

PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE MACRODRENAGEM

Etapa 3 – Prognóstico do Sistema Produto 4 – Prognóstico - Ações Não Estruturais

ENDEREÇO	AV. TIRADENTES, 520, CENTRO – TAUBATÉ/SP		EXECUÇÃO:
DATA	14/03/2024	FOLHA 1-64 FOLHAS	
RESP. TÉCNICO	JOSÉ AUGUSTO PINELLI		
ART	28027230221979044	CREA 06018153-07	CLIENTE:
GESTÃO PROJETO	GIMENA PICOLO	E-mail gpicolo@valenge.com.br	PREFEITURA MUNICIPAL DE TAUBATÉ/SP 
N. PROJ VALLENGE	VLG1936-PLN-P4		

REV.	DATA	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
00				
01				
02				
03				
04				

■ LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – LEGISLAÇÕES FEDERAIS, ESTADUAIS E MUNICIPAIS RELACIONADAS COM A DRENAGEM URBANA	10
QUADRO 2 – MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS	12
QUADRO 3 – PARÂMETROS DE QUALIDADE PARA USO NÃO-POTÁVEL.	17
QUADRO 4 – SUBPROGRAMA 1.1 – RECUPERAÇÃO DA VEGETAÇÃO CILIAR AO LONGO DOS CURSOS D’ÁGUA	23
QUADRO 5 – SUBPROGRAMA 1.2 – CRIAÇÃO DE CORREDORES ECOLÓGICOS.....	26
QUADRO 6 – SUBPROGRAMA 1.3 – ESTUDO PARA CRIAÇÃO DA UC DO BUGIO.....	26
QUADRO 7 – SUBPROGRAMA 2.1 – PROPOSIÇÃO E REFORMULAÇÃO DAS LEGISLAÇÕES.	28
QUADRO 8 – SUBPROGRAMA 2.2 – DISCIPLINAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	28
QUADRO 9 – SUBPROGRAMA 2.3 – REVISÃO DO PLANO DIRETOR	30
QUADRO 10 – SUBPROGRAMA 2.4 – ÁREAS PERMEÁVEIS EM NOVOS EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS	30
QUADRO 11 – SUBPROGRAMA 2.5 - ATUALIZAÇÃO DAS DIRETRIZES DO ESTUDO DE IMPACTO DE VIZINHANÇA – EIV	30
QUADRO 12 – SUBPROGRAMA 2.6 – ZONEAMENTO DAS ÁREAS COM RISCO DE INUNDAÇÃO	31
QUADRO 13 – SUBPROGRAMA 3.1 – DESOCUPAÇÃO DE MORADIAS SITUADAS EM ÁREAS DE RISCO	37
QUADRO 14 – SUBPROGRAMA 3.2 – MONITORAMENTO DE VAZÃO DAS CHEIAS E QUALIDADE DAS ÁGUAS.....	39
QUADRO 15 – SUBPROGRAMA 3.3 – FORMALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE RESERVA LEGAL.....	39
QUADRO 16 – SUBPROGRAMA 4.1 – INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO DAS ESTRUTURAS HIDRÁULICAS	40
QUADRO 17 – SUBPROGRAMA 4.2 – CAPACITAÇÃO DOS TÉCNICOS MUNICIPAIS	40
QUADRO 18 – SUBPROGRAMA 4.3 – GESTÃO DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM	41
QUADRO 19 – SUBPROGRAMA 4.4 – MANUTENÇÃO E LIMPEZA DOS CURSOS D’ÁGUA	41
QUADRO 20 – SUBPROGRAMA 4.5 – REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS	42
QUADRO 21 – SUBPROGRAMA 5.1 – PLANOS DE CONTINGÊNCIA PARA ESTADOS CRÍTICOS DE CHUVA EXCESSIVA NA BACIA	42
QUADRO 22 – SUBPROGRAMA 5.2 – SISTEMA DE ALERTA	42
QUADRO 23 – SUBPROGRAMA 6.1 – EDUCAÇÃO NAS ESCOLAS.....	43
QUADRO 24 – SUBPROGRAMA 6.2 – CAMPANHAS DE CONSCIENTIZAÇÃO	43
QUADRO 25 – SUBPROGRAMA 6.3 – APRESENTAÇÃO DO PLANO DE MACRODRENAGEM	44
QUADRO 26 – SUBPROGRAMA 7.1 – CONSCIENTIZAÇÃO E AUMENTO DE INFRAESTRUTURA PARA DESCARTE DE RESÍDUOS	44
QUADRO 27 – SUBPROGRAMA 7.2 – NOTIFICAÇÃO E MULTA PARA O DESPEJO IRREGULAR DE RESÍDUOS.	44
QUADRO 28 – SUBPROGRAMA 7.3 – ESTRUTURAS AUXILIARES DE CONTENÇÃO DE RESÍDUOS	44
QUADRO 29 – HIERARQUIZAÇÃO DOS SUBPROGRAMAS	46
QUADRO 30 – ORDEM DE PRIORIDADE DOS SUBPROGRAMAS	47

QUADRO 31 – AVALIAÇÃO DO CUSTO - PROGRAMA 01 – PROTEÇÃO E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL	48
QUADRO 32 – AVALIAÇÃO DO CUSTO - PROGRAMA 02 – LEGISLAÇÕES E NORMATIVAS	48
QUADRO 33 – AVALIAÇÃO DO CUSTO - PROGRAMA 03 - PROGRAMA DE FISCALIZAÇÃO E MONITORAMENTO.	48
QUADRO 34 – AVALIAÇÃO DO CUSTO - PROGRAMA 04 - OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	49
QUADRO 35 – AVALIAÇÃO DO CUSTO - PROGRAMA 05 - CONTINGÊNCIA E EMERGÊNCIA	49
QUADRO 36 – AVALIAÇÃO DO CUSTO - PROGRAMA 06 - EDUCAÇÃO AMBIENTAL	49
QUADRO 37 – AVALIAÇÃO DO CUSTO - PROGRAMA 07 – GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	49

■ LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – PAVIMENTO PERMEÁVEL EM ESTACIONAMENTO	14
FIGURA 2 – MATERIAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL UTILIZADO PARA DIVULGAÇÃO E CONSCIENTIZAÇÃO DA POPULAÇÃO	14
FIGURA 3 – MODELOS DE TELHADOS QUE ARMAZENAM TEMPORARIAMENTE A ÁGUA PLUVIAL.....	16
FIGURA 4 – HORTA URBANA, RIO DE JANEIRO	16
FIGURA 5 – LIXEIRAS COM SISTEMA SUBTERRÂNEO NA PRAÇA DOM EPAMINONDAS, TAUBATÉ-SP.....	21
FIGURA 6 – FILTRO DE RESÍDUOS EM BOCA DE LOBO	21
FIGURA 7 – ÁREAS A SEREM RECUPERADAS OU PRESERVADAS.....	25
FIGURA 8 – ÁREAS PARA CRIAÇÃO DE CORREDORES VERDES E PARA UC DO BUGIO	27
FIGURA 9 – ZONA DE EXPANSÃO PREVISTA NO PLANO DIRETOR	29
FIGURA 10 – ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA 09 - RIBEIRÃO PIRACANGAGUÁ OU BARRANCO ALTO	32
FIGURA 11 – ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA 12 - Córrego Convento Velho	33
FIGURA 12 – ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA 13 - RIBEIRÃO DO MOINHO..	34
FIGURA 13 – ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA 14 - Córrego do Judeu.....	35
FIGURA 14 – ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA 15 - RIBEIRÃO DO PINHÃO	36
FIGURA 15 – OCUPAÇÕES MARGINAIS EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	38
FIGURA 16 – MANCHA DE INUNDAÇÃO DA BACIA DO RIBEIRÃO PIRACANGAGUÁ OU BARRANCO ALTO	53
FIGURA 17 – MANCHA DE INUNDAÇÃO DA BACIA DO Córrego do Convento Velho.....	54
FIGURA 18 – MANCHA DE INUNDAÇÃO DA BACIA DO RIBEIRÃO DO MOINHO	55
FIGURA 19 – MANCHA DE INUNDAÇÃO DA BACIA DO Córrego do Judeu	56
FIGURA 20 – MANCHA DE INUNDAÇÃO DA BACIA DO RIBEIRÃO DO PINHÃO	57
FIGURA 21 – CUSTEIO DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS. ANO DE REFERÊNCIA: 2021	58
FIGURA 22 – DESPESAS MÉDIAS PER CAPITA E POR IMÓVEL. ANO DE REFERÊNCIA: 2021.....	59
FIGURA 23 – DESPESA TOTAL COM SERVIÇOS DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS E PARTICIPAÇÃO NA DESPESA TOTAL. ANO DE REFERÊNCIA: 2021	60

■ ÍNDICE

1.	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	7
2.	REFORMULAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO, OBTENÇÃO DE RECURSOS E LEGISLAÇÃO VOLTADA AO MANEJO DA ÁGUA.....	8
2.1	Relação de Leis Relacionadas com a Drenagem Urbana	8
2.2	Medidas Não Estruturais	11
2.2.1	BACIA HIDROGRÁFICA NÃO URBANIZADA E PARCIALMENTE URBANIZADA	12
	A. Princípio jurídico ao vender a propriedade, oferecer em primeiro lugar ao poder público.....	12
	B. Controle do Uso e Ocupação do Solo.....	13
	C. Urbanização de Pequeno Impacto	15
2.2.2	BACIA HIDROGRÁFICA URBANIZADA	15
	A. Soluções de mitigação	15
	B. Controle da Qualidade da Água Pluvial para Reuso.....	16
	C. Programa de Monitoramento da Qualidade Ambiental dos Cursos Hídricos.....	17
	D. Programa de Monitoramento de Vazões de Cheias	17
	E. Programa de Cadastro do Sistema de Drenagem	18
2.2.3	OUTRAS PROPOSTAS PERTINENTES	18
	A. Limpeza e Manutenção da Rede de Drenagem	18
	B. Manutenção do Revestimento das Vias.....	19
	C. Controle da Conexão Ilegal com a Rede de Drenagem	19
	D. Conservação da Rede de Drenagem e dos Corpos d'Água	19
	E. Utilização da Água Pluvial.....	19
	F. Sistema de Previsão e Alerta	20
	G. Planos Emergenciais	20
	H. Sistema de Lixeiras e Placas Públicas	20
	I. Aplicação de Filtros em Estruturas de Microdrenagem	21
	J. Zoneamento de Áreas Inundáveis	21
3.	PROPOSIÇÕES PARA AS AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS	23
3.1	Programa 01 – Proteção e Recuperação Ambiental	23
3.2	Programa 02 – Legislações e Normativas	28
3.3	Programa 03 – Fiscalização e Monitoramento.....	37
3.4	Programa 04 – Operação e Manutenção	40
3.5	Programa 05 – Contingência e Emergência	42
3.6	Programa 06 – Educação Ambiental.....	43
3.7	Programa 07 – Gestão de Resíduos Sólidos	44
4.	HIERARQUIZAÇÃO DAS AÇÕES	45
5.	AValiação ECONÔMICA, FINANCEIRA E SOCIAL	48
5.1	Avaliação Econômica e Financeira	48
5.1.1	CUSTOS DE INVESTIMENTO E OPERAÇÃO	48
5.1.2	CUSTOS DE MANUTENÇÃO	49
5.1.3	CUSTO DE RISCO.....	49
5.1.4	CUSTO EVITADO	50

5.2	Avaliação Social	50
5.3	Análises Econômicas Comparativas	51
6.	MANCHA DE INUNDAÇÃO.....	52
6.1	Metodologia	52
6.2	Resultado	52
7.	TAXA DE DRENAGEM E FUNDO MUNICIPAL	58
7.1	Considerações Finais	62
8.	REFERÊNCIAS.....	64

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A Lei Estadual nº 7.663 de 1991 prevê a elaboração de estudos para o manejo de águas pluviais que auxiliarão na gestão dos recursos hídricos. Nesse contexto, o Plano Diretor Municipal de Macrodrenagem abordará as recomendações para o disciplinamento de uso e ocupação do solo, a drenagem natural das águas pluviais, a educação ambiental e os projetos de obras necessárias para universalizar os serviços de drenagem e manejo de águas pluviais, sendo um instrumento de gestão importante para a tomada de decisões na execução de obras hidráulicas.

O presente relatório é o quarto produto (Produto 4 – Prognóstico - Ações Não Estruturais) do contrato estabelecido entre a Prefeitura Municipal de Taubaté e a empresa Vallenge Consultoria, Projetos e Obras Ltda, que tem como objetivo a elaboração do Plano Diretor Municipal de Macrodrenagem.

O Prognóstico de Ações Não Estruturais apresentará medidas a serem implantadas que não se constituem em obras e que têm natureza preventiva e gerencial, ou seja, tem um caráter institucional. De maneira geral, as medidas não estruturais ajudam na redução dos riscos e danos à população das bacias a um custo menor, procurando adaptar a população às inundações e atuando na esfera sociopolítica.

2. REFORMULAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO, OBTENÇÃO DE RECURSOS E LEGISLAÇÃO VOLTADA AO MANEJO DA ÁGUA

As soluções dos sistemas de drenagem não abrangem apenas obras e recomendações quanto ao gerenciamento da drenagem, o disciplinamento de uso e ocupação do solo, educação ambiental e outras medidas ditas não-estruturais, mas também é necessário que tal planejamento seja o mais abrangente possível, envolvendo em sua realização os representantes dos diversos agentes e órgãos responsáveis pela gestão da infraestrutura, saneamento básico, meio ambiente e da sociedade civil como um todo.

Assim, para que o sistema proposto funcione, é necessário que se faça uma reformulação do sistema de gestão e que, a partir dessa reformulação, os técnicos participantes tenham ferramentas que o auxiliem na busca por recursos.

Para a captação de recursos é necessário que o município possua organização, planejamento e um projeto bem estruturado, além de identificar o banco/órgão ideal para o pleito, que pode ser de âmbito do governo estadual, federal ou de uma organização exterior (internacionais).

Outra importante ferramenta de gestão das águas pluviais dentro do espaço urbano é a aplicação eficaz das legislações como a Constituição Federal, que define a obrigatoriedade e competências do trato da questão urbana; o Estatuto da Cidade, que veio reforçar o planejamento e gestão deste espaço; e o Plano Diretor Urbano, que é um conjunto de procedimentos, regulamentações e leis que ordenam localmente os espaços urbanos no Brasil.

Desta forma, a principal medida não estrutural de um sistema de drenagem urbana é a legislação para controle dos futuros desenvolvimentos que deve ocorrer de forma integrada com os outros melhoramentos urbanos (rede de água, esgoto, iluminação pública, pavimentação etc.). Essa legislação pode ser incorporada ao Plano Diretor Urbano ou aos decretos municipais específicos.

2.1 Relação de Leis Relacionadas com a Drenagem Urbana

Os instrumentos legais são princípios e normativas criadas com o objetivo de estabelecer ordenamentos a serem seguidos e tem como função regradar os comportamentos e ações dos indivíduos por meio da constituição de direitos e deveres da comunidade.

Conforme supracitado, a efetividade das medidas não estruturais vem ocorrendo por meio das chamadas normas jurídicas ou leis, que podem ser de esfera federal, estadual ou municipal.

A seguir está apresentada, em forma de Quadro, a síntese da regulamentação relacionada com a drenagem urbana. O objetivo é facilitar a consulta das leis que tratam de drenagem, no momento da elaboração de estudos e projetos a ela relacionados.

O Quadro está dividido em legislação Federal, Estadual e Municipal, cada parte disposta em colunas, apresentadas da seguinte maneira:

- Legislação: classifica se a legislação listada é uma Lei, Decreto-Lei, Decreto, Medida Provisória, Lei Complementar ou Resolução, bem como apresenta o número do documento e a data em que entrou em vigor.
- Abordagem: indica sob quais aspectos são abordadas as questões de drenagem. Foram atribuídos quatro aspectos: S = Aborda questões referentes ao Saneamento; MA = Aborda questões referentes ao Meio Ambiente; GU = Aborda questões referentes à Gestão Urbana; I = Aborda questões referentes a Estabelecimentos ou Modificações Institucionais.

- Disposição: apresenta a disposição ou a finalidade do documento.

Legislação	Abordagem				Disposição
	S	MA	GU	I	
FEDERAL					
Constituição Federal de 1988				X	Institui princípios, direitos e garantias fundamentais; direitos e deveres individuais e coletivos.”
Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.		X			Estabelece normas para proteção da vegetação nativa em áreas de preservação permanente, reserva legal, uso restrito, exploração florestal e assuntos relacionados.
Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979			X		Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências.
Lei nº 6.803, de 2 de julho de 1980			X		Dispõe sobre as diretrizes básicas para o Zoneamento Industrial nas áreas críticas de poluição, e dá outras providências.”
Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981		X		X	Dispõe sobre a política nacional do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
Lei nº 7.804, de 18 de julho de 1989.		X			Altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, a Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989, a Lei nº 6.803, de 2 de julho de 1980, a Lei nº 6.902, de 21 de abril de 1981, e dá outras providências.
Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997	X				Institui a política nacional de recursos hídricos, cria o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da constituição federal, e altera o art. 1º da lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000	X			X	Dispõe sobre a criação da agência nacional de águas e saneamento básico (ANA), entidade federal de implementação da política nacional de recursos hídricos, integrante do sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos (SINGREH) e responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico.
Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020	X				Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000.
Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001			X		Regulamenta os artigos 182 e 183 da constituição federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Também conhecida como “Estatuto da Cidade”.
Decreto-lei nº 3.365, de 21 de junho de 1941.					Dispõe sobre desapropriações por utilidade pública.
Decreto nº 10.000, de 3 de setembro de 2019	X			X	Dispõe sobre o Conselho Nacional de Recursos Hídricos.
Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934	X				Decreta o Código de Águas.
Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997		X			Licenciamento Ambiental.
Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2022		X			Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de áreas de preservação permanente.

Legislação	Abordagem				Disposição
	S	MA	GU	I	
ESTADUAL					
Lei nº 12.526, de 02 de janeiro de 2007	X		X		Estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais.
Lei nº 13.798, de 09 de novembro de 2009			X		Institui a política estadual de mudanças climáticas – PEMC.
Lei nº 12.300, de 16 de março de 2006	X			X	Institui a política estadual de resíduos sólidos e define princípios e diretrizes.
Lei nº 9.509, de 20 de março de 1997		X			Dispõe sobre a política estadual do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.
Lei nº 12.780, de 30 de novembro de 2007			X		Institui a política estadual de educação ambiental.
Lei nº 7.750, de 31 de março de 1992	X				Dispõe sobre a política estadual de saneamento, e dá outras providências.
Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991			X		Estabelece normas de orientação à política estadual de recursos hídricos bem como ao sistema integrado de gerenciamento de recursos hídricos.
Lei nº 16.337, de 14 de dezembro de 2016			X		Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH e dá providências correlatas.
MUNICIPAL					
Lei orgânica do município de Taubaté, 3 de abril de 1990			X		Dispõe sobre a organização do município de Taubaté.
Lei complementar nº 412, de 12 de julho de 2017			X		Institui o Plano Diretor Físico do Município de Taubaté e dá outras providências.
Lei complementar nº 443, de 15 de julho de 2019			X		Altera a Lei Complementar nº 412, de 12 de julho de 2017, o Plano Diretor Físico do Município de Taubaté.
Lei nº 5541 de 17 de março de 2020			X		Disciplina o parcelamento, uso e ocupação do solo, bem como normas edilícias para empreendimento de habitação de interesse social.
Lei nº 4.406, de 7 de outubro de 2010			X		Institui a política municipal de educação ambiental na rede municipal de ensino de Taubaté e dá outras providências.
Lei nº 5.687, de 17 de dezembro de 2021		X			Estabelece normas, critérios e procedimentos para o licenciamento ambiental no âmbito do município de Taubaté.
Lei nº 5.241, de 30 de dezembro de 2016		X		X	Institui o programa IPTU verde no município de Taubaté, e dá outras providências.
Lei nº 4.340, de 26 de abril de 2010		X			Institui no município de Taubaté, o programa municipal de proteção e recuperação de nascentes e autoriza a prefeitura municipal a fazer parceria e investimentos em propriedades rurais e dá outras providências.
Lei nº 5.073, de 11 de setembro de 2015		X			Cria o sistema de reuso de água de chuva no município de Taubaté para utilização não potável em condomínios, clubes, entidades, conjuntos habitacionais, industriais e comerciais.
Lei nº 4.598, de 9 de fevereiro de 2012				X	Autoriza o poder executivo a conceder isenção do imposto predial e territorial urbano - IPTU incidente sobre imóveis edificados atingidos por enchentes e alagamentos ocorridos no município.
Lei nº 5.144, de 12 de janeiro de 2016			X		Cria a coordenadoria municipal de proteção e defesa civil - COORDEC do município de Taubaté - SP, cria o conselho municipal de proteção e de defesa civil - COMDEC, e cria o fundo municipal de proteção e defesa civil - FUMPDEC do município de Taubaté - SP e dá outras providências.

QUADRO 1 – LEGISLAÇÕES FEDERAIS, ESTADUAIS E MUNICIPAIS RELACIONADAS COM A DRENAGEM URBANA
 FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

2.2 Medidas Não Estruturais

As medidas não estruturais dos sistemas de drenagem urbana são práticas institucionais de prevenção à poluição e à redução do volume das águas pluviais.

Essas práticas podem operar tanto de forma concreta, como por exemplo na realização de varrição de rua, proteção da vegetação nas áreas de preservação permanente em áreas urbanas, etc. ou na esfera normativa, com medidas de gestão das águas pluviais urbanas, como a aplicação de planos diretores municipais que exijam reaproveitamento da água em construções novas, planos de manejo de águas pluviais em toda a área urbana, mecanismos estáveis de financiamento para os programas locais de gerenciamento de águas pluviais, etc.

De forma geral, as medidas não estruturais podem ser divididas em cinco categorias principais:

- Planejamento e controle das cidades, na forma de instrumentos vinculados juridicamente, que requerem projetos com princípios de desenvolvimento de baixo impacto, a serem aprovados pelos órgãos reguladores;
- Planejamentos estratégicos e institucionais, como o uso de planos de gerenciamento de qualidade das águas pluviais em toda área urbana;
- Mecanismos que garantam o financiamento para apoiar a implementação desses planos;
- Procedimentos e práticas de prevenção à poluição, tais como: varrição de ruas, a fim de prevenir e gerenciar acidentes ambientais em instalações comerciais e industriais;
- Controles regulatórios, como a promulgação e aplicação de leis para controle da erosão e sedimentos durante a execução de obras.

Além destas categorias, as medidas não-estruturais podem ser classificadas de acordo com o grau de urbanização da bacia hidrográfica na qual elas serão aplicadas.

Bacia hidrográfica pode ser entendida como a área drenada por um rio principal e seus afluentes, os quais possuem características determinantes que intervêm no volume das enchentes e nas vazões de estiagem, além de variáveis que influenciam o comportamento das chuvas, como a cobertura vegetal e o uso da terra.

A maior alteração da superfície de uma bacia resulta principalmente da urbanização, a qual altera as características naturais da cobertura do solo. A urbanização causa a impermeabilização do solo, além de diminuir a infiltração da água e aumentar o escoamento superficial, ocasionando cheias e inundações quando mal planejada.

Dessa forma, são apresentadas a seguir algumas medidas não-estruturais para mitigação do impacto na ocupação das bacias hidrográficas.

