

Concepção urbanística e paisagística do reservatório Rio das Pedras



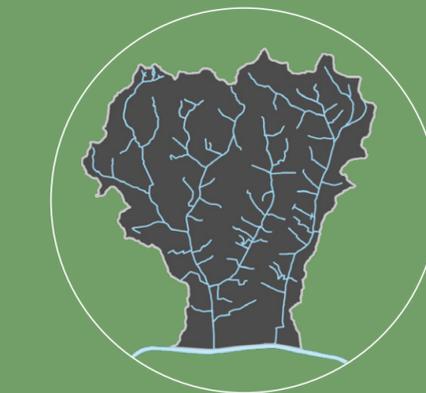
CADERNO DE BACIA HIDROGRÁFICA

BACIAS DO RIBEIRÃO VERDE E DO RIO DAS PEDRAS



CADERNO DE BACIA HIDROGRÁFICA

BACIAS DO RIBEIRÃO VERDE E DO RIO DAS PEDRAS



BACIAS DO RIBEIRÃO VERDE
E DO RIO DAS PEDRAS



Prefeitura do Município de São Paulo
Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras

CADERNO DE BACIA HIDROGRÁFICA

BACIAS DO RIBEIRÃO VERDE E DO RIO DAS PEDRAS

São Paulo, 2025



**PREFEITURA DE
SÃO PAULO**

EQUIPE DA PMSP	
Nome	Função
Ricardo Nunes	Prefeito
Marcos Monteiro	Secretário de SIURB
Adriana Siano Boggio Biazzi	Secretária Adjunta da SIURB

EQUIPE DE PLANEJAMENTO DA SIURB/PMSP	
Antonia Ribeiro Guglielmi	Engenheira Civil e Coordenadora
Alan da Silva Oliveira	Engenheiro Civil
Denise Vieira Veiga	Advogada
Douglas de Paula D'Amaro	Engenheiro Agrônomo
Emerson Reis de Souza	Técnico
Felipe Miranda Marques da Silva	Arquiteto e Engenheiro Civil
Guilherme dos Santos Coelho	Engenheiro Agrônomo
Isabella Palletta	Arquiteta
Julia Coelho Dourado	Arquiteta
Julio Cesar Peres Alves	Engenheiro Civil
Márcia Tieko Omoto	Arquiteta
Matheus Munhoz Marchenta	Engenheiro Mecatrônico
Natalia Cardoso D'Amato	Economista
Natalie Mata	Engenheira civil
Maysie Fernandes Ferrara	Arquiteta
Rosângela Veríssimo da Costa Sartorelli	Arquiteta
Tazio Guilherme Leme Cavalheiro Viadana	Engenheiro Ambiental

EQUIPE TÉCNICA DA FCTH	
Nome	Função
Flavio Conde	Coordenador de Área
André Sandor Kajdacsy Balla Sosnoski	Engenheiro Civil
Erika Naomi de Souza Tominaga	Engenheira Ambiental
Pedro Luiz de Castro Algodoal	Engenheiro Civil
Sara Martins Pion	Engenheira Civil
Caio Gama de Camilo	Pesquisador
Danila Rodrigues	Pesquisadora
Lucas Alves da Costa	Pesquisador
Luiz Filipe Rodrigues Moreira	Pesquisador
Stephanie Caroline Machado Gonzaga	Pesquisadora
Vinicius Lino e Silva	Pesquisador
Ana Caroline Vieira Tavares	Estagiária
Bianca Figueredo Fonseca	Estagiária
Enrico Machado Blasotti	Estagiário
Fernando Correia Labbate	Estagiário
Luann Silva Calixto	Estagiário

Realização: Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica
 Projeto gráfico e diagramação: Mayara Menezes do Moinho
 Revisão de texto: Simone Oliveira
 Foto da capa: FCTH

C122 Caderno de bacia hidrográfica: bacias do Ribeirão Verde e do Rio das Pedras / Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica – São Paulo: FCTH/SIURB, 2025. 316 p.

ISBN 978-65-89429-31-9

1. Bacia hidrográfica – São Paulo (SP) 2. Ribeirão Verde e Rio das Pedras (SP) I. Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica II. Prefeitura do Município de São Paulo III. Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras.

CDD 627.12



Sumário

Apresentação	9	5.1 Reservatórios de retenção de cheias (MHS Engenharia Consultoria Ltda., 2010).....	156
1. Definição de diretrizes básicas dos estudos	13	5.2 Ampliação de seção transversal de galerias (KF2 Engenharia e Consultoria Ltda., 2011).....	165
Plano Diretor Estratégico – PDE	15	5.3 Estudos Projetuais da FAU-USP.....	166
2. Caracterização das bacias	23	6. Alternativas propostas	179
2.1 Localização	23	6.1 Alternativa 1	183
2.2 Histórico das bacias.....	26	6.2 Alternativa 2.....	192
2.3 Hidrografia.....	30	6.3 Localização e principais características das obras de reservação	200
2.4 Monitoramento hidrológico	64	6.4 Concepção urbanística e paisagística do reservatório Rio das Pedras e da Praça Doutor Carlos Guimarães Júnior.....	179
2.5 Relevo	72	6.5 Medidas de curto prazo para demandas pontuais nas bacias	192
2.6 Carta geotécnica	78	6.5 Medidas complementares.....	246
2.7 Uso do solo	82	6.6 Medidas não estruturais.....	246
2.8 Zoneamento urbano.....	88	6.7 Medidas de drenagem sustentáveis.....	260
2.9 População.....	102	7. Etapas de implantação das alternativas	279
2.10 Divisão administrativa municipal.....	110	7.1 Desempenho das intervenções da 1ª etapa	286
2.11 Sistema de esgotamento sanitário	110	8. Custo estimado	291
2.12 Sistema viário.....	116	9. Indicadores de drenagem urbana	305
3. Critérios para o estudo	121	10. Considerações finais	309
3.1 Chuva de projeto	122	Glossário	313
3.2 Sub-bacias hidrográficas.....	127		
3.3 Impermeabilização das bacias	132		
4. Mapeamento de áreas críticas	141		
4.1 Áreas inundáveis	141		
4.2 Áreas críticas.....	146		
5. Estudos e projetos existentes para as bacias	153		

Lista de abreviaturas e siglas

ACD	Área de Contribuição Direta
ADA	Área Diretamente Afetada
AID	Área de Influência Direta
ATNP	Assessoria Técnica do Núcleo de Planejamento de SIURB
CCOI	Centro de Controle Operacional Integrado
CGAU-MSP	Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização do Município de São Paulo/SP
CEI	Centro de Educação Infantil
CET	Companhia de Engenharia de Tráfego
CG-MSP	Carta Geotécnica do Município de São Paulo/SP
CGE	Centro de Gerenciamento de Emergências Climáticas
CienTec	Parque da Ciência e Tecnologia da Universidade de São Paulo
CN	Curve Number
COE	Código de Obras e Edificações
COMDEC	Coordenadoria Municipal de Defesa Civil

CRHi	Coordenadoria de Recursos Hídricos	PCSWMM	Personal Computer Storm Water Management Model
CTB	Código de Trânsito Brasileiro	PDD	Plano Diretor de Drenagem
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica	PDE	Plano Diretor Estratégico
EPA	Environmental Protection Agency	PDMAT	Plano Diretor de Macrodrenagem do Alto Tietê
EPUSP	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo	PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos
FCTH	Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica	PHA	Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental
FLU	Fluviométrico	PLU	Pluviométrico
FUSP	Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo	PMAPSP	Plano Municipal de Gestão do Sistema de Águas Pluviais de São Paulo
GPRS	General Packet Radio Service	PMH	Plano Municipal de Habitação
GSM	Global System for Mobile	PMSP	Prefeitura do Município de São Paulo
HIS	Habitação de Interesse Social	PNPDEC	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	PPCV	Plano Preventivo Chuvas de Verão
IDF	Intensidade-duração-frequência	PROCAV	Programa de Canalização de Córregos e Construção de Avenidas de Fundo de Vale
IPVS	Índice Paulista de Vulnerabilidade Social	QA	Quota Ambiental
LPUOS	Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo	RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
MDC	Mapa Digital da Cidade	SAISP	Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo
NUDEC	Núcleos de Defesa Civil	SbN	Soluções baseadas na Natureza
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável	SEHAB	Secretaria Municipal de Habitação
ONU	Organização das Nações Unidas		
PA	Perímetro de Qualificação Ambiental		

SEI	Sistema Eletrônico de Informações	Unesco	Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura
SF	Secretaria Municipal da Fazenda	VSE	Ventilação e Saída de Emergência
SIURB	Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras	VTR	Via de Trânsito Rápido
SMADS	Secretaria Municipal de Assistência e Desenvolvimento Social	ZC	Zona Centralidade
SMDU	Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano	ZCOR	Zona Corredor
SMSP	Secretaria Municipal de Coordenação das Subprefeituras	ZDE	Zona de Desenvolvimento Econômico
SMSU	Secretaria Municipal de Segurança Urbana	ZEIS	Zona Especial de Interesse Social
SMT	Secretaria Municipal de Mobilidade e Trânsito	ZEM	Zona Eixo de Estruturação da Transformação Metropolitana
SMUL	Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento	ZEMP	Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana Previsto
SP Águas	Agência de Águas do Estado de São Paulo	ZEP	Zona Especial de Preservação
SSRH	Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos do Estado de São Paulo	ZEPAM	Zona Especial de Preservação Ambiental
SVMA	Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente	ZEPEC	Zona Especial de Preservação Cultural
SWMM	Storm Water Management Model	ZER	Zona Exclusivamente Residencial
Tc	Duração crítica do evento	ZEU	Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana
Tr	Período de retorno	ZEUP	Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana Previsto
UG	Unidade Geotécnica	ZM	Zona Mista
UNDP	United Nations Development Program	ZOE	Zonas de Ocupação Especial
		ZPDS	Zona de Preservação e Desenvolvimento Sustentável
		ZPI	Zona Predominantemente Industrial
		ZPR	Zona Predominantemente Residencial

Apresentação

Os cadernos de Bacia Hidrográfica compõem um importante instrumento para a redução dos riscos de inundação no Município de São Paulo.

Este estudo desenvolveu-se no âmbito dos contratos SIURB-FCTH nº 208/SIURB/2022 e SIURB-FCTH nº 085/SIURB/2025, com o objetivo básico de fornecer subsídios para o planejamento e a gestão do sistema de drenagem. O horizonte de planejamento considerado neste estudo é de 40 anos.

Para a elaboração deste Caderno, foi realizada a Consulta Pública SIURB/ATNP-004/2024 (Processo SEI nº 6022.2024/0007642-5), com o objetivo de colher contribuições da sociedade civil para o aprimoramento dos estudos. Os documentos foram disponibilizados para consulta entre 13 de setembro de 2024 e 12 de outubro de 2024 e, no dia 18 de setembro de 2024, ocorreu uma Audiência Pública Presencial no auditório da SIURB, na Rua Quinze de Novembro, 165, Centro – São Paulo/SP. Durante o evento, foram apresentados os principais dados das bacias analisadas, além da oportunidade para esclarecimento de dúvidas e recebimento de sugestões.

Além de apresentar o diagnóstico das bacias e as medidas para o controle de cheias, o Caderno é uma ferramenta de apoio para a SIURB na análise de projetos existentes, otimizando as soluções e oferecendo um diagnóstico do desempenho das intervenções para cenários futuros e eventos críticos de chuvas observadas.

O estudo do sistema de drenagem deverá adotar como referência de risco hidrológico o período de retorno de 100 anos, porém as obras e outras intervenções nas bacias hidrográficas serão escalonadas partindo-se da redução das inundações em áreas de risco muito alto.

Este Caderno refere-se às bacias hidrográficas do ribeirão Verde e do Rio das Pedras, além de suas áreas adjacentes de contribuição direta, localizadas entre as respectivas bacias e o Rio Tietê, na região Norte do Município de São Paulo.

O Caderno está dividido em dez capítulos. O Capítulo 1 estabelece um conjunto de princípios básicos que devem ser seguidos no planejamento das obras de drenagem das bacias hidrográficas.

No Capítulo 2, é apresentado o diagnóstico das bacias com a caracterização física e urbanística, o levantamento de inundações e o mapeamento das zonas inundáveis associado ao risco. Ainda neste capítulo, apresenta-se o Memorial Fotográfico,

mostrando alguns dos principais problemas de inundação das bacias e pontos de interesse para a implantação de medidas de controle de cheias.

No Capítulo 3, “Critérios para o estudo”, constam os fatores atuantes na geração do escoamento superficial direto, essencial para a formulação de medidas de controle de cheias.

O Capítulo 4 apresenta o mapeamento de áreas sujeitas a inundações, como diretriz para definir um conjunto de regras para a ocupação dessas áreas. As zonas inundáveis foram traçadas a partir das chuvas de projeto para Tr 2, 5, 10, 25 e 100 anos. Foi realizada uma classificação quanto ao risco de inundação das bacias e o mapeamento das áreas críticas considerando o risco de inundação, o sistema viário estrutural, os equipamentos urbanos vulneráveis e as áreas de favela próximas aos córregos.

O Capítulo 5 traz os estudos já realizados para as bacias, que servem como primeira orientação para a proposição de medidas para o controle de cheias.

No Capítulo 6, são expostas as alternativas estudadas, formadas por medidas para o controle das cheias e com implantação em etapas. Foram consideradas quatro etapas: a primeira etapa é delimitada para proteger as áreas críticas das bacias contra chuvas mais recorrentes; a segunda protege as bacias

para chuvas com Tr 10 anos; a terceira etapa contempla a proteção para chuvas com Tr 25 anos; e a quarta etapa, por sua vez, protege a bacia para chuvas com Tr 100 anos. Esse capítulo aborda ainda a necessidade de adoção de medidas não estruturais, como o zoneamento de inundações e sua regulamentação; o desenvolvimento do plano de contingência para atuar em situações de emergência de inundações; e o sistema de alerta no Município de São Paulo. Também apresenta a aplicabilidade das medidas de drenagem sustentáveis em função da declividade e da geologia da bacia, indicando seu potencial de implantação.

O Capítulo 7 expõe o sistema implantado em etapas e seu comportamento em cada

etapa quando submetido a chuvas de Tr 100 anos. Uma verificação do desempenho individual das medidas de controle de cheias consideradas na primeira etapa foi realizada, levando em conta a redução da mancha de inundação quando essas medidas forem submetidas a uma chuva de 5 anos de recorrência.

No Capítulo 8, estabelece-se uma estimativa preliminar dos custos das intervenções propostas.

No Capítulo 9 são apresentados os parâmetros para o desenvolvimento dos indicadores de desempenho do sistema de drenagem das áreas em estudo.

O Capítulo 10 apresenta as considerações finais, com um resumo dos estudos.

Definição de diretrizes básicas dos estudos

O Caderno de Bacia Hidrográfica foi desenvolvido com base em um conjunto de princípios, fundamentados na adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento. É um instrumento de planejamento e gestão que trata da questão do controle de cheias, propondo ações integradas com os demais planos setoriais.

Dentre os princípios, objetivos e premissas do desenvolvimento do Caderno, estão:

- Dotar a prefeitura do município de um instrumento de planejamento que possibilite minimizar, em um prazo predefinido, os graves problemas de inundação que assolam a cidade, com definição de:
 - Cenário de projeto para a ocupação máxima permitida pela Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (LPUOS – Lei nº 16.402/2016).
 - Metas de curto, médio e longo prazos.

- Reduzir paulatinamente os riscos de inundação na bacia até o nível correspondente a precipitações de Tr 100 anos;
 - Proposição de medidas de convivência com o regime hídrico compatíveis com o grau de proteção hidrológica para cheias de períodos de retorno inferiores a 100 anos;
 - Articulação com os planos setoriais e parcialmente integrados já elaborados ou em elaboração para o município e para a bacia, avaliando-se todas as obras hidráulicas existentes e projetadas, porém passíveis de revisão e de adaptação face às novas medidas que vierem a ser propostas;
 - As intervenções previstas não podem agravar as condições de drenagem a jusante, portanto, devem respeitar as capacidades hidráulicas dos corpos d'água receptores;
 - Possibilitar uma convivência segura com as cheias que excederem a capacidade do sistema de drenagem, considerando:
 - Aplicar tecnologias de modelagem hidrológica e hidráulica que permitam mapear as áreas de risco de inundação, considerando diferentes alternativas de intervenções.
 - Proposição de medidas estruturais combinadas com medidas não estruturais de controle do escoamento superficial, para que a cidade possa se adaptar à dinâmica hídrica.
 - Reorganizar a ocupação territorial, possibilitando a recuperação de espaços para o controle do escoamento pluvial e implantação de obras que promovam a redução da poluição hídrica.
 - Dar destaque a medidas de recuperação de áreas de preservação permanente e de cobertura vegetal das bacias.
 - Desenvolver critérios urbanísticos e paisagísticos que possibilitem a integração harmônica das obras de drenagem com o meio ambiente urbano, e que visem:
 - A preservação e a valorização das várzeas de inundação.
 - A integração do sistema de drenagem urbana de forma positiva ao ambiente da cidade.
 - A valorização de rios, córregos e suas margens como elementos da paisagem urbana.
 - Estimar os custos e os benefícios das medidas propostas.
- O planejamento da drenagem urbana deve se articular com entidades municipais,

estaduais e federais, para que os diversos aspectos legais e técnicos relacionados a outros planos de infraestrutura sejam considerados na elaboração de medidas de controle do escoamento superficial. É o caso, por exemplo, do Plano Diretor Estratégico (Lei nº 16.050/2014), do Código de Obras e Edificações (COE – Lei nº 16.642/2017), do Plano Municipal de Habitação – PMH (PMSP/SEHAB, 2011)¹, do Plano Municipal de Saneamento (Decreto nº 58.778/2019), da Política Municipal de Segurança Hídrica e Gestão das Águas (Lei nº 17.104/2019) etc. Salienta-se a importância da articulação entre os planos diretamente associados aos recursos hídricos, como, por exemplo, o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH (SSRH/CRHi, 2013)²; o Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (FUSP, 2009)³, área na qual a cidade de São Paulo está localizada; o Plano Diretor de Macrodrenagem do Alto Tietê – PDMAT 1, 2 e 3 (SSRH/DAEE, 1998, 2008 e 2014)⁴; entre outros.

PLANO DIRETOR ESTRATÉGICO – PDE

O Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo, de 31 de julho de 2014, é uma lei municipal que orienta o desenvolvimento e o crescimento da cidade até 2029.

A lei dispõe sobre a Política de Desenvolvimento Urbano, o Sistema de Planejamento Urbano e o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo e é aplicada à totalidade do seu território.

Em 8 de julho de 2023, entrou em vigor o novo texto do Plano Diretor, decorrente da Revisão Intermediária do Plano Diretor (Lei nº 17.975/2023). Essa lei abrange a revisão intermediária do PDE envolvendo ajustes e adequações nos instrumentos da Política de Desenvolvimento Urbano. Com isso, essa política passa a ser orientada pelos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, da Organização das Nações Unidas (ONU) para o Desenvolvimento Sustentável, bem como pelas ações para o enfrentamento das mudanças climáticas, em conformidade com acordos internacionais.

1. São Paulo (Município). Secretaria Municipal de Habitação (SEHAB).

2. São Paulo (Estado). Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos. Coordenadoria de Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH)**: 2012/2015. São Paulo: SSRH/CRHi, 2013.

3. Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo – FUSP.

4. São Paulo (Estado). Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos. Departamento de Águas e Energia Elétrica.

A estratégia territorial do Plano Diretor estrutura-se a partir de duas macrozonas, cada uma delas subdivididas em quatro macroáreas:

1. Macrozona de estruturação e qualificação urbana – apresenta grande diversidade de padrões de uso e ocupação do solo. Dentre seus objetivos, estão a promoção da convivência mais equilibrada entre a urbanização e a conservação ambiental e a redução das situações de vulnerabilidade urbana.
 - Macroárea de estruturação metropolitana – abrange áreas das planícies fluviais dos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí, com articulação com o Centro e prolongamento junto a importantes avenidas.
 - Macroárea de urbanização consolidada – caracterizada por um padrão elevado de urbanização, forte saturação viária e elevada concentração de empregos e serviços.
 - Macroárea de qualificação da urbanização – é caracterizada pela existência de usos residenciais e não residenciais instalados em edificações horizontais e verticais, com um padrão médio de urbanização e de oferta de serviços e equipamentos.
 - Macroárea de redução da vulnerabilidade urbana – caracteriza-se pela

existência de elevados índices de vulnerabilidade social e baixos índices de desenvolvimento humano. É ocupada por uma população predominantemente de baixa renda que se instala em assentamentos precários e irregulares.

2. Macrozona de proteção e recuperação ambiental – é um território ambientalmente frágil devido a suas características geológicas e geotécnicas, à presença de mananciais de abastecimento hídrico e à significativa biodiversidade, demandando cuidados especiais para sua conservação. Tem dentre seus objetivos a conservação e a recuperação dos serviços ambientais existentes.
 - Macroárea de redução da vulnerabilidade e recuperação ambiental – caracteriza-se pela predominância de elevados índices de vulnerabilidade socioambiental, baixos índices de desenvolvimento humano e assentamentos precários e irregulares.
 - Macroárea de controle e qualificação urbana e ambiental – caracterizada pela existência de vazios intraurbanos com ou sem cobertura vegetal e áreas urbanizadas com distintos padrões de ocupação.
 - Macroárea de contenção urbana e uso sustentável – caracterizada pela

existência de fragmentos significativos de vegetação nativa, entremeados por atividades agrícolas, sítios e chácaras de recreio que protegem e/ou impactam, em graus distintos, a qualidade dos recursos hídricos.

- Macroárea de preservação de ecossistemas naturais – é caracterizada pela existência de sistemas ambientais cujos elementos e processos ainda conservam suas características naturais. Predominam áreas de remanescentes florestais naturais, várzeas preservadas, cabeceiras de drenagem, nascentes e cursos d’água ainda pouco impactados por atividades antrópicas.

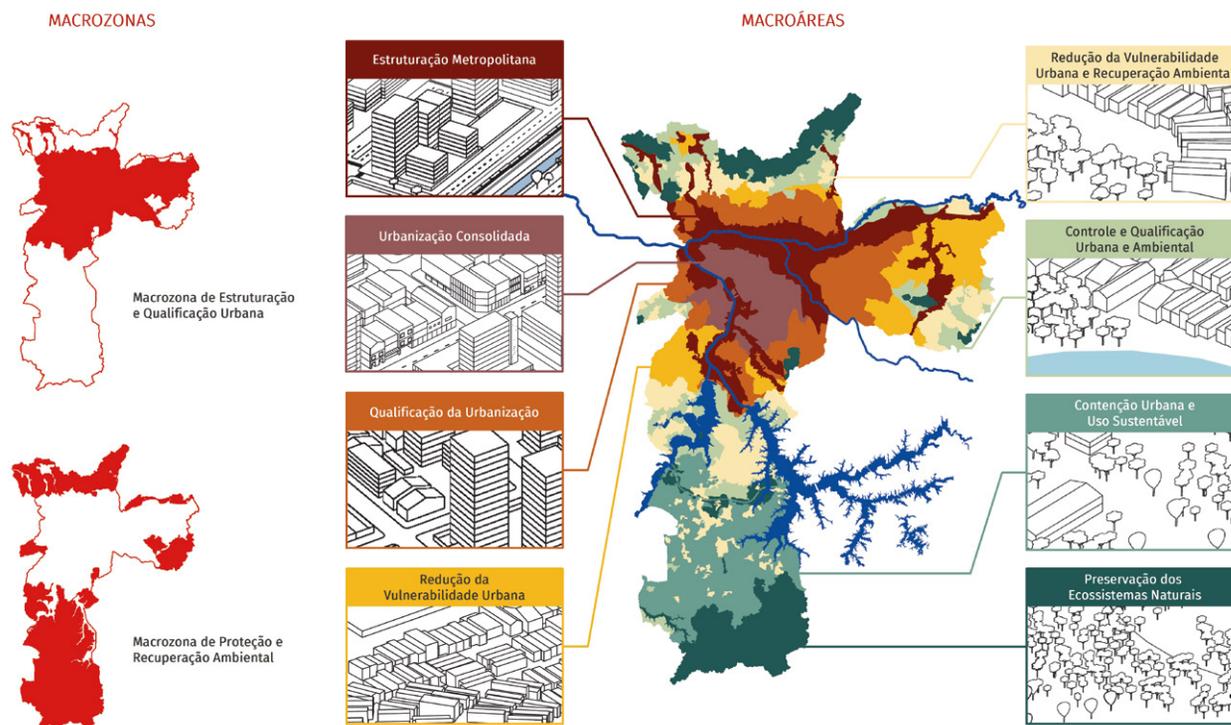
A **FIGURA 1.1** apresenta as macrozonas e macroáreas, elementos estruturantes do ordenamento territorial.

A rede de estruturação e transformação urbana é composta, entre outros elementos, da rede hídrica e ambiental que, por sua vez, se constitui pelo conjunto de cursos d’água, cabeceiras de drenagem, nascentes, olhos-d’água, represas e lagos naturais e artificiais, planícies aluviais, águas subterrâneas e pelo conjunto de parques, unidades de conservação, áreas verdes e áreas protegidas. Dentre os objetivos urbanísticos e ambientais estratégicos relacionados à recuperação e proteção da rede hídrica e ambiental, estão:

- Ampliar progressivamente as áreas permeáveis ao longo dos fundos de vale e cabeceiras de drenagem, as áreas verdes significativas e a arborização, para minimização dos processos erosivos, das enchentes e das ilhas de calor;
- Qualificar e ampliar a rede de parques, considerando populações de todas as faixas de renda (inferior, intermediária e alta), de modo a equilibrar a relação entre o ambiente construído, as áreas verdes e os espaços livres, objetivando garantir espaços de lazer, sociabilidade e recreação para a população;
- Proteger nascentes, olhos-d’água, cabeceiras de drenagem e planícies aluviais;
- Articular, por meio de caminhos de pedestres e ciclovias, preferencialmente nos fundos de vale, as áreas verdes significativas, os espaços livres e os parques urbanos e lineares;
- Adotar Soluções baseadas na Natureza (SbN) nas intervenções, especialmente as do Sistema de Saneamento Ambiental, com o intuito de melhorar a qualidade urbanística e ambiental das bacias hidrográficas.

O PDE traz a integração de políticas e dos sistemas urbanos e ambientais para as questões do ordenamento territorial, e cita como diretrizes da política ambiental

FIGURA 1.1 Elementos estruturantes do ordenamento territorial: macrozonas e macroáreas (modificado de PDE, 2014)



(Art. 195): a conservação e recuperação da qualidade ambiental dos recursos hídricos e das bacias hidrográficas; a redução de enchentes; a minimização dos efeitos das ilhas de calor e da impermeabilização do solo; a criação de incentivos fiscais e urbanísticos às construções sustentáveis; e o aumento da permeabilidade do solo, entre outras práticas.

O sistema de drenagem é definido, na Lei nº 16.050/2014 (Art. 213), como o conjunto

formado pelas características geológico-geotécnicas e do relevo e pela infraestrutura de macro e microdrenagem instalada, sendo composto por:

- Fundos de vale, linhas e canais de drenagem, planícies aluviais e talwegues;
- Elementos de microdrenagem, como vias, sarjetas, meio-fio, bocas-de-lobo, galerias de água pluvial, entre outros;

- Elementos de macrodrenagem, como canais naturais e artificiais, galerias e reservatórios de retenção ou contenção;
- Sistema de áreas protegidas, áreas verdes e espaços livres, em especial os parques lineares.

O Art. 215 da Lei nº 16.050/2014, que aprova a Política de Desenvolvimento Urbano e o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo, apresenta, dentre os objetivos do sistema de drenagem, a redução dos riscos de inundação e alagamento e de suas consequências sociais; a redução da poluição hídrica e do assoreamento; e a recuperação ambiental de cursos d'água e dos fundos de vale. Ainda define diretrizes de preservação ambiental e de participação da sociedade nas ações de drenagem e de manejo das águas pluviais.

As seguintes ações prioritárias para o sistema de drenagem foram estabelecidas pela Lei Municipal em seu Art. 217:

- Elaborar o Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais, consideradas as ações de limpeza urbana previstas no Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos;
- Criar um órgão municipal de planejamento e gestão de drenagem e dos recursos hídricos;
- Elaborar mapeamento e cartografia georreferenciados das áreas de risco de inundações e aprimorar os sistemas de alerta e de emergência;
- Elaborar mapeamento e cartografia georreferenciados dos elementos de macrodrenagem, incluindo canais naturais e artificiais, galerias e reservatórios de retenção ou contenção;
- Implantar sistemas de detenção ou retenção temporária das águas pluviais que contribuam para a melhoria do espaço urbano, da paisagem e do meio ambiente;
- Implantar o Programa de Recuperação Ambiental de Fundos de Vale, composto por intervenções urbanas nos fundos de vale, articulando ações de saneamento e drenagem, a implantação de parques lineares e a urbanização de favelas. Um de seus principais objetivos é a ampliação progressiva das áreas verdes ao longo dos fundos de vale;
- Desassorear os cursos d'água, canais, galerias, reservatórios e demais elementos do sistema de drenagem;
- Revisar a legislação referente aos sistemas de retenção de águas pluviais;
- Implementar medidas de drenagem sustentáveis em áreas privadas e públicas;

- Adotar medidas que minimizem a poluição difusa carregada para os corpos hídricos;
- Adotar pisos drenantes nas pavimentações de vias locais e passeios de pedestres.

O PDE instiga a adoção de parques lineares nas intervenções de macrodrenagem. Segundo seu Art. 273, os parques lineares são intervenções urbanísticas associadas aos cursos d'água, principalmente àqueles inseridos no tecido urbano, tendo como principais objetivos:

- Proteger e recuperar as áreas de preservação permanente e os ecossistemas ligados aos cursos d'água;
- Conectar áreas verdes e espaços públicos;
- Controlar enchentes;
- Evitar a ocupação inadequada dos fundos de vale;
- Propiciar áreas verdes destinadas à conservação ambiental, ao lazer, à fruição e a atividades culturais;
- Ampliar a percepção dos cidadãos sobre o meio físico.

Os cadernos de Bacia Hidrográfica estão sendo desenvolvidos de acordo com as premissas e diretrizes apontadas pelo PDE

na concepção de ações para o sistema de drenagem, conforme segue:

- Consideram a bacia hidrográfica uma unidade territorial de análise para diagnóstico, planejamento, monitoramento e elaboração de projetos;
- Consideram o impacto do uso e da ocupação do solo na impermeabilização da bacia hidrográfica;
- Estimulam e apontam áreas potenciais para a implantação de medidas de drenagem sustentáveis;
- Respeitam as capacidades hidráulicas dos corpos d'água, impedindo vazões excessivas;
- Utilizam tecnologia avançada de modelagem hidrológica e hidráulica, que permite o mapeamento das áreas de risco de inundação;
- Produzem o mapeamento georreferenciado dos elementos de macrodrenagem, incluindo canais naturais e artificiais, galerias e reservatórios de retenção ou contenção;
- Propõem sistemas de retenção, retenção e infiltração das águas pluviais, visando a redução das inundações e a melhoria do espaço urbano, da paisagem e do meio ambiente, adotando critérios urbanísticos e paisagísticos que possibilitem a integração harmônica

das infraestruturas com o meio ambiente urbano;

- Adotam os parques lineares em fundos de vale como parte integrante do sistema de controle de cheias, destacando sua função de equilibrar a relação entre o ambiente construído e as áreas verdes e livres e garantir espaços de lazer e recreação para a população.

Essa ação está de acordo com um dos objetivos do Programa de Recuperação Ambiental de Fundos de Vale, que é a ampliação de áreas verdes a partir da criação de parques lineares, aumentando a infiltração das águas pluviais no solo e criando áreas inundáveis, depressões e lagos para sua retenção, quando necessário.

Caracterização das bacias

2.1 LOCALIZAÇÃO

As bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras estão localizadas na zona Norte do Município de São Paulo, entre as bacias do córrego Cabuçu de Baixo, a leste, e do córrego Pirituba, a oeste. Além disso, ao sul das bacias em estudo, constam três áreas de contribuição direta para o Rio Tietê por sua margem direita, fazendo com que a área total estudada seja de 18,42 km², o que corresponde a 1,2% da área total do município.

O mapa da **FIGURA 2.1** apresenta a localização das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras no Município de São Paulo, além das áreas de contribuição direta para o Rio Tietê.



Rio Tietê

Ribeirão Verde

Córrego Guaimi

Rio das Pedras

Córrego Tanque

Córrego do Co

Linha 7-Rubi da CPTM

Av. Gen. Edgar Facó

Av. Min. Petronio Portela

Av. Itaberaba

Av. Miguel Conejo

R. Balsa

Av. Orlando Alves de Lima

Av. Paulo Ferreira

Av. Cb. Ação Peleira

Av. Fuad Lutfalla

Av. Elisio Teixeira Leite

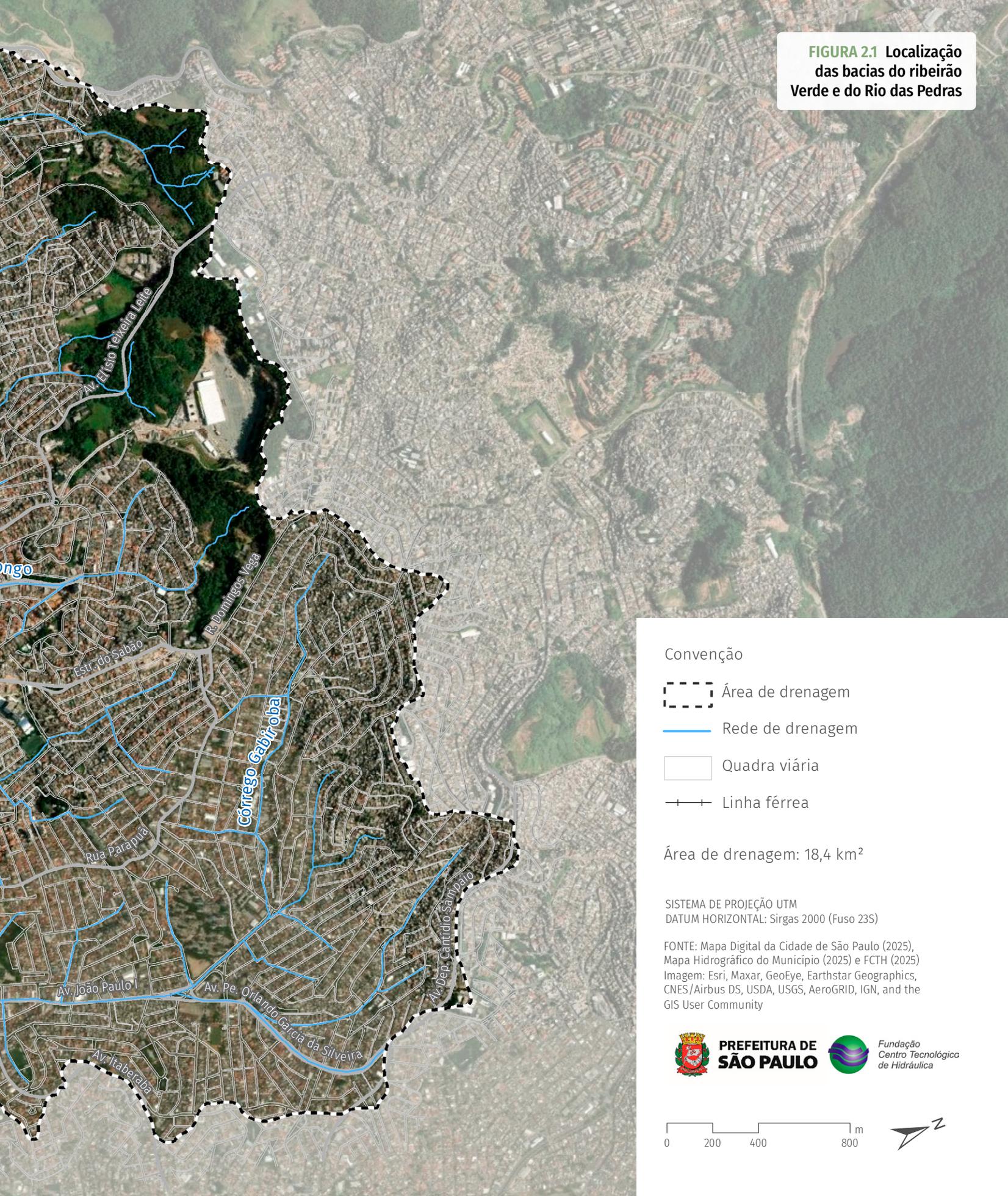
R. Vig. Godoi

R. Rio Verde

Av. Raimundo Pereira de Mafalhas

Av. Com. Fez Zazul

FIGURA 2.1 Localização das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras



Convenção

-  Área de drenagem
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Linha férrea

Área de drenagem: 18,4 km²

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

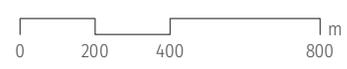
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),
Mapa Hidrográfico do Município (2025) e FCTH (2025)
Imagem: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics,
CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the
GIS User Community



**PREFEITURA DE
SÃO PAULO**



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica



2.2 HISTÓRICO DAS BACIAS

As águas do ribeirão Verde e do Rio das Pedras atravessam a zona Norte do Município de São Paulo, escoando no sentido norte-sul e com foz no Rio Tietê. As bacias que drenam para esses cursos d'água correspondem a parcelas do território de Pirituba, da Freguesia do Ó e da Brasilândia.

Descendo o rio [Tietê] para baixo de São Paulo, tocava-se no sítio de Nossa Senhora da Esperança com um aldeamento fundado por Manuel Preto, e que veio a ser depois a capela e povoação de Nossa Senhora da Expectação do Ó. (Nóbrega, 1891)⁵

O processo de ocupação dessas áreas do município é resultado da combinação entre o desenvolvimento agrícola e industrial e agrupamentos religiosos, atrelados à

dominância do catolicismo à época. O bandeirante Manuel Preto chega à região, posteriormente conhecida como Freguesia do Ó, em 1580, tornando-se o responsável pela construção de uma das primeiras fazendas locais, às margens do Rio Tietê. O local, utilizado como espaço de descanso por viajantes que ali passavam em busca de ouro no Pico do Jaraguá, logo se transformaria em um polo de cana-de-açúcar, voltada à produção de cachaça. Ali, passou então a existir o alambique que produzia a chamada “Caninha do Ó”.^{6,7}

Atribui-se, também, a Manuel Preto a construção, em 1610, da primeira igreja matriz da Freguesia do Ó, dedicada à Nossa Senhora da Expectação do Ó. O bairro, então rural, cresceu ao redor dessa capela, sendo nomeado como freguesia, em função da denominação dada a povoações quando elas se tornavam cabeças de paróquias, ou seja, locais onde ficavam os líderes da Igreja da região.^{8,9}

-
5. NÓBREGA, M. **História do Rio Tietê**. 2. ed. v. 8. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, 1978. (Coleção Paulística).
 6. REDAÇÃO SP CITY. **Conheça a origem da Freguesia do Ó**, 9 fev. 2025. Disponível em: <https://spcity.com.br/conheca-a-origem-da-freguesia-do-o>. Acesso em: 17 set. 2025.
 7. PIRES, R. L. Vila **Brasilândia: memória, identidade cultural e consumo de um bairro periférico paulistano**. Congresso Internacional em Comunicação e Consumo (Comunicon), São Paulo, 2014.
 8. PIRES, 2014, *op. cit.*
 9. PMSP (Prefeitura do Município de São Paulo). Secretaria Municipal de Cultura. Departamento do Patrimônio Histórico – Divisão de Preservação. Subprefeitura Pirituba/Jaraguá. **Programa Patrimônio e Referências Culturais nas Subprefeituras**, São Paulo, 2008-2009 (atualizado em 2010-2013). Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/upload/Freguesia_web_1392056779.pdf. Acesso em: 16 set. 2025.

Após um incêndio, ocorrido em 1896, a igreja construída por Preto acabou sendo substituída cinco anos depois pela Igreja de Nossa Senhora do Ó, próxima ao local da antiga matriz. Conservada até os dias de hoje, a igreja anualmente celebra eventos tradicionais, como a Festa do Divino, o Assentamento da Cruz e a Festa da Nossa Senhora do Ó.¹⁰

Ao longo dos séculos XVIII, XIX e início do século XX, a Freguesia do Ó vivenciou períodos de exploração da população indígena e escravizada, a cultura modesta de subsistência, dificuldades de deslocamento ao centro da cidade e longos períodos de enchentes e alagamentos, às margens do Rio Tietê. O Largo Velho da Matriz, por sua vez, transformou-se em ponto de partida de diversas expedições de bandeirantes rumo ao interior.¹¹ Já durante o século XIX, contou com a presença de fazendas, sítios, alambiques, olarias e portos de areia.¹²

A conexão entre a Freguesia do Ó e Pirituba se dava pelo Caminho do Piqueri, por onde carros de boi e carroças circulavam até a estação de trem de Pirituba, da São Paulo Railway. Sua construção, em 1885, foi impulsionada pela necessidade de escoamento da produção de café, chá, cereais e madeira provenientes das fazendas da região. Até o início dos anos 1920, a área de Pirituba era organizada em grandes fazendas de famílias influentes e abastadas e compreendia os limites da bacia do ribeirão Verde.¹³

Já no início do século XX, ao passo que os donos das fazendas faleciam, as propriedades eram desmembradas entre seus herdeiros, o que acabou por originar as vilas que compõem as regiões atuais de Pirituba e da Freguesia do Ó. A Fazenda Barreto, do médico e político, Luiz Pereira Barreto, por exemplo, foi loteada entre 1922 e 1935, e se constituiu como o núcleo principal de desenvolvimento do bairro de Pirituba, dando lugar à formação dos bairros Vila Bonilha,

10. PIRES, 2014, *op. cit.*

11. São Paulo (Município). Subprefeitura Freguesia-Brasilândia. **Histórico: conheça um pouco da História dos bairros da Freguesia do Ó e Vila Brasilândia**, 1º set. 2025. Disponível em: https://prefeitura.sp.gov.br/web/freguesia_brasilandia/w/historico/142. Acesso em: 16 set. 2025.

12. ROCHA, J. O. **A História de Pirituba**. Disponível em: <https://www.piritubanet.com/pirituba>. Acesso em: 15 set. 2025.

13. ROCHA, 2025, *op. cit.*

Vila Comercial, Vila Zatt, Vila Maria Trindade, Vila Mirante e Jardim São José.^{14,15}

No que viria a ser o bairro da Brasilândia, residiam famílias de chacareiros oriundos da Vila Itaberaba. A Vila Brasilândia surgiu na porção mais ao norte da Freguesia, em 1947, a partir do núcleo formado no sítio de Brasília Simões – importante comerciante local e responsável pela construção da Igreja de Santo Antônio.^{16,17} O loteamento da área ocorreu em 1946, pela família Bonilha, proprietária de uma grande olaria na região. Os terrenos eram vendidos com incentivos e facilidades de pagamento, incluindo a doação de tijolos para estimular a construção de moradias populares. Os novos loteamentos acolheram famílias expulsas dos cortiços da região central da cidade, além de famílias migrantes vindas do interior do Estado – de municípios como Jaú, Pederneiras, Bariri e Bocaina – e também imigrantes japoneses, espanhóis e portugueses.¹⁸

Em Pirituba, nos anos subsequentes, a formação das vilas atraiu ainda mais moradores, dando início a um processo de urbanização e ocupação mais intensas a partir de 1950, com a fundação da Fábrica de Papel Rio Verde, da Fábrica de Preparo de Algodão “Norbo”, da Pianofatura Paulista, da Fábrica de Lajes Volterrana e a considerável ampliação do Lanifício Pirituba.¹² No mesmo período, a Freguesia do Ó começou a perder seu caráter tipicamente rural, dando início à implantação de loteamentos para moradia dos imigrantes trabalhadores das novas indústrias.¹⁹

Entre 1960 e 1970, começa a ser observado um processo de verticalização na Freguesia do Ó e um aumento de loteamentos irregulares na região da Brasilândia, em condições inadequadas de ocupação. Por consequência, o cenário de ampliação de áreas de risco tornou-se mais presente, com uma paisagem caracterizada por

14. ROCHA, 2025, *op. cit.*

15. São Paulo (Município). Subprefeitura Pirituba-Jaraguá. **Histórico: conheça o histórico dos distritos de Pirituba/Jaraguá**, 1º out. 2023. Disponível em: https://capital.sp.gov.br/web/pirituba_jaragua/w/historico/466. Acesso em: 15 set. 2025.

16. PMS, 2008-2009, *op. cit.*

17. São Paulo (Município), 2023, *op. cit.*

18. São Paulo (Município). Câmara Municipal. **Sinopse da Geo-História da Brasilândia**, São Paulo, 1991. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.leg.br/iah/fulltext/justificativa/JPL0362-1992.pdf>. Acesso em: 16 set. 2025.

19. PIRES, 2014, *op. cit.*



FIGURA 2.2 Modificações na ocupação do território em 1940 e em 2020 (imagens disponíveis no GeoSampa)

edificações sobrepostas e raros vazios de uso público.^{20,21}

A necessidade de vias de acesso à região levou à implantação de uma extensa malha viária destinada à circulação de automóveis e linhas de ônibus, acompanhada pela canalização de rios e córregos. As principais avenidas de fundo de vale da zona Norte de São Paulo foram construídas a partir da década de 1970. Destacam, na bacia estudada, as avenidas General Edgar Facó (entre os distritos de Pirituba e Freguesia do Ó) e Miguel Conejo (no distrito da Freguesia do Ó).²² Para a abertura dessas vias, foram canalizados o ribeirão Verde e o Rio das Pedras, respectivamente, priorizando-se o aspecto viário e a circulação de veículos motorizados em detrimento do escoamento das águas e da preservação da várzea. Essa opção resultou no aumento da frequência, da extensão e dos danos causados pelas inundações.

No contexto das bacias estudadas, a região da Brasilândia representa uma das áreas de maior vulnerabilidade social, com

a predominância, até os dias atuais, de edificações residenciais de baixo padrão e população de baixa renda. A região apresenta, ainda, uma reduzida oferta de espaços livres, consequência de um processo de ocupação mais intenso e, em grande parte, de caráter clandestino.²³

2.3 HIDROGRAFIA

A hidrografia principal das bacias em estudo é composta pelos cursos d'água que lhes dão nome – ribeirão Verde e Rio das Pedras –, além de seus respectivos afluentes principais. Ambos apresentam comprimentos semelhantes: o ribeirão Verde tem 5.244 m de extensão, e o Rio das Pedras, 5.789 m.

A nascente do ribeirão Verde localiza-se na porção norte de sua própria bacia, no Parque Municipal Morro Grande, nas proximidades da Avenida Elísio Teixeira Leite. O curso segue paralelamente à Avenida Aldo Ribeiro Luz e continua pela Avenida Brasília Vieira Simões, até alcançar a Avenida

20. São Paulo (Município), 2025, *op. cit.*

21. São Paulo (Município), 2023, *op. cit.*

22. CARVALHO, S. V. **Entre o rio e a serra: forma urbana e sistema de espaços livres na região norte do Município de São Paulo**. 2011. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

23. CARVALHO, 2011, *op. cit.*

Fuad Lutfalla, acompanhando-a até a Avenida General Edgar Facó, onde deságua no Rio Tietê, próximo à Ponte do Piqueri Joelmir Beting.

A nascente do Rio das Pedras também está localizada na porção norte de sua própria bacia, próxima ao Centro de Educação Infantil (CEI) Creche Anglicana Lina Rodrigues e à Rua Nícia Coutinho Patrício. O curso segue paralelamente a essa rua até a Avenida Guilherme de Almeida, prossegue pela Rua Alfredo Pereira dos Santos a Avenida João Paulo I, acompanhando-a até alcançar a Avenida Miguel Conejo, onde deságua no Rio Tietê, nas imediações da Rua Engenheiro Edgard Ferreira de Barros Junior e da futura área de Ventilação e Saída de Emergência (VSE) Tietê, da Linha 6-Laranja do Metrô de São Paulo.

O ribeirão Verde não atravessa áreas de alta vulnerabilidade urbana, o que contrasta com o Rio das Pedras, cujo curso passar por regiões de alta e muito alta vulnerabilidade, especialmente em seus trechos a montante, desde a nascente até as proximidades da Praça Celso Gilberto de Oliveira, englobando os bairros Parque Belém, Vila Penteadado e Parque São Luís. Atualmente, ambos os cursos d'água encontram-se canalizados ao longo da maior parte de suas extensões, seja por canalização a céu aberto ou, predominantemente, subterrânea. Apenas 24% da

extensão do ribeirão mantém-se em estado natural, concentrados na região de montante, entre a nascente e o início da Avenida Brasilina Vieira Simões. Já o Rio das Pedras, esse preserva apenas pequenos trechos naturais, que somam cerca de 5% de sua extensão, todos localizados paralelamente à Rua Alfredo Pereira dos Santos.

Quanto aos afluentes, o ribeirão Verde possui três principais: os córregos do Congo, Tanque e Guaimi, listados no sentido de montante para jusante, com extensões de 1.893 m, 3.714 m e 3.713 m, respectivamente.

O córrego do Congo nasce no entorno do Parque Municipal Morro Grande, segue ao longo da Rua Xavier da Silva Ferrão, continua pela Avenida Tomás Rabelo e Silva e acompanha-a até a Avenida Fuad Lutfalla, onde deságua no ribeirão Verde.

O córrego Tanque, por sua vez, é o único curso d'água principal das bacias estudadas que não se situa na subprefeitura da Freguesia-Brasilândia, pertencendo à de Pirituba-Jaraguá. Sua nascente, em estado natural, encontra-se em uma área de Mata Atlântica, ao norte da bacia. O córrego corre paralelamente à Rua Vicente Antônio de Oliveira e passa para a Rua Povoado do Rio Novo, seguindo pela Avenida Miguel de Castro e, após isso, pela Avenida Cabo Adão Pereira, até desaguar no ribeirão Verde, nas proximidades da Rua Manoel Barbosa.

Por fim, o córrego Guaimi tem sua nascente próxima à futura estação Brasilândia da Linha 6-Laranja do Metrô de São Paulo e à Rua Engenheiro Dario Machado de Campos. O curso segue paralelamente a essa rua, passa por um pequeno trecho natural, junto à Rua João Rodrigues Chaves, e, posteriormente, acompanha a Avenida Ministro Petrônio Portela, até desaguar no ribeirão Verde, próximo ao encontro da Rua Otto Labastille com a Avenida General Edgar Facó.

O Rio das Pedras, por sua vez, apresenta um único afluente principal, o córrego Gabiroba, com 2.227 m de extensão. Sua nascente situa-se próxima ao cruzamento das ruas Pérsio de Souza Queiroz Filho e João Cosmo dos Santos. A partir daí, o córrego segue paralelamente à segunda rua, passa a acompanhar a Avenida Humberto Gomes Maia e então segue paralelamente à Rua Joaquim Ferreira da Rocha. Depois, percorre um pequeno trecho junto à Rua Ruiva e

acompanha a Avenida José da Natividade Saldanha até a Avenida João Paulo I, onde deságua no Rio das Pedras.

Ressalta-se que os quatro córregos mencionados possuem a maior parte de suas extensões canalizada subterraneamente, apresentando apenas pequenos trechos em estado natural, com apenas o Gabiroba possuindo um curto trecho de jusante canalizado a céu aberto.

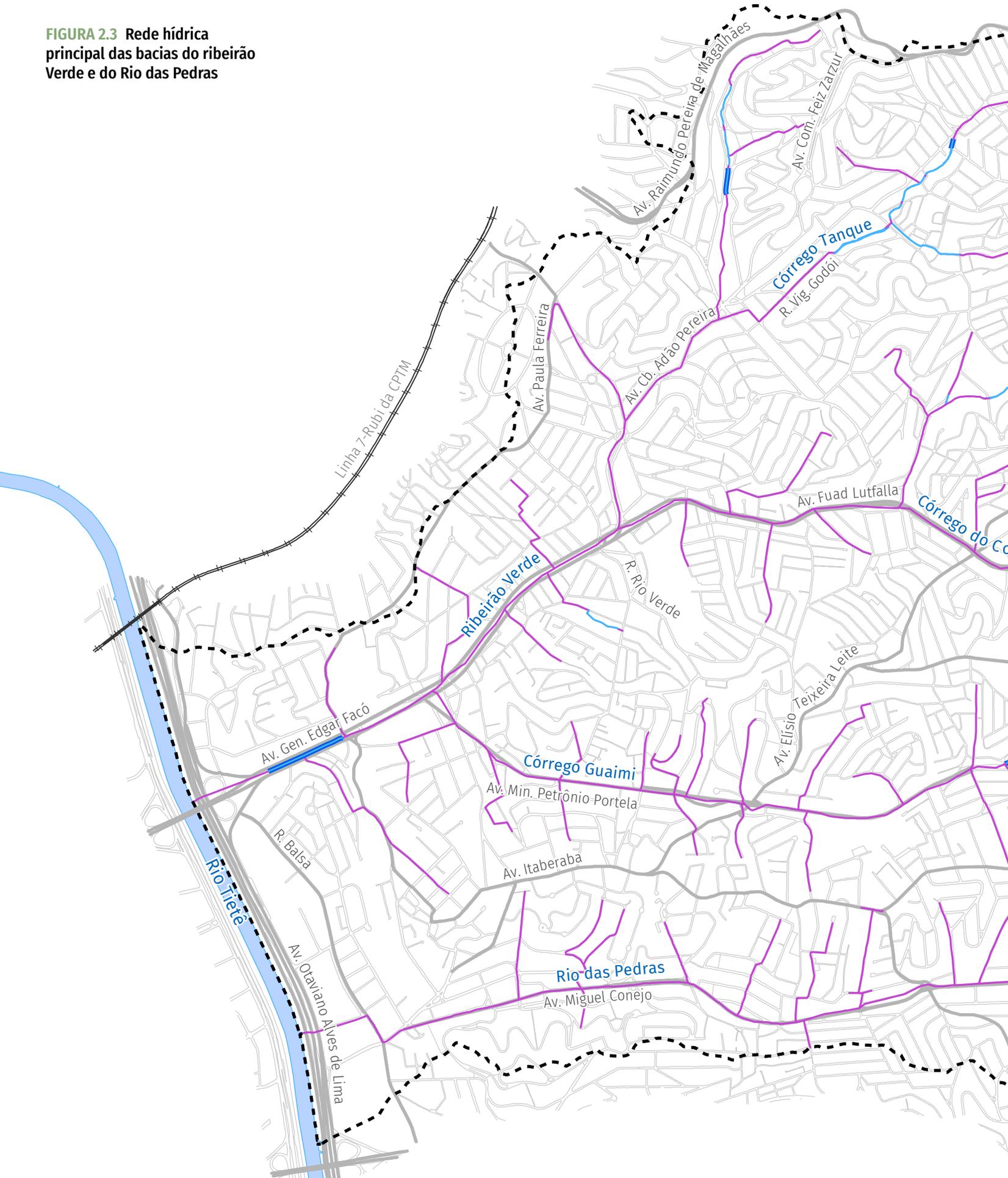
O mapa hidrográfico das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras é apresentado na **FIGURA 2.3**. O traçado desse mapa leva em consideração a situação atual dos cursos d'água existentes nas bacias, tendo sido elaborado com base em cadastros disponíveis na Prefeitura de São Paulo e no Mapa Hidrográfico da Cidade de São Paulo.

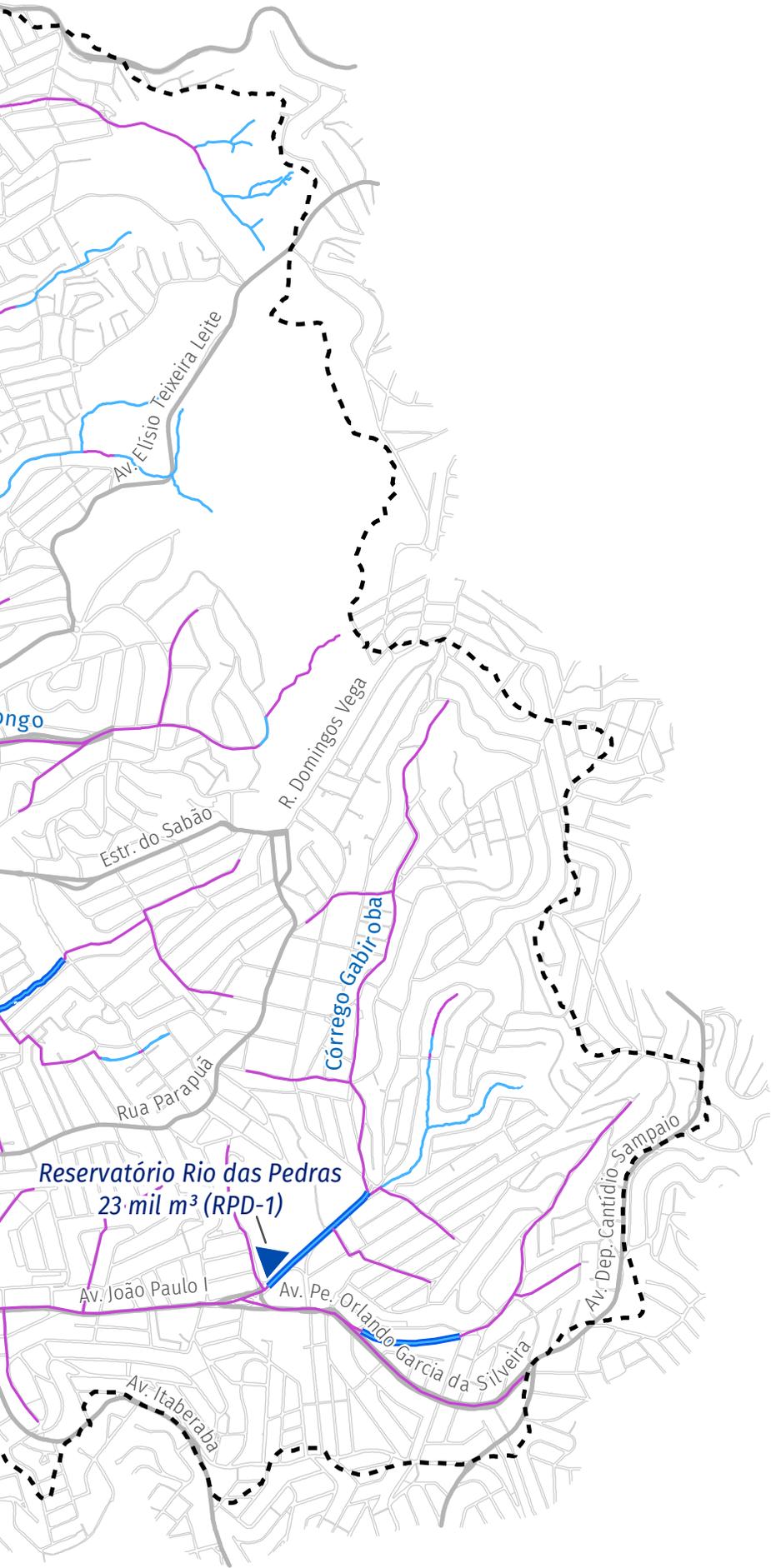
A **FIGURA 2.4** indica as dimensões das principais galerias das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras, assim como a localização das galerias secundárias disponíveis no cadastro do Geoconvias.



