figura 8).

Figura 8 – Delimitação do Distrito de Drenagem e controle de inundação em Denver



Fonte: PDMAT-3 (2013).

Na Itália, Piemonte instituiu a Autorità di Ambito, responsável pela gestão integrada dos serviços de água entre províncias e municípios.

Figura 9 – Configuração dos Atos em Piemonte - Itália



Fonte: PDMAT-3 (2013).

No Reino Unido, após a enchente de 2007, onde os danos estimados superaram £4bilhões, foram adotadas medidas administrativas e estruturais para aprimorar a gestão das águas superficiais urbanas.

Segundo JB. Ellis *et al*., (2010),

> [...] as mudanças também tornaram as Autoridades Locais de Inundação (LLFA) entidades de consulta legal em pedidos de planejamento, com o objetivo de reduzir a probabilidade de inundações de águas superficiais e seus impactos associados. Existem ainda as Autoridades Locais de Planejamento (LPAs), que devem buscar informações e orientações nas LLFA em relação à gestão de águas superficiais e à implementação de SuDS (Sustainable Drainage Systems) nos pedidos de planejamento.

Em resposta ao aumento da severidade e da frequência dos impactos climáticos, incluindo as inundações repentinas de 2021 e a onda de calor de 40 graus em 2022, o prefeito de Londres, Sadiq Khan, encomendou uma revisão independente do Plano de Resiliência Climática, para avaliar a situação e fazer recomendações que orientem os preparativos de Londres para eventos climáticos mais extremos. Cabe esclarecer que Londres, possuiu o Sistema Unificado de água e esgoto,

A presidente independente da Revisão de Resiliência Climática de Londres foi Emma Howard Boyd CBE, presidente da ClientEarth e embaixadora global da ONU para a Race to Resilience e a Race to Zero.

A revisão reuniu evidências de indivíduos, comunidades e organizações, incluindo o NHS (Serviço Nacional de Saúde), o Transport for London (Transport for London), o Corpo de Bombeiros de Londres, a Polícia Metropolitana, os Conselhos Municipais, a GLA, o Governo do Reino Unido, ONGs, o setor de serviços financeiros, instituições esportivas e culturais.

Para o Hackney Council, os distritos de drenagem urbana em Londres, frequentemente operando sob o conceito de Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentável (SuDS) e o plano "Drain London", proporcionam uma série de benefícios ambientais, sociais e econômicos. O objetivo principal é gerenciar as águas pluviais de forma natural, aliviando a infraestrutura de esgoto envelhecida.

Os principais benefícios incluem:

- **Redução do Risco de Inundações (Alagamentos):** Os SuDS retardam e armazenam a água da chuva, diminuindo a carga sobre os esgotos e o risco

de inundações em áreas urbanas, especialmente após chuvas fortes. O plano de Londres visa reduzir o fluxo de água superficial na rede de esgoto em 25% até 2040;

- **Melhoria da Qualidade da Água:** Técnicas como jardins de chuva, telhados verdes e pavimentos permeáveis filtram poluentes (microplásticos, hidrocarbonetos, metais pesados) do escoamento das estradas antes que a água chegue aos rios e córregos, beneficiando a vida selvagem;
- **Aumento da Biodiversidade e Espaços Verdes:** A criação de áreas úmidas (wetlands) e superfícies permeáveis promove a biodiversidade, criando habitats para plantas e animais dentro da cidade;
- **Mitigação do Efeito "Ilha de Calor" Urbano:** O aumento da vegetação e o armazenamento de água ajudam a resfriar o ambiente urbano, tornando as áreas mais agradáveis e sustentáveis;
- **Valorização do Paisagismo e Qualidade de Vida:** Os sistemas transformam espaços cinzas em áreas verdes, melhorando a estética das ruas e criando locais para recreação e lazer;
- **Sustentabilidade e Economia de Água:** O uso de técnicas de captação de água da chuva permite o reaproveitamento de água, além de auxiliar na recarga do lençol freático;
- **Eficiência e Redução de Custos:** Ao gerenciar a água na fonte, esses sistemas reduzem a necessidade de atualizações dispendiosas na infraestrutura de drenagem convencional.

Destaca-se que as Soluções de Drenagem Sustentável (SUDs) e outras medidas baseadas na natureza são altamente eficientes para melhoria da qualidade da água e contenção de chuvas recorrentes. Contudo, precisam ser tratadas de forma complementar no Brasil devido ao regime de chuvas tropicais intensas, que saturam rapidamente a capacidade de infiltração do solo, devendo atuar como sistemas complementares às medidas estruturais tradicionais, cruciais para suportar vazões extremas. Apesar dos avanços apresentados nos ítens 2.1 a 2.4, o sistema de macrodrenagem, não se prescinde das obras estruturantes convencionais (cinzas).

O quadro 2 apresenta o comparativo entre os modelos de gestão analisados neste estudo.

Quadro 2 – Comparativo entre os modelos de gestão analisados no estudo

QUADRO COMPARATIVO ENTRE MODELOS DE GESTÃO				
Serviços/Atividades	**ATO (Piemonte) Itália**	**(UDFCD) (Denver) USA**	**GLA (Londres) UK**	**DD (Pirajussara) Brasil (SP)**
Gestão dos serviços integrados de água;	**SIM**	**SIM**	**SIM**	**SIM***
Manutenção dos níveis e padrões de qualidade e eficiência;	**SIM**	**SIM**	**SIM**	**SIM***
Proteção e conservação dos recursos hídricos;	**SIM**	**SIM**	**SIM**	**SIM**
Utilização sustentável, preservação e recuperação das águas subterrâneas de acordo com as normas de planejamento regional e da bacia;	**SIM**	**SIM**	**SIM**	**SIM***
Definição do regime tarifário em função da qualidade dos recursos e serviços prestados;	**SIM**	**SIM**	**SIM**	**SIM***
Definição e implementação de um programa de investimento com vistas à economia de água e reutilização de águas residuais; e,	**SIM**	**SIM**	**SIM**	**SIM**
Aprimoramento da gestão pública através do desenvolvimento de estratégias de integração entre assuntos e temas pertinentes.	**SIM**	**SIM**	**SIM**	**SIM**
Instância de atuação/Decisão	**Autoridade da bacia/Governo Regional e Nacional**	**Gestão multijurisdicional**	**Autoridade local/Governo Regional e Nacional**	**Estadual/Comitê de Bacias**

QUADRO COMPARATIVO ENTRE MODELOS DE GESTÃO				
Participação Popular		**SIM**	**SIM**	**SIM**
Participação Setor Privado		**SIM**	**SIM**	**SIM**
Universidades/Terceiro Setor	**SIM**	**SIM**	**SIM**	**SIM**
Escritórios de Projetos Permanente	**SIM**	**SIM**		**SIM**
Revisão de Planos de Atuação	**SIM**	**SIM**	**SIM**	**SIM**

Fonte: elaborado pelo autor, com base nos modelos de gestão analisados (2026).

Nota: * Objetivo final

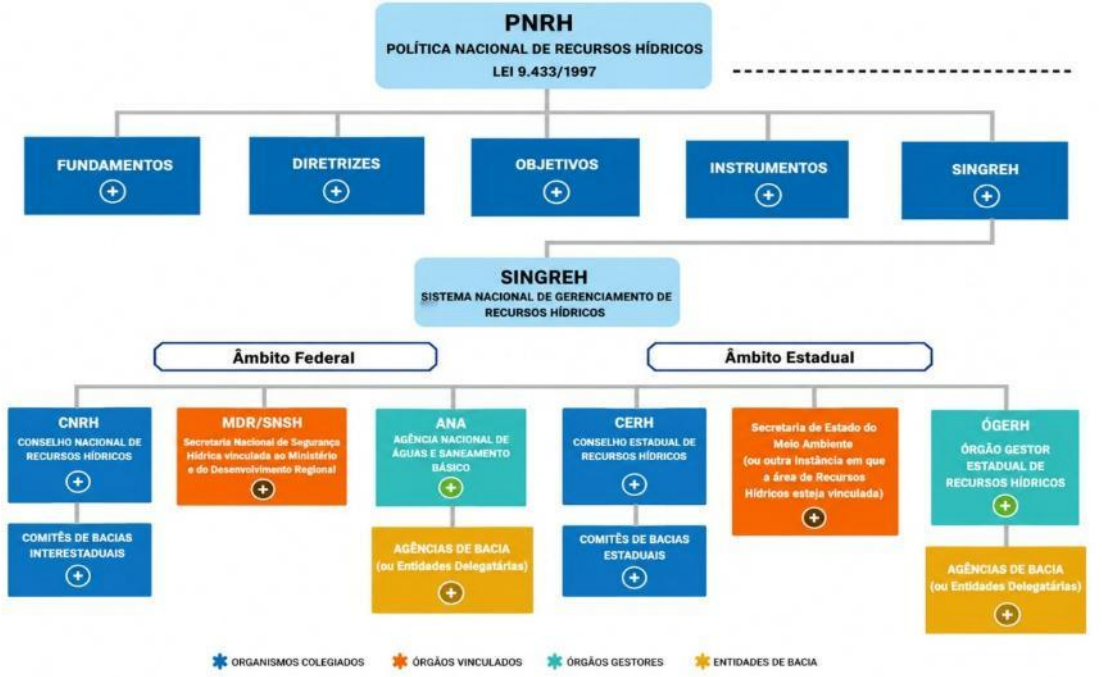
2.5 Marco legal brasileiro aplicável

Apresentamos a seguir as Leis Brasileiras, referentes ao tema:

- LEI Nº 9.433/1997: Política Nacional de Recursos Hídricos – define bacia hidrográfica como unidade de gestão e institui o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SINGREH);
- LEI nº 9.984/2000, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) é a agência reguladora dedicada a fazer cumprir os objetivos e diretrizes da Lei das Águas do Brasil, a Lei nº 9.433/1997 e o novo marco legal do saneamento básico, a Lei nº 14.026/2020;
- LEI Nº 11.445/2007: Marco Legal do Saneamento Básico – regula serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana;
- LEI nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Diário Oficial da União, Brasília, 2020;
- RESOLUÇÃO ANA Nº 245/2025: Estabelece normas para o manejo de águas pluviais urbanas, priorizando soluções baseadas na natureza e estratégias de resiliência urbana
- LEI Nº 7.663, DE 30 DE DEZEMBRO DE 1991 – Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, SÃO PAULO (Estado), 1991;
- LEI COMPLEMENTAR N° 1.413, DE 23 DE SETEMBRO DE 2024 – Dispõe sobre o regime jurídico das agências reguladoras estaduais, transforma o Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE em Agência de Águas do Estado de São Paulo - SP-ÁGUAS, e dá providências correlatas.

A seguir, apresentamos o funcionamento esquemático do PNRH.

Figura 10 – Política Nacional de Recursos Hídricos



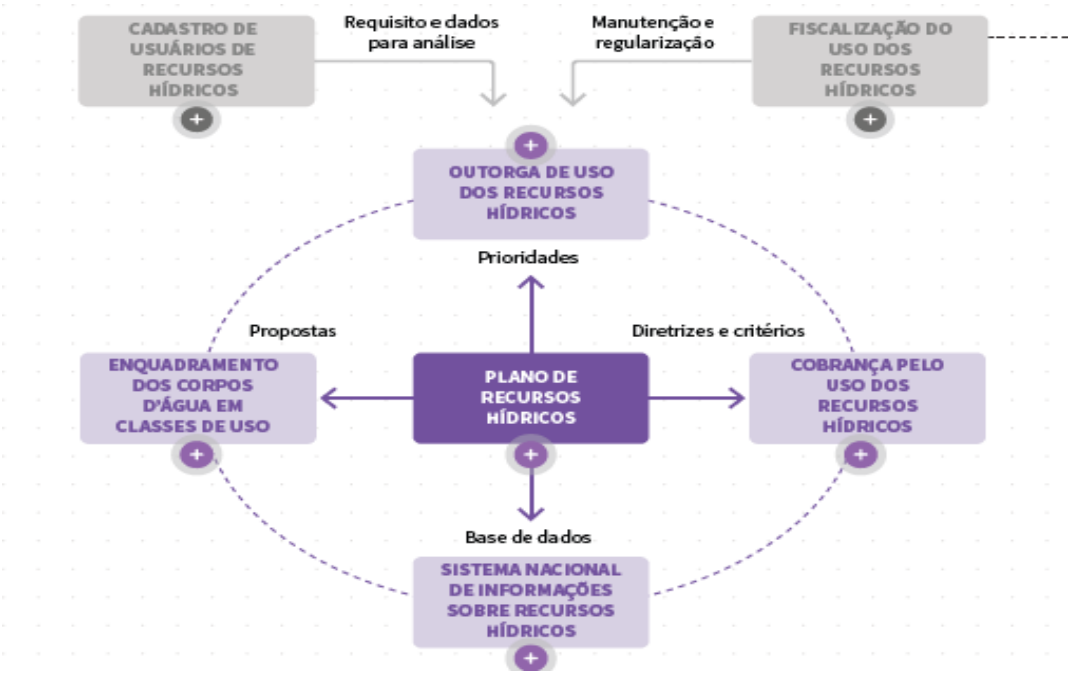
Fonte: ANA (2024).

Figura 11 – Modelo de Gestão da Água



Fonte: ANA (2024).

Figura 12 – Instrumentos de Gestão da Água



Fonte: ANA (2024).

Cabe destacar que os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH) são entes colegiados pertencentes ao Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

A Lei nº 9.433/1997 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, definindo a bacia hidrográfica como unidade de gestão e criando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A Lei nº 11.445/2007 estabeleceu o marco legal do saneamento básico, incluindo a drenagem urbana.

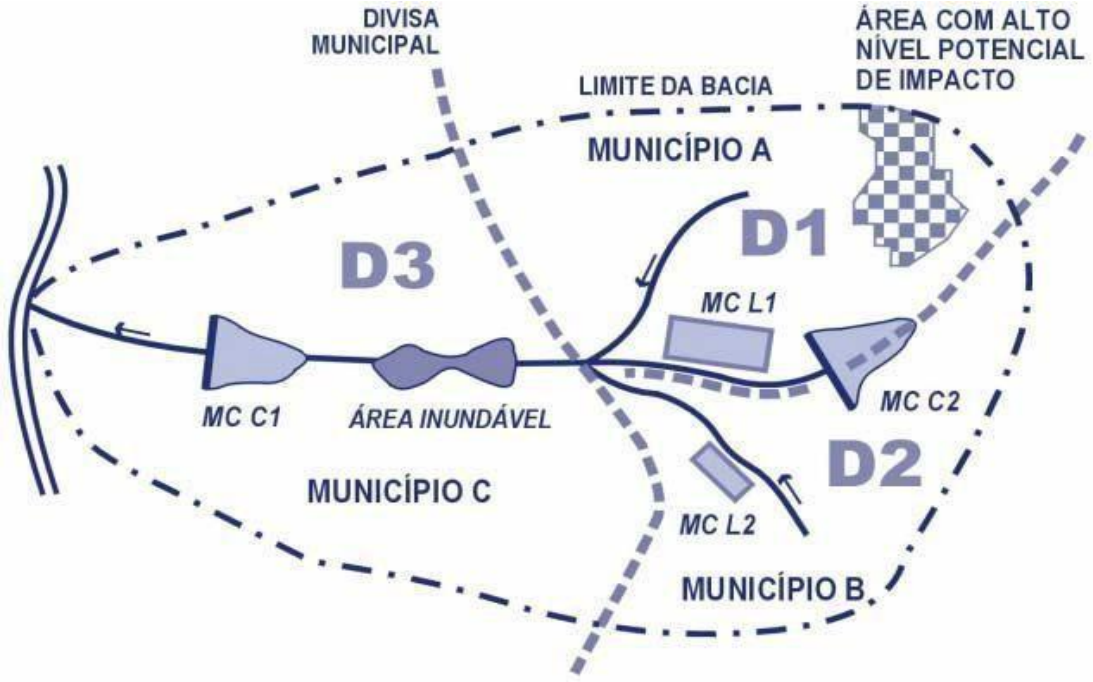
Mais recentemente, a Resolução ANA nº 245/2025 estabeleceu diretrizes específicas para o manejo de águas pluviais urbanas, priorizando soluções baseadas na natureza e estratégias de resiliência urbana.