Bacias Hidrográficas Não Urbanizadas e Parcialmente Urbanizadas	
Princípio jurídico: ao vender a propriedade, oferecer em primeiro lugar ao poder público	- Direito de Preempção.
Controle do uso e ocupação do solo	- Plano Diretor Urbano; - Zoneamento; - Restrição a ocupação das áreas de risco; - Preservação e ampliação de áreas permeáveis; - Programa de educação ambiental; - Controle de Área de Preservação Permanente;
Urbanização de pequeno impacto	-
Bacias Hidrográficas Urbanizadas	
Soluções de mitigação	- Controle de vazão máxima nos lotes; - Hortas Urbanas.
Controle da qualidade da água pluvial para reuso	-
Programa de monitoramento da qualidade ambiental dos cursos hídricos	-
Programa de monitoramento das vazões de cheia	-
Programa de cadastro do sistema de drenagem	-
Outras Propostas Pertinentes	
Limpeza e Manutenção da Rede de Drenagem	-
Manutenção do revestimento das vias	-
Controle da conexão ilegal com a rede de drenagem	-
Conservação da rede de drenagem e dos corpos d'água	-
Utilização da água pluvial	-
Sistema de Previsão de Alerta	-
Planos Emergenciais	-
Sistemas de Lixeiras e Placas públicas	-
Zoneamento de Áreas Inundáveis	-
Aplicação de Filtros em estruturas de Microdrenagem	-

QUADRO 2 – MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

A descrição de cada uma das medidas não-estruturais para as bacias hidrográficas não urbanizadas, parcialmente urbanizadas e urbanizadas é apresentada nas subseções seguintes.

2.2.1 Bacia Hidrográfica Não Urbanizada e Parcialmente Urbanizada

As bacias hidrográficas não urbanizadas são caracterizadas pela ausência de ocupação na planície de inundação do curso d'água. Por outro lado, as bacias hidrográficas parcialmente urbanizadas são aquelas onde a ocupação começa a se consolidar ao longo do curso d'água, havendo ainda áreas desocupadas.

A seguir, são apresentadas as medidas não estruturais para as bacias hidrográficas não urbanizadas e parcialmente urbanizadas.

A. Princípio jurídico ao vender a propriedade, oferecer em primeiro lugar ao poder público

■ Direito de Preempção

Confere ao Poder Público municipal preferência para aquisição de imóvel urbano objeto de alienação onerosa entre particulares. As áreas onde será incidido o direito de preempção serão delimitadas no Plano Diretor, podendo ser exercido sempre que o Poder Público necessitar de áreas para: criação áreas verdes; unidades

de conservação ou proteção de outras áreas de interesse ambiental e proteção de áreas de interesse histórico, cultural ou paisagístico.

B. Controle do Uso e Ocupação do Solo

■ Plano Diretor Urbano

O Plano Diretor Urbano é um instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana e deve considerar o planejamento das áreas a serem desenvolvidas e a densificação das áreas atualmente loteadas, a fim de evitar a ocupação sem prevenção e previsão, já que aqueles que estiverem impactando negativamente com as cheias dificilmente serão responsabilizados pelo poder público.

Além disso, é importante priorizar um Plano Diretor com o zoneamento da área de inundação visando estabelecer regras de ocupação nas áreas de risco, evitando o desmatamento das áreas ribeirinhas e promovendo o reflorestamento de áreas degradadas para prevenir a erosão e o assoreamento do curso d'água.

■ Zoneamento

O zoneamento é especificado no Plano Diretor e deve trazer um conjunto de regras para a ocupação das áreas de maior risco de inundação, apoiando-se nos estudos e mapeamentos das áreas de cheia que permitirão a classificação de acordo com o grau desse risco.

Assim, o zoneamento das áreas de risco dependerá do grau do escoamento, da topografia e do tipo de ocupação da área e será aplicado para as novas construções, sendo recomendado o adensamento das áreas já ocupadas ao invés da transferência para novas áreas.

■ Restrição a Ocupação das Áreas de Risco

As áreas de risco são aquelas consideradas ambientalmente vulneráveis que, quando não ocupadas, não se recomenda a urbanização, exceto quando verificado a possível realização de obras de atuação preventiva.

Em relação a prevenção, é imprescindível que o município exerça seu poder de polícia, tomando todas as medidas necessárias para evitar a ocupação em locais inapropriados. Além disso, deve-se incorporar as ações de proteção e defesa civil no planejamento municipal, identificar e mapear as áreas de risco de desastres e promover a fiscalização destas áreas, vedando novas ocupações.

■ Preservação e ampliação de áreas permeáveis

A conservação e expansão de áreas permeáveis desempenham um papel fundamental na promoção da sustentabilidade urbana e na redução dos impactos ambientais. Ao preservar espaços permeáveis, como parques e zonas verdes, contribuimos para a preservação da biodiversidade, a melhoria da qualidade do ar e a regulação do ciclo hidrológico.

Um exemplo de expansão de áreas permeáveis são os pavimentos permeáveis, que apresentam espaços livres em sua estrutura para permitir o escoamento da água. Essa água pode infiltrar no solo ou ser direcionada através de um sistema auxiliar de drenagem. Esses tipos de pavimentos visam reduzir o volume de água proveniente do escoamento superficial, diminuindo assim a sobrecarga do sistema de drenagem

urbana e reduzindo o risco de enchentes. Além disso, contribuem para a melhoria da qualidade da água infiltrada, ao transportar menos poluição difusa, e ajudam na recarga dos aquíferos.

Os locais mais adequados para instalar essas estruturas incluem passeios, estacionamentos, quadras e ruas com menor movimento. As vantagens desses dispositivos incluem a redução do escoamento superficial, dos condutos de drenagem pluvial e dos custos associados à drenagem pluvial, bem como a diminuição da lâmina d'água em estacionamentos e passeios. No entanto, é importante considerar que a manutenção dessas estruturas pode ser constante, o que pode resultar em um aumento dos custos diretos, além do risco potencial de contaminação dos aquíferos.



FIGURA 1 – PAVIMENTO PERMEÁVEL EM ESTACIONAMENTO
FONTE: SOLUÇÕES PARA CIDADES, ABCP, 2021.

■ Programa de Educação Ambiental

O estímulo à participação e o envolvimento da comunidade na tomada de decisões e na manutenção do sistema de drenagem por meio de programas educativos na forma de mesas-redondas, debates, campanhas etc., ajudam a aumentar o nível de conscientização, estimulando o envolvimento nas questões ambientais e modificando padrões de conduta não sustentáveis de uso da água. A realização de campanhas com a distribuição de material informativo de conscientização da população que reside ao longo dos cursos d'água e que mostre a população a responsabilidade com o ambiente em que vive também traz resultados positivos.



FIGURA 2 – MATERIAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL UTILIZADO PARA DIVULGAÇÃO E CONSCIENTIZAÇÃO DA POPULAÇÃO
FONTE: PREFEITURA DE SOCORRO, SÃO PAULO, 2022.

■ Controle das Áreas de Preservação Permanente

O desmatamento desempenha um papel fundamental na propagação de enchentes, uma vez que expõe o solo, facilitando processos erosivos e o assoreamento dos rios. Portanto, o reflorestamento deve ser direcionado para prevenir a erosão e o assoreamento.

Além disso, o Novo Código Florestal, instituído pela Lei Federal nº 12.651/2012, estabelece as Áreas de Preservação Permanente (APP) como mecanismo de proteção e conservação dos recursos hídricos e dos ecossistemas aquáticos. As APPs são definidas como faixas marginais ao longo de cursos d'água naturais perenes ou intermitentes, excluindo-se os cursos d'água efêmeros e áreas ao redor de nascentes.

A largura das faixas marginais dos cursos d'água designadas como Áreas de Preservação Permanente varia conforme a largura do curso d'água, medida a partir da borda da calha de seu leito regular, que pode variar de menos de 10 a mais de 600 metros. Da mesma forma, as áreas ao redor de nascentes e olhos d'água perenes, independentemente de sua situação topográfica, são consideradas Áreas de Preservação Permanente em um raio mínimo de 50 metros.

Portanto, as atividades de recuperação das Áreas de Preservação Permanente desempenham um papel crucial na contenção dos fatores de degradação ambiental e na restauração de sua função ecológica no meio ambiente.

C. Urbanização de Pequeno Impacto

A concepção urbanística das áreas em processo de expansão requer análise cuidadosa, feita por corpo técnico que utilize critérios e normas que permitam minimizar os impactos da urbanização na drenagem pluvial. Nesse sentido, deve ser prevista, conforme a necessidade, a instalação de sistemas de controle na fonte, distribuídos na bacia, com redução das áreas impermeáveis. A implantação de dispositivos de retenção e infiltração de pequeno porte elimina a necessidade de uma estrutura central de grande porte. O uso de sistemas de biorretenção em parques, áreas de lazer, jardins e de cisternas, pavimentos permeáveis e telhados verdes propicia redução do volume escoado e filtragem da carga poluidora.

2.2.2 Bacia Hidrográfica Urbanizada

As bacias urbanizadas são aquelas áreas onde o processo de ocupação do solo está avançado, frequentemente resultando na remoção da vegetação ciliar e na impermeabilização da bacia.

A seguir, são apresentadas as medidas não-estruturais para as bacias hidrográficas urbanizadas, que representam soluções de mitigação. Essas soluções têm como objetivo principal o armazenamento e a promoção dos processos de infiltração e percolação.

A. Soluções de mitigação

■ Controle de Vazão Máxima nos Lotes

O controle de vazão nos lotes permite o retardo no escoamento, atenuando o pico dos hidrogramas e possibilitando a recuperação da capacidade de amortecimento perdida pela bacia devido a impermeabilização. Os dispositivos de armazenamento podem ser efetuados em telhados, pequenos reservatórios, estacionamentos, áreas esportivas, entre outros e podem ser utilizados para irrigação de grama, lavagem de superfícies e automóveis.

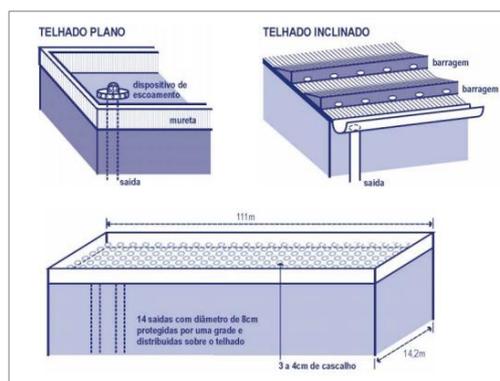


FIGURA 3 – MODELOS DE TELHADOS QUE ARMAZENAM TEMPORARIAMENTE A ÁGUA PLUVIAL
FONTE: MANUAL DE DRENAGEM URBANA, SEMARH, PARANÁ, 2002.

■ Hortas Urbanas

As hortas urbanas constituem um modo de agricultura dentro dos limites urbanos, que podem ser utilizadas em espaços públicos e privados, como quintais, muros, telhados e praças.

Elas podem desenvolver um papel similar às coberturas verdes, com a vantagem de ser um atrativo para as pessoas que podem colher e usufruir de temperos e frutas plantadas. Para isso, é interessante que as espécies introduzidas absorvam grande quantidade de água em suas raízes, como Taioba e Bananeiras, para a diminuição da água escoada pela superfície (Caldas, 2020).



FIGURA 4 – HORTA URBANA, RIO DE JANEIRO
FONTE: INSTITUTO ESCOLHAS, 2022.

B. Controle da Qualidade da Água Pluvial para Reuso

Os componentes presentes na água de chuva variam de acordo com a localização geográfica, condições meteorológicas, presença ou não de vegetação e, também, com a presença de carga poluidora, sendo o potencial risco sanitário um dos fatores que pode inviabilizar o aproveitamento das águas pluviais. Quando escoada pela superfície de captação, a água pluvial carrega consigo poluentes (substâncias tóxicas e bactérias), cuja ingestão ou contato com a pele e mucosas pode causar doenças, que vão desde simples irritações cutâneas a severas infecções intestinais. Neste contexto, considerando que as primeiras águas pluviais são de baixa qualidade, o manejo da água de chuva deve ser feito de modo criterioso, eliminando-se essa primeira fração e priorizando o monitoramento e tratamento, quando for o caso. Embora não exista regulamentação específica para os padrões de qualidade de águas de chuva, recomenda-se para o reuso urbano, ou seja, uso não potável, a verificação de parâmetros apresentados no quadro a seguir.

Parâmetro	Unidade	Valor
Ph	-	6-8
BD05	mg/L	5-30*
SST	mg/L	5-30*
Turbidez	NTU	2-5
Coliforme Total	UFC/100 mL	Ausência
Escherichia Coli	UFC/100 mL	Ausência
Cloro Livre CL2	mg/L	0,5-3,0

*EPA= US Environmental Protection Agency

QUADRO 3 – PARÂMETROS DE QUALIDADE PARA USO NÃO-POTÁVEL.
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

C. Programa de Monitoramento da Qualidade Ambiental dos Cursos Hídricos

O monitoramento da qualidade ambiental dos cursos hídricos que cortam o município tem como objetivo identificar a melhora ou piora da qualidade ambiental em função do lançamento de efluente tratado ou in natura, ação que influencia diretamente na qualidade de vida da população.

Os cursos hídricos selecionados para o monitoramento podem ser aqueles que recebem grande quantidade de esgoto sem tratamento, identificando a necessidade de realização de intervenções, ou seja, o monitoramento está diretamente ligado com o plano de ação de tratamento dos efluentes gerados no município.

As atividades previstas para o programa de monitoramento da qualidade ambiental dos cursos hídricos são apresentadas a seguir:

- Identificar os pontos de amostragem e intervalos de amostragem que tragam segurança e consistência aos resultados do monitoramento;
- Identificar as metas de redução de cargas poluidoras nos cursos d'água;
- Monitorar com frequência os córregos e rios selecionados da cidade;
- Analisar os dados de melhoria para subsidiar as atividades de outros planos de ação, principalmente o de tratamento de efluentes;
- Avaliar periodicamente a qualidade ambiental do Município e a eficácia das ações do programa como um todo.

D. Programa de Monitoramento de Vazões de Cheias

Este programa trata do monitoramento dos níveis d'água e das vazões na região visando um conhecimento sistemático do comportamento desses corpos d'água.

Para acompanhamento das vazões e níveis nos cursos d'água poderá ser feito convênio com órgãos federais ou estaduais para acompanhamento e/ou instalação de postos de monitoramento. Em caso de posto já existente, poderá ser levantada a série histórica nesses locais.

Para acompanhamento da variação dos níveis d'água, deve-se prever, caso necessário, a instalação de réguas limnimétricas e limnigráficas em locais pré-determinados, com estação coletora de dados de níveis d'água, contratação de leiturista e implantação de referências de nível (RN) com datum oficial.

Os resultados poderão ser armazenamento em planilhas com os dados horários, sendo posteriormente elaborado um relatório técnico parcial de acompanhamento mensal. Decorridos 12 meses poderá ser emitido um relatório consolidando todas as informações dos relatórios parciais, onde estarão apresentados os principais comentários e conclusões sobre a massa de dados analisada.

Os dados oriundos do monitoramento podem ser utilizados para subsidiar a determinação precisa dos limites da área de inundação, o monitoramento da variação de níveis e vazões a montante e jusante e o monitoramento da variação de níveis, vazões e precipitação na área urbana do município.

E. Programa de Cadastro do Sistema de Drenagem

Este programa tem como objetivo realizar e manter o cadastro atualizado do sistema de drenagem do município.

Para a realização desse programa é necessário fazer o levantamento das características do sistema de drenagem com a realização do levantamento de campo pela equipe de topografia sendo, em seguida, elaborada a planta em AutoCAD. O cadastro deve incluir a localização das ruas com georreferenciamento em coordenadas UTM, a posição das bocas-de-lobo, a posição dos poços de visita, o diâmetro e a cota das galerias e cursos d'água existentes.

Posteriormente deve ser realizada a integração entre a ferramenta de CAD e de geoprocessamento onde as informações para alimentar um modelo de drenagem urbana são distribuídas espacialmente ao longo da bacia hidrográfica urbana, de modo que a integração de modelos de drenagem com modelos de representação espacial melhore a precisão das informações e economizando tempo.

Dentre os vários sistemas que integram o geoprocessamento, o Sistema de Informações Geográficas (SIG) é o que reúne maior capacidade de processamento e análise de informações espaciais. O uso de Sistemas de Informação, como IDRISI, ARCVIEW, AUTOCAD MAP, entre outros, permite a sistematização de dados espaciais na forma de mapas temáticos. Neles, as informações são organizadas por setores, permitindo a rápida e contínua atualização dos dados.

Esse sistema deve ser permanentemente atualizado por um profissional habilitado conforme haja a instalação de novas estruturas de drenagem do município.

2.2.3 Outras Propostas Pertinentes

A. Limpeza e Manutenção da Rede de Drenagem

Englobam a limpeza das vias, da rede de drenagem e dos dispositivos de retenção de resíduos sólidos e de sedimentos existente como forma de redução da carga de resíduos sólidos e de sedimentos nos deflúvios.

O uso de equipamentos de varrição é uma ferramenta eficiente na remoção das partículas finas que retêm uma parcela importante da carga poluidora, além da frequência de varrição, que pode ser de sete a quinze dias.

Os sedimentos e a matéria orgânica que ficam retidos nos trechos de pequena declividade da rede de galerias tendem a se acumular, reduzindo a área de fluxo. A retirada desse material pode ser feita mediante processo de lavagem a vácuo, com a desagregação do material consolidado. A manutenção periódica dos canais abertos envolve a desobstrução e a limpeza da calha nos pontos críticos.

Os dispositivos de retenção de resíduos sólidos e de sedimentos se localizam na entrada das bocas de lobo, situados abaixo da cota inferior do tubo de entrada. O material sólido retido no interior da boca-de-lobo pode ser recolhido manualmente com a retirada da grelha. A retenção dos resíduos e do sedimento impede a transferência desses materiais para o corpo receptor situado a jusante; assim recomenda-se a limpeza dessas estruturas juntamente com a limpeza das vias.

B. Manutenção do Revestimento das Vias

O revestimento nas vias urbanas está sujeito à ação abrasiva dos pneus e das cargas dinâmicas dos veículos. Em locais de tráfego mais intenso, falhas nos serviços de manutenção da via propiciam o aparecimento de trincas que, com o tempo, vão, progressivamente, deteriorando a qualidade do pavimento. Dessa forma, os materiais que compõem a base ficam sujeitos à ação erosiva da chuva e do escoamento, sendo levados pelo fluxo, com a transferência de matérias sólidas e carga de poluentes ao corpo receptor. As ações de manutenção das vias contribuem para preservar os corpos d'água, protegendo-os da degradação.

C. Controle da Conexão Ilegal com a Rede de Drenagem

Um dos principais fatores de degradação da qualidade da água nos corpos d'água urbanos está relacionado com o lançamento de efluentes de origem doméstica na rede de drenagem. Os deflúvios lançados na rede de drenagem podem ser classificados em três tipos, de acordo com os efeitos produzidos: substâncias tóxicas e patogênicas; substâncias degradantes da vida aquática; e água limpa. Dentre estes, os mais importantes são as substâncias tóxicas e patogênicas, onde as fontes mais prováveis desses poluentes são os efluentes residenciais e industriais. Assim, a principal fonte de conexão ilegal tem origem na rede sanitária residencial.

Com isso, é importante que a prefeitura municipal realize a fiscalização e remoção das conexões ilegais existentes, originárias principalmente de fossas sépticas, sistemas de lavagem, entre outros. As medidas preventivas envolvem o estabelecimento de normas de controle, fiscalização periódica, sanções e multas, educação e conscientização da população.

D. Conservação da Rede de Drenagem e dos Corpos d'Água

O funcionamento adequado do sistema de drenagem exige uma série de ações de manutenção periódicas no corpo receptor. Estas ações envolvem a retirada de material sólido mediante dragagem, a conservação de áreas verdes, a manutenção dos dispositivos de infiltração, a troca de elementos filtrantes etc., constituir um cronograma de ações de manutenção preventiva e de reparo das estruturas. A manutenção do sistema de macrodrenagem (canais e cursos d'água naturais) inclui a identificação periódica de potenciais fontes de poluição pontual e difusa, bem como de lançamentos ilegais, com a limpeza e remoção de resíduos sólidos na calha fluvial. Com relação aos canais de drenagem, uma manutenção eficiente deve incluir possíveis modificações do projeto original, com o objetivo de melhor atender às especificidades locais e a sua incorporação na paisagem urbana.

E. Utilização da Água Pluvial

O uso da água pluvial em residências ocorre com a transferência da água por um sistema de calhas e tubulações até um reservatório, podendo ser usada para diversos fins, como jardinagem, esgotamento sanitário, lavagem de veículos etc. Nessas instalações, as primeiras chuvas, contaminadas com poeira, folhas ou resíduos de pássaros, devem ser descartadas. Uma tela instalada na entrada do reservatório permite separar a matéria sólida presente na água.

Em nível municipal, a água da chuva pode ser retida em lagos, usada na irrigação de jardins e parques, ou mesmo usada como reserva de proteção contra incêndio. A retenção da água da chuva em bacias de detenção na área urbana propicia, em alguns casos, a recarga do aquífero subterrâneo.

F. Sistema de Previsão e Alerta

Um Sistema de Previsão e Alerta também é considerado uma medida não estrutural e consiste em um sistema composto de:

- Coleta e transmissão de informações sobre as condições climáticas em tempo real;
- Recepção e processamento de informações;
- Estabelecimento de programas preventivos.

A finalidade desse sistema é se antecipar às ocorrências de inundação e reduzir os impactos causados pelas cheias.

O Manual de Gestão de Águas Pluviais Urbanas (2005) estabelece que esse sistema pode operar em três fases distintas:

- Fase de prevenção: nível a partir do qual existe um acompanhamento da evolução da enchente por parte dos técnicos. Nesse momento, a Defesa Civil é alertada sobre a eventual chegada de uma enchente;
- Fase de alerta: nível a partir do qual é previsto que um nível crítico será atingido dentro de um horizonte de tempo. A Defesa Civil e a Administração municipal passam a receber regularmente as previsões para a cidade e a população recebe o alerta e instruções da Defesa Civil;
- Fase de mitigação: nível no qual ocorrem prejuízos materiais e humanos. Essas informações são: o nível atual, previsto com antecedência e o intervalo provável dos erros, obtidos dos modelos.

A fase de mitigação trata das ações que devem ser realizadas para diminuir o prejuízo da população quando a inundação ocorre, como: isolar ruas e áreas de risco, remoção da população, animais e proteção de locais de interesse público. Desse modo, para auxiliar a fase de mitigação, pode ser estabelecido um Plano de Emergência que contenha as principais orientações de atuação para os órgãos públicos e comunidade.

G. Planos Emergenciais

Os Planos Emergenciais contêm elementos norteadores que irão mobilizar os órgãos e equipes necessários para atuar nos momentos críticos. Estes planos fazem a identificação e a análise dos riscos em escala municipal. A partir dessa etapa, estabelecem medidas imediatas de salvaguarda e de proteção de pessoas.

Os Planos Emergenciais são manuais que possibilitam o gerenciamento e a organização necessária para difusão do alerta, indicam os procedimentos de segurança, identificam meios disponíveis e determinam a implantação de medidas de acompanhamento e auxílio à população.

H. Sistema de Lixeiras e Placas Públicas

As Placas em vias Públicas visam informar os cidadãos acerca dessa legislação, os direcionando a realizar ações corretas por medo das penalidades. Juntamente, é necessário que o município possua uma grande rede de lixeiras nos locais públicos, para que os resíduos possam ser então descartados em locais corretos.



FIGURA 5 – LIXEIRAS COM SISTEMA SUBTERRÂNEO NA PRAÇA DOM EPAMINONDAS, TAUBATÉ-SP
FONTE: PORTAL R3, 2019.

I. Aplicação de Filtros em Estruturas de Microdrenagem

Uma maneira de atenuar os resíduos nos sistemas de macrodrenagem é a aplicação de estruturas de barragens na microdrenagem, visto que o lixo despejado nessas estruturas percorre até a macrodrenagem.