Foto aérea do ribeirão verde, vista para montante, trecho de jusante junto à Av. Gen. Edgar Facó (foto: FCTH)

FIGURA 2.3 Rede hídrica principal das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras





Convenção

-  Área de drenagem
-  Quadra viária
-  Linha férrea

Rede de drenagem existente

-  Trecho sem revestimento (natural)
-  Trecho canalizado a céu aberto
-  Trecho fechado (galeria)
-  Reservatório

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

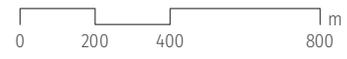
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),
 Mapa Hidrográfico do Município (2025) e FCTH (2025)

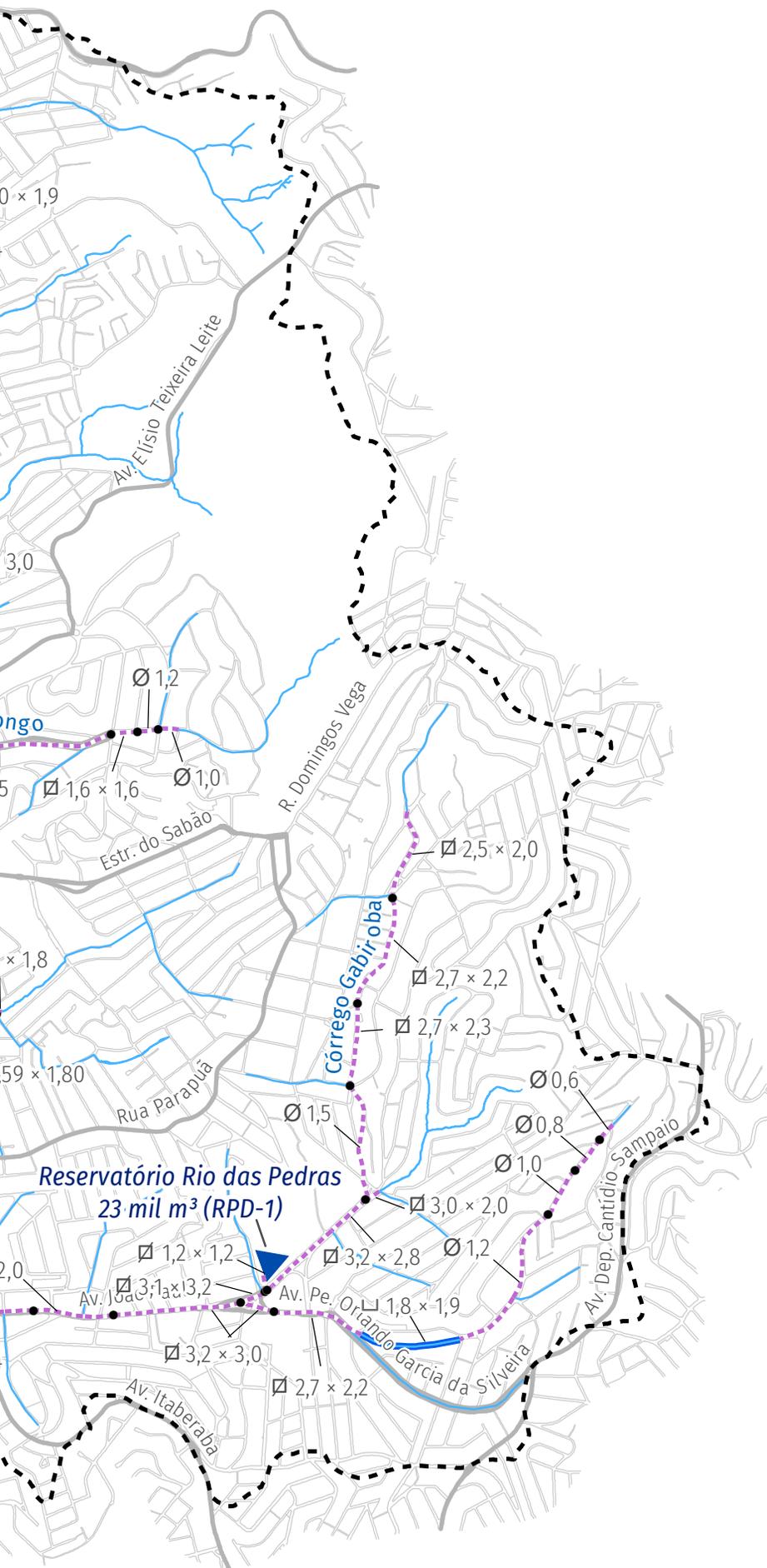


**PREFEITURA DE
 SÃO PAULO**



Fundação
 Centro Tecnológico
 de Hidráulica





Convenção

-  Área de drenagem
-  Quadra viária
-  Linha férrea

Rede de drenagem existente

-  Trecho sem revestimento (natural)
-  Trecho canalizado a céu aberto
-  Trecho fechado (galeria)
-  Reservatório

Dimensões em metros

-  Seção retangular
-  Seção circular
-  Seção retangular aberta

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

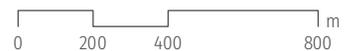
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),
Mapa Hidrográfico do Município (2025) e FCTH (2025)



**PREFEITURA DE
SÃO PAULO**



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica



2.3.1 O SISTEMA DE DRENAGEM ATUAL DAS BACIAS

O sistema de drenagem urbana faz parte do conjunto de melhoramentos públicos existentes em uma cidade, como as redes de abastecimento de água, de coleta de esgotos sanitários, de cabos de transmissão de energia, de serviços de comunicações, além da iluminação pública, da pavimentação de ruas, das guias, dos passeios, dos parques, das áreas de recreação e lazer, entre outros. Originalmente, os sistemas convencionais de drenagem urbana objetivavam realizar a coleta, o transporte e o lançamento final das águas superficiais.

É fato que o planejamento e a gestão das águas urbanas precisam adotar uma abordagem integrada entre as medidas ditas convencionais e os dispositivos de drenagem sustentáveis, na busca por obter um ambiente urbano protegido e equilibrado. Nesse sentido, faz-se necessária a integração de um conjunto de medidas para a minimização dos impactos decorrentes do processo da urbanização sobre o sistema de drenagem. Entre tais medidas, há as tradicionalmente utilizadas – e necessárias –, como reforço de

galeria, canalizações, reservatórios de armazenamento e pôlderes, assim como medidas consideradas mais sustentáveis, como áreas verdes inundáveis (parques lineares), abertura de canais, revitalização de cursos d'água, infraestrutura verde, convivência com as cheias e sistema de alerta a inundação.

Apesar de já existirem iniciativas e diversas soluções de drenagem sustentáveis implantadas na cidade de São Paulo,²⁴ os sistemas de drenagem existentes no município ainda são majoritariamente convencionais. Contudo, há que se destacar um dispositivo implantado no sistema de macrodrenagem, que é o sistema de vertimento controlado nos lagos dos parques da Aclimação, Cidade de Toronto e Alberto Löfgren (conhecido como Horto Florestal), além do presente na Lagoa Aliperti. O vertimento controlado apresenta benefício direto no abatimento das cheias a jusante desses locais, mantendo as características principais de lazer e a fauna e a flora aquáticas desses espaços.

Vale lembrar que os processos resultantes da ocupação desordenada e acelerada, a intensa impermeabilização do solo urbano e a implantação do sistema de drenagem das vias têm impacto significativo no aumento

24. São Paulo (Município). Secretaria Municipal Especial de Comunicação. **Prefeitura de São Paulo ultrapassa a marca de 200 jardins de chuva na cidade**, 23 set. 2022. Disponível em: <https://www.capital.sp.gov.br/noticia/prefeitura-de-sao-paulo-ultrapassa-a-marca-de-200-jardins-de-chuva-na-cidade>. Acesso em: 22 jun. 2023.

do escoamento superficial e das vazões nos corpos hídricos receptores. A ampliação do sistema de macrodrenagem não acompanhou tal crescimento, de forma que se observam insuficiências ao longo do sistema e a ocorrência de inundações e alagamentos. Os danos e prejuízos decorrentes dos eventos de inundação intensificam-se quando considerados os demais problemas econômicos, sociais e ambientais do município.

A insuficiência do sistema de drenagem em determinada seção de escoamento é avaliada pelo hidrograma na seção de interesse, como apresentado na **FIGURA 2.5**.

O hidrograma é a representação gráfica da vazão em função do tempo. As vazões resultantes do processo de urbanização são representadas pela linha cinza do gráfico. Percebe-se que elas ultrapassam o limite de capacidade do sistema e, portanto, na situação apresentada, causariam inundações. A linha cinza pontilhada corresponde ao hidrograma de vazões amortecidas e configura o cenário ideal, no qual o sistema existente apresentaria capacidade suficiente para veicular o escoamento superficial afluente.

Atualmente, as bacias do município já se encontram na condição do hidrograma

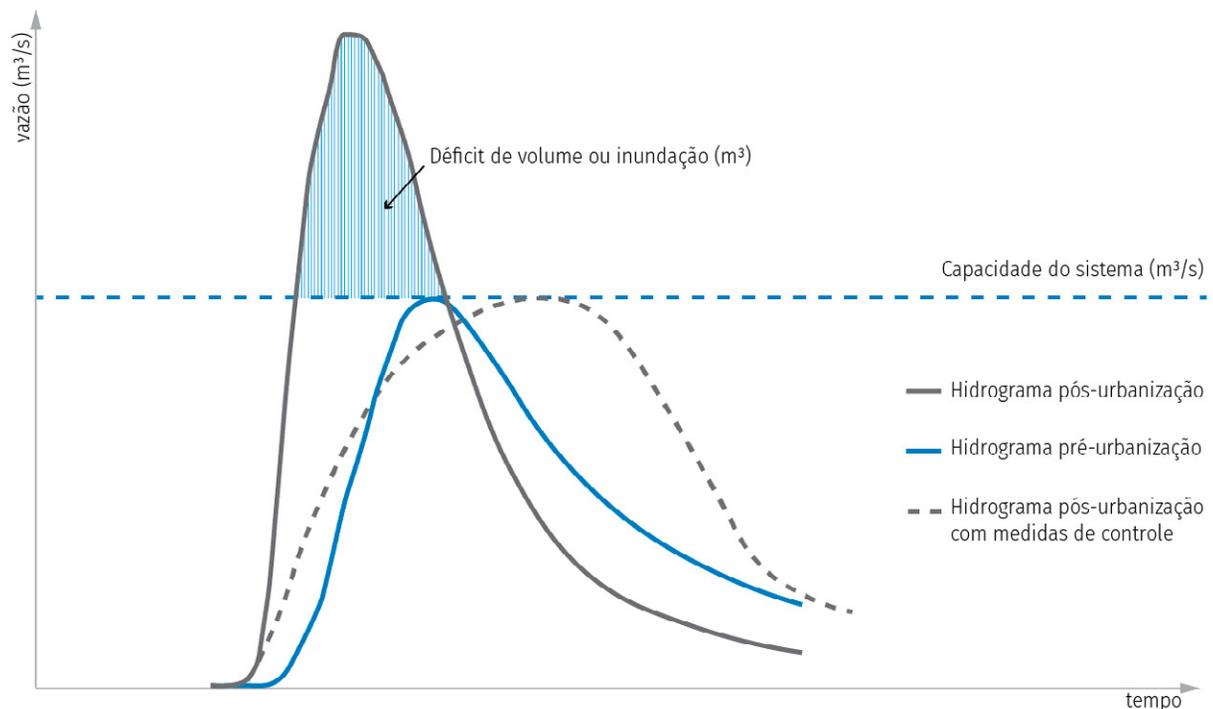


FIGURA 2.5 Hidrograma hipotético do efeito da urbanização

pós-urbanização, e a combinação da implantação de medidas convencionais e de soluções de drenagem sustentáveis visa aproximá-las das condições do hidrograma amortecido dentro da capacidade do sistema.

Essas medidas atuam de diferentes formas para obter o resultado esperado. Reservatórios, assim como áreas verdes inundáveis e lagoas com função de reservação, têm o papel de amortecer parte do volume dos hidrogramas. Já os trechos de canalização acabam elevando a capacidade de transporte das vazões afluentes, o que

aumenta os picos dos hidrogramas, como indicado a seguir.

Esse agravamento dos picos de vazão ocorre em função da redução da rugosidade e da retificação dos canais, com consequente aumento das velocidades e dos volumes transportados.

As soluções de drenagem sustentáveis, por sua vez, têm características que promovem o acúmulo de volume de forma dispersa pela área da bacia, aumentando a reservação e a infiltração dos volumes retidos. O impacto dessas medidas é apresentado na **FIGURA 2.6**.

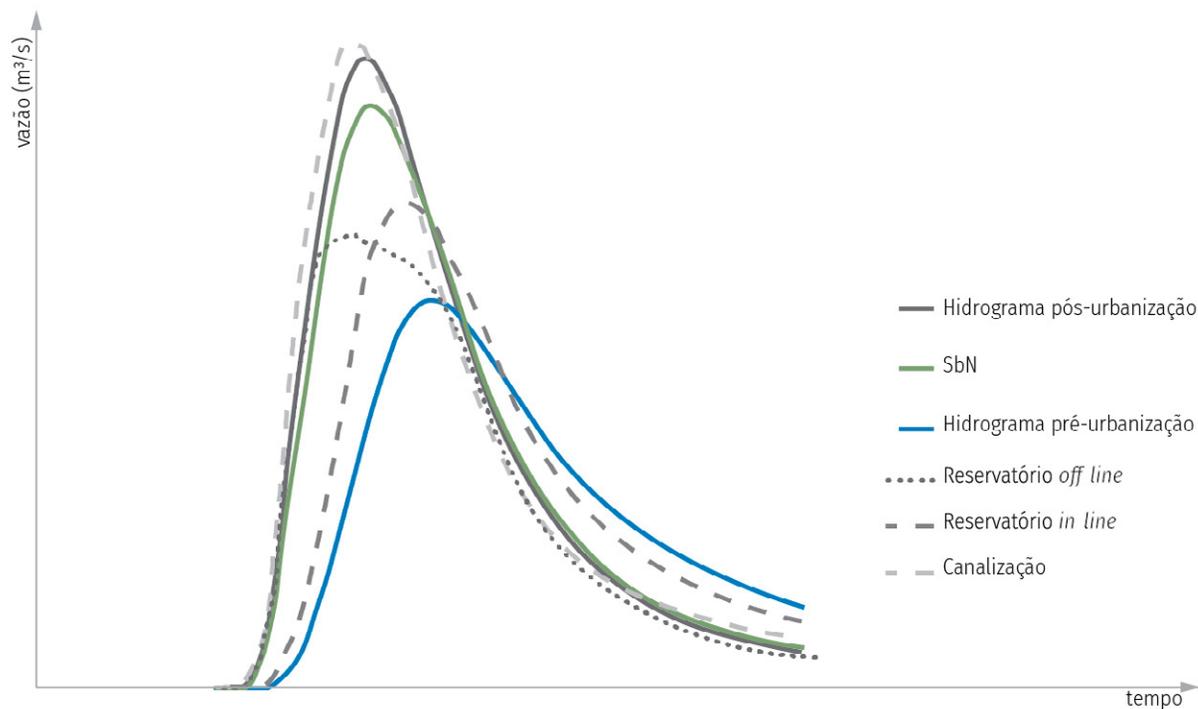


FIGURA 2.6 Hidrograma representativo da ação das medidas de controle

Assim, o uso das medidas de drenagem convencionais integrado às soluções de drenagem sustentáveis é uma ferramenta bem-sucedida para a redução dos impactos do processo de urbanização e para o controle das cheias nas bacias hidrográficas.

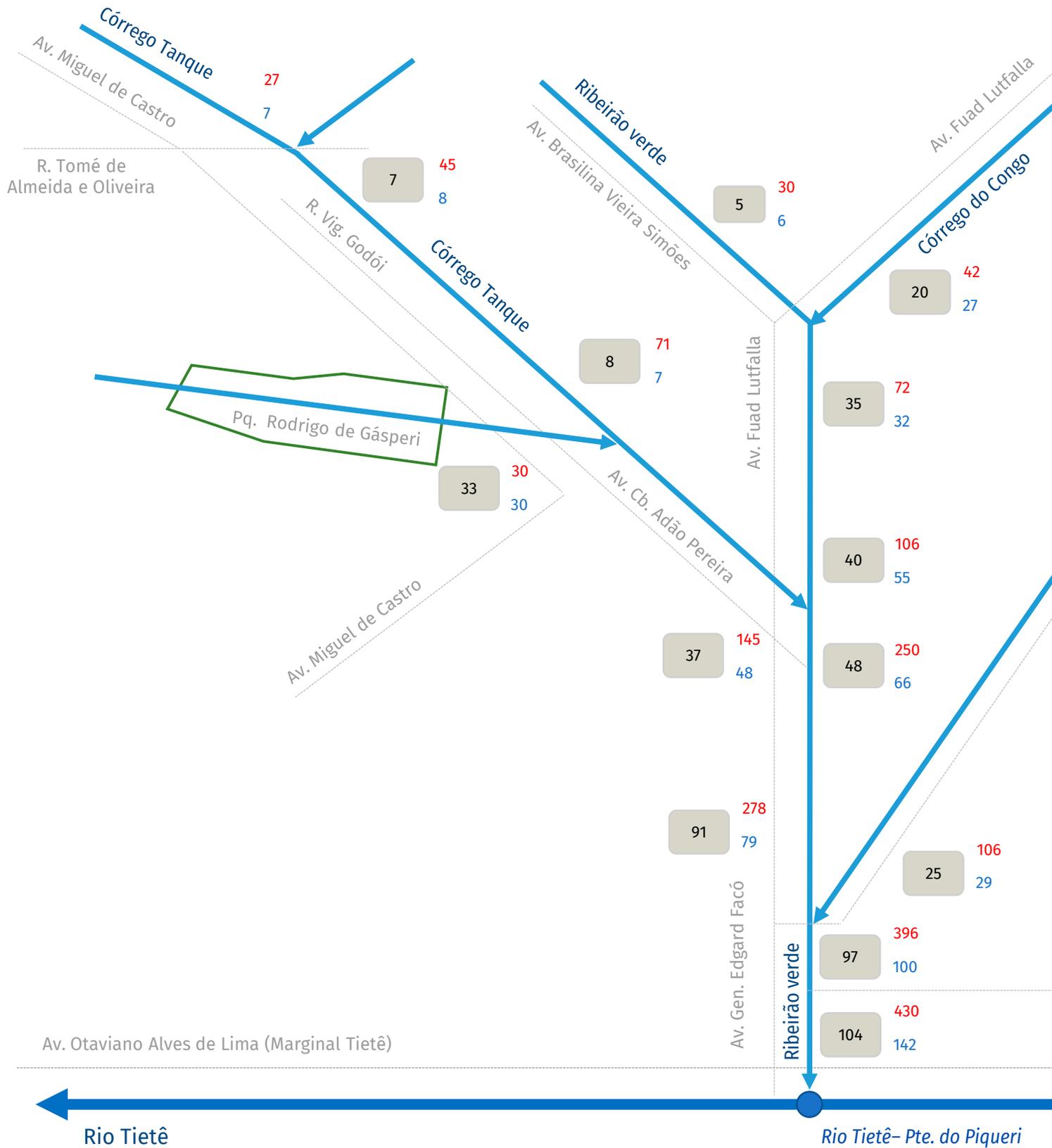
Outra forma de avaliar e representar o sistema de drenagem existente são os diagramas unifilares. Nesses esquemas sintéticos dos cursos d'água, são inseridos, de forma organizada, os principais elementos da rede hídrica na bacia hidrográfica, tais como afluentes e medidas de controle de cheias, o que permite um melhor entendimento do funcionamento sistemático da fluviometria da bacia. Nos diagramas unifilares, é representada a posição física sequencial dos componentes da rede, mostrada no organograma esquemático unifilar.

Por conseguinte, o diagrama unifilar da situação atual das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras é exibido na **FIGURA 2.7**. Nesse diagrama, são indicadas as vazões geradas pelo modelo hidráulico-hidrológico, que representa a situação hidráulica da rede existente para uma chuva de Tr 100 anos. Também são apresentadas as vazões hidrológicas e as vazões máximas

registradas nas galerias para a mesma chuva de Tr 100 anos. Ressalta-se que, para o cálculo das vazões hidrológicas, não é considerado o amortecimento do escoamento nos condutos hidráulicos.

As deficiências no sistema de drenagem das bacias podem ser notadas pela diferença entre a capacidade máxima da seção e a vazão afluente de Tr 100 anos. O sistema de drenagem não apresentaria deficiência se as vazões de Tr 100 anos fossem iguais ou menores do que as capacidades máximas das seções. Em ambas as bacias, verificou-se insuficiência em quase toda a rede de drenagem principal, com exceção dos córregos Gabiroba e Congo, em que há pontos de insuficiência apenas nos seus trechos finais, próximo da onde esses desaguam nos seus, respectivos, cursos principais. Quanto ao restante do sistema – ribeirão Verde, Rio das Pedras e córregos Tanque e Guaimi –, como já mencionado, há insuficiência desde trechos mais a montante, que recebem vazões das cabeceiras, até seus respectivos deságues, o que reflete a demanda por intervenções que atendam à proteção de Tr 100 anos.

FIGURA 2.7 Diagrama unifilar de vazões das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras – situação atual





2.3.2 ESTRUTURAS EXISTENTES

Na área de estudo deste Caderno de Bacia Hidrográfica, há uma estrutura para o controle de cheias na bacia do Rio das Pedras: o reservatório Rio das Pedras (RPD-1).

Localizado na Avenida José da Natividade Saldanha, próximo ao ponto de confluência do córrego Gabiroba com o Rio das Pedras, o reservatório é do tipo *off line* e apresenta esgotamento por gravidade. Sua capacidade de armazenamento é de 23.000 m³, e sua profundidade máxima é de 4,5 m (**FIGURA 2.8**).

A estrutura de entrada do reservatório consiste em um orifício de 3,00 m × 3,00 m, com fundo na cota de 740,57 m (**FIGURA 2.9**). Já sua estrutura de saída conta com um sistema de comportas manuais e é dotada de uma abertura de 1,20 m × 1,20 m e fundo na cota 740,23 m (**FIGURA 2.10**). Eventos de extravasamento registrados no reservatório levantaram questionamentos sobre sua capacidade atual, indicando a necessidade de avaliar uma possível ampliação.



FIGURA 2.8 Reservatório Rio das Pedras (RPD-1)



FIGURA 2.9 Estrutura de entrada do reservatório Rio das Pedras



FIGURA 2.10 Estrutura de entrada (esquerda) e saída (direita) do reservatório Rio das Pedras

2.3.3 INUNDAÇÕES NAS BACIAS DO RIBEIRÃO VERDE E DO RIO DAS PEDRAS

Nas bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras, a exemplo de outras áreas do Município de São Paulo, o sistema de drenagem não acompanhou a evolução da urbanização e da impermeabilização do solo. Além de travessias subdimensionadas ao longo dos canais principais, com inúmeras obstruções e interferências – como pontos viçados de descarte de resíduos sólidos, por exemplo –, a ocupação das margens dos canais principais das bacias contribuintes reduz a capacidade hidráulica das seções, ocasionando as inundações observadas na região.

O levantamento das ocorrências de inundação nas bacias em estudo reuniu dados históricos disponibilizados pela SIURB, registros de pontos de alagamento realizados pela CET/CGE entre 2004 e 2025 e informações sobre a mancha de inundação do PDMAT 3. Também foram incorporados ao conjunto de dados levantamentos feitos pela FCTH em 2025 de pontos de alagamento e da altura de inundações em todos os locais apontados como de risco e, também, um mapa das áreas de risco hidrológico e geológico (solapamento) mapeadas pela SMSU/COMDEC.

Na bacia do Rio das Pedras, foram identificadas três manchas de inundação pela equipe de topografia da FCTH. Listando-as no sentido de montante para jusante, a primeira está perto da Avenida João Paulo I, não se estendendo muito além do cruzamento com a Rua Pádua Dutra; a segunda situa-se na Avenida Miguel Conejo, na altura da Rua Bonifácio Cubas e a terceira, mais extensa, encontra-se próxima ao Rio Tietê, nas imediações da Rua da Balsa.

Também foram analisados os pontos de alagamento, cuja maioria se localiza nas mesmas áreas das manchas de inundação, com exceção do ponto transitável situado no cruzamento da Avenida João Paulo I com a Rua Guaiçara.

Na bacia do ribeirão Verde, na região contida na subprefeitura de Pirituba-Jaraguá, destaca-se uma mancha de inundação ao longo do córrego Tanque. Ela se estende do cruzamento entre as ruas Santo Antônio do Araçuaí e Povoado do Rio Novo, até as proximidades da Praça Manoel de Sousa Araújo. Além disso, há outros pontos de alagamento, mais ao norte, ao longo da Avenida Raimundo Pereira de Magalhães, nas imediações da fronteira da bacia em questão, com a do córrego Pirituba.

Já na região contida na subprefeitura da Freguesia-Brasilândia, observa-se, no córrego Guaimi, uma mancha de inundação que

se inicia perto do cruzamento entre a Avenida Michihisa Murata e a Rua João Rodrigues Chaves, estendendo-se até a altura de seus dois afluentes seguintes. Ainda nesse córrego, mais a jusante, há outra mancha. Ela se inicia próximo à Praça Luiz da Câmara Cascudo, continua no ribeirão Verde e segue até a altura da pista expressa da Marginal Tietê.

Na mesma bacia, identifica-se, ainda, outras duas manchas: uma no próprio ribeirão Verde, com início nas proximidades do cruzamento entre as avenidas Aldo Ribeiro Luz e Brasilina Vieira Simões, estendendo-se até o encontro do córrego do Congo com o ribeirão e outra com início na nascente de um afluente secundário do ribeirão Verde – esse afluente corre paralelamente à Rua Doutor Estevão Montebello e se prolonga até pouco antes do cruzamento dessa via com a Rua Jotacá.

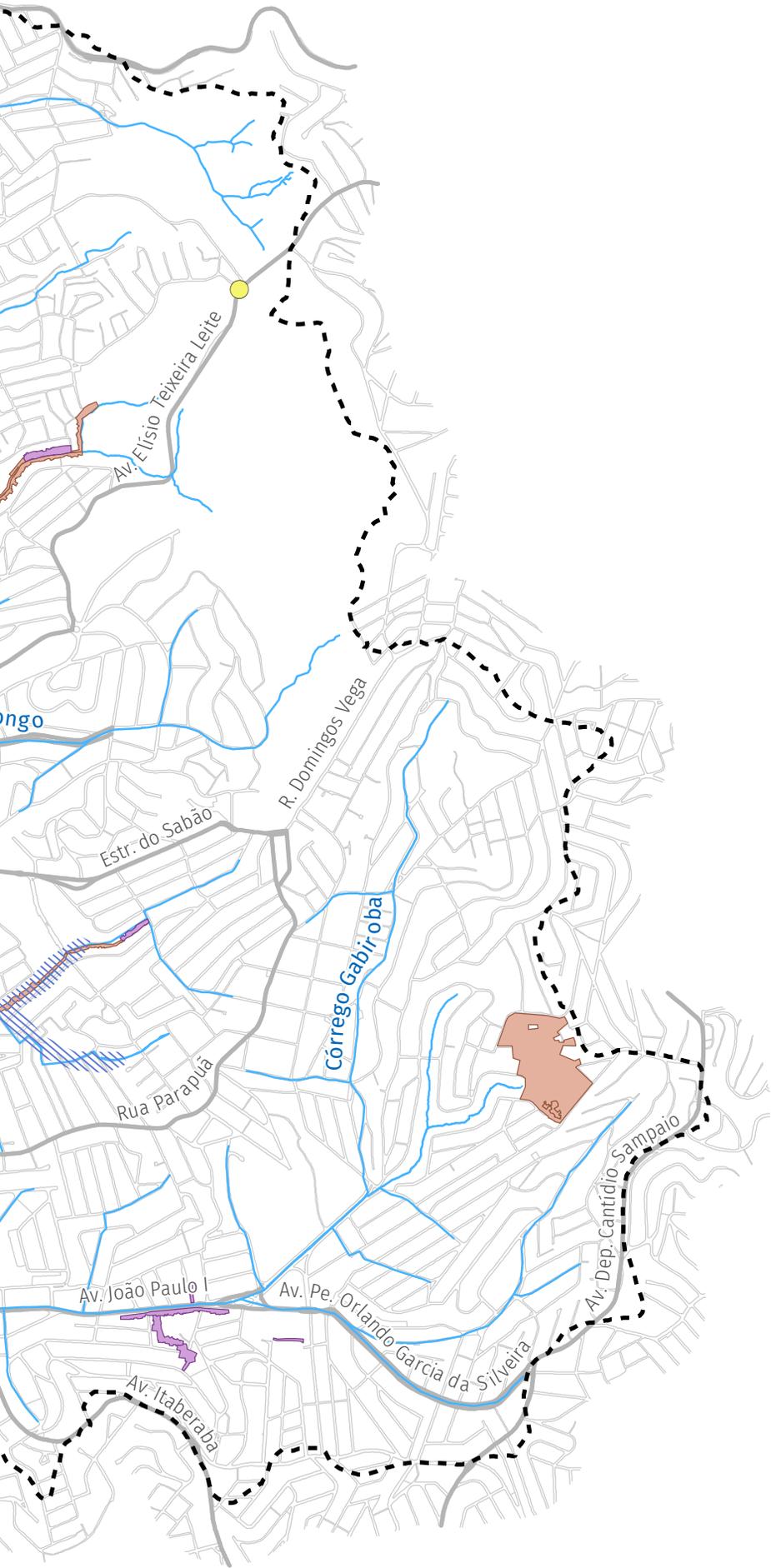
Em relação aos pontos de alagamento, há registros de pontos próximos ao ribeirão Verde, principalmente na confluência com os córregos Tanque e Guaimi, além de pontos situados próximos ao local onde o ribeirão deságua no Rio Tietê.

Além desses locais, há uma mancha de inundação que merece destaque, na área de contribuição direta central, abrangendo a Rua Eneias Luís Carlos Barbanti e a Rua da Balsa. Por fim, quanto aos pontos de alagamento nas áreas de contribuição direta, há dois na área de contribuição central e outros quatro localizados na Marginal Tietê – dois na área de contribuição a leste e dois a oeste.

A **FIGURA 2.11** traz o mapa de inundações nas bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras.

FIGURA 2.11 Diagnóstico das inundações nas bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras





Convenção

-  Área de drenagem
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Linha férrea

Levantamento de inundações

-  Levantamento FCTH
-  Histórico - SIURB
-  Área inundável PDMAT 3 (Tr 100 anos)

SMSU/COMDEC

-  Área de risco hidrológico
-  Área de risco geológico (solapamento)

Pontos de alagamento CET/CGE (2004-2025)

-  Intransitável
-  Transitável

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),
 Mapa Hidrográfico do Município (2025), FCTH (2025),
 SIURB (histórico), PDMAT 3 (2014), CGE/CET (2004-2025),
 e SMSU/COMDEC (2025)



2.3.4 MEMORIAL FOTOGRÁFICO

A seguir, apresenta-se o memorial fotográfico das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras, de montante para jusante, conforme indicada a localização no mapa de referência ao lado das fotos. As imagens ilustram os pontos críticos das bacias em relação à ocorrência de inundações e alagamentos ao longo do curso principal e de seus afluentes mais importantes, além de áreas potenciais para implantação das obras propostas neste estudo. São eles:

- **Ribeirão Verde:**
 - Vista, respectivamente, das avenidas Aldo Ribeiro Luz e Brasilina Vieira Simões, com destaque dado às áreas de montante do ribeirão Verde a céu aberto e a suas primeiras áreas inundáveis, concentradas na segunda avenida (**FIGURA 2.12**);
 - Vista da Avenida General Edgar Facó, onde há um trecho sujeito a inundações logo após o ribeirão receber as águas do córrego Tanque. Observa-se ainda um pequeno afluente, paralelo à Rua Doutor Estevão Montebello, que permanece em estado natural e igualmente apresenta áreas inundáveis (**FIGURA 2.13**);
 - Vista da Avenida General Edgar Facó, onde existe uma transição do trecho canalizado subterraneamente em galeria dupla para o trecho canalizado a céu aberto. Podem ser vistas no local estroncas perpendiculares à direção do escoamento, o que configura uma obstrução e facilita a ocorrência de inundações (**FIGURA 2.14**);
 - Vista da Avenida General Edgar Facó, onde ocorre a transição do trecho canalizado a céu aberto, com estroncas perpendiculares à direção do escoamento, para o trecho final do ribeirão, conduzido por uma galeria tripla subterrânea em concreto. Nesse ponto, o ribeirão deságua no Rio Tietê, na altura da Ponte do Piqueri Joelmir Beting (**FIGURA 2.15**);
- **Córrego Tanque:**
 - Trecho de montante do córrego Tanque, de característica inundável, paralelo às ruas do Guerra e Doutor Pedro de Mustre Portugal, encontrando-se majoritariamente em estado natural. Imediatamente após o ponto de visada da terceira foto, localiza-se o projeto de implantação do reservatório de detenção RT-01 (cf. Capítulo 5) (**FIGURA 2.16**);

- Transição do trecho a céu aberto para o trecho canalizado subterraneamente, nas imediações da Rua Vigário Godói, onde se identifica uma mancha de inundação com profundidade máxima estimada em 1,20 m acima do nível do terreno, conforme levantamento feito pela equipe de topografia da FCTH em 2025 (**FIGURA 2.17**);
- Vista a partir da Rua Manuel Álvares Passos, onde se observa a transição de um afluente do córrego Tanque, em estado natural, para o trecho canalizado a céu aberto (**FIGURA 2.18**);
- Trecho do afluente do córrego Tanque que segue sob o Parque Rodrigo de Gásperi, e vista da Avenida Cabo Adão Pereira, onde há trechos inundáveis do córrego Tanque (**FIGURA 2.19**);
- **Córrego Guaimi:**
 - Vista a partir da Avenida Ministro Petrônio Portela, em trecho de jusante sujeito a inundações, próximo ao ponto de deságue do córrego Guaimi no ribeirão Verde. Nesse local está proposto o projeto de implantação do reservatório de detenção RV-02 (cf. Capítulo 5) (**FIGURA 2.20**);
- **Córrego Gabiroba:**
 - Trecho final do córrego Gabiroba, canalizado a céu aberto, com estroncas perpendiculares à direção do escoamento, situado paralelamente ao Reservatório Rio das Pedras (RRP-01) e à Avenida José da Natividade Saldanha (**FIGURA 2.21**);
- **Rio das Pedras:**
 - Vista, respectivamente, das avenidas João Paulo I e Miguel Conejo, com destaque para trechos inundáveis do Rio das Pedras, trechos esses que se encontram canalizados subterraneamente (**FIGURA 2.22**);
 - Vista, respectivamente, das ruas Bonifácio Cubas e Enéias Luís Carlos Barbanti, além do deságue do Rio das Pedras no Rio Tietê. O destaque deve ser dado à segunda foto, na qual podem ser vistas residências com comportas contra inundações nas portas e janelas (**FIGURA 2.23**).

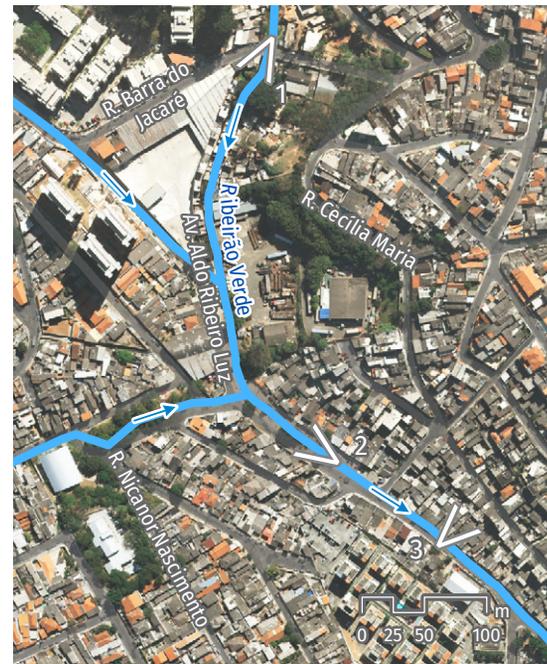
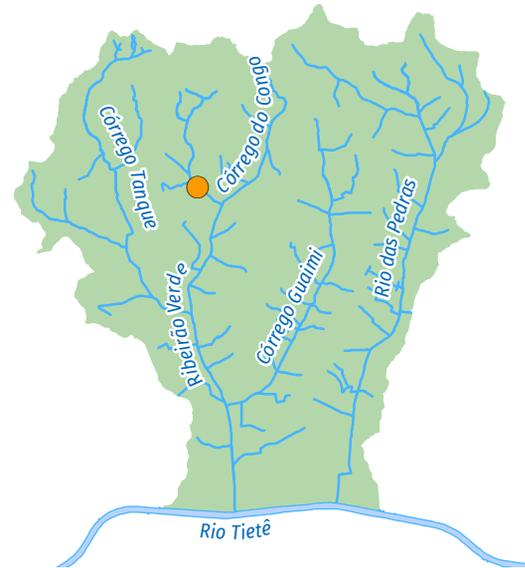


FIGURA 2.12 Fotos da região de montante do ribeirão Verde, próximo às avenidas Aldo Ribeiro Luz e Brasilina Vieira Simões

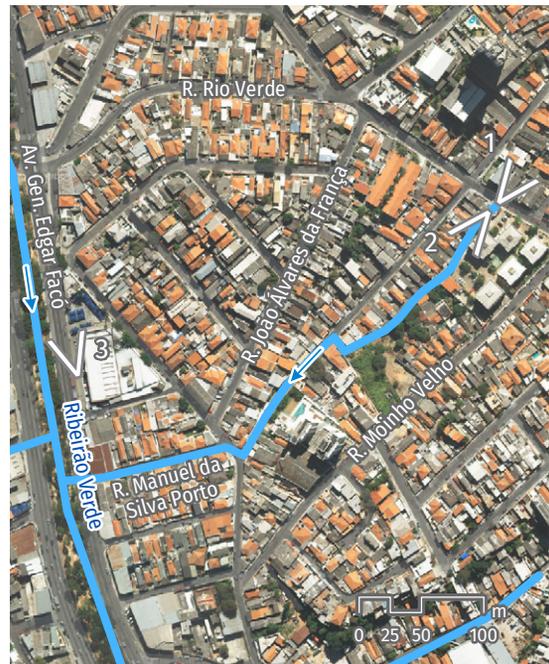
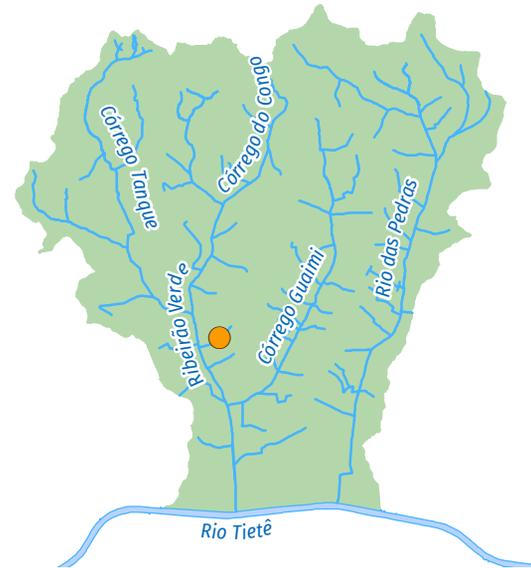
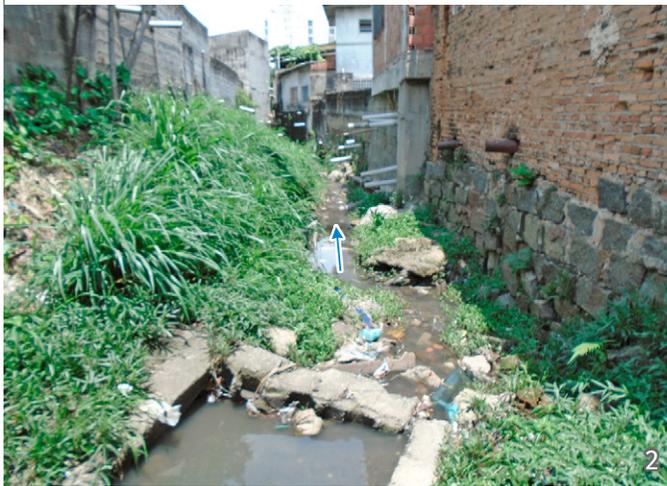


FIGURA 2.13 Fotos de um pequeno afluente inundável do ribeirão Verde, paralelo à R. Dr. Estevão Montebello

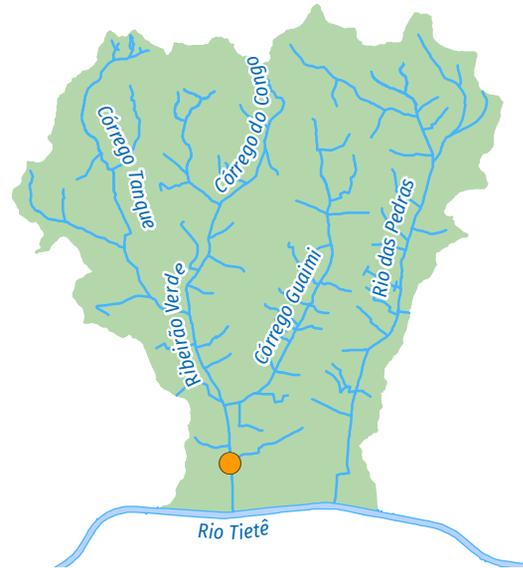
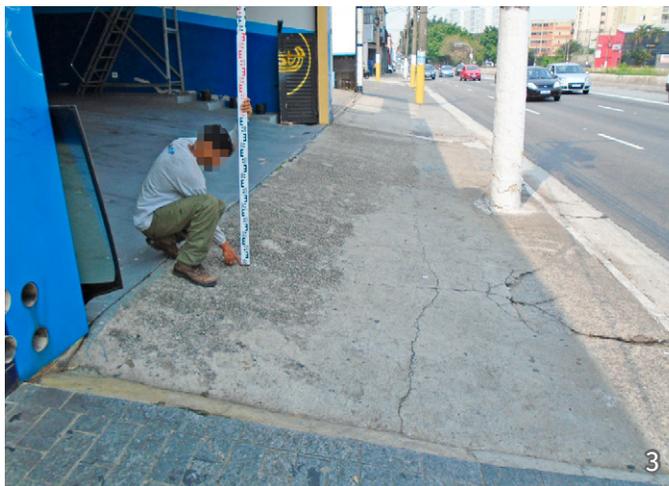


FIGURA 2.14 Fotos da transição do ribeirão Verde, de uma galeria dupla subterrânea para um trecho canalizado a céu aberto, com a presença de estroncas

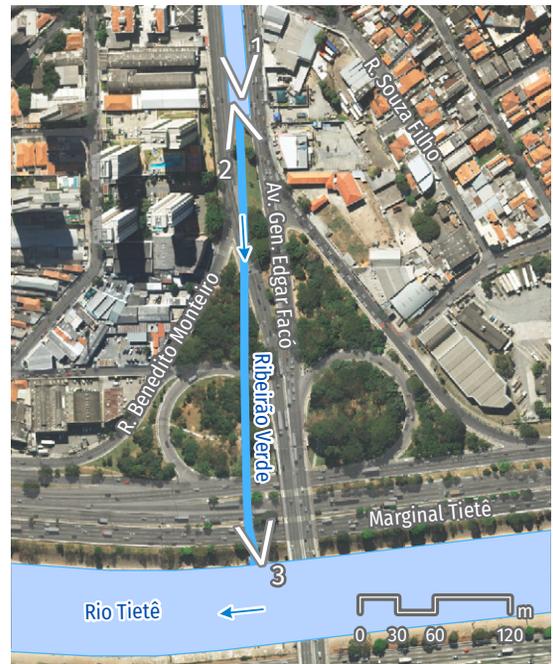
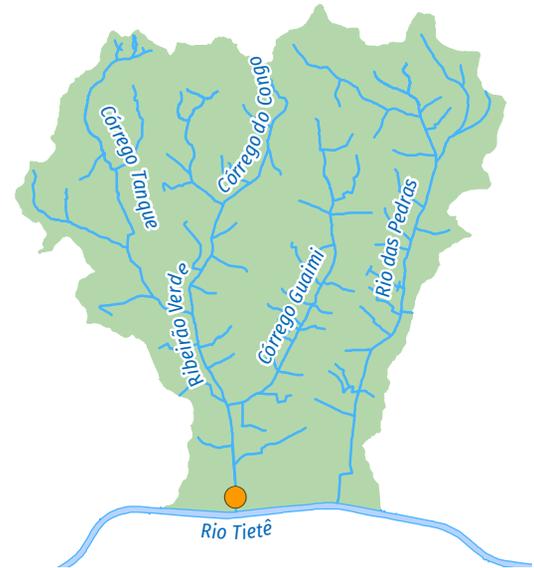
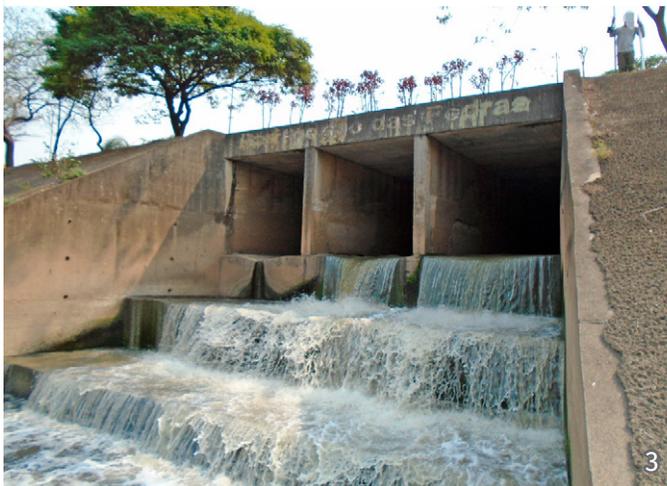


FIGURA 2.15 Fotos do trecho final do ribeirão Verde e de seu deságue no Rio Tietê

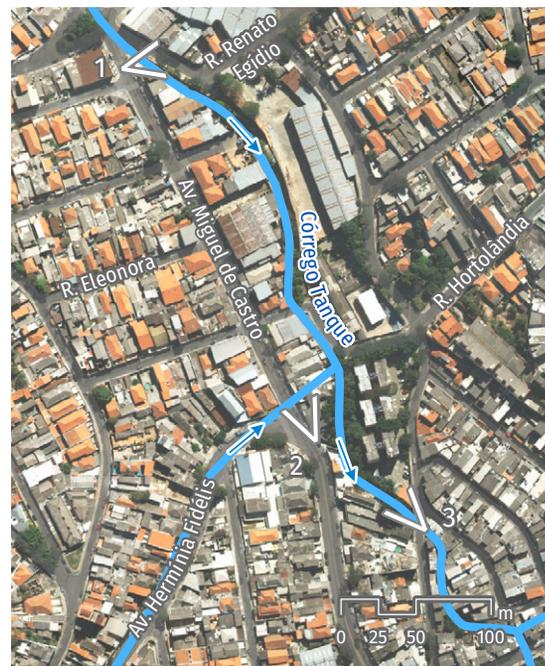
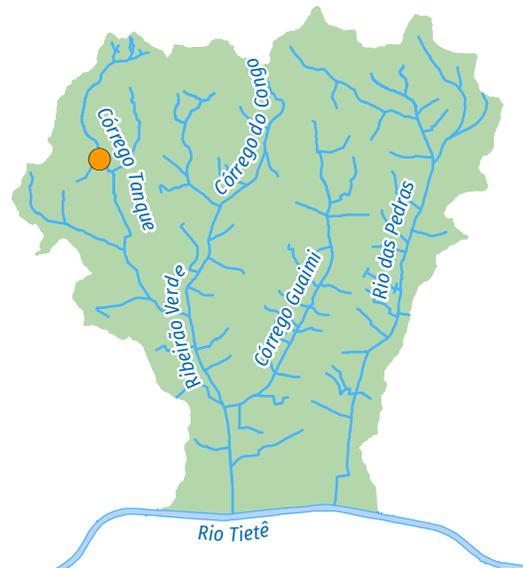
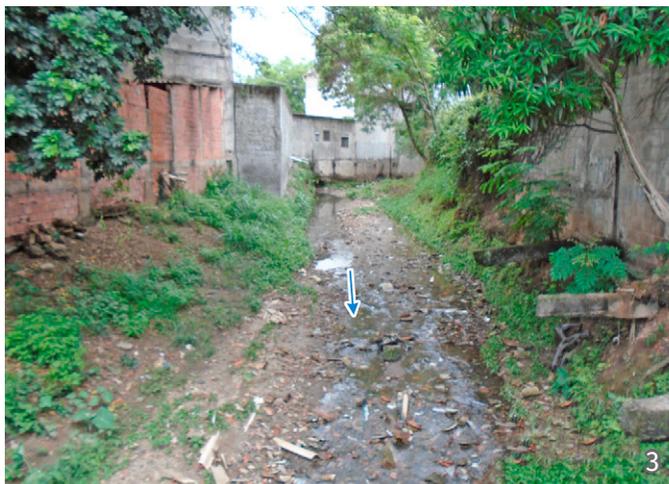
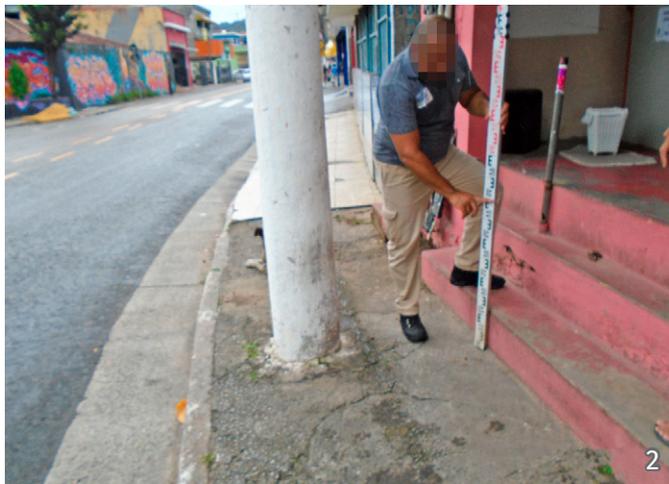
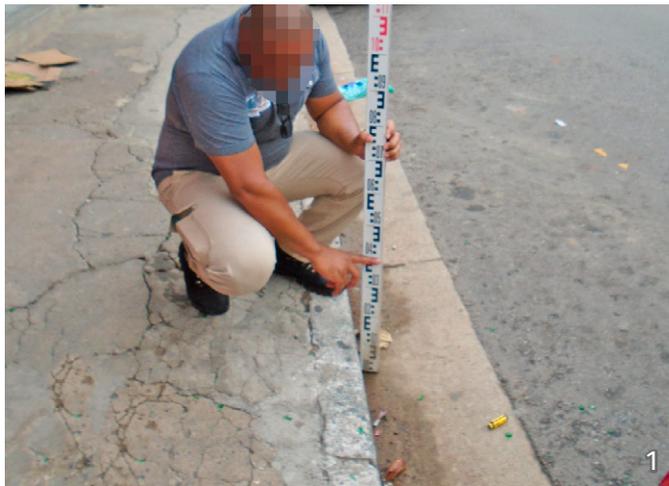


FIGURA 2.16 Fotos do trecho a céu aberto do córrego Tanque sujeito a inundações, situado paralelamente às ruas do Guerra e Dr. Pedro de Mustre Portugal

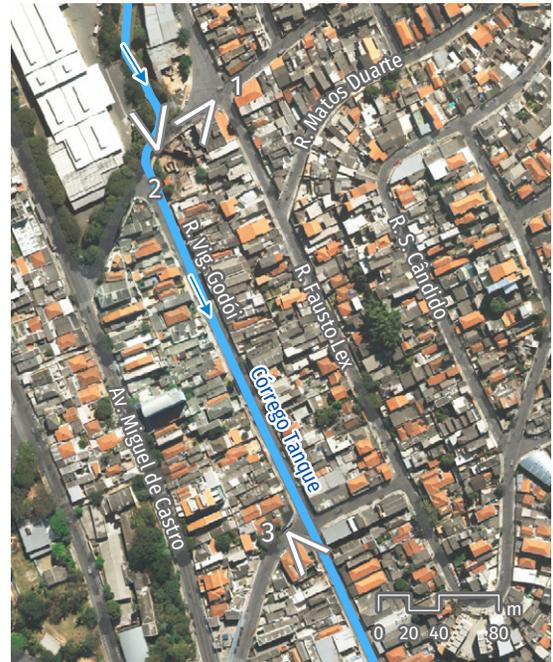
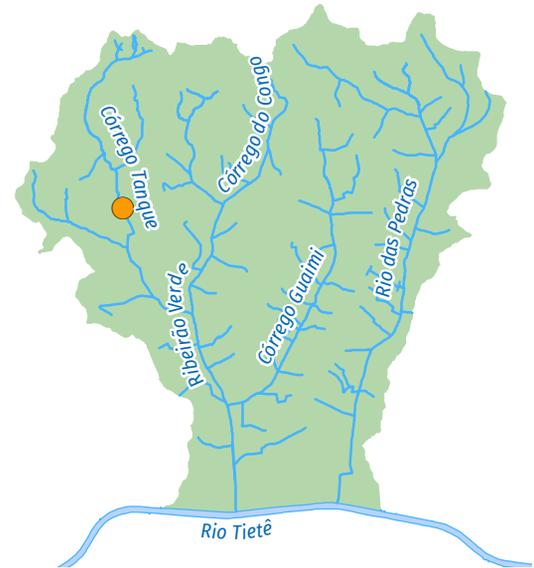


FIGURA 2.17 Fotos do córrego Tanque, em trecho a montante e nas proximidades da R. Vig. Godói

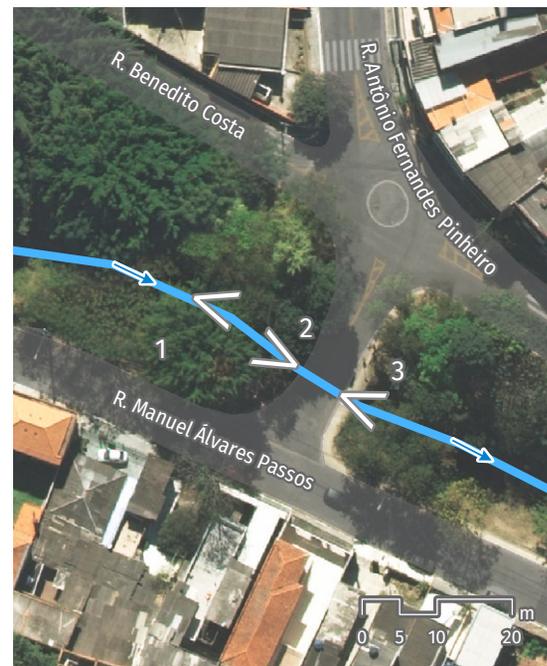
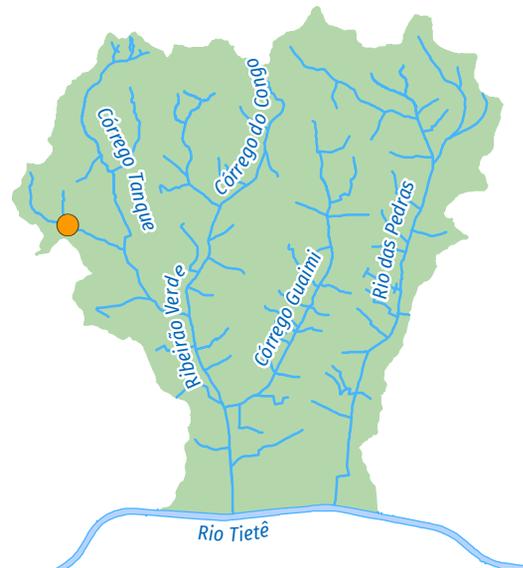


FIGURA 2.18 Fotos do afluente do córrego Tanque, nos trechos a céu aberto, paralelos à R. Manuel Álvares Passos

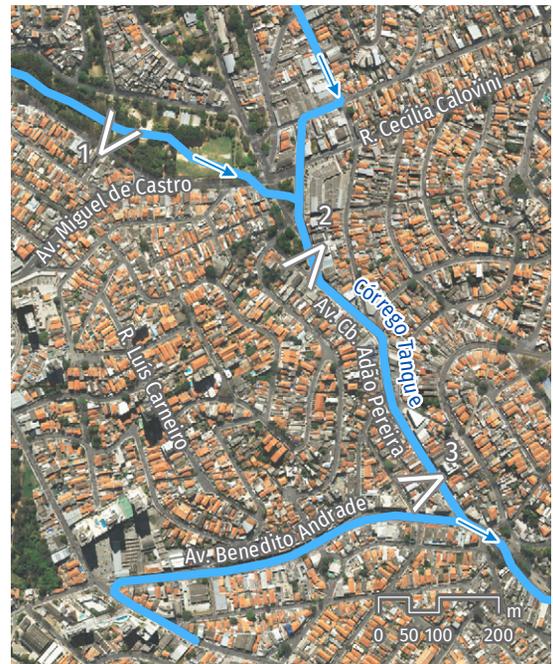
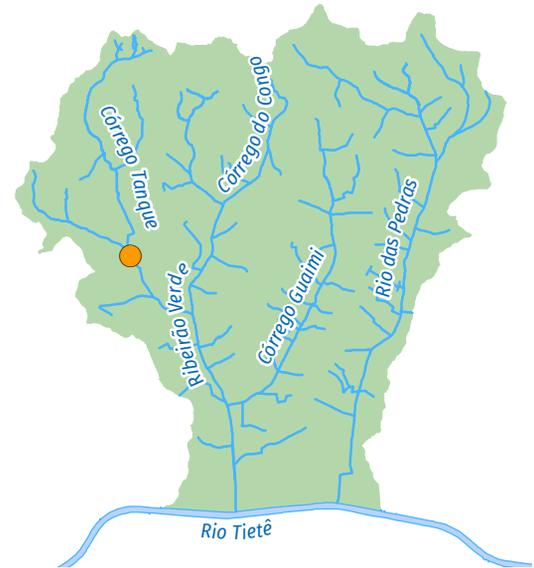


FIGURA 2.19 Fotos de trecho inundável do córrego Tanque, na Av. Cb. Adão Pereira, e de um de seus afluentes, canalizado sob o Pq. Rodrigo de Gásperi