O conjunto normativo analisado fornece suporte legal para a adoção de arranjos institucionais inovadores, como modelo de gestão no Distrito de Drenagem, desde que articulados aos Comitês de Bacia Hidrográfica e às políticas públicas setoriais.

No Brasil, temos algumas propostas apresentadas em Planos Diretores, como no Paraná, na bacia hidrográfica do Rio Iguaçu, e em São Paulo, na bacia hidrográfica do Alto Tietê, referentes à Gestão por Distritos de Drenagem.

Na Região Metropolitana de Curitiba, no Plano Diretor de Drenagem para a Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu (2002), esta proposta prevê a regulamentação por distritos de drenagem. Contudo, não há informações atuais sobre sua implantação.

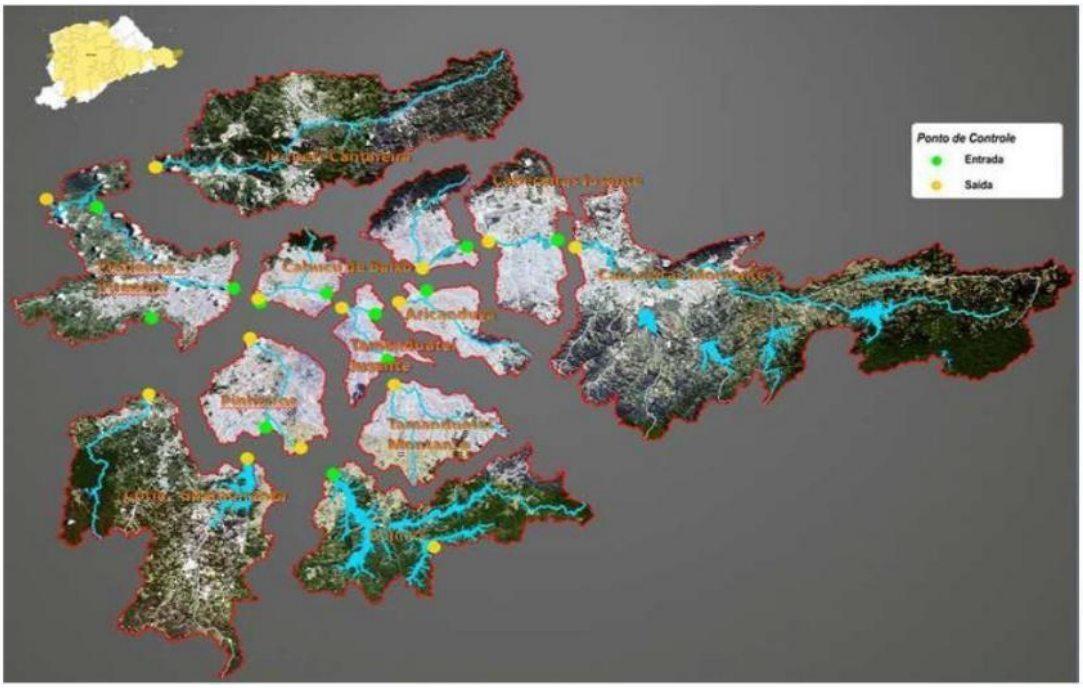
Figura 13 – Configuração de Distritos de Drenagem



Fonte: Plano Diretor de Iguaçu - Curitiba (2002).

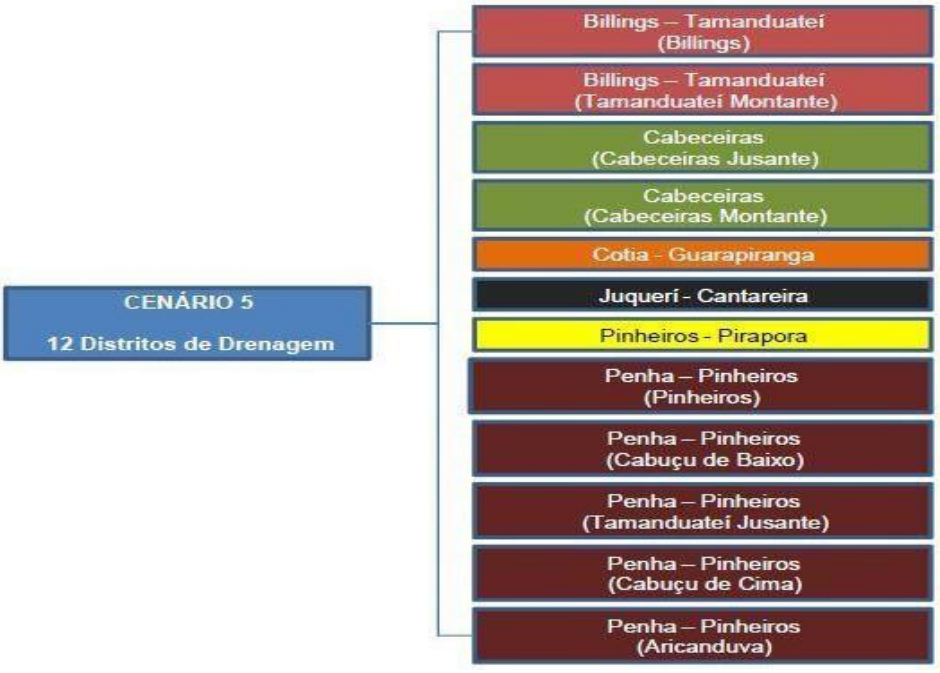
Na RMSP, foram propostos, mas não implantados, os Distritos de Drenagem conforme a configuração a seguir.

Figura 14 – Divisão da BAT por Distritos de Drenagem



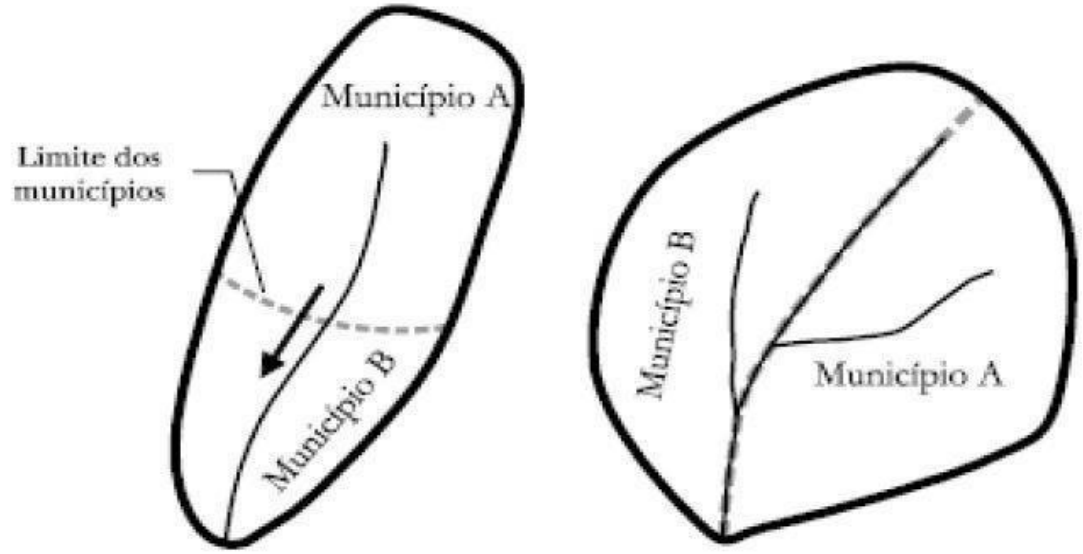
Fonte: PDMAT-3, 2013

Quadro 3 – Cenário na BAT com 12 Distritos de Drenagem



Fonte: PDMAT-3, 2013.

Figura 15 – Configuração de Distritos de Drenagem com dois municípios



a - montante para jusante b - relação de fronteira

Fonte: TUCCI & MELLER, 2007

3 METODOLOGIA

3.1 Natureza e abordagem da pesquisa

A presente pesquisa caracteriza-se como aplicada, com finalidade propositiva, uma vez que busca analisar um problema concreto de gestão da drenagem urbana e propor um modelo institucional de governança por Distrito de Drenagem. Quanto à abordagem, adota-se o método misto (qualitativo e quantitativo), adequado à complexidade dos sistemas de recursos hídricos urbanos, que envolvem simultaneamente aspectos técnicos, institucionais, territoriais e sociais.

A abordagem qualitativa permite compreender os arranjos institucionais, os conflitos de competência e os modelos de governança existentes, enquanto a abordagem quantitativa subsidia a análise técnica da bacia hidrográfica, com base em dados hidrológicos, hidráulicos e espaciais previamente consolidados.

A opção pelo método misto justifica-se pela natureza sistêmica do objeto de estudo que envolve simultaneamente dimensões técnicas, territoriais e institucionais. A utilização de dados secundários consolidados assegura confiabilidade às análises hidráulicas, enquanto a abordagem qualitativa permite compreender os arranjos institucionais e suas limitações operacionais.

3.2 Procedimentos metodológicos

A pesquisa foi estruturada em quatro etapas metodológicas principais, conforme descrito a seguir.

3.2.1 Revisão bibliográfica e documental

Foi realizada revisão bibliográfica sistemática em bases de dados científicas nacionais e internacionais, com destaque para o Portal de Periódicos da CAPES, Scopus e Web of Science. As buscas contemplaram publicações relacionadas à gestão da drenagem urbana, governança dos recursos hídricos, distritos de Drenagem, urban drainage management e soluções baseadas na natureza.

Paralelamente, procedeu-se à análise documental de legislações, normas técnicas, planos diretores e relatórios institucionais, tais como o Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê (PDMAT), cadernos de bacias hidrográficas, planos diretores de drenagem urbana e documentos da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico.

3.2.2 Análise qualitativa institucional

A análise qualitativa concentrou-se na avaliação do modelo atual de governança da drenagem urbana na Bacia do Córrego Pirajussara, considerando a atuação dos entes federativos, dos Comitês de Bacia hidrográfica e das instituições responsáveis pela implementação, operação e manutenção dos sistemas de drenagem.

Foram examinados conflitos institucionais evidenciados na execução de obras e intervenções em trechos limítrofes entre municípios, bem como lacunas, de coordenação intermunicipal. Adicionalmente, realizou-se estudo comparado com experiências internacionais consolidadas, como o Urban Drainage and Flood Control District (Estados Unidos), a Autorità di Ambito (Itália) e as Autoridades Locais de Inundação (Reino Unido).

3.2.3 Análise quantitativa e espacial da bacia hidrográfica

A etapa quantitativa baseou-se na análise de dados secundários provenientes de estudos técnicos previamente realizados na Bacia do Córrego Pirajussara, em especial os elaborados pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos (FCTH), pela Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana (SIURB) e pelo antigo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), atualmente Agência de Águas do Estado de São Paulo (SP Águas).

Foram analisadas informações relativas a: - uso e ocupação do solo; - características físicas da bacia; - vazões de projeto associadas a diferentes tempos de retorno; - capacidade hidráulica das seções de controle.

A análise espacial foi realizada por meio de mapas temáticos existentes, permitindo a identificação de áreas homogêneas sob o ponto de vista socioeconômico e territorial, além de dados coletados do IBGE, subsidiando a proposta de delimitação do Distrito de Drenagem.

3.2.4 Estudo de caso e proposição do modelo

O estudo de caso constitui o eixo central da pesquisa e foi desenvolvido a partir da aplicação dos referenciais teóricos e institucionais à realidade da Bacia do Córrego Pirajussara. Com base nos resultados das análises qualitativas e quantitativas, propõe-se um modelo de gestão por Distrito de Drenagem, delimitados territorialmente e articulados aos instrumentos de gestão existentes.

O modelo proposto considera aspectos técnicos, institucionais e legais, buscando compatibilidade com o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, com o

marco legal do saneamento básico e com as diretrizes estabelecidas pela Resolução ANA nº 245/2025.

3.3 Delimitação do universo e das fontes de dados

O universo da pesquisa corresponde à Bacia Hidrográfica do Córrego Pirajussara, com ênfase na porção localizada a montante da confluência com o Córrego Poá. As fontes de dados utilizadas são secundárias, provenientes de estudos técnicos oficiais, bases de dados institucionais e publicações científicas, não havendo coleta direta de dados primários junto a indivíduos.

3.4 Limitações da pesquisa

As limitações do estudo estão relacionadas à dependência de dados secundários e à impossibilidade de validação empírica imediata do modelo proposto. Entretanto, a ampla base documental e a consolidação dos estudos técnicos existentes conferem robustez às análises realizadas.

A ausência de validação empírica imediata do modelo é mitigada pela definição de protocolo metodológico específico de avaliação e teste, apresentado no item 3.5, compatível com a natureza aplicada e propositiva da pesquisa.

3.5 Protocolo de avaliação e teste do modelo proposto

Considerando o caráter descritivo-propositivo desta pesquisa e a inexistência de implementação empírica prévia do Distrito de Drenagem na Bacia do Córrego Pirajussara, a validação do modelo proposto não se fundamenta na mensuração direta de resultados, mas na definição de um protocolo metodológico de avaliação e teste, aplicável em eventual fase de implantação piloto.

Esse protocolo tem por objetivo conferir testabilidade empírica ao modelo, permitindo sua avaliação futura com base em indicadores objetivos, critérios comparativos e mecanismos de retroalimentação institucional, em consonância com a natureza aplicada do mestrado profissional.