A adição de filtros nas bocas de lobo é uma dessas estruturas de barragem, para que lixos despejados nas ruas possam ser retidos na abertura das bocas de lobo.



FIGURA 6 – FILTRO DE RESÍDUOS EM BOCA DE LOBO
FONTE: SISTEMA DE ÁGUA, ESGOTO E SANEAMENTO AMBIENTAL DE SÃO CAETANO DO SUL, SÃO PAULO, 2022.

J. Zoneamento de Áreas Inundáveis

O zoneamento de áreas sujeitas à inundação e/ou enchentes é de extrema importância para o planejamento de uso e ocupação de uma região. Definindo as áreas críticas, podemos direcionar o uso do solo de acordo com suas características, como por exemplo, áreas mais sujeitas a eventos de inundações devem ser preferencialmente para uso de recreação ou preservação, enquanto áreas menos susceptíveis podem ser mais bem exploradas de acordo com sua vocação tanto natural como econômica, evitando assim problemas de ordem socioeconômica e de catástrofes com possíveis perdas humanas.

O zoneamento das áreas de inundação engloba as seguintes etapas:

- Determinação do risco das enchentes.
- Mapeamento das áreas sujeitas à inundação: os mapas de inundação podem ser de dois tipos: mapas de planejamento e mapas de alerta. O mapa de planejamento define as áreas atingidas por cheias de tempos de retorno escolhidos. O mapa de alerta é preparado com valores de cotas em cada esquina da área de risco. Com base na cota absoluta das esquinas, deve-se transformar esse valor na cota referente à régua. Isso significa que, quando um determinado valor de nível de água estiver ocorrendo na régua, a população saberá quanto falta para inundar cada esquina. Isso auxilia a convivência com a inundação durante a sua ocorrência.
- Zoneamento: o zoneamento propriamente dito é a definição de um conjunto de regras para a ocupação das áreas de risco de inundação, visando à minimização futura das perdas materiais e humanas em face das grandes cheias. O zoneamento urbano permite o desenvolvimento racional das áreas ribeirinhas.

3. PROPOSIÇÕES PARA AS AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS

Nesta seção, serão apresentadas as propostas de ações não estruturais, organizadas em programas para serem implantados pelo município de Taubaté.

3.1 Programa 01 – Proteção e Recuperação Ambiental

Esse programa visa proteger e restaurar ambientes naturais fundamentais para a gestão sustentável das águas pluviais, contribuindo para uma macrodrenagem mais eficaz e reduzindo o risco de enchentes e problemas relacionados à drenagem no município.

As ações deste programa estão estruturadas em subprogramas, conforme detalhado a seguir.

SUBPROGRAMA 1.1 – RECUPERAÇÃO DA VEGETAÇÃO CILIAR AO LONGO DOS CURSOS D'ÁGUA	
Objetivo	Este subprograma tem como objetivo principal a recuperação das matas ciliares, com a finalidade de controlar a erosão nas margens dos corpos d'água, prevenir o assoreamento dos mananciais e minimizar os impactos das enchentes. Além disso, busca reter e controlar as enxurradas que possam alcançar as margens dos córregos e manter a qualidade e quantidade das águas, preservando o equilíbrio erosivo e conservando as encostas das margens dos cursos d'água.
Ações	1 - Realizar um levantamento e mapeamento detalhado dos trechos dos rios que necessitam de restauração da vegetação ciliar, permitindo identificar as áreas prioritárias e o tipo de vegetação que deve ser restaurada. 2 - Criar programas de plantio de árvores envolvendo a comunidade local, organizações não governamentais e voluntários no processo de recuperação da vegetação ciliar 3 - Desenvolver um plano de restauração com metas claras e objetivos definidos, incluindo a seleção de espécies vegetais nativas apropriadas para a região e a criação de um calendário de plantio e manutenção. 4 - Promover programas de educação ambiental para conscientizar a comunidade sobre a importância da vegetação ciliar e seu papel na proteção dos rios. 5 - Realizar a restauração da vegetação ciliar gradualmente para garantir o estabelecimento adequado das plantas e a proteção contra o pastejo de animais e o controle de invasoras. 6 - Realizar a manutenção regular da vegetação ciliar para garantir seu crescimento saudável. 7 - Implementar um sistema de monitoramento para avaliar o progresso da restauração e fazer ajustes conforme necessário. 8 - Garantir que existam leis e regulamentos locais que protejam a vegetação ciliar e imponham práticas sustentáveis ao longo dos rios. 9 - Buscar parcerias com agências governamentais, organizações sem fins lucrativos e instituições financeiras para garantir o financiamento necessário para projetos de restauração da vegetação ciliar. 10 - Continuar o monitoramento e a manutenção da vegetação ciliar a longo prazo para garantir sua saúde e sustentabilidade ao longo do tempo.
Abrangência	Todas as bacias hidrográficas em estudo, conforme apresentando na Figura abaixo.

QUADRO 4 – SUBPROGRAMA 1.1 – RECUPERAÇÃO DA VEGETAÇÃO CILIAR AO LONGO DOS CURSOS D'ÁGUA
 FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

Neste estudo, procedemos à delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) no município de Taubaté, que desempenham um papel essencial na redução dos riscos ambientais e na proteção das comunidades urbanas. A demarcação das APPs ao longo dos cursos d'água seguiu os critérios estabelecidos pelo artigo 4º do Código Florestal, que considera as seguintes faixas:

- I. Faixas Marginais dos Cursos d'Água Naturais:
 - a. 30 metros para cursos d'água com menos de 10 metros de largura.
 - b. 50 metros para cursos d'água com 10 a 50 metros de largura.
 - c. 100 metros para cursos d'água com 50 a 200 metros de largura.
 - d. 200 metros para cursos d'água com 200 a 600 metros de largura.
 - e. 500 metros para cursos d'água com largura superior a 600 metros.

- II. Áreas no Entorno de Lagos e Lagoas Naturais:
 - a. 100 metros em zonas rurais, com exceção dos corpos d'água com até 20 hectares, cuja faixa marginal é de 50 metros.
 - b. 30 metros em zonas urbanas.

- III. Áreas no Entorno de Reservatórios Artificiais: Delimitadas de acordo com a licença ambiental do empreendimento.

As APPs identificadas no município de Taubaté com base nesses critérios e que devem ser preservadas somam 10,95 km², enquanto as áreas que devem ser objeto de recuperação totalizam 3,39 km², conforme ilustrado na Figura abaixo.

Salienta-se que a preservação e recuperação dessas áreas são fundamentais para a manutenção da integridade dos ecossistemas, a proteção dos recursos hídricos e a redução dos riscos associados a eventos climáticos extremos.

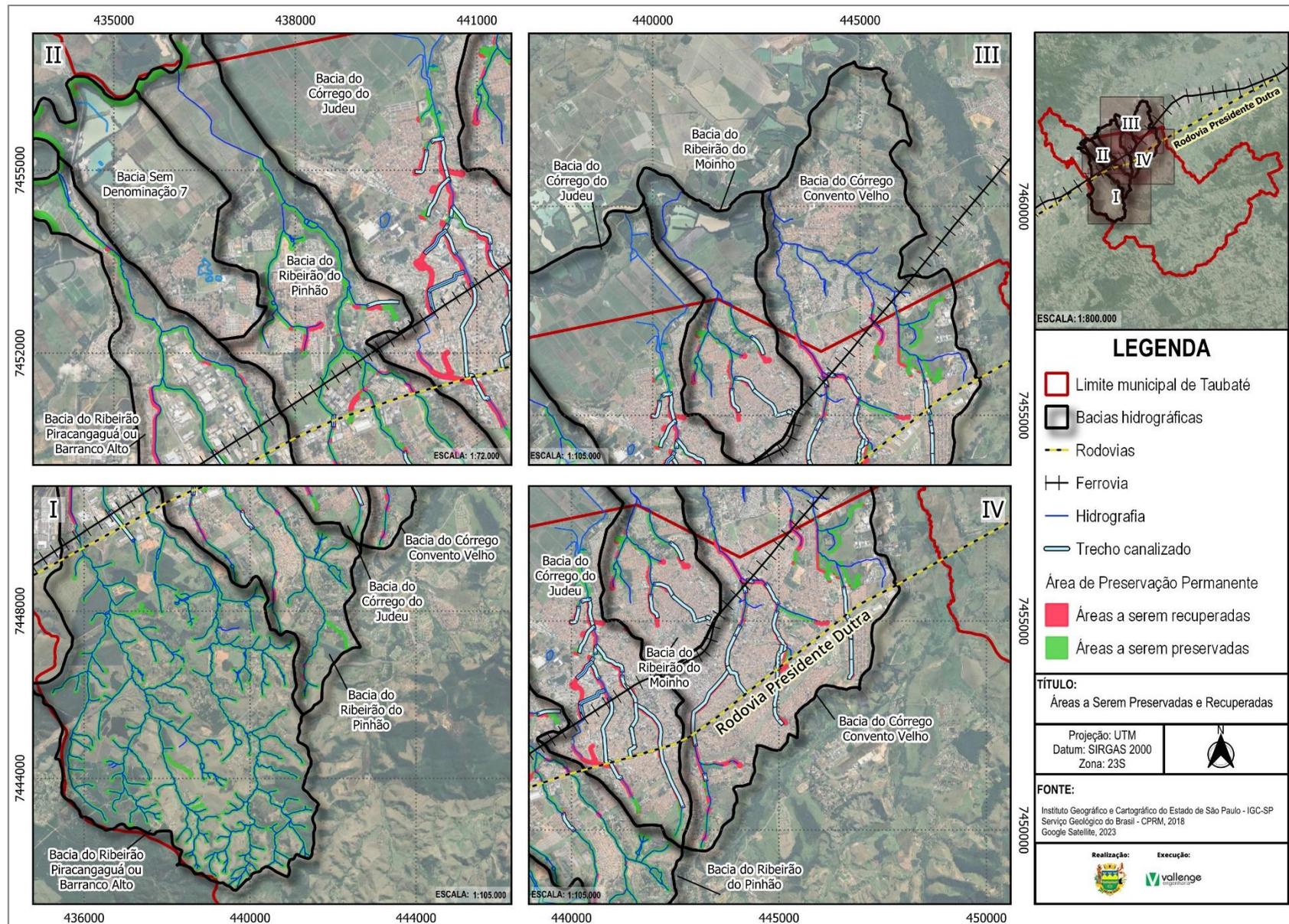


FIGURA 7 – ÁREAS A SEREM RECUPERADAS OU PRESERVADAS
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

SUBPROGRAMA 1.2 – CRIAÇÃO DE CORREDORES VERDES	
Objetivo	O objetivo principal deste subprograma é promover a criação de corredores verdes, a fim de desempenhar um papel fundamental na gestão de águas pluviais, absorvendo e direcionando a água de maneira natural. Isso contribuirá para a redução do escoamento superficial, a recarga de aquíferos e a melhoria da qualidade da água.
Ações	<ol style="list-style-type: none"> 1 - Realizar levantamentos e estudos para identificar áreas dentro da cidade que sejam adequadas para a criação de corredores verdes, levando em consideração fatores como topografia, uso do solo e necessidades de drenagem. 2 - Realizar o plantio das vegetações e estabelecer programas de manutenção para garantir o desenvolvimento saudável das áreas verdes. 3 - Promover programas de educação ambiental para a comunidade, destacando a importância dos corredores verdes na gestão de águas pluviais e na melhoria do meio ambiente. 4 - Implementar sistemas de monitoramento para avaliar o desempenho dos corredores verdes em termos de absorção de água, qualidade da água e biodiversidade. 5 - Estabelecer parcerias com organizações locais e envolver a comunidade na criação e manutenção dos corredores verdes. 6 - Desenvolver ou ajustar regulamentações municipais para promover a criação de corredores verdes e incentivar seu desenvolvimento em novos empreendimentos.
Abrangência	Bacia hidrográfica do Ribeirão Piracangaguá, Ribeirão do Pinhão e Córrego do Convento Velho, conforme apresentado na Figura abaixo.

QUADRO 5 – SUBPROGRAMA 1.2 – CRIAÇÃO DE CORREDORES ECOLÓGICOS
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

SUBPROGRAMA 1.3 – ESTUDO PARA CRIAÇÃO DA UC DO BUGIO	
Objetivo	O objetivo deste subprograma é a criação da UC do Bugio como uma medida de proteção e conservação de áreas ambientalmente sensíveis relacionadas à macrodrenagem. Salienta-se que essa área foi tombada pela Prefeitura Municipal a partir do Decreto nº 9.728, sendo localizada no bairro do Barreiro com 72.000 m ² , abrigando os maíos primatas da América do Sul, os Bugios.
Ações	<ol style="list-style-type: none"> 1 - Realizar estudos para delimitar e mapear a área da UC do Bugio, identificando as áreas de maior relevância para a macrodrenagem e a conservação ambiental. 2 - Elaborar e promulgar legislação e regulamentações municipais que definam as diretrizes para a criação e gestão da UC do Bugio. 3 - Desenvolver um plano de manejo detalhado para a UC do Bugio, delineando estratégias para a conservação de ecossistemas, a gestão de águas pluviais e a promoção da macrodrenagem sustentável. 4 - Envolver a comunidade local em programas de educação ambiental e conscientização sobre a importância da UC, incentivando a participação na sua conservação. 5 - Estabelecer parcerias com organizações locais, agências governamentais e grupos de interesse para apoiar a criação e gestão da UC do Bugio.
Abrangência	Bacia hidrográfica do Ribeirão Piracangaguá, Ribeirão do Pinhão e Córrego do Convento Velho, conforme apresentado na Figura abaixo.

QUADRO 6 – SUBPROGRAMA 1.3 – ESTUDO PARA CRIAÇÃO DA UC DO BUGIO
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

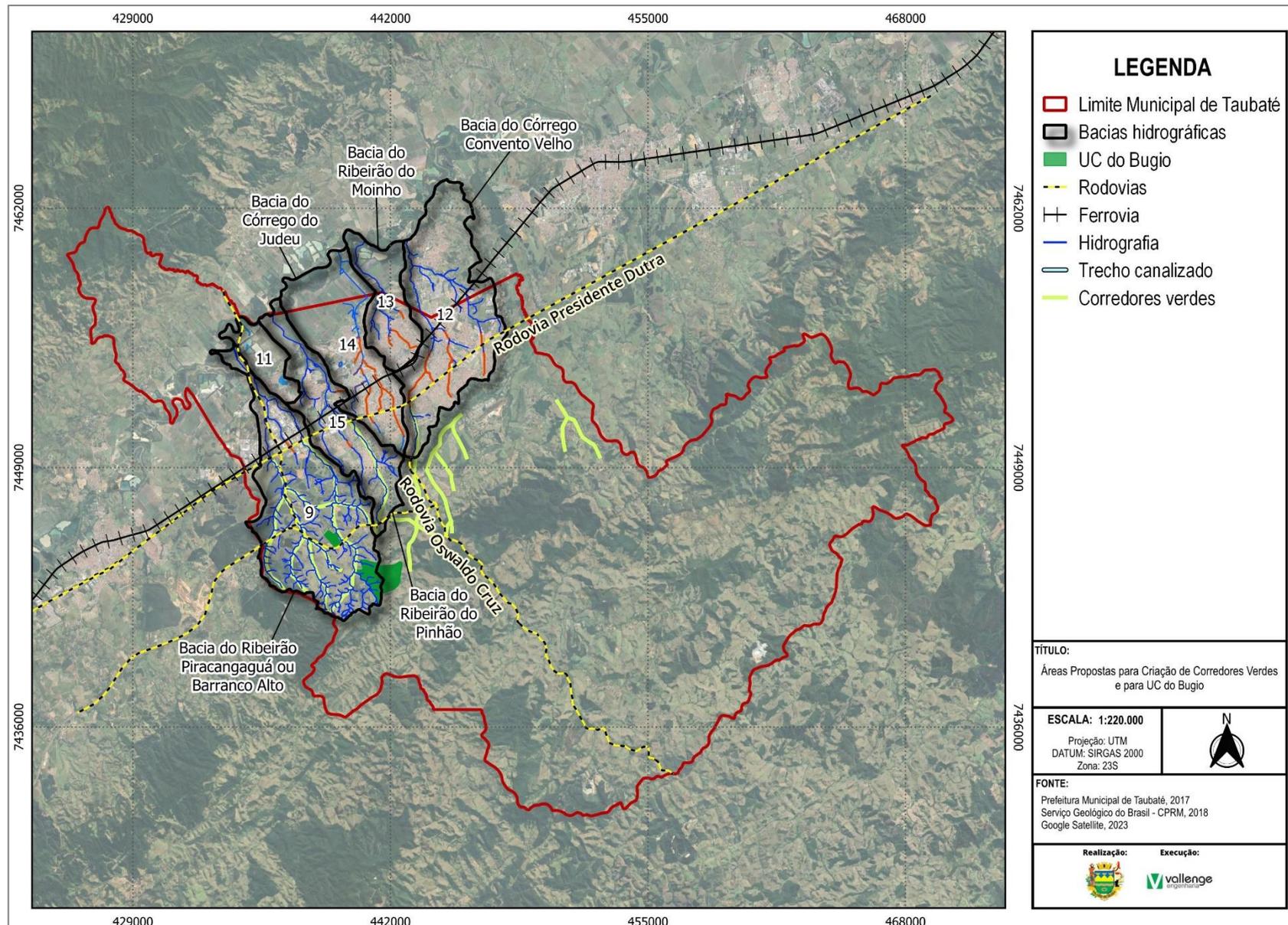


FIGURA 8 – ÁREAS PARA CRIAÇÃO DE CORREDORES VERDES E PARA UC DO BUGIO
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

3.2 Programa 02 – Legislações e Normativas

O principal objetivo deste programa é a revisão e criação de legislações e regulamentos municipais destinados a estabelecer um controle efetivo sobre os recursos hídricos do município. Nesse contexto, foram desenvolvidas ações organizadas em subprogramas, conforme detalhado a seguir.

SUBPROGRAMA 2.1 – PROPOSIÇÃO E REFORMULAÇÃO DAS LEGISLAÇÕES	
Objetivo	Este subprograma tem como objetivo propor e reformular os instrumentos técnicos municipais relacionados à prevenção e gestão de riscos geoambientais, especialmente nas áreas identificadas como suscetíveis a inundação no Plano Diretor de Macrodrenagem de Taubaté, por meio de estudos de modelagem hidráulica-hidrológica. A finalidade é garantir que a legislação ambiental do município esteja alinhada com as últimas informações e necessidades relacionadas à macrodrenagem.
Ações	<ol style="list-style-type: none"> 1 - Realizar uma revisão abrangente das leis e regulamentos municipais relacionados à macrodrenagem e áreas suscetíveis a inundação para garantir que estejam atualizados e eficazes. 2 - Incorporar os resultados dos estudos de modelagem hidráulica-hidrológica e outras informações técnicas nas legislações existentes, garantindo que reflitam as condições reais das áreas de risco. 3 - Estabelecer zonas de risco de inundação com base em critérios técnicos, identificando áreas de ocupação restrita ou controlada. 4 - Estabelecer normas construtivas específicas para áreas de risco de inundação, incluindo requisitos de elevação de edificações, materiais resistentes à água e sistemas de drenagem adequados. <p>Abrangência:</p>
Abrangência	Todas as bacias hidrográficas em estudo, especialmente as áreas mapeadas como suscetíveis a inundação de acordo com o Produto 3 do Plano Diretor de Macrodrenagem

QUADRO 7 – SUBPROGRAMA 2.1 – PROPOSIÇÃO E REFORMULAÇÃO DAS LEGISLAÇÕES.

FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

SUBPROGRAMA 2.2 – DISCIPLINAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	
Objetivo	Este subprograma tem como objetivo disciplinar o processo de ocupação do solo, especialmente nas Zonas de Expansão delineadas no Plano Diretor. Isso será alcançado por meio de ações fiscalizatórias e da emissão de autorizações condicionadas à existência de infraestrutura de drenagem e saneamento adequada.
Ações	<ol style="list-style-type: none"> 1 - Realizar uma avaliação abrangente das áreas propensas a enchentes e identificar os principais fatores de risco, como padrões de precipitação, topografia, drenagem existente e desenvolvimento urbano. 2 - Implementar regulamentos para as zonas de expansão, promovendo construções sustentáveis, elevação de edifícios e práticas de gestão de águas pluviais. 3 - Promover a instalação de infraestrutura de drenagem sustentável, como pavimentos permeáveis, jardins de chuva e sistemas de retenção de água, para reduzir o escoamento superficial. 4 - Desenvolver e atualizar legislações e regulamentos municipais que apoiem o disciplinamento do uso do solo para prevenção de enchentes.
Abrangência	Bacias hidrográfica do Ribeirão Piracangaguá ou Barranco Alto e do Ribeirão do Pinhão

QUADRO 8 – SUBPROGRAMA 2.2 – DISCIPLINAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

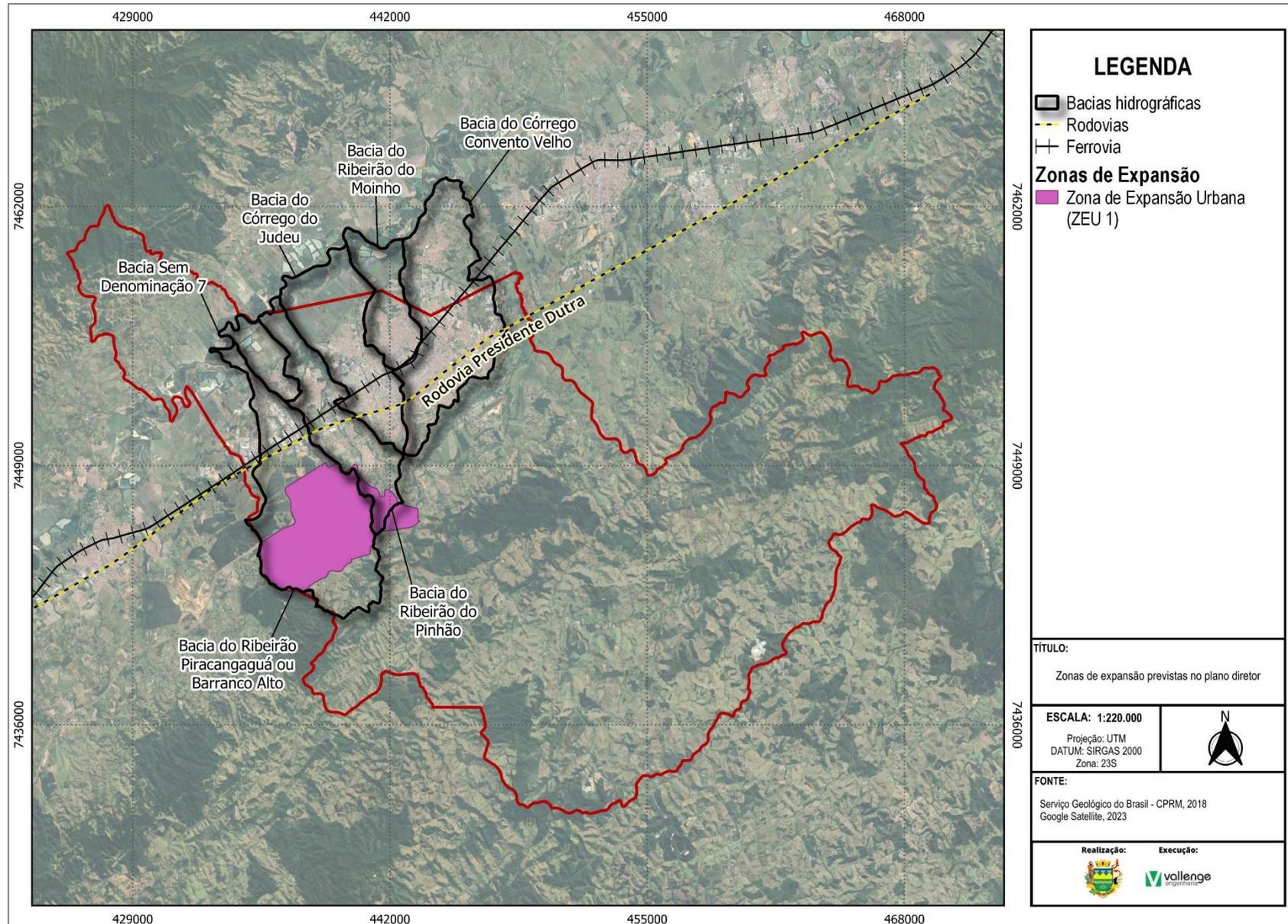


FIGURA 9 – ZONA DE EXPANSÃO PREVISTA NO PLANO DIRETOR
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

SUBPROGRAMA 2.3 – REVISÃO PLANO DIRETOR	
Objetivo	O objetivo deste subprograma é inserir as considerações na próxima revisão do Plano Diretor do Município de Taubaté, integrando-o de maneira coesa e estratégica com o Plano de Macrodrenagem. Essa integração visa garantir o desenvolvimento urbano sustentável e a gestão eficaz dos recursos hídricos.
Ações	<ol style="list-style-type: none"> 1 - Realizar uma revisão do Plano Diretor existente, considerando as diretrizes do Plano de Macrodrenagem e as necessidades atuais do município. 2 - Garantir que as diretrizes e objetivos do Plano de Macrodrenagem estejam plenamente incorporados na próxima revisão do Plano Diretor, especialmente em relação à gestão de áreas suscetíveis a inundação e uso do solo. 3 - Definir zonas urbanas e rurais com base em critérios técnicos, considerando a capacidade de absorção de água, áreas de risco e planejamento sustentável. 4 - Planejar a infraestrutura de drenagem urbana de forma integrada com o desenvolvimento urbano, priorizando soluções de drenagem sustentável.
Abrangência	Todas as bacias hidrográficas em estudo, visto que o Plano Diretor tem impacto direto na organização e no desenvolvimento de todas as áreas urbanas e rurais do município.