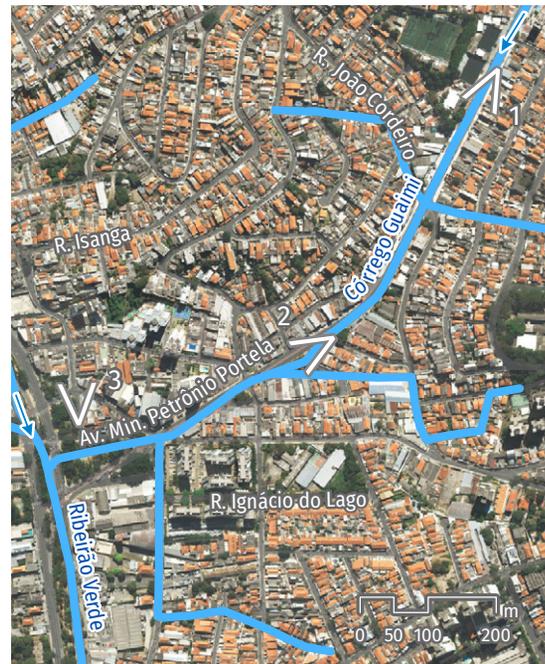
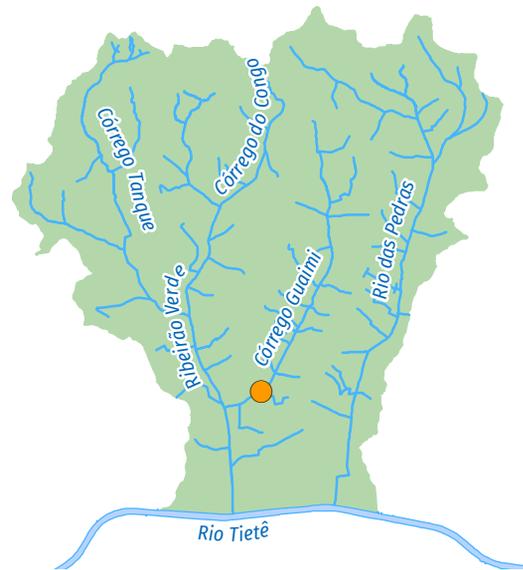
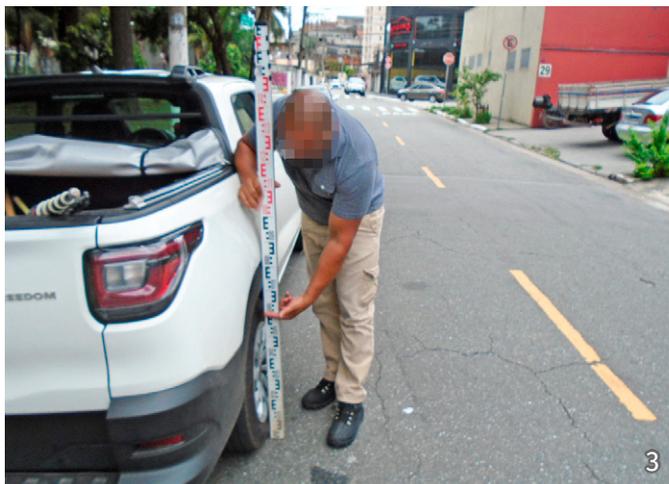


FIGURA 2.20 Fotos de um trecho de jusante do córrego Guaimi sujeito a inundações, na Av. Min. Petronio Portela

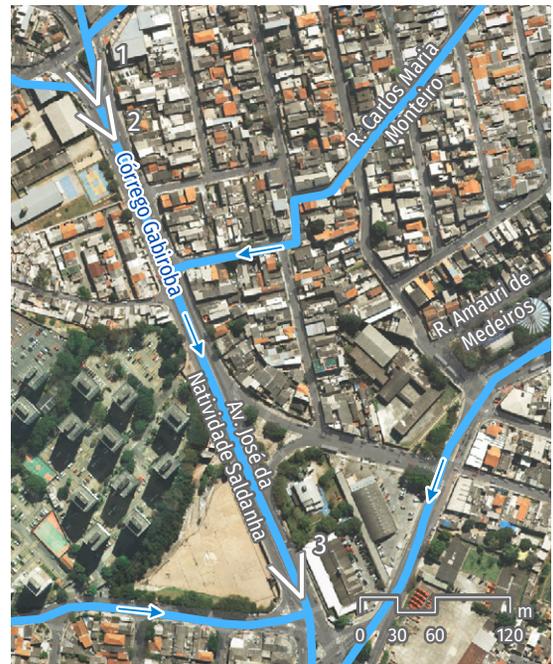
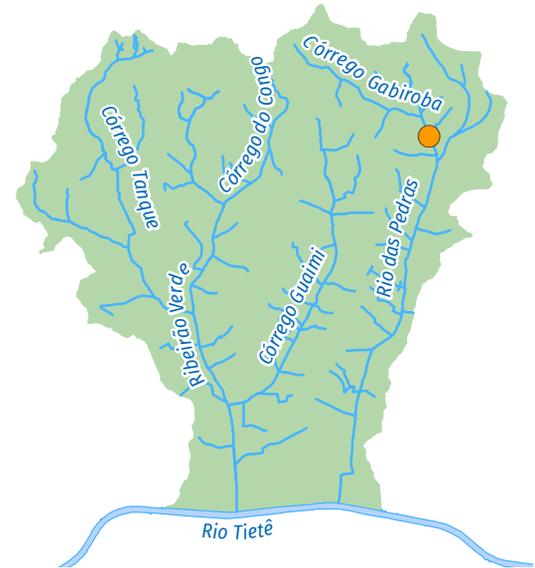


FIGURA 2.21 Fotos do trecho final do córrego Gabiroba, na Av. José da Natividade Saldanha

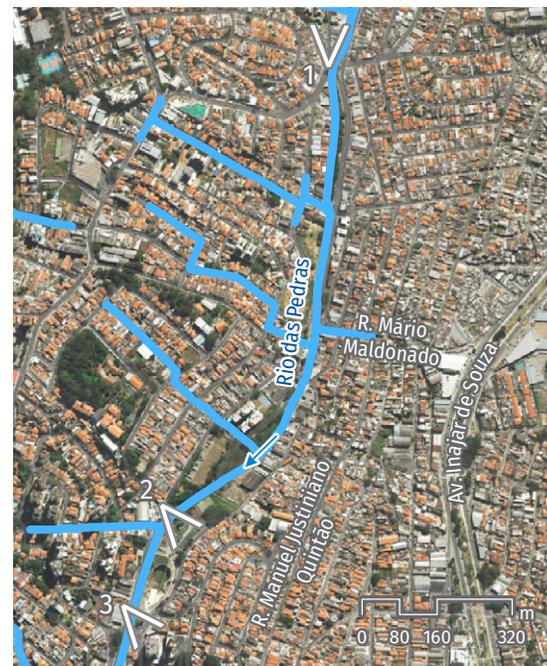
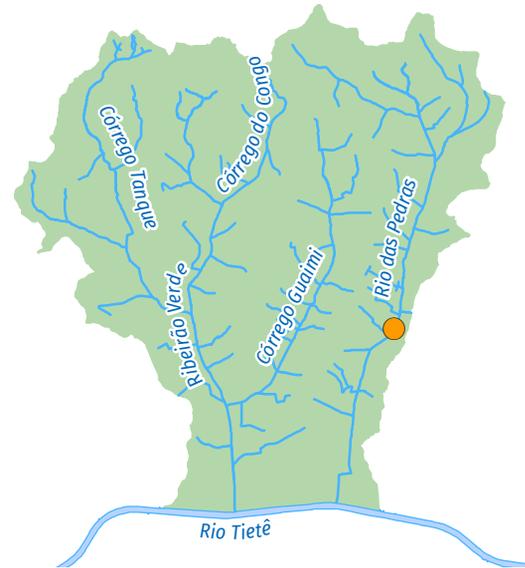


FIGURA 2.22 Fotos de trechos do Rio das Pedras passíveis de inundações, nas avenidas João Paulo I e Miguel Conejo

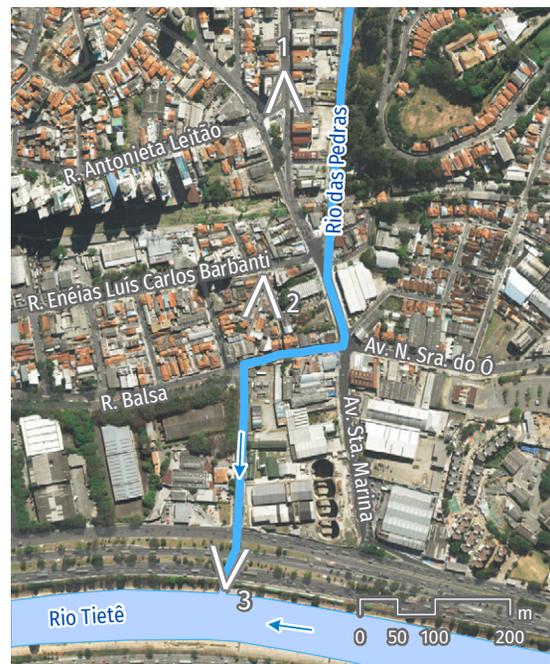
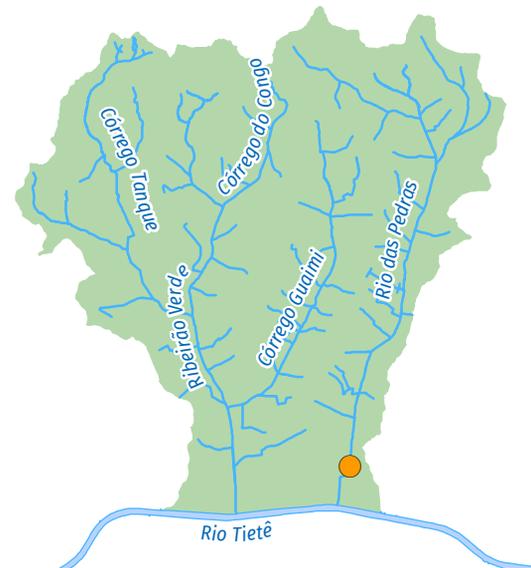


FIGURA 2.23 Fotos das imediações do trecho final do Rio das Pedras e de seu deságue no Rio Tietê

2.4 MONITORAMENTO HIDROLÓGICO

O monitoramento hidrológico realizado no Município de São Paulo é feito por meio de estações telemétricas que medem em tempo real o volume das precipitações e os níveis de rios, córregos e reservatórios de amortecimento de cheias.

A precipitação é medida por pluviômetros. A água da chuva é coletada por um cilindro padrão e armazenada em um recipiente tipo caçamba basculante, que bascula ao atingir o volume de água correspondente a 0,2 mm de chuva. Nesse recipiente, está acoplado um ímã que, no movimento da balança, passa por um relé emitindo um sinal para a estação remota que incrementa 0,2 mm ao valor armazenado. A frequência de aquisição dos dados é de 10 em 10 minutos.

O nível de rio é medido por um transdutor de nível, que pode ser de pressão ou ultrassônico. O sensor de nível ultrassônico tem como principal vantagem não entrar em contato com a água. O sensor de pressão é utilizado em locais em que não existe a possibilidade de fazer uma estrutura de sustentação para o sensor de nível ultrassônico. A frequência de aquisição dos dados é de 10 em 10 minutos.

Os dados coletados pelos medidores de chuva, nível, vazão, entre outros, são

transmitidos para a unidade remota de armazenamento. Essa, por sua vez, faz a imediata transmissão dos dados para o sistema de recepção localizado no Laboratório de Hidráulica da PHA/EPUSP. A maneira mais comum de realizar essa transmissão é através da rede de telefonia celular que utiliza a tecnologia GSM/GPRS. Outras formas de transmissão também podem ser empregadas, como rádio e satélite.

Os dados de chuva estão integrados aos do radar meteorológico de São Paulo, de modo a se obter uma informação mais precisa dos eventos. Esses dados serviram de entrada no modelo chuva-vazão empregado neste estudo.

As informações de nível de rio, por sua vez, foram utilizadas como referência para a calibração da modelagem hidráulico-hidrológica utilizada.

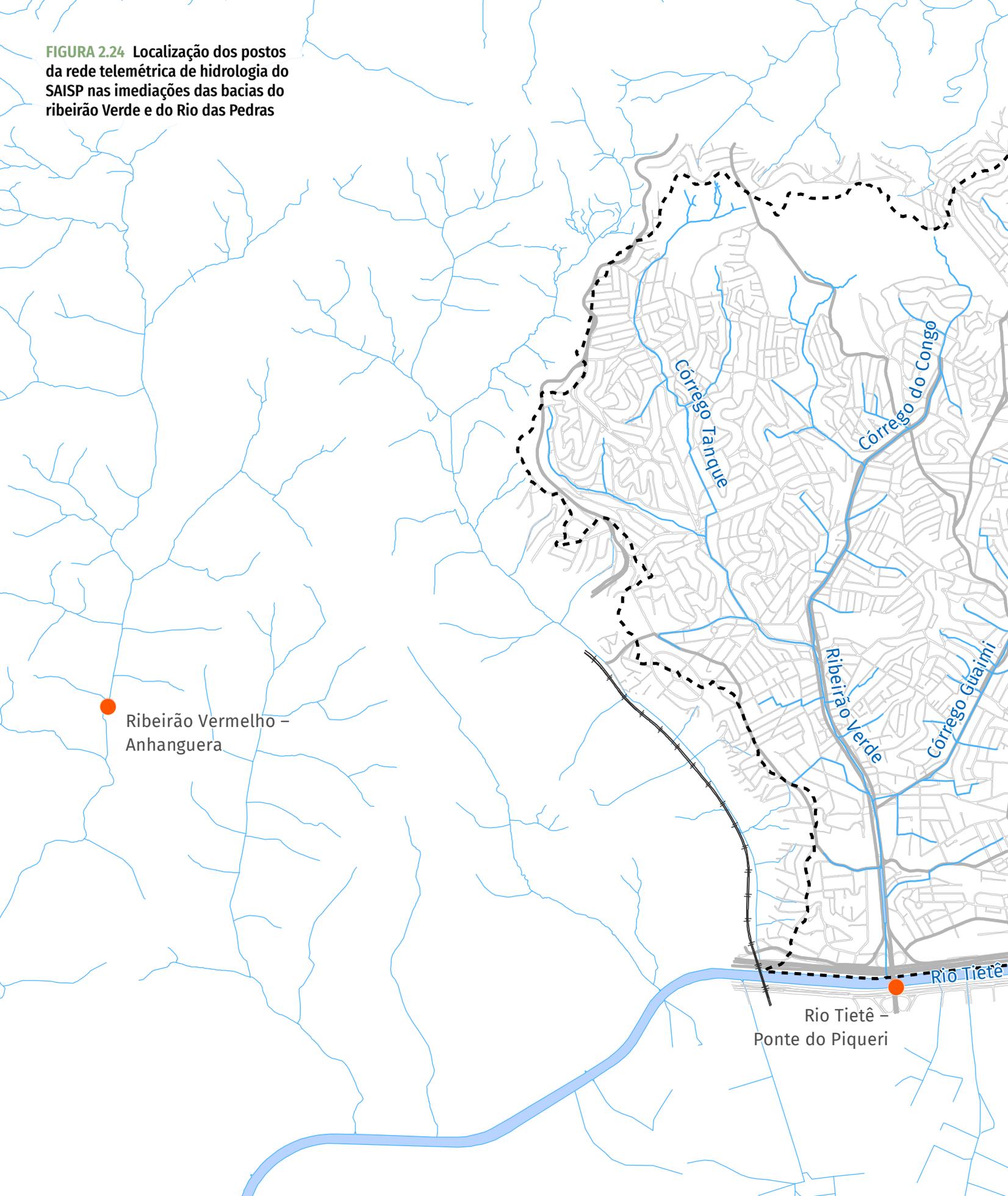
Atualmente, nas imediações das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras, há três postos da rede telemétrica instalados, conforme descrição a seguir:

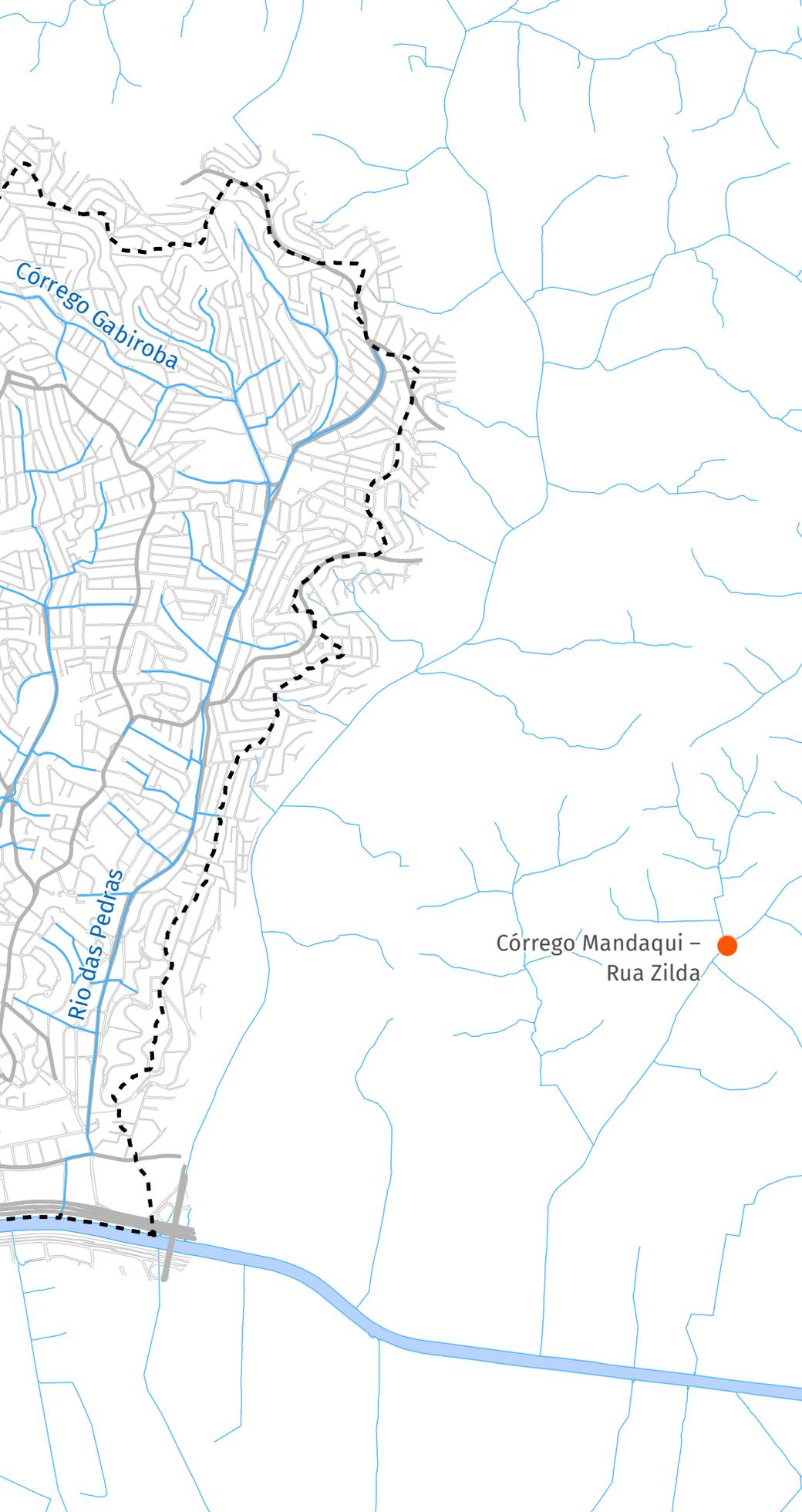
- Posto 148 – Ribeirão Vermelho – montante do reservatório Anhanguera: operação com início em setembro/2011;
- Posto 296 – Rio Tietê – Ponte do Piqueri: operação com início em dezembro/2007;

- Posto 405 – Córrego Mandaqui – Rua Zilda (PMSP/CV-03): operação com início em março/2012.

A **FIGURA 2.24** indica a localização dos postos da rede telemétrica considerados neste estudo e, da **FIGURA 2.25** à **FIGURA 2.27**, são apresentadas as séries históricas dos dados pluviométricos e fluviométricos registrados (a cada 10 minutos) nos postos analisados. Na sequência, a **FIGURA 2.28** e **FIGURA 2.29**, por sua vez, indicam as precipitações médias mensais desses três postos.

FIGURA 2.24 Localização dos postos da rede telemétrica de hidrologia do SAISP nas imediações das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras





Convenção

- Área de drenagem
- Rede de drenagem
- Quadra viária
- Linha férrea
- Estação automática – SAISP

Córrego Mandaqui –
Rua Zilda

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),
Mapa Hidrográfico do Município (2025) e FCTH/SAISP (2025)



**PREFEITURA DE
SÃO PAULO**



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica



FIGURA 2.25 Pluviograma e fluviograma históricos do Posto 148 – Ribeirão Vermelho – montante do reservatório Anhanguera

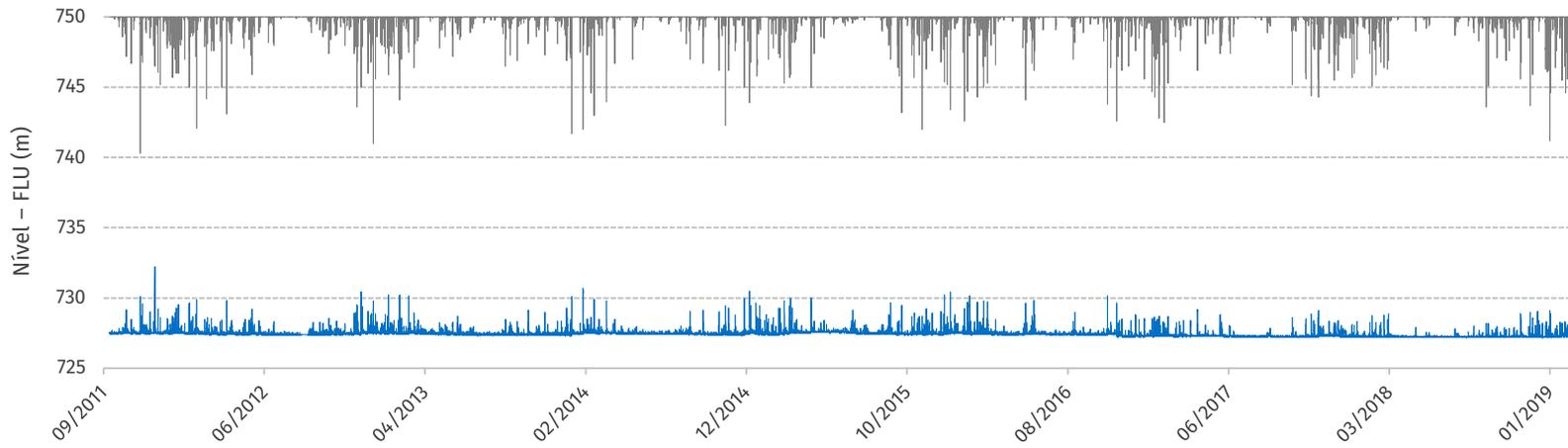


FIGURA 2.26 Pluviograma e fluviograma históricos do Posto 296 – Rio Tietê – Ponte do Piqueri

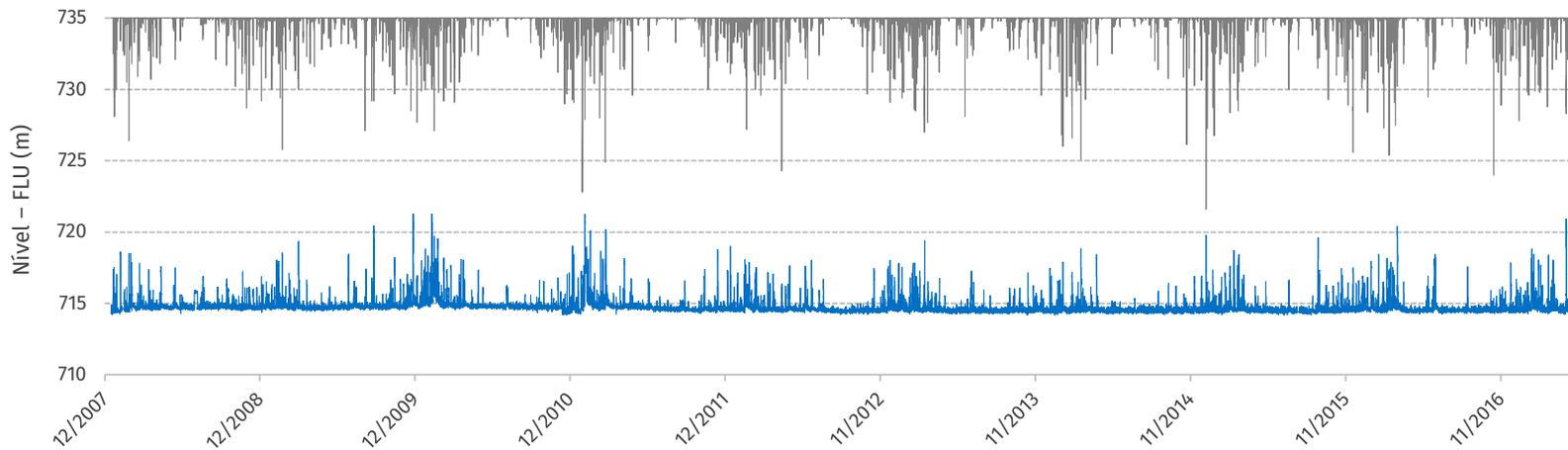
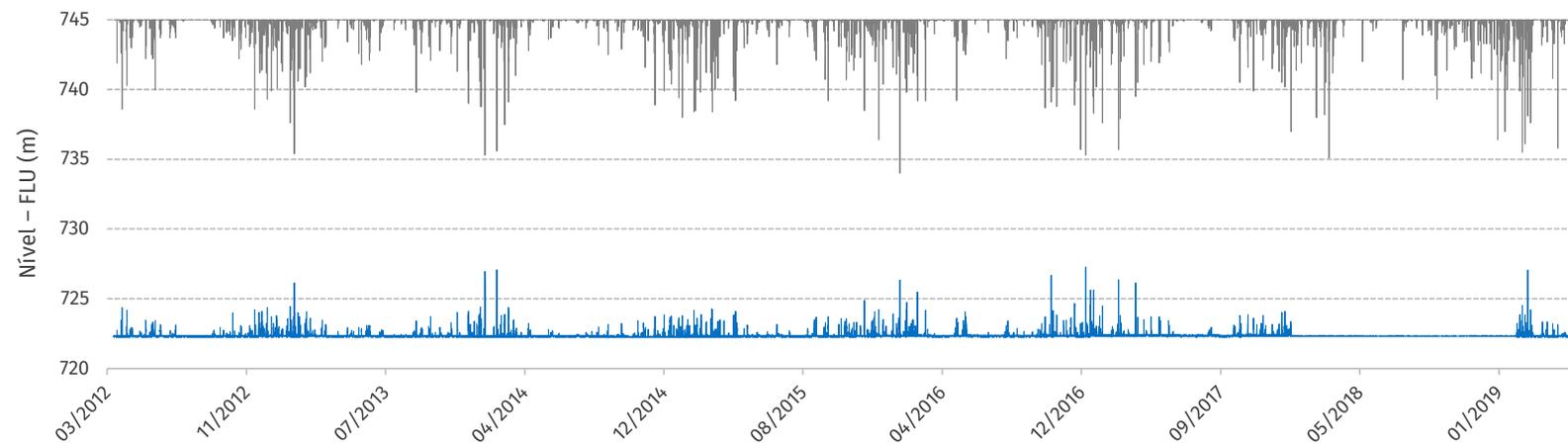


FIGURA 2.27 Pluviograma e fluviograma históricos do Posto 405 – Córrego Mandaqui – Rua Zilda (PMSF/CV-03)



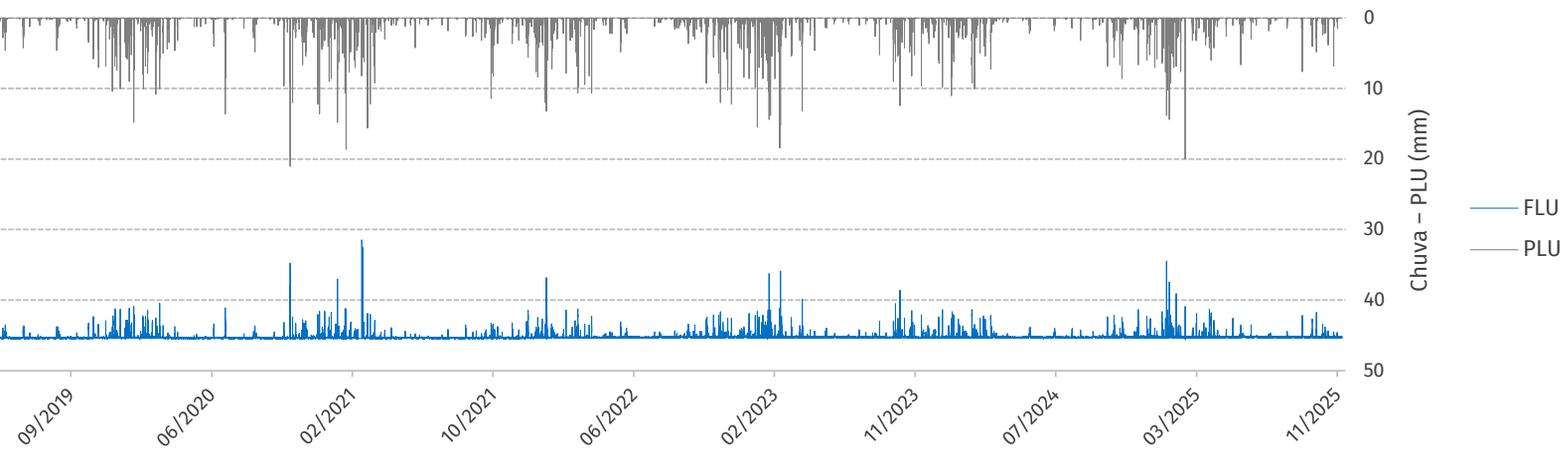
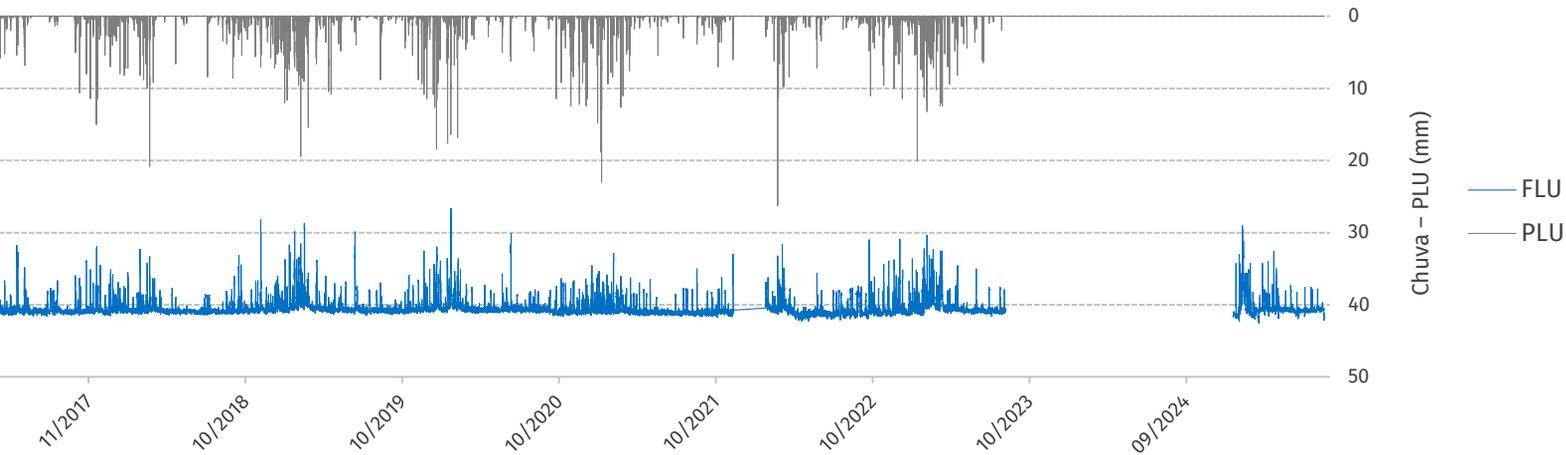
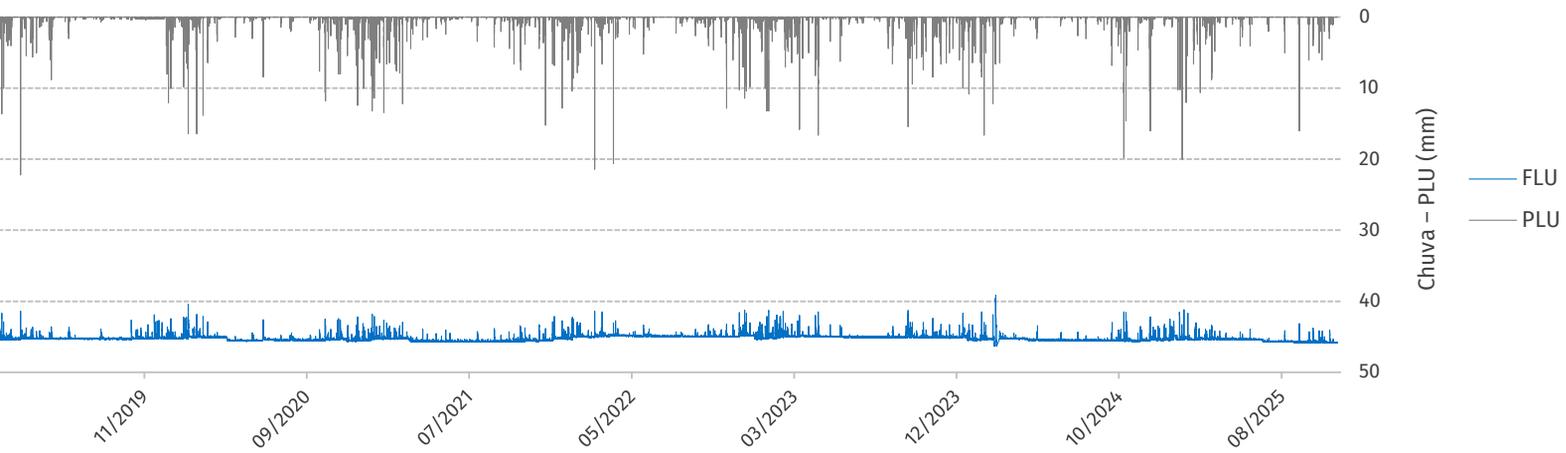


FIGURA 2.28 Precipitação média mensal no Posto 148 – Ribeirão Vermelho – montante do reservatório Anhanguera

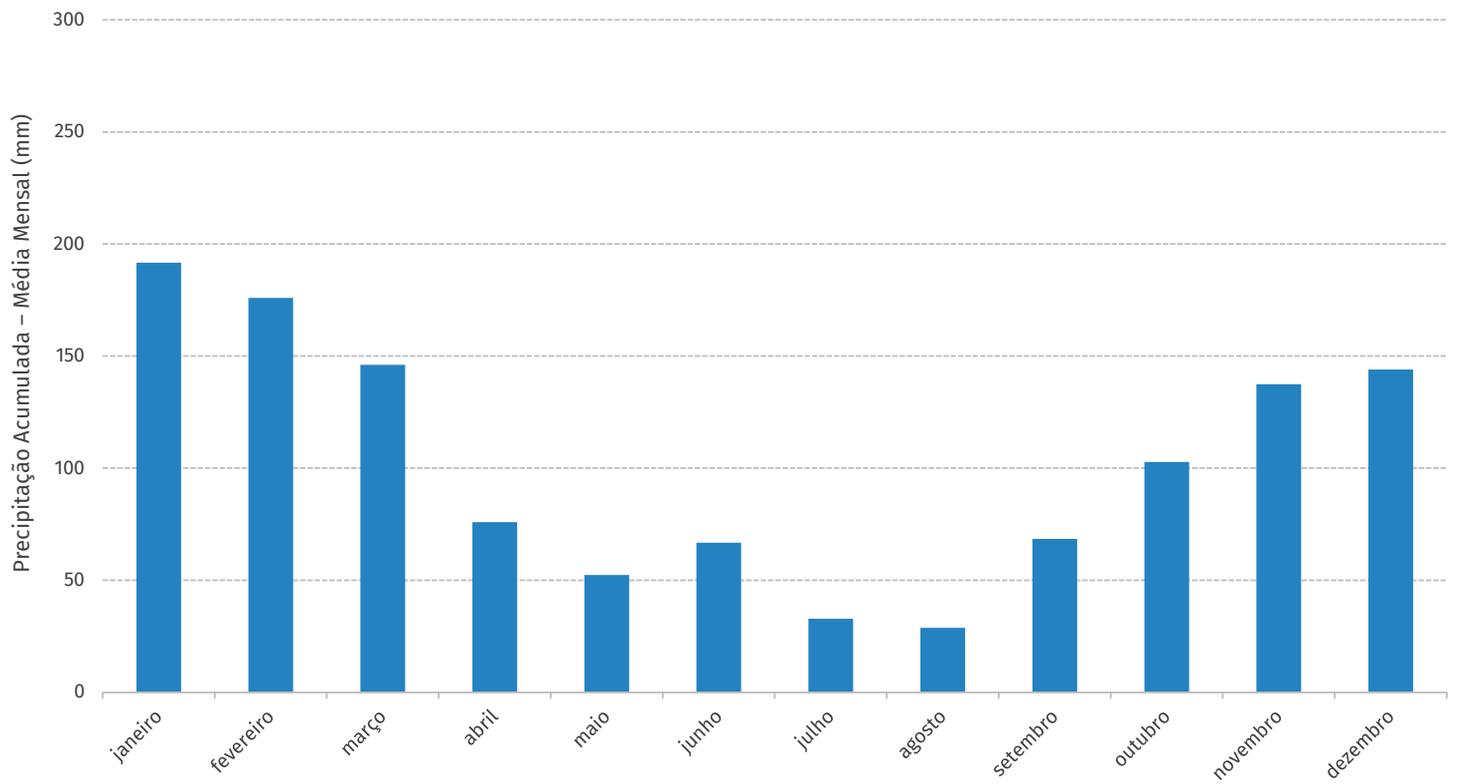


FIGURA 2.29 Precipitação média mensal no Posto 296 – Rio Tietê – Ponte do Piqueri

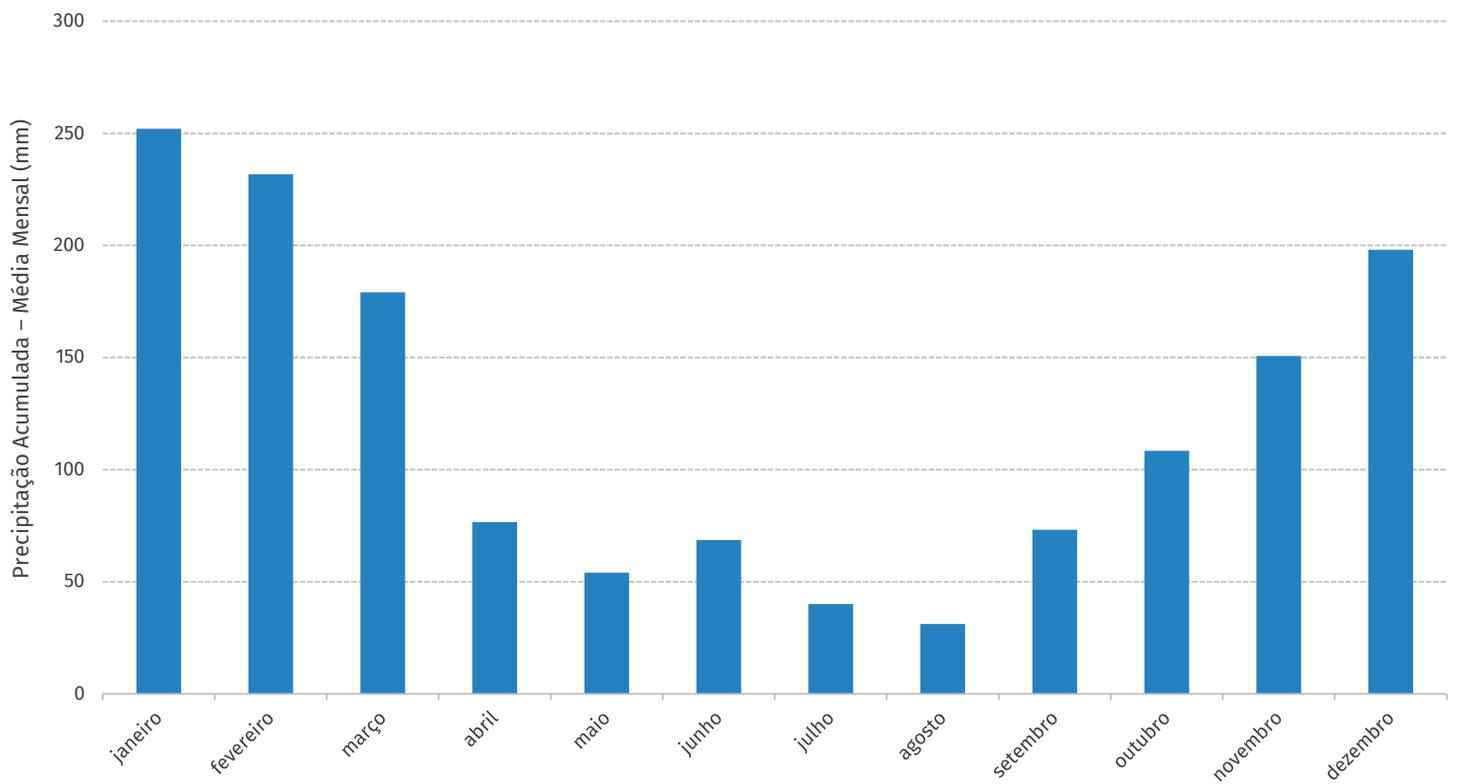
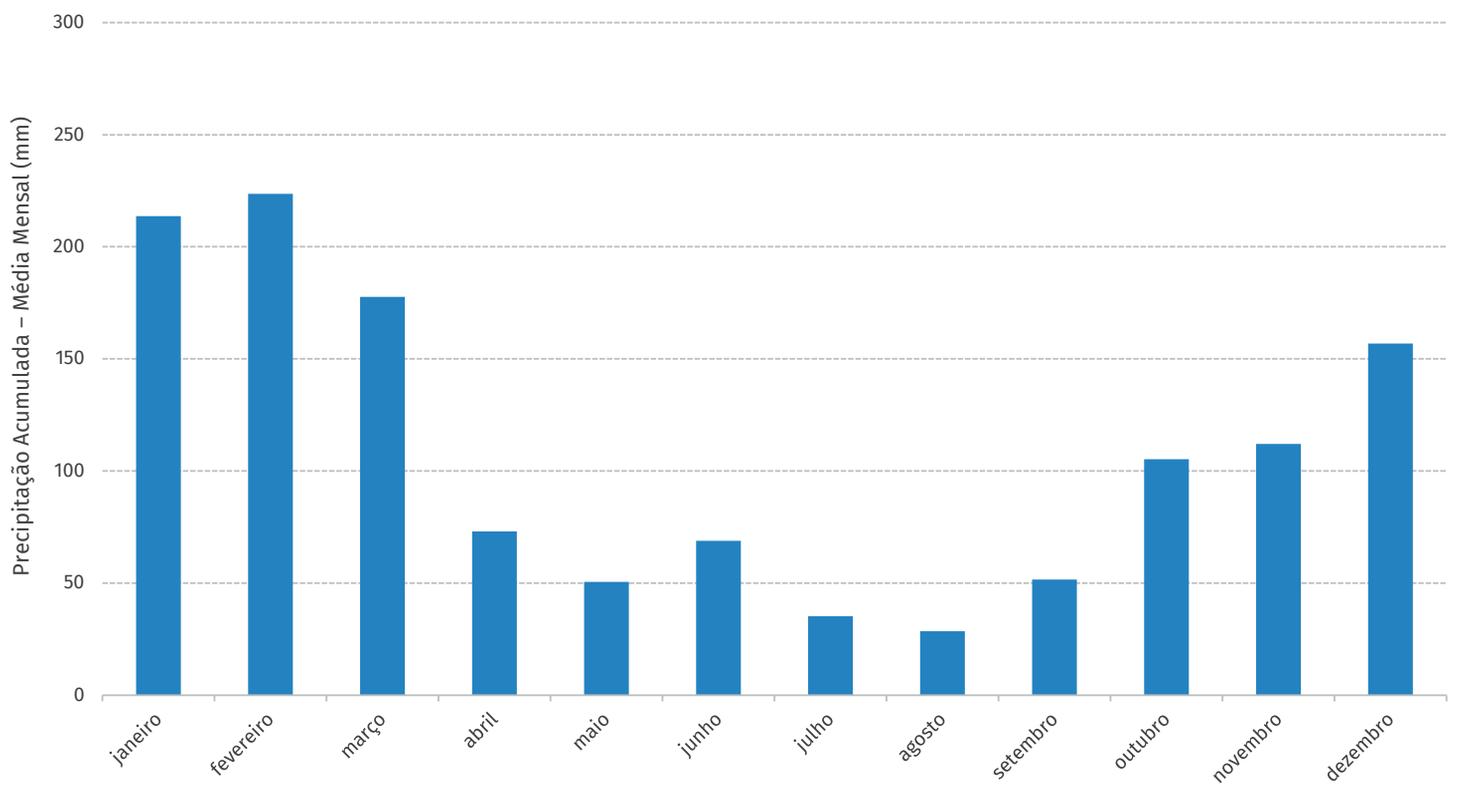


FIGURA 2.30 Precipitação média mensal no Posto 405 – Córrego Mandaqui – Rua Zilda (PMSP/CV-03)



2.5 RELEVO

Entre os principais fatores que interferem no comportamento hidráulico e hidrológico de uma bacia hidrográfica, o estudo do relevo é de extrema importância, uma vez que influencia a velocidade do escoamento superficial, determinada pela declividade do terreno. Além disso, o relevo é fundamental para a delimitação das áreas de inundação pelo modelo matemático.

Na **FIGURA 2.31**, é apresentado o perfil longitudinal do ribeirão Verde e do Rio das Pedras. Em média, as declividades dos trechos analisados é de 0,007 m/m para o ribeirão Verde e de 0,011 m/m para o Rio das Pedras.

A cidade de São Paulo é caracterizada em sua morfologia pela zona de Planalto Paulistano, que pertence à província Planalto Atlântico. Nas palavras de Jurandy Ross (1985): “O modelado dominante do Planalto Atlântico constitui-se por formas de topos convexos, elevada densidade de canais de drenagem e vales profundos. É a área do Domínio dos Mares de Morros, definidos por Ab’Saber (1970)”.²⁵ O Planalto

Paulistano pode ser dividido em duas sub-zonas: a Morraria do Embu e as Colinas de São Paulo.

A característica do relevo paulistano mencionada por Ross pode ser observada nas redondezas da Freguesia do Ó, no sentido de Piqueri e de Pirituba, região onde estão inseridas as bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras. De acordo com Ab’Saber, observa-se nessa área a predominância de granitos, com altitudes variando de 770 m a 805 m, formando outeiros, altas colinas regionais e morrotes. Nesses últimos, destaca-se um intenso processo erosivo característico, o qual pode ser agravado pela ocupação humana. Além disso, nas áreas de várzea, as bacias apresentam planícies aluviais que se situam, em geral, entre 725 m e 730 m, e constam sujeitas a inundações e alagamentos.²⁶

Ainda segundo Ab’Saber, no sítio urbano de São Paulo, os maiores desníveis entre as colinas e os vales que as seccionam raramente ultrapassam de 40 m a 60 m, com exceção dos vales dos rios Tietê e Pinheiros, onde a amplitude alcança cerca de 100 m. Esse desnível superior ao padrão pode ser

25. MODENESI-GAUTTIERI, M. C. *et al.* **A obra de Aziz Nacib Ab’Sáber**. São Paulo: Beca-Ball, 2010.

26. AB’SABER, A. N. Súmula geomorfológica do Planalto Paulistano. *In: Aspectos geológicos e geotécnicos da bacia de São Paulo*. São Paulo: ABGE/SBG, 1980, p. 33-36.

observado na **FIGURA 2.32**, que apresenta o mapa hipsométrico das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras, no qual a elevação mínima registrada é de 691 m, e a máxima, de 893 m. O mapa foi desenvolvido por meio de informações de elevação do Mapa Digital da Cidade (MDC).

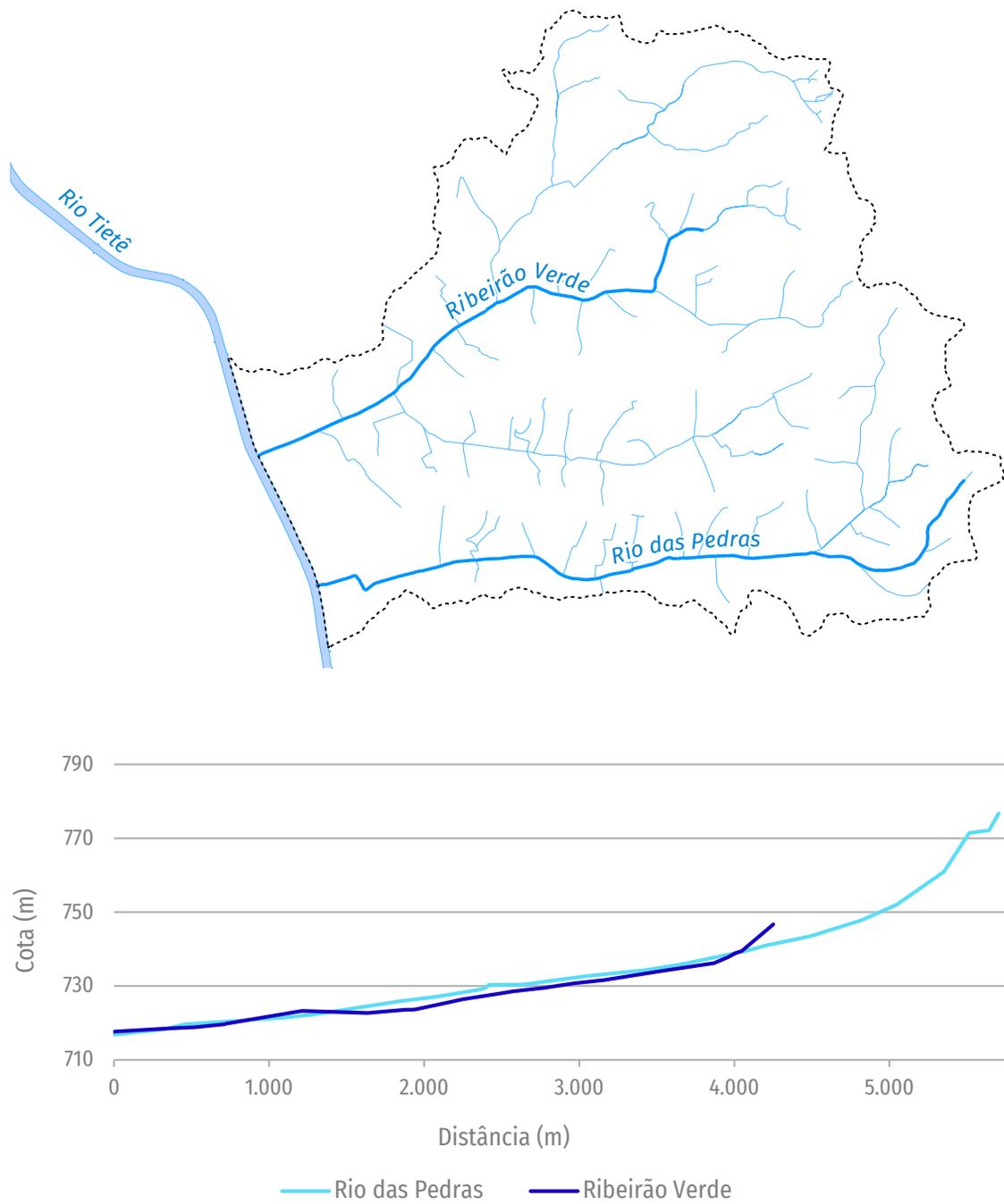
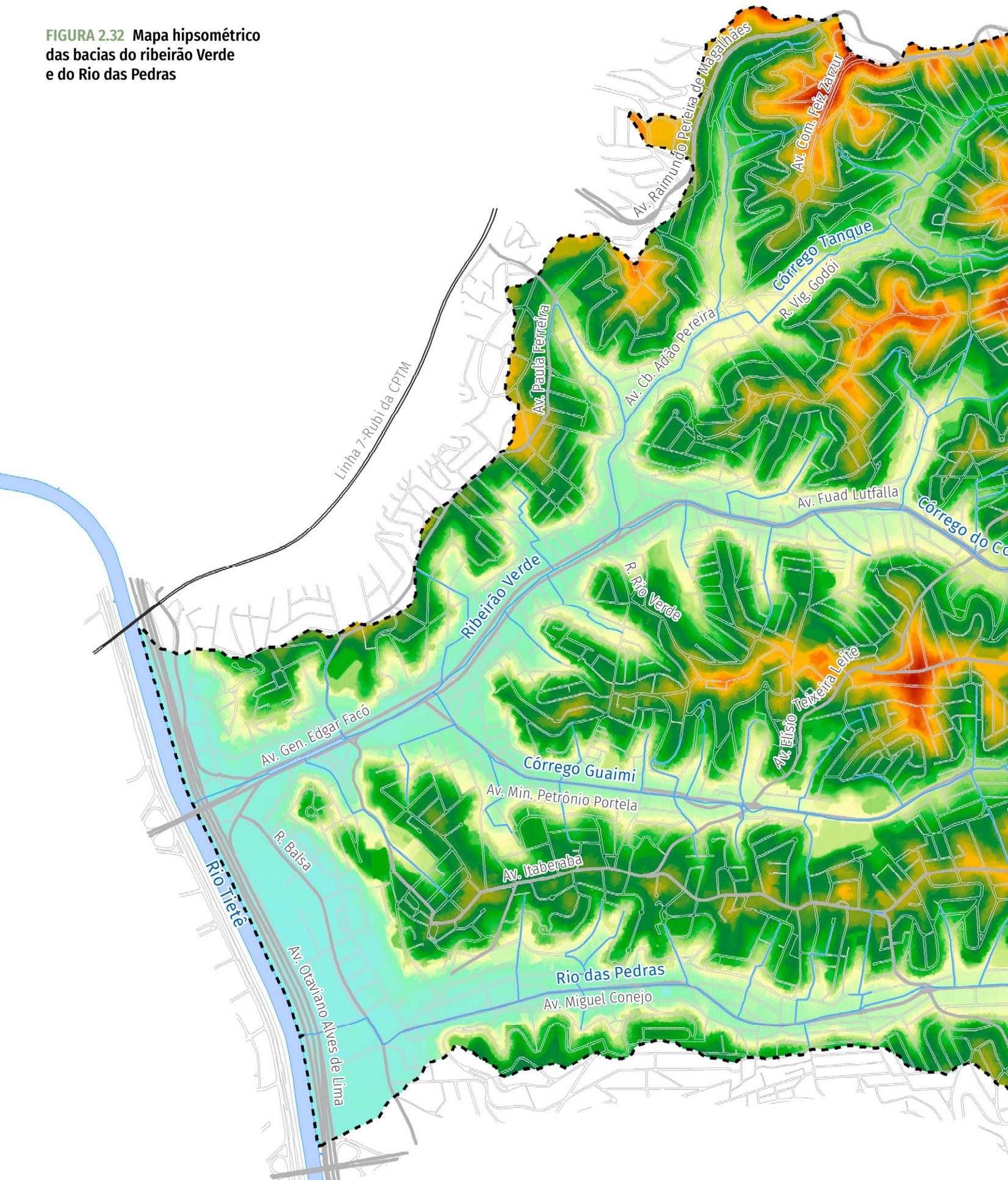


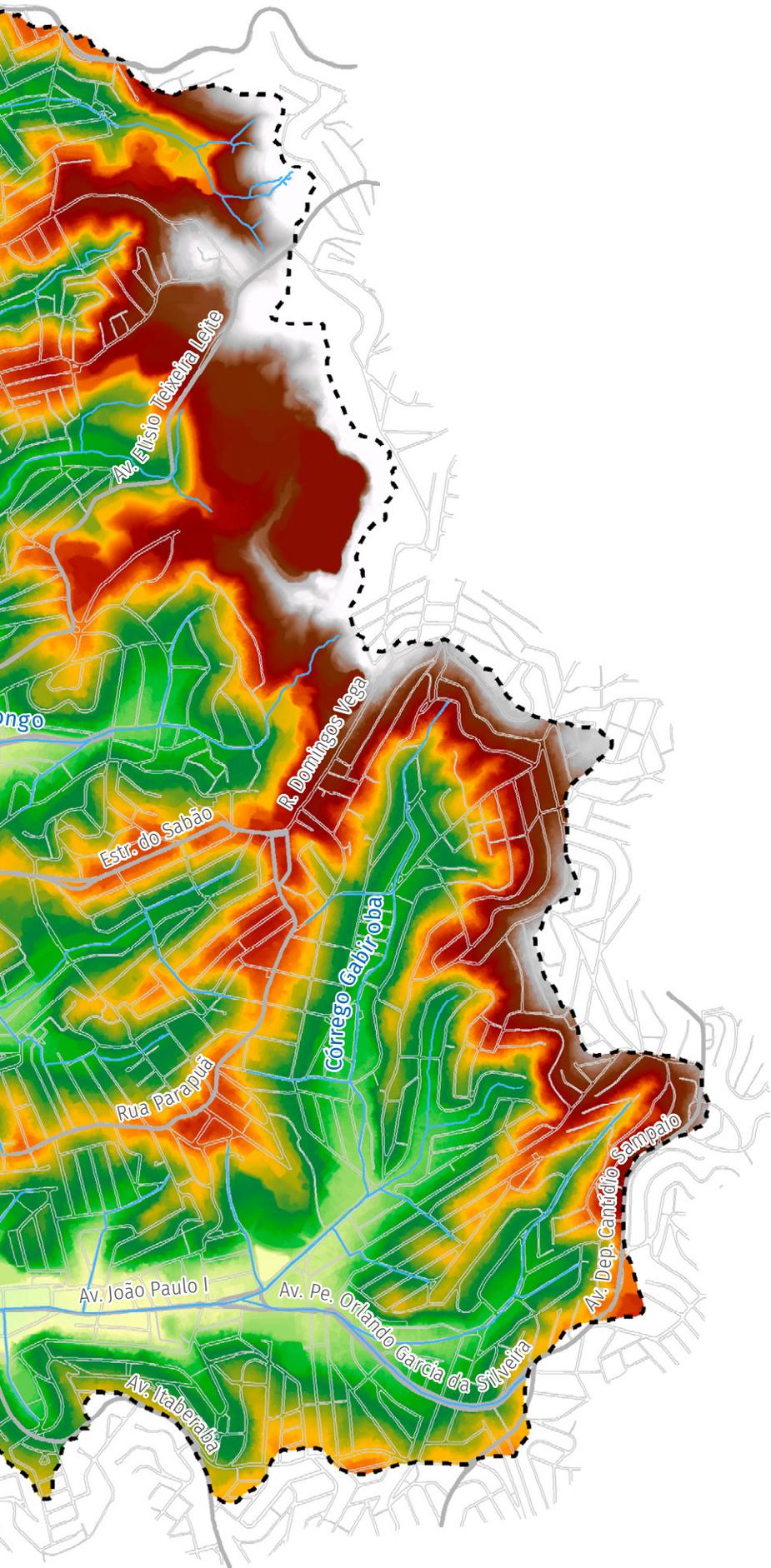
FIGURA 2.31 Perfil longitudinal do ribeirão Verde e do Rio das Pedras



Foto aérea das imediações da Pç. Mons. Escrivá junto à Av. Fuad Lutfalla, no ribeirão Verde (foto: FCTH)

FIGURA 2.32 Mapa hipsométrico das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras

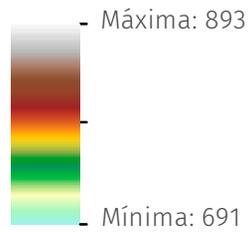




Convenção

-  Área de drenagem
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Linha férrea

Elevação (m)



SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

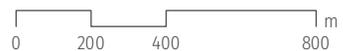
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),
Mapa Hidrográfico do Município (2025) e FCTH (2025)



**PREFEITURA DE
SÃO PAULO**



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica



2.6 CARTA GEOTÉCNICA

A carta geotécnica traz importantes informações sobre as características do meio físico, como solos e rochas. Essas características, combinadas à forma de ocupação, possibilitam a interpretação do meio físico e a avaliação das potencialidades e das limitações ao uso e à ocupação do solo. Dessa forma, trata-se de um instrumento para o planejamento territorial e a gestão de riscos, sendo obrigatório nos municípios que apresentam áreas suscetíveis a deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos e hidrológicos correlatos, conforme a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC – Lei Federal nº 12.608/2012).