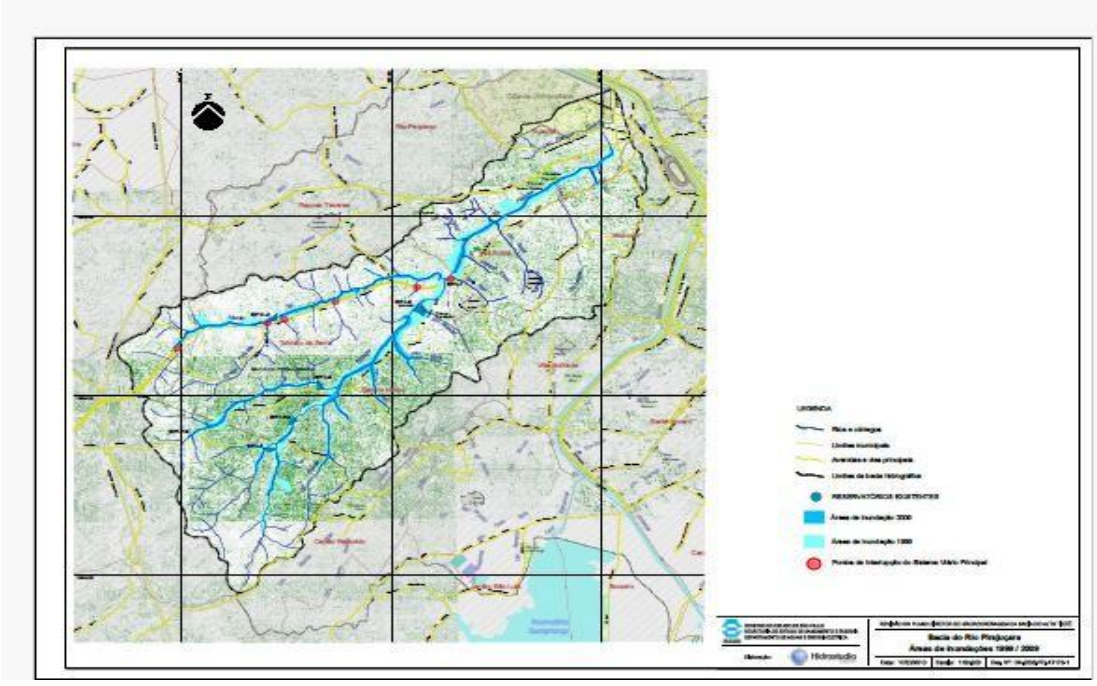
3.5.1 Indicadores de desempenho institucional e operacional

Para a avaliação do desempenho do Distrito de Drenagem, propõem-se indicadores organizados em três dimensões complementares:

a) Governança e coordenação institucional, contemplando a articulação intermunicipal, a compatibilização prévia de projetos em trechos limítrofes, a redução de conflitos institucionais e a regularidade de instâncias técnicas de coordenação;
b) Eficiência operacional, abrangendo o tempo de resposta institucional a eventos críticos, o alinhamento entre cronogramas de obras municipais e a integração de sistemas de monitoramento e alerta hidrometeorológico;
c) Planejamento e integração territorial, considerando a compatibilidade entre os Planos Diretores Municipais de Drenagem, o PDMAT e o Plano de Bacia, bem como a incorporação coordenada de soluções baseadas na natureza e de medidas não estruturais.

Como comparação à eficiência do modelo, **um indicador importante é a mitigação da mancha de inundação da área de estudo** e por consequência, a redução de danos materiais e sociais, além de doenças de veiculação hídrica, aliviando o setor de saúde pública. A figura 16 mostra a mancha de inundação de 1999 e 2009.

Figura 16 – Áreas de Inundação 1999/2009



Fonte: PDMAT, (2009).

Os indicadores possuem caráter orientativo e adaptável, podendo ser ajustados conforme a escala territorial e o grau de maturidade institucional do modelo.

3.5.2 Redução da mancha de inundação

3.5.2.1 Análise dos benefícios

Os benefícios monetários do controle das inundações são obtidos por uma simulação do mercado do controle das inundações. A simulação consiste na verificação de quanto os indivíduos atingidos estariam dispostos a pagar, para prevenir os danos que as inundações provocam. Essa quantia seria igual, no máximo, ao dano esperável na área.

Esses danos são estabelecidos através de uma avaliação feita na área inundada, sendo compostos dos seguintes itens: danos causados às edificações, equipamentos, produção, processo produtivo, pessoas e bens em geral.

3.5.2.2 Benefícios anuais dos danos diretos

Os danos da área diretamente afetada podem ser estimados a partir de danos históricos levantados na área inundada em estudo ou, mais expeditamente, por meio de fórmulas empíricas definidas para situações de inundação similares.

Os danos da área indiretamente afetada são quase sempre estimados como uma fração do dano direto de mesma natureza, por meio de percentuais definidos em levantamentos realizados em vários episódios de inundação pesquisados. Em levantamentos realizados no Brasil, por Vieira (1970) e pela COPLASA, para o DAEE (1969), os danos indiretos verificados ficaram da ordem de 20% dos danos diretos totais. No trabalho de KATES: "Industrial Flood Losses: damage estimation in Leligh Valley", citado nos trabalhos de JAMES e LEE (1971), os danos indiretos são apresentados como sendo uma porcentagem dos diretos, de acordo com o tipo de ocupação. Na Tabela 1 a seguir são apresentadas estas percentagens.

Tabela 1 – Ocupação x porcentual de danos

OCUPAÇÃO	PORCENTUAL DE DANOS INDIRETOS SOBRE DANOS DIRETOS
Área Residencial	15
Área Comercial	37
Industrial	45
Serviços	10
Propriedades Públicas	34
Agricultura	10
Autoestradas	25
Ferrovias	23

Fonte: PDMAT-1, (1999)

Em áreas de grande circulação de veículos é importante considerar os custos de interrupção ou atraso no tráfego.

Para danos diretos, uma das formas mais práticas é a equação desenvolvida por JAMES (1972), citada por TUCCI (1994). Nesta equação, apresentada a seguir, é suposto que os danos diretos em edificações nas áreas urbanas, incluindo o conteúdo, e em áreas adjacentes tais como jardins e quintais, variem linearmente com a altura da inundação e com o coeficiente Kd.

Cd = Kd. Me. h. A

onde:

Cd = dano direto;

Kd = 0,15/m, coeficiente médio, JAMES (1964);

Me = valor de mercado das edificações por unidade de área;

h = altura da inundação;

U = proporção de ocupação da área de ocupação desenvolvida e a área total inundada;

A = área inundada.

Para melhor identificação das áreas de inundação na Bacia do Pirajuçara, foram efetuados levantamentos em campo, cujos resultados são apresentados no desenho PDAT1-HI-DE-068.

No caso da Bacia do Pirajuçara, adotar-se-ão os seguintes critérios para a definição dos benefícios monetários decorrentes do controle das inundações:

Para o cálculo do valor do benefício anual, considerou-se o tipo diferente de inundação, com suas respectivas alturas médias de lâmina d'água estimada e periodicidade de ocorrência:

- Área de inundação

Área situada a montante da Avenida Eliseu de Almeida, com frequência periódica de inundação, duas vezes ao ano. Área de 1.938.275 m². Altura de inundação média de 0,3 metros.

- Custo médio de valor de mercado das edificações, por unidade de área (Me), igual a R$1338,00/m² (atualizado para 2026), incluindo o valor do terreno, para o trecho a montante do emboque da galeria na Avenida Eliseu de Almeida.

- Coeficiente médio sugerido (JAMES, 1964) Kd = 0,15/m;
- Custo indireto de 20% do custo direto, que reflete a experiência brasileira e fica próximo do valor médio encontrado por Kates;
- A taxa de ocupação adotada (U) foi de 20%, que parece bastante representativa para a área sujeita à inundação.

3.5.2.3 Benefícios anuais dos danos ocasionados devido ao tráfego

Em áreas de grande circulação de veículos, é importante considerar os custos de interrupção e atraso no tráfego.

- tráfego: devido à redução na velocidade média, atribui-se em geral que se triplicam os custos normais de operação dos veículos, resultando em valores de prejuízo abaixo:

  Veículos particulares R$ 1,74/km

  Veículos comerciais (caminhões) R$ 10,00/km

- tempo perdido: o tempo perdido pelos passageiros dos veículos e motoristas durante as interrupções de tráfego em consequência das inundações pode ser economicamente quantificado da seguinte forma:

  Veículos particulares: R$20,04/h/passageiro

  Ônibus e caminhões: $ 6,66/h/passageiro

- Considerar-se-á a média de **1,5** passageiros por veículo particular e **50** passageiros por ônibus, assim como um período médio de tempo perdido de 3 horas.
- Em relação ao número total de veículos para a área de estudo, serão adotados os seguintes valores, segundo dados da CET (valores médios - PDMAT,1999): veículos particulares **2.700**; ônibus e caminhões, **340**. A tabela 2 a seguir apresenta os resultados obtidos para os danos evitáveis.

Tabela 2 – Danos evitáveis

Curso d'água	Área (m²)	Altura média (m)	Ocupação (%)	Cd. 1,20 (R$)	Tráfego (R$)	Freq. (anos)	Benefício anual total (R$)
Pirajussara Superior	1.938.275	0,3	0,2	28.008.849,06	826.086,00	2,0	57.669.870,12

Fonte: PDMAT-1, (1999)

3.5.2.4 Valor presente e valor futuro com base nos benefícios anuais dos danos evitados

Para entender melhor como a redução da mancha de inundação é um bom indicador para o distrito de drenagem, podemos calcular o benefício total ao longo de um determinado período, por intermédio do valor presente e valor futuro.

- **Valor Presente (VP)** corresponde ao valor atual de uma quantia. Neste estudo, ele equivale ao benefício anual total apresentado na Tabela 2 do item 3.5.2.3.
  - O **Valor Futuro (VF)** é o quanto esse dinheiro valerá no futuro, após render juros por um determinado período. Ambos são conceitos matemáticos que medem a **correção do dinheiro no tempo, a saber:**
  - Fórmula do Valor Futuro: $\mathbf{VF = VA \times (1+i)^n}$
  - Fórmula do Valor Presente: **VP = VF / [(1+i)^n]**
  - Onde "i" é a taxa de juros;
  - e "n" é o número de períodos

A tabela 3 mostra o ganho ao longo do tempo que os danos evitados podem proporcionar.

Tabela 3 – Danos evitáveis ao longo do período adotado

Curso d'água	Área (m²)	Valor Presente (R$)	Tempo (anos)	Juros (% anual)	Valor Futuro (R$)
Pirajussara Superior	1.938.275	**57.669.870,12**	25	12	**980.391.506,36**

Fonte: PDMAT-1(1999) pelo autor.

3.5.3 Avaliação comparativa antes x depois

A avaliação do modelo poderá ser realizada por meio de abordagem comparativa antes x depois, de natureza contrafactual, considerando, de um lado, o cenário anterior à implantação — marcado por ações isoladas e fragmentação institucional — e, de outro, o cenário posterior à implantação piloto, caracterizado pela existência de instância territorial de coordenação, compartilhamento de informações técnicas e articulação prévia das intervenções.

Essa comparação privilegia variáveis institucionais e procedimentais, mais alinhadas ao objetivo central da pesquisa, que consiste no aprimoramento da governança da drenagem urbana.

3.5.4 Fase piloto e avaliação ex post

Propõe-se que a implementação do modelo por Distrito de Drenagem ocorra inicialmente por meio de uma fase piloto, restrita à porção da Bacia do Córrego Pirajussara localizada a montante da confluência com o córrego Poá, conforme delimitada no estudo de caso.

A fase piloto permitirá testar o funcionamento do arranjo institucional, avaliar a aderência dos municípios ao modelo de coordenação e identificar ajustes necessários nos fluxos de informação, planejamento e articulação técnica.

A avaliação ex post deverá ser conduzida pelo Comitê de Bacia Hidrográfica, com apoio técnico do órgão gestor estadual e participação dos municípios envolvidos, com base nos indicadores propostos e nos registros das atividades desenvolvidas. Os resultados poderão subsidiar o aperfeiçoamento do modelo, sua consolidação normativa e a eventual replicação para outras sub-bacias intermunicipais da Região Metropolitana de São Paulo.

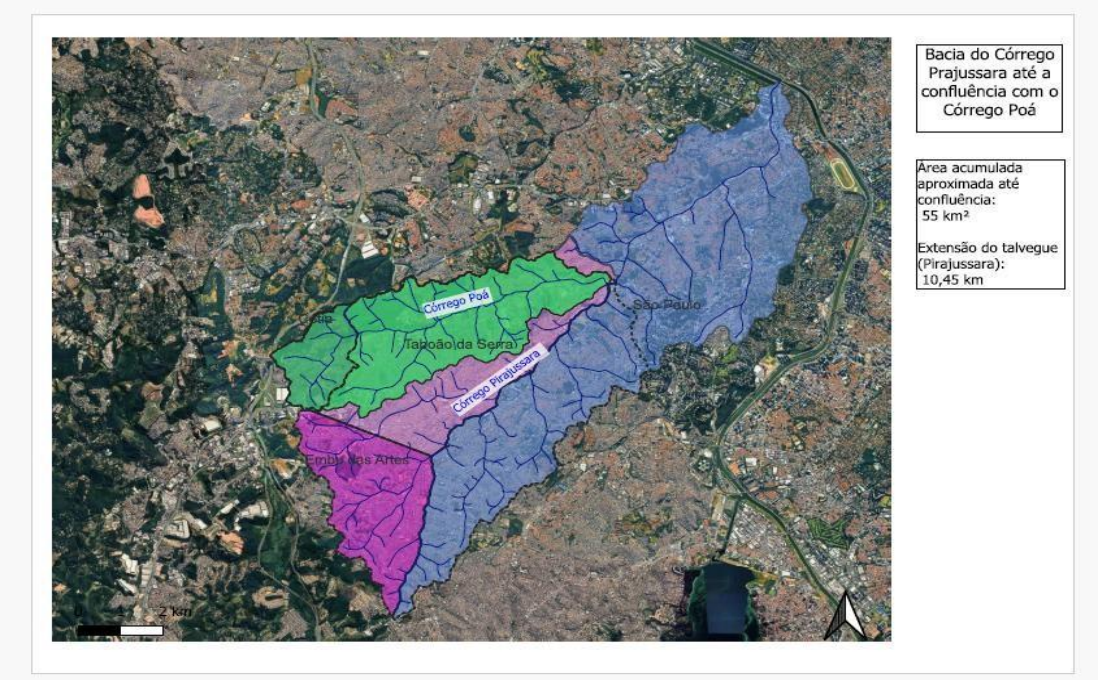
4 ESTUDO DE CASO: BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO PIRAJUSSARA

4.1 Caracterização da bacia hidrográfica

A Bacia Hidrográfica do Córrego Pirajussara integra a Bacia do Alto Tietê e apresenta configuração territorial tipicamente intermunicipal, constituindo limite físico entre os municípios de São Paulo, Taboão da Serra e Embu das Artes. Essa característica territorial confere elevada complexidade institucional à gestão da drenagem urbana, uma vez que intervenções estruturais e operacionais realizadas em um município impactam diretamente os demais, especialmente nos trechos de jusante.

A área total de drenagem, aproximadamente 72 km², encontra-se amplamente urbanizada, com significativa impermeabilização do solo, supressão de várzeas naturais e canalização de cursos d'água. Esse processo alterou substancialmente o regime hidrológico original, resultando em resposta hidrológica acelerada, elevação dos picos de vazão e recorrência de eventos críticos de inundação. A Figura 17 apresenta a área de estudo proposta para análise e implantação do modelo de Distrito de Drenagem.