QUADRO 9 – SUBPROGRAMA 2.3 – REVISÃO DO PLANO DIRETOR
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

SUBPROGRAMA 2.4 – ÁREAS PERMEÁVEIS EM NOVOS EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS	
Objetivo	O objetivo deste subprograma é fiscalizar a responsabilidade da aplicação da taxa de permeabilidade para os novos empreendimentos imobiliários, reduzindo a necessidade de que os lotes individuais contenham áreas permeáveis. Assim, garantindo que uma parte significativa da área seja mantida como permeável, uma vez que, frequentemente, após a aprovação de novos imóveis, muitos tendem a pavimentar ou impermeabilizar essas áreas. Esta abordagem busca promover a conservação de espaços permeáveis em novos empreendimentos, contribuindo para a mitigação de problemas relacionados ao escoamento das águas pluviais e para a sustentabilidade ambiental do município.
Ações	<ol style="list-style-type: none"> 1 - Analisar e revisar a legislação municipal relacionada ao uso do solo, regulamentos de construção e códigos de edificação para incorporar requisitos de permeabilidade em novos empreendimentos. 2 - Estabelecer porcentagens específicas da área total do lote ou empreendimento que devem ser mantidas como áreas permeáveis, considerando as características locais e as necessidades de drenagem. 3 - Integrar diretrizes de planejamento urbano que promovam o uso de pavimentos permeáveis, sistemas de drenagem sustentável e técnicas de paisagismo que facilitem a infiltração da água. 4 - Estabelecer um sistema eficaz de monitoramento e fiscalização para garantir o cumprimento das regulamentações de permeabilidade em novos empreendimentos. 5 - Divulgação e Conscientização: Promover campanhas de conscientização pública sobre a importância das áreas permeáveis e os benefícios ambientais que elas proporcionam.
Abrangência	Todas as Bacias Hidrográficas em Estudo

QUADRO 10 – SUBPROGRAMA 2.4 – ÁREAS PERMEÁVEIS EM NOVOS EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

SUBPROGRAMA 2.5 – ATUALIZAÇÃO DAS DIRETRIZES DO ESTUDO DE IMPACTO DE VIZINHANÇA – EIV	
Objetivo	Este subprograma visa aprimorar as Diretrizes Gerais para a elaboração de Estudos de Impacto de Vizinhança (EIV), conforme estabelecido pela Lei Complementar nº 412/17. O objetivo principal é incorporar a caracterização e estudos relacionados à macrodrenagem nas proximidades de novos empreendimentos.
Ações	<ol style="list-style-type: none"> 1 – Revisar e atualizar das diretrizes gerais que orientam a elaboração dos estudos de impacto de vizinhança, de forma a incorporar as informações e procedimentos relacionados à macrodrenagem. 2 - Estabelecer os requisitos e o conteúdo mínimo que deve ser incluído nos Estudos de Impacto de Vizinhança em relação à caracterização e estudos de macrodrenagem.
Abrangência	Todas as Bacias Hidrográficas em Estudo

QUADRO 11 – SUBPROGRAMA 2.5 - ATUALIZAÇÃO DAS DIRETRIZES DO ESTUDO DE IMPACTO DE VIZINHANÇA – EIV
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

SUBPROGRAMA 2.6 – ZONEAMENTO DAS ÁREAS COM RISCO DE INUNDAÇÃO	
Objetivo	Este subprograma prevê mapear as áreas do município com alto e baixo risco de inundação e a partir disso, criar um zoneamento, associado a regras específicas de uso do solo.
Ações	<ol style="list-style-type: none"> 1 - Realizar uma avaliação técnica detalhada para identificar e mapear as áreas de risco de inundação no município. 2 - Estabelecer critérios claros para a classificação das áreas de risco, levando em consideração o grau de exposição ao risco e a probabilidade de inundação. 3 - Criar mapas geoespaciais detalhados que indiquem as áreas de risco de inundação, incluindo informações sobre as zonas de inundação, níveis de inundação e cenários de risco. 4 - Dividir o município em zonas com base no risco de inundação, como "Zona de Risco Alto," "Zona de Risco Moderado" e "Zona de Risco Baixo." 5 - Desenvolver ou atualizar regulamentações municipais que definam as restrições e os requisitos para o uso do solo em cada zona de risco de inundação, incluindo restrições à construção, exigências para elevação de edifícios, entre outros. 6 - Envolver a comunidade e partes interessadas no processo de zoneamento, realizando consultas públicas para obter informações locais relevantes. 7 - Conduzir campanhas de conscientização pública para informar os moradores sobre os riscos de inundação e as medidas de segurança apropriadas. 8 - Desenvolver planos de evacuação claros e eficazes para as áreas de risco de inundação, garantindo que os moradores saibam como agir em caso de emergência. 9 - Controlar rigorosamente o uso do solo nas áreas de risco, garantindo que qualquer nova construção ou desenvolvimento esteja em conformidade com as regulamentações estabelecidas.
Abrangência	Todas as bacias hidrográficas em estudo.

QUADRO 12 – SUBPROGRAMA 2.6 – ZONEAMENTO DAS ÁREAS COM RISCO DE INUNDAÇÃO
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

O zoneamento proposto abaixo consiste na divisão do território municipal com base no risco de inundação identificado nas áreas descritas no item 6 deste Produto. Assim, o zoneamento foi subdividido em duas zonas principais:

- Zona Diretamente Afetada: compreende a área de APP (Área de Preservação Permanente) localizada nas margens dos rios e que é facilmente inundada durante o transbordamento do rio.
- Zona de Risco de Inundação: abrange as áreas afetadas pela inundação dentro da mancha de inundação, considerando um período de retorno de 100 anos.

As Figuras a seguir apresentam o zoneamento para as bacias hidrográficas em estudo.

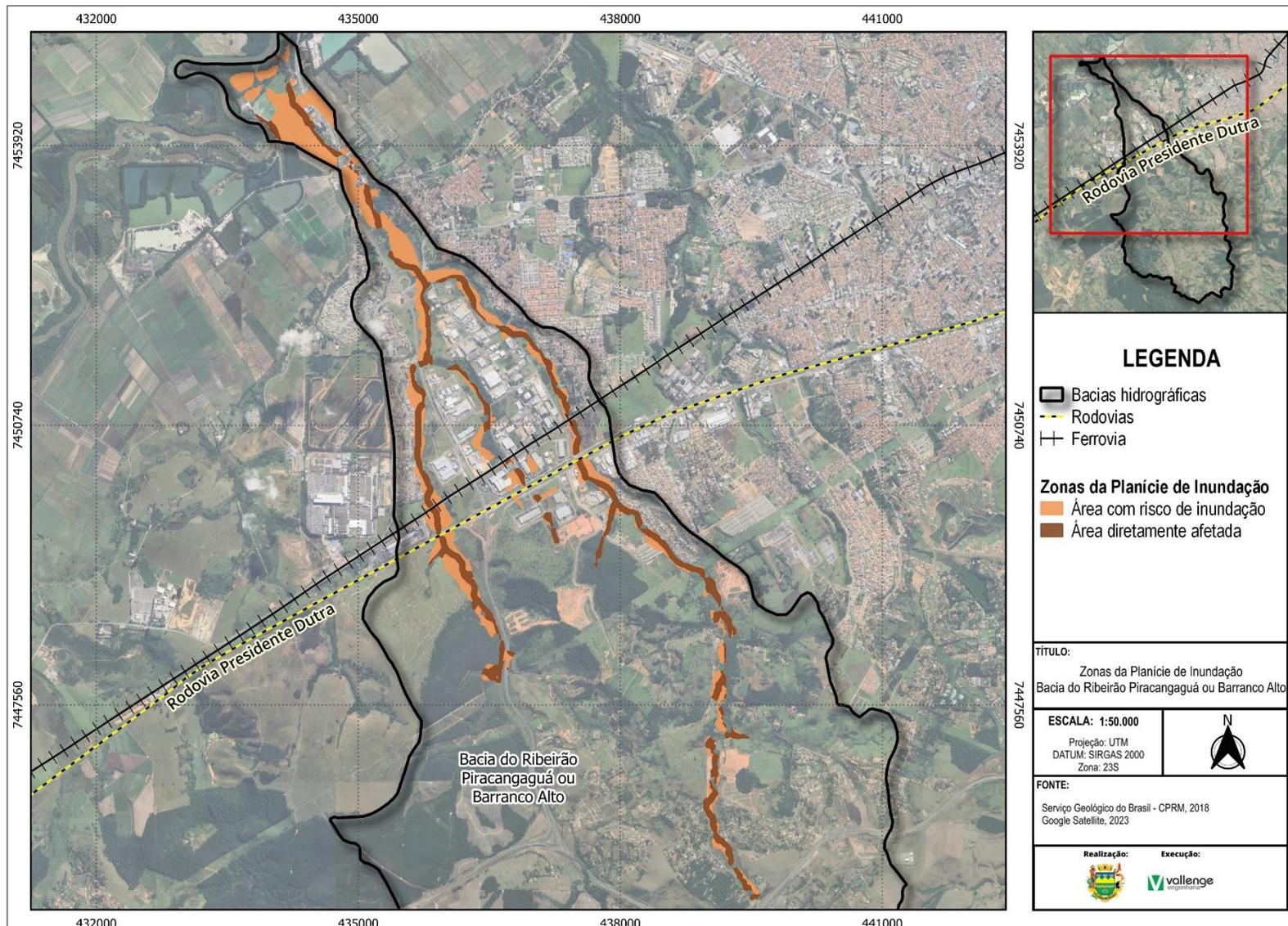


FIGURA 10 – ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA 09 - RIBEIRÃO PIRACANGAGUÁ OU BARRANCO ALTO
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

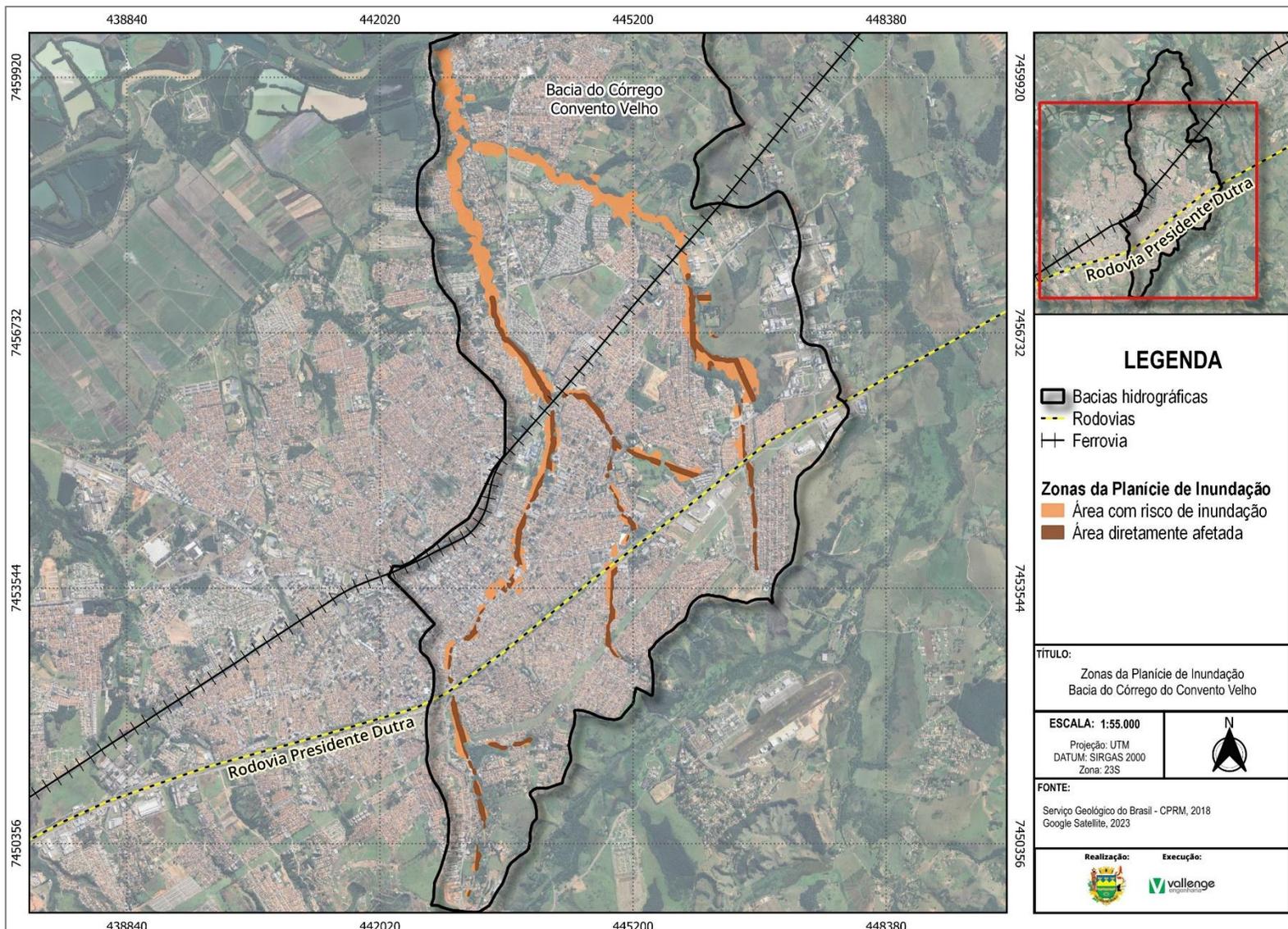


FIGURA 11 – ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA 12 - CÓRREGO CONVENTO VELHO
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

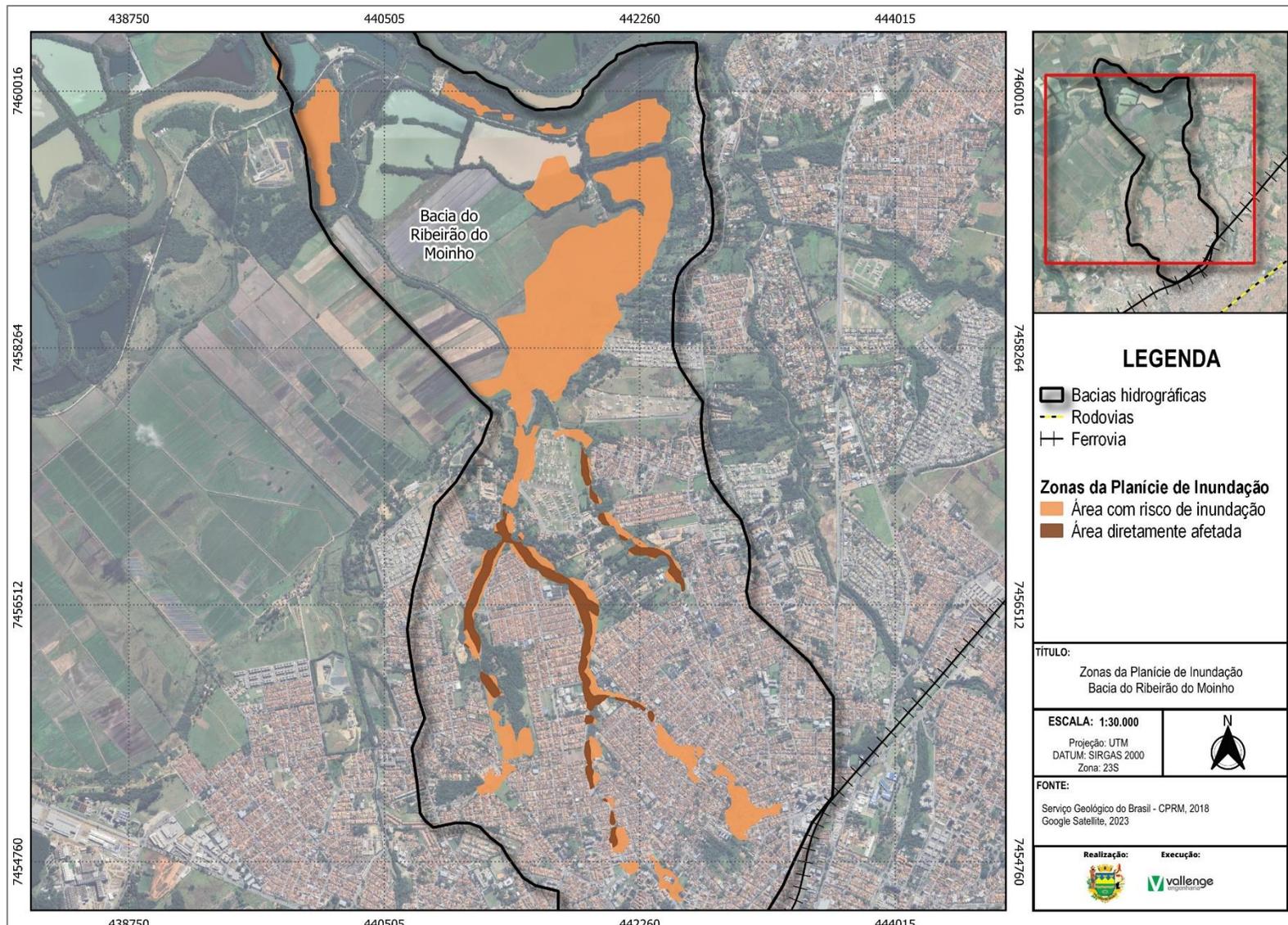


FIGURA 12 – ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA 13 - RIBEIRÃO DO MOINHO
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

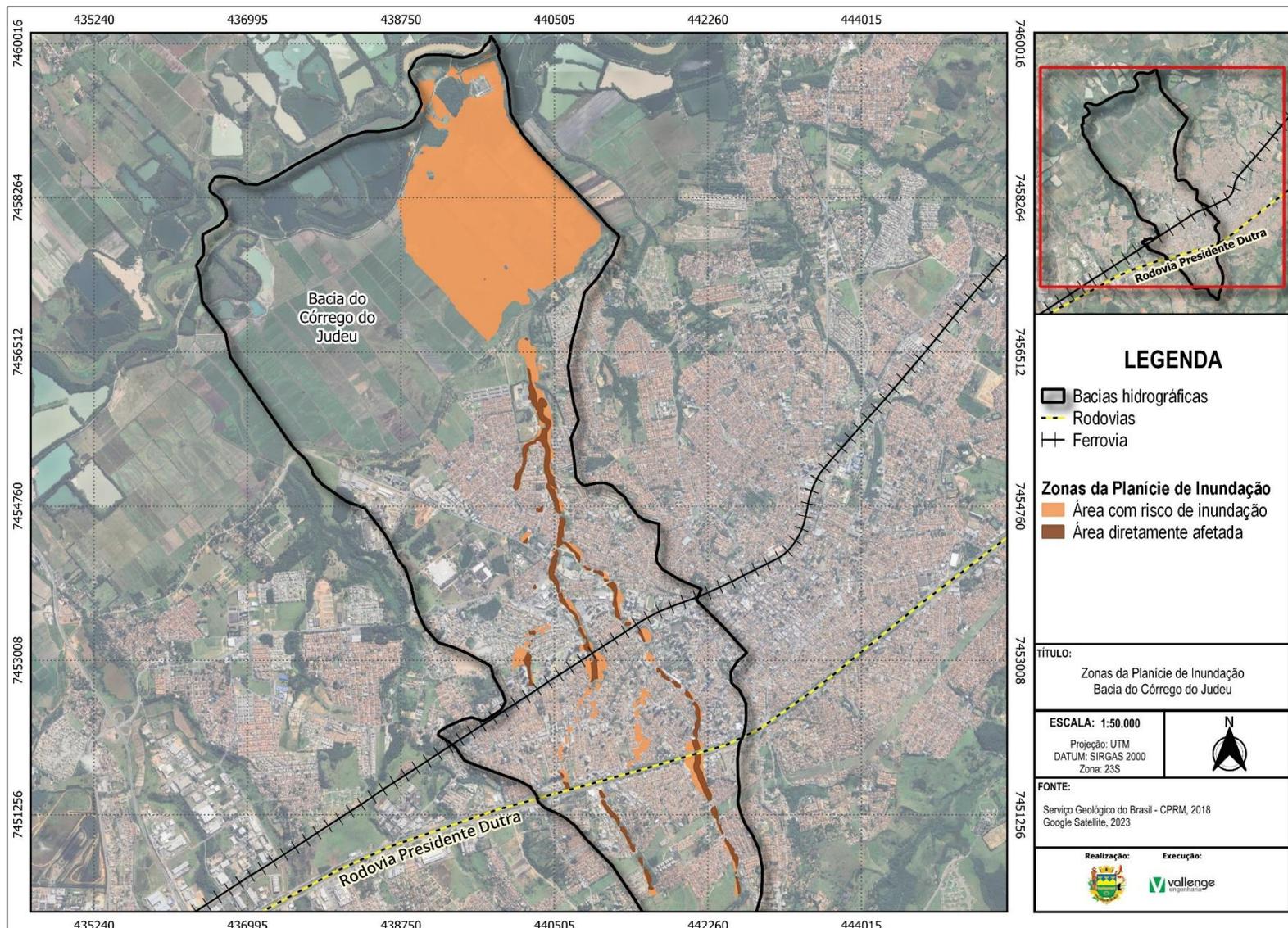


FIGURA 13 – ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA 14 - CÓRREGO DO JUDEU
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