A caracterização das bacias hidrográficas estudadas nos cadernos tem como base a classificação em Unidades Geotécnicas (UGs), apresentada na Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização do Município de São Paulo (CGAU-MSP), aprovada pelo Decreto nº 63.423/2024. Esse documento atualiza a carta geotécnica publicada em 1994 (CG-MSP) e abrange a totalidade do território municipal, ampliando também o alcance territorial de suas aplicações, tanto na zona urbana quanto na zona rural, conforme a definição do Plano Diretor Estratégico – PDE (Lei nº 16.050/2014, alterada pela Lei nº 17.975/2023).

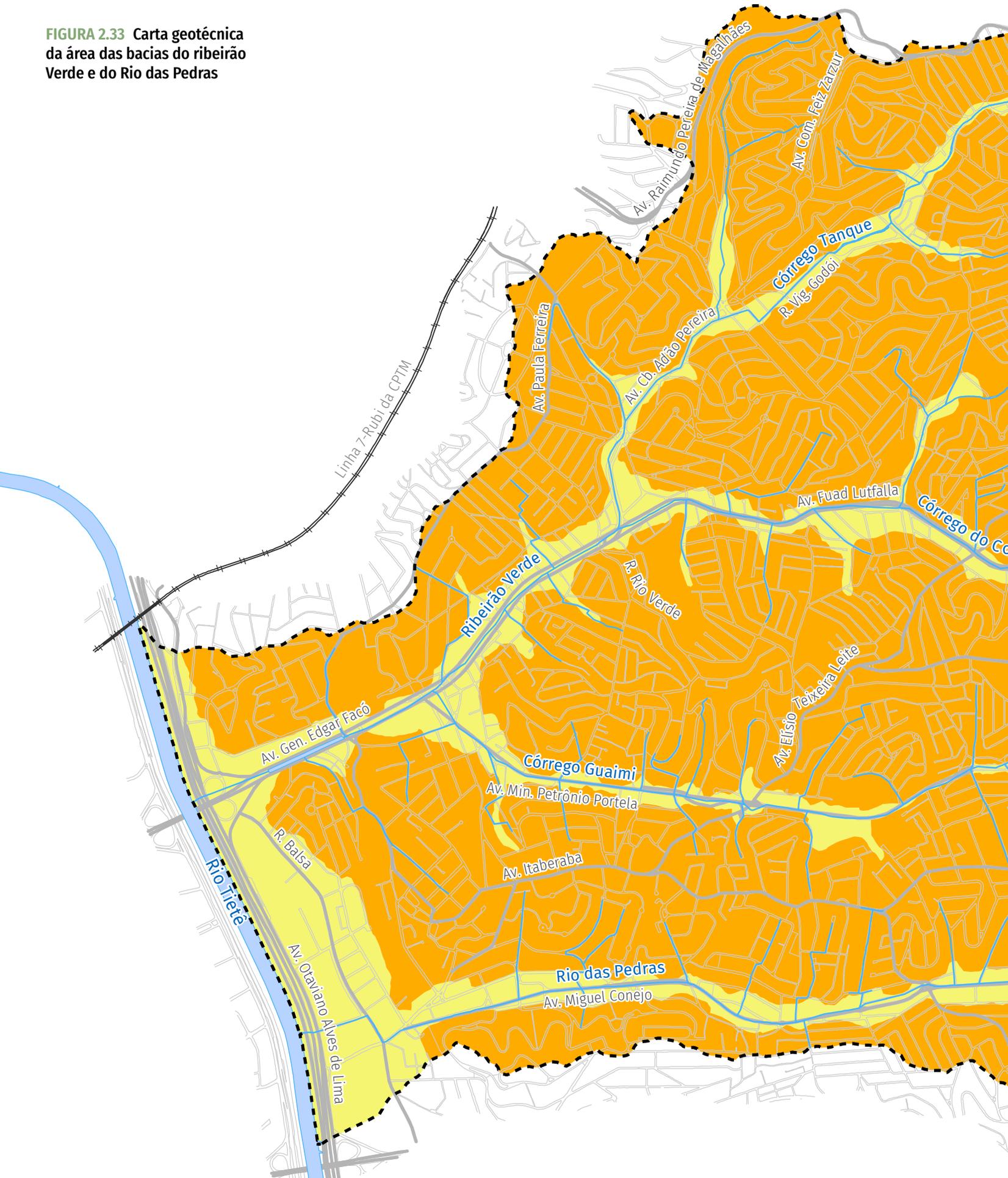
Tais aplicações incluem o macrozoneamento do território municipal, o zoneamento do uso e da ocupação do solo, as obras e intervenções, os empreendimentos, o aproveitamento de agregados para a construção civil, entre outros. Esses usos auxiliam o município na prevenção e mitigação de riscos decorrentes das mudanças climáticas, no planejamento e desenvolvimento urbano, nas obras de infraestrutura, na habitação, no meio ambiente e na defesa civil.

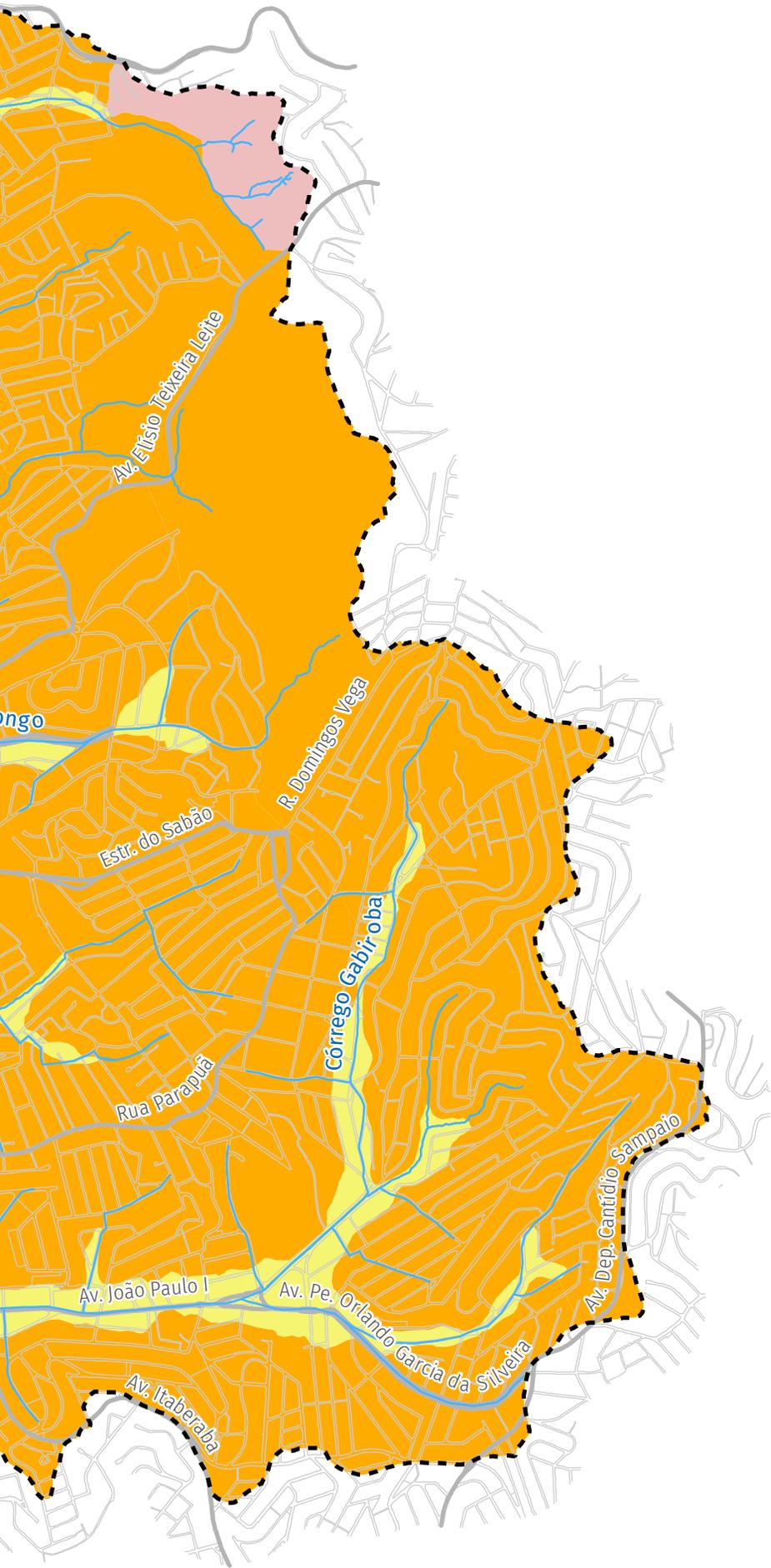
Na compartimentação do território em UGs, a atualização da CGAU-MSP/2024 considera a identificação de processos geodinâmicos e hidrológicos naturais e/ou antropogênicos também adotada no documento anterior. A nova classificação também incorpora o conceito de suscetibilidade a esses processos e a seus fatores de indução e/ou deflagração, como pluviometria, uso e ocupação do solo, infraestrutura, mineração, entre outros.

A **FIGURA 2.33** apresenta a carta geotécnica da área das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras e de suas respectivas unidades geológicas. Destaca-se, nesse mapa, a predominância de granitos e granitoides ao longo de ambas as bacias, além da presença de sedimentos aluviais inconsolidados nas regiões mais baixas e nas áreas de contribuição direta, situadas já próximas ao Rio Tietê.

Nos que se refere aos maciços graníticos, que representam a maior parte da área em estudo, os problemas previstos são semelhantes aos observados em terrenos gnáissicos, porém agravados pela maior frequência de matacões. São característicos desses maciços os processos de ravina-mento nos solos de alteração e, na presença de matacões, ocorrem dificuldades de escavação e de cravação de estacas, além de recalques diferenciais e riscos de descalçamento e rolamento. Em áreas com declividade superior a 25%, a erosão e a instabilidade são potencializadas pela estrutura do solo de alteração; e, acima de 60%, são comuns escorregamentos em taludes de corte ou aterros mal executados.

FIGURA 2.33 Carta geotécnica da área das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras





Convenção

-  Área de drenagem
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Linha férrea

Carta geotécnica
(Unidade Geotécnica – UG):
característica geológica

-  (I) Sedimentos aluviais inconsolidados com espessura variada, contendo areias, argilas e cascalhos; e substrato constituído por maciços de rochas cristalinas diversas e/ou maciços sedimentares
-  (XII) Granitos e granitoides
-  (XVI) Granitos e granitoides – solos residuais jovens

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),
Mapa Hidrográfico do Município (2025), FCTH (2025) e
Carta Geotécnica do Município de São Paulo (2024)



**PREFEITURA DE
SÃO PAULO**



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica



2.7 USO DO SOLO

A caracterização do uso do solo das bacias em estudo foi atualizada partindo-se da base de Uso do Solo Predominante nos Distritos do Município de São Paulo, em escala 1:30.000, elaborado pela Secretaria Municipal de Finanças e Desenvolvimento Econômico (SF, 2013), hoje Secretaria Municipal da Fazenda.

Essa atualização se deu por meio de fotointerpretação de imagens aéreas recentes disponíveis. No processo de atualização, a escala adotada foi de 1:5.000, com o objetivo de aumentar os detalhes nas áreas de interesse.

A **TABELA 2.1** indica os usos do solo observados nas bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras, com suas respectivas porcentagens em relação à área total das bacias. O mapa dos usos predominantes do solo é apresentado na **FIGURA 2.34**.

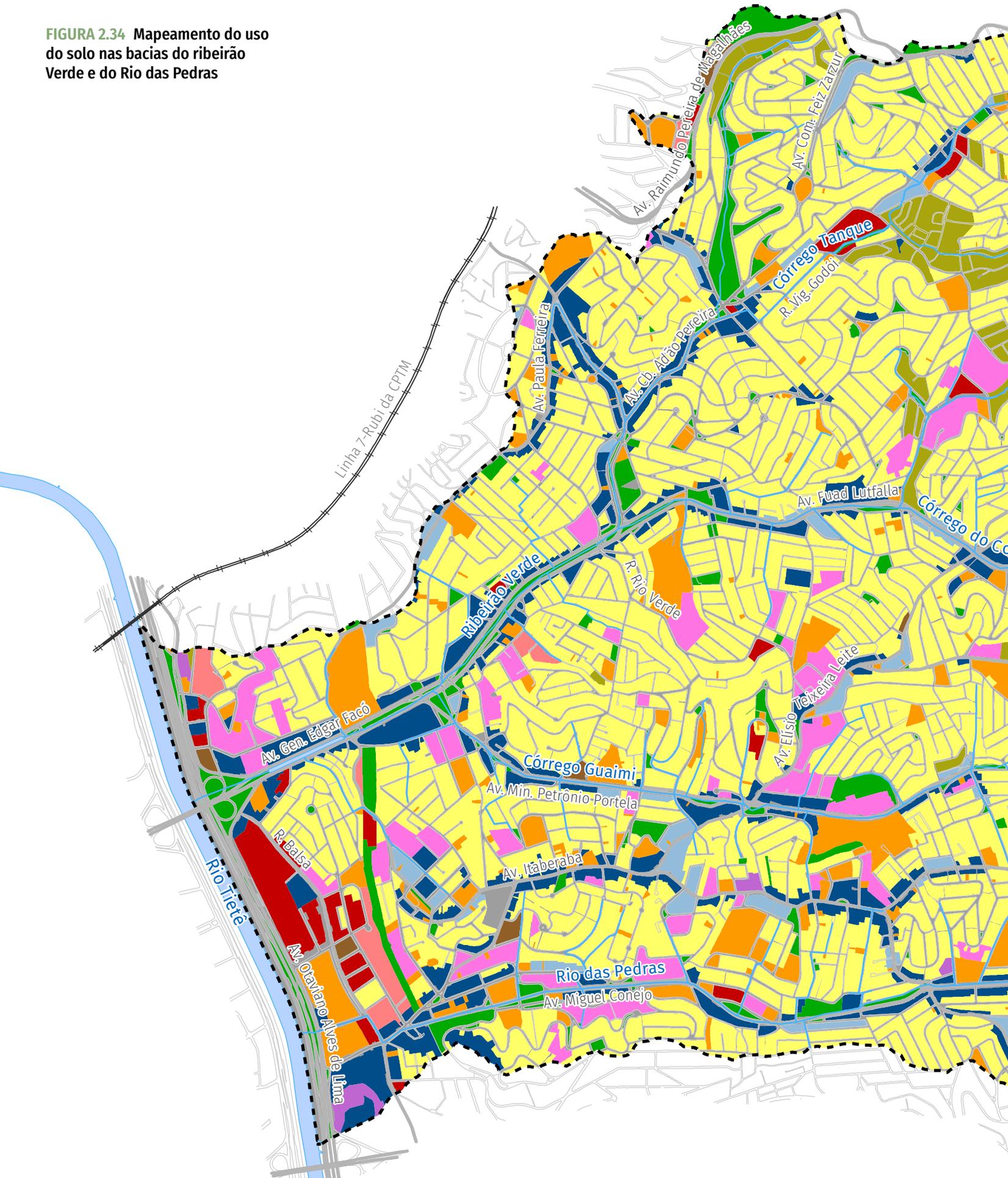
O mapeamento do uso do solo foi utilizado para o ajuste dos parâmetros referentes à estimativa do escoamento superficial direto pelo modelo matemático empregado.

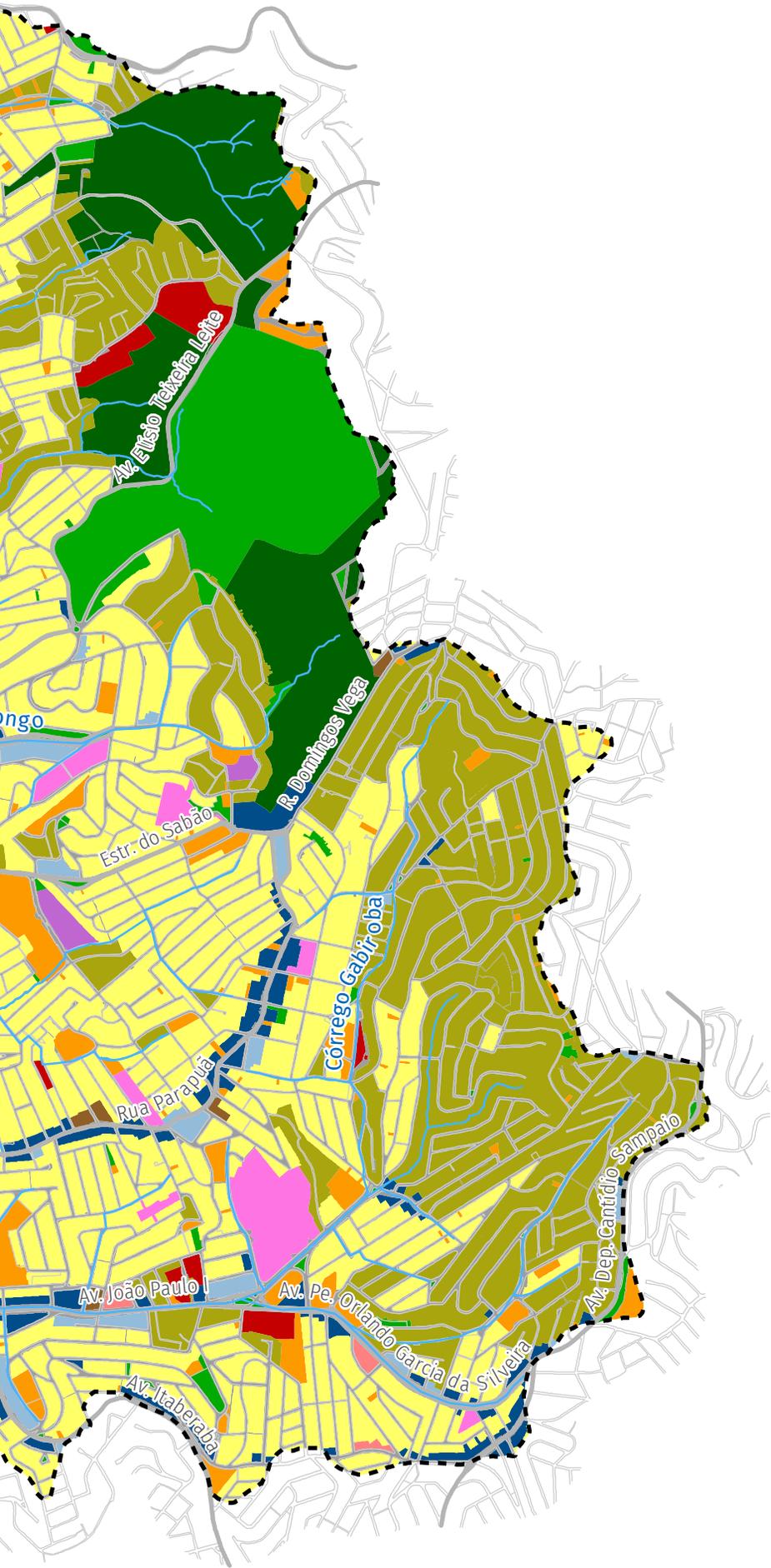
Os parques e as áreas verdes existentes ou propostas nas bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras são apresentados no mapa da **FIGURA 2.35**.

TABELA 2.1 Usos do solo registrados nas bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras

Usos do solo	Área (km ²)	Área da bacia (%)
Residencial horizontal médio alto padrão	7,32	39,7
Pavimento	4,02	21,8
Residencial horizontal baixo padrão	1,84	10,0
Comércio e serviços	1,03	5,6
Equipamento urbano	1,02	5,5
Espaços abertos	1,02	5,5
Mata	0,69	3,8
Residencial vertical médio alto padrão	0,69	3,7
Indústria e armazém	0,31	1,7
Residencial e comércio e serviços	0,29	1,5
Residencial, indústria e armazém	0,10	0,5
Residencial vertical baixo padrão	0,06	0,3
Total	18,4	100,0

FIGURA 2.34 Mapeamento do uso do solo nas bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras





Convenção

-  Área de drenagem
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Linha férrea

Uso do solo

-  Comércio, serviços, indústria e armazém
-  Comércio e serviços
-  Equipamento urbano
-  Espaço aberto
-  Indústria e armazém
-  Massa d'água
-  Mata
-  Pavimento
-  Residencial horizontal baixo padrão
-  Residencial horizontal médio e alto padrão
-  Residencial vertical baixo padrão
-  Residencial vertical médio e alto padrão
-  Residencial, comércio e serviços
-  Residencial, indústria e armazém

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),
 Mapa Hidrográfico do Município (2025), FCTH (2025) e
 Secretaria Municipal da Fazenda (2013, atualizado)

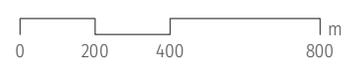
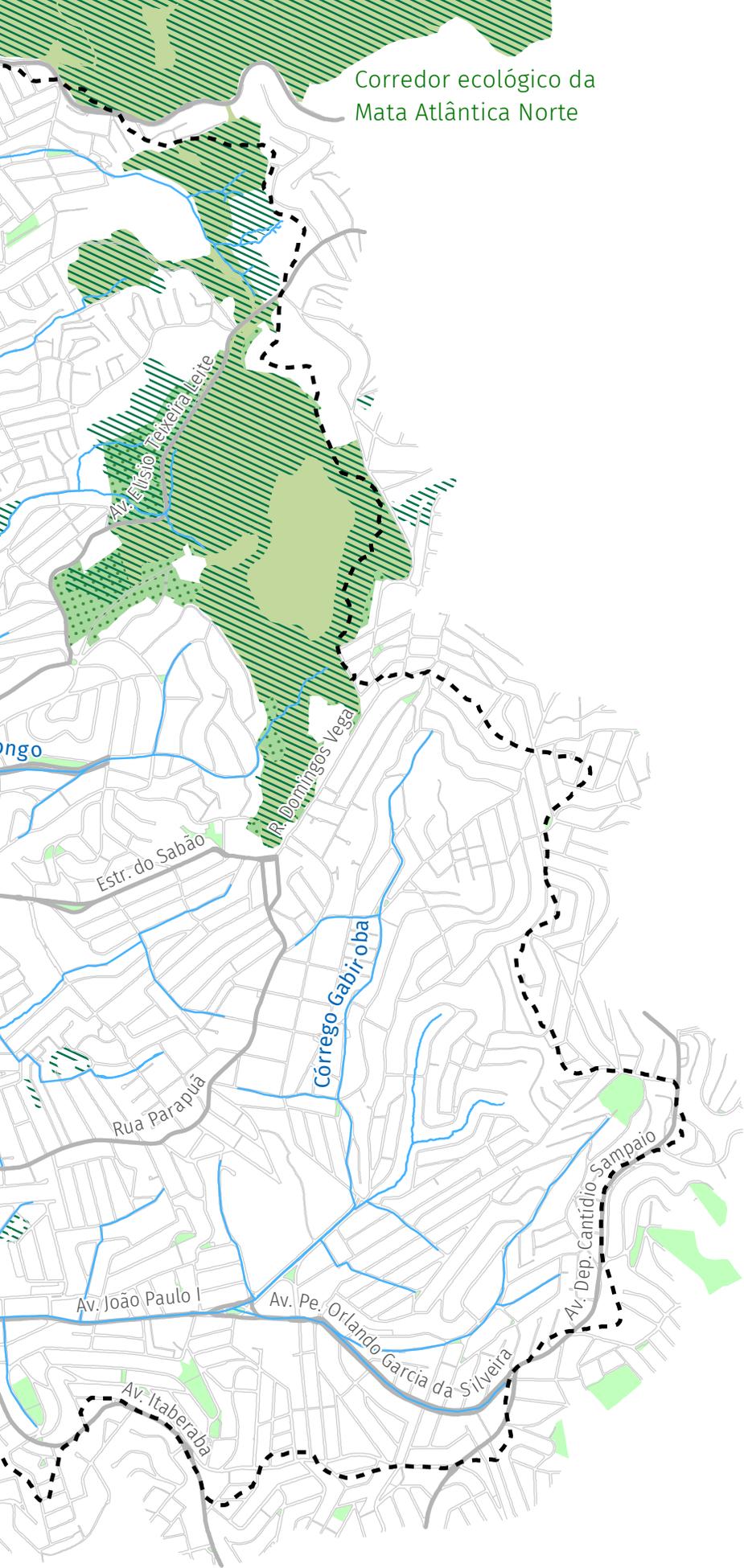


FIGURA 2.35 Parques e áreas verdes nas bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras





Corredor ecológico da Mata Atlântica Norte

Convenção

-  Área de drenagem
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Linha férrea

Parques municipais e estaduais

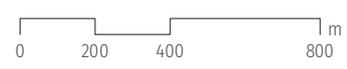
-  Existente
-  Proposto

Outros

-  Remanescente de Mata Atlântica
-  Corredor ecológico
-  Praça e canteiro

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),
 Mapa Hidrográfico do Município (2025), FCTH (2025)
 e SVMA (2023, 2024 e 2025)



2.8 ZONEAMENTO URBANO

O zoneamento das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras se insere no contexto do Plano Regional das subprefeituras de Pirituba-Jaraguá e da Freguesia-Brasilândia.

O Plano Diretor Estratégico – PDE (Lei nº 16.050/2014) orienta o planejamento urbano municipal, e seus objetivos, diretrizes e prioridades devem ser respeitados, dentre outros, pela Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo; pelos Planos Regionais Estratégicos; pelos Planos de Bairros; pelos planos setoriais de políticas urbano-ambientais; e pelas demais normas correlatas.

O PDE dá diretrizes para a legislação de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (LPUOS), a fim de atender aos objetivos e diretrizes estabelecidos pelo Plano para as macrozonas, as macroáreas e a rede de estruturação da transformação urbana. Atendendo a essas diretrizes, foi sancionada no dia 22 de março de 2016 a nova Lei de Zoneamento (Lei nº 16.402/2016).

De acordo com a nova Lei de Zoneamento, as zonas foram organizadas em três diferentes agrupamentos:

- **Territórios de transformação:** objetivam a promoção do adensamento construtivo e populacional das atividades econômicas e dos serviços públicos, a

diversificação de atividades e a qualificação paisagística dos espaços públicos, de forma a adequar o uso do solo à oferta de transporte público coletivo. (Formados pelas zonas: ZEU | ZEUP | ZEM | ZEMP).

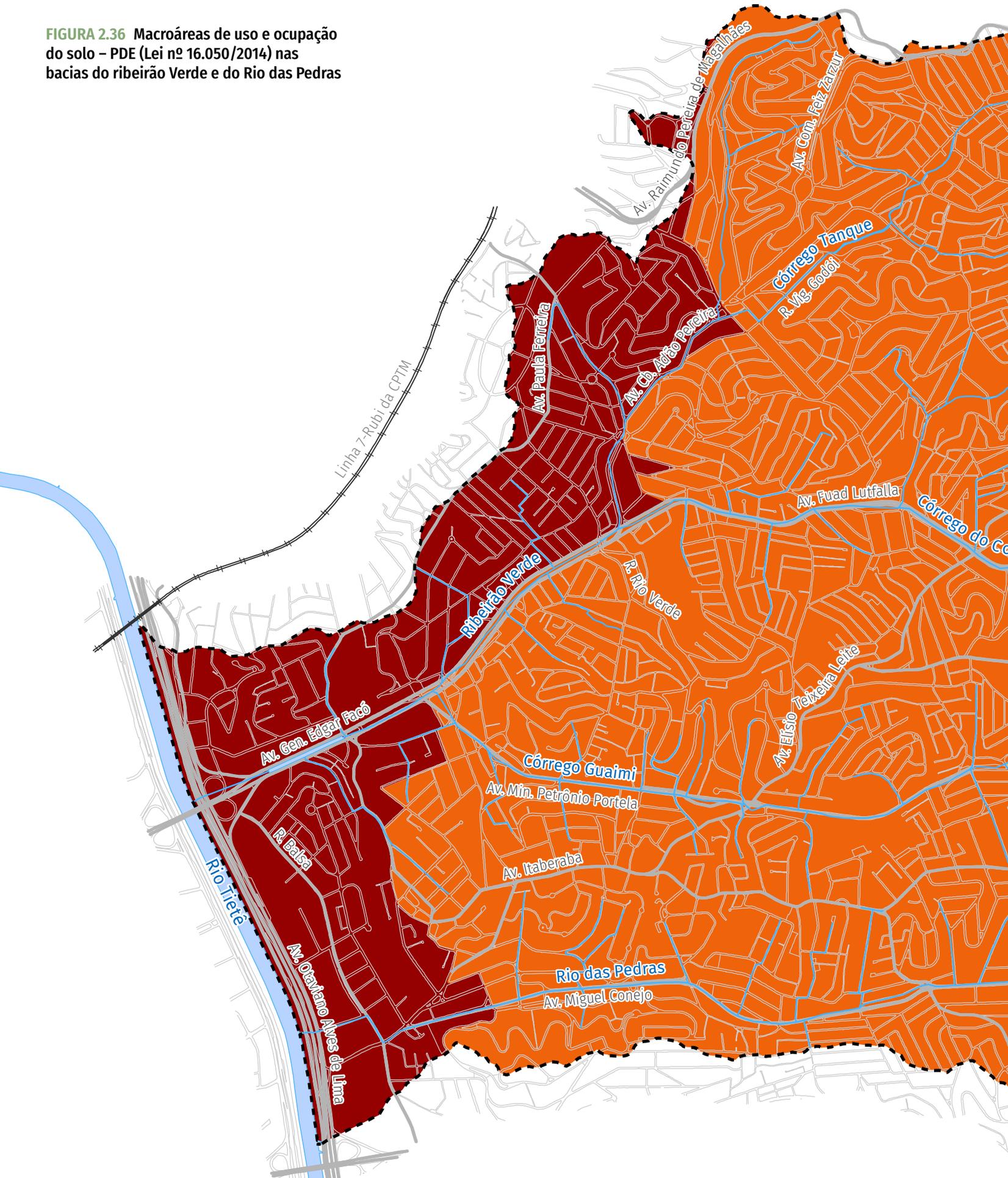
- **Territórios de qualificação:** buscam a manutenção de usos não residenciais existentes, o fomento às atividades produtivas, a diversificação de usos ou o adensamento populacional moderado, a depender das diferentes localidades que constituem esses territórios. (Formados pelas zonas: ZOE | ZPI | ZDE | ZEIS | ZM | ZCOR | ZC).
- **Territórios de preservação:** áreas em que se objetiva a preservação de bairros consolidados de baixa e média densidades, de conjuntos urbanos específicos e territórios destinados à promoção de atividades econômicas sustentáveis conjugada com a preservação ambiental, além da preservação cultural. (Formados pelas zonas: ZEPEC | ZEP | ZEPAM | ZPDS | ZER | ZPR).

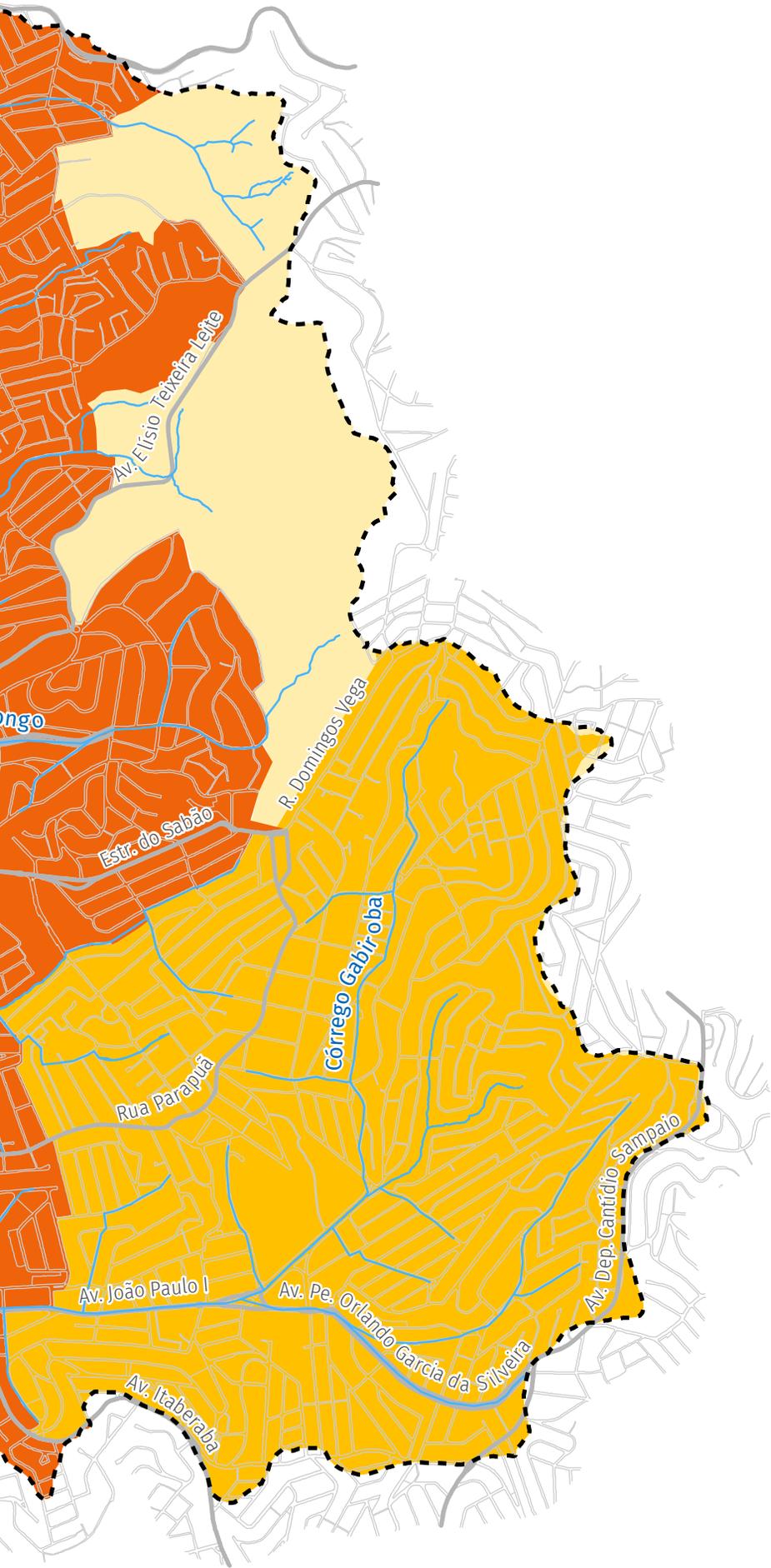
A área das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras está inserida nas macroáreas de qualificação da urbanização, de redução da vulnerabilidade urbana, de estruturação metropolitana e de recuperação ambiental, conforme pode ser visualizado na **FIGURA 2.36**.

Além disso, apresenta seu zoneamento classificado conforme mostrado na **FIGURA 2.37**.

A **TABELA 2.2** traz a área correspondente a cada zona de uso e ocupação nas bacias.

FIGURA 2.36 Macroáreas de uso e ocupação do solo – PDE (Lei nº 16.050/2014) nas bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras





Convenção

-  Área de drenagem
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Linha férrea

Macroárea

-  Macroárea de Estruturação Metropolitana
-  Macroárea de Qualificação da Urbanização
-  Macroárea de Recuperação Urbana e Ambiental
-  Macroárea de Redução da Vulnerabilidade Urbana

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),
 Mapa Hidrográfico do Município (2025), FCTH (2025) e
 Plano Diretor Estratégico (2014)



**PREFEITURA DE
 SÃO PAULO**



Fundação
 Centro Tecnológico
 de Hidráulica

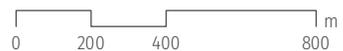
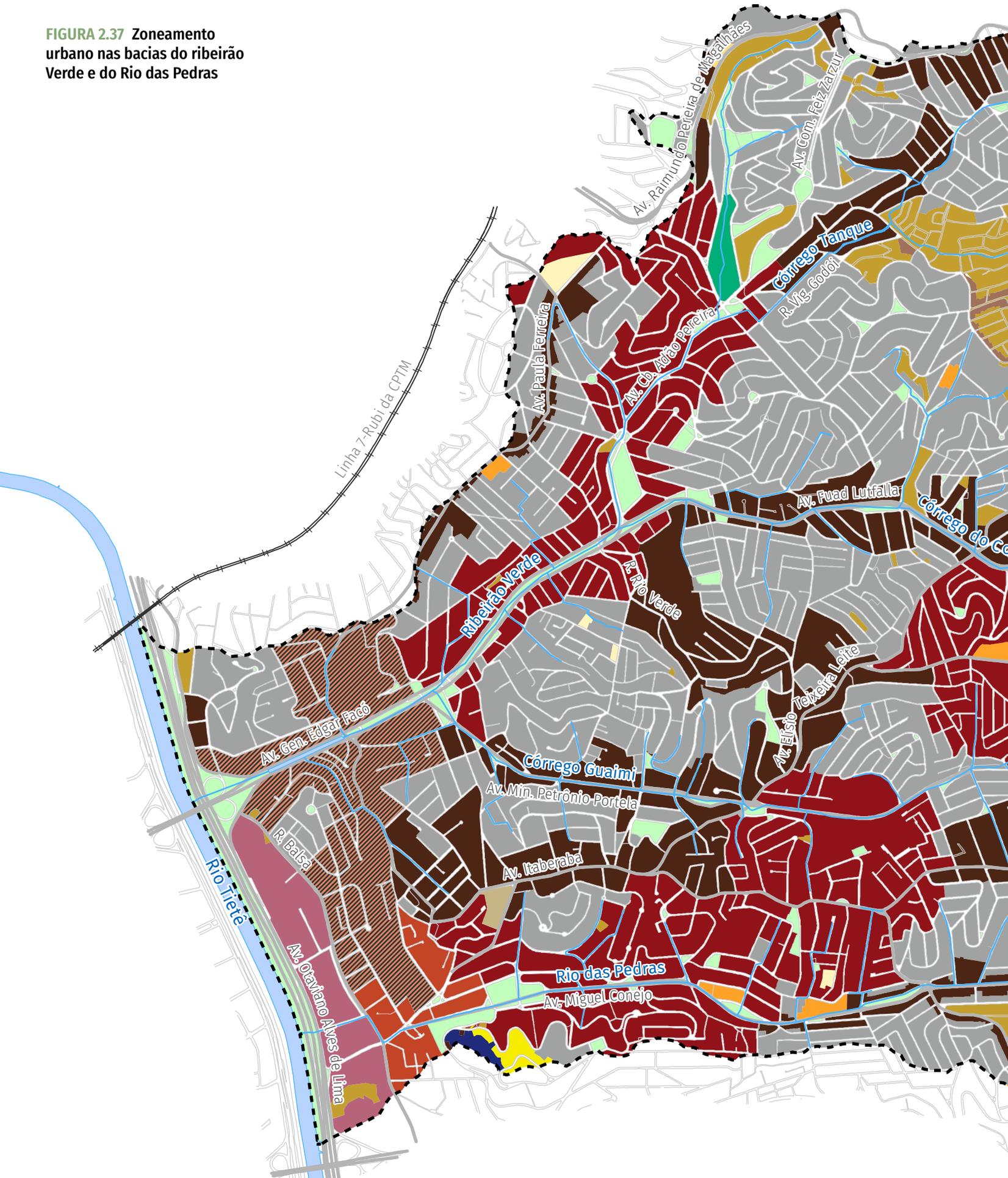
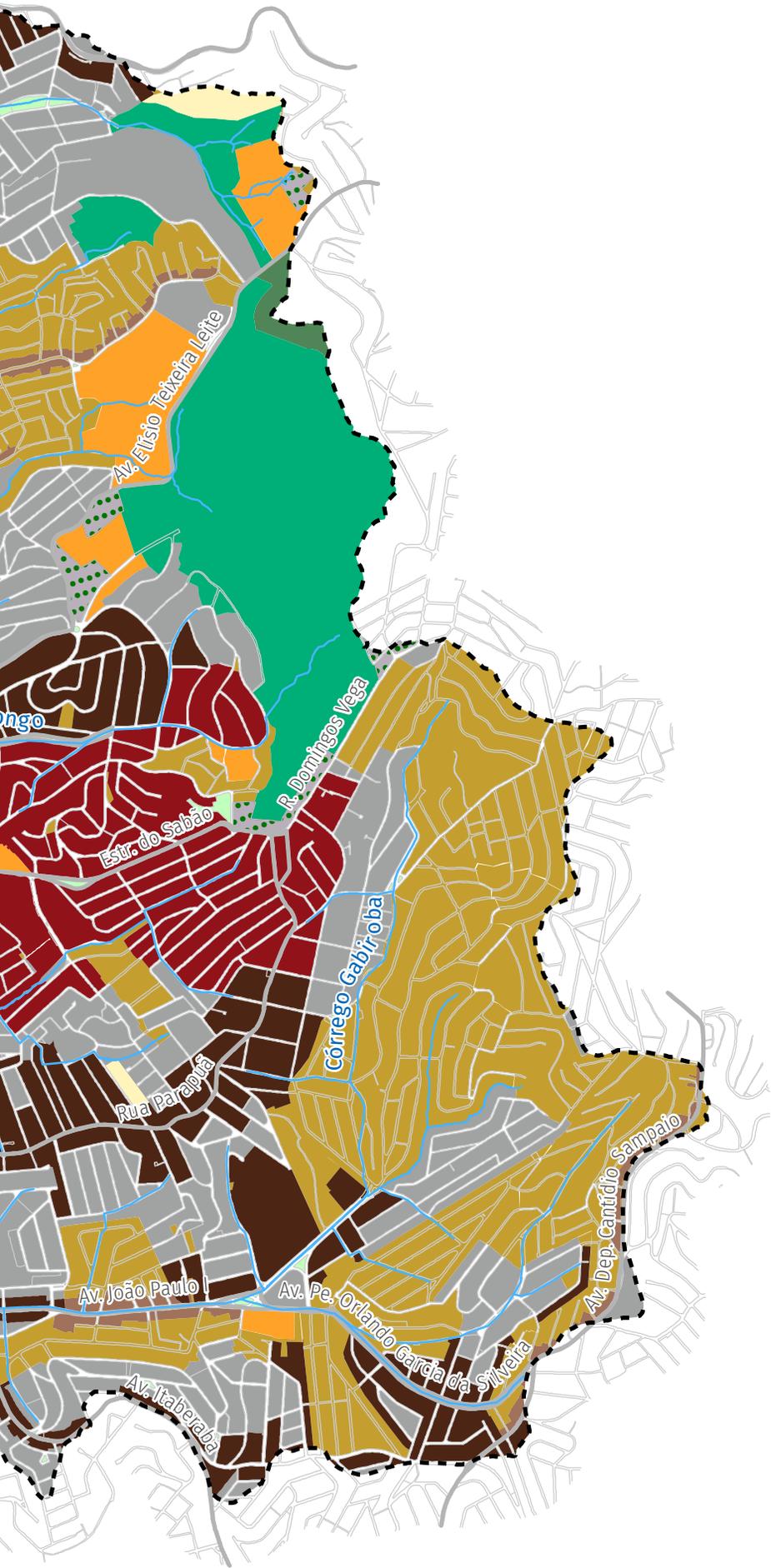


FIGURA 2.37 Zoneamento urbano nas bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras





Convenção

-  Área de drenagem
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Linha férrea

Zoneamento

-  Praça e canteiro
-  ZC
-  ZC-ZEIS
-  ZCOR-1
-  ZDE-2
-  ZEIS-1
-  ZEIS-2
-  ZEIS-3
-  ZEIS-5
-  ZEM
-  ZEMP
-  ZEPAM
-  ZEUS
-  ZEUP
-  ZM
-  ZMa
-  ZOE
-  ZPDS
-  ZPR

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),
 Mapa Hidrográfico do Município (2025), FCTH (2025) e
 Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (2016)



**PREFEITURA DE
 SÃO PAULO**



Fundação
 Centro Tecnológico
 de Hidráulica

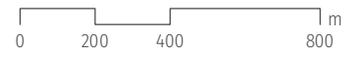


TABELA 2.2 Descrição das zonas de uso e ocupação do solo nas bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras

Zonas	Sigla	Área das bacias (%)
Zona Mista	ZM	32,55
Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana	ZEU	18,09
Zona Centralidade	ZC	15,55
Zona Especial de Interesse Social 1	ZEIS-1	15,06
Zona Especial de Proteção Ambiental	ZEPAM	5,40
Zona Eixo de Estruturação da Transformação Metropolitana Previsto	ZEMP	4,10
Praça e canteiro	PracaCant	2,91
Zona Especial de Interesse Social 2	ZEIS-2	1,86
Zona de Desenvolvimento Econômico 2	ZDE-2	1,64
Zona Eixo de Estruturação da Transformação Metropolitana	ZEM	0,85
Zona Centralidade lindeira à ZEIS	ZC-ZEIS	0,65
Zona Especial de Interesse Social 5	ZEIS-5	0,40
Zona Mista Ambiental	ZMa	0,38
Zona de Preservação e Desenvolvimento Sustentável	ZPDS	0,18
Zona Predominantemente Residencial	ZPR	0,15
Zona Corredor 1	ZCOR-1	0,10
Zona de Ocupação Especial	ZOE	0,10
Zona Especial de Interesse Social 3	ZEIS-3	0,02
Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana Previsto	ZEUP	0,01

A Lei do Zoneamento Urbano criou a quota ambiental (QA), com o objetivo de promover a qualificação do território, em especial, a melhoria da retenção e infiltração da água nos lotes, a melhoria do microclima e a ampliação da vegetação.

Segundo o artigo 74 da Lei nº 16.402/2016, a QA corresponde a um conjunto de regras de ocupação dos lotes, objetivando qualificá-los ambientalmente, tendo como referência uma medida da eficácia ambiental para cada lote, expressa por um índice que agrega os indicadores Cobertura Vegetal (V) e Drenagem (D).

A lei estabelece, em seu artigo 76, que, nos processos de licenciamento de edificações novas ou de reformas com alteração de área construída superior a 20%, será exigida uma pontuação mínima de QA, em função da localização e do tamanho do lote, conforme Quadro 3A da referida lei. O segundo parágrafo do mesmo artigo cita que lotes com área total menor ou igual a 500 m² estão isentos de aplicação da QA.

O artigo 79 adverte que, em lotes com área total superior a 500 m², nos quais incidem as disposições da QA, é obrigatória a instalação de reservação de controle de escoamento superficial, independentemente da adoção de outros mecanismos de controle

do escoamento superficial que impliquem reservação e/ou infiltração e/ou percolação.

Cabe ressaltar que todos os lotes deverão atender as taxas de permeabilidade mínima estabelecidas para cada Perímetro de Qualificação Ambiental, conforme o Quadro 3A da lei (Art. 81).

Para fins de aplicação da QA, o território do Município de São Paulo fica dividido em Perímetros de Qualificação Ambiental (PA), que expressam a situação ambiental e o potencial de transformação de cada perímetro.

Os PAs foram definidos a partir do estabelecimento de áreas homogêneas em relação aos problemas de inundação, de microclima e de qualidade ecossistêmica, assim como o poder de transformação em relação à vegetação e à drenagem.

Cada perímetro possui uma nota relativa à vegetação e outra à drenagem, sendo tanto maior quanto pior a situação existente do perímetro. A nota relacionada ao potencial de transformação possui escala inversa, ou seja, nota menor quanto menor seu potencial de transformação. Após a somatória das notas, obteve-se que perímetros com baixo desempenho ambiental e alto potencial de transformação teriam exigências maiores em termos de QA, assim como perímetros com alto desempenho ambiental e baixo

potencial de transformação teriam exigências menores em termos de QA.²⁷

Foram delimitados treze perímetros de qualificação ambiental, sendo o PA 13 correspondente às macroáreas de contenção urbana e uso sustentável e de preservação dos ecossistemas naturais. Esse perímetro tem como diretriz impedir a expansão urbana e promover a preservação ambiental e os usos sustentáveis dos recursos naturais, inclusive com atividades agrícolas e produção de alimentos.

Na área das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras, estão incluídos os PAs 1, 3, 8, 9 e 10. Foram atribuídas para essas áreas taxas de permeabilidade mínima em função do tamanho dos lotes, se menor ou igual a 500 m² ou se maior que 500 m², conforme os valores da **TABELA 2.3**, que apresenta a taxa de permeabilidade mínima permitida em cada PA.

A **FIGURA 2.38** indica os perímetros de qualificação ambiental existentes nas bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras, e a **FIGURA 2.39** mostra a taxa de permeabilidade mínima estabelecida por perímetro ambiental e por zonas específicas.

O zoneamento urbano das bacias em estudo indica que as zonas ZEPAM, ZPDS, ZCOR-1 e ZPR, pertencentes às bacias, devem obedecer às taxas de permeabilidade mínima estabelecidas para essas zonas, e não pelo perímetro ambiental.

Cabe ressaltar que o mapa de permeabilidade mínima foi utilizado para a obtenção das taxas de impermeabilização máxima permitida por lei, empregadas nos cenários propositivos deste estudo. Essa análise é apresentada mais adiante, juntamente com a comparação da situação atual de impermeabilização das bacias.

27. CAETANO, P. M. D. **Fundamentação teórica da Quota Ambiental e estudo de caso de seu desenvolvimento em São Paulo**. Tese (doutorado em Saúde Ambiental) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-31052016-141005/pt-br.php>. Acesso em: 18. set. 2018.

TABELA 2.3 Taxa de permeabilidade mínima nos perímetros de qualificação ambiental (Quadro 3A – Quota Ambiental)

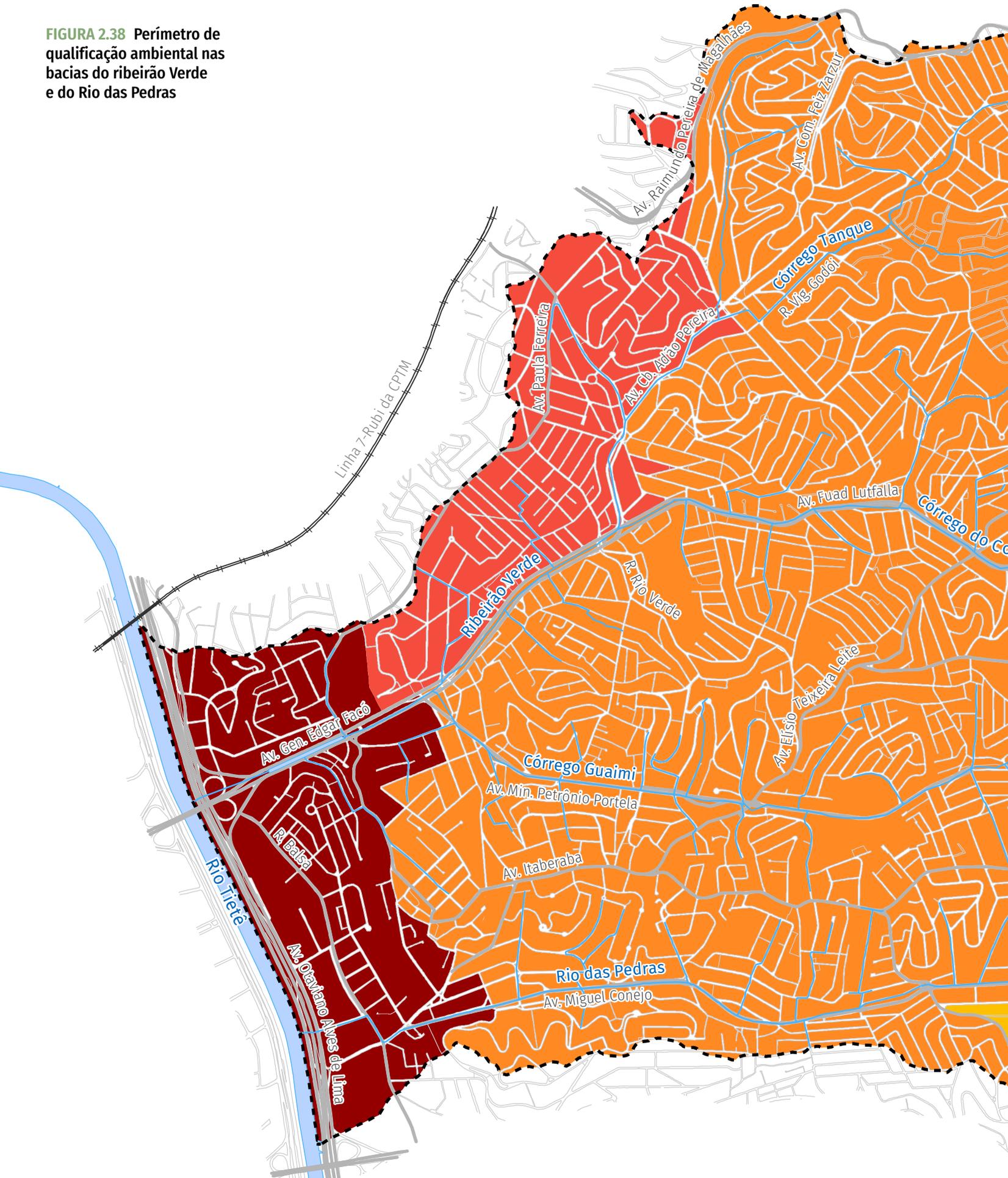
Perímetro de qualificação ambiental	Taxa de permeabilidade ^(a)	
	Lote ≤ 500 m ²	Lote > 500 m ²
PA1	0,15	0,25
PA2	0,15	0,25
PA3	0,15	0,25
PA4	0,15	0,25
PA5	0,15	0,25
PA6	0,15	0,20
PA7	0,15	0,20
PA8	0,15	0,20
PA9	0,10	0,15
PA10	0,20	0,25
PA11	0,20	0,30
PA12	0,20	0,30
PA13 ^(b)	NA	NA

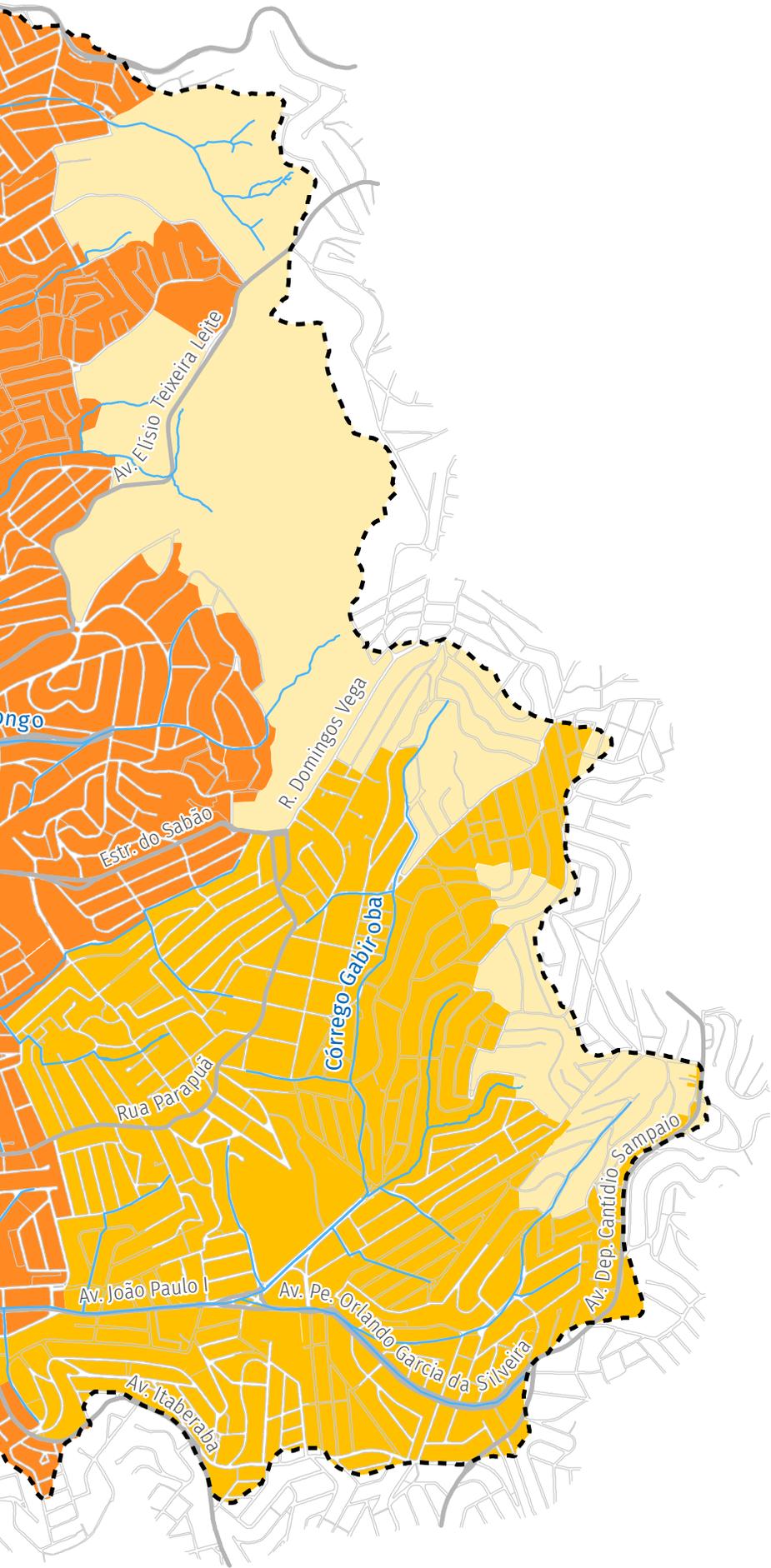
(a) Nos lotes inseridos em ZEPAM, ZPDSr, ZPDS, ZCOR, ZPR e ZER, deverão ser aplicadas as seguintes taxas de permeabilidade mínima: 0,90, 0,70, 0,50, 0,30, 0,30 e 0,30, respectivamente, independentemente do tamanho do lote;

(b) O PA 13 corresponde às Macroáreas de Contenção Urbana e Uso Sustentável e de Preservação dos Ecossistemas Naturais, nas quais não se aplicam as exigências da Quota Ambiental.