Figura 17 – Área de estudo proposta para Distrito de Drenagem



Fonte: Autor

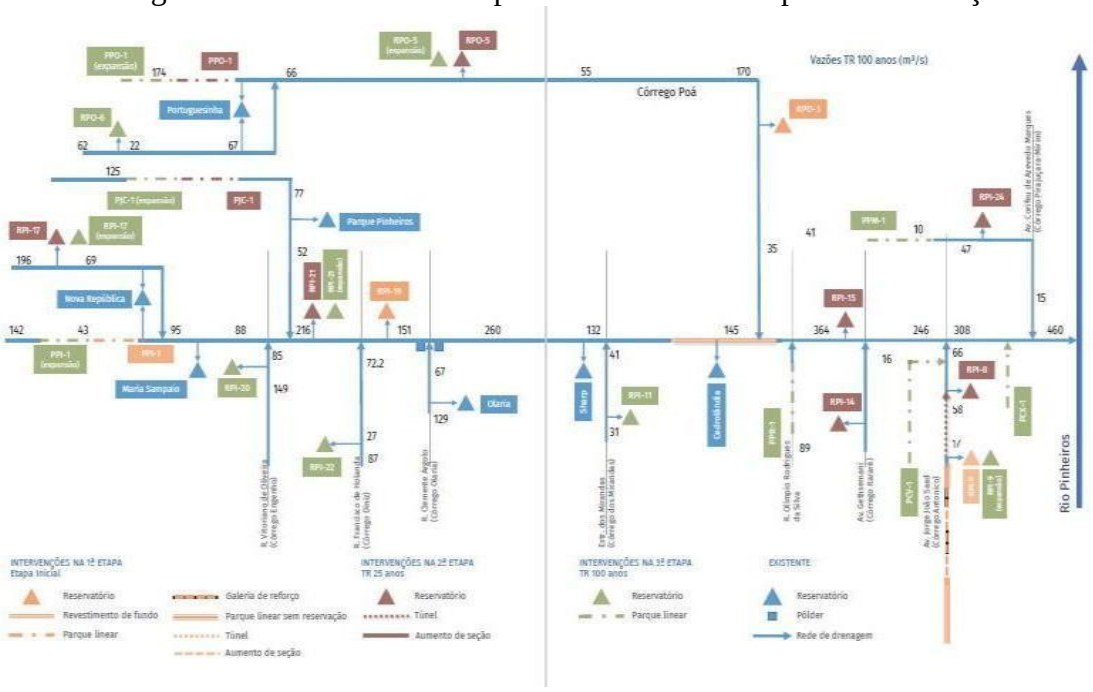
4.2 Aspectos físicos, hidrológicos e hidráulicos

Do ponto de vista físico, a bacia apresenta relevo predominantemente suave ondulado, com áreas de maior declividade concentradas em porções de montante. As características

geomorfológicas, associadas à intensa urbanização, resultam em resposta hidrológica rápida aos eventos de precipitação intensa.

A análise das vazões associadas a diferentes tempos de retorno demonstra que o sistema opera em diversos trechos, próximos ou acima de sua capacidade hidráulica de projeto. Entretanto, observa-se que a limitação estrutural não é o único fator determinante das recorrentes inundações. A ausência de coordenação intermunicipal na definição de intervenções estruturais contribui para a transferência de impactos entre montante e jusante, evidenciando que o problema assume natureza predominantemente institucional, e não apenas hidráulica. A Figura 18 ilustra o diagrama unifilar das vazões de projeto para o tempo de retorno de 100 anos, bem como a capacidade de escoamento das seções analisadas.

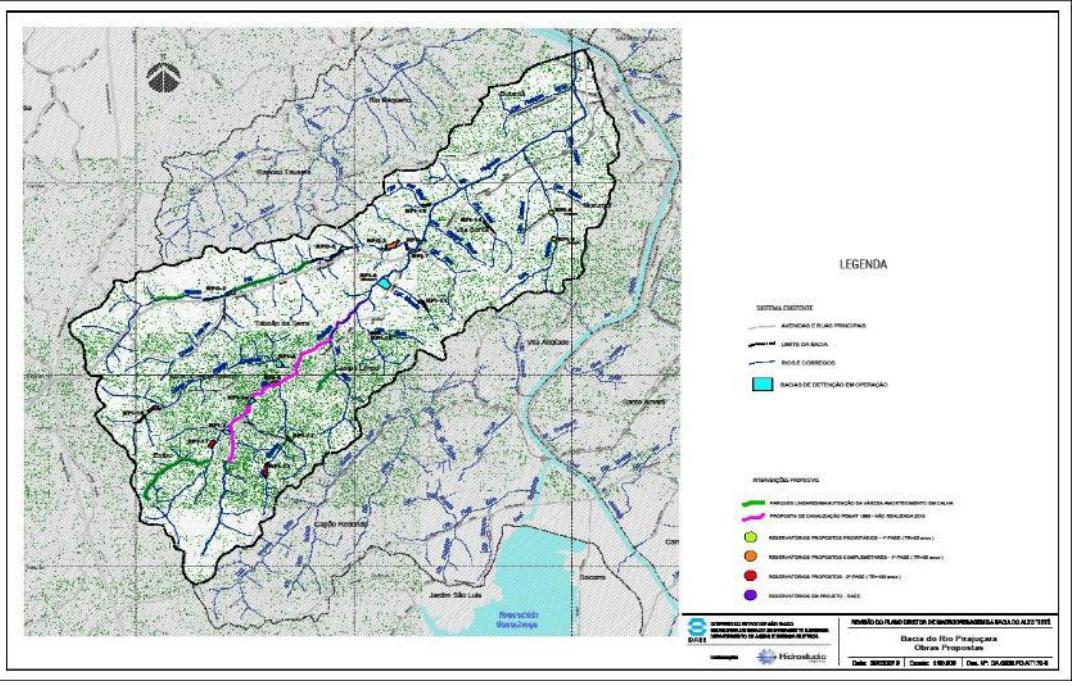
Figura 18 – Diagrama Unifilar das vazões para TR=100anos e capacidade de seção de estudo



Fonte: FCTH e SIURB (2020).

Essas limitações estruturais são agravadas pela inexistência de coordenação integrada entre os municípios, o que compromete a eficiência das intervenções realizadas de forma isolada.

Figura 19 – Obras propostas

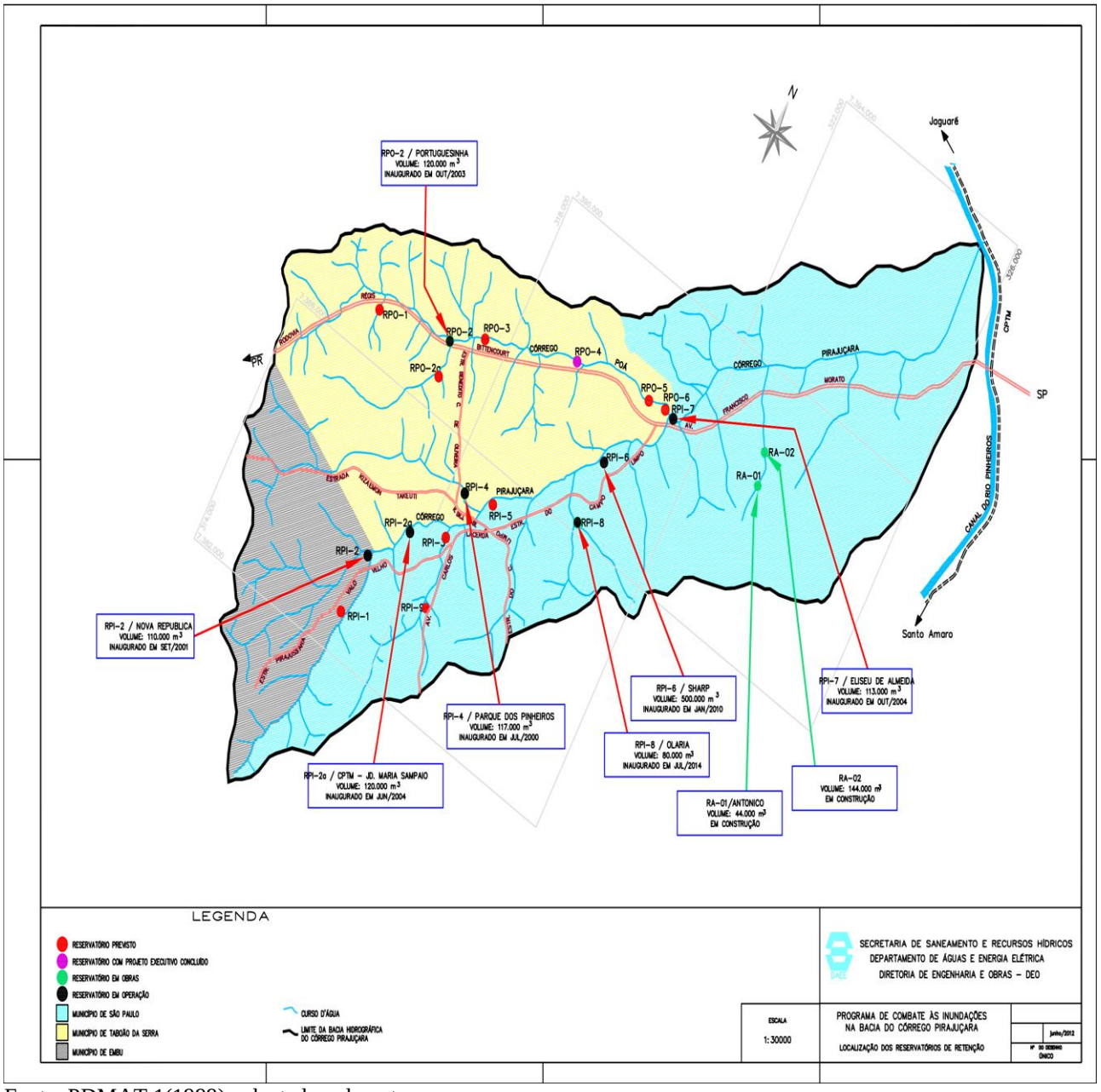


Fonte: PDMAT, (2009).

As figuras 18 e 19 mostram que a bacia do Pirajussara, possui estudos técnicos detalhados, seja do ponto de vista hidrológico ou hidráulico.

Apresentam-se na figura 20 planta de localização algumas obras já implantadas ou em implantação na bacia, sejam de retenção/detenção de ondas de cheia ou de canalização de cursos d’água.

Figura 20 – Planta de localização dos reservatórios



Fonte: PDMAT 1(1999), adaptado pelo autor.

Foto 1 – Vista Geral da implantação do Reservatório de amortecimento de picos de cheias RPI – 2 / Jardim Nova República, com 120.000 m³- Embu das Artes



Fonte: DAEE (2013), adaptada pelo autor.

Foto 2 – Vista do vertedor do Reservatório de amortecimento de picos de cheias RPI – 2 / Jardim Nova República.



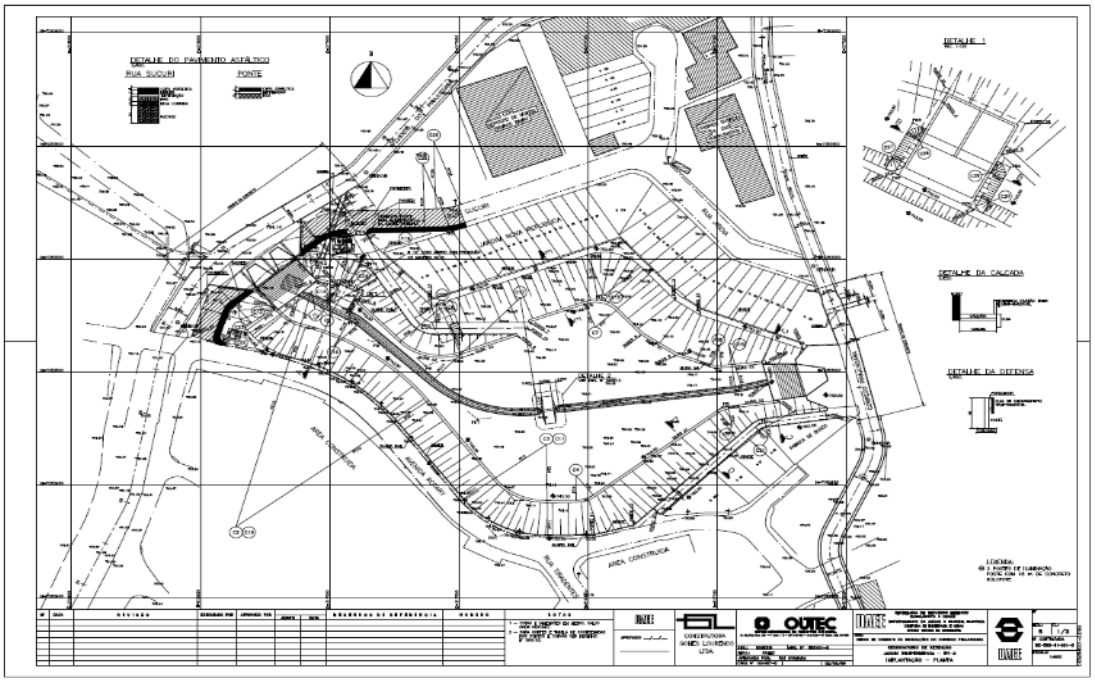
Fonte: DAEE (2013), adaptada pelo autor.

Foto 3 – Vista geral do Reservatório de amortecimento de picos de cheias RPI – 2 / Jardim Nova República, com 120.000 m³- Embu das Artes



Fonte: DAEE (2013), adaptada pelo autor.

Figura 21 – Desenho de implantação do reservatório RPI-2



Fonte: DAEE (2013), adaptada pelo autor.

Foto 4 – Reservatório de amortecimento de picos de cheias RPO – 2 / Portuguesinha, Estrutura de Saída- Taboão da Serra.



Fonte: DAEE (2013), adaptada pelo autor.

Foto 5 – Reservatório de amortecimento de picos de cheias RPO – 2 / Portuguesinha, com 120.000 m³ - Taboão da Serra



Fonte: DAEE (2013), adaptada pelo autor.

Figura 22 – Desenho de implantação do reservatório RPO-2/Portuguesinha



Fonte: DAEE (2013), adaptada pelo autor.

Foto 6 – Área de implantação do Reservatório de amortecimento de picos de cheias RPI – 6 / SHARP.



Fonte: DAEE (2013), adaptada pelo autor.

Foto 7 – Reservatório de amortecimento de picos de cheias RPI – 6 / SHARP, limpeza da área.



Fonte: DAEE (2013), adaptada pelo autor.

Foto 8 – Vista do Reservatório de amortecimento de picos de cheias RPI – 6 / SHARP em construção



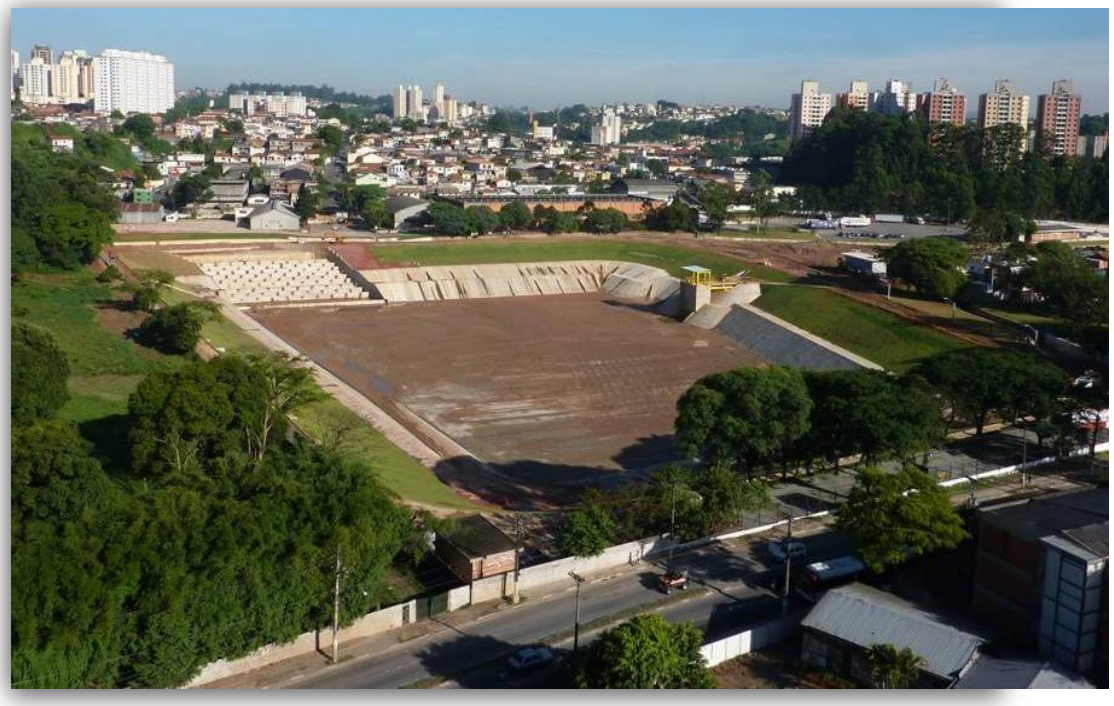
Fonte: DAEE (2013), adaptada pelo autor

Foto 9 – Vista do vertedor e da casa de bombas do Reservatório de amortecimento de picos de cheias RPI – 6 / SHARP