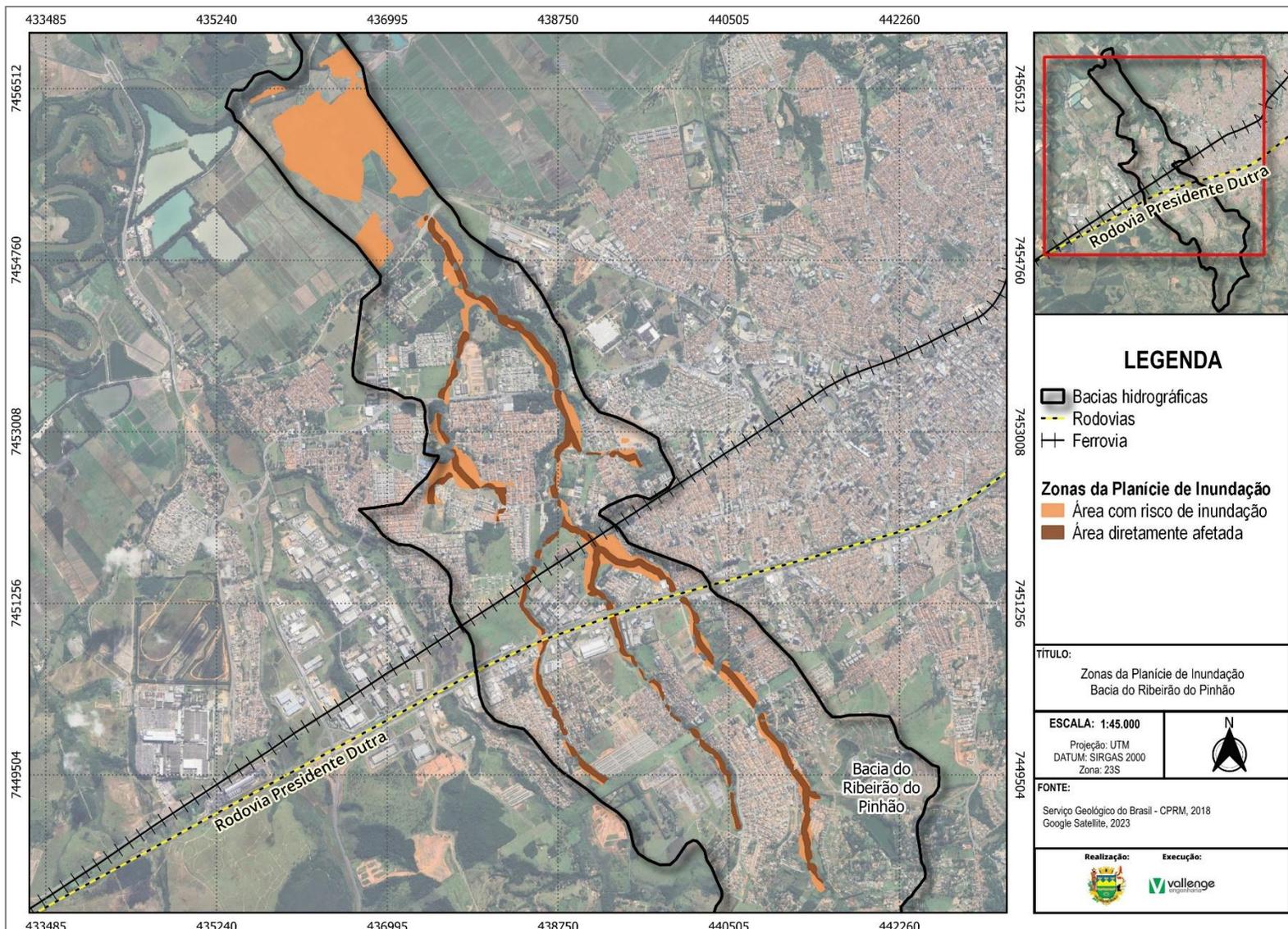


FIGURA 14 – ZONEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA 15 - RIBEIRÃO DO PINHÃO
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

3.3 Programa 03 – Fiscalização e Monitoramento

O Programa de Fiscalização e Monitoramento visa realizar um controle constante dos recursos hídricos e das áreas associadas a eles no município de Taubaté. Através de diagnósticos detalhados, foram identificadas situações críticas, como moradias em locais suscetíveis a inundação e o descarte inadequado de resíduos sólidos nas margens dos corpos d'água.

Em resposta a essas preocupações, foram desenvolvidas uma série de ações, organizadas em subprogramas, conforme detalhado a seguir.

SUBPROGRAMA 3.1 – DESOCUPAÇÃO DE MORADIAS SITUADAS EM ÁREAS DE RISCO	
Justificativa	Este subprograma visa a desocupação de moradias situadas em áreas com risco de inundação e deslizamento, de forma a proteger as pessoas e seus bens.
Ações	<ol style="list-style-type: none"> 1 - Realizar uma avaliação técnica detalhada para determinar o grau de risco das áreas afetadas, levando em consideração fatores como inundações, deslizamentos de terra, erosão e outros perigos naturais ou ambientais. 2 - Identificar e registrar todas as moradias que estão em áreas de risco elevado, com base na avaliação de risco. 3 - Desenvolver um plano abrangente de realocação que inclua alternativas de moradia segura, como habitações temporárias, aluguel social ou realocação permanente em áreas seguras. 4 - Oferecer apoio social e psicológico aos moradores afetados, levando em consideração suas necessidades emocionais e sociais durante o processo de desocupação. 5 - Fornecer orientação jurídica aos moradores, garantindo que seus direitos sejam respeitados e que todos os procedimentos legais sejam seguidos. 6 - Oferecer indenização justa ou compensação financeira aos moradores pelas perdas materiais sofridas devido à desocupação. 7 - Desenvolver infraestrutura de moradia alternativa, como conjuntos habitacionais seguros, em colaboração com agências governamentais ou organizações parceiras. 8 - Implementar medidas para mitigar os impactos ambientais causados pela ocupação anterior, como a recuperação de áreas degradadas. 9 - Atualizar ou criar regulamentações municipais que proíbam novas ocupações em áreas de risco e estabeleçam diretrizes claras para a desocupação. 10 - Comunicar amplamente à comunidade sobre os perigos da construção de moradias em áreas de risco.
Abrangência	Todas as bacias hidrográficas em estudo, conforme apresentado na Figura a seguir.

QUADRO 13 – SUBPROGRAMA 3.1 – DESOCUPAÇÃO DE MORADIAS SITUADAS EM ÁREAS DE RISCO
 FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

O Quadro a seguir apresenta áreas com ocupações marginais situadas em Áreas de Preservação Permanente (APP) que demonstram vulnerabilidade a riscos de inundação e/ou deslizamento.

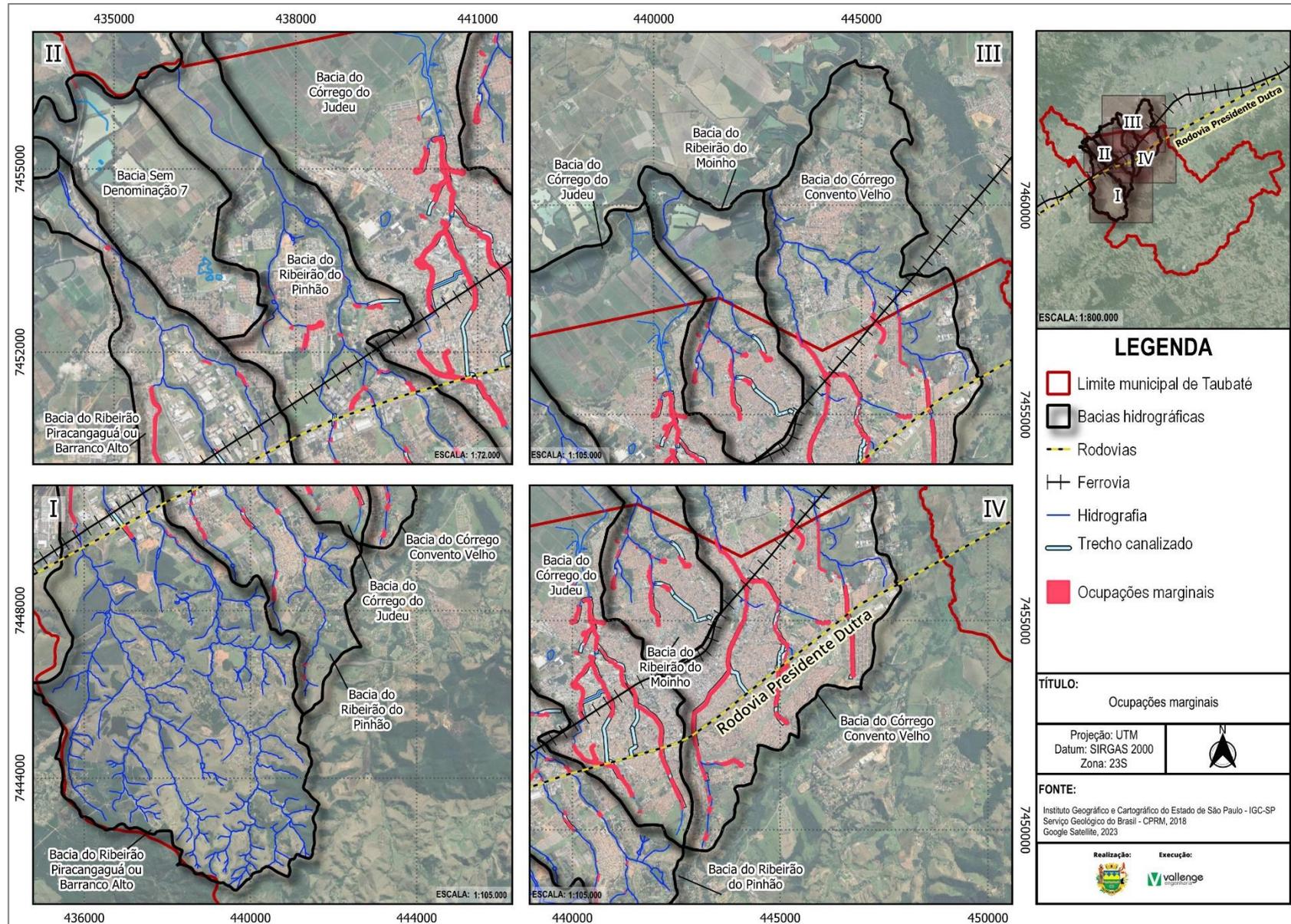


FIGURA 15 – OCUPAÇÕES MARGINAIS EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

SUBPROGRAMA 3.2 – MONITORAMENTO DE VAZÃO DAS CHEIAS E QUALIDADE DAS ÁGUAS	
Objetivo	Este subprograma tem como objetivo estabelecer um sistema de monitoramento contínuo para acompanhar as vazões dos rios e realizar análises periódicas da qualidade da água.
Ações	<ol style="list-style-type: none"> 1 - Instalar estações de monitoramento ao longo dos rios e corpos d'água relevantes para coletar dados de vazão e qualidade da água. Essas estações podem ser equipadas com sensores automáticos para medir parâmetros como níveis de água, temperatura, turbidez, pH e concentração de poluentes. 2 - Implementar sistemas de coleta de dados em tempo real para permitir o monitoramento contínuo e o acesso imediato às informações. 3 - Realizar amostragens regulares da água em diferentes locais ao longo dos rios, levando em consideração as variações sazonais e eventos climáticos extremos. 4 - Intensificar o monitoramento durante períodos de chuvas intensas ou outros eventos climáticos que possam levar a enchentes e aumentar a carga de poluentes nos rios. 5 - Processar e analisar os dados coletados para identificar tendências, padrões de vazão e qualidade da água, e comunicar essas informações por meio de relatórios acessíveis ao público. 6 - Desenvolver sistemas de alerta precoce para notificar a comunidade e autoridades locais sobre o potencial de cheias e problemas de qualidade da água. 7 - Disponibilizar os dados de monitoramento para o público, pesquisadores, agências governamentais e órgãos de proteção ambiental por meio de plataformas online e relatórios públicos. 8 - Trabalhar em conjunto com agências estaduais e federais de gestão de recursos hídricos para garantir a conformidade com regulamentações e diretrizes de água. 9 - Desenvolver estratégias de gestão sustentável dos recursos hídricos com base nos dados de monitoramento, incluindo medidas de conservação e reabilitação de ecossistemas aquáticos.
Abrangência	Todas as bacias hidrográficas em estudo

QUADRO 14 – SUBPROGRAMA 3.2 – MONITORAMENTO DE VAZÃO DAS CHEIAS E QUALIDADE DAS ÁGUAS
 FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

SUBPROGRAMA 3.3 – FORMALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE RESERVA LEGAL	
Objetivo	O objetivo deste subprograma é analisar e formalizar as áreas de reserva legal do município, em total conformidade com as Propostas dos Cadastros Ambientais Rurais (CAR), visando expandir e fortalecer as áreas protegidas e com vegetação nativa.
Ações	<ol style="list-style-type: none"> 1 - Examinar e analisar minuciosamente as propostas de Cadastros Ambientais Rurais apresentadas pelos proprietários de terras rurais no município. 2 - Avaliar a conformidade das propostas com as leis e regulamentos ambientais vigentes, garantindo que as áreas de reserva legal estejam de acordo com as exigências legais. 3 - Identificar qualquer deficiência ou inadequação nas propostas de CAR e orientar os proprietários sobre as medidas corretivas necessárias. 4 - Oferecer assistência técnica aos proprietários para auxiliá-los na elaboração e apresentação de propostas de CAR precisas e em conformidade. 5 - Formalizar as áreas de reserva legal após a aprovação das propostas de CAR, emitindo os documentos legais correspondentes. 6 - Estabelecer um sistema de monitoramento para verificar o cumprimento contínuo das áreas de reserva legal ao longo do tempo. 7 - Promover programas de conscientização ambiental para informar a comunidade local sobre a importância das áreas de reserva legal e os benefícios da sua conservação. 8 - Tornar as informações sobre áreas de reserva legal acessíveis ao público, pesquisadores e autoridades ambientais por meio de plataformas online. 9 - Desenvolver incentivos financeiros ou fiscais para encorajar a conservação das áreas de reserva legal, reconhecendo e premiando boas práticas ambientais. 10 - Implementar medidas rigorosas de fiscalização para garantir o cumprimento das leis ambientais e da legislação relacionada às áreas de reserva legal.
Abrangência	Todas as bacias hidrográficas em estudo

QUADRO 15 – SUBPROGRAMA 3.3 – FORMALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE RESERVA LEGAL
 FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

3.4 Programa 04 – Operação e Manutenção

O Programa de Operação e Manutenção tem como principal finalidade manter o sistema de macrodrenagem em condições de receber, conduzir, armazenar e tratar as águas pluviais a qualquer momento, reduzindo assim os riscos de falha e, conseqüentemente, os riscos de inundação e da poluição hídrica na sua área de influência.

Nesse contexto, foram desenvolvidas ações organizadas em subprogramas, conforme detalhado a seguir.

SUBPROGRAMA 4.1 – INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO DAS ESTRUTURAS HIDRÁULICAS	
Objetivo	Este subprograma tem como objetivo fundamental a realização de inspeções regulares das condições das estruturas hidráulicas no município e a subsequente execução de ações de manutenção quando necessário. A finalidade é assegurar que todas as obras hidráulicas funcionem de maneira eficiente e segura.
Ações	<ol style="list-style-type: none"> 1 - Estabelecer uma agenda de inspeção regular para todas as estruturas hidráulicas, incluindo canais, galerias pluviais, bueiros e reservatórios de água. 2 - Realizar avaliações abrangentes das condições físicas, estruturais e de funcionamento das obras hidráulicas durante as inspeções. 3 - Identificar quaisquer problemas, desgastes, danos ou obstruções que possam comprometer o desempenho das estruturas hidráulicas. 4 - Implementar medidas de manutenção preventiva, como limpeza de detritos, desobstrução de canais, reparos de erosão e estabilização de margens. 5 - Realizar reparos e restaurações em obras hidráulicas que apresentem danos significativos ou degradação. 6 - Manter registros atualizados de todas as inspeções realizadas, relatórios de condição e ações de manutenção executadas. 7 - Implementar um sistema de monitoramento contínuo para acompanhar as condições das obras hidráulicas ao longo do tempo e identificar problemas emergentes. 8 - Estabelecer procedimentos para lidar com intervenções de emergência em casos de danos severos ou eventos climáticos extremos. 9 - Assegurar que o subprograma tenha acesso aos recursos necessários, incluindo orçamento adequado para execução das ações de manutenção.
Abrangência	Todas as interferências identificadas nas bacias hidrográficas em estudo.

QUADRO 16 – SUBPROGRAMA 4.1 – INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO DAS ESTRUTURAS HIDRÁULICAS
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

SUBPROGRAMA 4.2 – CAPACITAÇÃO DOS TÉCNICOS MUNICIPAIS	
Justificativa	Este subprograma tem como objetivo principal capacitar os técnicos municipais, proporcionando habilidades e conhecimentos necessários para identificar as necessidades de manutenção em estruturas hidráulicas e nas áreas próximas aos rios.
Ações	<ol style="list-style-type: none"> 1 - Realizar um levantamento das necessidades de capacitação dos técnicos municipais, identificando as áreas de conhecimento e habilidades que precisam ser aprimoradas. 2 - Desenvolver programas de treinamento específicos para os técnicos, abordando tópicos como inspeção de estruturas hidráulicas, manutenção preventiva, identificação de riscos de inundação e preservação de áreas ribeirinhas. 3 - Oferecer treinamento prático em campo, permitindo que os técnicos apliquem os conhecimentos adquiridos na manutenção e inspeção de estruturas hidráulicas e em áreas próximas aos rios. 4 - Capacitar os técnicos para lidar com emergências relacionadas a enchentes, incluindo procedimentos de evacuação e ações de resposta rápida. 5 - Estabelecer um programa de atualização contínua para manter os técnicos informados sobre as melhores práticas e as últimas tecnologias relacionadas à macrodrenagem. 6 - Incentivar os técnicos a se envolverem com a comunidade local, compartilhando conhecimentos sobre medidas de prevenção de enchentes e segurança hídrica. 7 - Garantir que os técnicos tenham acesso aos recursos necessários para executar suas funções de maneira eficaz, incluindo ferramentas, equipamentos e materiais de treinamento.
Abrangência	Todos os colaboradores das Secretarias pertinentes.

QUADRO 17 – SUBPROGRAMA 4.2 – CAPACITAÇÃO DOS TÉCNICOS MUNICIPAIS
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

SUBPROGRAMA 4.3 – GESTÃO DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM	
Objetivo	Promover uma gestão eficaz e sustentável dos serviços de drenagem no município. Isso envolve a criação de estratégias, políticas e incentivos que visam melhorar a infraestrutura de drenagem, reduzir o risco de enchentes, proteger os recursos hídricos e promover o desenvolvimento urbano sustentável.
Ações	<ol style="list-style-type: none"> 1 - Criar um conselho para o fundo de drenagem que reúna representantes de várias secretarias relevantes, como Planejamento Urbano, Meio Ambiente, Obras Públicas, Saneamento, Defesa Civil, entre outras. Esse conselho pode ser responsável por coordenar e integrar esforços relacionados à drenagem. 2 - Estabelecer protocolos de comunicação eficazes entre as secretarias para garantir que informações críticas sejam compartilhadas prontamente durante eventos climáticos extremos ou emergências. 3 - Oferecer treinamento e capacitação regular para os funcionários das diferentes secretarias envolvidas na gestão de drenagem, garantindo que eles compreendam as melhores práticas e diretrizes. 4 - Integrar sistemas de informações geográficas (SIG) e outros sistemas de monitoramento para facilitar o compartilhamento de dados relevantes entre as secretarias. 5 - Criar equipes de gerenciamento de projetos conjuntas que reúnam especialistas de diferentes secretarias para coordenar esforços na implementação de projetos de drenagem. 6 - Garantir que as regulamentações municipais relacionadas à drenagem estejam atualizadas e alinhadas com as melhores práticas e normas ambientais.
Abrangência	Secretarias da Prefeitura Municipal de Taubaté

QUADRO 18 – SUBPROGRAMA 4.3 – GESTÃO DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM

FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

SUBPROGRAMA 4.4 – MANUTENÇÃO E LIMPEZA DOS CURSOS D'ÁGUA	
Objetivo	Este subprograma tem como objetivo a inspeção, manutenção e revitalização dos rios e córregos do município. A preservação e o aprimoramento dos corpos d'água locais são cruciais para garantir a qualidade de vida da população e a saúde dos ecossistemas aquáticos.
Ações	<ol style="list-style-type: none"> 1 - Implementar um programa de limpeza regular dos cursos d'água, que inclui a remoção de lixo, detritos, vegetação invasora e outros resíduos das margens e leitos dos rios e córregos. 2 - Realizar o dessassoreamento dos cursos d'água, o que envolve a remoção do acúmulo de sedimentos, areia e lodo do leito dos rios e córregos. Isso ajuda a manter a capacidade de escoamento e reduz o risco de enchentes. 3 - Inspeccionar e manter regularmente barragens, diques e outras estruturas de contenção para garantir que estejam em boas condições e evitem vazamentos ou rupturas. 4 - Promover a conscientização da comunidade sobre a importância de não jogar lixo nos cursos d'água e adotar práticas sustentáveis para proteger esses recursos naturais. 5 - Realizar a regularização fundiária nas áreas ribeirinhas para evitar ocupações irregulares que possam obstruir os cursos d'água e prejudicar a drenagem. 6 - Reforçar a fiscalização e fazer cumprir as normas que proíbem despejos ilegais de resíduos sólidos e produtos químicos nos cursos d'água. 7 - Realizar a alocação de recursos financeiros para a aquisição de equipamentos de limpeza, maquinário para desassoreamento e contratação de pessoal qualificado.
Locais	Todas as bacias hidrográficas em estudos

QUADRO 19 – SUBPROGRAMA 4.4 – MANUTENÇÃO E LIMPEZA DOS CURSOS D'ÁGUA

FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

SUBPROGRAMA 4.5 – REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS	
Objetivo	O principal objetivo deste subprograma é promover a gestão sustentável das águas pluviais por meio da realização de estudos técnicos para a criação de sistemas eficazes de captação, limpeza e reutilização das águas da chuva. Isso visa reduzir a demanda por recursos hídricos convencionais e minimizar os impactos ambientais associados ao escoamento pluvial.
Ações	<ol style="list-style-type: none"> 1 - Realizar estudos técnicos para avaliar a viabilidade da implementação de sistemas de reutilização de águas pluviais em áreas estratégicas do município. 2 - Desenvolver projetos detalhados para a instalação de sistemas de captação de água da chuva em edifícios públicos, escolas, parques e outras instalações municipais. 3 - Implementar tecnologias de limpeza e tratamento da água da chuva para garantir que ela atenda aos padrões de qualidade necessários para reutilização.

SUBPROGRAMA 4.5 – REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS	
	4 - Realizar campanhas de educação ambiental para conscientizar a comunidade sobre a importância da reutilização de águas pluviais e como fazê-lo de maneira segura. 5 - Explorar a possibilidade de oferecer incentivos fiscais para edifícios residenciais e comerciais que adotem sistemas de reutilização de águas pluviais.
Abrangência	Todas as bacias hidrográficas em estudo.

QUADRO 20 – SUBPROGRAMA 4.5 – REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

3.5 Programa 05 – Contingência e Emergência

O diagnóstico realizado identificou inúmeras reclamações da população de Taubaté, que enfrenta frequentes eventos climáticos adversos, resultando em perdas significativas de bens materiais e até mesmo na impossibilidade de deslocamento seguro.

Desse modo, esse programa visa a prevenção e proteção da população de Taubaté, especialmente em cenários de inundação, alagamentos e deslizamentos. O foco é mitigar os impactos desses eventos, assegurando vidas e propriedades.