Fonte: adaptado do Quadro 3A – anexo integrante da Lei nº 16.402/2016.

FIGURA 2.38 Perímetro de qualificação ambiental nas bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras





Convenção

-  Área de drenagem
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Linha férrea

Perímetro Ambiental

-  PA 1
-  PA 3
-  PA 8
-  PA 9
-  PA 10

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),
 Mapa Hidrográfico do Município (2025), FCTH (2025) e
 Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (2016)



**PREFEITURA DE
 SÃO PAULO**



Fundação
 Centro Tecnológico
 de Hidráulica

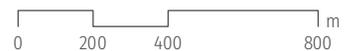
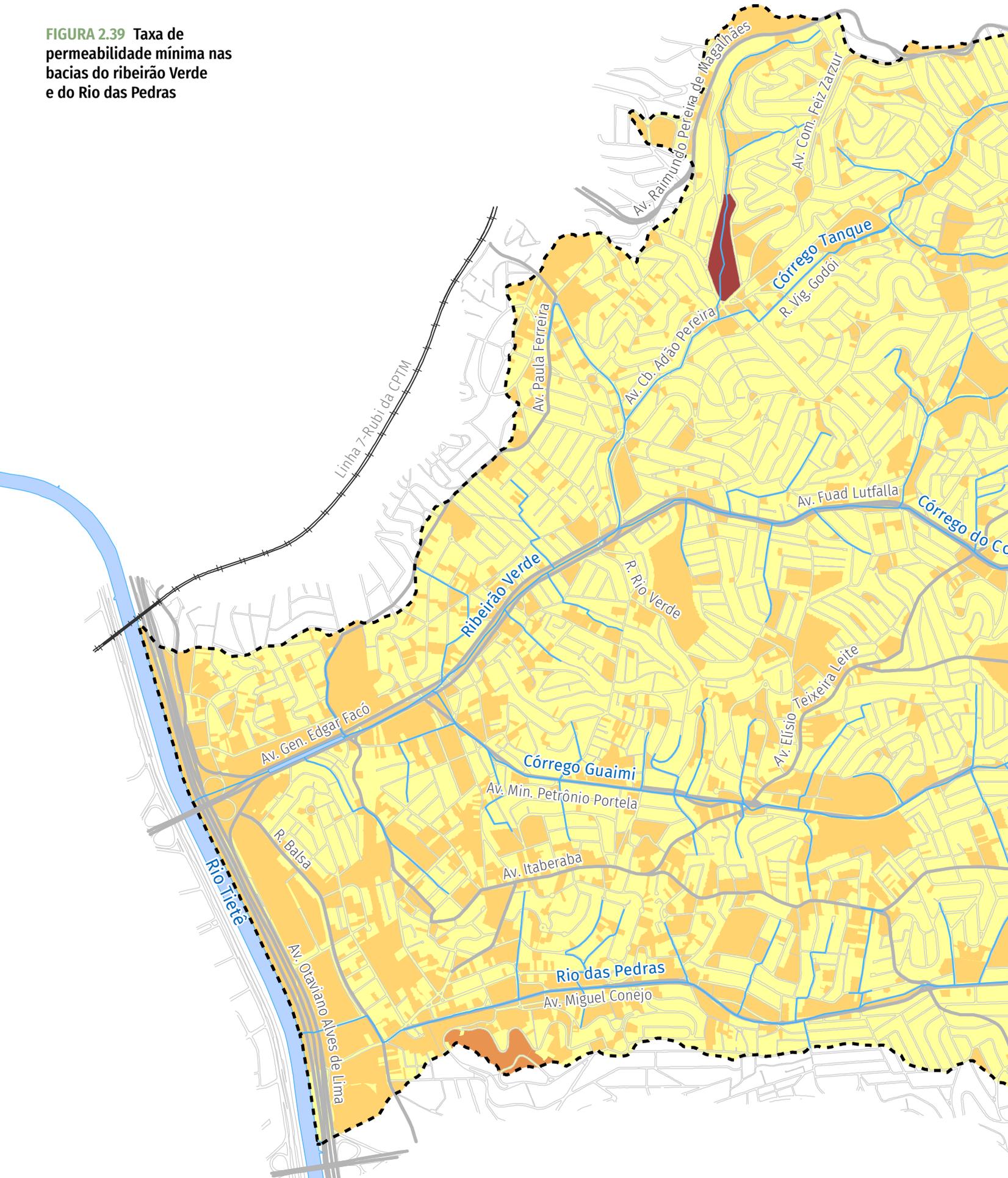
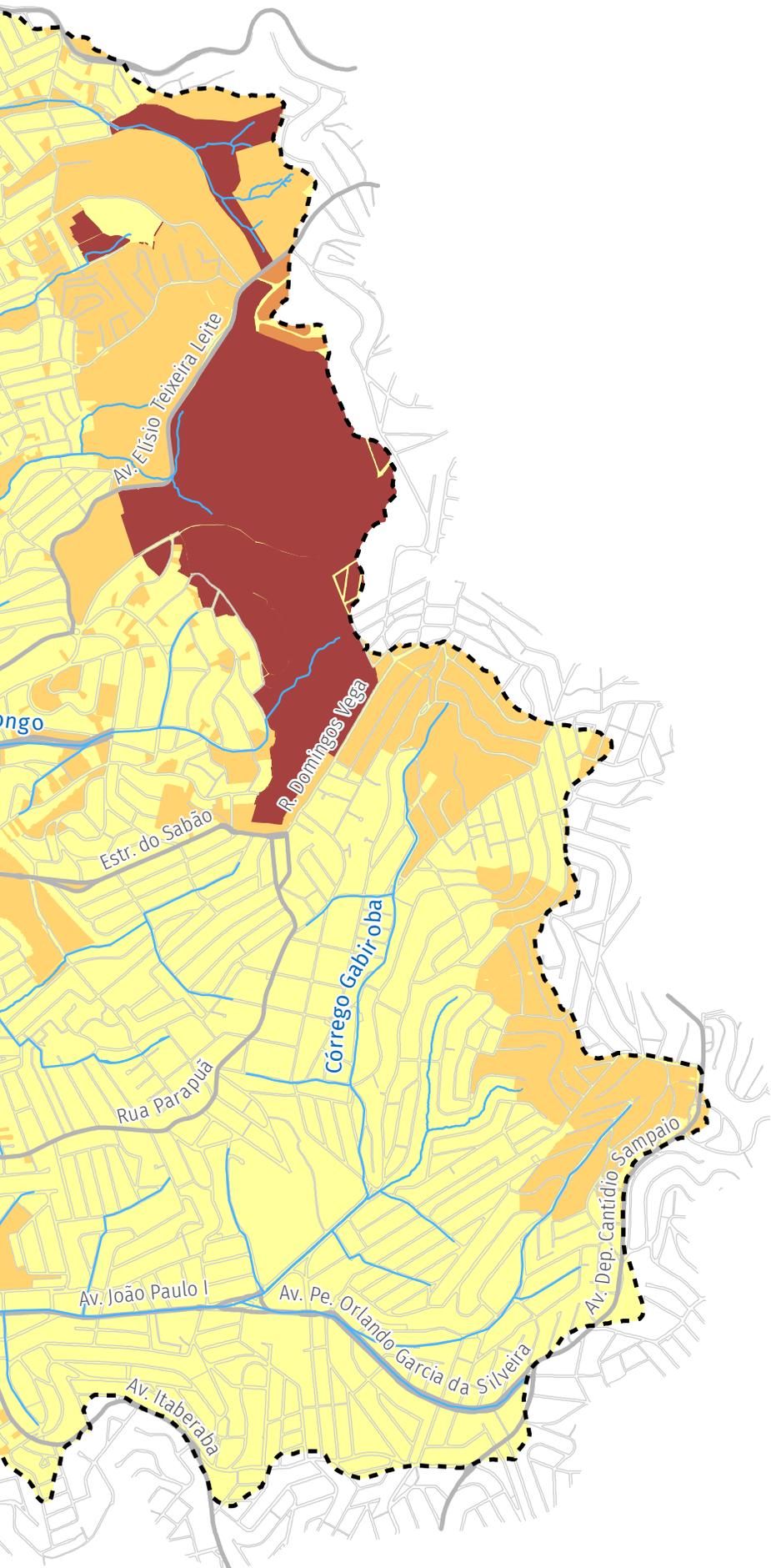


FIGURA 2.39 Taxa de permeabilidade mínima nas bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras





Convenção

-  Área de drenagem
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Linha férrea

Área permeável mínima requerida por lei (%)

-  0 – 15
-  16 – 25
-  26 – 65
-  66 – 100

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

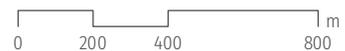
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),
 Mapa Hidrográfico do Município (2025), FCTH (2025) e
 Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (2016)



**PREFEITURA DE
 SÃO PAULO**



Fundação
 Centro Tecnológico
 de Hidráulica



2.9 POPULAÇÃO

2.9.1 DENSIDADE DEMOGRÁFICA

A **FIGURA 2.40** apresenta a densidade populacional das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras, onde residem 263 mil habitantes (IBGE, 2022).

Foram adotadas cinco classes de densidade demográfica (habitantes/hectare) para as bacias, conforme segue: < 15 – muito baixa; de 16 a 50 – baixa; de 51 a 150 – média; de 151 a 350 – alta; e > 350 – muito alta (Moreira, 2019).²⁸

2.9.2 ÍNDICE PAULISTA DE VULNERABILIDADE SOCIAL – IPVS

O IPVS foi criado pelo Governo do Estado de São Paulo para auxiliar na identificação dos locais prioritários, com segmentos populacionais mais frágeis, para a formulação e implementação de políticas públicas.

Na formulação do índice, assume-se o conceito de que a vulnerabilidade de um indivíduo, família ou grupo social refere-se a sua maior ou menor capacidade de

controlar os fatos que afetam seu bem-estar. Considera que a vulnerabilidade relacionada à pobreza não se limita à privação de renda, mas também à composição familiar, às condições de saúde e acesso aos serviços médicos, ao acesso e à qualidade do sistema educacional, à possibilidade de obter trabalho com qualidade e remuneração adequadas, à existência de garantias legais e políticas etc.

O índice também considera que a segregação espacial é um fenômeno presente nos centros urbanos paulistas e que contribui decisivamente para a permanência dos padrões de desigualdade social, em termos de infraestrutura, segurança e disponibilidade de espaços públicos, entre outros, que influenciam os níveis de bem-estar de pessoas e famílias.

A inclusão da renda domiciliar *per capita* no IPVS possibilitou a operacionalização da dimensão da vulnerabilidade relacionada à insuficiência de renda, que constitui um dos elementos determinantes da pobreza.

A localização das moradias também implica importantes variações em relação às oportunidades econômicas e sociais, e pode conduzir a processos de exclusão. Em

28. MOREIRA, L. M. P. S. Níveis de densidade populacional: uma proposta de classificação para Goiânia-GO, aplicação no Setor Central. *In: Anais XVIII Enanpur 2019*. Natal, 2019.

muitos casos, o local de residência pode significar uma barreira de acesso aos serviços (educação, saúde, transportes etc.) e ao mercado de trabalho, além de não permitir o acesso a redes sociais válidas que incrementam esse acesso. Nesse sentido, incorporou-se explicitamente aos grupos do IPVS a situação de aglomerado subnormal, que indica se o setor censitário se caracteriza como favela. Da mesma forma, a diferenciação da situação urbana ou rural de setores censitários de baixa renda propicia a identificação de situações igualmente vulneráveis, mas que demandam políticas públicas distintas.

O IPVS consiste em uma tipologia de situações de exposição à vulnerabilidade, agregando aos indicadores de renda outros referentes ao ciclo de vida familiar e à escolaridade, no espaço intraurbano, como aglomerado subnormal (favela) e sua localização (urbana ou rural). Assim sendo, o IPVS é composto por dois fatores, o socioeconômico e o demográfico. Ao fator

socioeconômico estão associadas as variáveis: renda domiciliar *per capita*, proporção de domicílios com renda domiciliar *per capita* de até meio salário-mínimo, proporção de domicílios com renda domiciliar *per capita* de até um quarto do salário-mínimo, rendimento médio da mulher responsável pelo domicílio e proporção de pessoas responsáveis alfabetizadas. Ao fator demográfico estão associadas as variáveis: proporção de pessoas responsáveis de 10 a 29 anos, proporção de mulheres responsáveis de 10 a 29 anos, idade média das pessoas responsáveis e proporção de crianças de 0 a 5 anos de idade.

A **TABELA 2.4** indica a classificação dos grupos do IPVS 2010 para as bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras. Na **FIGURA 2.41**, é apresentado o mapa desse índice nas bacias. O grupo designado como “não classificado” representa áreas sem população residente ou com menos de 50 domicílios particulares permanentes.

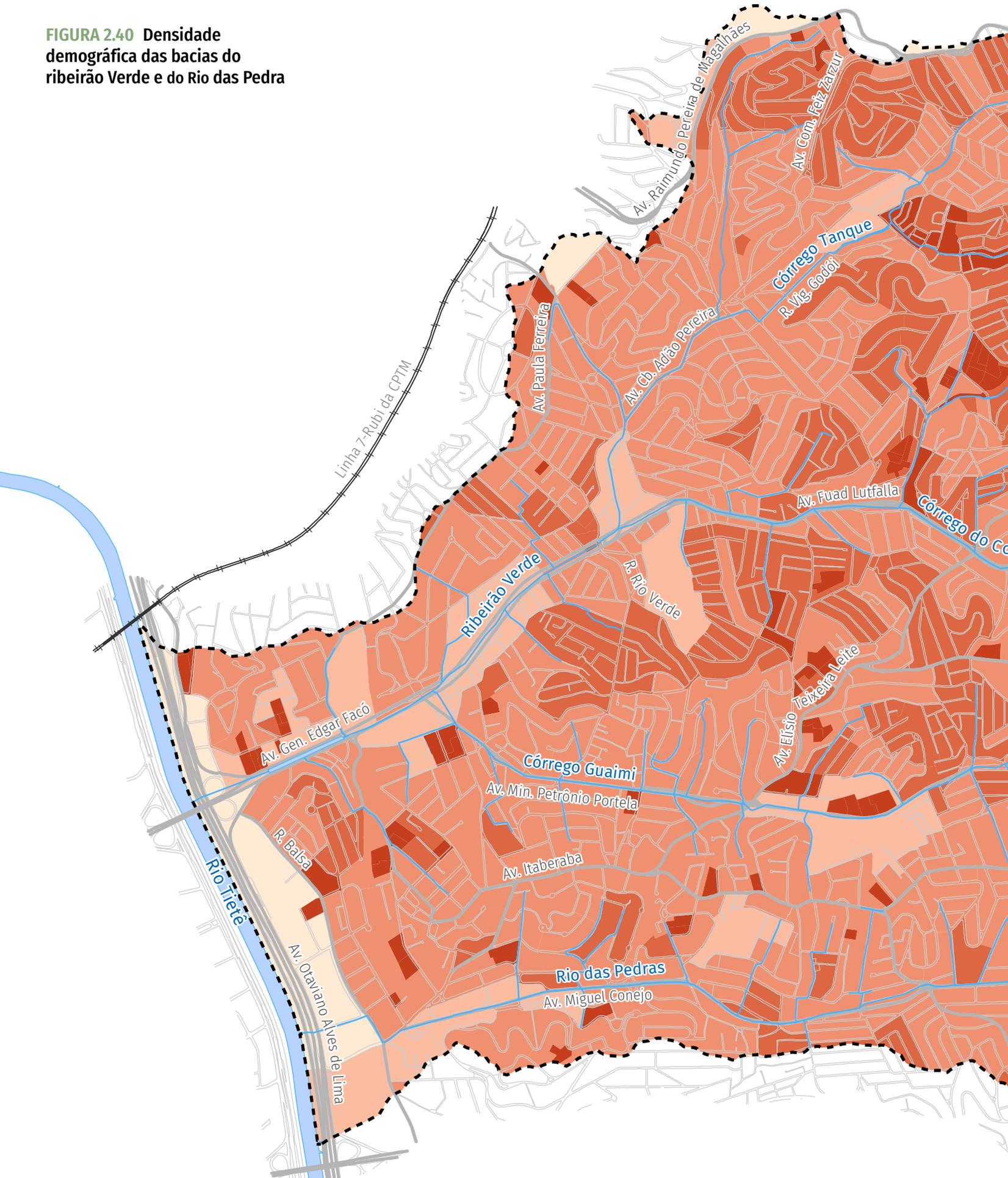
TABELA 2.4 Grupos do IPVS nas bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras

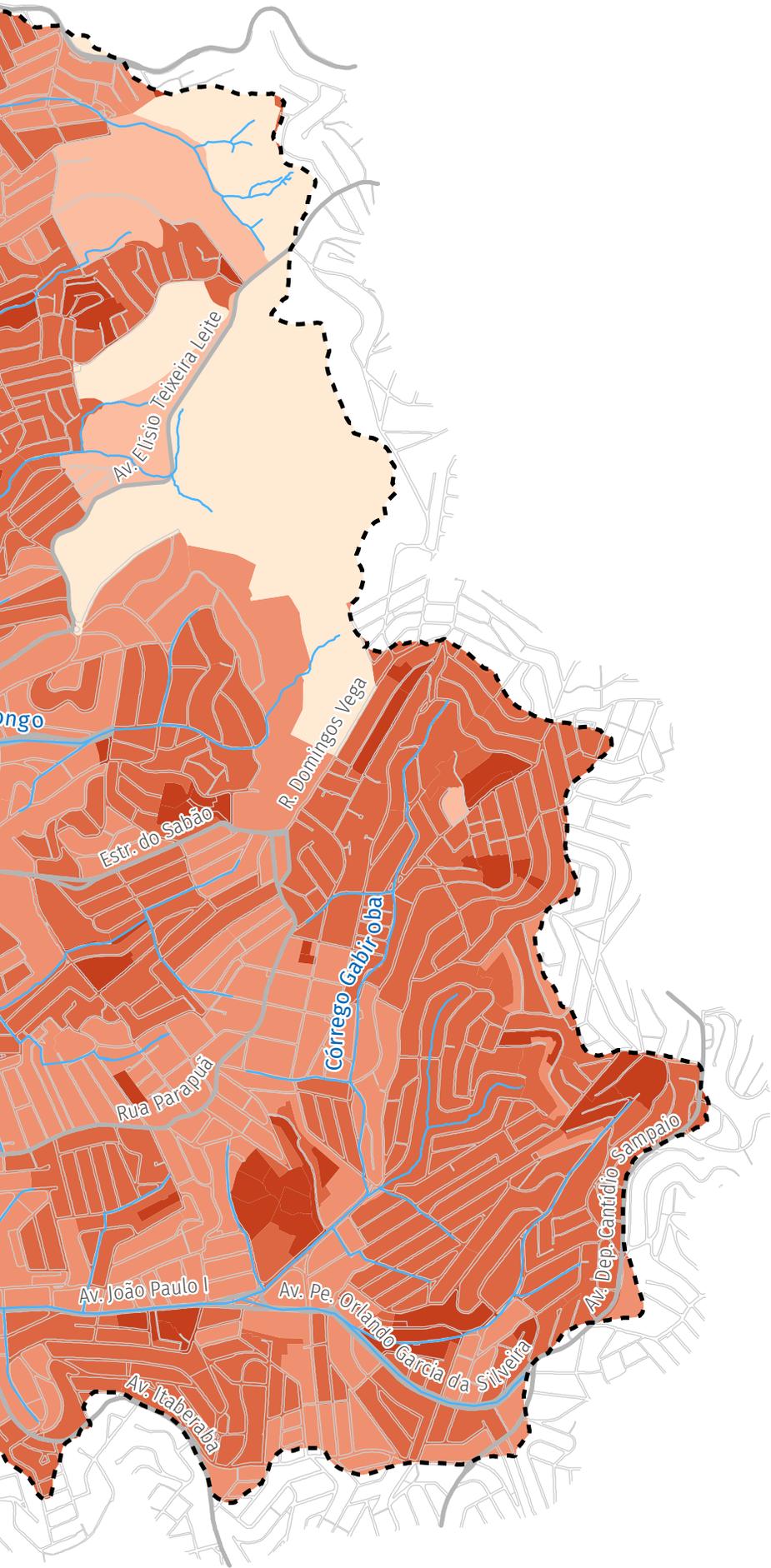
Grupo	IPVS 2010	Situação socioeconômica	Ciclo de vida familiar	Situação e tipo de setores por grupo	Classificação IPVS (% área)
0	Não classificado	-	-	-	4,9
1	Baixíssima vulnerabilidade	Muito alta	Famílias jovens, adultas e idosas	Urbanos e rurais não especiais e subnormais	0,2
2	Vulnerabilidade muito baixa	Média	Famílias adultas e idosas	Urbanos e rurais não especiais e subnormais	68,4
3	Vulnerabilidade baixa	Média	Famílias jovens	Urbanos e rurais não especiais e subnormais	12,7
4	Vulnerabilidade média	Baixa	Famílias adultas e idosas	Urbanos não especiais e subnormais	11,3
5	Vulnerabilidade alta	Baixa	Famílias jovens em setores urbanos	Urbanos não especiais	1,4
6	Vulnerabilidade muito alta	Baixa	Famílias jovens residentes em aglomerados subnormais	Urbanos subnormais	1,1
7	Altíssima vulnerabilidade	Baixa	Famílias idosas, adultas e jovens em setores rurais	Rurais	-



Foto aérea das imediações da R. Vig. Godói, no córrego Tanque, afluente do ribeirão Verde (foto: FCTH)

FIGURA 2.40 Densidade demográfica das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras





Convenção

-  Área de drenagem
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Linha férrea

Densidade demográfica (hab/ha)

-  0 – 15
-  16 – 50
-  51 – 150
-  151 – 350
-  351 – 2.171

Nº de habitantes: 263 mil (IBGE, 2022)

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),
 Mapa Hidrográfico do Município (2025), FCTH (2025) e
 Censo Demográfico - IBGE (2022)



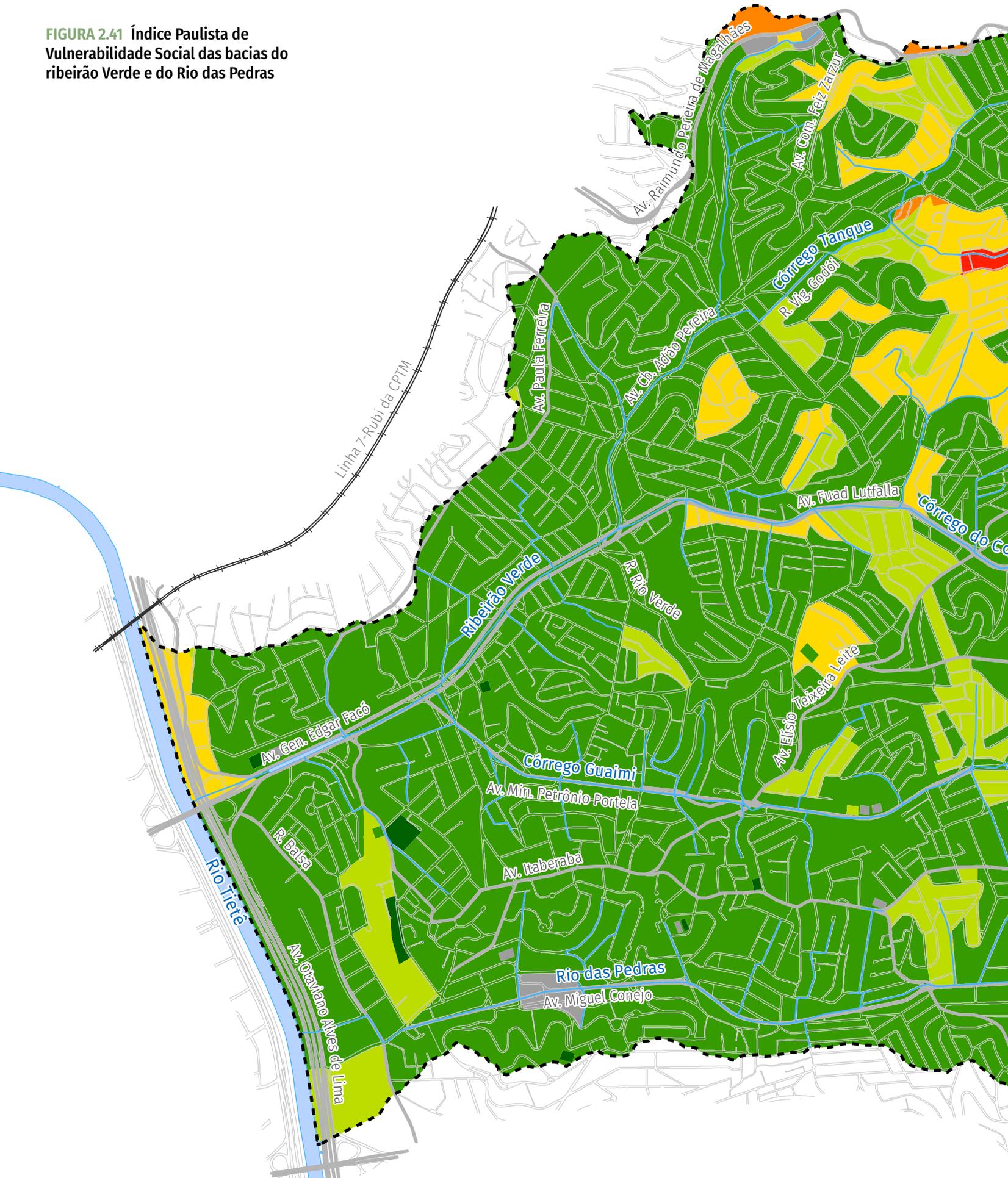
**PREFEITURA DE
 SÃO PAULO**

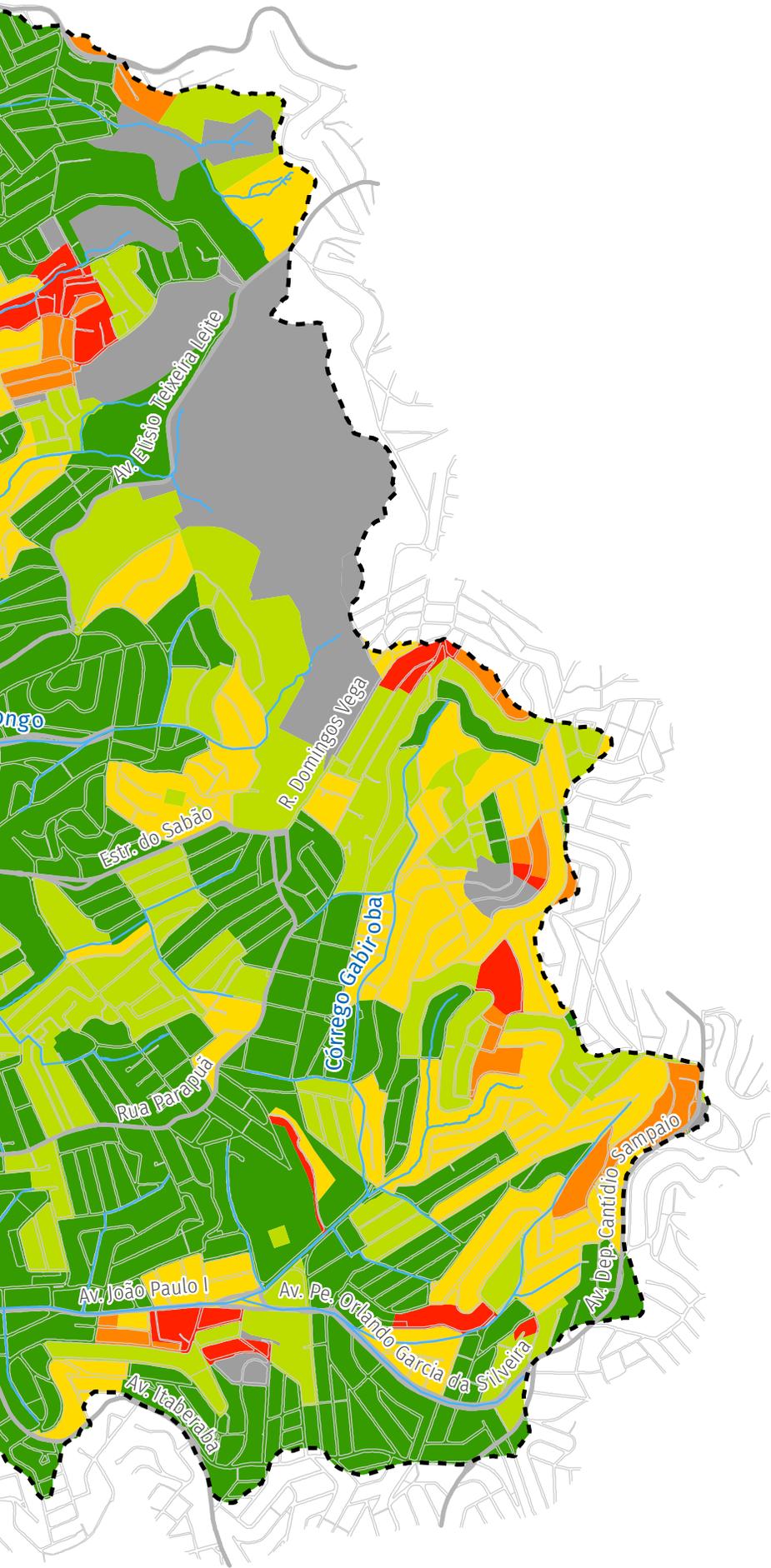


Fundação
 Centro Tecnológico
 de Hidráulica



FIGURA 2.41 Índice Paulista de Vulnerabilidade Social das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras





Convenção

-  Área de drenagem
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Linha férrea

Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS)

-  Baixíssima vulnerabilidade
-  Vulnerabilidade muito baixa
-  Vulnerabilidade baixa
-  Vulnerabilidade média
-  Vulnerabilidade alta
-  Vulnerabilidade muito alta
-  Não classificados*

* Setores sem população residente ou com menos de 50 domicílios particulares permanentes

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 235)

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),
 Mapa Hidrográfico do Município (2025), FCTH (2025)
 e SEADE (2023)



2.10 DIVISÃO ADMINISTRATIVA MUNICIPAL

A administração territorial das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras se dá pelas subprefeituras de Pirituba-Jaraguá e da Freguesia-Brasilândia.

As subprefeituras têm o papel de receber pedidos e reclamações da população, solucionar os problemas apontados e cuidar da manutenção do sistema viário, da rede de drenagem, da limpeza urbana, entre outros.

A **FIGURA 2.42** indica a divisão territorial administrativa das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras.

2.11 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O sistema de esgotamento sanitário é composto pelos sistemas necessários ao afastamento e tratamento dos efluentes sanitários, incluindo as infraestruturas e instalações de coleta, desde as ligações prediais, o afastamento, o tratamento e a disposição final de esgotos.²⁹

É de extrema importância a articulação do planejamento da drenagem urbana com

o Plano Diretor de Esgotos e outras ações dos serviços de esgotos no Município de São Paulo, tendo em vista a gestão integrada das águas urbanas.

As interferências existentes entre as redes de esgoto e de águas pluviais são aspectos importantes a serem considerados no planejamento e no projeto dessas redes. Assim, destacam-se:

- Os lançamentos irregulares de esgoto doméstico no sistema de drenagem, o que resulta no agravamento da degradação dos rios e córregos do município.
- A sobreposição e os cruzamentos das redes, pois, usualmente, as redes de drenagem e de esgoto estão localizadas nos fundos de vale, o que confere grandes desafios aos projetos de ambas as redes.

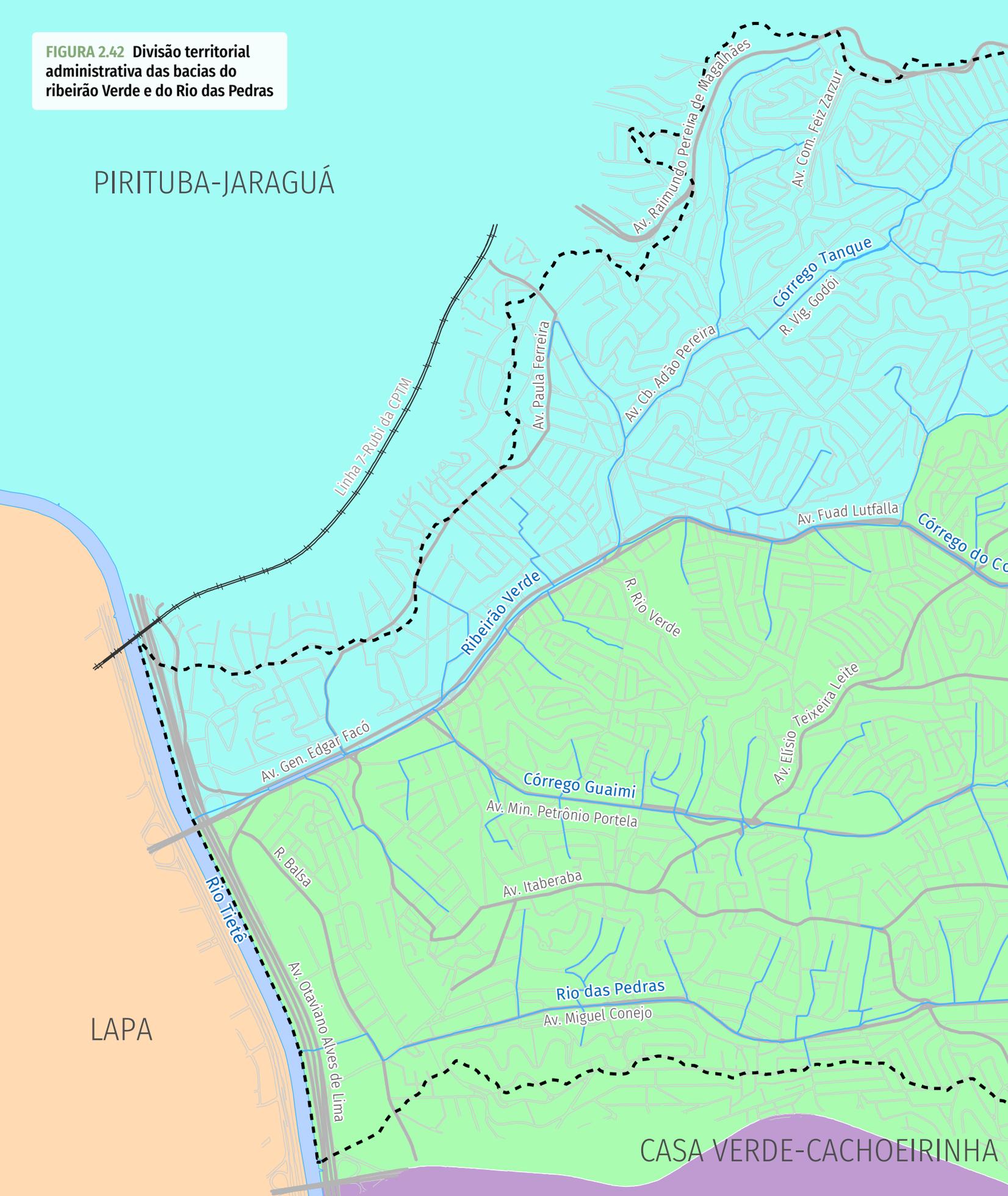
A **FIGURA 2.43** apresenta a rede e os coletores de esgoto existentes e previstos nas bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras. Ressalta-se a necessidade de implementar ações com o objetivo de controlar a poluição hídrica na bacia, tais como: complementação da rede de esgotos, com especial atenção a descontinuidades; procura por

²⁹. Art. 209 da Lei nº 16.050/2014.

ligações clandestinas de esgotos na rede de drenagem ou operação caça-esgoto; e controle da poluição difusa.

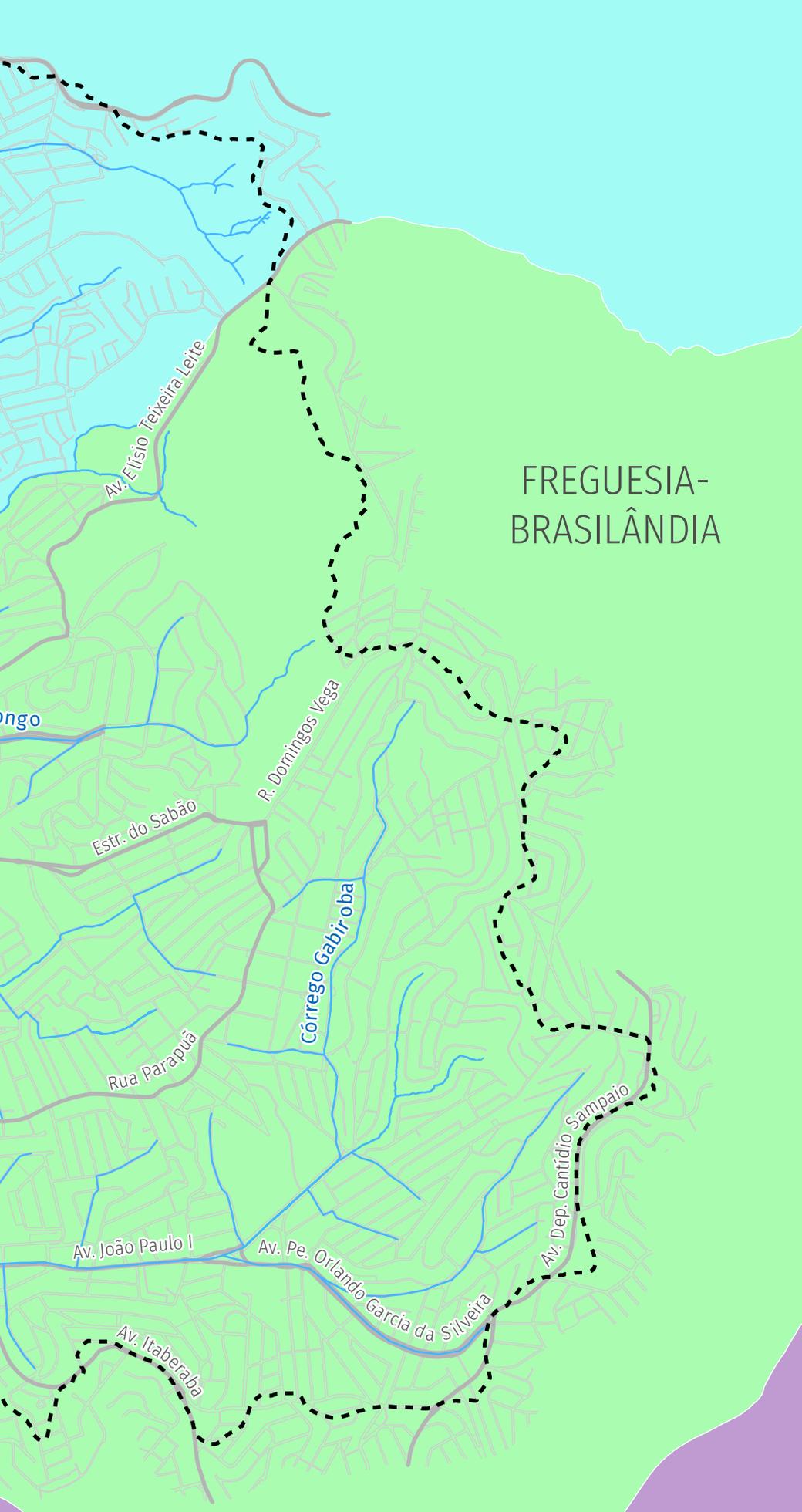
FIGURA 2.42 Divisão territorial administrativa das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras

PIRITUBA-JARAGUÁ



LAPA

CASA VERDE-CACHOEIRINHA



Convenção

- Área de drenagem
- Rede de drenagem
- Quadra viária
- Linha férrea

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),
Mapa Hidrográfico do Município (2025) e FCTH (2025)



**PREFEITURA DE
SÃO PAULO**



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica

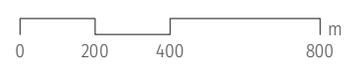
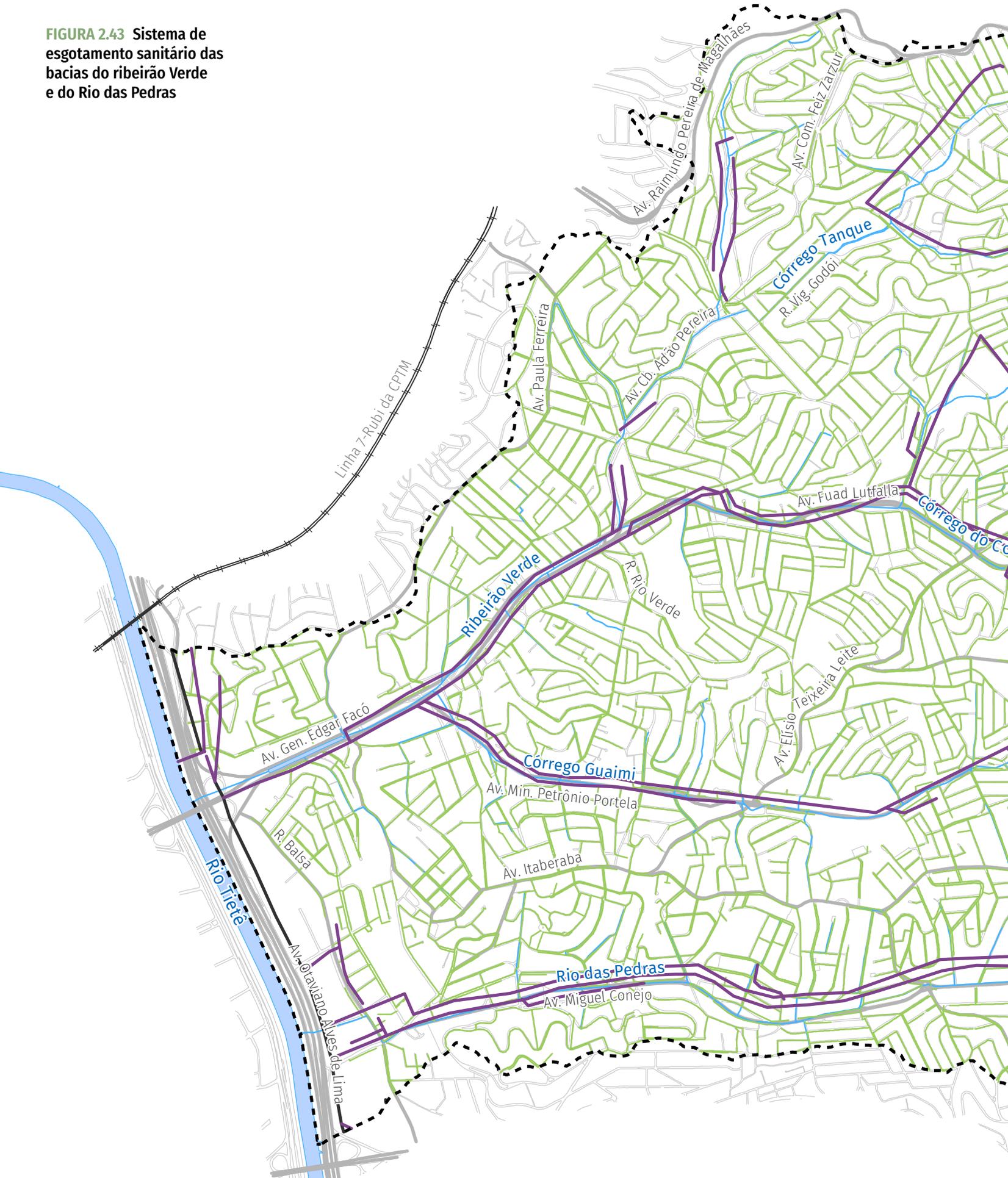
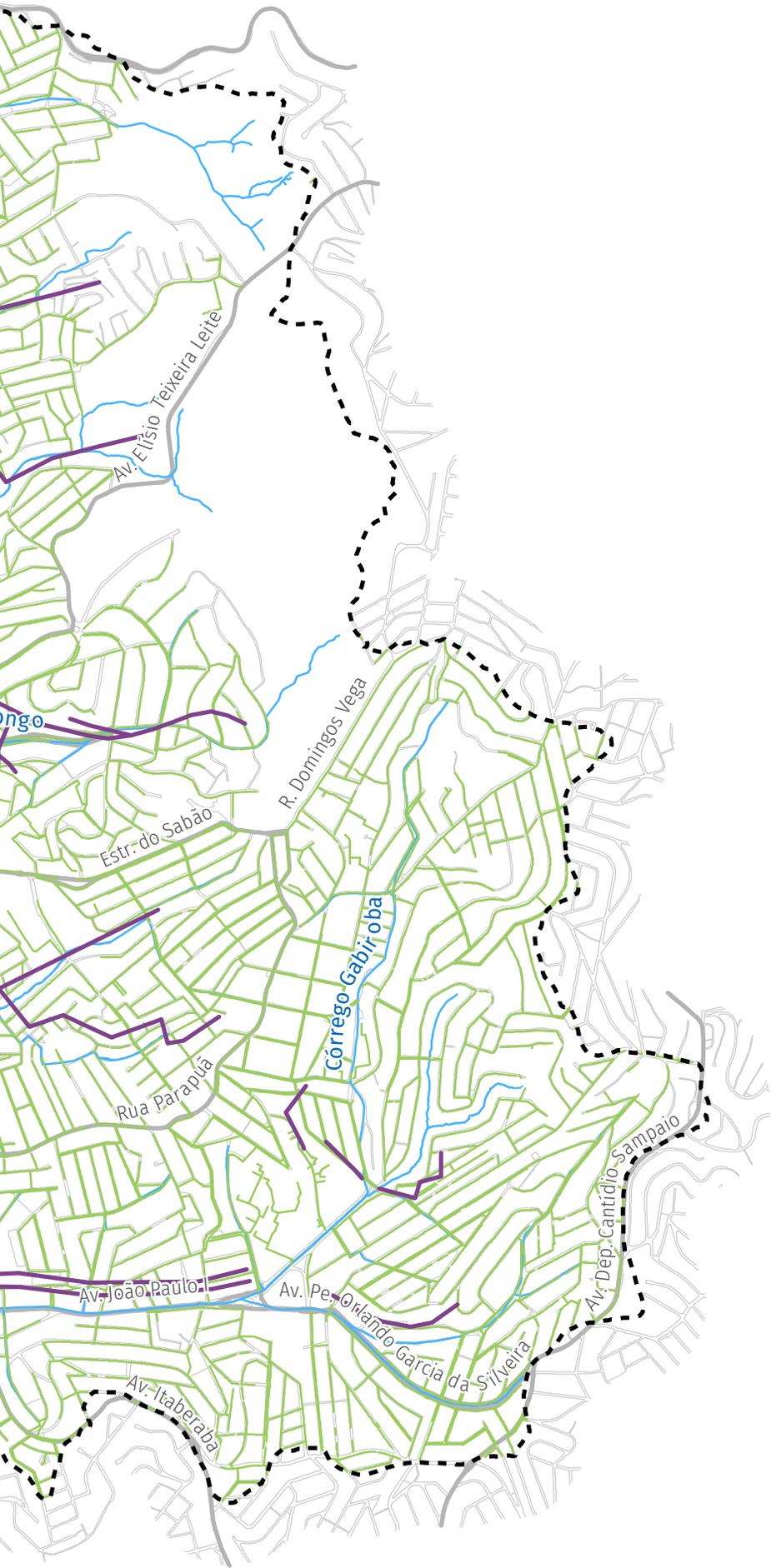


FIGURA 2.43 Sistema de esgotamento sanitário das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras





Convenção

-  Área de drenagem
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Linha férrea

Esgotamento sanitário

-  Coletor tronco existente
-  Interceptor existente
-  Rede de esgoto existente

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

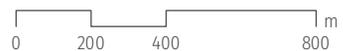
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),
 Mapa Hidrográfico do Município (2025), FCTH (2025) e
 Plano Diretor Estratégico (2014)



**PREFEITURA DE
 SÃO PAULO**



Fundação
 Centro Tecnológico
 de Hidráulica



2.12 SISTEMA VIÁRIO

Historicamente, a implantação de avenidas em fundos de vale iniciou-se com o Plano de Avenidas, projeto de sistema viário estrutural proposto para a capital paulista por Francisco Prestes Maia e João Florence de Ulhoa Cintra nas décadas de 1920 e 1930.

A partir da década de 1970, o aumento do número de intervenções dessa natureza foi associado ao Plano Nacional de Saneamento (Planasa), que liberou recursos federais para obras de saneamento básico. O Planasa tinha como objetivo a construção de estruturas de saneamento, o que incluiu a canalização de rios e córregos. Essas obras foram aproveitadas para a implantação de vias ao longo dos fundos de vale.

No Município de São Paulo, essa política foi reproduzida, a partir de 1987, pelo Programa de Canalização de Córregos e Construção de Avenidas de Fundo de Vale (PROCAV).

A Secretaria Municipal de Mobilidade e Trânsito (SMT) classifica o sistema viário do município de acordo com o art. 60 do Código de Trânsito Brasileiro (CTB): I – via de trânsito rápido (VTR); II – via arterial; III – via coletora; IV – via de pedestres; e V – via local. A hierarquia viária é estabelecida na ordem decrescente dessa classificação.

Assim, para o planejamento do sistema de drenagem urbana nos cadernos de Bacia

Hidrográfica, foi levantada a classificação viária disponibilizada pela Companhia de Engenharia de Tráfego (CET). Foram consideradas as vias mais importantes: as de trânsito rápido (VTR), que resguardam a importância funcional das conexões de longa distância e da fluidez; e as arteriais, com predominância de trânsito de passagem e onde estão localizados os corredores estruturais de transporte coletivo.

As bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras são estruturadas principalmente através de vias arteriais, existindo uma única via de trânsito rápido, a Avenida Otaviano Alves de Lima, que corta as áreas de contribuição direta paralelamente ao Rio Tietê.

Na bacia do ribeirão Verde, perto do limite com a bacia do córrego Pirituba, situam-se as avenidas Raimundo Pereira de Magalhães e Paula Ferreira. Esta, mais ao sul, apresenta um traçado que adentra o território da bacia do ribeirão Verde.

Na porção mais central, os principais eixos viários são: a Avenida Fuad Lutfalla, que se inicia no encontro do córrego do Congo com o ribeirão Verde e o acompanha até a transição para a Avenida General Edgar Facó, a qual segue paralelamente ao curso do ribeirão até cruzar com a VTR Avenida Otaviano Alves de Lima, já mencionada anteriormente; a Avenida Ministro Petrônio Portela, que começa perto do segundo

afluente do córrego Guaimi e segue paralela a ele até próximo de seu deságue no ribeirão Verde, onde cruza a Avenida General Edgar Facó; e, por fim, a Avenida Elísio Teixeira Leite, que tem seu início ao norte do Parque Municipal Morro Grande e segue em direção sudeste, passando nas proximidades da nascente do ribeirão Verde e cruzando os córregos do Congo e Guaimi, até encontrar a Avenida Itaberaba, já próxima à divisa com a bacia do Rio das Pedras.

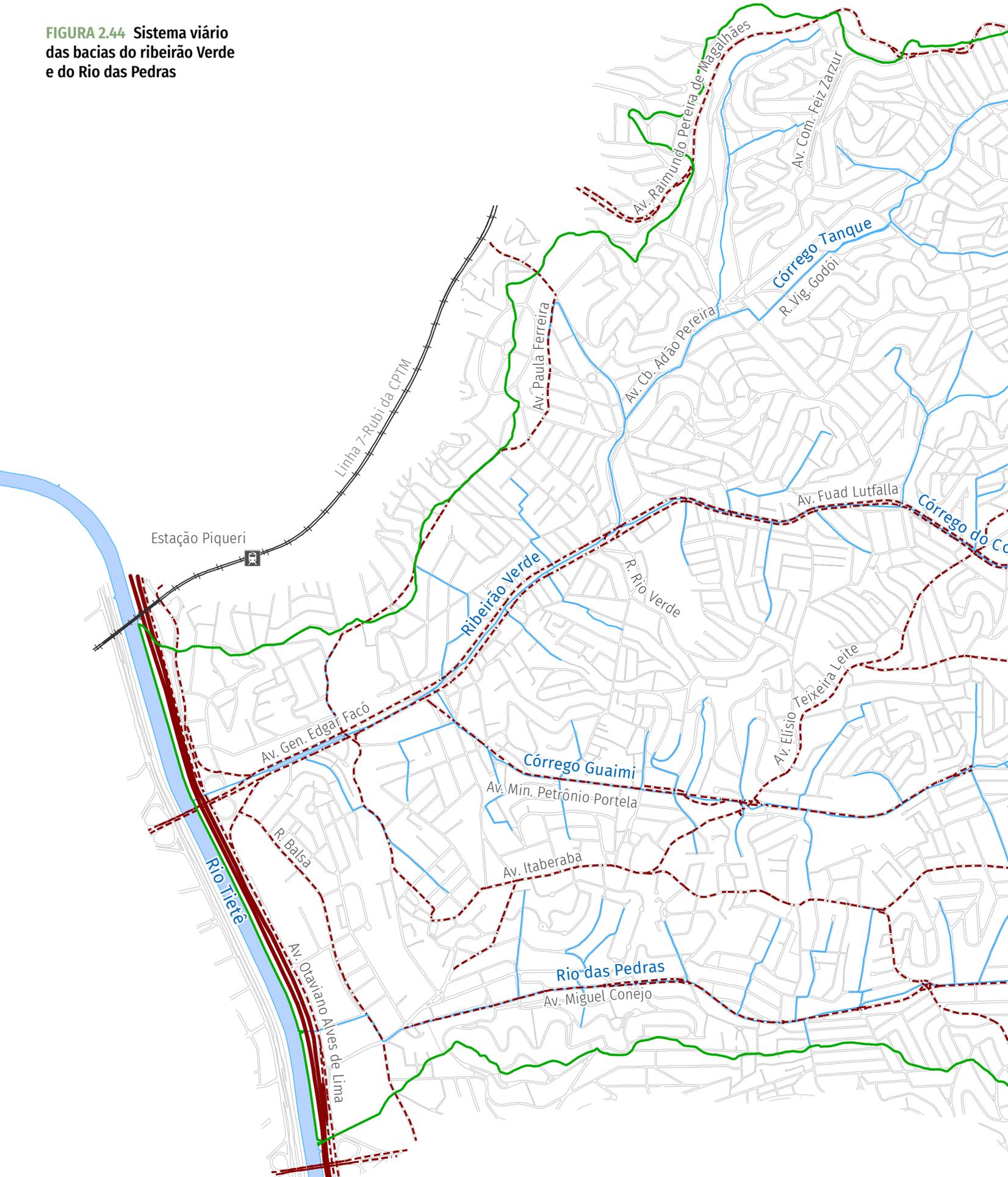
Na fronteira entre as bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras, há a Avenida Parapuã, que se inicia perto da nascente do Guaimi e segue paralelamente ao limite entre as bacias até o cruzamento com a Avenida Itaberaba. Esta última estende-se de leste a oeste, desde a divisa entre a bacia do Rio das Pedras e o córrego Cabuçu de Baixo, cruzando o Rio das Pedras até encontrar a

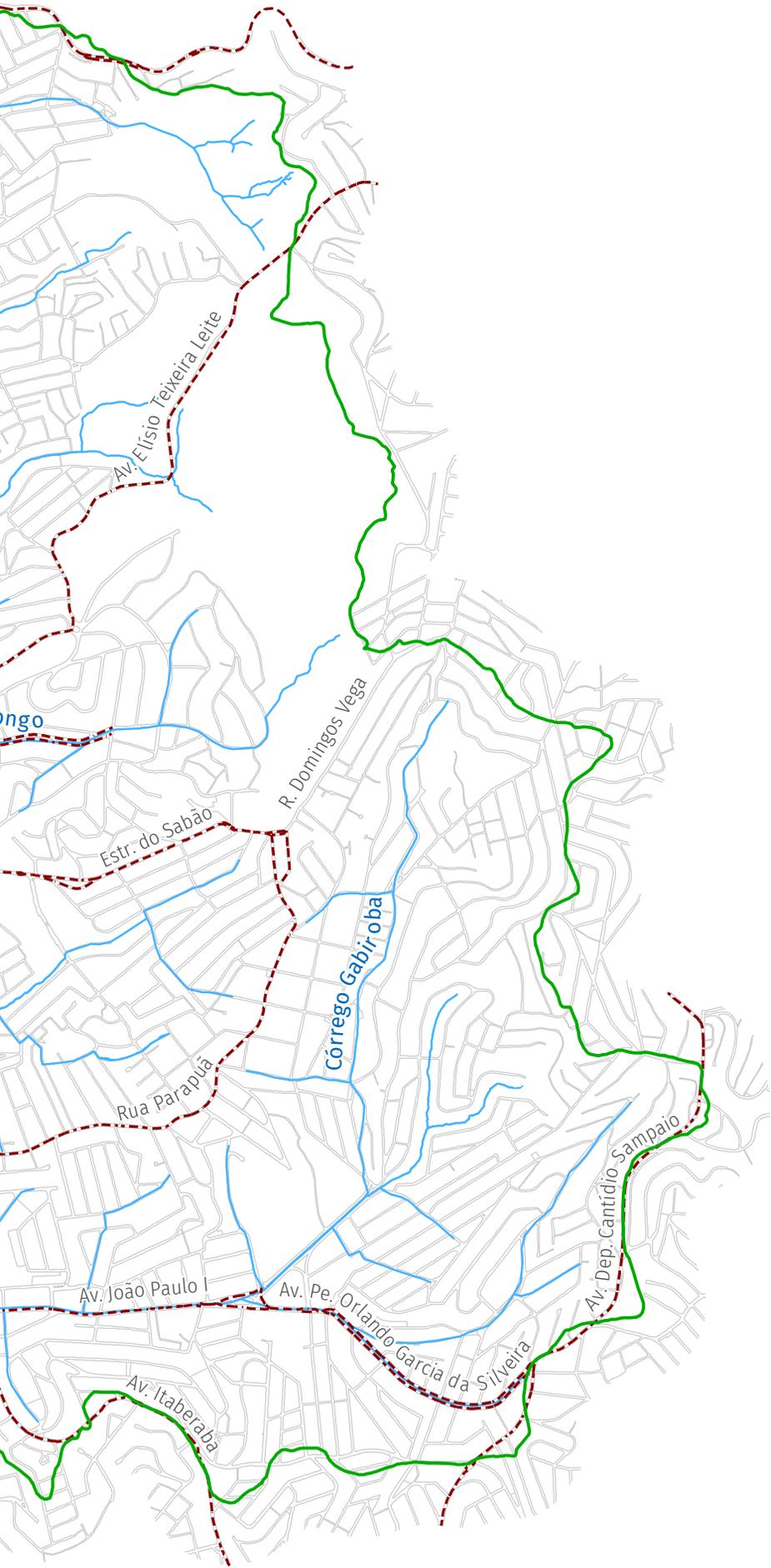
Avenida Parapuã, a partir de onde passa a seguir a fronteira com a bacia do ribeirão Verde, prolongando-se até quase o final da Avenida Paula Ferreira.