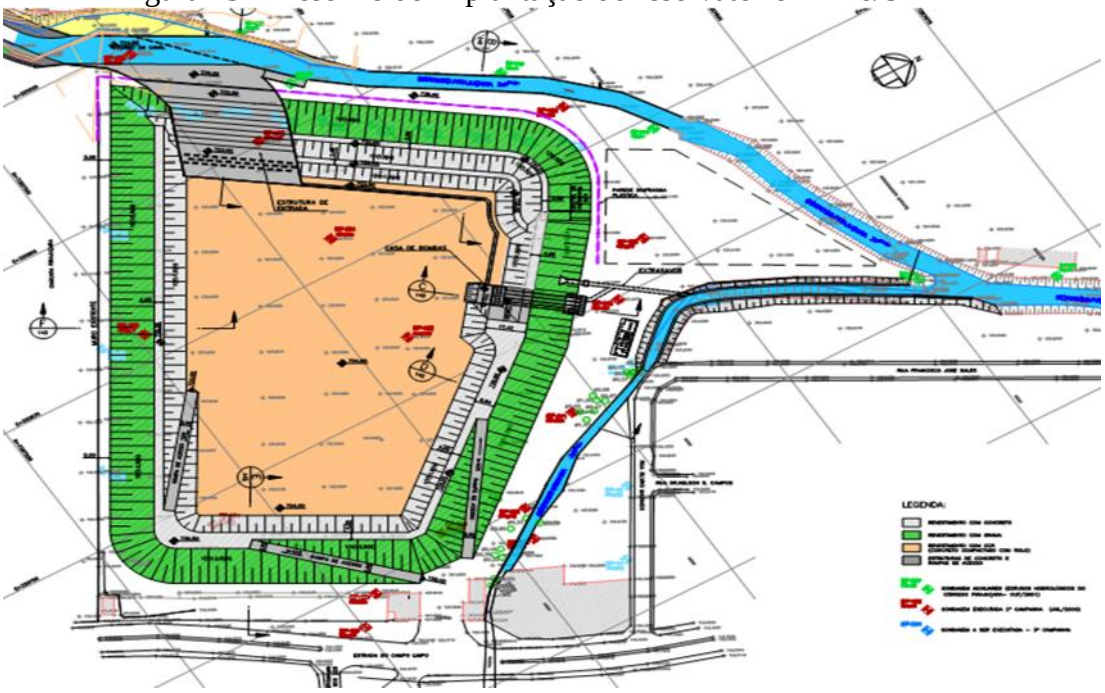
Fonte: DAEE (2013), adaptada pelo autor

Foto 10 – Reservatório de amortecimento de picos de cheias RPI – 6 / SHARP, com 500.000 m³ - São Paulo



Fonte: DAEE (2013), adaptada pelo autor.

Figura 23 – Desenho de implantação do reservatório RPI-6/SHARP



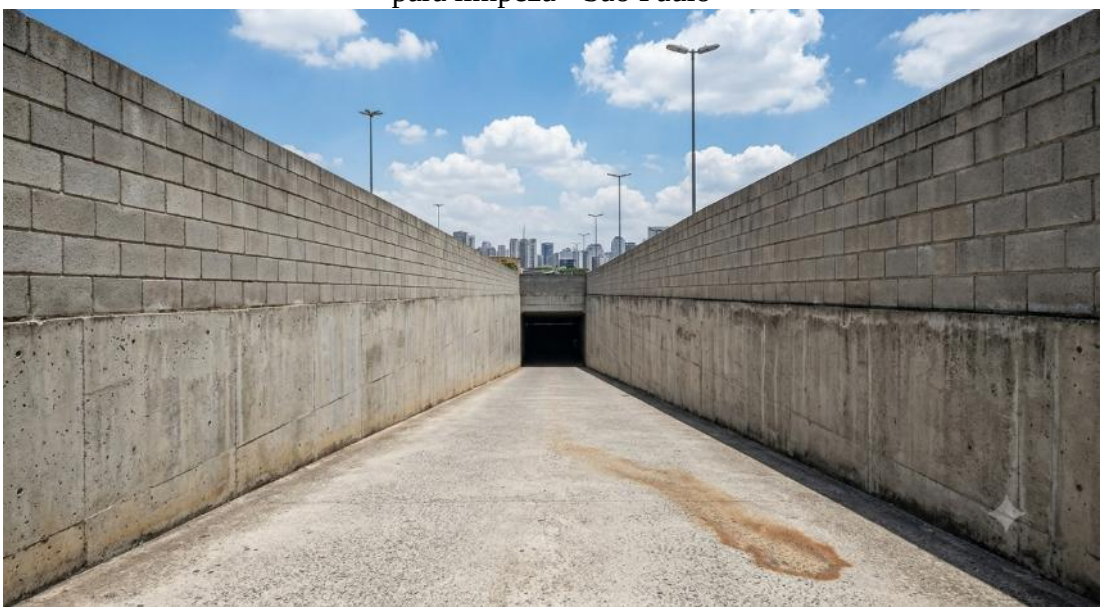
Fonte: DAEE (2013), adaptada pelo autor.

Foto 11 – Reservatório de amortecimento de picos de cheias RPI – 8 / Olaria, estrutura de sustentação da laje de cobertura - São Paulo



Fonte: DAEE (2009), adaptada pelo autor.

Foto 12 – Reservatório de amortecimento de picos de cheias RPI – 8 / Olaria, rampa de acesso para limpeza - São Paulo



Fonte: DAEE (2009), adaptada pelo autor.

Foto 13 – Reservatório de amortecimento de picos de cheias RPI – 8 / Olaria, com 82.000 m³ - São Paulo.



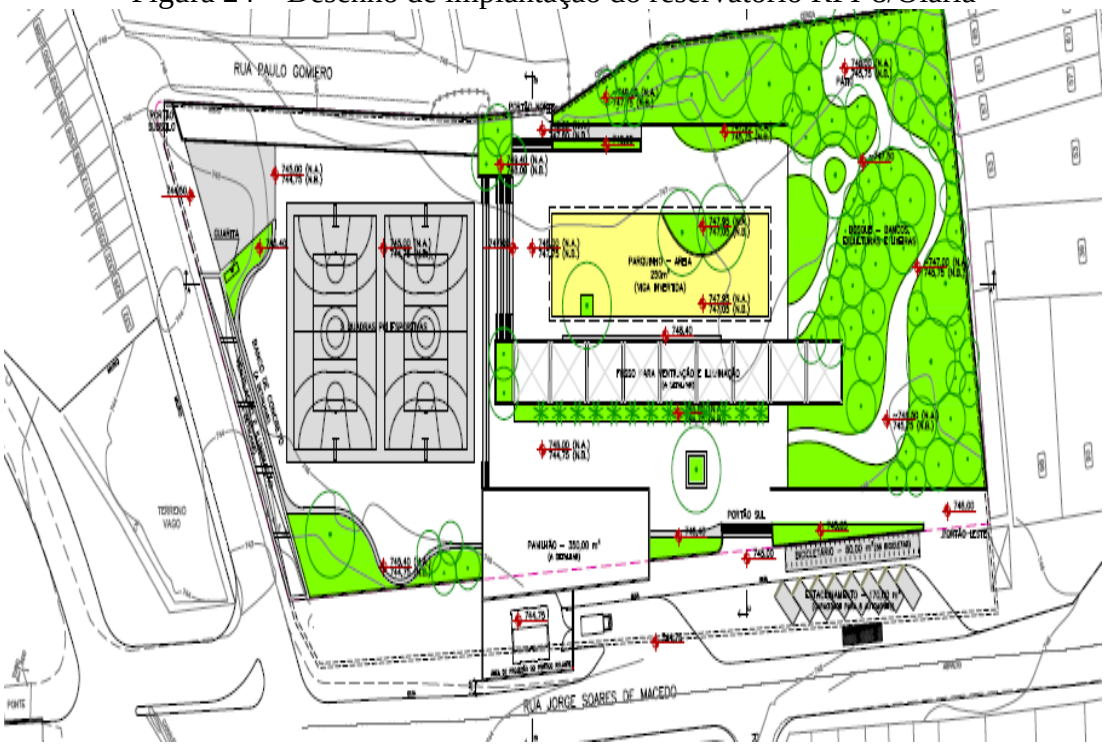
Fonte: DAEE (2009), adaptada pelo autor.

Foto 14 – Reservatório de amortecimento de picos de cheias RPI – 8 / Olaria, com 82.000 m³ - São Paulo



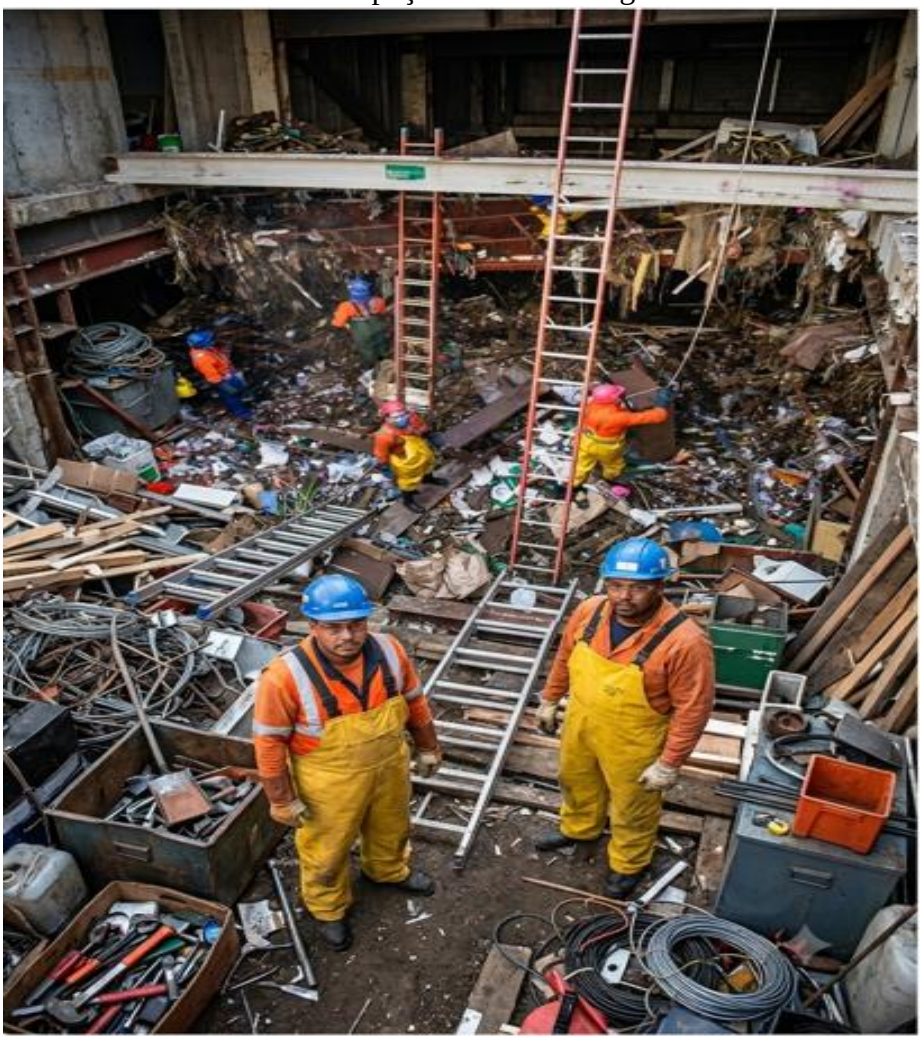
Fonte: DAEE (2009), adaptada pelo autor.

Figura 24 – Desenho de implantação do reservatório RPI-8/Olaria



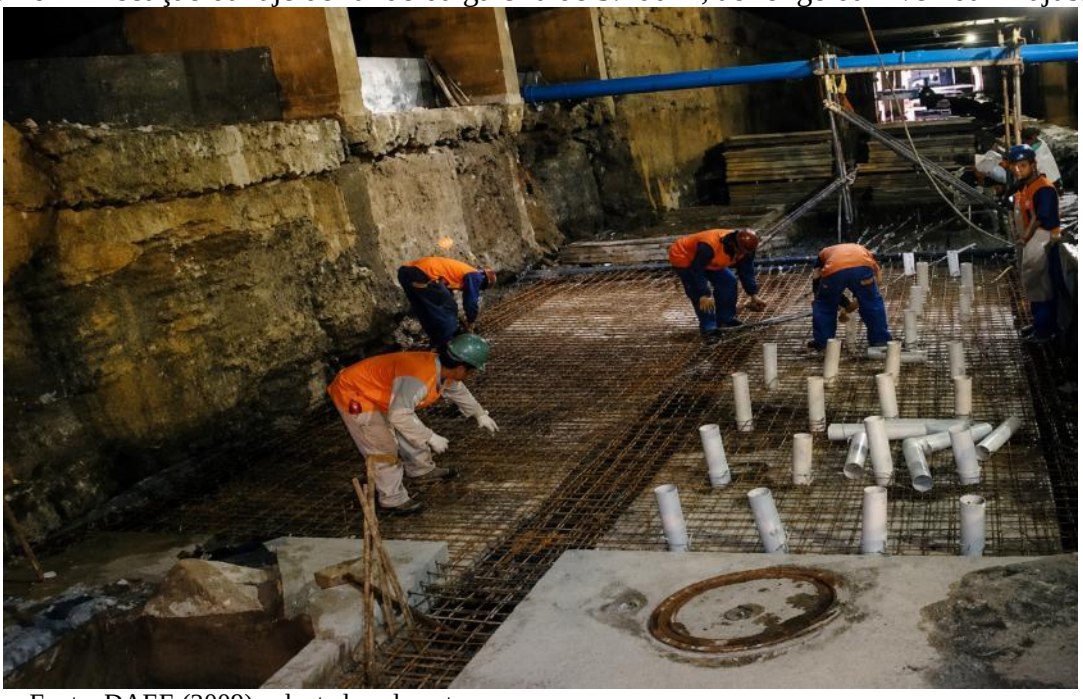
Fonte: DAEE (2009), adaptada pelo autor

Foto 15 – Situação da Galeria após a chuva de dezembro de 2009 – Notam-se problemas de uso e ocupação do solo na região



Fonte: DAEE (2009), adaptada pelo autor.