As ações desse programa são estruturadas em subprogramas, conforme apresentado a seguir.

SUBPROGRAMA 5.1 – PLANOS DE CONTINGÊNCIA PARA ESTADOS CRÍTICOS DE CHUVA EXCESSIVA NA BACIA	
Objetivo	Este subprograma tem como objetivo principal a elaboração de planos de contingência destinados a estabelecer ações e medidas de proteção que devem ser adotadas pela população diante de eventos críticos de chuvas excessivas.
Ações	1 - Mapear áreas vulneráveis a inundações e alagamentos devido às chuvas excessivas. 2 - Desenvolver planos de contingência detalhados que incluam procedimentos de evacuação, pontos de refúgio, comunicação de emergência e recursos necessários para a assistência à população afetada. 3 - Estabelecer um sistema de comunicação eficaz para alertar a população sobre a iminência de chuvas excessivas e fornecer instruções claras. 4 - Realizar treinamentos regulares com a comunidade para garantir que todos saibam como agir em caso de chuvas intensas.
Abrangência	Todas as bacias hidrográficas em estudo

QUADRO 21 – SUBPROGRAMA 5.1 – PLANOS DE CONTINGÊNCIA PARA ESTADOS CRÍTICOS DE CHUVA EXCESSIVA NA BACIA
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

SUBPROGRAMA 5.2 – SISTEMA DE ALERTA	
Objetivo	Este subprograma tem como principal objetivo a implementação de um Sistema de Comunicação de Alertas de Riscos ou Emergências no município de Taubaté. Esse sistema incluirá o envio de mensagens por meio de SMS, WhatsApp e outros mecanismos de comunicação para que a população exposta a ameaças naturais tenha tempo suficiente para tomar ações preventivas e de resposta diante de situações de risco.
Ações	1 - Estabelecer um sistema de alerta capaz de monitorar condições climáticas e hidrológicas e emitir alertas em tempo real para a população. 2 - Criar mensagens de alerta claras e informativas que indiquem o tipo de ameaça, a localização afetada e as ações recomendadas para a população. 3 - Utilizar uma variedade de canais de comunicação, como SMS, WhatsApp, aplicativos móveis e redes sociais, para garantir que os alertas alcancem o maior número possível de residentes. 4 - Realizar campanhas de conscientização para educar a comunidade sobre como se inscrever no sistema de alerta e como responder adequadamente aos alertas. 5 - Integrar o sistema de alerta com órgãos de resposta a emergências, como a defesa civil, para coordenar ações em caso de desastre. 6 - Manter o sistema de alerta atualizado com informações meteorológicas e hidrológicas em tempo real..
Abrangência	Todas as bacias hidrográficas em estudo.

QUADRO 22 – SUBPROGRAMA 5.2 – SISTEMA DE ALERTA
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

3.6 Programa 06 – Educação Ambiental

O Programa de Educação Ambiental tem como objetivo estreitar a relação entre os cidadãos e a conservação da natureza. Por meio da conscientização individual e coletiva, busca-se promover uma maior compreensão das questões ambientais e o engajamento ativo da comunidade na proteção do meio ambiente.

Desse modo, as ações desse programa são estruturadas em subprogramas, conforme apresentado a seguir.

SUBPROGRAMA 6.1 – EDUCAÇÃO NAS ESCOLAS	
Objetivo	Esse subprograma tem como principal objetivo sensibilizar e educar as gerações futuras sobre a importância da conservação dos rios.
Ações	<ol style="list-style-type: none"> 1 - Realizar atividades interativas, como simulações de ecossistemas aquáticos, análise da qualidade da água e experimentos práticos que envolvam os alunos na aprendizagem sobre os rios. 2 - Promover palestras e workshops nas escolas, trazendo especialistas em recursos hídricos para compartilhar conhecimento e despertar o interesse dos alunos. 3 - Organizar visitas a rios, córregos ou áreas de conservação hídrica próximas às escolas, proporcionando aos alunos experiências diretas com os ambientes aquáticos. 4 - Envolver os alunos em projetos de monitoramento da qualidade da água e saúde dos rios, incentivando a participação ativa na proteção desses recursos. 5 - Promover concursos de arte, redação e projetos relacionados à conservação dos rios para estimular a criatividade e o comprometimento dos estudantes. 6 - Colaborar com educadores e professores na elaboração de materiais educacionais e estratégias de ensino eficazes.
Abrangência	Todas as escolas do município de Taubaté, envolvendo tanto instituições de ensino público quanto privado

QUADRO 23 – SUBPROGRAMA 6.1 – EDUCAÇÃO NAS ESCOLAS

FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

SUBPROGRAMA 6.2 – CAMPANHAS DE CONSCIENTIZAÇÃO	
Objetivo	Esse subprograma tem como objetivo principal envolver a comunidade na proteção e conservação da macrodrenagem do município de Taubaté.
Ações	<ol style="list-style-type: none"> 1 - Lançar campanhas de conscientização em diversos meios de comunicação, como televisão, rádio, jornais locais e redes sociais, com mensagens educativas sobre a macrodrenagem. 2 - Realizar eventos comunitários, como feiras ambientais, palestras públicas e workshops, para engajar a população e promover discussões sobre macrodrenagem. 3 - Desenvolver materiais educativos, como panfletos, cartilhas e vídeos informativos, para distribuição no município. 4 - Colaborar com empresas locais para promover a conscientização ambiental em seus locais de trabalho e entre seus funcionários. 5 - Organizar campanhas de limpeza de rios e córregos, convidando voluntários da comunidade a participar e testemunhar os efeitos diretos da poluição.
Abrangência	Todo o município de Taubaté

QUADRO 24 – SUBPROGRAMA 6.2 – CAMPANHAS DE CONSCIENTIZAÇÃO

FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

SUBPROGRAMA 6.3 – APRESENTAÇÃO DO PLANO DE MACRODRENAGEM	
Objetivo	Este subprograma visa apresentar o Plano Diretor de Macrodrenagem às autoridades municipais, à Coordenadoria da Defesa Civil, a todas as Secretarias, órgãos e entidades relacionadas ao tema, com o intuito de fornecer esclarecimentos estratégicos sobre os desafios e soluções da macrodrenagem urbana.
Ações	<ol style="list-style-type: none"> 1 - Realizar workshops e seminários dedicados à apresentação do Plano de Macrodrenagem, convidando a população, figuras públicas, autoridades municipais e especialistas em recursos hídricos. 2 - Organizar reuniões técnicas com representantes de todas as Secretarias, órgãos governamentais e entidades envolvidas na macrodrenagem para discutir e esclarecer aspectos do plano.

SUBPROGRAMA 6.3 – APRESENTAÇÃO DO PLANO DE MACRODRENAGEM	
Ações	3 - Realizar visitas de campo para que as partes interessadas possam observar diretamente os locais afetados pela macrodrenagem e entender os desafios. 4 - Disseminar informações sobre o Plano de Macrodrenagem por meio de comunicados à imprensa e entrevistas para garantir que a comunidade em geral também esteja ciente dos esforços de planejamento.
Abrangência	Áreas mais centrais e de fácil acesso, garantindo a participação de todas as partes interessadas.

QUADRO 25 – SUBPROGRAMA 6.3 – APRESENTAÇÃO DO PLANO DE MACRODRENAGEM

FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

3.7 Programa 07 – Gestão de Resíduos Sólidos

O diagnóstico identificou a presença significativa de lixo tanto nas margens dos corpos d'água quanto nas ruas da cidade, além da falta de lixeiras públicas. Desse modo, o Programa de Gestão de Resíduos Sólidos tem como objetivo reduzir a quantidade de resíduos nos corpos d'água e suas margens, minimizando os riscos de extravasamento durante eventos de chuvas intensas.

As ações desse programa são estruturadas em subprogramas, conforme apresentado a seguir.

SUBPROGRAMA 7.1 – CONSCIENTIZAÇÃO E AUMENTO DE INFRAESTRUTURA PARA DESCARTE DE RESÍDUOS	
Objetivo	Este subprograma busca aumentar o número de placas informativas sobre o descarte adequado de resíduos e a expansão da rede de lixeiras públicas. A meta é reduzir o despejo irregular de resíduos por meio da conscientização da população.
Ações	1 - Colocar placas informativas em locais estratégicos para orientar os cidadãos sobre os locais corretos de descarte de resíduos. 2 - Aumentar o número de lixeiras públicas em áreas de grande circulação, como parques, praças e locais próximos a corpos d'água. 3 - Realizar campanhas educativas para sensibilizar a comunidade sobre a importância do descarte adequado de resíduos sólidos.
Abrangência	Todo o território municipal, com foco nas áreas de maior circulação da população.

QUADRO 26 – SUBPROGRAMA 7.1 – CONSCIENTIZAÇÃO E AUMENTO DE INFRAESTRUTURA PARA DESCARTE DE RESÍDUOS

FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

SUBPROGRAMA 7.2 – NOTIFICAÇÃO E MULTA PARA O DESPEJO IRREGULAR DE RESÍDUOS	
Objetivo	Este subprograma visa implementar um sistema de notificação e multas para aqueles que realizarem o despejo irregular de resíduos, criando um incentivo para que os cidadãos não cometam essa prática.
Ações	1 - Estabelecer um sistema de notificação para identificar e responsabilizar aqueles que fazem o despejo irregular de resíduos. 2 - Multar os infratores de acordo com a legislação municipal, com o objetivo de dissuadir essa prática prejudicial. 3 – Realizar campanhas de conscientização para informar a população sobre as penalizações do despejo irregular de resíduos.
Abrangência	Todo o território municipal.

QUADRO 27 – SUBPROGRAMA 7.2 – NOTIFICAÇÃO E MULTA PARA O DESPEJO IRREGULAR DE RESÍDUOS.

FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

SUBPROGRAMA 7.3 – ESTRUTURAS AUXILIARES DE CONTENÇÃO DE RESÍDUOS	
Objetivo	Este subprograma visa à implantação de estruturas auxiliares, como filtros em bocas de lobo, para conter e evitar que os resíduos sólidos atinjam os cursos d'água
Ações	1 - Realizar estudos técnicos para identificar locais críticos onde a presença de lixo é significativa. 2 - Implantar estruturas auxiliares, como filtros em bocas de lobo, para reter resíduos sólidos.
Abrangência	Inicialmente nas áreas onde for identificada uma maior quantidade de lixo, expandindo-se gradualmente para todas as proximidades de corpos hídricos dentro dos limites municipais.

QUADRO 28 – SUBPROGRAMA 7.3 – ESTRUTURAS AUXILIARES DE CONTENÇÃO DE RESÍDUOS

FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

4. HIERARQUIZAÇÃO DAS AÇÕES

A definição de uma ordem de prioridade pressupõe maximizar benefícios e garantir que as áreas com maior urgência de intervenções sejam atendidas.

Algumas premissas foram levantadas para o enquadramento dos programas nesta ordem de prioridade, quais sejam: (i) equacionar problemas relacionados a macrodrenagem; (ii) impactar positivamente outras áreas que tenham interface com a macrodrenagem; (iii) tiver por objetivo fortalecer iniciativas já conduzidas no Município; (iv) contribuir para a redução do nível de desigualdade social do Município; (v) beneficiar o maior número de pessoas; e (vi) resultar no aumento da eficiência ou eficácia de um serviço.

A definição de uma ordem de prioridade pressupõe maximizar benefícios e garantir que as áreas com maior urgência de intervenções sejam atendidas no contexto da macrodrenagem. Para estabelecer essa ordem de prioridade, algumas premissas fundamentais foram consideradas., tendo como objetivo orientar a alocação de recursos e esforços de forma eficiente e estratégica:

- **Equacionar problemas de macrodrenagem:** os programas devem estar diretamente relacionados à resolução de questões relacionadas à macrodrenagem do município.
- **Impacto positivo em outras áreas:** além de abordar a macrodrenagem, os programas devem ter o potencial de impactar positivamente outras áreas que possuam interfaces com o sistema de macrodrenagem.
- **Fortalecer iniciativas locais:** priorizar programas que fortaleçam iniciativas já em andamento no município, especialmente aquelas lideradas pela administração municipal.
- **Contribuir para a redução da desigualdade social:** programas que buscam reduzir desigualdades sociais no município são considerados prioritários.
- **Benefício para um maior número de pessoas:** valorizar programas que beneficiem o maior número de residentes do município.
- **Aumento da eficiência ou eficácia de um serviço:** reconhecer programas que resultem no aumento da eficiência ou eficácia dos serviços existentes, levando em consideração o custo de implementação e o prazo para conclusão.

Para cada um dos critérios foram dadas notas de 0 (baixo), 1 (médio) e 2 (alto), crescentes em nível de contribuição do programa para atendimento do critério, refletindo o seu peso na agenda pública.

A hierarquia (ordem de prioridade) dos programas é resultado da soma das notas obtidas em cada um dos critérios. Logo, aqueles programas que apresentarem maior valor na coluna Somatório (Σ) serão aqueles tidos como mais importantes e, portanto, prioritários. O resultado é apresentado no Quadro a seguir.

Programas	Subprogramas	Critérios						Somatória
		A	B	C	D	E	F	
01 - Proteção e Recuperação Ambiental	1.1 – Recuperação da vegetação ciliar ao longo dos cursos d'água	1	2	0	0	0	0	3
	1.2 – Elaboração de projetos para parques lineares	1	2	0	1	2	0	6
	1.3 - Criação de corredores ecológicos	1	2	0	0	0	0	3
	1.4 – Criação da UC do Bugio	1	2	0	0	0	0	3
02 – Legislações e Normativas	2.1 – Proposição e reformulação de legislações	2	1	1	0	0	1	5
	2.2 – Disciplinamento do uso e ocupação do solo	2	1	1	0	0	1	5
	2.3 – Pano Diretor	2	2	2	2	0	0	8
	2.4 – Áreas permeáveis em novos empreendimentos imobiliários	2	0	1	0	0	2	5
	2.5 - Atualização das diretrizes do estudo de impacto de vizinhança – EIV	1	1	1	0	0	0	3
	2.6 –Zoneamento das áreas com risco de inundação	2	2	2	0	0	1	7
03 - Fiscalização e Monitoramento	3.1 – Desocupação de moradias situadas em áreas de risco	2	2	1	2	0	0	7
	3.2 – Monitoramento de vazão das cheias e qualidade das águas	1	2	0	0	1	2	6
	3.3 – Formalização das áreas de reserva legal	1	2	0	0	0	2	5
04 - Operação e Manutenção	4.1 – Inspeção e manutenção das estruturas hidráulicas	2	2	2	0	2	2	10
	4.2 – Capacitação dos técnicos municipais	1	1	1	0	0	0	3
	4.3 – Gestão dos serviços de drenagem	2	0	2	0	0	2	6
	4.4 – Manutenção e limpeza dos cursos d'água	2	2	2	2	0	2	10
	4.5 – Reutilização de águas pluviais	1	2	0	0	1	0	4
05 - Contingência e Emergência	5.1 – Planos de contingência para estados críticos de chuva excessiva na bacia	0	0	2	2	2	0	6
	5.2 – Sistema de alerta	0	0	1	2	2	2	7
06 - Educação Ambiental	6.1 – Educação nas escolas	1	0	2	0	2	2	7
	6.2 – Campanhas de conscientização	1	0	2	0	2	2	7
	6.3 – Apresentação do plano de macrodrenagem	2	0	2	0	2	2	8
07 – Gestão de Resíduos Sólidos	7.1 – Conscientização e aumento de infraestrutura para descarte de resíduos	1	2	2	0	1	2	8
	7.2 – Notificação e multa para o despejo irregular de resíduos	0	2	2	0	0	2	6
	7.3 – Estruturas auxiliares de contenção de resíduos	2	2	2	0	1	2	9

QUADRO 29 – HIERARQUIZAÇÃO DOS SUBPROGRAMAS
 FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

Na Figura a seguir é apresentado o ranking de prioridade, com os programas em ordem decrescente de pontuação.

Subprogramas	Ordem de Prioridade
4.1 – Inspeção e manutenção das estruturas hidráulicas	10
4.4 – Manutenção e limpeza dos cursos d'água	10
7.3 – Estruturas auxiliares de contenção de resíduos	9
2.3 – Pano diretor	8
6.3 – Apresentação do plano de macrodrenagem	8
7.1 – Conscientização e aumento de infraestrutura para descarte de resíduos	8
2.6 – Zoneamento das áreas com risco de inundação	7
3.1 – Desocupação de moradias situadas em áreas de risco	7
5.2 – Sistema de alerta	7
6.1 – Educação nas escolas	7
6.2 – Campanhas de conscientização	7
3.2 – Monitoramento de vazão das cheias e qualidade das águas	6
4.3 – Gestão dos serviços de drenagem	6
5.1 – Planos de contingência para estados críticos de chuva excessiva na bacia	6
7.2 – Notificação e multa para o despejo irregular de resíduos	6
2.1 – Proposição e reformulação de legislações	5
2.2 – Disciplinamento do uso e ocupação do solo	5
2.4 – Áreas permeáveis em novos empreendimentos imobiliários	5
3.3 – Formalização das áreas de reserva legal	5
4.5 – Reutilização de águas pluviais	4
1.1 – Recuperação da vegetação ciliar ao longo dos cursos d'água	3
1.2 - Criação de corredores ecológicos	3
1.3 – Estudo para criação da UC do Bugio	3
2.5 - Atualização das diretrizes do estudo de impacto de vizinhança – EIV	3
4.2 – Capacitação dos técnicos municipais	3

QUADRO 30 – ORDEM DE PRIORIDADE DOS SUBPROGRAMAS
 FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

5. AVALIAÇÃO ECONÔMICA, FINANCEIRA E SOCIAL

Nesse produto foram apresentadas as ações não estruturais como soluções para os problemas de drenagem levantados na etapa de diagnóstico. Desse modo, após a definição de todos os programas será apresentado nesse item as avaliações econômicas, financeiras e sociais associadas a eles.

5.1 Avaliação Econômica e Financeira

5.1.1 Custos de Investimento e Operação

Os custos correspondentes aos programas propostos no item 3 deste produto são apresentados nos Quadros a seguir.

Os valores de orçamentos foram estimados com base nas planilhas oficiais de referências de preços e custos, cotações locais e informações presentes no Plano Municipal de Saneamento do Município de Taubaté.

PROGRAMA 01 – PROTEÇÃO E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL		
Subprogramas	Custo Estimado (R\$)	Descrição
1.1 Recuperação da vegetação ciliar ao longo dos cursos d'água	4.286.989,40	Preço por hectare
1.2 Criação de corredores verdes	25.000,00	Preço por hectare
1.3 Criação da UC do Bugio	340.900,00	Preço referente ao estudo

QUADRO 31 – AVALIAÇÃO DO CUSTO - PROGRAMA 01 – PROTEÇÃO E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

PROGRAMA 02 – LEGISLAÇÕES E NORMATIVAS		
Subprogramas	Custo Estimado (R\$)	Descrição
2.1 Proposição e reformulação das legislações	123.360,00	Preço referente ao estudo
2.2 Disciplinamento do uso e ocupação do solo	20.451,44	Preço referente ao estudo
2.3 Revisão do Plano Diretor	1.500.000,00	Preço referente ao estudo
2.4 Áreas permeáveis em novos empreendimentos imobiliários	-	-
2.5 Atualização das diretrizes do Estudo de Impacto de Vizinhança - EIV	100.000,00	Preço referente ao estudo
2.6 Zoneamento das áreas de risco de inundação	123.360,00	Preço referente ao estudo

QUADRO 32 – AVALIAÇÃO DO CUSTO - PROGRAMA 02 – LEGISLAÇÕES E NORMATIVAS
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

PROGRAMA 03 - FISCALIZAÇÃO E MONITORAMENTO		
Subprogramas	Custo Estimado (R\$)	Descrição
3.1 Desocupação de moradias situadas em áreas de risco	90.000.000,00	Preço referente a desocupação das áreas de ocupação marginal das bacias hidrográficas urbanas
3.2 Monitoramento de vazão das cheias e qualidade das águas	77.667,80	Preço referente a equipe de técnicos, anual
3.3 Formalização das Áreas de Reserva Legal	123.360,00	Preço referente ao estudo

QUADRO 33 – AVALIAÇÃO DO CUSTO - PROGRAMA 03 - PROGRAMA DE FISCALIZAÇÃO E MONITORAMENTO.
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

PROGRAMA 04 - OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO		
Subprogramas	Custo Estimado (R\$)	Descrição
4.1 Inspeção e manutenção das estruturas hidráulicas	143.998,40	Preço de inspeção anual. Não foi considerado custo de manutenção
4.2 Capacitação dos técnicos municipais	110,00	Preço por curso de capacitação
4.3 Gestão de serviços de drenagem	123.360,00	Preço referente ao estudo
4.4 Manutenção e limpeza dos cursos d'água *	1.674.933,52	Preço de manutenção anual
4.5 Reutilização de águas pluviais	123.360,00	Preço referente ao estudo

QUADRO 34 – AVALIAÇÃO DO CUSTO - PROGRAMA 04 - OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO
 FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

PROGRAMA 05 - CONTINGÊNCIA E EMERGÊNCIA		
Subprogramas	Custo Estimado (R\$)	Descrição
5.1 Planos de contingência para estados críticos de chuva excessiva na bacia	500.000,00	Preço referente a 8 produtos
5.2 Sistema de alerta	123.360,00	Preço referente ao estudo

QUADRO 35 – AVALIAÇÃO DO CUSTO - PROGRAMA 05 - CONTINGÊNCIA E EMERGÊNCIA
 FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

PROGRAMA 06 - EDUCAÇÃO AMBIENTAL		
Subprogramas	Custo Estimado (R\$)	Descrição
6.1 Educação nas escolas	12.125,40	Preço por divulgação e materiais impressos
6.2 Campanhas de conscientização	2.500,00	Preço por equipe
6.3 Apresentação dos Plano de Macrodrenagem.	1.250,00	Preço por apresentação

QUADRO 36 – AVALIAÇÃO DO CUSTO - PROGRAMA 06 - EDUCAÇÃO AMBIENTAL
 FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

PROGRAMA 07 - PROGRAMA DE RESÍDUOS SÓLIDOS		
Subprogramas	Custo Estimado (R\$)	Descrição
7.1 Conscientização e aumento de infraestrutura para descarte de resíduos	334.419,20	Preço por materiais e equipe
7.2 Notificação e multa para o despejo irregular de resíduos	181.928,15	Preço por materiais e equipe, anual
7.3 Estruturas auxiliares de contenção de resíduos	55.000,00	Preço por materiais

QUADRO 37 – AVALIAÇÃO DO CUSTO - PROGRAMA 07 – GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS
 FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

5.1.2 Custos de Manutenção

Os custos de manutenção abrangem as despesas de mão de obra, equipamentos, combustíveis e outros recursos necessários para a execução dos reparos, limpezas, inspeções e revisões ao longo da vida útil da estrutura.

5.1.3 Custo de Risco

O custo de risco é um conceito útil para comparar soluções com diferentes graus de atendimento. No caso de drenagem urbana, as soluções atendem a diferentes períodos de retorno da precipitação. Os valores correspondem aos danos evitados, ou seja, aos danos residuais relativos a cada período de retorno atendido.

Pode ser medido tanto pela estimativa dos danos (prejuízos), como pelos custos de recuperação da área afetada.

5.1.4 Custo Evitado

O Método de Custos Evitados (MCE) baseia-se no pressuposto de que os benefícios são equivalentes aos danos evitados pela implementação das medidas de controle, ou seja, o MCE estima um valor que poderia ser gasto para evitar algum dano ambiental ou uma situação que traz riscos ao meio ambiente e à população.