Por fim, na bacia do Rio das Pedras, entre as vias arteriais que a estruturam, temos a Avenida Padre Orlando Garcia da Silveira, que vai do nordeste da bacia, próximo à divisa com a do córrego Cabuçu de Baixo, e segue no sentido sudoeste, adentrando a área em estudo até as proximidades do Rio das Pedras, onde se transforma na Avenida João Paulo I. Esta acompanha o curso do rio até a altura da Praça da Advocacia, ponto em que dá lugar à Avenida Miguel Conejo, que prossegue paralela ao rio até as imediações da Avenida Nossa Senhora do Ó.

A **FIGURA 2.44** apresenta o sistema viário estrutural da bacia do ribeirão Verde e do Rio das Pedras.

FIGURA 2.44 Sistema viário das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras





Convenção

-  Área de drenagem
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Linha férrea/estação

Sistema viário

-  VTR – Via de Trânsito Rápido
-  Via arterial

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

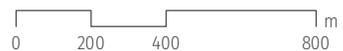
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),
 Mapa Hidrográfico do Município (2025), FCTH (2025) e
 CET (2019)



**PREFEITURA DE
 SÃO PAULO**



Fundação
 Centro Tecnológico
 de Hidráulica



Critérios para o estudo

A hidrologia urbana é a ciência das águas que trata das fases do ciclo hidrológico que ocorre nas bacias hidrográficas urbanizadas ou em processo de urbanização.

Os componentes principais do ciclo são: a precipitação, a infiltração da água no solo, o escoamento básico subterrâneo, a evaporação ou evapotranspiração, as retenções temporárias em depressões do terreno, a geração do escoamento superficial direto e o escoamento nos sistemas de drenagem, naturais ou artificiais.

Dessa forma, é necessário conhecer o regime de precipitação: sua magnitude, o risco de ocorrência e sua distribuição temporal e espacial.

Na hidrologia urbana, é fundamental conhecer detalhadamente as características da ocupação da bacia hidrográfica, pois isso influencia diretamente as taxas de infiltração, que resultam na chuva excedente, que, por sua vez, produz a onda de cheia. Além disso, as características fisiográficas da bacia, como área drenada, declividade, forma e o grau de intervenções no sistema de drenagem natural, canais, galerias, reservatórios de retenção etc., condicionam a velocidade com que a água escoar em

determinada seção do curso d'água. Esse processo interfere na magnitude das vazões durante as chuvas intensas.

O estudo hidrológico realizado contempla uma breve análise das precipitações ocorridas nas bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras, a partir dos registros do radar meteorológico e dos postos da rede telemétrica e, também, pelo cálculo das chuvas de projeto. Para a obtenção dos hidrogramas de projeto, foram analisados os parâmetros do escoamento superficial por sub-bacia de drenagem, tais como a impermeabilização atual e a impermeabilização máxima permitida segundo a atual LPUOS.

Para a estimativa da vazão de projeto, foi utilizado o modelo SWMM – Storm Water Management Model, desenvolvido pela EPA – Environmental Protection Agency, na interface gráfica PCSWMM em ambiente Windows. Foi considerada para o cálculo da infiltração a metodologia do CN, originalmente desenvolvida pelo Soil Conservation Service. O modelo utiliza o método de Saint-Venant para a análise hidrodinâmica do escoamento nas galerias e nos canais.

3.1 CHUVA DE PROJETO

A chuva de projeto consiste em um evento crítico de precipitação construído artificialmente com base em características estatísticas da chuva e em parâmetros de resposta das bacias hidrográficas. Essas características estatísticas e esses parâmetros são considerados através de dois elementos básicos:

- Tr – período de retorno da precipitação de projeto;
- tc – duração crítica do evento (min).

As precipitações de projeto são determinadas a partir de relações intensidade-duração-frequência (IDF) das bacias em estudo.

A relação IDF fornece a intensidade da precipitação para qualquer duração e período de retorno. A altura de precipitação pode ser obtida pela multiplicação da intensidade fornecida pela IDF pela sua correspondente duração.

As chuvas intensas para a região das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras foram estimadas através da equação IDF para a cidade de São Paulo (Equação 1), ajustada para o posto do Observatório IAG (Martinez e Piteri, 2015)³⁰.

30. MARTINEZ; PITERI, 2015 *apud* DAEE. **Precipitações Intensas do Estado de São Paulo**. São Paulo: DAEE/CTH, 2016.

$$i_{t_d, Tr} = A(t_d + B)^C + D(t_d + E)^F \left\{ G + H \ln \left[\ln \left(\frac{Tr}{Tr - 1} \right) \right] \right\}$$

válida para $10 \leq t \leq 1440$ min, onde:

$$A = 32,77$$

$$B = 20$$

$$C = -0,878$$

$$D = 16,1$$

$$E = 30$$

$$F = -0,9306$$

$$G = -0,4692$$

$$H = -0,8474$$

t_d é a duração da chuva, em minutos;

Tr é o período de retorno da chuva, em anos;

$i_{t_d, Tr}$ é a intensidade da chuva, em mm/min, para a duração t_d (min) e período de retorno Tr (em anos).

A tormenta de projeto frequentemente utilizada em projetos hidrológicos para bacias urbanas muito pequenas possui intensidade constante. Tal hipótese se fundamenta no fato de que a causa crítica das enchentes é a curta duração ou a elevada intensidade de precipitação. Pode ser demonstrado que o pico do escoamento superficial ocorre quando toda a área de drenagem contribui para o ponto em

consideração. Neste estudo, adotou-se a duração de chuva crítica de até 1 hora.

Desse modo, foram calculadas as precipitações para diferentes períodos de retorno e duração da chuva de até 1 hora, que são apresentadas na **TABELA 3.1**.

A distribuição temporal dos volumes precipitados condiciona o volume infiltrado e a forma do hidrograma de escoamento superficial direto originado pela chuva excedente.

Em razão da grande variabilidade temporal e espacial da precipitação, a distribuição temporal é comumente representada por distribuições empíricas. Algumas das mais utilizadas são: distribuição de blocos alternados (Tucci *et al.*, 1995)³¹, em que a precipitação é desagregada em passos de tempo discretizados pela duração total, os blocos de altura de chuva em cada passo são rearranjados de forma que a maior altura de precipitação seja colocada no centro de duração, e os blocos seguintes são posicionados de forma decrescente e alternados (direita e esquerda) do bloco central; e distribuição de Huff (Huff, 1967)³², em que foram analisados eventos extremos de precipitação na região de Illinois, a precipitação é classificada em quartis e determina-se,

31. TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L.; BARROS, M. T. **Drenagem urbana**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1995.

32. HUFF, F. A. Time Distribution of Rainfall in Heavy Storms. **Water Resources Research**, v. 3, n. 4, p. 1007-1019, 1967.

TABELA 3.1 Precipitações calculadas para diferentes períodos de retorno

Duração (min)	Precipitação (mm)				
	Tr 2 anos	Tr 5 anos	Tr 10 anos	Tr 25 anos	Tr 100 anos
10	8,2	11,2	13,1	15,5	19,1
20	11,9	16,1	18,9	22,5	27,7
30	9,6	13,0	15,3	18,1	22,4
40	7,0	9,5	11,1	13,2	16,3
50	2,3	3,1	3,6	4,3	5,3
60	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4
Precipitação total acumulada	39,6	53,7	63,0	74,8	92,2

para cada quartil, as curvas de probabilidade de excedência da precipitação sobre uma precipitação adimensional.

Devido ao comportamento estocástico da precipitação, levanta-se a hipótese de que a distribuição temporal típica deve ter dependência com a região e/ou o clima local, gênese do processo ou mesmo sazonalidade. Dessa maneira, realizou-se um extenso estudo para a determinação da distribuição temporal típica da precipitação no Município de São Paulo, que foi dividido em cinco regiões, de acordo com os grandes setores hídricos: Tietê – Norte; Tietê – Leste; Tietê – Centro; Pinheiros; e mananciais e áreas de proteção. Para cada uma das áreas de interesse, foram utilizados os postos telemétricos nos respectivos domínios. A **TABELA 3.2**

mostra a quantidade de postos analisados para cada um dos setores.

A determinação das distribuições foi efetuada em quatro etapas: separação de eventos; classificação de eventos quanto à duração; cálculo das porcentagens de cada passo de tempo; e cálculo das médias de porcentagens para cada passo de tempo. Tratando-se das bacias em estudo, localizadas no setor hídrico Tietê – Norte, foram analisados 3.476 eventos com duração de até 1 hora.

A **FIGURA 3.1** apresenta o hietograma de projeto para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 25 e 100 anos, discriminados em 10 minutos, levando em consideração a distribuição temporal da chuva, descrita anteriormente.

TABELA 3.2 Número de postos telemétricos analisados em cada setor hídrico

Setor	Número de postos	Mapa dos setores
Pinheiros	30	<p> Município de São Paulo Bacias hidrográficas Setor hídrico Pinheiros Tietê - Centro Tietê - Leste Tietê - Norte Sul e Mananciais </p>
Tietê - Centro	41	
Tietê - Leste	26	
Tietê - Norte	29	
Mananciais e áreas de proteção	17	

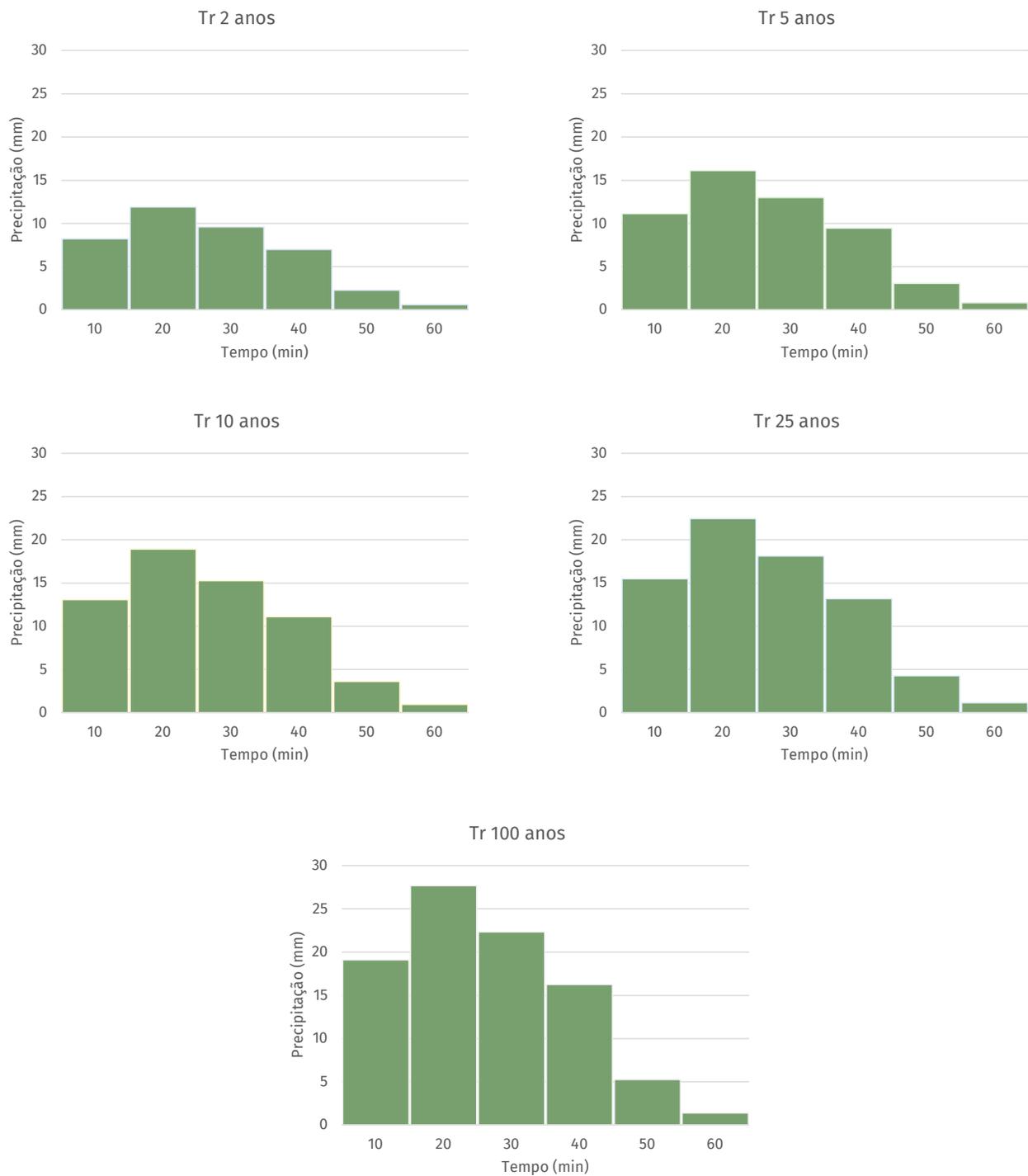


FIGURA 3.1 Hietogramas de projeto para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 25 e 100 anos

3.2 SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS

Para fins de modelagem, as bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras e suas ACD foram divididas em 32 sub-bacias, que obedecem à contribuição dos afluentes principais. A **TABELA 3.3** indica as principais características físicas de cada sub-bacia.

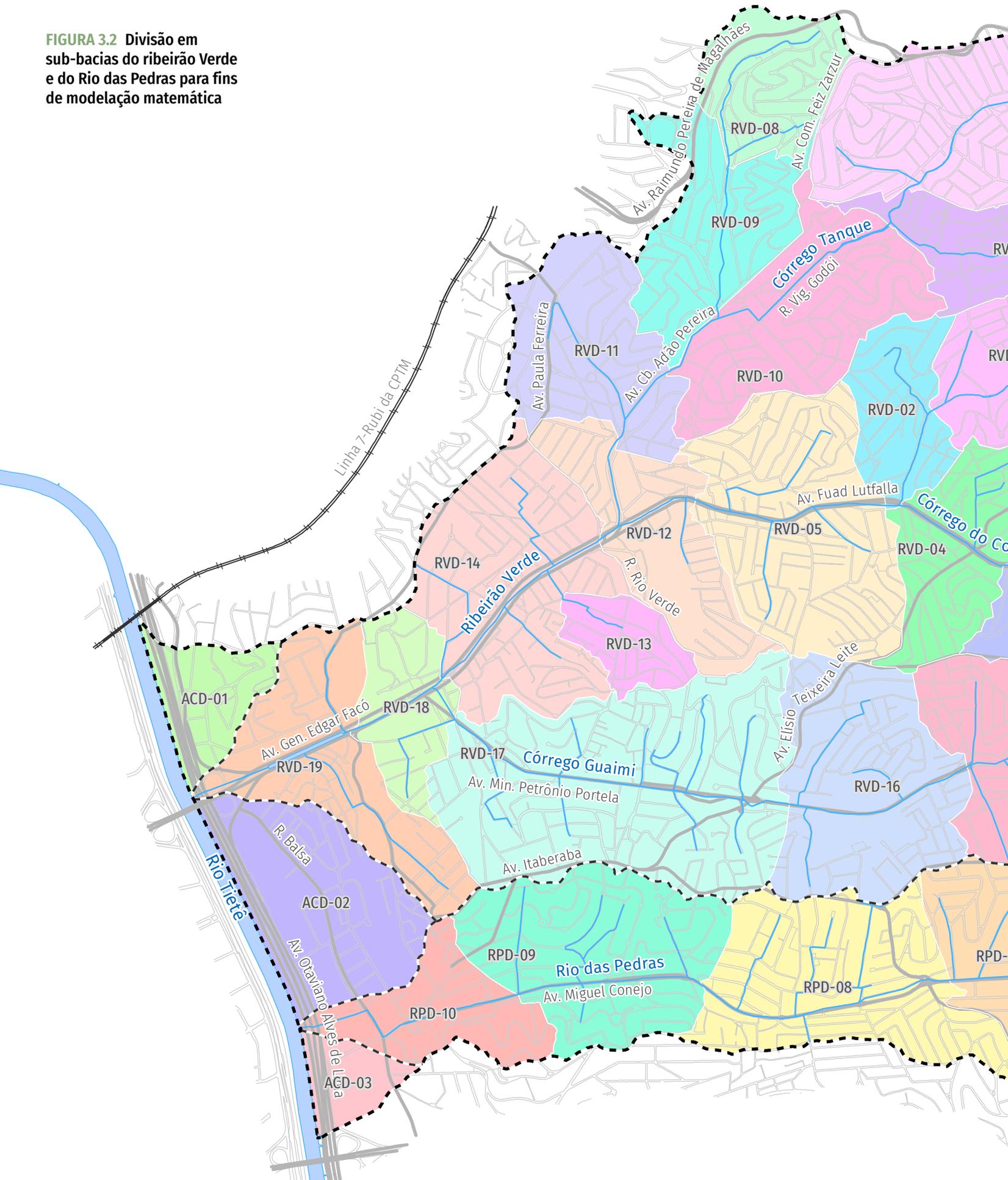
No mapa da **FIGURA 3.2** é apresentada a divisão de sub-bacias empregada no modelo hidrológico-hidráulico adotado.

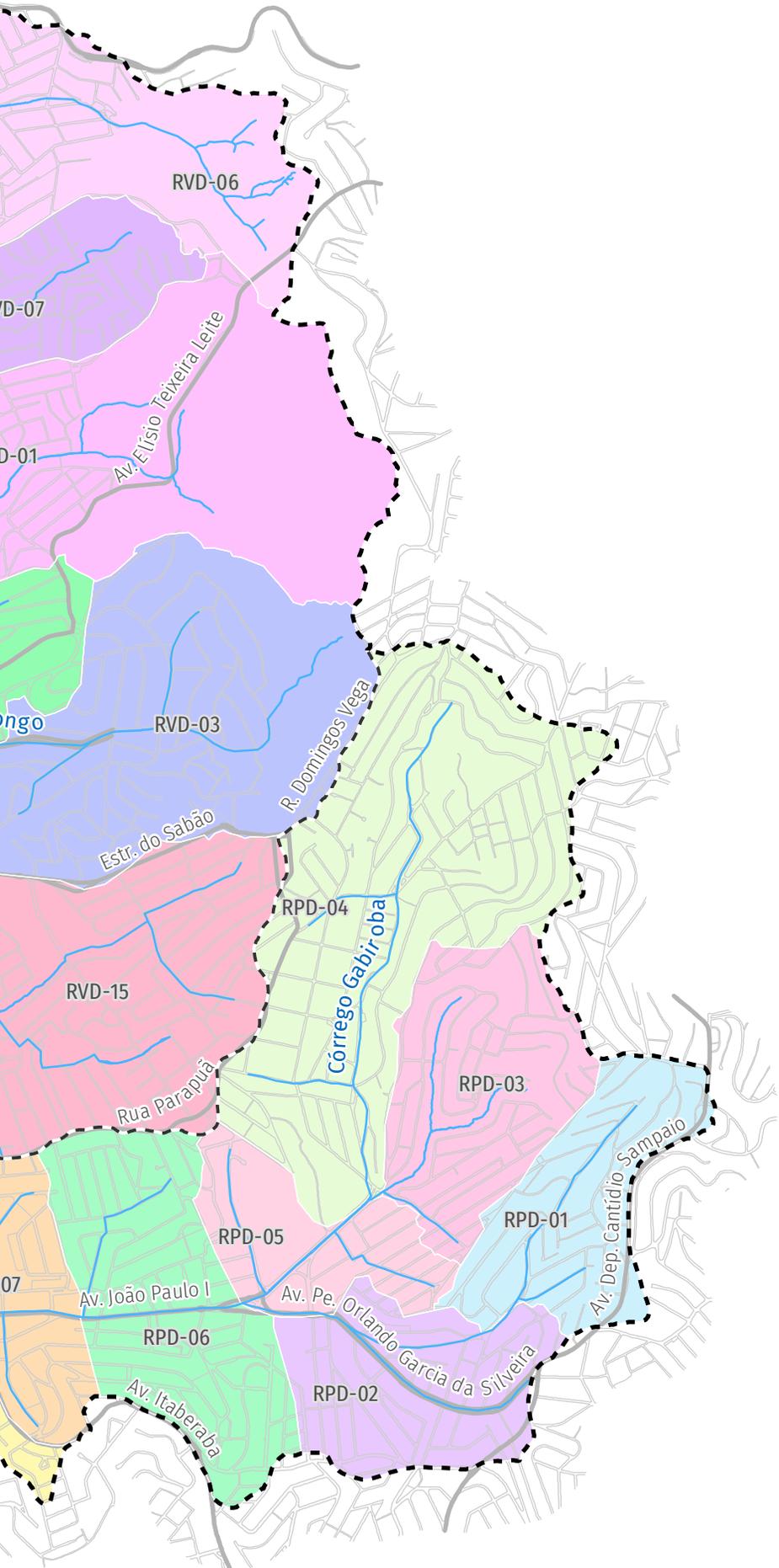
TABELA 3.3 Valor médio de impermeabilidade adotado na segmentação das imagens									
Sub-bacia	Área (km ²)	Declividade média da sub-bacia (%)	Declividade do talvegue (m/m)	Comprimento do talvegue (m)	Sub-bacia	Área (km ²)	Declividade média da sub-bacia (%)	Declividade do talvegue (m/m)	Comprimento do talvegue (m)
ACD-01	0,25	13,9	0,079	688	RVD-04	0,49	19,4	0,008	872
ACD-02	0,61	11,3	0,066	837	RVD-05	0,82	19,5	0,005	859
ACD-03	0,15	12,1	0,013	531	RVD-06	1,04	26,8	0,076	1.725
RPD-01	0,38	26,5	0,038	796	RVD-07	0,45	27,4	0,033	1.113
RPD-02	0,40	17,0	0,045	780	RVD-08	0,33	22,3	0,036	873
RPD-03	0,46	28,7	0,028	730	RVD-09	0,46	19,8	0,008	650
RPD-04	1,09	25,2	0,036	1.708	RVD-10	0,62	21,1	0,008	1.278
RPD-05	0,27	17,0	0,003	771	RVD-11	0,51	20,0	0,002	864
RPD-06	0,55	17,9	0,008	507	RVD-12	0,48	17,7	0,005	476
RPD-07	0,41	19,6	0,007	517	RVD-13	0,17	24,1	0,030	267
RPD-08	0,76	19,1	0,005	1.147	RVD-14	0,76	20,2	0,004	933
RPD-09	0,69	21,4	0,006	829	RVD-15	0,95	21,1	0,024	1.140
RPD-10	0,33	16,0	0,011	1.059	RVD-16	0,71	19,4	0,010	831
RVD-01	1,08	27,5	0,041	1.226	RVD-17	1,23	19,6	0,005	1.740
RVD-02	0,29	22,6	0,033	914	RVD-18	0,28	18,9	0,001	1.106
RVD-03	0,92	24,3	0,071	1.349	RVD-19	0,57	19,8	0,007	1.484



Foz do rio das Pedras no Rio Tietê (foto: FCTH)

FIGURA 3.2 Divisão em sub-bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras para fins de modelação matemática





Convenção

-  Área de drenagem
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Linha férrea

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),
 Mapa Hidrográfico do Município (2025) e FCTH (2025)



**PREFEITURA DE
 SÃO PAULO**



3.3 IMPERMEABILIZAÇÃO DAS BACIAS

A área impermeável atual foi estimada por meio de fotointerpretação de imagens aéreas disponíveis para a região de estudo³³. Essa avaliação consistiu na identificação das áreas permeáveis, ou espaços abertos, e impermeáveis, de acordo com cada uso do solo identificado nas bacias.

Para essa avaliação, foram selecionadas quadras com tipologias de uso do solo homogêneas e analisadas todas as tipologias de solo presentes nas bacias em estudo. A imagem aérea de cada quadra foi segmentada em três classes: os espaços abertos, que compreendem as áreas livres e as áreas verdes das bacias; as áreas edificadas, que incluem as edificações e as áreas pavimentadas; e uma categoria denominada “outros”, que engloba as áreas restantes, normalmente localizadas nas bordas de edificações e terrenos. Para cada uma das classes, foram adotados valores médios de impermeabilidade, conforme apresentado na **TABELA 3.4**.

A impermeabilização resultante para cada tipologia de uso do solo na bacia do ribeirão Verde e do Rio das Pedras, por sua vez, é apresentada na **TABELA 3.5**.

TABELA 3.4 Valor médio de impermeabilidade adotado na segmentação das imagens

Classe	% Impermeável adotada
Espaços abertos	15
Áreas edificadas	95
Outros	80

TABELA 3.5 Impermeabilização resultante por tipologia de uso do solo

Uso do solo	% Impermeável
Comércio e serviços	82,2
Comércio, serviços, indústria e armazém	80,8
Equipamento urbano	78,2
Espaço aberto	30,2
Indústria e armazém	79,4
Residencial, comércio e serviços	84,9
Residencial, indústria e armazém	83,5
Residencial horizontal baixo padrão	92,6
Residencial horizontal médio alto padrão	93,1
Residencial vertical baixo padrão	79,2
Residencial vertical médio alto padrão	85,3
Mata	10,0
Pavimento	94,8

³³. Como base dessa análise, foram utilizadas as ortofotos de alta resolução do Mapa Digital da Cidade (2020).

Assim, os valores de impermeabilização atual das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras foram obtidos considerando as tipologias de uso do solo e as respectivas porcentagens de área impermeável. A **FIGURA 3.3** ilustra a impermeabilização atual das bacias.

A metodologia adotada para a estimativa da impermeabilização máxima permitida para as bacias partiu dos limites para a taxa de permeabilidade mínima, estabelecidos pela Lei nº 16.402/2016 (Quadro 3A), que disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação do solo no Município de São Paulo.

Os valores da taxa de permeabilidade para cada perímetro de qualificação ambiental foram apresentados na **TABELA 2.3**. Assim, respeitando os valores exigidos, a taxa de impermeabilização máxima no Município de São Paulo foi obtida através da normalização com a taxa de permeabilidade.

O resultado desse estudo gerou o mapa de impermeabilização máxima permitida, apresentado na **FIGURA 3.4**.

A **TABELA 3.6** indica a parcela de área impermeável de cada sub-bacia do ribeirão Verde e do Rio das Pedras, para a condição atual e a máxima permitida por lei.

No total das 32 sub-bacias, apenas duas apresentam taxa de impermeabilidade média menor que a máxima permitida por lei, evidenciando um cenário atual ainda mais crítico do que seria permitido pelas restrições resultantes da LPUOS. Verificam-se diferenças de mais de 5% entre a taxa atual (maior) e a máxima permitida (menor). A impermeabilização média atual das bacias é de 86%, em contraposição à máxima permitida, que é de 84%. A maior impermeabilidade é precursora de picos de vazão e de velocidade de escoamento superficial mais elevada, de modo que, em termos hidrológicos, o hidrograma para o cenário atual é mais crítico do que no cenário permitido por lei.

TABELA 3.6 Área impermeável atual e máxima permitida por lei

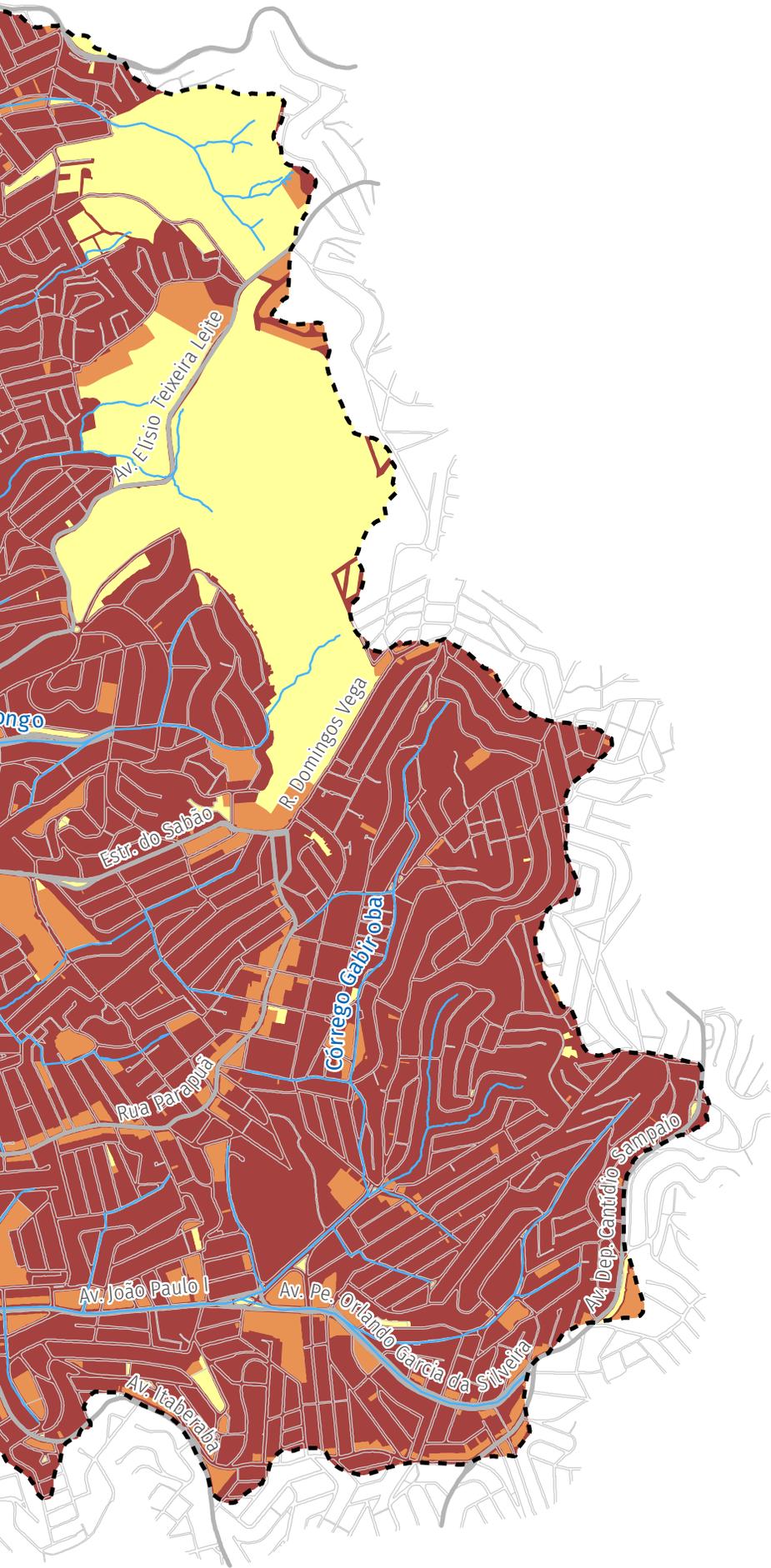
Sub-bacias	Área impermeável (%)		Sub-bacias	Área impermeável (%)	
	Atual	Máxima permitida		Atual	Máxima permitida
ACD-01	86,8	84,9	RVD-04	90,5	86,9
ACD-02	83,3	82,8	RVD-05	90,4	86,6
ACD-03	84,4	82,9	RVD-06	68,3	78,8
RPD-01	91,7	87,4	RVD-07	85,5	83,5
RPD-02	90,8	90,4	RVD-08	83,1	86,4
RPD-03	92,6	88,0	RVD-09	84,5	80,4
RPD-04	91,7	88,1	RVD-10	90,4	86,4
RPD-05	89,6	89,5	RVD-11	89,9	84,9
RPD-06	90,6	90,5	RVD-12	86,1	85,5
RPD-07	90,5	87,9	RVD-13	91,5	86,2
RPD-08	88,6	86,4	RVD-14	88,8	85,9
RPD-09	89,3	86,0	RVD-15	90,8	88,2
RPD-10	83,6	82,0	RVD-16	86,3	85,3
RVD-01	52,3	51,7	RVD-17	89,3	86,0
RVD-02	91,4	86,3	RVD-18	86,7	84,0
RVD-03	71,7	67,0	RVD-19	85,0	83,7



Foto aérea do ribeirão verde, vista para jusante, trecho aberto junto à Av. Gen. Edgar Facó (foto: FCTH)

FIGURA 3.3 Impermeabilização atual na bacia do ribeirão Verde e do Rio das Pedras





Convenção

-  Área de drenagem
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Linha férrea

Área impermeável atual (%)

-  0 – 34
-  35 – 74
-  75 – 84
-  85 – 100

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),
 Mapa Hidrográfico do Município (2025), FCTH (2025) e
 Secretaria Municipal da Fazenda (2013, atualizado)



**PREFEITURA DE
 SÃO PAULO**



Fundação
 Centro Tecnológico
 de Hidráulica

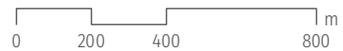
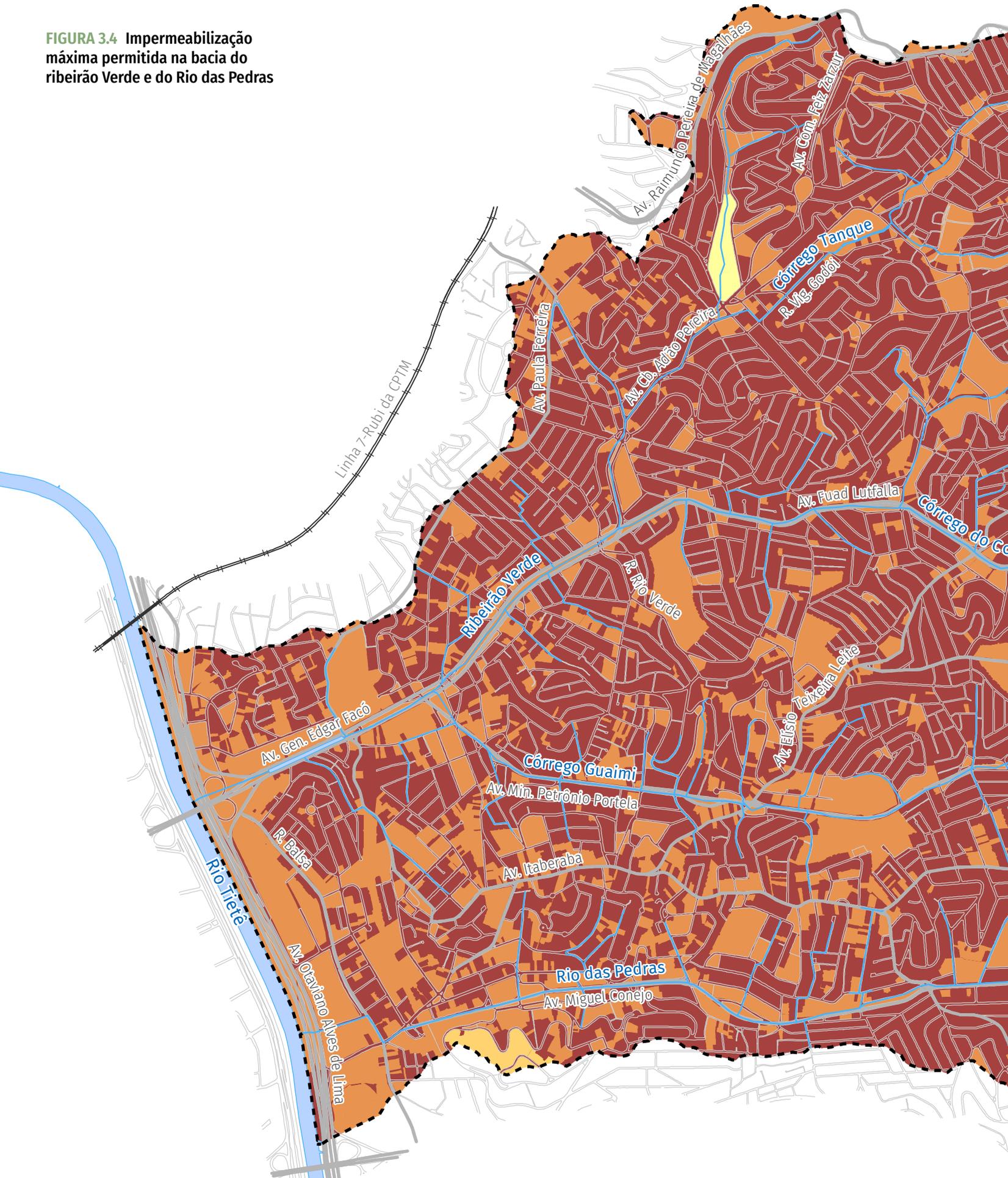
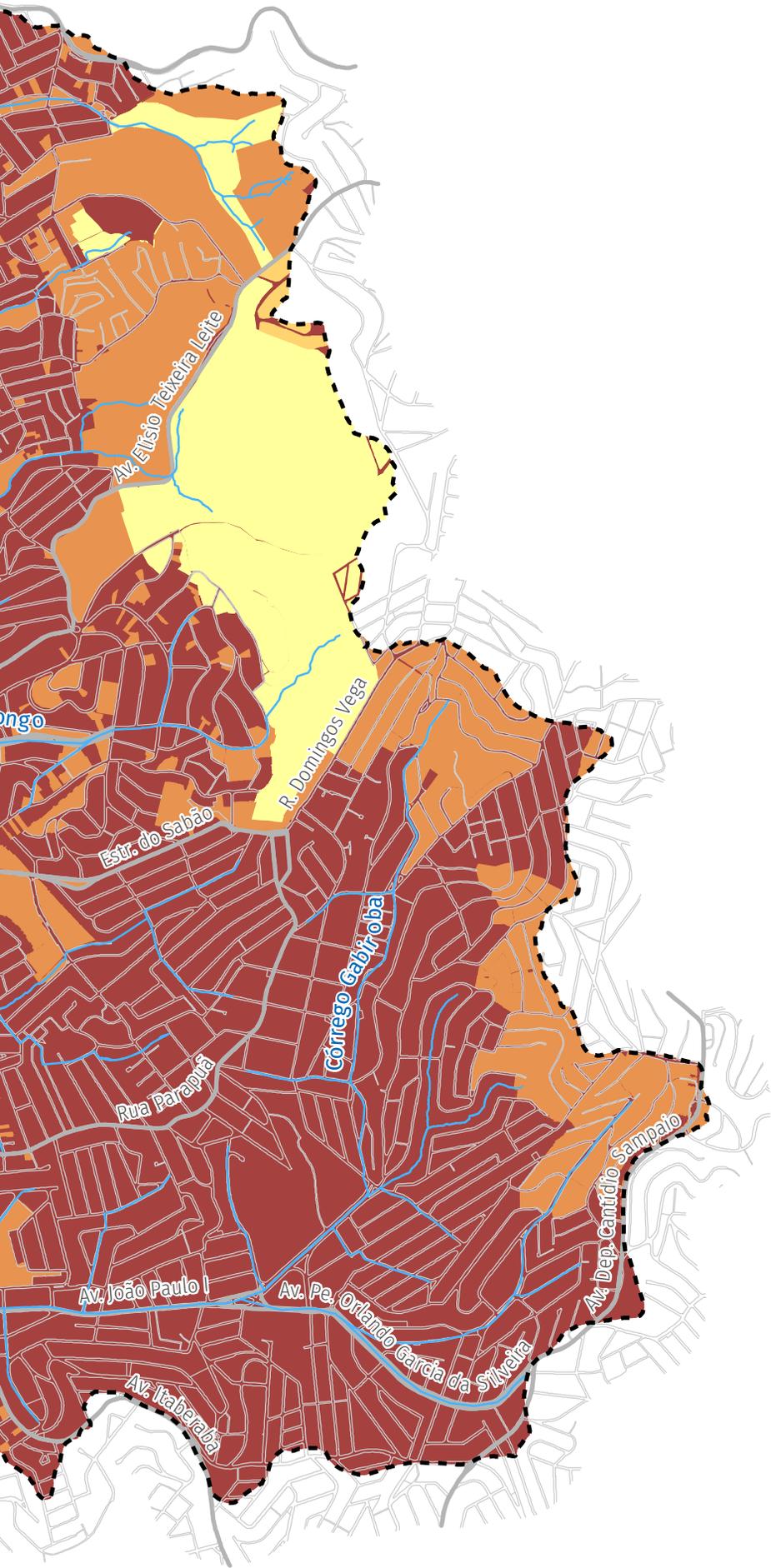


FIGURA 3.4 Impermeabilização máxima permitida na bacia do ribeirão Verde e do Rio das Pedras





Convenção

-  Área de drenagem
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Linha férrea

Área impermeável máxima permitida por lei (%)

-  0 – 34
-  35 – 74
-  75 – 84
-  85 – 100

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

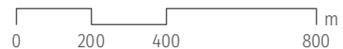
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),
 Mapa Hidrográfico do Município (2025), FCTH (2025) e
 Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (2016)



**PREFEITURA DE
 SÃO PAULO**



Fundação
 Centro Tecnológico
 de Hidráulica



Mapeamento de áreas críticas

Como metodologia para auxiliar a tomada de decisão quanto às ações prioritárias no controle de cheias no Município de São Paulo, foi produzido o mapa de áreas críticas das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras. Esse mapa considera as áreas inundáveis associadas ao risco hidrológico, ao risco de inundação, ao sistema viário principal e aos equipamentos urbanos vulneráveis localizados em áreas inundáveis.

4.1 ÁREAS INUNDÁVEIS

Foi realizado o mapeamento das áreas suscetíveis a inundações a partir da modelagem matemática hidráulica e hidrológica para períodos de retorno de 2, 5, 10, 25 e 100 anos. O mapa obtido com as manchas de inundação para cada T_r é apresentado na **FIGURA 4.1**.

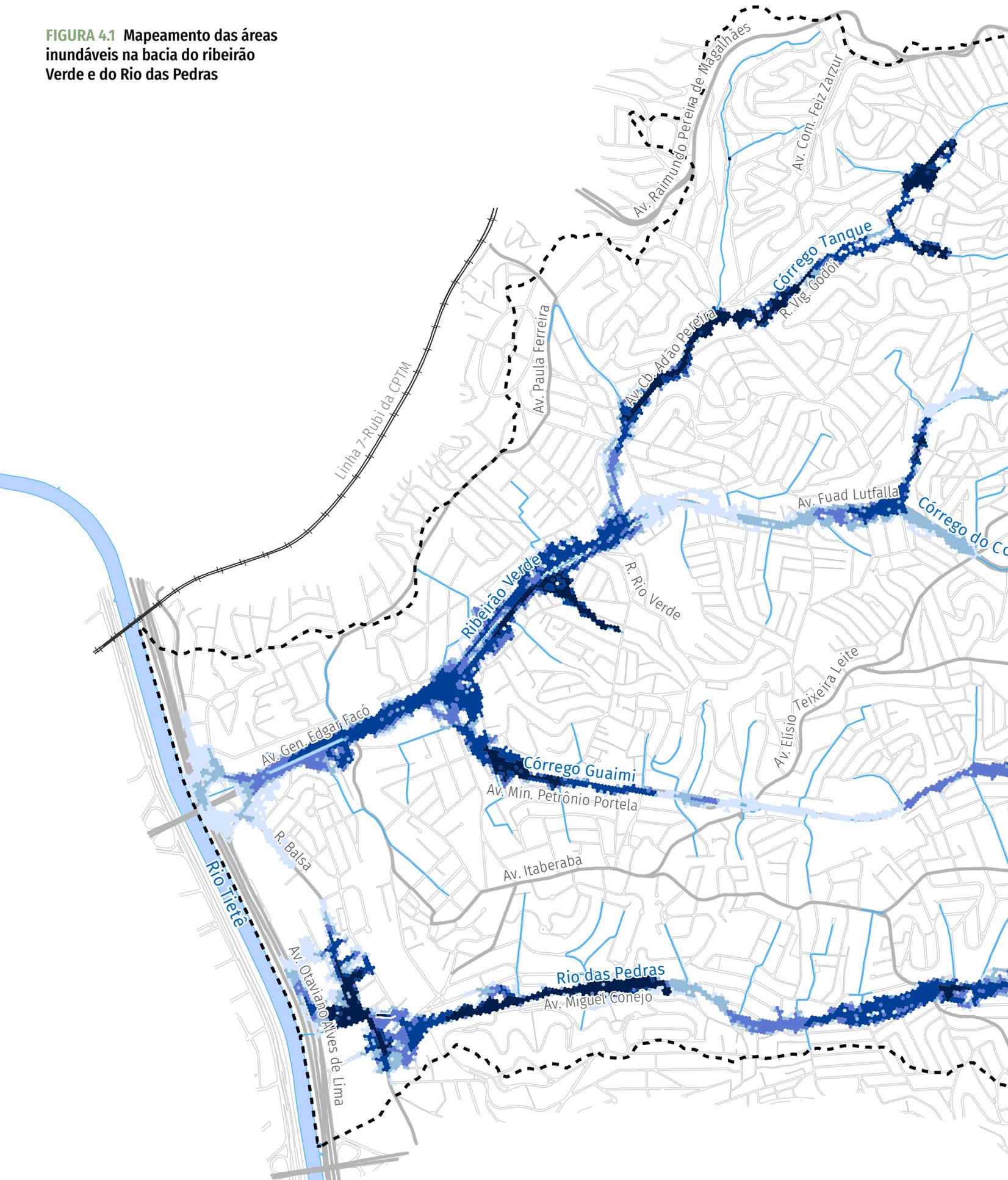
Conforme já apontado no Plano Municipal de Gestão do Sistema de Águas Pluviais, componente do Plano Diretor de Drenagem de São Paulo (PDD), a regulamentação do uso das áreas inundáveis pode ocorrer

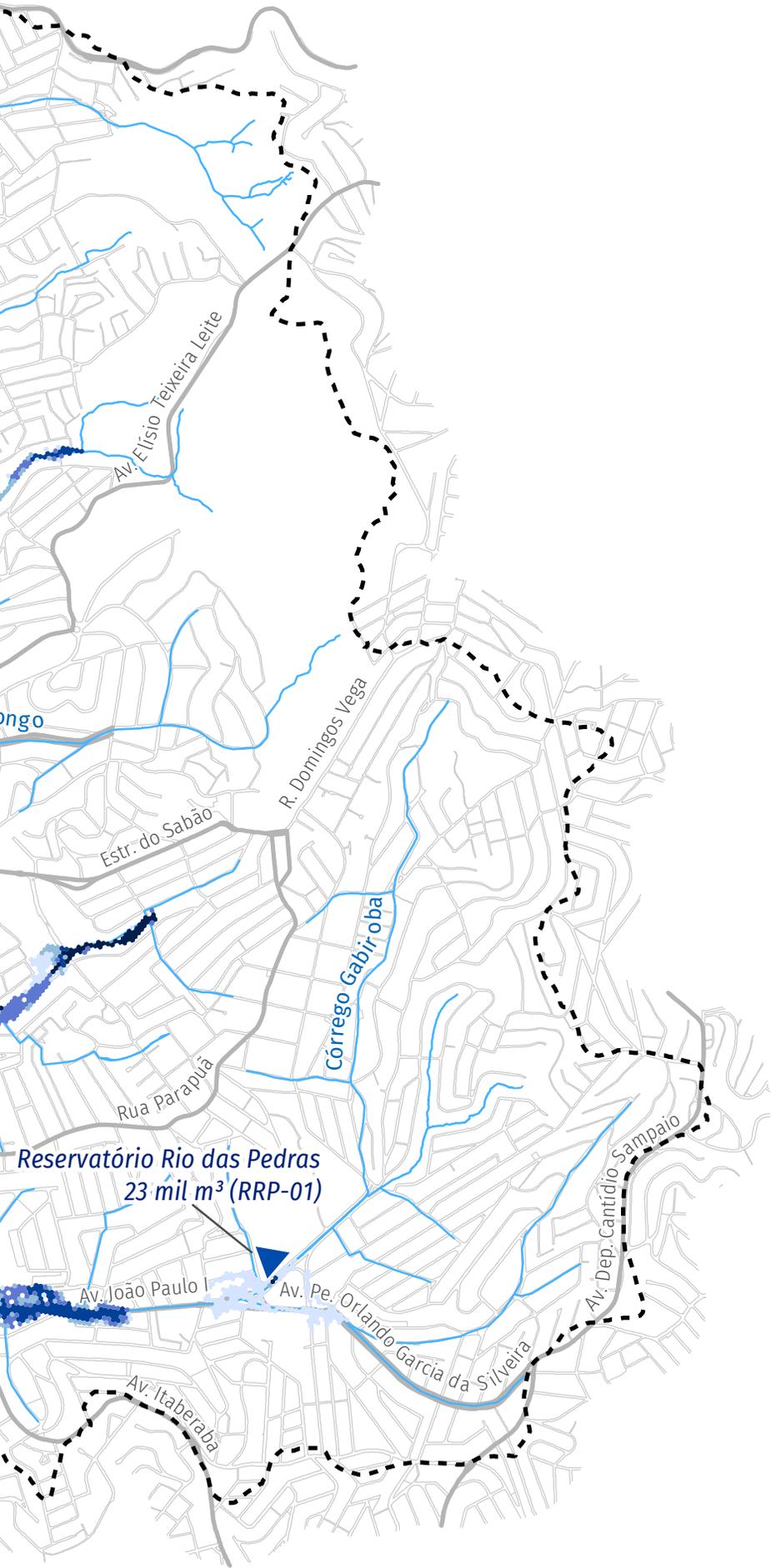
a partir do zoneamento dos fundos de vale, de acordo com o risco hidrológico. Esse zoneamento permite o estabelecimento de regras para o uso e a ocupação das áreas em conformidade com o risco de inundação.



Foto aérea das imediações da R. Balsa, próximo à foz do rio das Pedras no Rio Tietê (foto: FCTH)

FIGURA 4.1 Mapeamento das áreas inundáveis na bacia do ribeirão Verde e do Rio das Pedras





Convenção

-  Área de drenagem
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Linha férrea
-  Reservatório existente

Período de retorno (anos)

-  2
-  5
-  10
-  25
-  100

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

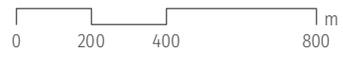
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),
 Mapa Hidrográfico do Município (2025) e FCTH (2025)



**PREFEITURA DE
 SÃO PAULO**



Fundação
 Centro Tecnológico
 de Hidráulica



4.2 ÁREAS CRÍTICAS

O mapa de áreas críticas foi elaborado a partir da sobreposição das áreas sensíveis das bacias próximas aos córregos. Dentre essas áreas, foram considerados os equipamentos urbanos vulneráveis, cortiços e favelas, o sistema viário (**FIGURA 2.44**) e as áreas de risco de inundação.

Em equipamentos urbanos vulneráveis, classificam-se as áreas destinadas às instituições de ensino, tais como escolas, creches e faculdades, e às instituições de serviços de saúde. Essas áreas foram incluídas nas análises por retratarem locais com alta vulnerabilidade em função da grande concentração de pessoas.

O conceito de risco é variável em função do contexto em que ele é aplicado, porém, está associado às perdas, sejam elas econômicas, sociais ou ambientais. Podemos definir o risco como a probabilidade de ocorrer danos ou perdas (econômicas, sociais ou ambientais) resultantes da interação entre perigos naturais e os sistemas humanos (UNDP, 2004³⁴).

A partir desse conceito, foi realizada a estimativa do risco de inundação considerando

a combinação de três componentes: a probabilidade de ocorrência de dano, o elemento do risco e a vulnerabilidade (Equação 2).

$$R = H \times P \times V$$

Onde: R é o risco de inundação; H é a probabilidade da ocorrência do evento hidrológico; P indica a componente da população exposta ao risco; e V , a vulnerabilidade.

O produto $H \times P$ indica o perigo de dano causado pelo evento hidrológico. Neste estudo, foram considerados os seguintes valores de H : $Tr\ 2 = 0,5$; $Tr\ 5 = 0,2$; $Tr\ 10 = 0,1$; $Tr\ 25 = 0,04$ e $Tr\ 100 = 0,01$.

Para a componente populacional P , foi atribuído o valor da densidade populacional, em habitante por quilômetro quadrado, pertencente ao setor censitário e correspondente às áreas contidas nas manchas de inundação geradas em cada período de retorno.

Por fim, a componente de vulnerabilidade V foi considerada em função do Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS).

Os resultados obtidos pelo cruzamento das três componentes de risco de inundação estão apresentados na **TABELA 4.1**.

34. UNDP (United Nations Development Program). **Reducing disaster risk: a challenge for development**. Nova York: UNDP, 2004.

Os valores encontrados para o risco foram divididos em quatro classes, conforme pode ser observado na tabela em questão.

A **FIGURA 4.2** apresenta o infográfico com os dados utilizados na estimativa das áreas de risco de inundação.

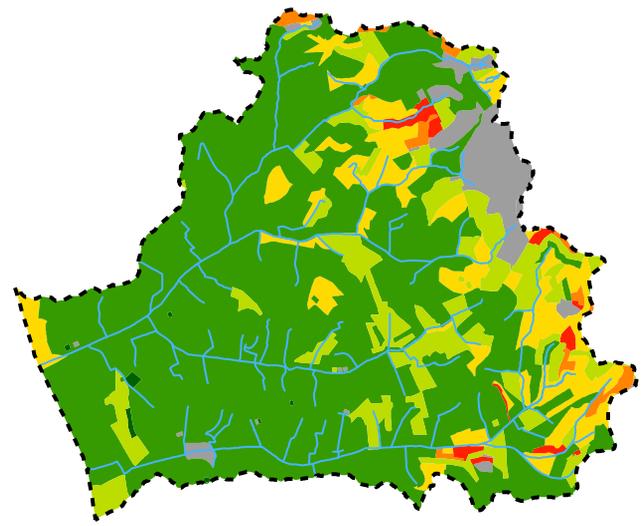
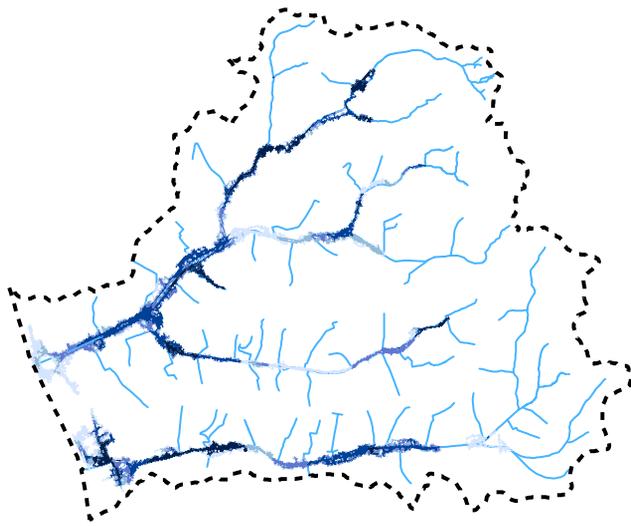
Em seguida, a **FIGURA 4.3** indica o infográfico com os dados utilizados para a obtenção do mapa de áreas críticas, e o mapa de áreas críticas resultante dessa análise é apresentado na **FIGURA 4.4**.

TABELA 4.1 Graus de risco de inundação		
Grau de risco	Escala*	% da área de risco
Baixo	0 – 0,002	34,1
Médio	0,002 – 0,01	27,0
Alto	0,01 – 0,04	29,8
Muito alto	0,04 – 1	9,1

* Essa escala foi adotada em função da análise para o Município de São Paulo.