Foto 16 – Execução da laje de fundo da galeria de 5.200 m, ao longo da Avenida Pirajussasa

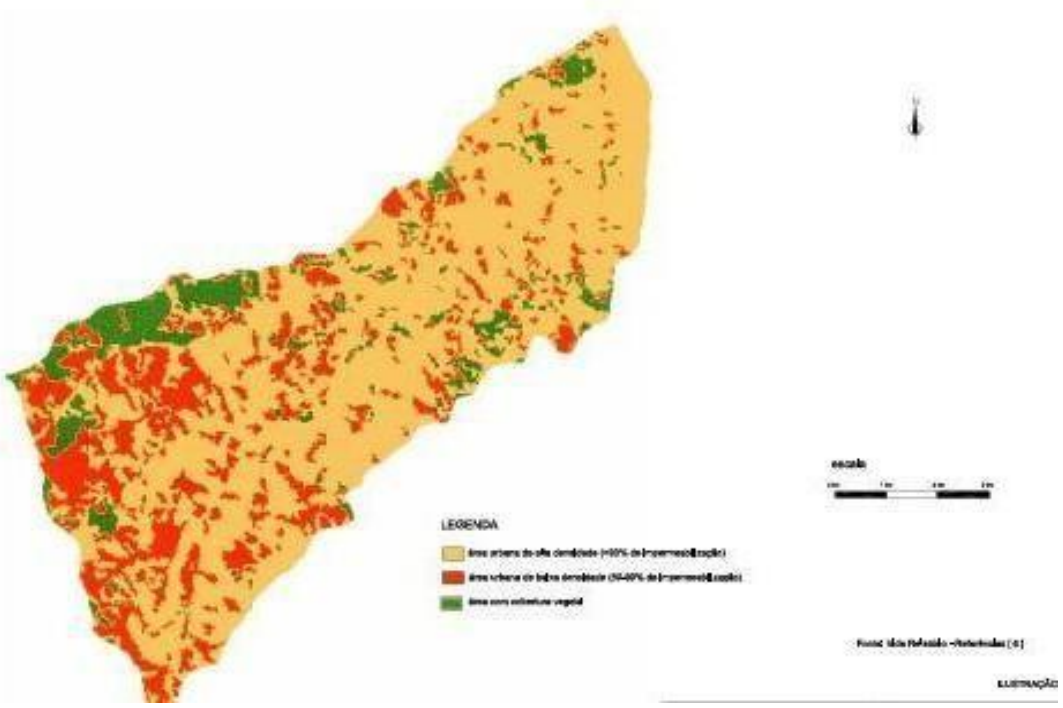


Fonte: DAEE (2009), adaptada pelo autor.

4.3 Uso e ocupação do solo

A análise do uso e ocupação do solo, baseada em imagens de satélite e dados consolidados no Caderno de Bacia Hidrográfica do Córrego Pirajussara (FCTH–SIURB, 2020), evidencia predominância de áreas urbanas de alta e média densidade. As áreas com cobertura vegetal são restritas e encontram-se fragmentadas, conforme apresentado na Figura 25

Figura 25 – Uso e Ocupação da Bacia Hidrográfica



Fonte: FCTH e SIURB (2020)

A porção da bacia localizada a montante da confluência com o córrego Poá apresenta maior homogeneidade socioeconômica e territorial, com renda média entre 2,5 e 4,4 salários-mínimos, o que favorece a proposição de uma gestão territorializada por Distrito de Drenagem.

4.4 Arranjo institucional e conflitos intermunicipais

No contexto institucional, a gestão da drenagem urbana na bacia do córrego Pirajussara é exercida de forma fragmentada, envolvendo órgãos estaduais e municipais com competências sobrepostas. Embora a bacia hidrográfica seja formalmente reconhecida como unidade de gestão, observa-se a ausência de mecanismos efetivos de coordenação intermunicipal.

Os conflitos institucionais tornam-se evidentes em intervenções realizadas em trechos limítrofes entre municípios. Os registros fotográficos analisados não apenas evidenciam intervenções desarticuladas, mas demonstram a inexistência de instância territorial de compatibilização técnica prévia. Tal constatação reforça a hipótese desta pesquisa, segundo a

qual a fragmentação institucional constitui fator estruturante da ineficiência do sistema de drenagem na bacia.

Foto 17 – Nota-se, de montante para jusante, que, neste trecho, a Prefeitura Municipal de São Paulo fez contenção em estacas justapostas, sem preocupação com a margem de Embu das Artes, à esquerda, que está sofrendo erosão



Fonte: Autor (2024).

Foto 18 – Nota-se de jusante para montante máquina e revestimento em concreto armado à esquerda, executados pela Prefeitura Municipal de São Paulo. Não houve nenhuma preocupação com a margem de Embu das Artes, que erodia e foi recuperada com tratamento inferior



Fonte: Autor (2024).

Foto 19 – Nota-se a Prefeitura Municipal de São Paulo de montante para jusante construindo muro de contenção apenas em sua margem, ignorando a margem esquerda que está sendo erodida em Embu das Artes



Fonte: Autor (2024).

Tais situações reforçam a necessidade de arranjos institucionais que promovam planejamento conjunto, compartilhamento de responsabilidades e definição clara de atribuições.

4.5 Delimitação da área de estudo para o distrito de drenagem

Para fins deste estudo, o modelo propõe a delimitação da área de atuação do Distrito de Drenagem na porção da bacia localizada a montante da foz do córrego Poá. Essa escolha fundamenta-se na maior homogeneidade física e socioeconômica da área, bem como na possibilidade de implantação gradual do modelo proposto.

A região de estudo, com área aproximada de 39,0 km², a montante da foz do córrego Poá, é mais homogênea, com características de 2,5 a 4,4 salários-mínimos e de ocupação semelhante. O quadro 4 a seguir apresenta algumas características socioeconômicas da área de estudo.

Quadro 4 – Características socioeconômicas da área de estudo

CARACTERÍSTICAS SÓCIO-ECONÔMICAS DA BACIA NA ÁREA DE ESTUDO			
	Taboão da Serra	**Embu das Artes**	**Campo Limpo (SP)**
Área territorial - km² (2024)	20.388	70.398	12.60
População no último censo (2022)	272,642	250,691	236,162
Densidade demográfica - hab/km² (2021)	13,416.81	3,561.95	18,749
População estimada (2025)	285,307	259,700	7,528.26
Escolarização - 6 a 14 anos (2022)	98.55%	98.73%	97.72%
IDHM	0.769	0.735	0.806
Mortalidade infantil - óbitos por nascidos vivos	10.62	14.41	10.99
Salário médio - em salário mínimo (2022)	2.5	2.7	4.4
PIB per capita (2021)	R$ 34,588.58	R$ 51,258.00	R$ 66,872.84
Abastecimento de água	99.30%	98.00%	94.67%
Esgotamento Sanitário (2022)	96.43%	79.09%	90.00%
Área urbanizada - km² (2019)	18.61	30.72	12,60

Fonte: IBGE (2022).

4.6 Proposição do modelo de gestão por distrito de drenagem

Com base nas análises desenvolvidas ao longo deste trabalho, propõe-se a implantação de Distrito de Drenagem como unidades territoriais destinadas à coordenação da gestão do manejo de águas pluviais urbanas. Cada Distrito corresponde a uma porção da bacia hidrográfica e atua como referência para o planejamento integrado, a articulação das ações de

execução, operação e manutenção e o acompanhamento do desempenho das infraestruturas de drenagem existentes em sua área de atuação, sob a coordenação de uma instância colegiada de caráter técnico.

O modelo proposto não implica criação de ente federativo, autarquia ou consórcio público. Trata-se de arranjo territorial de coordenação técnico-institucional, de natureza programática, vinculado ao Comitê de Bacia Hidrográfica, cujo objetivo é promover compatibilização prévia de intervenções, integração de informações e alinhamento de cronogramas operacionais.

No contexto brasileiro, a articulação com os Comitês de Bacia Hidrográfica e com os instrumentos previstos na Política Nacional de Recursos Hídricos constitui elemento central da proposta, permitindo a implementação do Distrito de Drenagem sem a criação de novos entes administrativos e em consonância com a lógica descentralizada e participativa da gestão das águas.

Além disso, a proposição dialoga com as diretrizes nacionais mais recentes para a estruturação dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, em especial aquelas estabelecidas pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico por meio da Resolução ANA nº 245/2025, que aprovou a Norma de Referência nº 12/2025. Embora de caráter orientador, essa norma reforça a adoção da bacia hidrográfica como escala territorial adequada, a necessidade de coordenação intermunicipal e a integração entre planejamento, execução, operação e manutenção dos sistemas de drenagem, elementos que estruturam o modelo proposto neste trabalho.

4.6.1 Fundamentos institucionais e jurídicos da proposta

A implantação do Distrito de Drenagem como unidade territorial de coordenação da gestão do manejo de águas pluviais urbanas pode ser viabilizada a partir dos instrumentos e instâncias já existentes no Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, em especial por meio da atuação dos Comitês de Bacia Hidrográfica. Essa abordagem permite consolidar a proposta sem a criação imediata de novos entes administrativos, valendo-se da legitimidade institucional, da capilaridade territorial e das competências já atribuídas aos Comitês no ordenamento jurídico paulista.

Embora o ordenamento jurídico brasileiro não preveja expressamente a figura do Distrito de Drenagem, reconhece a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão dos recursos hídricos e atribui aos Comitês de Bacia Hidrográfica papel central na articulação

entre Estado, municípios e sociedade civil. Nesse contexto, a criação de divisões territoriais internas à bacia, voltadas à coordenação da drenagem urbana em sub-bacias intermunicipais, mostra-se juridicamente admissível e institucionalmente adequada, sobretudo em áreas metropolitanas caracterizadas por elevada complexidade hidrológica e administrativa.

A Constituição Federal estabelece como competências comuns da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios a proteção do meio ambiente e a promoção do saneamento básico (art. 23, incisos VI e IX), além de autorizar a cooperação entre os entes federativos para a gestão associada de serviços públicos (art. 241). Ademais, ao permitir que os Estados integrem o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum em regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões (art. 25, § 3º), a Constituição fornece base normativa para a atuação coordenada em temas como a drenagem urbana em bacias hidrográficas intermunicipais.

No plano infraconstitucional, a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433/1997, define a bacia hidrográfica como unidade territorial para implementação da política e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, estabelecendo a gestão descentralizada e participativa como princípio estruturante. A mesma lei atribui aos Comitês de Bacia Hidrográfica competências relacionadas à promoção do debate, à articulação entre os entes envolvidos e à aprovação dos Planos de Recursos Hídricos, conferindo-lhes legitimidade para reconhecer e organizar territorialmente prioridades de gestão no interior da bacia.

No Estado de São Paulo, a Lei nº 7.663/1991 institui a Política Estadual de Recursos Hídricos e estrutura o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, atribuindo aos Comitês de Bacia Hidrográfica papel consultivo e deliberativo no planejamento e na gestão das águas. Ao adotar a bacia hidrográfica como unidade físico-territorial de planejamento e gerenciamento, a legislação estadual permite o reconhecimento de sub-bacias, trechos críticos e áreas prioritárias de intervenção, inclusive para fins de planejamento da drenagem urbana, em articulação com os municípios e com o órgão gestor estadual.

Nos termos do art. 26 da Lei nº 7.663/1991, compete aos Comitês de Bacia Hidrográfica aprovar planos e programas, deliberar sobre a aplicação de recursos financeiros, promover a articulação entre os usuários e acompanhar a situação dos recursos hídricos no âmbito da bacia. Tais atribuições conferem aos Comitês papel central na organização territorial da gestão dos recursos hídricos, permitindo o reconhecimento de sub-bacias, áreas

prioritárias e arranjos institucionais internos voltados à coordenação de ações setoriais, como a drenagem urbana.

A proposta de implementação do Distrito de Drenagem no âmbito dos Comitês de Bacia Hidrográfica dialoga, ainda, com as diretrizes estabelecidas pela ANA por meio da Resolução ANA nº 245/2025, que aprovou a Norma de Referência nº 12/2025 para a estruturação dos serviços públicos de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas (DMAPU).

Embora a Norma de Referência não tenha caráter impositivo direto sobre os entes subnacionais, ela estabelece parâmetros técnicos, institucionais e operacionais a serem considerados na organização desses serviços. Nesse sentido, a norma enfatiza a integração entre planejamento, execução, operação e manutenção dos sistemas de drenagem, bem como a articulação com as políticas de recursos hídricos, planejamento urbano, saneamento básico e gestão de riscos.

O modelo de Distrito de Drenagem proposto neste trabalho alinha-se a essas diretrizes ao adotar a bacia hidrográfica como referência territorial, incentivar a coordenação intermunicipal e estruturar uma escala intermediária de governança, sem afastar a titularidade municipal dos serviços. A atuação dos Comitês de Bacia Hidrográfica como instâncias indutoras e articuladoras dialoga, assim, com a orientação da Norma de Referência quanto à necessidade de arranjos institucionais capazes de compatibilizar ações em bacias compartilhadas, especialmente em áreas urbanizadas e sujeitas a eventos críticos.

No âmbito estadual, a implementação do modelo conta ainda com a atuação do órgão gestor de recursos hídricos do Estado de São Paulo, a SPÁGUAS, responsável pela coordenação técnica, pelo suporte institucional e pela integração dos instrumentos de planejamento e gestão dos recursos hídricos. Essa atuação, exercida em consonância com a Lei Estadual nº 7.663/1991 e com a Lei Complementar nº 1.413/2024, reforça a articulação entre os Comitês de Bacia Hidrográfica, os municípios e as Agências de Bacia, sem afastar a titularidade municipal dos serviços de drenagem urbana.

4.6.2 Natureza jurídica e limites de atuação do Distrito de drenagem

À luz do arcabouço constitucional e infraconstitucional já delineado no item anterior, cabe delimitar a natureza jurídica e os limites de atuação do Distrito de Drenagem.

O Distrito de Drenagem não se configura como entes administrativos, órgãos executivos ou instâncias decisórias autônomas, tampouco detêm personalidade jurídica própria ou poder normativo. Sua atuação insere-se no plano técnico, programático e articulador, voltado à coordenação das ações de drenagem urbana em sub-bacias intermunicipais, sem prejuízo das competências legalmente atribuídas aos municípios e aos demais entes do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Nesse sentido, suas atribuições não possuem caráter vinculante, não sendo dotadas de força deliberativa ou impositiva sobre os entes municipais. A execução de obras, a aprovação de projetos, a definição de prioridades de investimento e a operação dos sistemas de drenagem urbana permanecem sob a responsabilidade dos municípios, na condição de titulares dos serviços públicos de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, nos termos do art. 30, incisos I e V, da Constituição Federal.

A atuação do Distrito de Drenagem não substitui as decisões administrativas municipais, nem interfere na autonomia local para a prestação dos serviços públicos. Sua função consiste em promover a articulação técnica, a compatibilização consensual de projetos e o compartilhamento de informações, de forma a reduzir conflitos, evitar a transferência de impactos entre trechos a montante e a jusante e qualificar o planejamento intermunicipal da drenagem urbana.

A coordenação das atividades desenvolvidas ocorre sob a orientação e legitimidade institucional do Comitê de Bacia Hidrográfica, instância colegiada prevista na legislação de recursos hídricos, à qual compete a promoção do debate, a articulação entre os entes envolvidos e a definição de diretrizes gerais de planejamento no âmbito da bacia hidrográfica. Dessa forma, o Distrito opera como escala intermediária de governança, vinculada ao Comitê de Bacia, sem criar instância paralela de decisão.

Em síntese, caracterizam-se como arranjos territoriais de coordenação técnico-institucional, de natureza não deliberativa e não executiva, cuja atuação se fundamenta na consensualidade técnica, na cooperação intermunicipal e na articulação institucional, respeitando-se integralmente a titularidade municipal dos serviços e o desenho constitucional da repartição de competências.

4.6.3 Instrumento normativo para institucionalização do Distrito de Drenagem

A institucionalização do Distrito de Drenagem exige a definição de instrumento normativo compatível com a natureza da proposta e com a arquitetura jurídico-institucional da

política de recursos hídricos. Nesse contexto, coloca-se a distinção entre a formalização por decreto estadual e a adoção de resolução do Comitê de Bacia Hidrográfica, hipótese escolhida neste trabalho.