Quantificar o custo para que o recurso natural não seja alterado auxilia nas tomadas de decisões públicas ou privadas, pois assume-se que o órgão responsável adotará o comportamento defensivo, já que os gastos necessários para a prevenção de danos tendem a serem menores do que o prejuízo econômico e material que o dano não evitado pode causar.

Portanto, no caso da drenagem urbana, os programas fazem-se necessários para evitar os potenciais prejuízos resultantes de eventos causados por chuvas intensas, podendo ser eles tangíveis ou intangíveis.

5.2 Avaliação Social

A quantificação dos benefícios decorrentes da implantação de um programa associado a macrodrenagem urbana configura a atividade mais complexa do seu planejamento, visto que a tangibilidade dos benefícios é restrita.

Os critérios mais adotados são a quantificação dos danos evitados a bens e propriedades, o atraso nas viagens, os prejuízos no comércio e serviços, entre outros. Os benefícios decorrentes da redução nos índices de doenças e mortalidade, melhoria nas condições de vida e impactos na paisagem são de quantificação mais complexa, porém não menos importante.

Os danos decorrentes dos eventos causados por chuvas intensas podem ser classificados em: (1) diretos: são as perdas de bens e serviços que podem ocorrer como consequência do contato direto com a água. Sua avaliação é feita pelo custo de reposição, reparo e recuperação da área atingida. São estimados a partir de dados históricos levantados na área atingida em estudo ou, mais expeditamente, por meio de formas empíricas definidas para situações de episódios similares; e (2) indiretos: ocorrem na área atingida ou por ela influenciada, sem o contato direto com a inundação, como, por exemplo, na paralisação de atividades econômicas e de serviços públicos, na perda de horas de trabalho daqueles que residem no local, no custo adicional de transporte para circundar áreas inundadas, nos gastos com atendimento de emergência e desabrigados etc. São quase sempre estimados como uma fração do dano direto de mesma natureza, pelos percentuais definidos em levantamentos realizados em vários episódios de inundação pesquisados.

A desconfiança da ocorrência de uma inundação catastrófica já é suficiente para causar danos à população, na medida em que muitos investimentos podem deixar de ser feitos por conta dos riscos envolvidos. Essa incerteza faz com que as atividades econômicas na área não se desenvolvam em todo o seu potencial e, portanto, os recursos disponíveis sejam subutilizados. Em outras consequências econômicas, a área assolada por inundações é empregada para atividades menos nobres, cuja rentabilidade é inferior à das outras que venham a se estabelecer em áreas de menor risco.

Portanto, no caso da drenagem urbana, as ações fazem-se necessárias para evitar futuramente os potenciais prejuízos resultantes de eventos de inundação, podendo ser eles tangíveis ou intangíveis.

Ademais, a realização de Programas de Drenagem eleva a qualidade de vida da população, melhorando o meio físico e o cuidado que os cidadãos possuem com ele, o que gera um aumento no valor dos imóveis localizados em todo município.

5.3 Análises Econômicas Comparativas

Com a implantação dos programas é possível realizar uma análise comparativa entre os aspectos econômicos, sociais e ambientais. Com relação aos aspectos econômicos, pode-se obter uma redução de custo nos seguintes fatores sociais e econômicos:

- Redução dos custos associados às doenças de veiculação hídrica;
- Redução de prejuízos às propriedades residenciais;
- Redução prejuízos aos bens de consumo;
- Redução da limpeza de propriedades;
- Redução de danos materiais aos veículos;
- Redução custos relacionados ao tráfego.

As incertezas associadas aos eventos hidrológicos, presentes nos programas de drenagem urbana, podem ser quantificados em termos das distribuições do tempo de recorrência das inundações e dos custos associados.

A quantificação econômica dessas incertezas pode ser realizada a partir da determinação do valor monetário esperado de uma dada alternativa de solução, ou, definindo-se o tipo de intervenção da avaliação econômica para cada nível de proteção possível.

A análise econômica do tipo custo-benefício nos programas de macrodrenagem em áreas urbanas tem por objetivo definir em bases racionais os riscos de projeto a assumir, considerando as características específicas (tempos de recorrência) de cada problema; comparar soluções alternativas, possibilitar a quantificação econômica dos custos e benefícios esperados, necessários para verificação da viabilidade e a chance de possíveis subsídios à solicitação de financiamentos, além de fornecer elementos aos órgãos decisórios para permitir o estabelecimento de prioridades de investimento.

Do ponto de vista econômico, os custos dos programas não devem exceder os benefícios tangíveis.

Já do ponto de vista social, os custos associados às ações não se comparam com as perdas dos direitos básicos de segurança, condições de vida urbana digna, moradia e direito de ir e vir dos cidadãos (Brasil, 2001).

6. MANCHA DE INUNDAÇÃO

O Plano Diretor Municipal de Macrodrenagem (PDMM) compreende, entre outros, estudos hidrológicos e hidráulicos. A partir destes estudos são geradas áreas de inundação, que auxiliam o planejamento urbano para que a ocupação de áreas não antropizadas seja feita de maneira mais consciente. O mapeamento dos locais atingidos pela água fornece informações técnicas à Defesa Civil e à municipalidade, permitindo criar ações que mitigam os impactos gerados por eventos mais intensos de escoamento superficial à jusante.

As manchas de inundação apresentadas neste produto compreenderam as bacias e sub-bacias onde foram observados pontos de exutório subdimensionados ou áreas habitadas que poderiam ser diretamente afetadas em casos de eventos pluviométricos acentuados, complementando os diagnósticos anteriormente apresentados.

A partir da análise das manchas geradas, é possível entender como o fenômeno de inundação se comporta nas diferentes bacias e sub-bacias pertencentes ao território de Taubaté, principalmente no perímetro urbano.

6.1 Metodologia

As manchas de inundação foram elaboradas utilizando o software livre HEC-RAS, desenvolvido pelo Centro de Engenharia Hidrológica (livre tradução de Hydrologic Engineering Center) do Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos (livre tradução de US Army Engineers). O software permite realizar simulações espaciais de inundação por meio da definição de uma geometria e inserção de dados de escoamento, os quais fornecerão as condições de contorno necessários para os cálculos realizados pelo software.

Sendo assim, as informações-chave para o desenvolvimento das simulações das manchas são constituídas pela base de dados topográficos e pela base de dados hidrológicos. O Modelo Digital de Elevação (MDE), usado como base no processamento de todas as manchas de inundação, foi gerado a partir do tratamento e processamento do Modelo Digital de Superfície Copernicus. Após a delimitação geométrica dos cursos d'água sobre o MDE, inseriu-se os valores de rugosidade (Coeficiente de Manning) dos canais e margens de acordo com as características de cada seção analisada.

6.2 Resultado

O resultado desse processo de simulação é a identificação e representação das áreas que podem ser afetadas pela inundação em Taubaté, criando uma mancha que indica a extensão provável das áreas inundadas em diferentes níveis de eventos hidrológicos.

Vale ressaltar que, ao analisar os resultados, não foram identificadas diferenças significativas entre os tempos de retorno dos eventos simulados. Este resultado pode ser atribuído às características do relevo da região, que, influenciam a dinâmica do escoamento. Em locais com relevo mais homogêneo, os tempos de retorno podem não apresentar variações significativas.

Além disso, é importante mencionar que a Bacia sem denominação 7 (Bacia 11) não foi considerada na elaboração das manchas de inundação, uma vez que esta bacia é composta exclusivamente por valas de drenagem, não apresentando nenhum curso d'água. Dada a ausência de elementos hidrológicos relevantes, a Bacia 11 não foi incluída na elaboração da mancha de inundação.

A estruturação das manchas de inundação teve como base vazões referentes a um evento pluviométrico com tempo de retorno igual a 2, 5, 10, 25, 50 e 100 anos, conforme exposto nas Figuras a seguir.

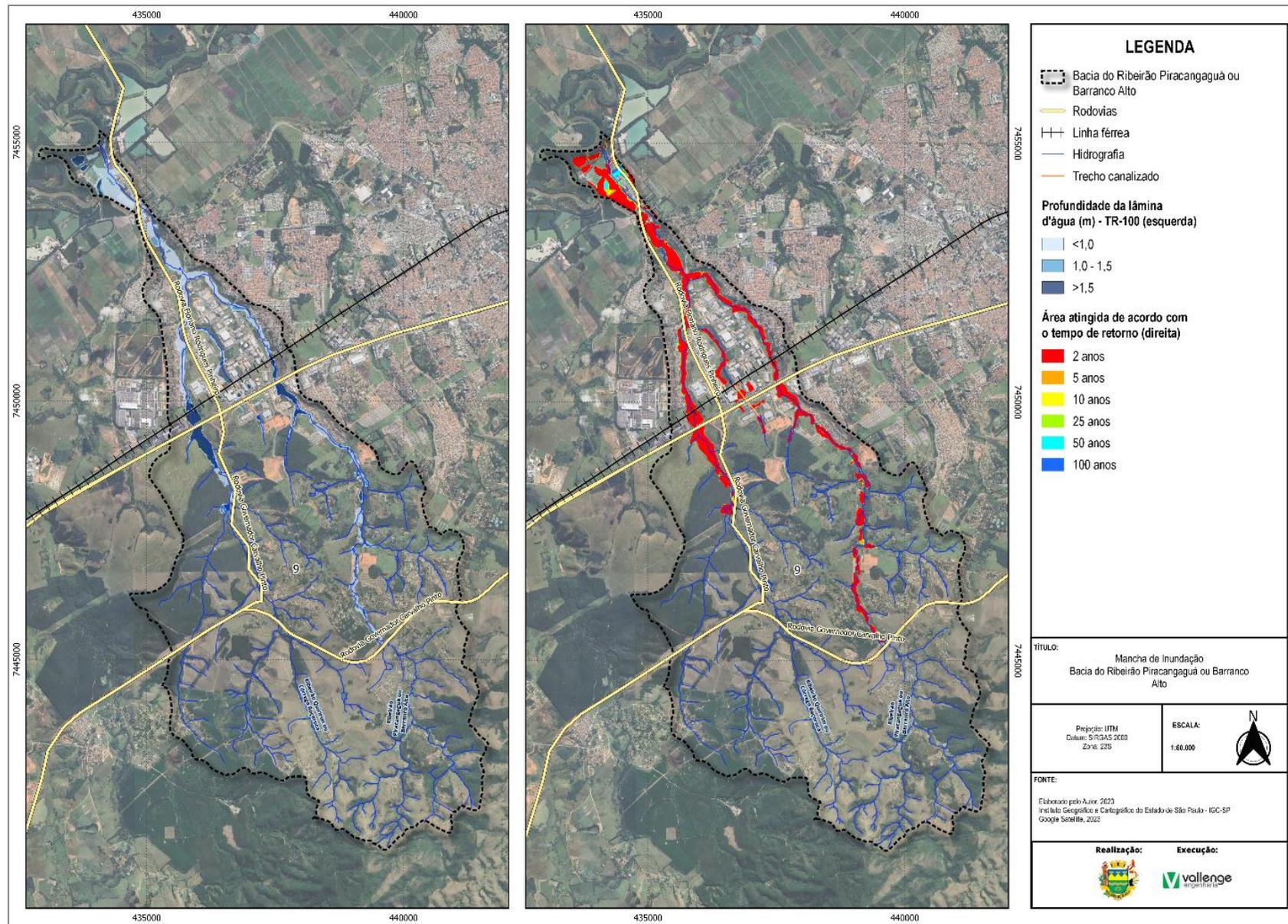


FIGURA 16 – MANCHA DE INUNDAÇÃO DA BACIA DO RIBEIRÃO PIRACANGAGUÁ OU BARRANCO ALTO
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

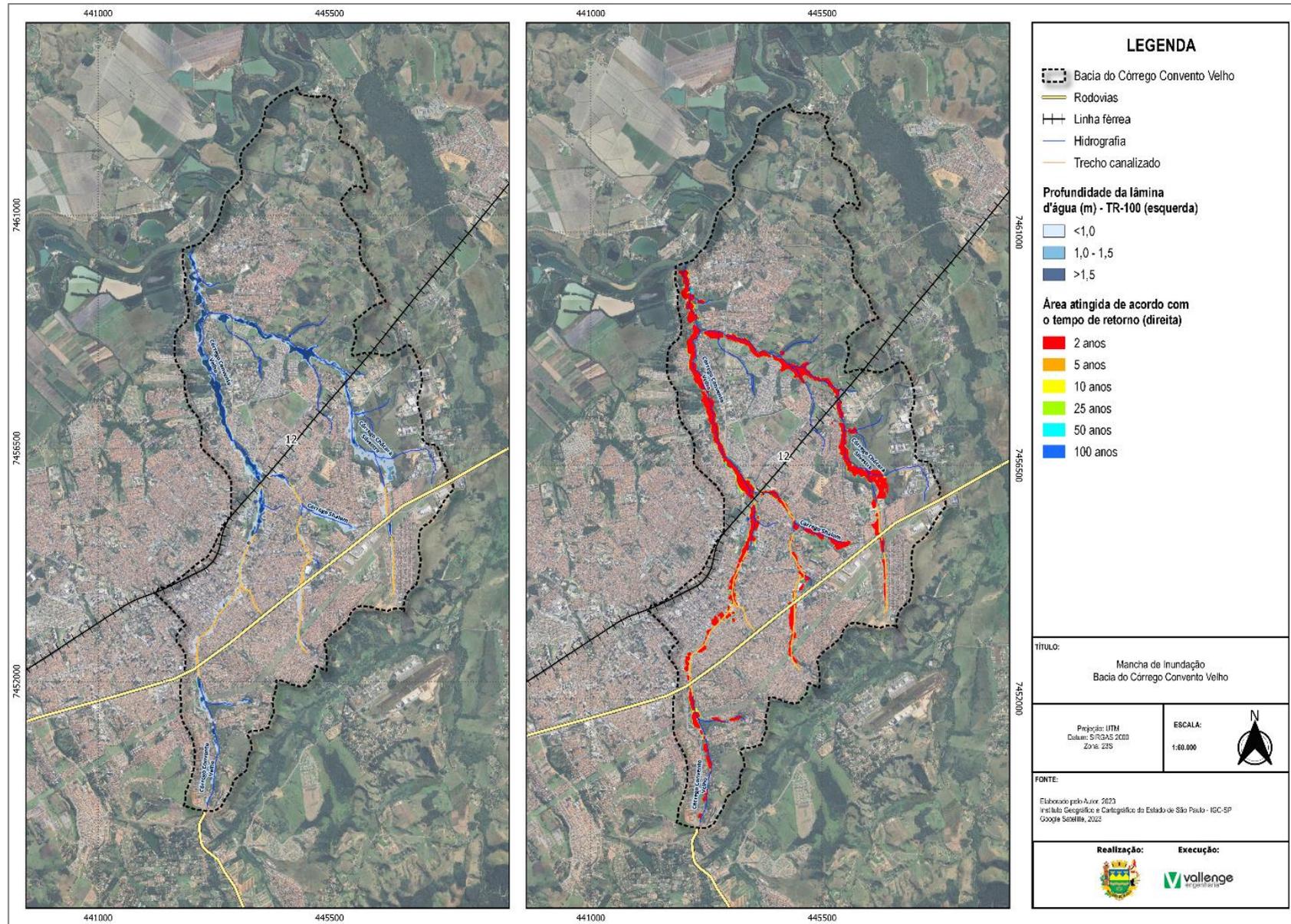


FIGURA 17 – MANCHA DE INUNDAÇÃO DA BACIA DO CÓRREGO DO CONVENTO VELHO
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

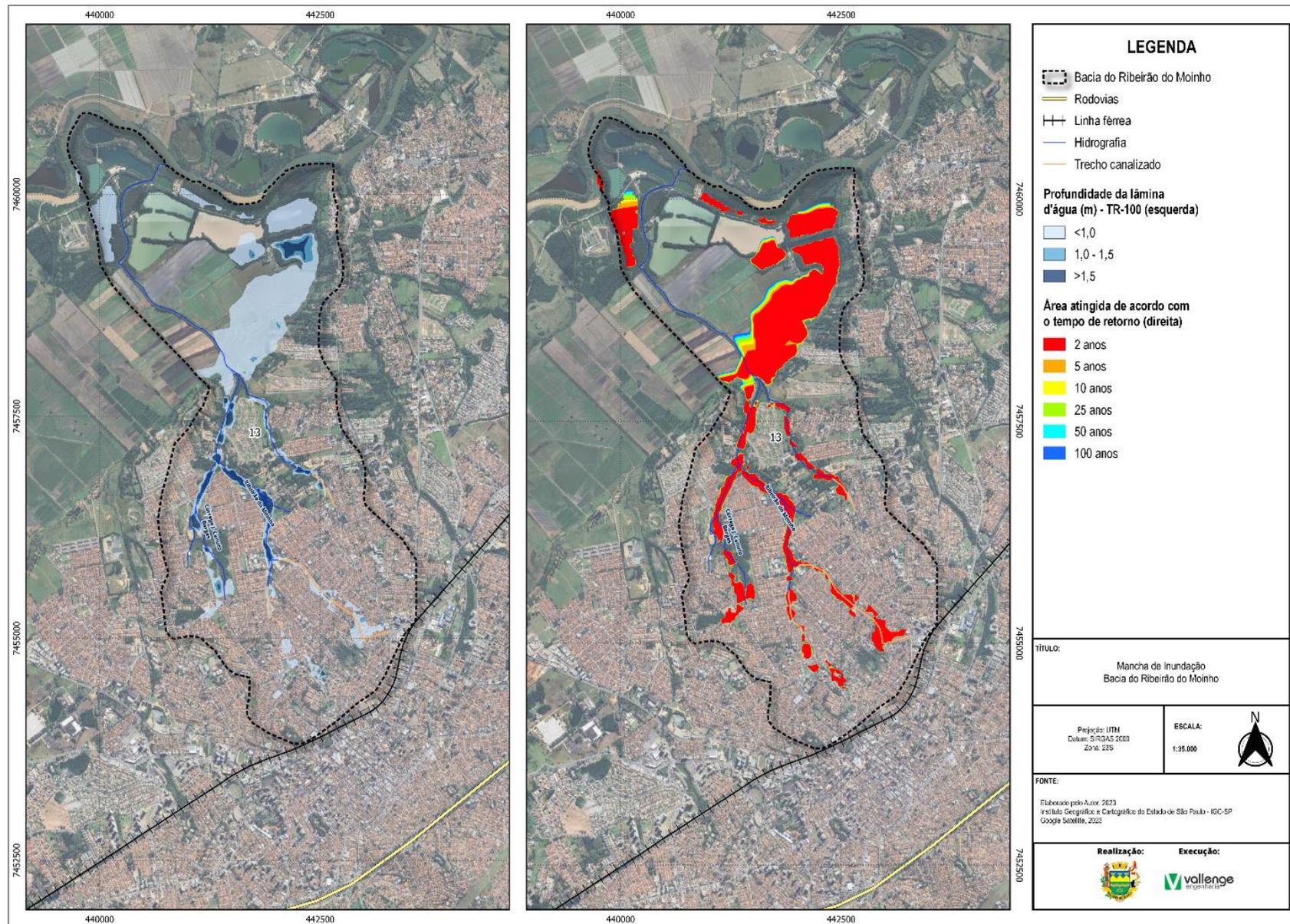


FIGURA 18 – MANCHA DE INUNDAÇÃO DA BACIA DO RIBEIRÃO DO MOINHO
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

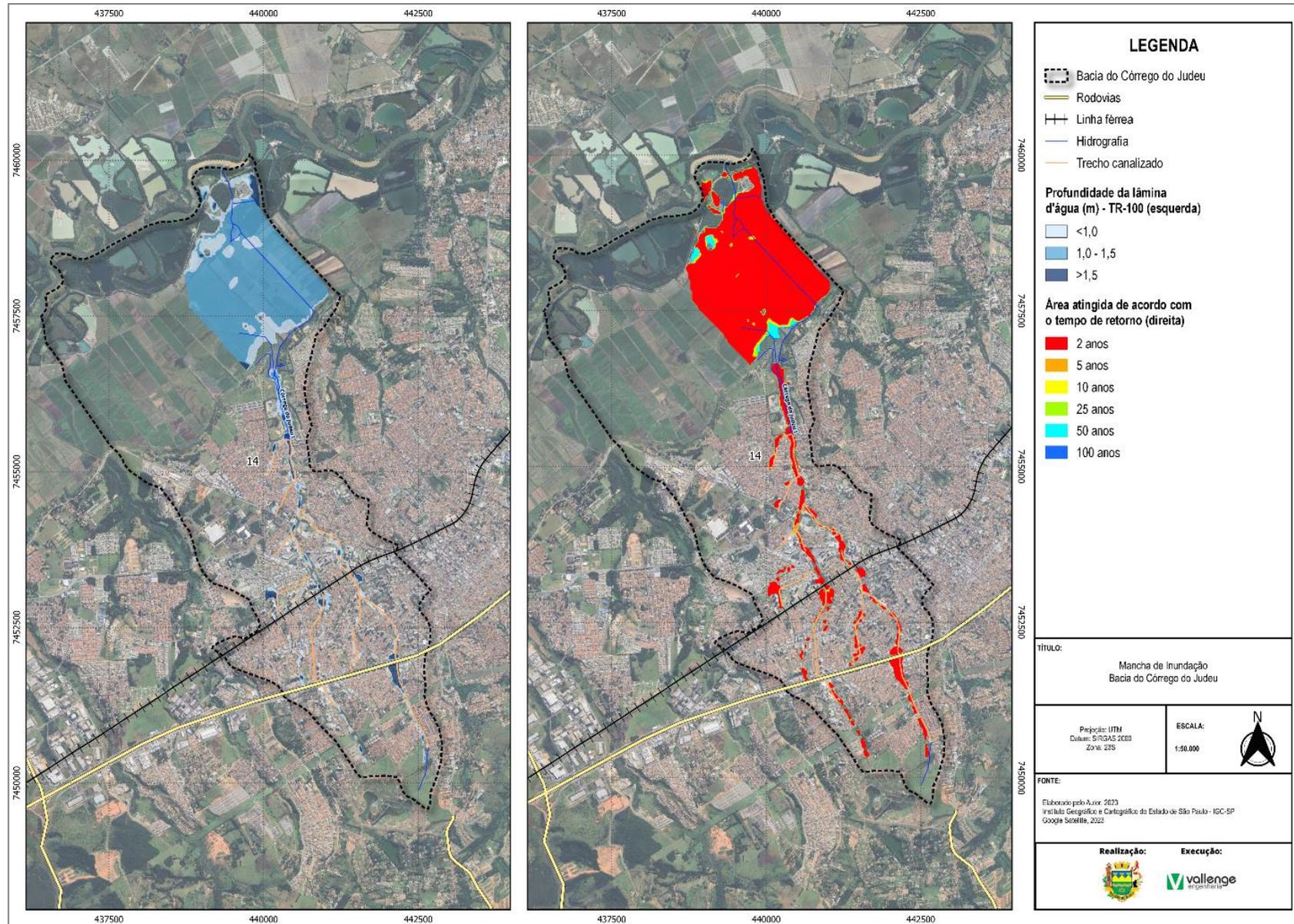


FIGURA 19 – MANCHA DE INUNDAÇÃO DA BACIA DO CÓRREGO DO JUDEU
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

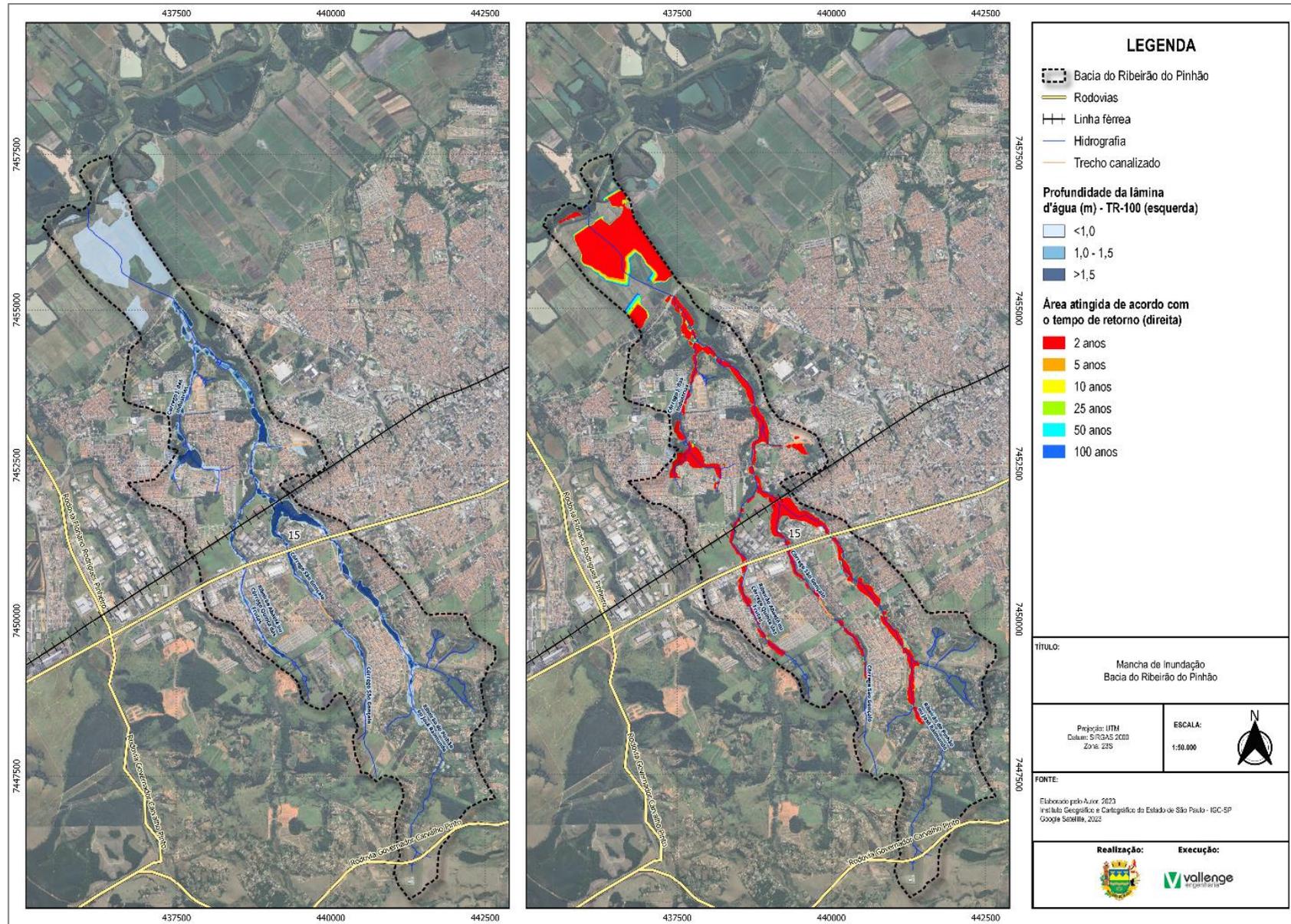


FIGURA 20 – MANCHA DE INUNDAÇÃO DA BACIA DO RIBEIRÃO DO PINHÃO
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2024.