FIGURA 4.2 Dados utilizados na obtenção do risco de inundação

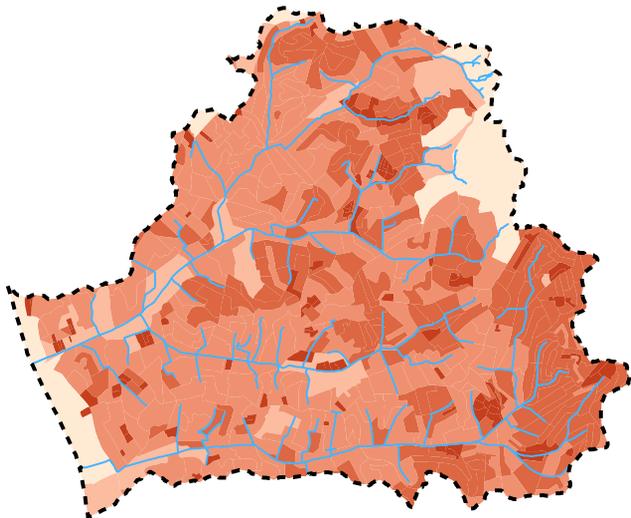
Convenção
— Rede de drenagem
- - - - - Bacia hidrográfica



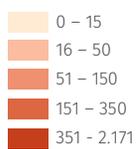
Período de retorno (anos)



Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS)



Densidade demográfica (hab/ha)



Nº de habitantes: 263 mil (IBGE, 2022)

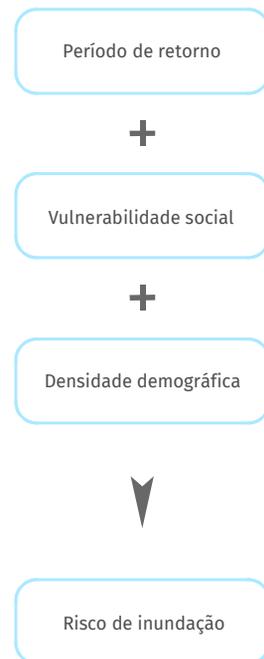
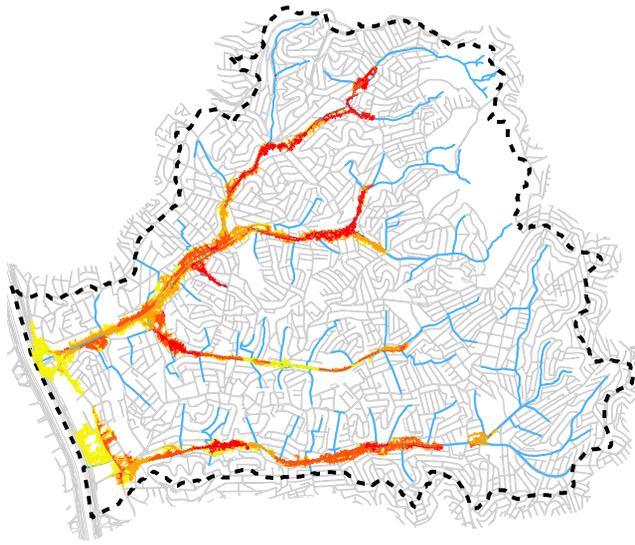


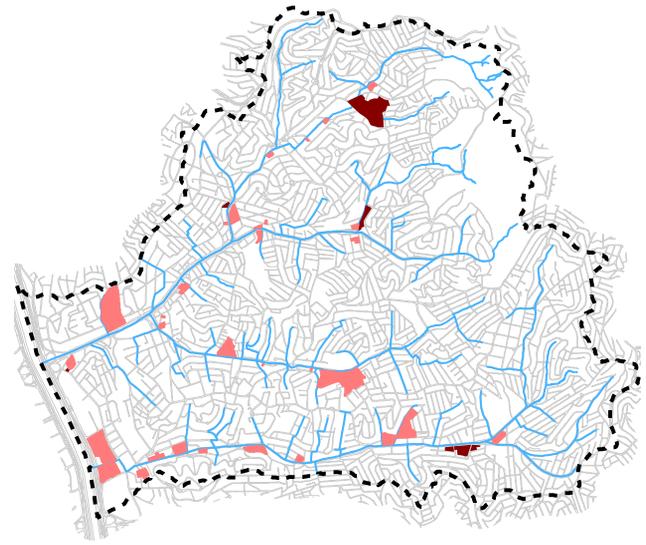
FIGURA 4.3 Dados utilizados na obtenção das áreas críticas

Convenção
— Rede de drenagem
- - - - - Bacia hidrográfica



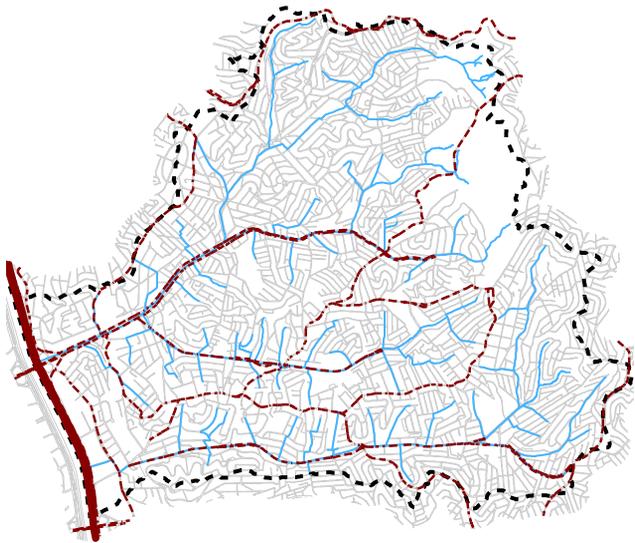
Risco de inundação

- Baixo
- Médio
- Alto
- Muito alto



Áreas vulneráveis

- Equipamento urbano vulnerável
- Favela



Sistema viário

- VTR – Via de Trânsito Rápido
- Via arterial

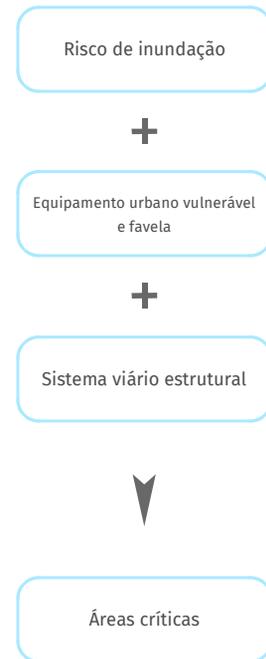
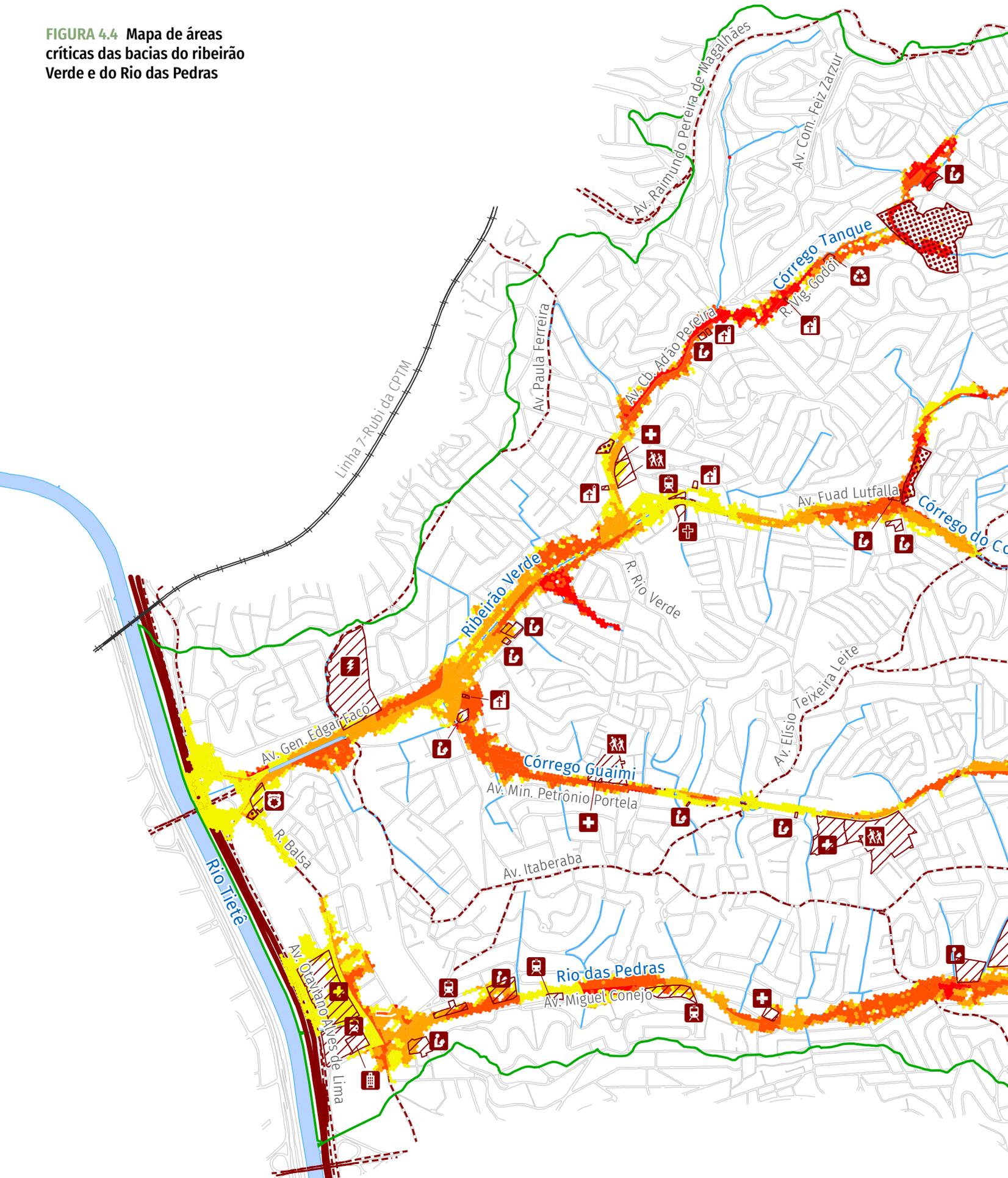
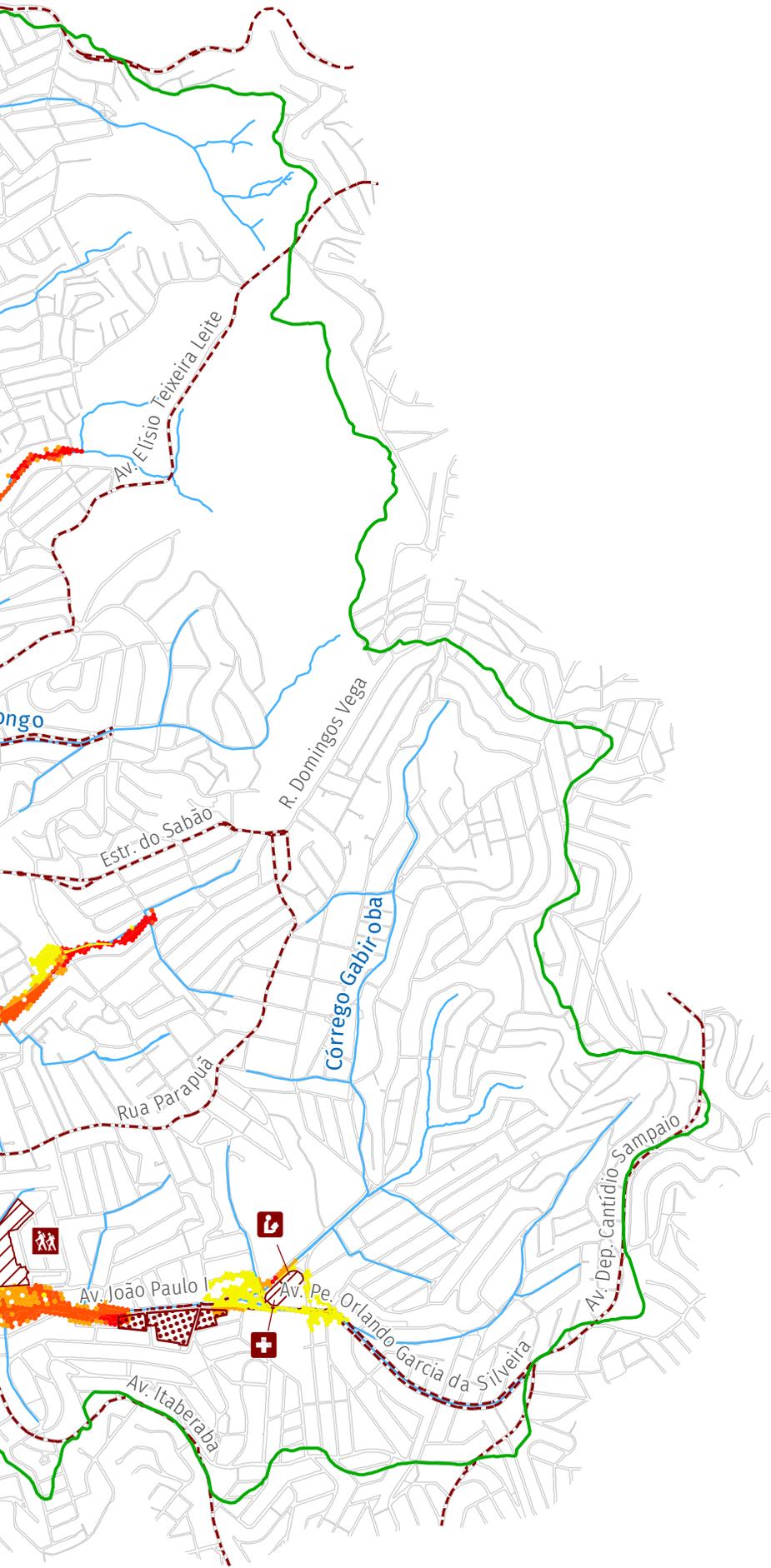


FIGURA 4.4 Mapa de áreas críticas das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras





Convenção

-  Área de drenagem
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Linha férrea

Áreas críticas

Risco de inundação

-  Baixo
-  Médio
-  Alto
-  Muito alto

Sistema viário estrutural

-  VRT – Via de Trânsito Rápido
-  Via arterial
-  Favela
-  Equipamento urbano vulnerável
-  Serviço de saúde
-  Unidade de ensino
-  Segurança Pública
-  Centro cultural, esportivo ou de lazer
-  Administração pública
-  Estação metroviária/ferroviária/rodoviária
-  Serviço religioso
-  Ecoponto
-  Infraestrutura elétrica

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

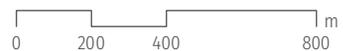
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),
 Mapa Hidrográfico do Município (2025) e FCTH (2025)



**PREFEITURA DE
 SÃO PAULO**



Fundação
 Centro Tecnológico
 de Hidráulica

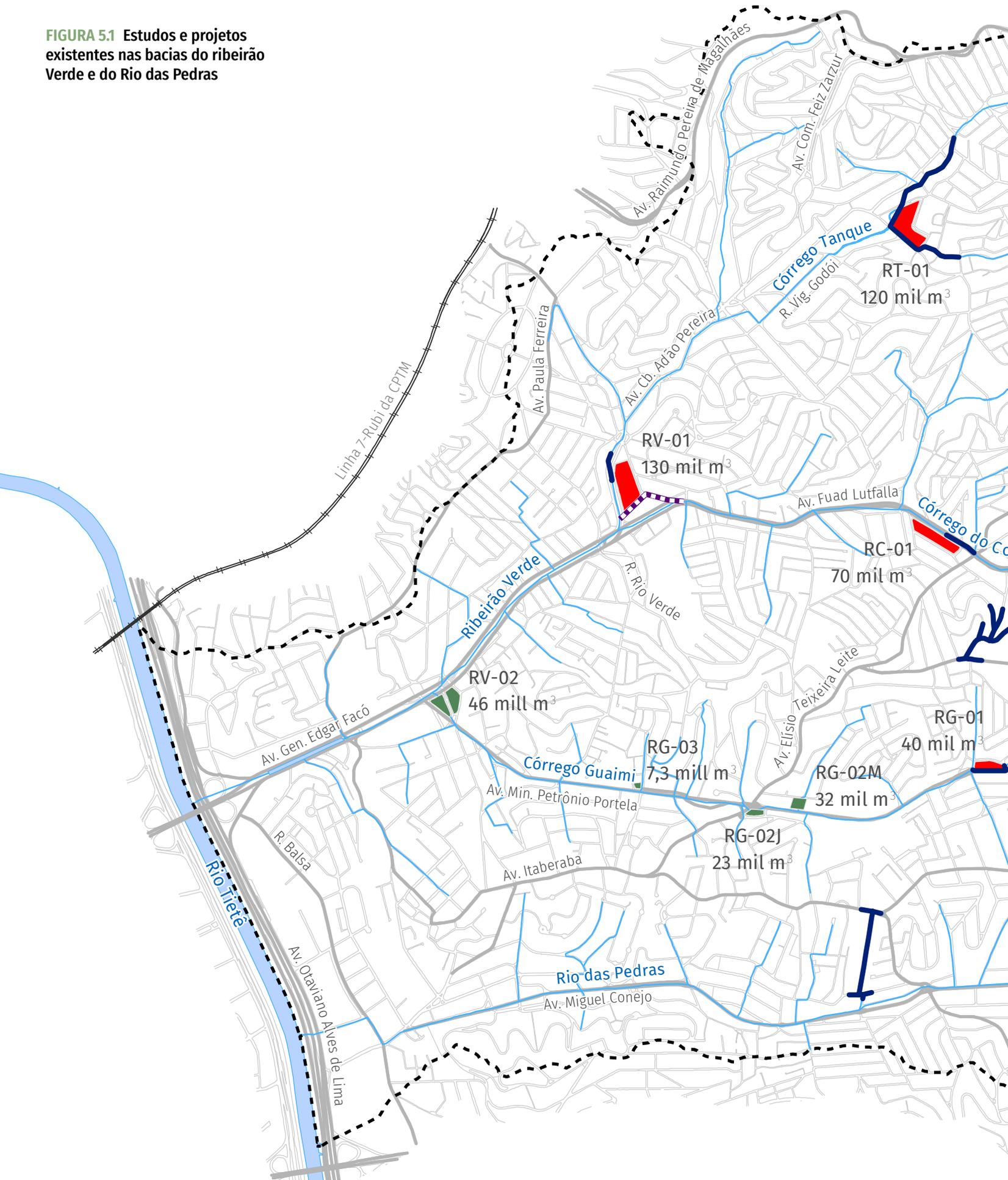


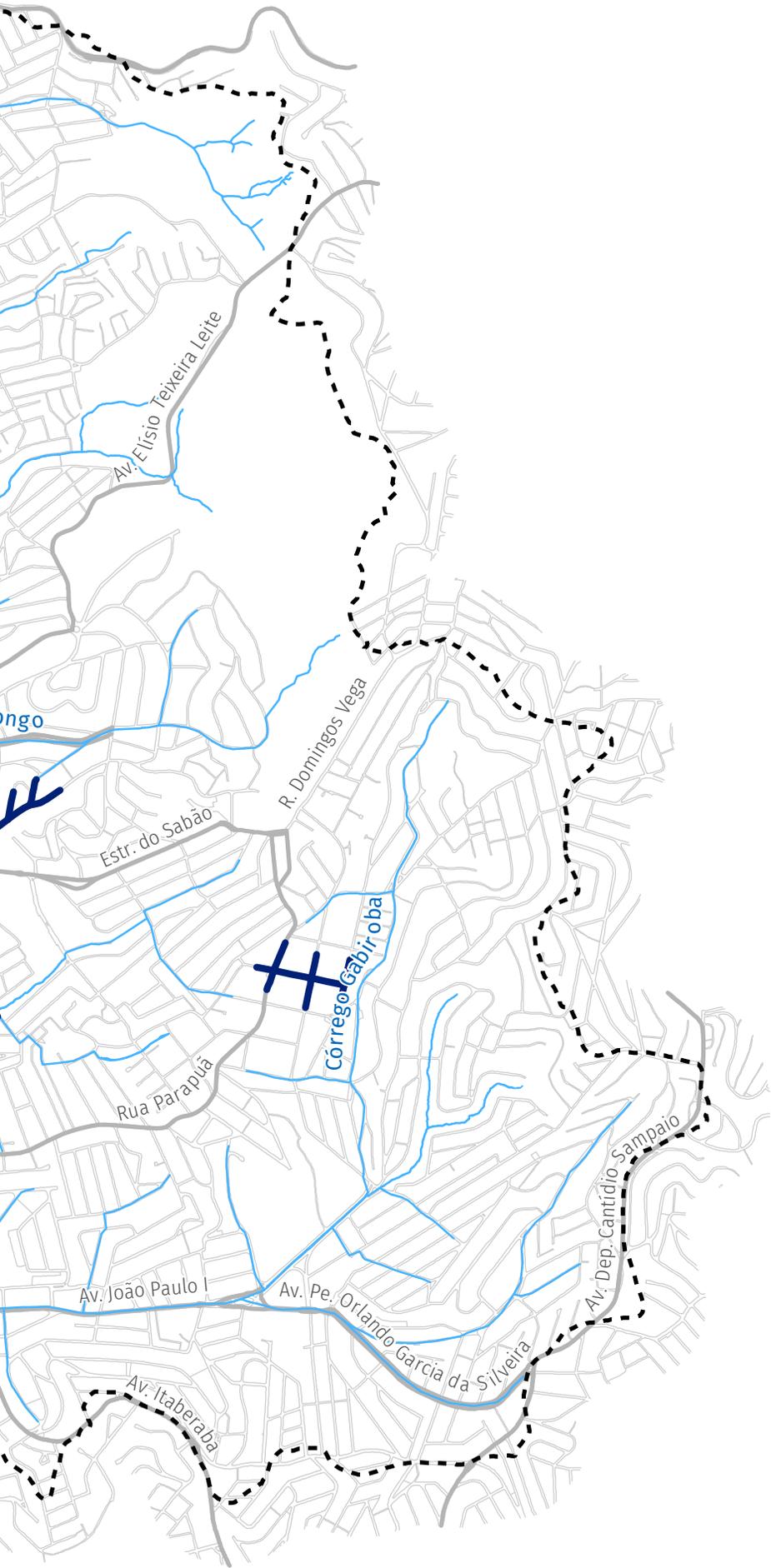
Estudos e projetos existentes para as bacias

Os estudos existentes para as bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras consistem em propostas de reservação em diferentes locais da bacia do ribeirão Verde, bem como em ampliações de galerias em alguns trechos de ambas as bacias. Esses estudos estão reunidos em dois projetos: 1) reservatórios de retenção de cheias propostos em 2010 pela empresa MHS Engenharia Consultoria Ltda.; 2) ampliações de seção transversal de galerias, idealizadas em 2011 pela empresa KF2 Engenharia e Consultoria Ltda. A **FIGURA 5.1** apresenta os dois projetos aqui analisados.

Após a descrição de cada um desses projetos, são também apresentados os estudos projetuais resultantes de trabalhos desenvolvidos no âmbito de disciplina de pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e de Design da Universidade de São Paulo (FAU-USP), fundamentados nos princípios da Infraestrutura Verde (IV) e das Soluções baseadas na Natureza (SbN), em diferentes escalas de intervenção.

FIGURA 5.1 Estudos e projetos existentes nas bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras





Convenção

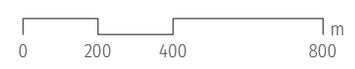
-  Área de drenagem
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Linha férrea

Projetos existentes

-  Reservatório proposto (projeto básico)
-  Reservatório proposto (projeto funcional)
-  Ampliação de seção
-  Galeria de apoio

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),
 Mapa Hidrográfico do Município (2025) e FCTH (2025)



5.1 RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO DE CHEIAS (MHS ENGENHARIA CONSULTORIA LTDA., 2010)

Essa solução consiste no estudo hidrológico, no projeto básico de quatro reservatórios de retenção de cheias, RV-01, RT-01, RC-01 e RG-01, além do chamado “projeto funcional” — concepção das áreas de implantação e volumes necessários — de outros três reservatórios adicionais, RV-02, RG-02 e RG-03. A seguir, discute-se um pouco mais a respeito dos reservatórios propostos no projeto básico e das áreas escolhidas no projeto funcional.

5.1.1 RESERVATÓRIO RV-01 E GALERIA DE APOIO

O reservatório RV-01, localizado na bacia do ribeirão Verde em sua confluência com o córrego Tanque, entre a Rua Dom Manuel D’Elboux, a Rua Doutor Ferreira da Luz e a Avenida Manoel Barbosa, é um reservatório *off line* com esgotamento por bombas. O RV-01, com capacidade de armazenamento de 130.000 m³, ocuparia uma área de 15.300 m² e teria como objetivo o controle de inundações no trecho médio da bacia. Esse reservatório foi projetado para receber contribuições tanto do ribeirão Verde quanto do córrego Tanque.

As águas do ribeirão Verde seriam encaminhadas ao reservatório por meio de uma galeria de derivação a partir da galeria principal, situada no cruzamento da Avenida Fuad Lutfalla e da Rua Dom Manuel D’Elboux. Essa galeria foi projetada para ser retangular, de célula simples, com 3,0 m de base por 1,8 m de altura, com traçado em planta sob a Rua Dom Manuel D’Elboux por, aproximadamente, 126 m, até o cruzamento com a Rua Doutor Ferreira da Luz, onde sofreria uma deflexão para, então, seguir por mais 160 m, desaguando, em seguida, no córrego Tanque. A soleira do vertedouro de entrada para o reservatório, com 30 m de comprimento, estaria posicionada a 80 m a montante do término da galeria.

Já o escoamento excedente proveniente do córrego Tanque seria vertido para o reservatório por meio de um vertedouro de soleira livre de 20 m de comprimento, posicionado na lateral da onde se encontra hoje a galeria existente, por onde escoava o córrego. Ressalta-se, ainda, que o projeto propõe, imediatamente antes desse ponto de captação, a substituição de um trecho de, aproximadamente, 133 m, da galeria dupla existente, por uma galeria simples de dimensões 5,5 de base por 2,2 de altura. A **FIGURA 5.2** mostra o perímetro sugerido para o reservatório, bem como o traçado da galeria de desvio.

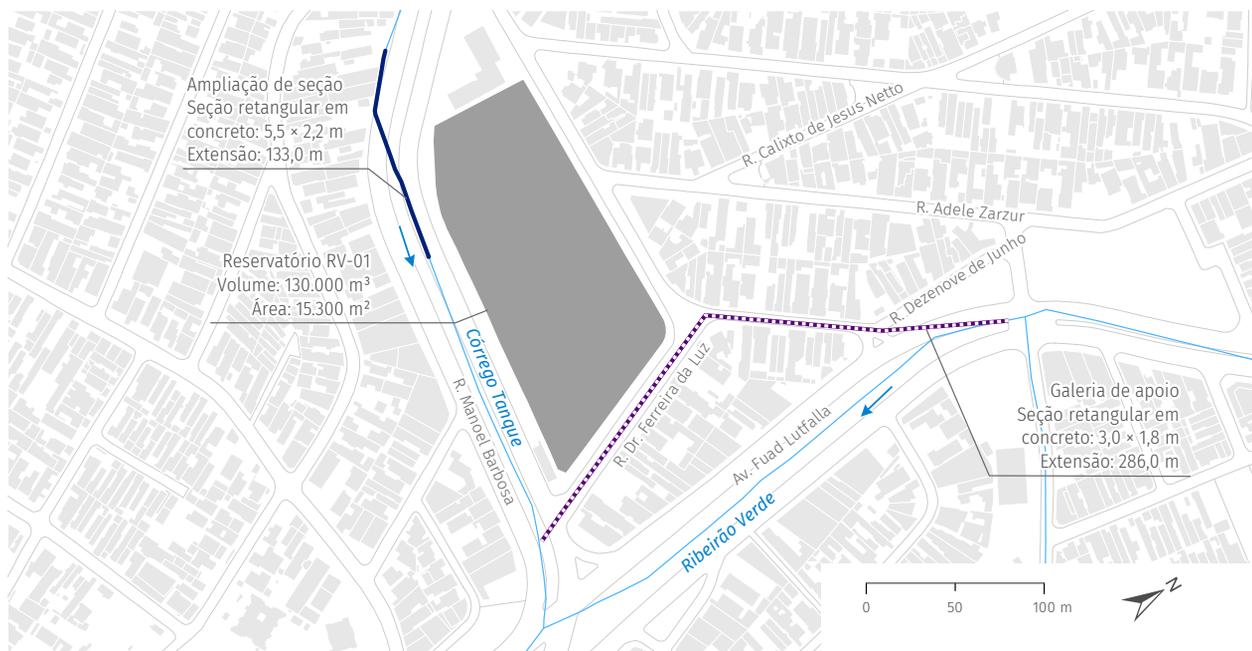


FIGURA 5.2 Reservatório RV-01 e galeria de apoio para desvio das águas do ribeirão Verde (MHS Engenharia Consultoria Ltda., 2010)

5.1.2 RESERVATÓRIO RT-01 E CANALIZAÇÃO DO CÓRREGO TANQUE E DE SEU AFLUENTE

Com volume de 120.000 m³ e área estimada em planta de 14.800 m², o RT-01 seria um reservatório de detenção de cheias *off line* com esgotamento por bombas. Localizado entre a Rua do Guerra, a Travessa Armando Fiori e a Rua Tomé de Almeida e Oliveira, teria como principal objetivo o controle de inundações da bacia do córrego Tanque. O projeto do RT-01 prevê duas estruturas de entrada para o reservatório, sendo um vertedor lateral no córrego Tanque e outro no afluente que deságua na altura da Rua Tomé de Almeida e Oliveira.

Para o afluente, propõe-se uma canalização em galeria retangular de célula simples, de 2,0 m × 1,5 m, entre a Avenida Sapucaia do Sul e a Rua da Vitória, com extensão de 153,2 m. A partir da Rua da Vitória, a canalização seguiria por mais 101,0 m, então com dimensões de 3,0 m × 1,5 m até a soleira do vertedor; e a jusante da abertura da soleira, por 88,4 m e com dimensões de 2,0 m × 1,5 m até a foz no córrego Tanque. O vertedor lateral, que direciona o escoamento excedente do afluente para o RT-01, seria retangular e com comprimento de 21,2 m.

No córrego Tanque, a canalização proposta corresponderia a um trecho de,

aproximadamente, 500,0 m, situado entre a Avenida Miguel de Castro e a Rua Tomé de Almeida e Oliveira. A seção seria retangular aberta e com revestimento em concreto. Entre a Avenida Miguel de Castro e a Rua Margarida Ramalho, em um trecho de 212,0 m, a seção teria dimensões de 3,0 m × 2,0 m. Desse ponto até a Rua do Guerra, as dimensões passariam a ser de 3,5 m × 2,0 m, e a canalização percorreria um trecho de 217,6 m de extensão. A jusante do vertedor lateral de entrada, a seção passaria a apresentar dimensões de 2,0 m × 2,0 m, compreendendo um trecho de mais 38,5 m até a confluência do afluente.

Nesse trecho de canalização, há duas travessias com seções retangulares fechadas sobre o córrego Tanque: uma de 3,5 m de largura por 2,0 m de altura, na Rua Margarida Ramalho, e outra com 11,0 m e 17,0 m de extensão, na Rua do Guerra. A declividade do canal varia de 0,005 m/m, no trecho a montante, a 0,004 m/m, no trecho a jusante. O vertedor de entrada que transfere o escoamento excedente do córrego Tanque para o RT-01 apresentaria 35,0 m de comprimento e seria retangular livre. A **FIGURA 5.3** mostra o perímetro sugerido para o reservatório, bem como o traçado da canalização proposta e suas características principais.

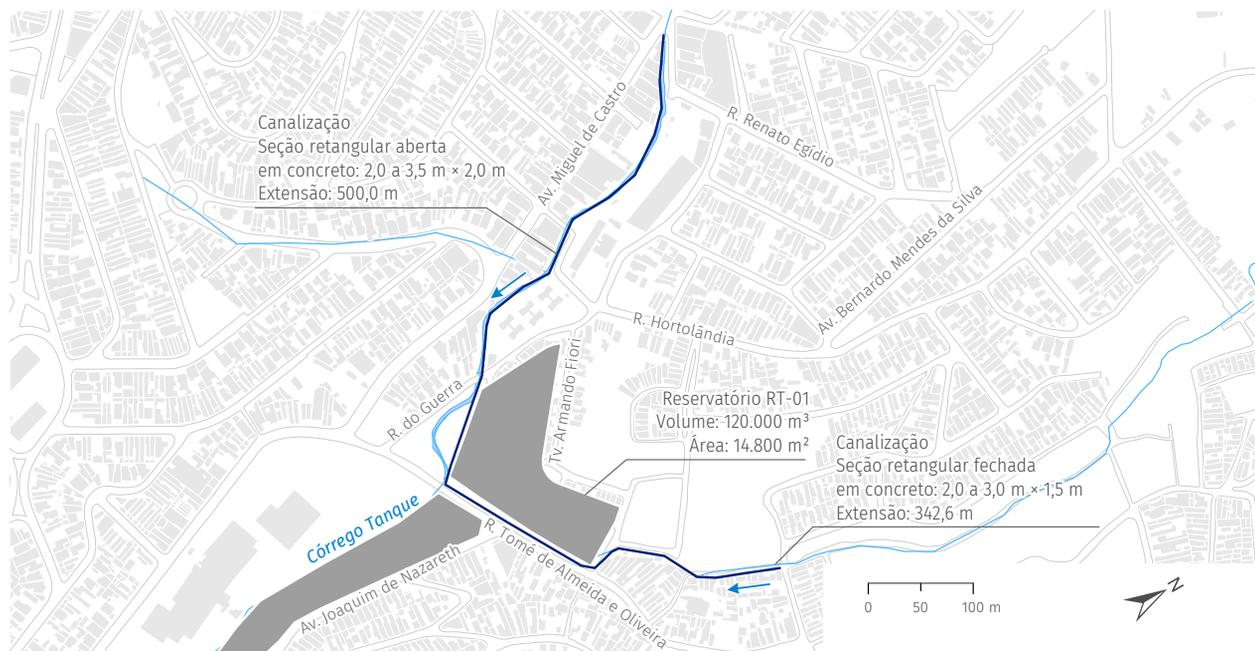


FIGURA 5.3 Reservatório RT-01 e trechos de canalização do córrego Tanque e de seu afluente (MHS Engenharia Consultoria Ltda., 2010)

5.1.3 RESERVATÓRIO RC-01 NO CÔRREGO DO CONGO

Projetado para o controle de cheias no córrego do Congo e no ribeirão Verde, o reservatório RC-01 foi concebido como uma estrutura *off line* e com esgotamento por bombas, localizado entre a Avenida Fuad Lutfalla, a Rua Huasca de Vergara e a Rua Salazar Moscoso. O RC-01 teria um volume de projeto de 70.000 m³ e 10.450 m² de área em planta. Além do reservatório, o projeto prevê a ampliação do canal de entrada ao

reservatório, em um trecho de 145,0 m compreendido entre a Avenida Elísio Teixeira Leite e a seção de restrição ao escoamento, situada a jusante do vertedor lateral de entrada do reservatório. Nesse trecho, a seção seria retangular fechada de célula simples, com dimensões de 4,0 m × 1,8 m. O vertedor de entrada, a ser implantado lateralmente à galeria, teria 35,0 m de comprimento. O perímetro proposto para o reservatório e o trecho de canal a ser ampliado constam ilustrados na **FIGURA 5.4**.

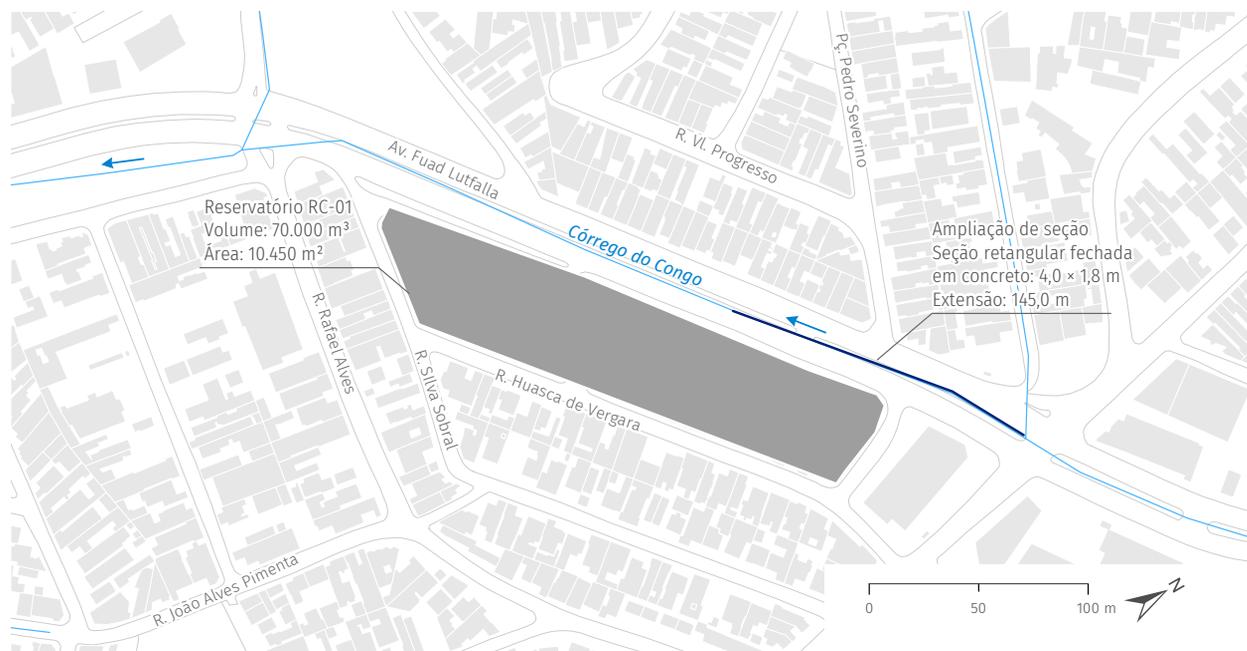


FIGURA 5.4 Reservatório RC-01 e trecho de ampliação de seção do córrego do Congo (MHS Engenharia Consultoria Ltda., 2010)

5.1.4 RESERVATÓRIO RG-01 NO CÓRREGO GUAIMI

O reservatório RG-01 foi dimensionado com volume de 40.000 m³ e área em planta de 4.570 m², em uma estrutura *off line* e com esgotamento por bombas. Sua localização, entre a Rua José Carlos Monteiro, a Rua Abílio Primo Nalim e a Rua Morgados, é estratégica para o controle de cheias no córrego Guaimi, que é um afluente do ribeirão Verde. O projeto também inclui modificações no traçado e nas seções do canal, entre a Rua Abílio Primo Nalim e a Rua José Carlos Monteiro. O traçado proposto em planta acompanha

o perímetro do reservatório, descrevendo uma curva acentuada sob a Rua Abílio Primo Nalim, com galeria de seção retangular de célula simples, com dimensões de 4,5 m × 1,5 m, ao longo de aproximadamente 100,0 m, até a soleira do vertedor de entrada no reservatório. A partir desse ponto em direção a jusante, a galeria retangular passaria a ter dimensões de 3,0 m × 1,5 m, estendendo-se por mais 100,0 m até a Rua José Carlos Monteiro, onde ocorreria a transição para a seção da galeria existente, de 2,59 m × 1,80 m. O perímetro proposto para o reservatório e o trecho de canal a ser modificado estão ilustrados na **FIGURA 5.5**.

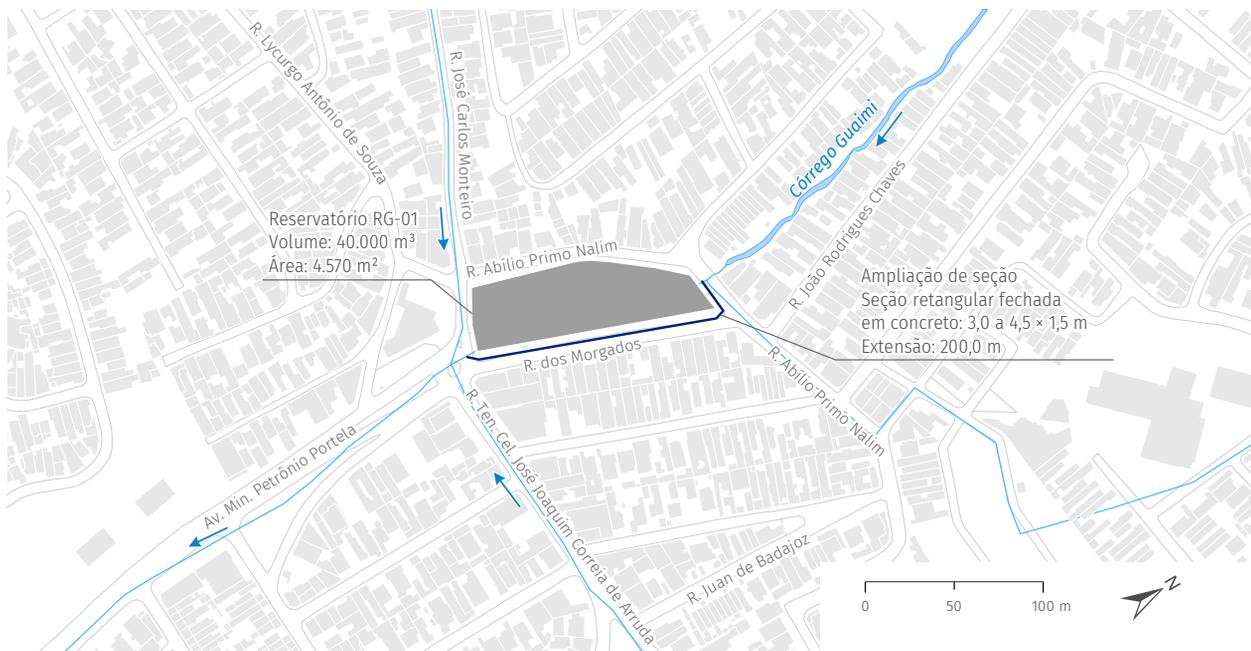


FIGURA 5.5 Reservatório RG-01 e trecho de ampliação de seção do córrego Guaimi (MHS Engenharia Consultoria Ltda., 2010)

5.1.5 RESERVATÓRIO RV-02

Além do reservatório RV-01, localizado no ribeirão Verde, foi proposta a implantação do reservatório RV-02, situado próximo ao ponto em que o córrego Guaimi deságua nesse ribeirão. O RV-02 foi planejado para operar em conjunto com o RG-01 e possui volume estimado de 46.000 m³. O projeto integra o estudo desenvolvido pela MHS Engenharia Ltda. e encontra-se em fase de estudo conceitual, tratado pela empresa como “projeto funcional”.

Nessa etapa, foram propostas, em caráter preliminar, duas áreas potenciais de implantação do RV-02 (áreas A e B), com 4.000 m² e 5.000 m², respectivamente. Ressalta-se que, embora a área B demandasse custos maiores devido à remoção de famílias, a área A implicaria o deslocamento de uma réplica da primeira capela da Freguesia do Ó, construída em 1973. Os perímetros propostos para ambas as áreas de implantação do reservatório estão ilustrados na **FIGURA 5.6**.

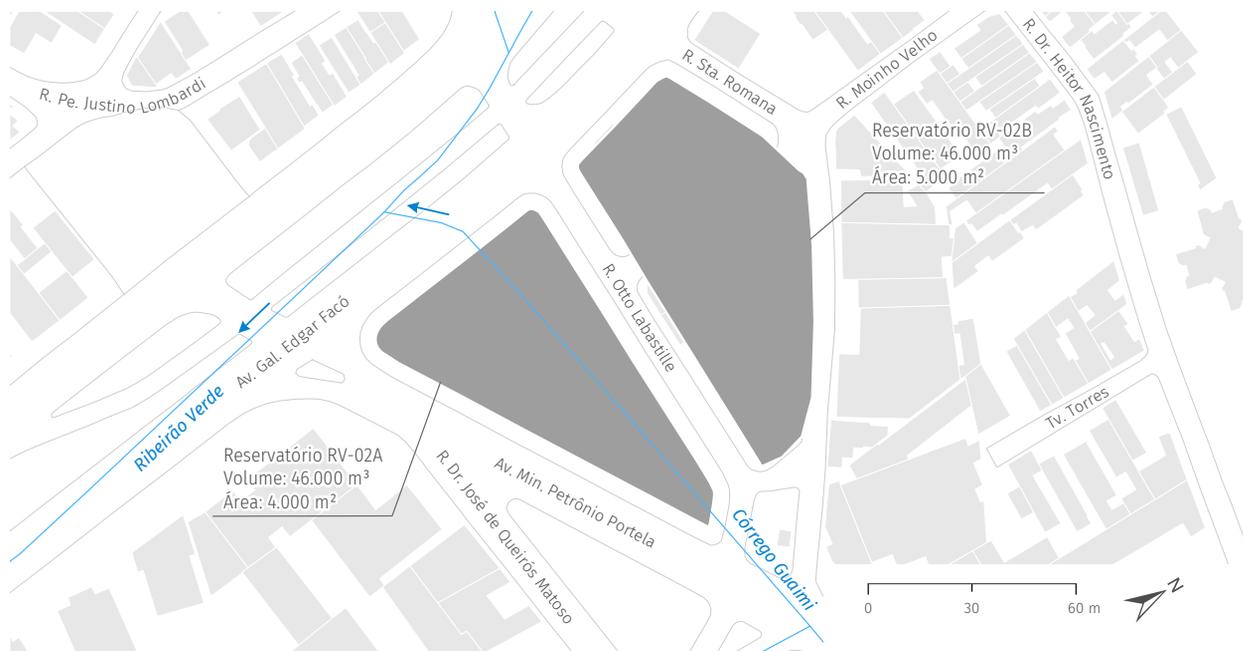


FIGURA 5.6 Áreas de implantação sugeridas para o Reservatório RV-02 (MHS Engenharia Consultoria Ltda., 2010)

5.1.6 RESERVATÓRIOS RG-02 E RG-03

No córrego Guaimi, por sua vez, o projeto funcional contempla a implantação de dois reservatórios adicionais, localizados entre o RG-01 e RV-02, denominados RG-02 e RG-03, ambos concebidos para operar em conjunto com o RG-01.

O RG-02 foi projetado com volume mínimo de 55.000 m³, distribuídos em duas áreas – montante (M) e jusante (J) –, interligadas

por um túnel de conexão e previstas para operar de maneira integrada. A proposta prevê que a captação das águas ocorra na estrutura de montante, com transferência para a estrutura de jusante por meio do túnel, seguida do bombeamento da água detida de volta à galeria existente – isso a partir apenas da estrutura de jusante. Os perímetros propostos para as estruturas de montante e jusante do reservatório estão representados na **FIGURA 5.7**.

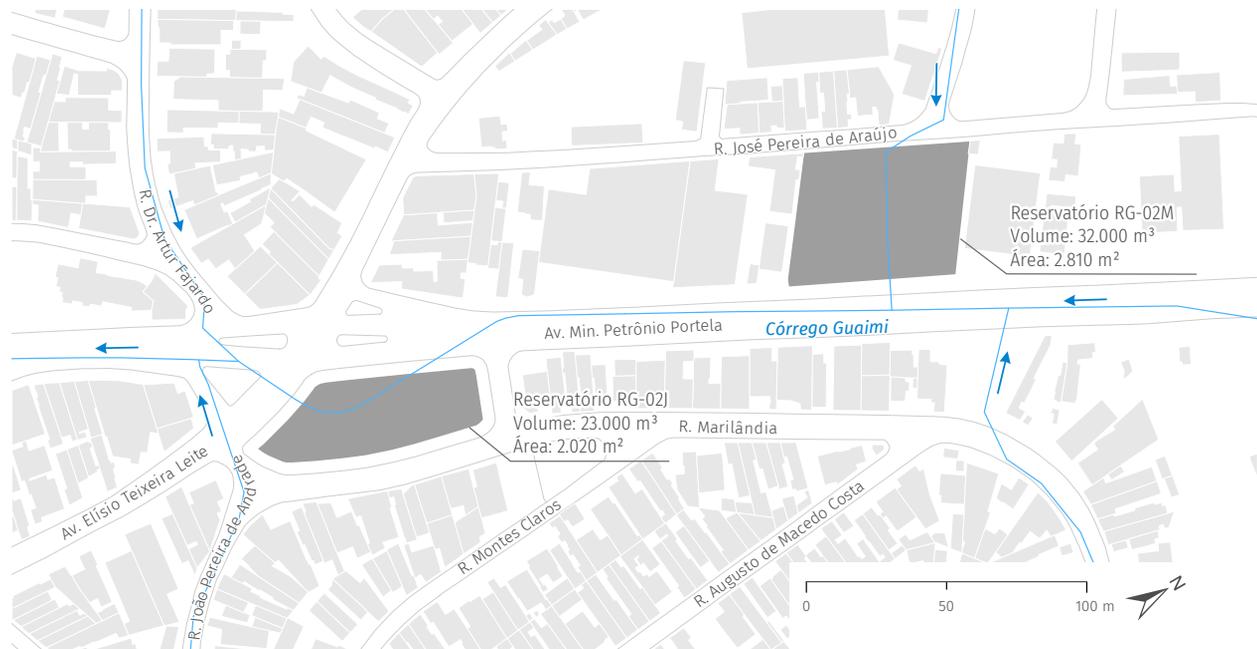


FIGURA 5.7 Áreas sugeridas para a implantação do Reservatório RG-02 (MHS Engenharia Consultoria Ltda., 2010)

Por fim, um pouco a jusante do RG-02, o projeto funcional prevê a implantação do reservatório RG-03, o menor entre os propostos, com capacidade estimada de 7.300 m^3 . Foram avaliadas duas áreas possíveis para sua implantação (A e B). A área A, com 730 m^2 , já era ocupada à época da elaboração do projeto e permanece ocupada atualmente por um posto de combustíveis.

Já a área B, com 7.670 m^2 , abrange residências horizontais de médio a alto padrão, além de estabelecimentos comerciais e de serviços, conforme o uso e a ocupação do solo local. Em razão, principalmente, dos custos de desapropriação, o projeto optou pela área A. Os perímetros propostos para ambas as opções de implantação do reservatório estão ilustrados na **FIGURA 5.8**.



FIGURA 5.8 Áreas sugeridas para a implantação do Reservatório RG-03 (MHS Engenharia Consultoria Ltda., 2010)

5.2 AMPLIAÇÃO DE SEÇÃO TRANSVERSAL DE GALERIAS (KF2 ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA., 2011)

Quanto às ampliações de seção transversal propostas pela KF2 Engenharia e Consultoria Ltda. em 2011, há três projetos, sendo dois na bacia do rio das Pedras e um na do ribeirão Verde, conforme descritivos a seguir. Os projetos têm enfoque na microdrenagem. Os traçados em planta das galerias constam esquematizados na **FIGURA 5.9**.

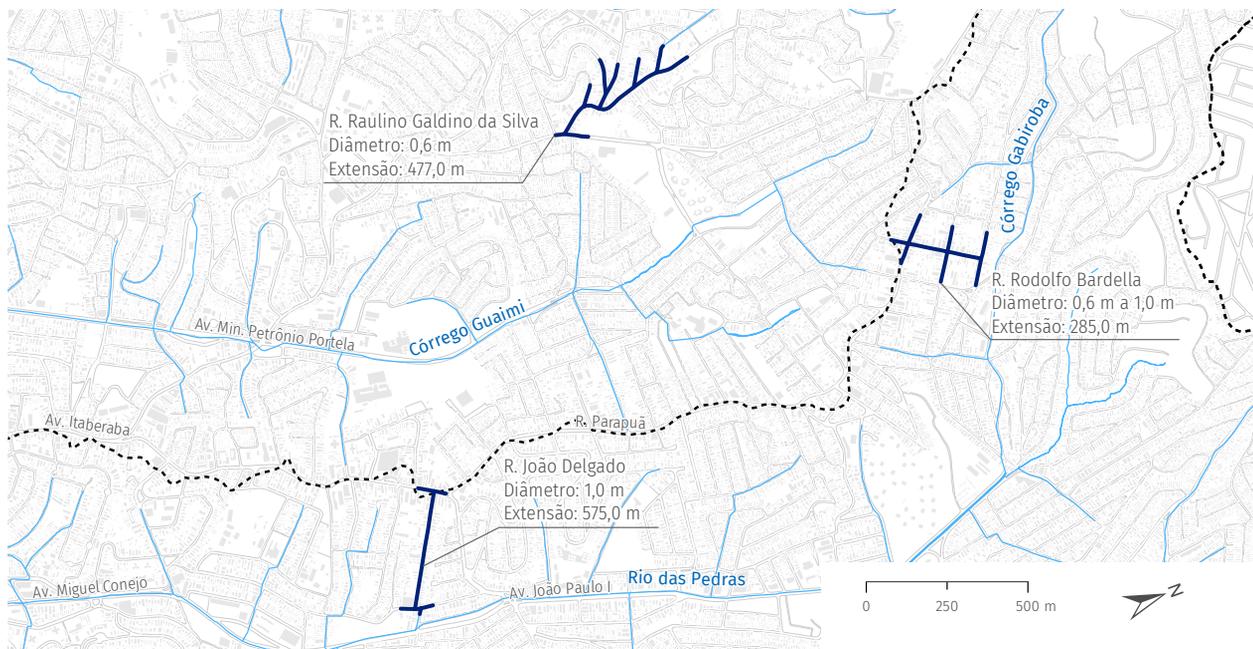


FIGURA 5.9 Galerias a serem ampliadas (KF2 Engenharia Consultoria Ltda., 2011)

5.2.1 AMPLIAÇÃO DE GALERIA NA R. JOÃO DELGADO (BACIA DO RIO DAS PEDRAS)

A proposta consiste em uma galeria de seção simples circular em concreto, com diâmetro de 1,0 m e extensão de 575,0 m, situada entre a Avenida Itaberaba e a Rua dos Sítiantes. A galeria apresentaria declividades que variam de 0,112 m/m, a montante, a 0,040 m/m, a jusante.

5.2.2 AMPLIAÇÃO DE GALERIA NA R. RODOLFO BARDELLA (BACIA DO RIO DAS PEDRAS)

Trata-se da implantação de uma galeria de seção simples circular em concreto, com 0,60 m a 1,0 m de diâmetro, por um trecho de 285,0 m de extensão na Rua Rodolfo Bardella e na Rua Ministro Washington de Oliveira. A galeria teria declividades que variam de 0,10 m/m, a montante, a 0,0150 m/m, a jusante.

5.2.3 AMPLIAÇÃO DE GALERIA NA R. RAULINO GALDINO DA SILVA (BACIA DO RIBEIRÃO VERDE)

O projeto consiste na implantação de uma galeria de seção circular simples com diâmetro de 0,60 m, em um trecho de 477,0 m de extensão sob a Rua Raulino Galdino da Silva, entre a Estrada do Sabão e a Rua Araújo Guimarães, declividades da estrutura variam de 0,080 m/m, no trecho a montante, a 0,043 m/m, no trecho a jusante.

Todos os projetos de reservação e de ampliação de seção descritos foram reavaliados com base nas inundações observadas nas condições atuais das bacias. Aqueles considerados necessários e/ou que demonstraram eficiência no controle de cheias foram incorporados às alternativas propostas neste Caderno.

5.3 ESTUDOS PROJETUAIS DA FAU-USP

Este item apresenta quatro estudos projetuais desenvolvidos no âmbito da disciplina Estúdio de Infraestrutura Verde, da FAU-USP, ministrada pelos docentes Adriana Sandre e Paulo Pellegrino, aplicados às bacias do Ribeirão Verde e do Rio das Pedras, com foco na qualificação dos espaços livres por meio de SbN e da

leitura integrada da bacia hidrográfica. A seguir, são descritas as principais características e diretrizes de cada projeto.

5.3.1 INFRAESTRUTURA VERDE PARA RESILIÊNCIA URBANA – CÔRREGO DO CONGO

O córrego do Congo, localizado no distrito da Freguesia do Ó – Brasilândia, possui cerca de 3 km de extensão e encontra-se totalmente canalizado, com nascente na região do futuro Parque Municipal Morro Grande e do pátio do metrô da Linha 7-Laranja. A análise da microbacia subsidiou a proposição de um Plano de Infraestrutura Verde voltado à melhoria da gestão hídrica, estruturado a partir de critérios relacionados aos momentos da água, à vegetação, ao tipo de solo e às curvas de nível. A área de intervenção, localizada na Avenida Brasilina Vieira Simões, foi selecionada em função da recorrência de alagamentos, da escassez de áreas permeáveis e de espaços de convivência. A proposta prevê a reabertura do curso d'água nesse trecho, com implantação de vegetação nativa, espaços de permanência, travessias para pedestres, requalificação viária e uso de espécies fitorremediadoras para melhoria da qualidade da água (Projeto desenvolvido por Beatriz Liane, Fernanda Santos e Kárita Viana).

5.3.2 INTEGRAÇÃO DE SBN COM MOBILIDADE – CÔRREGO GUAIMI

Localizada na Freguesia do Ó–Brasilândia, a microbacia do córrego Guaimi encontra-se majoritariamente tamponada, motivando um plano de Infraestrutura Verde focado na continuidade ecológica e na conexão entre áreas vegetadas. Aproveitando a transformação urbana e a nova rede metroviária, o estudo propõe integrar diferentes modais de transporte à implementação de Soluções Baseadas na Natureza (SbN), visando preservar margens abertas e combater o descarte irregular de esgoto. O projeto intervém em um ponto crítico de alagamento no encontro de praças, onde busca ampliar a detenção de águas pluviais e promover o contato da população com o córrego. A proposta contempla a reabertura do leito na Praça Dona Amália G. Solitari, o redesenho da Avenida Ministro Petrônio Portela, novas ciclovias, bacias de detenção e canteiros pluviais, além de áreas de lazer, convivência e o restauro da Réplica da Primeira Capela da Freguesia do Ó (Projeto desenvolvido por Estela Ruiz, Fernanda Elis e Lara Torres).

5.3.3 INFRAESTRUTURA VERDE E PAISAGEM LENTA – CÓRREGO TANQUE

Localizada em Pirituba, a microbacia do córrego Tanque apresenta declividades acentuadas e alta impermeabilização, fatores que, somados à canalização hídrica, elevam as temperaturas e o risco de inundações. Para enfrentar esse cenário, um Plano de Infraestrutura Verde estabelece diretrizes como a criação de corredores ecológicos e a renaturalização de caminhos vinculados a equipamentos públicos. A intervenção centraliza-se no Parque Rodrigo de Gásperi, adotando o conceito de “Águas Lentas” (*Slow Water*) para expandir os limites do parque e ampliar a resiliência urbana por meio de Soluções Baseadas na Natureza (SbN). A proposta integra infraestruturas multifuncionais e fitorremediadoras, incluindo um reservatório anfíbio de 16.120 m² em um campo de futebol, lagoas de biorretenção e biovaletas em calçadas. Além disso, o projeto prevê a exposição da vazão de base do córrego, o uso de gabiões vegetados e a instalação de pavimentos permeáveis em faixas elevadas para reduzir a velocidade do escoamento pluvial e tratar a poluição difusa (Projeto desenvolvido por Arthur Pedrosa Rocha, Lucas Bortolotto Henrique, Maisa Sobelman e María Fernanda Godoy).

5.3.4 INFRAESTRUTURA VERDE PARA A REINTEGRAÇÃO CIDADE-RIO – FÓZ DO RIBEIRÃO VERDE

A área de intervenção situa-se na microbacia da Foz, ponto estratégico de confluência entre o ribeirão Verde e o Rio Tietê. Historicamente central para a cidade, o Rio Tietê sofreu com a urbanização acelerada, resultando em canalização, poluição e isolamento da vida urbana. A microbacia da foz reflete essas fragilidades através de impactos hidrológicos e sociais críticos. Diante disso, o projeto propõe uma intervenção piloto para reconfigurar a relação entre cidade e água. Fundamentada em Soluções Baseadas na Natureza (SbN), a proposta inclui áreas alagadas, sistemas de tratamento ecológico e espaços multifuncionais para mitigar inundações e melhorar a qualidade ambiental. A requalificação das margens com infraestrutura verde visa resgatar a memória histórica e o uso social do território, transformando o Tietê de um gargalo de infraestrutura em um elemento estruturador da vida urbana, da sustentabilidade e da memória coletiva da capital (Projeto desenvolvido por Deysi Guerra, Erik Renostro, Sarah Daher, Vivian Madi).