O decreto estadual, enquanto ato normativo privativo do Chefe do Poder Executivo possui maior força normativa e capacidade de uniformização administrativa. Todavia, sua utilização neste caso apresenta limitações relevantes, especialmente em razão do risco de centralização decisória, do potencial sobreposição às competências municipais e da redução do espaço de deliberação participativa característico do Sistema Nacional e do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Por outro lado, a resolução do Comitê de Bacia Hidrográfica constitui instrumento tradicionalmente utilizado no âmbito do SINGREH e do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo para expressar decisões colegiadas de caráter programático, voltadas à organização territorial do planejamento e à articulação entre os entes envolvidos na gestão das águas.

A seguir, apresenta-se quadro 5, comparativo sintético entre os dois instrumentos normativos:

Quadro 5 – Comparativo sintético de instrumentos normativos

Instrumento	**Vantagens**	**Limitações**
Decreto estadual	Maior força normativa; uniformização administrativa	Risco de centralização; potencial conflito com a autonomia municipal; menor participação dos entes locais
Resolução do Comitê de Bacia	Participação tripartite; flexibilidade institucional; aderência ao SINGREH; compatibilidade com a gestão descentralizada	Natureza programática; ausência de caráter impositivo

Fonte: Cerri (2026)

Cabe registrar que a adoção de consórcios públicos poderia, em tese, constituir alternativa institucional para a gestão associada da drenagem urbana em bacias intermunicipais, nos termos da Lei federal nº 11.107, de 6 de abril de 2005. Todavia, a constituição de consórcios implica a criação de pessoa jurídica própria, com estrutura administrativa, orçamentária e decisória permanente, além de maior rigidez procedimental e necessidade de adesão formal dos entes consorciados.

No caso específico da drenagem urbana, cuja titularidade permanece municipal e cujas intervenções demandam elevada flexibilidade técnica e coordenação territorial, a opção por

consórcios pode representar entraves adicionais à implementação de soluções integradas, especialmente em contextos metropolitanos marcados por assimetrias institucionais e financeiras entre os municípios.

O modelo, tal como propostos neste trabalho, distingue-se por sua natureza programática e não executiva, configurando-se como arranjos territoriais de coordenação técnico-institucional, sem personalidade jurídica própria e sem transferência de competências. Essa característica confere maior leveza institucional, adaptabilidade e compatibilidade com o modelo descentralizado e participativo da política de recursos hídricos, permitindo a articulação intermunicipal da drenagem urbana sem criação de novos entes administrativos.

Assim, a escolha da resolução decorre da necessidade de coordenação, e não de comando, preservando-se a lógica descentralizada, participativa e territorial que estrutura a política de recursos hídricos no Brasil e no Estado de São Paulo.

4.6.4 Arquitetura institucional do modelo proposto

O modelo proposto estrutura-se a partir do Comitê de Bacia Hidrográfica como instância indutora e legitimadora da implementação do Distrito de Drenagem, responsável por reconhecê-los, por meio de resolução, como divisões territoriais internas de coordenação da drenagem urbana. Essa arquitetura institucional permite a organização das ações em escala compatível com a bacia hidrográfica, sem a necessidade de criação de novos entes administrativos.

A partir desse arranjo, o modelo organiza-se em três níveis de atuação, concebidos de forma complementar e articulada:

- **Nível estratégico–deliberativo**: Comitê de Bacia Hidrográfica;
- **Nível territorial–coordenador**: Distrito de Drenagem do Alto Pirajussara;
- **Nível executivo–operacional**: Municípios e operadores locais.

O nível estratégico–deliberativo é exercido pelo Comitê de Bacia Hidrográfica, ao qual compete a definição de diretrizes gerais, o reconhecimento institucional do Distrito de Drenagem e a articulação dos instrumentos de planejamento e de financiamento. O nível territorial–coordenador corresponde à atuação do Distrito de Drenagem, que funciona como instância intermediária de integração técnica, planejamento e compatibilização das ações municipais no âmbito da sub-bacia. Por sua vez, o nível executivo–operacional permanece sob

responsabilidade dos municípios e operadores locais, titulares da execução, da operação e da manutenção dos sistemas de drenagem urbana.

De forma transversal a esses níveis de atuação, insere-se a SP-ÁGUAS, na condição de órgão gestor estadual de recursos hídricos, com atribuições de promoção de coordenação técnica, apoio institucional e integração sistêmica. Sua atuação não se confunde com as funções deliberativas do Comitê de Bacia nem com as atribuições executivas dos municípios, concentrando-se no fornecimento de subsídios técnicos, na integração de dados e no suporte à articulação entre os entes envolvidos.

Essa separação funcional contribui para evitar a sobreposição de competências, preservar a titularidade municipal da drenagem urbana e viabilizar a constituição de uma escala intermediária de governança, compatível com a dinâmica hidrológica da bacia e com o caráter intermunicipal dos problemas de drenagem urbana.

Ademais, a arquitetura institucional do modelo proposto apresenta convergência com as diretrizes estabelecidas pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico por meio da Resolução ANA nº 245/2025, que aprovou a Norma de Referência nº 12/2025 para a estruturação dos serviços públicos de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas – DMAPU. Nos termos do art. 1º da referida norma, trata-se de instrumento orientador destinado a subsidiar a elaboração de atos normativos e a tomada de decisões pelos entes subnacionais, sem prejuízo de suas competências constitucionais.

A Norma de Referência reconhece expressamente a possibilidade de prestação local ou regionalizada dos serviços de DMAPU (art. 3º, incisos II e III), bem como enfatiza a necessidade de integração territorial e institucional na concepção dos sistemas de drenagem. Nesse sentido, o art. 6º, incisos VIII, XI e XII, e seu §1º, destacam a articulação com o planejamento urbano, a adoção de soluções consorciadas entre municípios e a prestação regionalizada preferencialmente abrangendo municípios de uma mesma bacia hidrográfica, tomando a bacia como escala territorial de referência para o gerenciamento das águas pluviais urbanas.

Além disso, ao estabelecer que os serviços de DMAPU devem ser estruturados a partir de atividades como planejamento, articulação institucional, execução, operação e gestão (art. 7º, inciso I), e ao recomendar sua articulação com as políticas de recursos hídricos e com os planos de bacia hidrográfica no âmbito dos Comitês de Bacia (art. 9º, inciso III), a Norma de

Referência reforça a lógica de separação funcional e de coordenação territorial adotada no modelo proposto.

Dessa forma, a organização do modelo em níveis estratégicos, territoriais e operacionais, bem como em etapas sucessivas de reconhecimento institucional, estruturação territorial, planejamento integrado, execução descentralizada, operação coordenada e avaliação contínua, mostra-se tecnicamente coerente com as diretrizes nacionais de referência para a estruturação dos serviços de drenagem urbana, sem afastar a titularidade municipal nem criar instâncias administrativas permanentes.

4.6.5 Modelo operacional do Distrito de drenagem – aplicação à bacia do córrego pirajussara

No caso da Bacia do Córrego Pirajussara, o modelo parte do reconhecimento, pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, da sub-bacia como território prioritário para atuação integrada, considerando sua elevada urbanização, a recorrência de eventos de inundação e seu caráter intermunicipal.

Uma vez reconhecido, o Distrito de Drenagem passa a operar como instância territorial de promoção de coordenação técnica, reunindo representantes dos municípios envolvidos, com apoio do órgão gestor estadual de recursos hídricos, a SP-ÁGUAS, responsável pela coordenação técnica e pela integração dos dados e instrumentos de planejamento, e da Agência de Bacia, que exerce a função de secretaria executiva. Nesse espaço, consolida-se uma base comum de informações técnicas, integrando dados hidrológicos, hidráulicos, cadastrais e urbanísticos.

O planejamento das ações de drenagem urbana ocorre de forma integrada no âmbito de cada Distrito, por meio da articulação entre os Planos Diretores de Drenagem Urbana municipais, os estudos de macrodrenagem e os Planos de Bacia. O Distrito não substitui os instrumentos existentes, mas atua como elemento de coordenação.

A execução das obras e serviços permanece sob responsabilidade dos municípios. Contudo, o modelo introduz uma etapa prévia de compatibilização, na qual projetos são analisados de forma integrada, cronogramas são ajustados e soluções técnicas são harmonizadas, reduzindo a transferência de impactos entre municípios a montante e a jusante.

No que se refere à operação e manutenção, o Distrito possibilita a coordenação de ações rotineiras e a integração de sistemas de monitoramento e alerta,

favorecendo respostas mais rápidas e articuladas em situações de eventos críticos.

4.6.6 Síntese operacional do modelo proposto

O funcionamento do modelo operacional proposto organiza-se em etapas sucessivas e articuladas, que estruturam a implementação do Distrito de Drenagem no âmbito dos Comitês de Bacia Hidrográfica. Essas etapas refletem a lógica institucional e territorial do modelo e a distribuição de competências entre os atores envolvidos, conforme sintetizado no Quadro 6.

Quadro 6 – Distribuição de Competências

Etapa do modelo	Instância / Ator principal	Natureza da atuação	Síntese das competências e atribuições
1. Reconhecimento institucional do Distrito de Drenagem	Comitê de Bacia Hidrográfica	Estratégico–deliberativa	Identificar sub-bacias críticas nos instrumentos de planejamento; reconhecer o Distrito de Drenagem por meio de resolução; definir objetivos, delimitação territorial e municípios envolvidos; conferir natureza programática ao Distrito.
2. Estruturação do Distrito como instância territorial	Distrito de Drenagem do Alto Pirajussara	Territorial–coordenadora	Constituir colegiado distrital técnico; definir regras básicas de funcionamento; consolidar base técnica comum (dados hidrológicos, cadastro de drenagem, áreas de risco e projetos); assegurar a promoção da coordenação técnica estadual e apoio administrativo.
	Municípios SP-ÁGUAS (órgão gestor estadual) Agência de Bacia	Técnico–institucional	
3. Planejamento integrado da drenagem urbana	Distrito de Drenagem	Territorial–coordenadora	Articular Planos Diretores Municipais, Planos de Drenagem Urbana, PDMAT e Plano de Bacia Hidrográfica; definir prioridades territoriais, sequenciamento de intervenções e diretrizes técnicas comuns, sem substituir os planos existentes.
	Municípios	Executivo–operacional	
4. Execução descentralizada e coordenada	Municípios	Executivo–operacional	Executar obras e serviços de drenagem urbana no âmbito de cada município; submeter projetos à compatibilização prévia no Distrito; alinhar soluções técnicas e cronogramas, evitando impactos a montante e a jusante.

Etapa do modelo	Instância / Ator principal	Natureza da atuação	Síntese das competências e atribuições
5. Operação, manutenção e resposta a eventos críticos	Municípios	Executivo–operacional	Coordenar ações rotineiras de operação e manutenção; integrar sistemas de monitoramento e alerta; atuar de forma articulada em eventos extremos, com troca de informações em tempo real.
	Distrito de Drenagem	Territorial–coordenadora	
6. Avaliação, retroalimentação e consolidação	Comitê de Bacia Hidrográfica	Estratégico–deliberativa	Avaliar periodicamente os resultados do modelo; promover ajustes no arranjo institucional e no planejamento; subsidiar a consolidação do modelo, sua replicação em outras sub-bacias e eventual aprimoramento normativo.
	Distrito de Drenagem	Territorial–coordenadora	
Acompanhamento transversal	Sociedade civil organizada e academia	Consultiva e de apoio	Participar dos debates e instâncias colegiadas; contribuir com apoio técnico-científico; acompanhar e avaliar os resultados; reforçar a transparência e o controle social.

Fonte: Cerri, adaptado pelo autor (2026)

4.6.7 Financiamento do modelo e delimitação do escopo econômico-financeiro

A discussão acerca do financiamento das ações de drenagem urbana constitui aspecto relevante para a viabilidade de políticas públicas no setor. Contudo, é necessário delimitar com clareza o escopo econômico-financeiro da presente pesquisa, a fim de evitar interpretações que extrapolem seus objetivos e alcances.

A proposta de implantação do Distrito de Drenagem, conforme delineada neste trabalho, não implica a criação imediata de novos instrumentos arrecadatórios, tampouco a instituição de taxas, tarifas ou contribuições específicas. A eventual adoção de taxa de drenagem urbana é tema complexo, que envolve competência tributária, definição legal específica, modelagem econômica e debate político-institucional, não sendo objeto da presente pesquisa, que se limita à reorganização institucional e territorial da gestão da drenagem urbana.

No horizonte de curto e médio prazo, o financiamento das ações articuladas no âmbito do Distrito de Drenagem pressupõe a reorientação e a articulação de instrumentos já existentes, especialmente aqueles previstos no arcabouço da política de recursos hídricos e do saneamento básico. Destacam-se, nesse contexto, os recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO), os investimentos previstos nos Planos Diretores de Drenagem Urbana, no Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê (PDMAT) e os convênios firmados entre Estado e municípios.

A atuação do Distrito de Drenagem não envolve gestão direta de recursos financeiros, contudo, a coordenação do planejamento e a priorização territorial das ações, de modo a qualificar a aplicação dos recursos públicos já disponíveis, reduzir sobreposições de investimentos e evitar a transferência de impactos entre municípios a montante e a jusante.

Eventuais parcerias com o setor privado, quando existentes, devem ocorrer nos marcos jurídicos já previstos, por meio de instrumentos próprios, como convênios, termos de cooperação ou contrapartidas associadas a empreendimento específicos, sem que isso configure fonte regular de financiamento do Distrito ou atribuição arrecadatória ao arranjo institucional proposto.

Dessa forma, a presente pesquisa concentra-se na reorganização institucional da gestão da drenagem urbana, reconhecendo que o debate sobre novos instrumentos econômicos e financeiros, incluindo a eventual instituição de taxas, constitui agenda futura, a ser enfrentada em estudos específicos e nos fóruns competentes.

4.7 Síntese do estudo de caso

A proposição do modelo de gestão por Distrito de Drenagem, detalhada no item 4.6, permitiu estruturar uma resposta institucional aos conflitos e fragilidades identificados na Bacia do Córrego Pirajussara, integrando os aspectos técnicos, territoriais e jurídicos analisados ao longo deste estudo de caso. O estudo de caso da Bacia do Córrego Pirajussara evidencia que os problemas de drenagem urbana não se restringem a limitações técnicas, mas decorrem, sobretudo, de fragilidades institucionais e de governança. A adoção de Distrito de Drenagem apresenta-se como alternativa viável para enfrentar tais desafios, promovendo maior integração intermunicipal e eficiência na gestão dos recursos hídricos urbanos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Síntese dos resultados obtidos

Os resultados obtidos a partir da aplicação da metodologia proposta evidenciam que os principais entraves à eficiência da drenagem urbana na Bacia Hidrográfica do Córrego Pirajussara não se restringem às limitações físicas ou hidráulicas do sistema, mas estão fortemente associados à fragmentação institucional e à ausência de mecanismos efetivos de coordenação intermunicipal.

A análise qualitativa institucional demonstrou que as intervenções realizadas ao longo do curso d'água ocorrem, em grande parte, de forma isolada pelos municípios, sem planejamento integrado, o que resulta em soluções pontuais, deslocamento de impactos para jusante e ineficiências operacionais. As evidências empíricas observadas nas Fotografias 17 a 19 corroboram essa constatação, ao revelar obras executadas unilateralmente em trechos limítrofes, gerando processos erosivos e assimetrias na proteção das margens.

Do ponto de vista quantitativo, os dados hidrológicos e hidráulicos consolidados indicam que diversas seções do córrego Pirajussara operam próximas ao limite de sua capacidade durante eventos de precipitação associados a tempos de retorno elevados, conforme ilustrado na Figura 18. Essa condição reforça a necessidade de medidas complementares às soluções estruturais tradicionais.