7. TAXA DE DRENAGEM E FUNDO MUNICIPAL

A Lei Federal nº 14.026/2020 insere a drenagem e manejo de águas pluviais urbanas (DMAPU) como parte integrante dos serviços públicos de saneamento básico e a caracteriza pelas atividades, infraestrutura e instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes. Além disso, a lei mencionada também traz em seu texto:

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

I - drenagem urbana;

II - transporte de águas pluviais urbanas;

III - detenção ou retenção de águas pluviais urbanas para amortecimento de vazões de cheias;

e

IV - tratamento e disposição final de águas pluviais urbanas. [...]”

Os serviços de DMAPU mitigam os impactos causados pelas inundações, enxurradas e alagamentos que atingem as áreas urbanas, principalmente onde a ocupação desordenada de encostas e áreas naturais impermeabilizou o solo e assoreou os cursos hídricos.

Contudo, a gestão destes serviços é realizada, em sua maioria, pelas prefeituras e, diferente dos serviços de água e esgoto, a DMAPU, de maneira geral, não possui agências reguladoras que normatizam os mesmos, dificultando o planejamento e a implementação pelo poder público (SNIS-AP, 2022). Um dado apresentado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) em 2022, mostra que apenas 4 municípios realizam a cobrança pelos serviços de drenagem pluvial, esse valor equivale a 0,1% dos municípios participantes da pesquisa. Outro dado disponibilizado pelo SNIS aponta que a grande maioria dos prestadores não dispõem de qualquer verba para custear os serviços relacionados a drenagem pluvial ou utilizam o orçamento geral do município, como representado pela Figura abaixo.

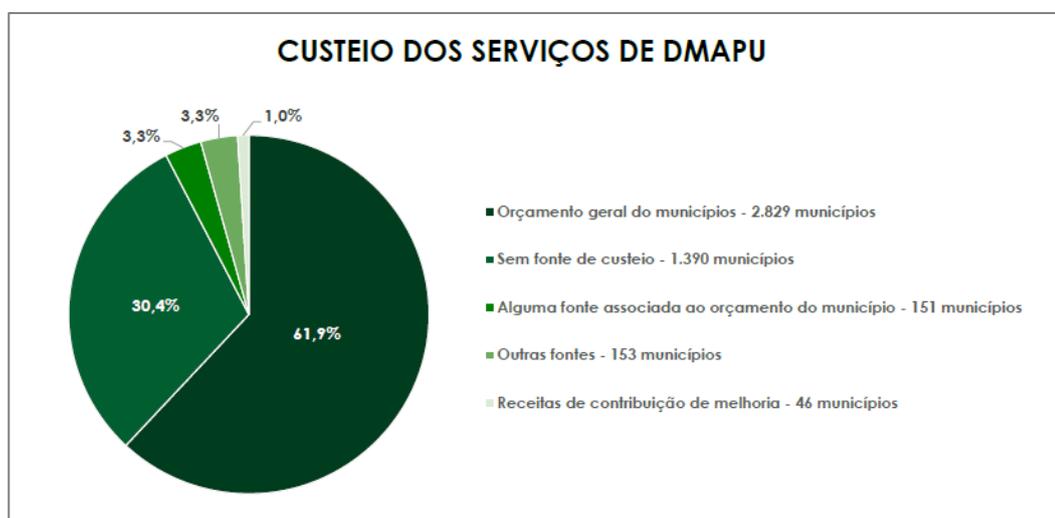


FIGURA 21 – CUSTEIO DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS. ANO DE REFERÊNCIA: 2021
FONTE: SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO, 2022.

As despesas geradas pelos serviços de drenagem pluvial totalizaram um montante de aproximadamente R\$ 4,4 bilhões em 2021. Os valores médios para os índices IN048 (Despesa per capita com serviços de DMAPU) e IN009 (Despesa média praticada para os serviços de DMAPU) para cada região são indicados na Figura abaixo.

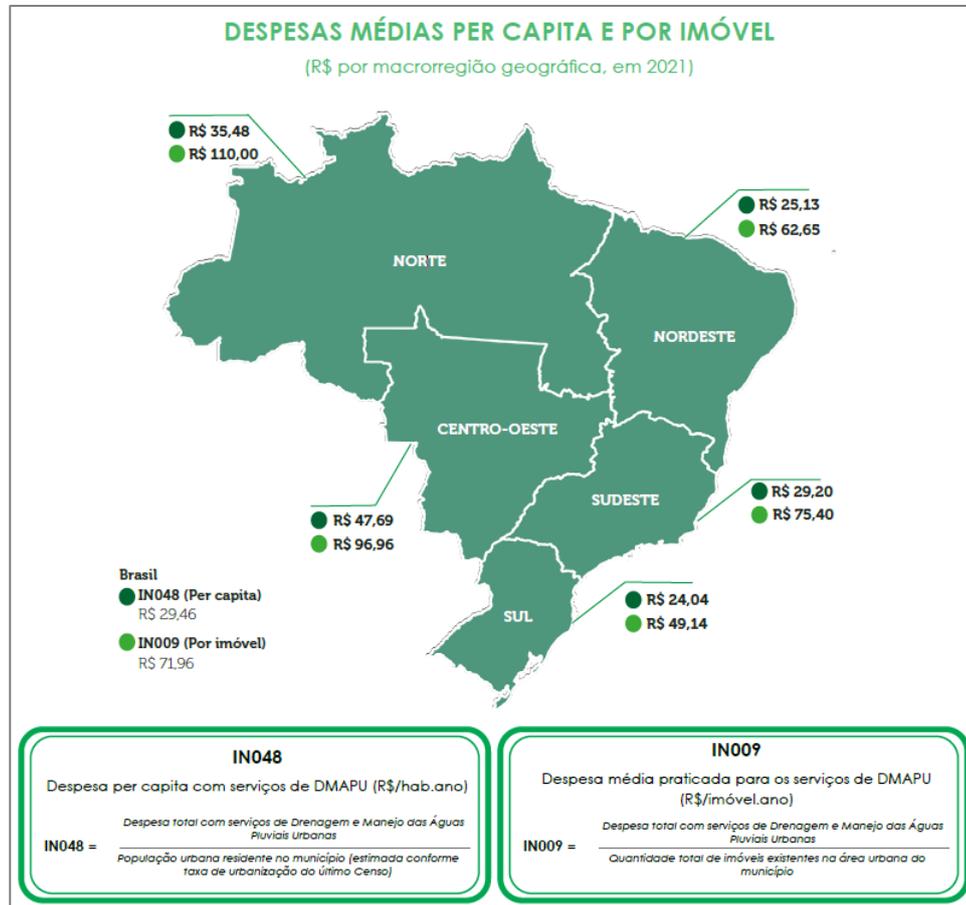


FIGURA 22 – DESPESAS MÉDIAS PER CAPITA E POR IMÓVEL. ANO DE REFERÊNCIA: 2021
FONTE: SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO, 2022.

A Figura abaixo apresenta a despesa associada aos gastos com a DMAPU para cada região do Brasil e o quanto esse valor incide sobre a despesa total do município (IN010). Este índice se torna um importante parâmetro ao considerar que 61,9% dos municípios utilizam o orçamento geral público para custear as despesas dos serviços de drenagem pluvial, permitindo avaliar o percentual destinado para o serviço quando comparado ao esforço financeiro total realizado.

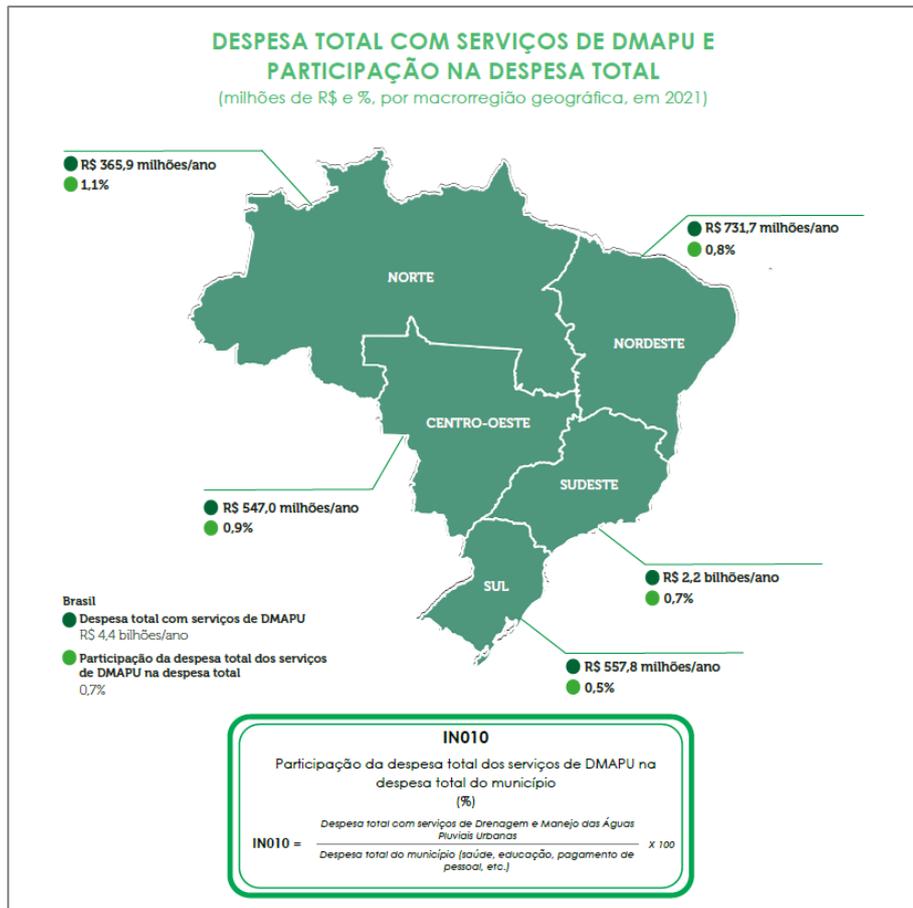


FIGURA 23 – DESPESA TOTAL COM SERVIÇOS DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS E PARTICIPAÇÃO NA DESPESA TOTAL. ANO DE REFERÊNCIA: 2021
FONTE: SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO, 2022.

Dessa forma, a aplicação de uma taxa sobre DMAPU traz à população a existência de um valor inerente aos serviços de drenagem urbana prestados pelo município. No mesmo sentido, trata-se de uma política que regulamenta o direito de acesso ao saneamento básico no ponto de vista da drenagem pluvial.

O Código Tributário Nacional (CTN), constitui uma taxa como sendo um tributo cobrado para custear o exercício do poder de polícia e a utilização, efetiva ou potencial, de serviço público específico e divisível prestado ao contribuinte ou posto à sua disposição. Legalmente, a cobrança sobre os serviços de drenagem urbana é fundamentada pela Lei Federal nº 14.026/2020:

“[...] Art. 29. Os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada por meio de remuneração pela cobrança dos serviços, e, quando necessário, por outras formas adicionais, como subsídios ou subvenções, vedada a cobrança em duplicidade de custos administrativos ou gerenciais a serem pagos pelo usuário, nos seguintes serviços:

[...]

III – de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, na forma de tributos, inclusive taxas, ou tarifas e outros preços públicos, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou das suas atividades.

§ 2º Poderão ser adotados subsídios tarifários e não tarifários para os usuários que não tenham capacidade de pagamento suficiente para cobrir o custo integral dos serviços. [...]

Em relação à estrutura de remuneração e de cobrança dos serviços públicos de saneamento básico, dentre os quais está a DMAPU, a Lei Federal nº 11.445/2007, traz em seu texto:

“[...] Art. 30. Observado o disposto no art. 29 desta Lei, a estrutura de remuneração e de cobrança dos serviços públicos de saneamento básico considerará os seguintes fatores:
I - categorias de usuários, distribuídas por faixas ou quantidades crescentes de utilização ou de consumo;
II - padrões de uso ou de qualidade requeridos;
III - quantidade mínima de consumo ou de utilização do serviço, visando à garantia de objetivos sociais, como a preservação da saúde pública, o adequado atendimento dos usuários de menor renda e a proteção do meio ambiente;
IV - custo mínimo necessário para disponibilidade do serviço em quantidade e qualidade adequadas;
V - ciclos significativos de aumento da demanda dos serviços, em períodos distintos; e
VI - capacidade de pagamento dos consumidores. [...]”

Em relação aos subsídios destinados ao atendimento de usuários de baixa renda, a Lei Federal nº 14.026/2020 ainda cita que:

“[...] Art. 31. Os subsídios destinados ao atendimento de usuários determinados de baixa renda serão, dependendo da origem dos recursos:
I - (revogado);
II - tarifários, quando integrarem a estrutura tarifária, ou fiscais, quando decorrerem da alocação de recursos orçamentários, inclusive por meio de subvenções; e
III - internos a cada titular ou entre titulares, nas hipóteses de prestação regionalizada. [...]”

O Artigo 36, da Lei Federal nº 14.026/2020, também aponta a existência de algumas características que devem ser levadas em conta na cobrança da taxa:

“Art. 36. A cobrança pela prestação do serviço público de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas deve levar em conta, em cada lote urbano, os percentuais de impermeabilização e a existência de dispositivos de amortecimento ou de retenção de água de chuva, bem como poderá considerar:
I – o nível de renda da população da área atendida;
II – as características dos lotes urbanos e as áreas que podem ser neles edificadas.”

A lei em questão prevê a realização dos serviços de saneamento básico por terceiros através de prévia licitação e contrato de concessão, tema regulamentado pela Lei Federal 14.133/2021, a qual “estabelece

normas gerais de licitação e contratação para as Administrações Públicas diretas, autárquicas e fundacionais da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios”.

(Lei Federal nº 14.026/2020) “[...]Art. 10. A prestação dos serviços públicos de saneamento básico por entidade que não integre a administração do titular depende da celebração de contrato de concessão, mediante prévia licitação, nos termos do art. 175 da Constituição Federal, vedada a sua disciplina mediante contrato de programa, convênio, termo de parceria ou outros instrumentos de natureza precária. [...]”

7.1 Considerações Finais

Considerando as diretrizes supracitadas, a implementação de uma taxa visa gerar uma receita para o município, fornecendo-o uma base pecuniária para a prestação dos serviços de operação e manutenção dos sistemas de micro e macrodrenagem urbanos. Ressalta-se que, a aplicação da taxa busca configurar um ciclo econômico sustentável entre os recursos arrecadados e as despesas públicas.

Além disso, neste contexto, cria-se um fundo municipal vinculado às atividades de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Uma porcentagem deste fundo poderá ser utilizada como recurso econômico-financeiro no Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) destinado aos provedores destes serviços, mediante o atendimento da Lei Federal nº 14.119/2021, a qual define conceitos, objetivos, diretrizes, ações e critérios de implantação da Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA), entre outros.

A implementação de uma taxa é acompanhada por diversos desafios, desde institucionais a sociais, trâmites e avaliações, e, portanto, para uma estruturação adequada do Sistema Tributário, sugere-se que seja adotado um período de carência suficiente para o início de vigência da lei, tendo em vista a adequação e organização administrativa. Além disso, o poder público pode subsidiar o custeio dos serviços de DMAPU, diminuindo o impacto econômico-financeiro sobre a população em um primeiro momento.

A aplicação da taxa aos contribuintes de baixa renda, poderá influenciar, a longo prazo, o ciclo econômico-financeiro entre a arrecadação e os gastos públicos. Considerando a hipótese de carência financeira do município vinculada aos serviços de DMAPU, poderão ser estudadas alternativas para custear esta deficiência, como por exemplo, buscar novas fontes de receita para integrar o fundo municipal, rendimentos e juros provenientes de eventuais aplicações financeiras do patrimônio, entre outros.

Os serviços de drenagem pluvial, em geral, constituem medidas preventivas. É importante conscientizar a população e trazê-la transparência de que a administração da drenagem pluvial urbana, diferente dos outros serviços de saneamento básico, apresenta resultados à longo prazo ou mediante eventos hidrológicos intensos, os quais justifiquem a implantação e manutenção das infraestruturas em questão.

A acurácia e equidade da cobrança, por sua vez, depende do levantamento da microdrenagem pública e da área impermeável dos lotes localizados no perímetro urbano. A realização deste cadastro pelo município, assim como a atualização periódica dos dados é fundamental para a consistência da taxa implantada.

Além disso, é importante frisar o papel do Índice Nacional de Custo da Construção (INCC) na manutenção do valor cobrado. O índice criado pela Fundação Getúlio Vargas, permite monitorar a variação dos preços dos materiais, equipamentos e mão de obra relacionados à construção civil. O indexador poderá ser aplicado anualmente sobre o custo de manutenção e operação do município a fim de facilitar e viabilizar a cobrança,

seja ela mensal ou anual. Dessa forma, a utilização do INCC, assim como outros indexadores usuais, permite que o município acompanhe a variação natural do preço dos insumos e evite que a taxa se torne inconsistente com o tempo.

O titular do serviço terá 12 meses, contados a partir da vigência da Lei, para propor o instrumento de cobrança pelos serviços, caso não o faça estará configurada a renúncia de receita, com as implicações previstas no art. 14 da Lei Complementar Federal nº 101, de 4 de maio de 2000 (Art. 35, § 2, Lei Federal nº 11.445/07).

Conforme apresentado anteriormente, a cobrança pelos serviços públicos de saneamento básico tem sua sustentabilidade econômico-financeira assegurada pela legislação federal e, portanto, se torna uma ferramenta legal obrigatória para o município, devendo seu regramento ser aplicado por meio de legislação municipal.

8. REFERÊNCIAS

ALESP. Cidadão que jogar lixo nas ruas será multado. Disponível em <<https://www.al.sp.gov.br/noticia/?id=335805>>. Acesso em: 02 de junho de 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL (ABES). Manejo de Águas Pluviais Urbanas. Projeto PROSAB – Antônio Marozzi Righetto (coordenador). Rio de Janeiro: ABES, 2009.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Os telhados verdes e outras ações do instituto de Brasília. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/222-537011943/46681-os-telhados-verdes-e-outras-acoes-do-instituto-de-brasilia>>. Acesso em: 04 de outubro de 2023.

CALDAS, L. R. Enfrentando inundações urbanas: 7 soluções para cidades esponja. ArchDaily Brasil. 2020.

CIDADE DE SÃO PAULO. SECRETARIA MUNICIPAL DE SUBPREFEITURAS. Jardins de chuva minimizam efeitos de alagamentos em São Paulo. Disponível em: <<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/noticias/?p=324496>>. Acesso em: 04 de outubro de 2023.

FILHO, A. G. A.; SZÉLIGA, M. R.; ENOMOTO, C. F. Estudo de Medidas Não-Estruturais para Controle de Inundações Urbanas. Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias, 2000.

INSTITUTO ESCOLHAS. Programas Hortas Cariocas. Políticas Públicas de Agricultura Urbana. Disponível em: <<https://100politicasescolhas.org/estudo/programa-hortas-cariocas/>>. Acesso em: 04 de outubro de 2023.

MINAS GERAIS. SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (FEAM). Orientações básicas para drenagem urbana. Projeto Estruturador Revitalização e Desenvolvimento Sustentável da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Belo Horizonte: FEAM, 2006.

PARANÁ. SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. Manual de Drenagem Urbana – Região Metropolitana de Curitiba-PR. Plano Diretor De Drenagem Para A Bacia Do Rio Iguaçu Na Região Metropolitana De Curitiba. Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA. CH2MHILL. v.1.0. 2002. 150p.

PORTAL R3. Lixeiras subterrâneas começam a funcionar no centro de Taubaté. Disponível em: <<https://www.portalr3.com.br/2019/10/01/lixearas-subterraneas-comecam-a-funcionar-no-centro-de-taubate>>. Acesso em: 05 de outubro de 2023.

REDAÇÃO SPRIO+. Taubaté instala placas que alertam sobre áreas de alagamentos. Disponível em: <<https://spriomais.com.br/2021/11/19/taubate-instala-placas-que-alertam-sobre-areas-de-alagamentos/>>. Acesso em: 05 de outubro de 2023.

SISTEMA DE ÁGUA, ESGOTO E SANEAMENTO AMBIENTAL DE SÃO CAETANO DO SUL. Disponível em: <<http://www.daescs.sp.gov.br/>>. Acesso em: 04 de outubro 2023.