5.2 Avaliação do modelo atual de gestão da drenagem urbana

O modelo vigente de gestão da drenagem urbana na bacia do córrego Pirajussara caracteriza-se por uma estrutura institucional setorializada, com competências distribuídas entre órgãos estaduais e municipais. Embora os Comitês de Bacia Hidrográfica constituam instâncias formais de articulação, sua atuação no que se refere à drenagem urbana ainda é limitada, especialmente no tocante à execução e coordenação de ações operacionais.

A ausência de um ente gestor territorializado específico para o manejo das águas pluviais urbanas dificulta a implementação de políticas integradas e a definição clara de responsabilidades, comprometendo a eficiência dos investimentos públicos e a efetividade das medidas adotadas.

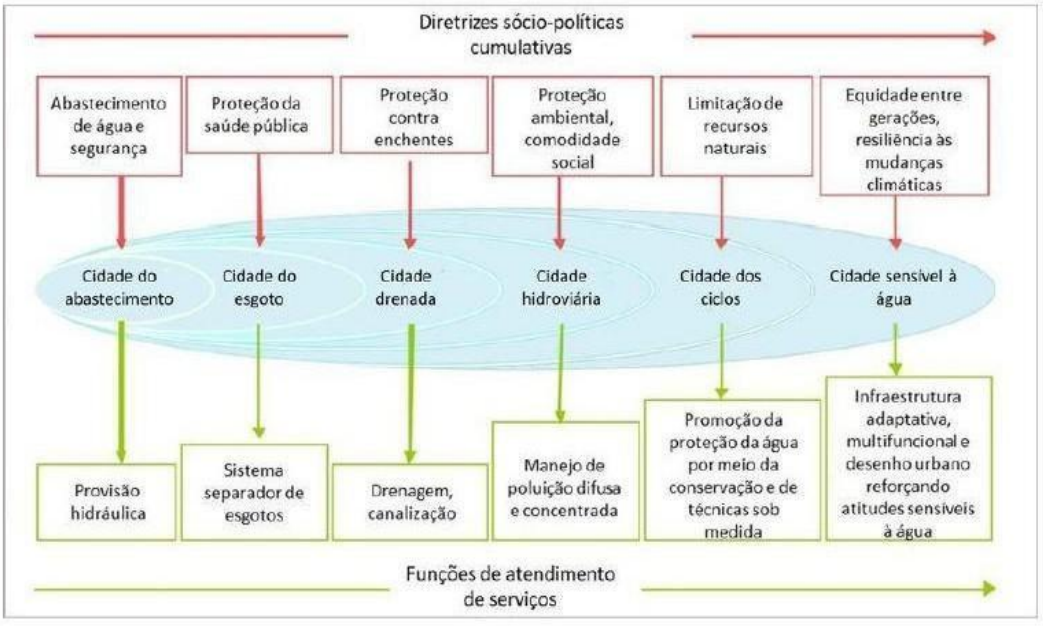
5.3 Discussão sobre a proposta de distrito de drenagem

A proposta de implantação do modelo gestão por de Distrito de Drenagem, conforme delineada no Capítulo 4, apresenta-se como alternativa institucional capaz de enfrentar os problemas identificados. Ao estabelecer unidades territoriais de gestão com responsabilidades definidas, o modelo favorece a coordenação intermunicipal e a integração entre planejamento, operação e manutenção dos sistemas de drenagem.

A experiência internacional analisada demonstra que arranjos semelhantes contribuíram para a redução de conflitos institucionais, otimização de recursos financeiros e melhoria da qualidade ambiental. No contexto brasileiro, a adaptação desse modelo requer articulação com os Comitês de Bacia Hidrográfica e observância ao marco legal vigente, especialmente à Política Nacional de Recursos Hídricos e ao Marco Legal do Saneamento Básico.

A proposta do Marco Legal de Saneamento, vem de encontro ao proposto por Tucci (2008), que previa a Gestão Integrada das Águas Urbanas. Em artigo, analisou o desenvolvimento urbano e suas relações com as águas urbanas no Brasil, também as possibilidades de gestão da água na cidade e na bacia hidrográfica no contexto institucional brasileiro. A figura 26, respectivamente, apresenta Diretrizes Sociopolíticas Cumulativas, (Cordeiro *et al*., 2020).

Figura 26 - Diretrizes Sócio-Políticas Acumulativas



Fonte: Cordeiro (2020).

A proposta de modelo de gestão por Distrito de Drenagem tem por base o modelo italiano, com gestão integrada dos serviços de água, manutenção da qualidade, proteção dos recursos hídricos, definição de tarifas e programas de investimento voltados à sustentabilidade e à integração dos diversos atores da sociedade. Atenção especial será dada à Educação Ambiental e à Capacitação de Recursos Humanos.

O desenvolvimento de estratégias de integração entre assuntos e temas pertinentes para a sociedade, seja como objetivo mais importante, o engajamento da sociedade civil, representada pela população, academia e outros entes intervenientes na bacia, pode e deve modificar o modus operandi de um Comitê de Bacia, melhorando a interlocução com os órgãos públicos. O financiamento de projetos, obras e serviços, como já citado, poderia ser obtido por intermédio de uma taxa de drenagem, a ser discutida distrito a distrito, com financiamento, por exemplo, do FEHIDRO - Fundo Estadual de Recursos Hídricos e contrapartidas de empresas privadas, que se utilizam dos recursos hídricos.

5.4 Integração com soluções baseadas na natureza e medidas não estruturais

A gestão pelo modelo proposto pode potencializar a adoção de soluções baseadas na natureza e de medidas não estruturais, como sistemas de alerta, zoneamento ambiental urbano e programas de educação ambiental. Essas medidas, quando implementadas de forma integrada, contribuem para a redução do escoamento superficial, aumento da resiliência urbana e mitigação dos impactos associados a eventos extremos.

A Resolução ANA nº 245/2025 oferece diretrizes favoráveis à incorporação dessas abordagens, reforçando a necessidade de modelos de governança que transcendam soluções exclusivamente estruturais.

5.5 Síntese crítica

A análise integrada dos resultados evidencia que o Distrito de Drenagem constitui instrumento promissor para aprimorar a governança da drenagem urbana em bacias hidrográficas intermunicipais. Contudo, sua efetividade depende da vontade política, adequação normativa e engajamento dos atores institucionais envolvidos. O estudo de caso da Bacia do Córrego Pirajussara pode demonstrar que há base técnica e institucional suficiente para a implementação piloto do modelo proposto

A gestão de sistemas de drenagem, por intermédio de Distrito de Drenagem, deve agregar aos Sistemas de Gerenciamento a definição de medidas não estruturais relativas aos

Indicadores de Drenagem, ao Zoneamento Ambiental Urbano, ao Seguro de Inundação, à Expansão e à melhoria do Sistema de Alerta, entre outros. Propomos a aplicação e melhores definições gerenciais com o aprofundamento desta tese para o próximo Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê 4, previsto para 2026.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Esta dissertação teve como objetivo analisar o potencial da gestão da drenagem urbana por meio de Distrito de Drenagem como instrumento de governança dos recursos hídricos, tendo como estudo de caso a Bacia Hidrográfica do Córrego Pirajussara, localizada na Região Metropolitana de São Paulo. O desenvolvimento da pesquisa permitiu confirmar a hipótese de que a fragmentação institucional constitui um dos principais entraves à eficiência da drenagem urbana em bacias hidrográficas intermunicipais.

Os resultados demonstram que, embora existam estudos técnicos consolidados e intervenções estruturais relevantes na bacia analisada, a ausência de mecanismos efetivos de coordenação intermunicipal compromete a efetividade das ações implementadas. As soluções adotadas de forma isolada tendem a deslocar impactos para jusante e a gerar ineficiências operacionais, reforçando a necessidade de novos arranjos institucionais.

Nesse contexto, a proposta de Modelo de Gestão por de Distrito de Drenagem apresenta-se como alternativa viável e consistente para aprimorar a governança da drenagem urbana. Ao estabelecer unidades territoriais de gestão com responsabilidades claramente definidas, o modelo favorece a integração entre planejamento, operação e manutenção dos sistemas de drenagem, além de fortalecer a articulação entre os entes federativos.

Do ponto de vista científico, a pesquisa pode contribuir para o avanço do debate sobre governança da drenagem urbana e gestão integrada dos recursos hídricos em ambientes urbanos complexos, ao adaptar e discutir modelos internacionais à realidade institucional brasileira.

Sob a perspectiva aplicada, o estudo oferece subsídios técnicos e institucionais para a formulação de políticas públicas voltadas ao manejo de águas pluviais urbanas, especialmente no âmbito de regiões metropolitanas. A proposta deste Modelo de Gestão por Distrito de Drenagem pode ser incorporada como instrumento complementar aos Comitês de Bacia Hidrográfica, fortalecendo sua atuação no campo da drenagem urbana.

A adoção da resolução do Comitê de Bacia como instrumento de institucionalização reforça o caráter cooperativo e não hierárquico do modelo proposto, compatibilizando inovação institucional e segurança jurídica.

O modelo proposto não depende da criação de novas fontes arrecadatórias, podendo ser implementado a partir da articulação e qualificação dos instrumentos financeiros já existentes, o que reforça sua viabilidade institucional no curto prazo.

Com base nos resultados obtidos, recomenda-se:

- a implementação piloto do modelo de Distrito de Drenagem na Bacia do Córrego Pirajussara, com acompanhamento técnico e institucional e aproveitando o desenvolvimento do novo PDMAT-4 pela SP ÁGUAS para a aplicação deste plano piloto, para convalidar esta tese;
- o fortalecimento do papel dos Comitês de Bacia Hidrográfica na articulação das ações de drenagem urbana;
- a ampliação da adoção de soluções baseadas na natureza e de medidas não estruturais, integradas ao planejamento urbano;
- a promoção de programas de educação ambiental e capacitação técnica voltados aos atores institucionais envolvidos, participação efetiva da sociedade civil, setor privado, universidades, por intermédio de participação nos Comite e Subcomitês de Bacias;
- a discussão de mecanismos de financiamento específicos para a drenagem urbana, como taxas de drenagem e fundos setoriais;
- a adoção de índices de avaliação das metas, em função da redução da mancha de inundação, criação de seções de controle para calibração de vazão e controle de poluição difusa e sedimentos. Este índice deve considerar a redução de doenças de veiculação hídrica, de perdas sociais e econômicas (vide tabela 3 dos Danos evitáveis ao longo do período adotado).

As limitações da pesquisa estão associadas à dependência de dados secundários e à ausência de validação empírica direta do modelo proposto. Nesse sentido, recomenda-se o desenvolvimento de estudos futuros que avaliem a implementação prática do Distrito de Drenagem, bem como análises comparativas com outras bacias hidrográficas urbanas.

Pesquisas adicionais poderão aprofundar a avaliação de indicadores de desempenho da drenagem urbana, a integração com sistemas de alerta e a análise de instrumentos econômicos aplicáveis ao financiamento dos serviços de manejo de águas pluviais urbanas.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Conjuntura dos recursos hídricos. Brasília, DF: ANA, [2024]. Disponível em: https://biblioteca.ana.gov.br/sophia_web/Acervo/Detalhe/106160. Acesso em: 9 set. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **[Webinário sobre avaliação das formas de cobrança dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais]**. Brasília, DF: ANA, [2025]. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/webinario-avaliacao-das-formas-de-cobranca-dos-servicos-de-drenagem-e-manejo-de-aguas-pluviais-acontece-nesta-sexta-21. Acesso em: 31 ago. 2025.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 1997.

BRASIL. Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos [...]. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 2000.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 2007.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 2020.

CANHOLI, A. P. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

CERRI, J. **Análise institucional para a implantação de Distritos de Drenagem**. [São Paulo]: SP Águas, mar. 2026. Nota interna.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. **Portal de Periódicos da CAPES**. Brasília, DF: CAPES, [2025]. Disponível em: https://www.periodicos-capes.gov.br/e/ez87/periodicos/capes/gov.br/index.php/acervo/buscador.html?task=detalhes&source=resources&id=CAP04202. Acesso em: 10 set. 2025.

DENVER REGIONAL COUNCIL OF GOVERNMENTS. Urban Drainage and Flood Control District. **Urban storm drainage criteria manual**. Update. [Denver]: UDFCD, Sept. 1999. v. 1-3.

FLETCHER, T. D. *et al.* **Climate is more important than green roof design for rainfall retention and plant drought stress in temperate and semi-arid climates** **Urban Water Journal**, [Abingdon], v. 22, n. 7, p. 761-776, Jun. 2025. https://doi.org/10.1080/1573062X.2025.2509071

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, [2022]. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/. Acesso em: 31 ago. 2025.

LONDON sustainable urban drainage action plan. London: [s. n.], 2023. Disponível em: https://www.london.gov.uk/sites/default/files/lsdap_final.pdf. Acesso em: 3 mar. 2026.

MUGUME, S. N.; BUTLER, D. Evaluation of functional resilience in urban drainage and flood management systems using a global analysis approach. **Urban Water Journal**, [Abingdon], v. 14, n. 7, p. 727-736, Sept. 2017. DOI: https://doi.org/10.1080/1573062X.2016.1253754.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991. Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, 1991.

SÃO PAULO (Estado). Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê – PDMAT-1, Sub-bacia do córrego Piarajussara**. São Paulo: DAEE, 1999.

SÃO PAULO (Estado). Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê – PDMAT**. São Paulo: DAEE, 2014.

SÃO PAULO (Estado). Lei Complementar nº 1.413, de 23 de setembro de 2024. Dispõe sobre o regime jurídico das agências reguladoras estaduais, transforma o Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE em Agência de Águas do Estado de São Paulo – SP-ÁGUAS e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, 2024.

SILVEIRA, G. B.; RODRIGUES, L. H. R.; DORNELLES, F. Uso de soluções baseadas na natureza (SbN) pela gestão pública brasileira no manejo de águas pluviais urbanas. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba, v. 17, e20240012, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1590/2175-3369.017.e20240012. Acesso em: 8 set. 2025.

SUSDRAIN. **[Plans unveiled for UK's largest sustainable urban drainage network]**. [S. l.]: Susdrain. Disponível em: https://www.susdrain.org/news/articles/plans_unveiled_ukrs_largest_sustainable_urban_drainage_network.html. Acesso em: 3 mar. 2026.

THE FLOOD HUB. **Introduction to Sustainable Drainage Systems (SuDS)**. [S. l.]: The Flood Hub, [2024]. Disponível em: https://thefloodhub.co.uk/sustainable-drainage-systems-suds-toolkit/. Acesso em: 9 set. 2025.

TUCCI, C. E. M. (org.). **Hidrologia**: ciência e aplicação. 4. ed. [Porto Alegre]: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v. 4).

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008.

TUCCI, C. E. M. **Gestão da drenagem urbana**. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil: IPEA, 2012. 50 p. (Textos para Discussão CEPAL-IPEA, 48).

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **National menu of best management practices (BMPs) for stormwater**. Washington, DC: EPA. Disponível em: https://www.epa.gov/npdes/national-menu-best-management-practices-bmps-stormwater. Acesso em: 23 fev. 2026.

WEST MIDLANDS COMBINED AUTHORITY. **[Costs and cost savings of nature-based SuDS]**. [Birmingham]: WMCA, 2026. Disponível em: https://www.wmca.org.uk/documents/environment-energy/nature-based-suds-guidance-document/nature-based-suds-guidance-document/costs-and-cost-savings-of-nature-based-suds/. Acesso em: 6 jul. 2026.