FIGURA 5.10 Localização dos projetos na bacia do ribeirão verde

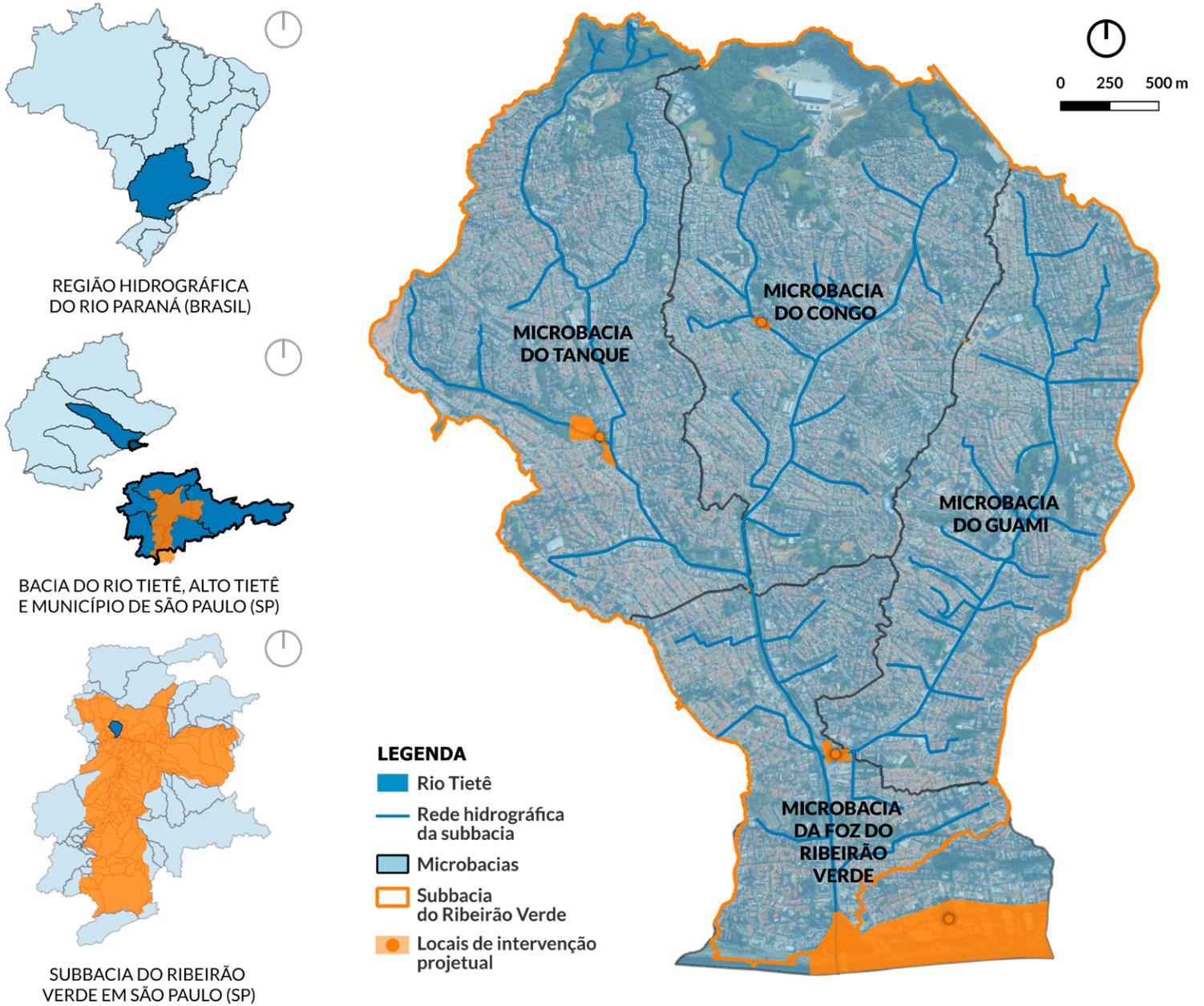
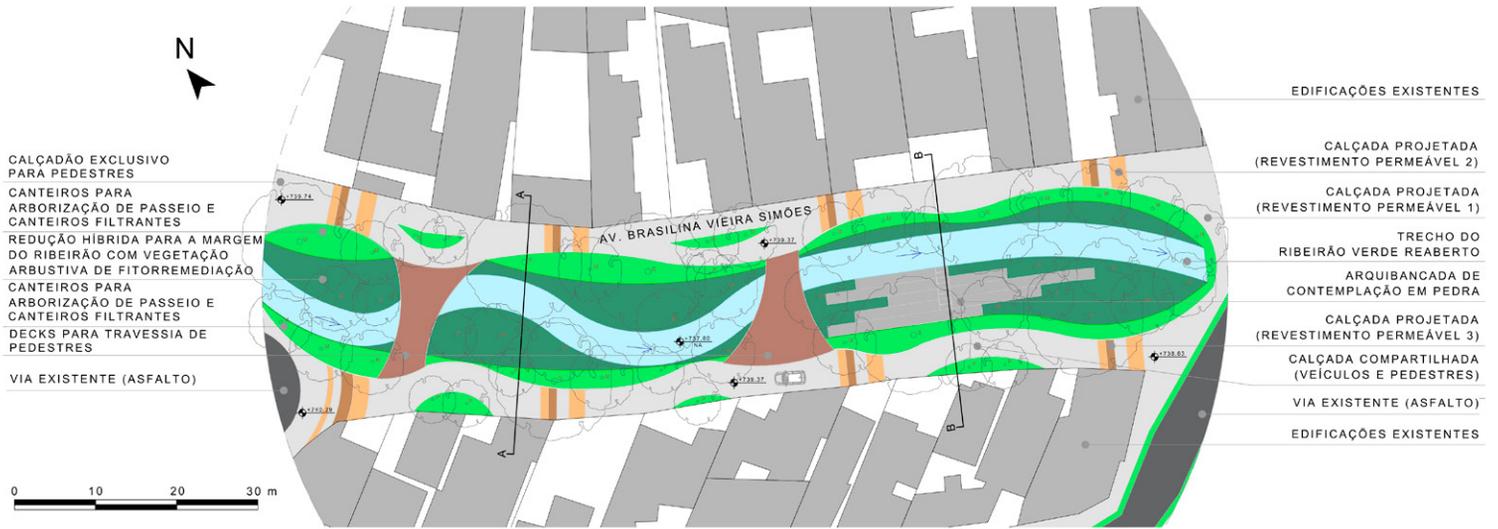


FIGURA 5.11 Proposta de Infraestrutura Verde para resiliência urbana – córrego do Congo (elaborado por Beatriz Liane, Fernanda Santos e Kárita Viana)



CORTE AA - VAZÃO DE CHEIA

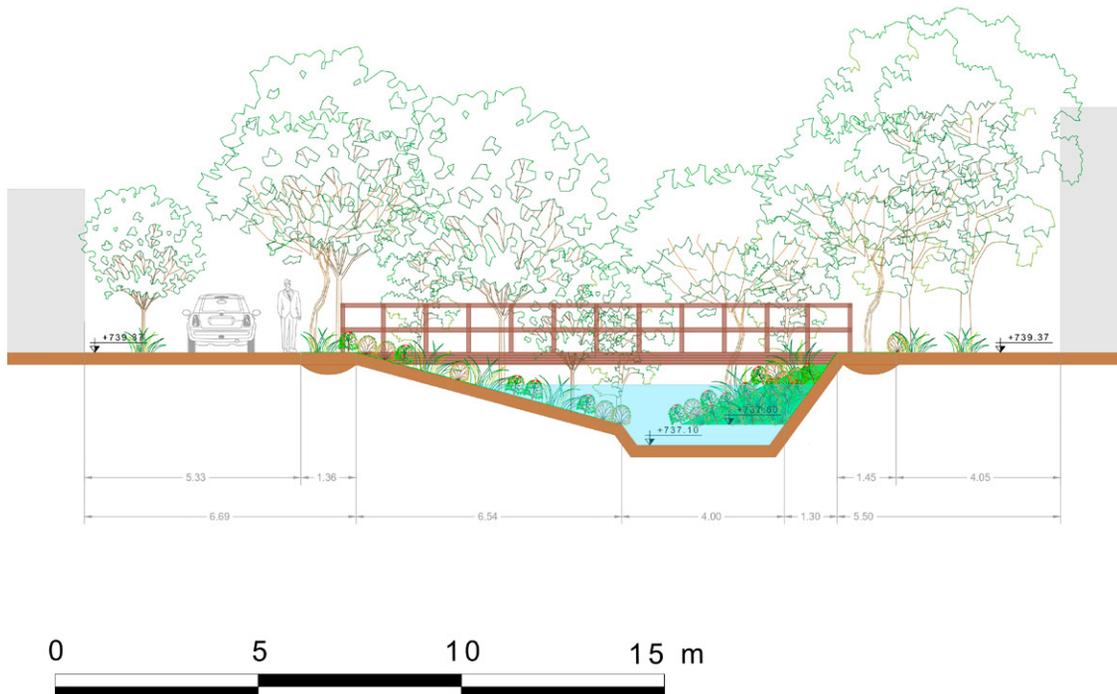
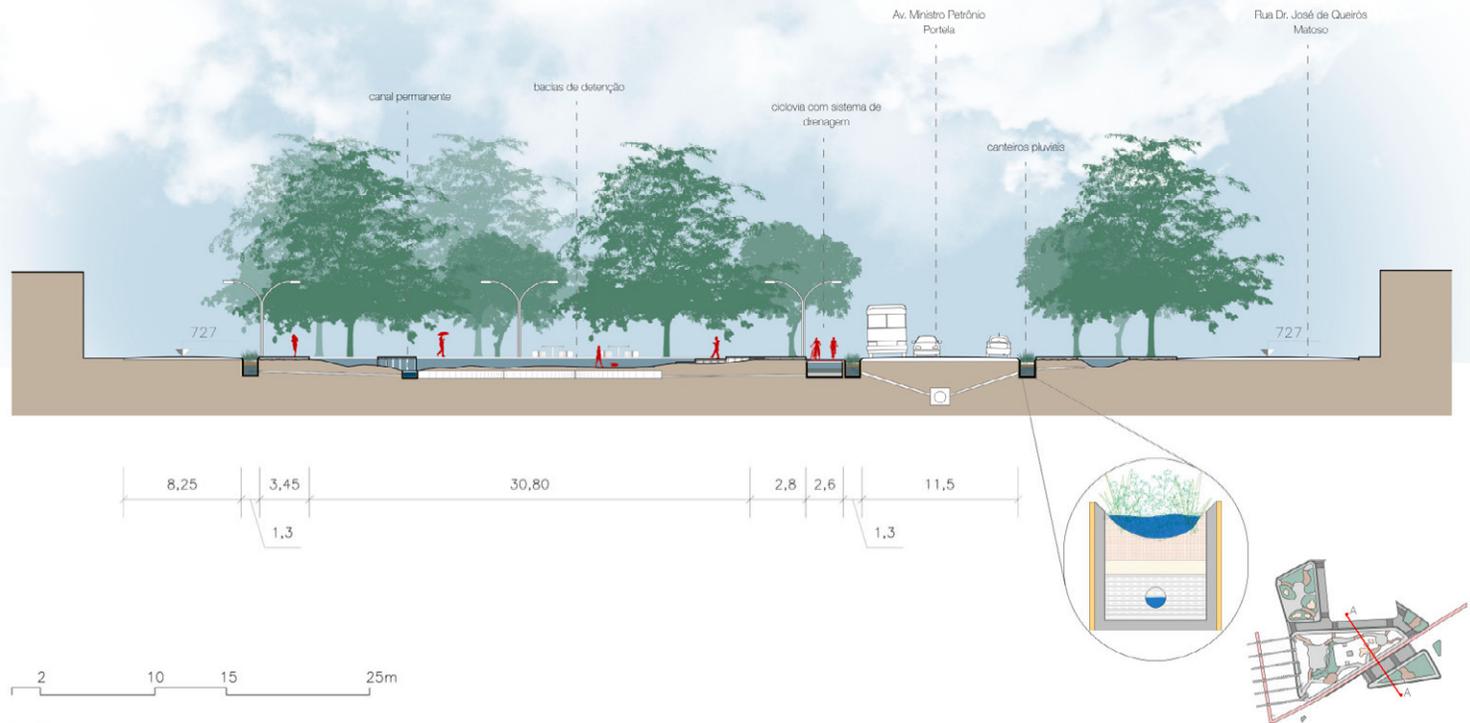




FIGURA 5.12 Proposta de integração de SbN com mobilidade – córrego Guami (elaborado por Estela Ruiz, Fernanda Elis e Lara Torres)



CORTE AA - VAZÃO DE CHEIA



CORTE AA – AV. Ministro Petrônio Portela e Praça Dona Amélia G. Salituri
esc. 1:250

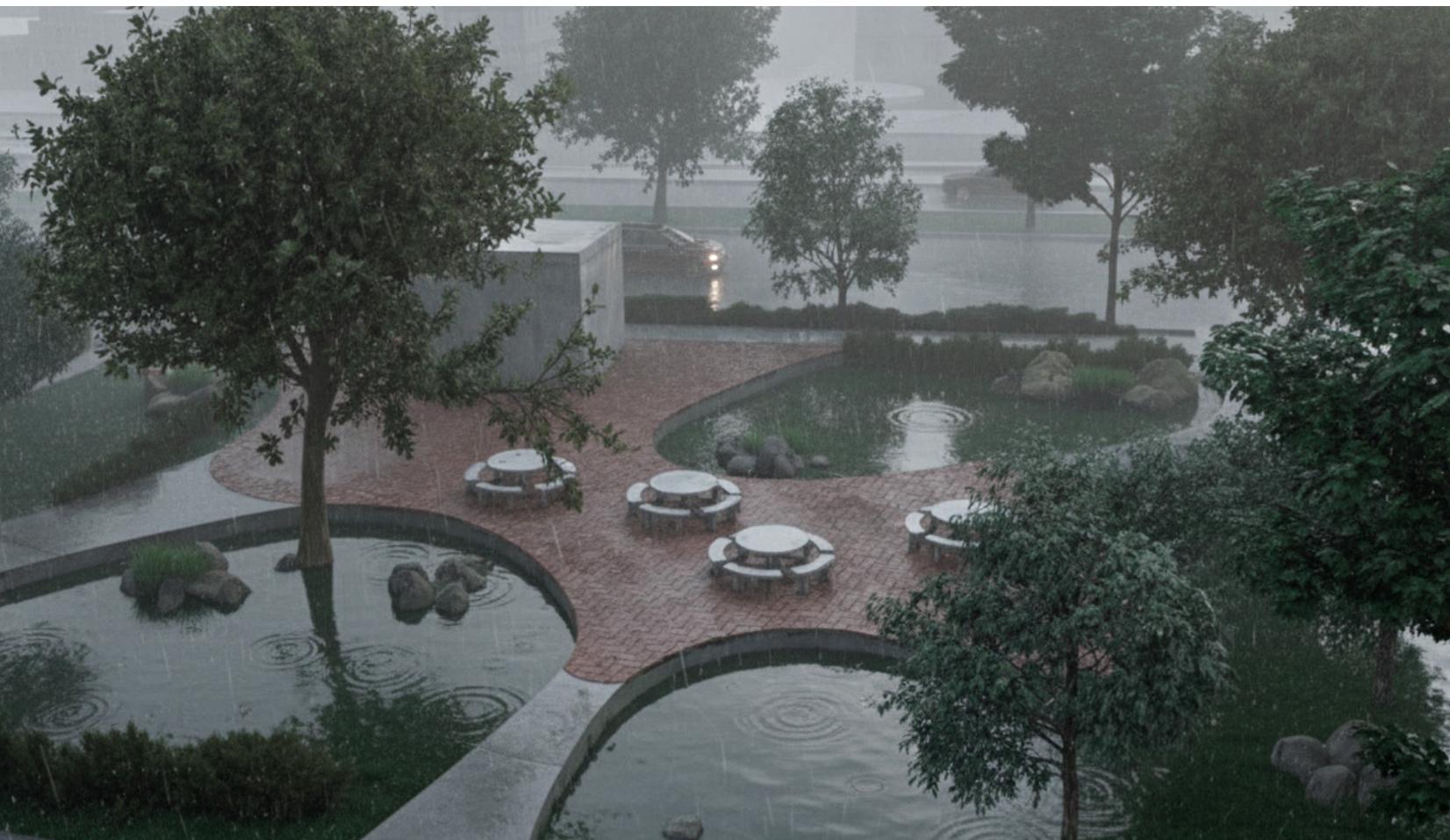


FIGURA 5.13 Proposta de Infraestrutura Verde e paisagem lenta – córrego Tanque (elaborado por Arthur Pedrosa Rocha, Lucas Bortolotto Henrique, Maisa Sobelman e Maria Fernanda Godoy)

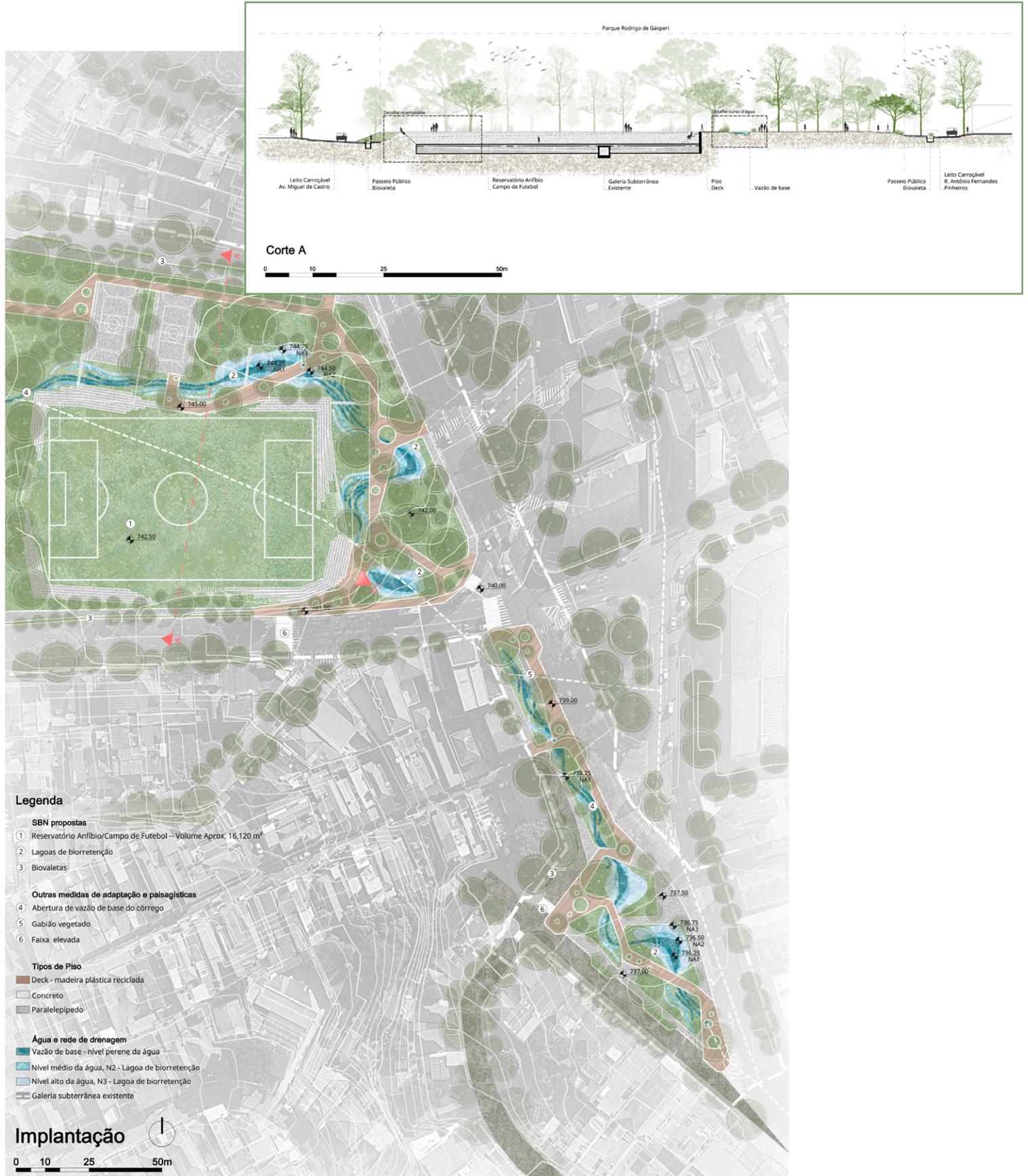
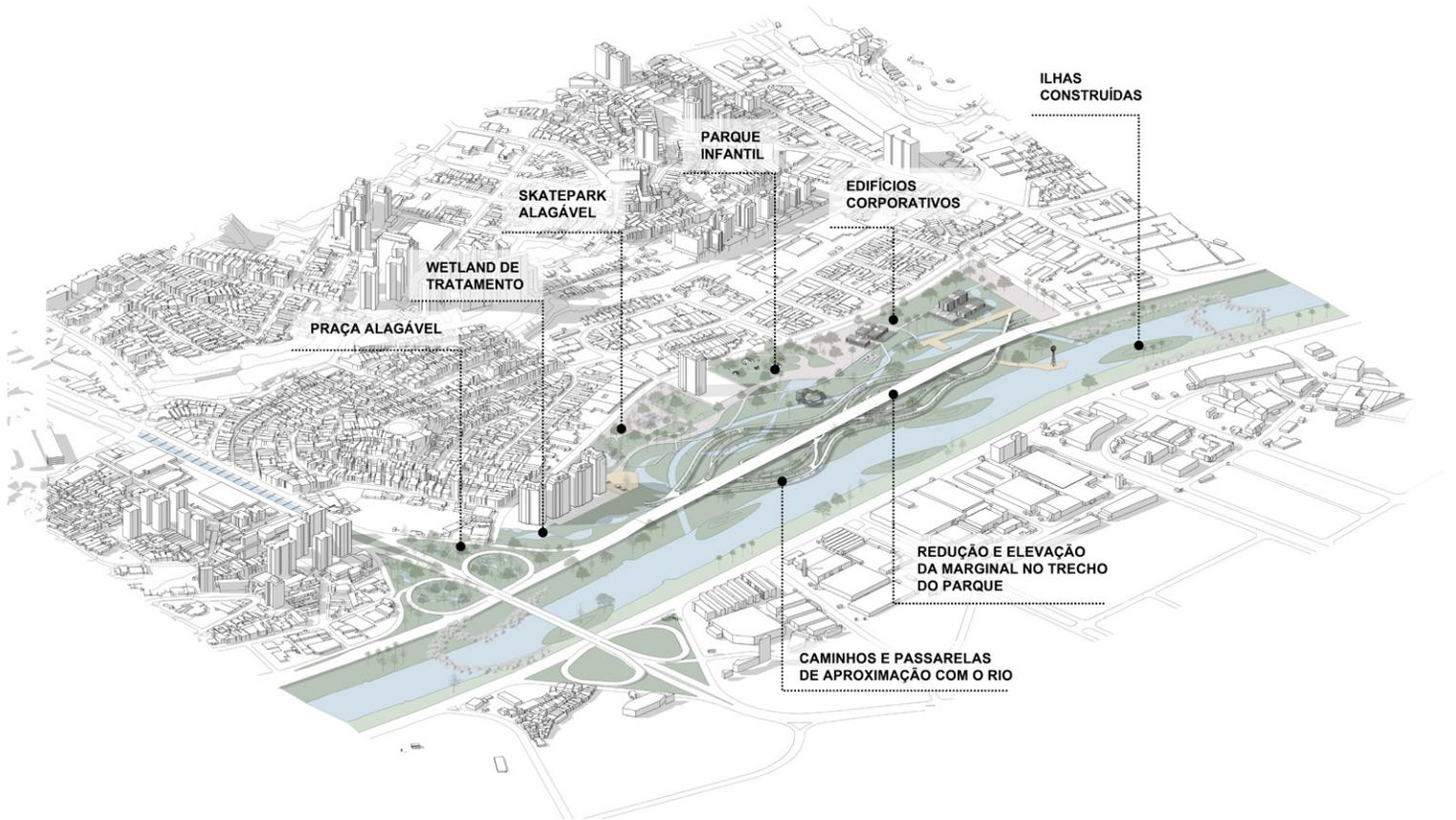




FIGURA 5.14 Proposta de Infraestrutura Verde para a reintegração cidade-rio – foz do ribeirão Verde (elaborado por Deysi Guerra, Erik Renostro, Sarah Daher, Vivian Madi)





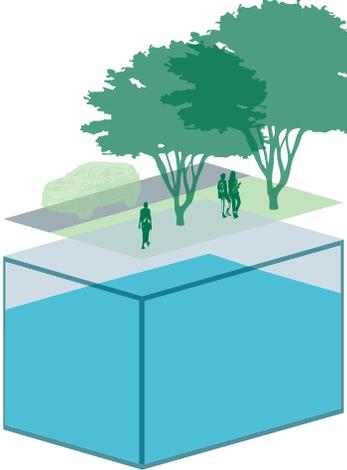
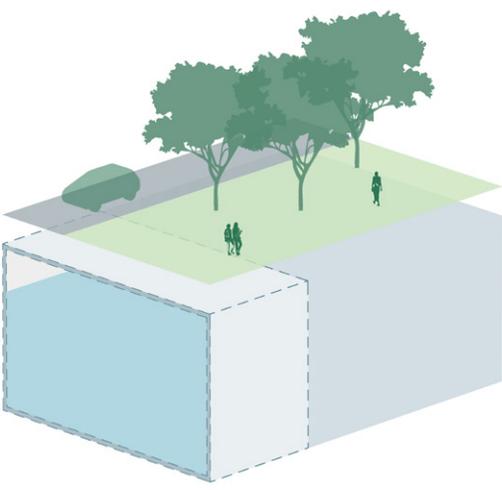
6

Alternativas propostas

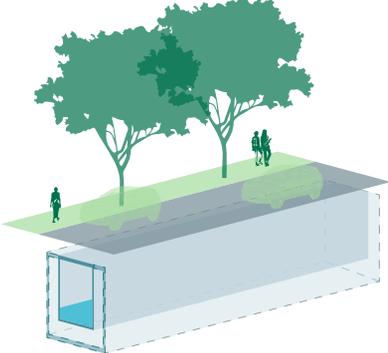
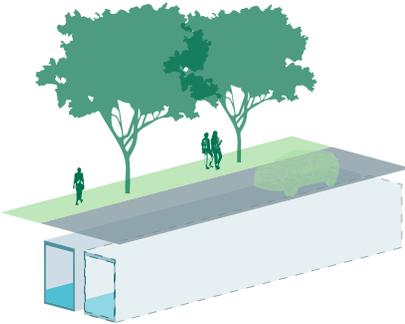
No intuito de conceder às bacias o grau de proteção de 100 anos, propõem-se duas alternativas de controle de cheias para as bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras. As alternativas consistem no controle do escoamento superficial por meio de ações estruturais situadas nas áreas de drenagem. As ações estruturais sugeridas tiveram como premissa a possibilidade de serem intercambiáveis entre as alternativas propostas, não restringindo sua aplicação a um único conjunto de ações.

O **QUADRO 6.1** a seguir apresenta as medidas de controle propostas.

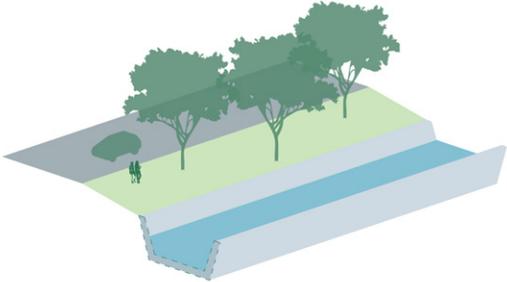
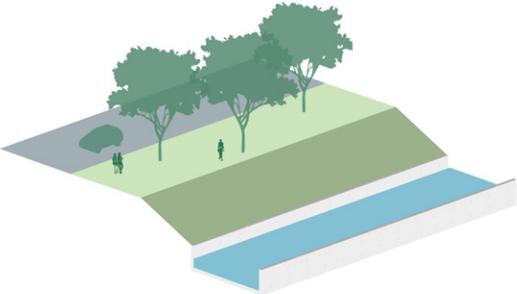
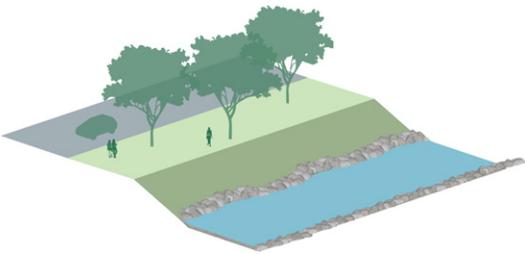
QUADRO 6.1 Medidas de controle propostas

Medida	Descrição
<p data-bbox="320 364 759 392">Reservatório de armazenamento de cheias</p> 	<p data-bbox="954 413 1372 854">Estrutura projetada para armazenar temporariamente parte do escoamento superficial excedente e liberar as vazões de forma controlada, reduzindo os riscos de inundação a jusante. Foram adotados reservatórios abertos em áreas com menor ocupação e maior disponibilidade de espaço, devido ao menor custo de implantação. Já em zonas mais densamente urbanizadas, optou-se por reservatórios fechados, que se integram melhor à infraestrutura existente e permitem o uso da superfície local, embora com custo mais elevado. Em ambos os casos, buscou-se garantir a integração com o ambiente urbano e a sustentabilidade das soluções.</p>
<p data-bbox="403 952 677 980">Ampliação de reservatório</p> 	<p data-bbox="948 1085 1381 1373">Ampliação do volume de reservação de um reservatório já existente, por meio do aumento de sua profundidade ou da área ocupada. No caso do reservatório Anhanguera, propõe-se a escavação dos taludes e a ampliação do perímetro por meio da construção de paredes-diafragma. Para garantir o aproveitamento ideal do volume adicional, recomenda-se avaliar a necessidade de adequação das estruturas de entrada de água no reservatório.</p>

QUADRO 6.1 Medidas de controle propostas

Medida	Descrição
<p style="text-align: center;">Área verde inundável</p> 	<p>A área verde inundável funciona como um reservatório de armazenamento linear no próprio canal do córrego e em suas margens. A função de reservação é introduzida por meio de estruturas de restrição de seção ao longo do canal, dimensionadas para controlar o escoamento para jusante. Além do papel hidrológico, essas áreas contribuem para a recuperação e a proteção das áreas de várzea, promovendo a conectividade entre espaços verdes, melhorando a qualidade ambiental e proporcionando áreas de lazer e contemplação.</p>
<p style="text-align: center;">Substituição de galeria</p> 	<p>Consiste na substituição de trechos existentes de galeria por uma nova estrutura de maior dimensão, com o objetivo de aumentar sua capacidade hidráulica e melhorar o escoamento do sistema de drenagem.</p>
<p style="text-align: center;">Galeria de reforço</p> 	<p>Trata-se da ampliação da capacidade de escoamento de um trecho do córrego, com a implantação de uma nova galeria para complementar a capacidade de escoamento do sistema de drenagem.</p>

QUADRO 6.1 Medidas de controle propostas

Medida	Descrição
<p data-bbox="475 364 601 393">Canalização</p>  <p data-bbox="394 789 683 819">Canalização em seção mista</p> 	<p data-bbox="954 497 1372 603">Construção ou substituição de canais com dimensões definidas para aumentar a capacidade de escoamento e reduzir o solapamento das margens do córrego.</p> <p data-bbox="954 603 1372 1021">No caso das bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras, dependendo das características do local e dos objetivos do projeto, esses canais são propostos em seções revestidas em concreto ou mistas. As seções revestidas em concreto são indicadas para áreas mais confinadas, onde o espaço disponível é reduzido, garantindo, assim, maior controle sobre o escoamento. As seções mistas, por sua vez, combinam leito revestido com taludes vegetados, proporcionando estabilidade estrutural na base e integração paisagística nas margens, além de favorecerem a dissipação de energia e a melhoria da qualidade da água por processos naturais.</p>
<p data-bbox="436 1260 642 1289">Abertura de córrego</p> 	<p data-bbox="954 1211 1372 1622">Consiste na implantação de um novo canal aberto paralelamente ao curso d'água existente, funcionando como uma estrutura complementar para aumentar a capacidade de escoamento. No ribeirão Verde, essa solução é proposta em um trecho onde o córrego se encontra originalmente fechado, permitindo sua abertura parcial para que as vazões de base escoem pelo novo canal, mantendo uma maior integração com o ambiente. Durante eventos de cheia, o escoamento será distribuído entre a galeria existente e o canal de reforço, ampliando a capacidade hidráulica do sistema e reduzindo riscos de extravasamento.</p>

Os cadernos de Bacia Hidrográfica estudaram a implantação das obras em etapas, tendo em vista a redução paulatina dos riscos de inundação na bacia até o nível correspondente às precipitações de período de retorno de 100 anos.

No estudo deste Caderno, foram previstas quatro etapas de implantação: a primeira etapa é composta por obras que propiciem a redução da mancha de inundação em locais frequentemente afetados pelas cheias, ou naqueles caracterizados como de risco muito alto pela análise das áreas críticas sob o ponto de vista da drenagem urbana; a segunda etapa foi composta por obras que protejam as bacias para chuvas de Tr 10 anos; a terceira etapa visa à proteção para chuvas de Tr 25 anos; e a quarta etapa engloba obras para proteção de Tr 100 anos.

Os itens a seguir apresentam detalhadamente as duas alternativas elaboradas, discriminando as intervenções propostas em cada etapa de implantação.

6.1 ALTERNATIVA 1

A Alternativa 1 foi concebida priorizando a implantação de galerias de reforço, a ampliação de seções, trechos de canalização em concreto e em seção mista (com base em concreto e taludes vegetados) e reservatórios

de armazenamento localizados em terrenos com pouca ocupação, minimizando, desse modo, interferências e custos associados à desapropriação de lotes e à remoção de famílias. Além disso, propõe-se a ampliação do volume total do reservatório Rio das Pedras I, por meio de aprofundamento de sua estrutura, de forma a aumentar sua capacidade de reservação e aprimorar o controle das vazões a jusante.

Nessa alternativa, contemplam-se: expansão do reservatório Rio das Pedras RPD-1 (volume da ampliação – 59.000 m³; volume final – 83.000 m³); doze reservatórios de armazenamento off line (869.000 m³); trechos de canalização (959 m em concreto e 973 m em seção mista); trechos de ampliação de galeria (484 m); trecho de canalização de reforço/abertura de córrego (374 m) e uma adequação de travessia.

Todas as intervenções foram pré-dimensionadas partindo do cenário de impermeabilização máxima. A **TABELA 6.1** indica as obras previstas na Alternativa 1 em cada etapa de implantação, incluindo sua localização, o tipo de medida de controle e suas dimensões.

Em seguida, a **FIGURA 6.1** mostra a localização das obras previstas na Alternativa 1, indicando as quatro etapas de implantação das ações. Já na **FIGURA 6.2** está indicado o diagrama unifilar de vazões escoadas para

uma chuva de Tr 100 anos e, também, a capacidade de escoamento do sistema de drenagem das bacias a partir das intervenções propostas na Alternativa 1.

TABELA 6.1 Medidas de controle da Alternativa 1

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Dimensões			
				Extensão (m)	Área da seção (m ²)	Volume (m ³)	Planta (m ²)
1ª etapa	Córrego do Tanque	Reservatório – RVD-4	Entre a R. Tomé de Almeida e Oliveira e a R. do Guerra	–	–	100.000	14.800
		Canalização em concreto	Nas proximidades da Av. Miguel de Castro, entre as ruas Dr. Pedro de Mustre Portugal e Margarida Ramalho	219	8,0	–	–
			Nas proximidades da R. Margarida Ramalho	39	7,0	–	–
			Nas proximidades da Av. Miguel de Castro, entre a R. Margarida Ramalho e a R. do Guerra	167	8,0	–	–
			Nas proximidades da R. 27 de Setembro	33	7,0	–	–
			Nas proximidades da R. Tomé de Almeida e Oliveira	36	4,0	–	–
			Nas proximidades da R. da Vitória e da R. Tomé de Almeida e Oliveira	211	6,0	–	–
			Na R. Tomé de Almeida e Oliveira	82	3,0	–	–
		Galeria de reforço	Na R. Prof. Aldo Locatelli, entre a R. Vig. Godói e a Av. Cb. Adão Pereira, e na Av. Cb. Adão Pereira, entre a R. Prof. Aldo Locatelli e as proximidades da Pç. Paulo Stuart Wright	303	7,0	–	–
			Na Av. Cb. Adão Pereira, entre as proximidades da Pç. Paulo Stuart Wright e a R. Pedro Mariano Ronchi	630	10,0	–	–
	Ampliação de galeria	Na R. Manoel Barbosa, entre a R. Pedro Mariano Ronchi e o RVD-2	171	12,1	–	–	
	Reservatório – RVD-2	Entre as ruas Manoel Barbosa e D. Manuel D’Elboux	–	–	200.000	15.400	
	Ribeirão Verde-Pirituba	Galeria de reforço	Nas R. Dezenove de Julho e Dr. Ferreira da Luz, entre a Av. Fuad Lutfalla e a R. Manoel Barbosa (até a entrada do reservatório RVD-2)	207	9,0	–	–
			Rua Dr. Ferreira da Luz, da entrada no reservatório RVD-2 até a Rua Manuel Barbosa	80	5,4	–	–
Canalização em concreto		Nas proximidades da R. Dr. Estevão Montebello	172	4,0	–	–	
Galeria de reforço		Na R. Dr. Estevão Montebello até a Av. Gen. Edgar Facó	270	1,1	–	–	
		Na Av. Gen. Edgar Facó, entre as ruas Enrico Carafa e Otto Labastille	422	11,2	–	–	
Córrego Guaimi	Reservatório – RVD-8	Entre a Av. Min. Petrônio Portela e a R. Durval Lourenço de Azevedo	–	–	23.000	7.700	

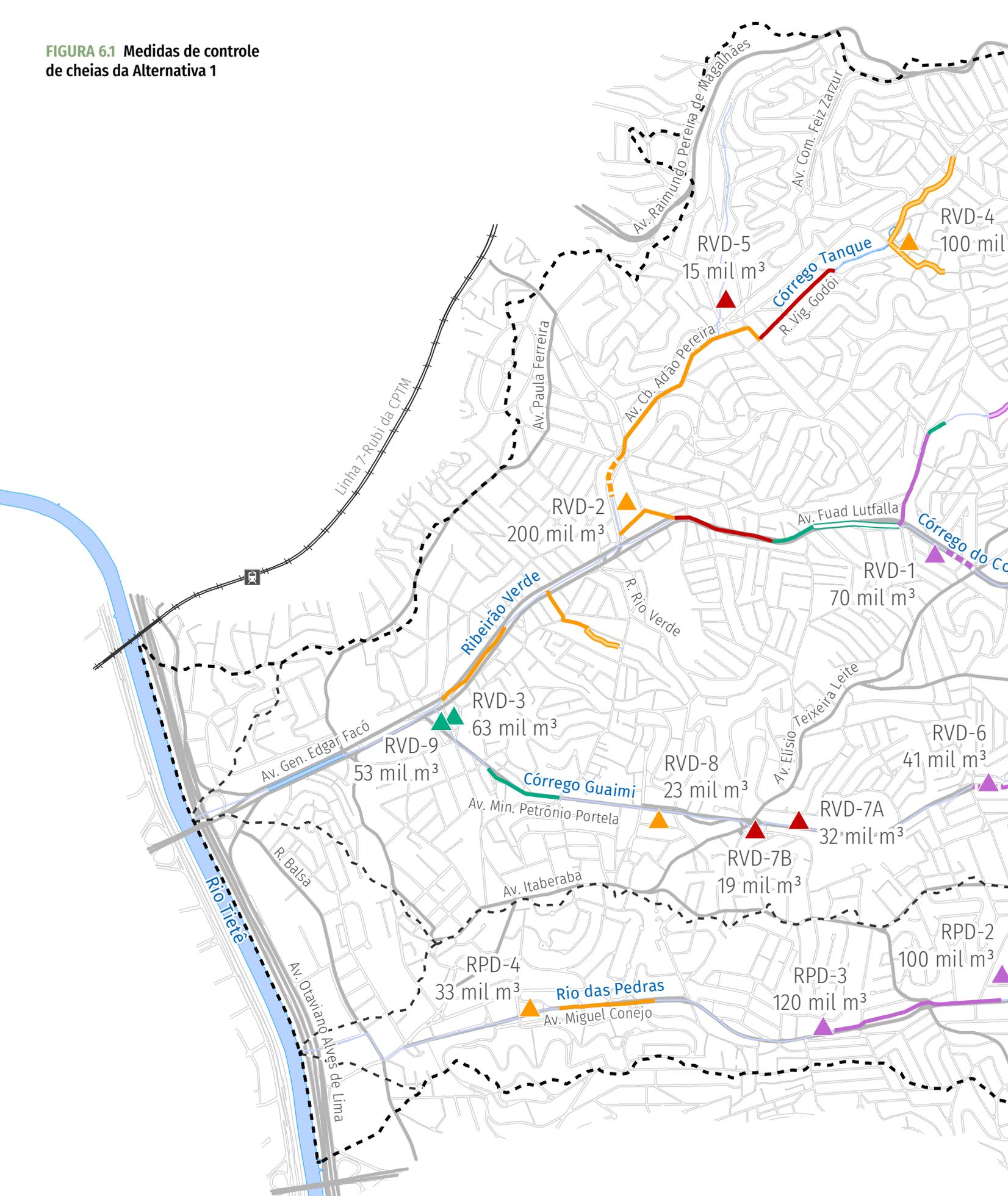
TABELA 6.1 Medidas de controle da Alternativa 1

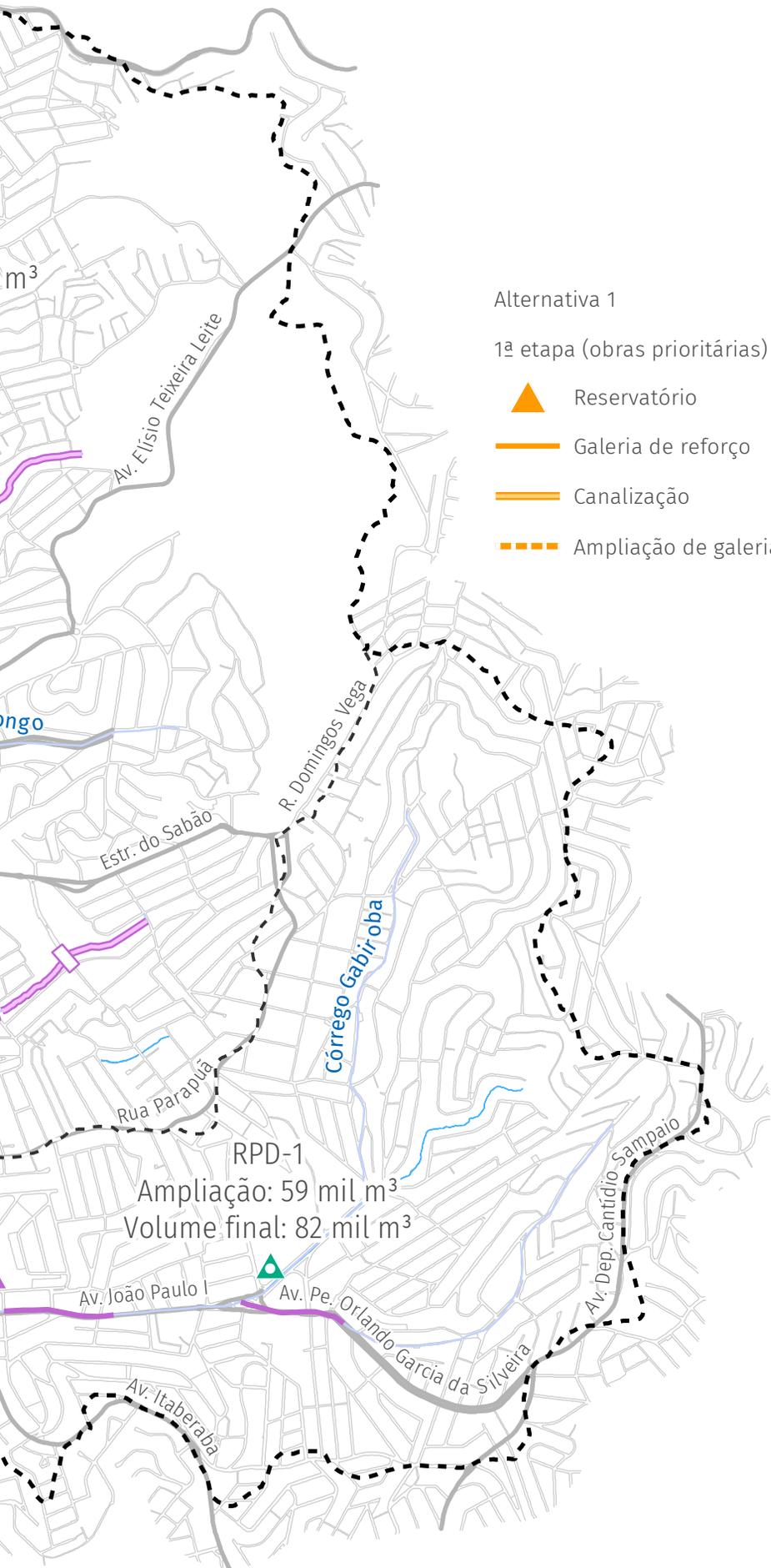
Etapa	Local	Intervenção	Referência	Dimensões			
				Extensão (m)	Área da seção (m ²)	Volume (m ³)	Planta (m ²)
1ª etapa	Rio das Pedras	Galeria de reforço	Na Av. Miguel Conejo, entre as proximidades da Pç. Giovannelli Luigi e da R. Martins Heredia	419	7,2	-	-
		Reservatório – RPD-4	Entre a Av. Miguel Conejo e a R. Martins Herédia	-	0,0	33.000	4.200
2ª etapa	Córrego do Congo	Reservatório – RVD-1	Entre a Av. Fuad Lutfalla e a R. Huasca de Vergara	-	0,0	70.000	10.500
		Ampliação de galeria	Na Av. Fuad Lutfalla, entre a Av. Elísio Teixeira Leite e o RCG-1	146	7,2	-	-
	Ribeirão Verde-Pirituba	Canalização em seção mista	Entre a Tv. Prof. Demarzo e a R. Barra do Jacaré	423	15,8	-	-
		Galeria de reforço	Na Av. Brasilina Vieira Simões, entre a R. Muniz Freire e a Av. Fuad Lutfalla	423	6,8	-	-
	Córrego Guaimi	Canalização em seção mista	Nas proximidades da R. Min. Correia de Castro, entre a R. Dr. Moacir Cestari e a Av. Michihisa Murata	285,5	10,1	-	-
		Adequação de travessia	Na Av. Michihisa Murata, próximo à Travessa Michihisamurata	20	7,5	-	-
		Canalização em seção mista	Nas proximidades da Travessa da Av. Michihisa Murata, entre a Av. Michihisa Murata e R. Abílio Primo Nalim	264,4	10,1	-	-
		Reservatório – RVD-6	Entre as ruas Abílio Primo Nalim e R. dos Morgados	-	-	41.000	4.600
		Ampliação de galeria	R. dos Morgados, entre a Rua Abílio Primo Nalim e entrada do RVD-6	46	6,8	-	-
	R. dos Morgados, entre a entrada do RVD-6 e a Rua José Carlos Monteiro		121	4,5	-	-	
	Rio das Pedras	Galeria de reforço	Na Av. João Paulo I, entre as proximidades da R. Caipé e da Pç. Celso Gilberto de Oliveira	341	5,5	-	-
			Na Av. João Paulo I, entre as proximidades da R. Classicismo e da R. Padre Domingos Gava	353	7,2	-	-
		Reservatório – RPD-2	Entre as ruas Emb. Pais do Nascimento e Eng. Alberto Meyer	-	-	100.000	9.200
		Galeria de reforço	Na Av. João Paulo I, entre as proximidades da R. Pe. Domingos Gava e da Av. Itaberaba	255	7,2	-	-
Na Av. João Paulo I, entre as proximidades da Av. Itaberaba e o RPP-3			497	6,9	-	-	
Reservatório – RPD-3		Entre a R. dos Sitiantes e a Av. João Paulo I	-	-	120.000	12.300	

TABELA 6.1 Medidas de controle da Alternativa 1

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Dimensões			
				Extensão (m)	Área da seção (m ²)	Volume (m ³)	Planta (m ²)
3ª etapa	Córrego do Tanque	Galeria de reforço	Na R. Vig. Godói, entre a Av. Joaquim de Nazareth e a R. Prof. Aldo Locatelli	450	3,6	-	-
		Reservatório – RVD-5	No campo de futebol do Pq. Rodrigo de Gásperi	-	0,0	15.000	12.000
	Ribeirão Verde-Pirituba	Galeria de reforço	Na Av. Fuad Lutfalla, próxima à R. Anésio Pimento dos Reis	444	7,2	-	-
	Córrego Guaimi	Reservatório – RVD-7A	Entre a R. José Pereira de Araújo e a Av. Min. Petrônio Portela	-	-	32.000	2.900
		Reservatório – RVD-7B	Entre a Av. Min. Petrônio Portela e a R. Marilândia	-	-	19.000	1.900
4ª etapa	Ribeirão Verde-Pirituba	Galeria de reforço	Nas proximidades da Av. Aldo Ribeiro Luz	41	4,5	-	-
			Nas proximidades da Av. Aldo Ribeiro Luz	50	6,8	-	-
		Canalização de reforço/abertura de córrego	Na Av. Fuad Lutfalla, entre a R. Brasilina Vieira Simões e as proximidades da R. João Alves Pimenta	374	5,0	-	-
		Galeria de reforço	Na Av. Fuad Lutfalla, entre a R. João Alves Pimenta e R. Alfredo Margária	194	5,0	-	-
		Reservatório – RVD-3	Entre a Av. Gen. Edgar Facó, a R. Otto Labastille e a R. Nazareth Machado	-	-	63.000	4.400
	Córrego Guaimi	Galeria de reforço	Na Av. Min. Petrônio Portela, entre a R. João Cordeiro, a Vla. Roberto Machado e a Prof. João Machado	349	4,7	-	-
		Reservatório – RVD-9	Na Pç. Dona Amália G. Solitari	-	-	53.000	3.700
	Rio das Pedras	Ampliação de reservatório – RPD-1	Entre a Av. José da Natividade Saldanha e a R. Rui de Moraes Apocalipse	-	-	59.000	6.900

FIGURA 6.1 Medidas de controle de cheias da Alternativa 1





Convenção

- Área de drenagem
- Rede de drenagem
- Quadra viária
- Linha férrea/estação

Alternativa 1

1ª etapa (obras prioritárias)

- Reservatório
- Galeria de reforço
- Canalização
- Ampliação de galeria

2ª etapa (Tr 10 anos)

- Adequação de travessia
- Reservatório
- Galeria de reforço
- Canalização
- Ampliação de galeria

3ª etapa (Tr 25 anos)

- Reservatório
- Galeria de reforço

4ª etapa (Tr 100 anos)

- Reservatório
- Ampliação de reservatório
- Abertura de canal com reforço
- Galeria de reforço

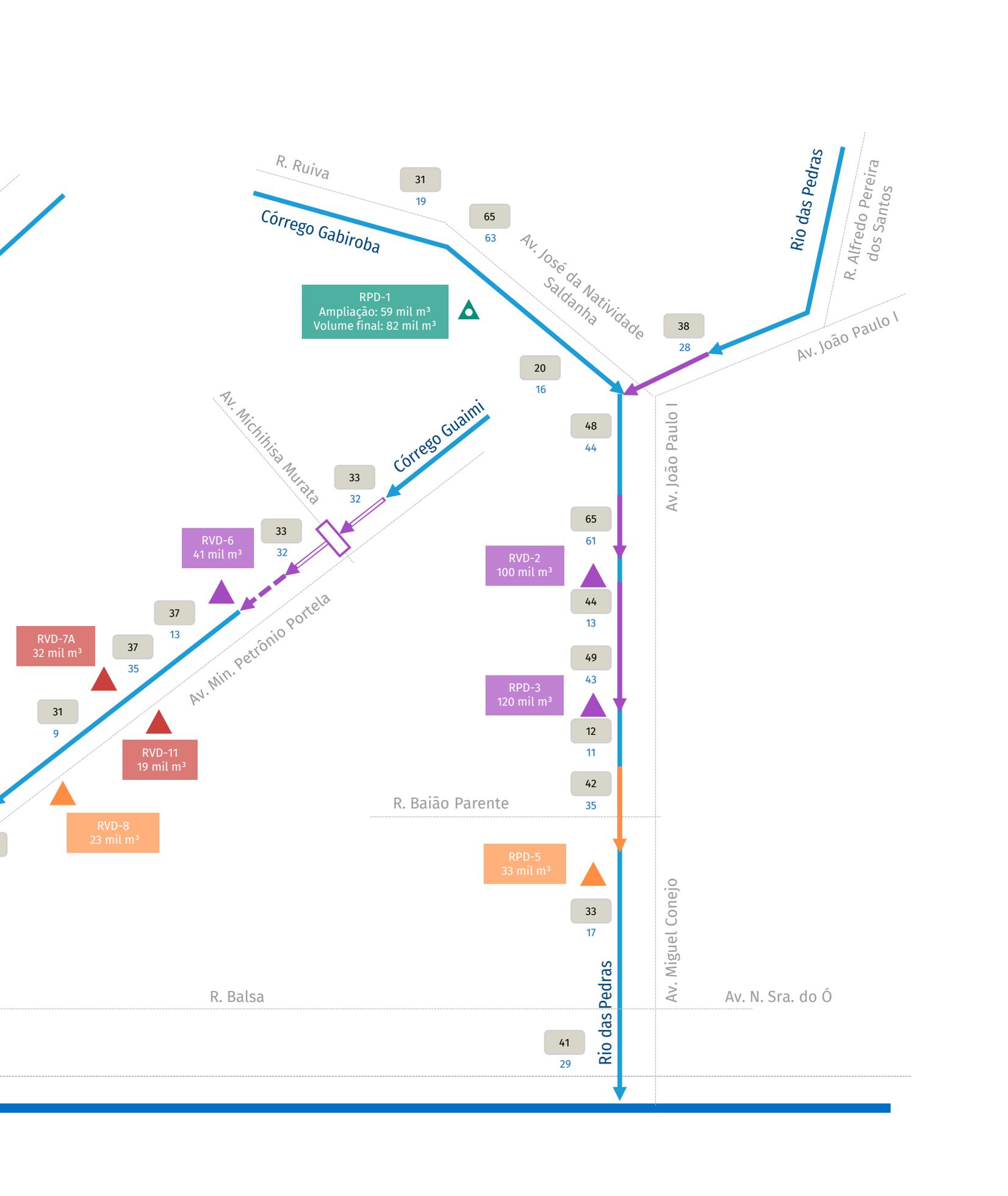
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),
Mapa Hidrográfico do Município (2025) e FCTH (2025)



FIGURA 6.2 Diagrama unifilar de vazões – Alternativa 1 com as obras da 1ª, 2ª, 3ª e 4ª etapas





R. Ruiva
Córrego Gabiroba

RPD-1
Ampliação: 59 mil m³
Volume final: 82 mil m³

Rio das Pedras

R. Alfredo Pereira dos Santos

Av. José da Natividade Saldanha

Av. João Paulo I

Av. Michihsa Murata

Córrego Guaimi

Av. João Paulo I

Av. Min. Petrônio Portela

R. Baião Parente

Av. Miguel Conejo

R. Balsa

Av. N. Sra. do Ó

Rio das Pedras

RVD-7A
32 mil m³

RVD-6
41 mil m³

RVD-2
100 mil m³

RPD-3
120 mil m³

RVD-11
19 mil m³

RVD-8
23 mil m³

RPD-5
33 mil m³

31
19

65
63

38
28

20
16

48
44

65
61

44
13

49
43

12
11

42
35

33
17

41
29

37
13

37
35

31
9

33
32

33
32

6.2 ALTERNATIVA 2

A concepção da Alternativa 2 foi norteadada pela redistribuição de parte do volume armazenado em estruturas de caráter mais sustentável, priorizando a implantação de áreas verdes inundáveis nas cabeceiras dos afluentes. Além disso, mantém-se a ampliação do volume total do reservatório Rio das Pedras I.

A Alternativa 2, contemplam-se: expansão do reservatório Rio das Pedras RPD-1 (volume da ampliação – 59.000 m³; volume final – 83.000 m³); três áreas verdes inundáveis (125.000 m³); doze reservatórios de armazenamento *off line* (780.800 m³); trecho de ampliação de galeria (146 m); trechos de

reforços de galeria (4.225 m); trecho de canalização de reforço/abertura de córrego (374 m) e uma adequação de travessia.

Assim, a **TABELA 6.2** indica as obras previstas na Alternativa 2 em cada etapa de implantação, incluindo sua localização, o tipo de medida de controle e suas dimensões.

Em seguida, na **FIGURA 6.3** é indicada a localização das obras previstas na Alternativa 2, apontando as quatro etapas de implantação de ações. Por fim, na **FIGURA 6.4** está indicado o diagrama unifilar de vazões escoadas e, também, a capacidade de escoamento das estruturas de drenagem a partir das intervenções propostas na Alternativa 2.

TABELA 6.2 Medidas de controle da Alternativa 2

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Dimensões			
				Extensão (m)	Área da seção (m ²)	Volume (m ³)	Planta (m ²)
1ª etapa	Córrego do Tanque	Reservatório - RVD-4	Entre a R. Tomé de Almeida e Oliveira e a R. do Guerra	-	-	48.000	6.100
		Canalização em concreto	Nas proximidades da Av. Miguel de Castro, entre as ruas Dr. Pedro de Mustre Portugal e Margarida Ramalho	219	8,0	-	-
			Nas proximidades da R. Margarida Ramalho	39	7,0	-	-
			Nas proximidades da Av. Miguel de Castro, entre a R. Margarida Ramalho e a R. do Guerra	167	8,0	-	-
			Nas proximidades da R. 27 de Setembro	33	7,0	-	-
			Nas proximidades da R. Tomé de Almeida e Oliveira	36	4,0	-	-
			Nas proximidades da R. da Vitória e da R. Tomé de Almeida e Oliveira	211	6,0	-	-
			Na R. Tomé de Almeida e Oliveira	82	3,0	-	-
	Área verde inundável - PVD-1	Entre a R. Tomé de Almeida e Oliveira e a Av. Joaquim de Nazareth	-	-	43.000	10.900	
	Galeria de reforço	Na R. Prof. Aldo Locatelli, entre a R. Vig. Godói e a Av. Cb. Adão Pereira	77	3,6	-	-	
	Reservatório - RVD-5	No campo de futebol do Pq. Rodrigo de Gásperi	-	-	144.000	12.000	
	Reservatório - RVD-2	Entre as ruas Manoel Barbosa e D. Manuel D'Elboux	-	-	69.000	15.400	
	Ribeirão Verde-Pirituba	Galeria de reforço	Nas R. Dezenove de Julho e Dr. Ferreira da Luz, entre a Av. Fuad Lutfalla e a R. Manoel Barbosa	287	5,4	-	-
		Canalização em concreto	Nas proximidades da R. Dr. Estevão Montebello	172	4,0	-	-
Galeria de reforço		Na R. Dr. Estevão Montebello até a R. Jotacá	270	1,1	-	-	
		Na R. Manoel Silva Porto, entre a R. Jotacá e a Av. Gen. Edgar Facó	422	11,2	-	-	
Córrego Guaimi	Área verde inundável - PVD-3	Entre a Av. Petrônio Portela e a R. Durval Lourenço de Azevedo	-	-	19.000	7.700	
	Galeria de reforço	Na Av. Min. Petrônio Portela, entre a R. João Cordeiro, a Vla. Roberto Machado e a Prof. João Machado	349	4,7	-	-	

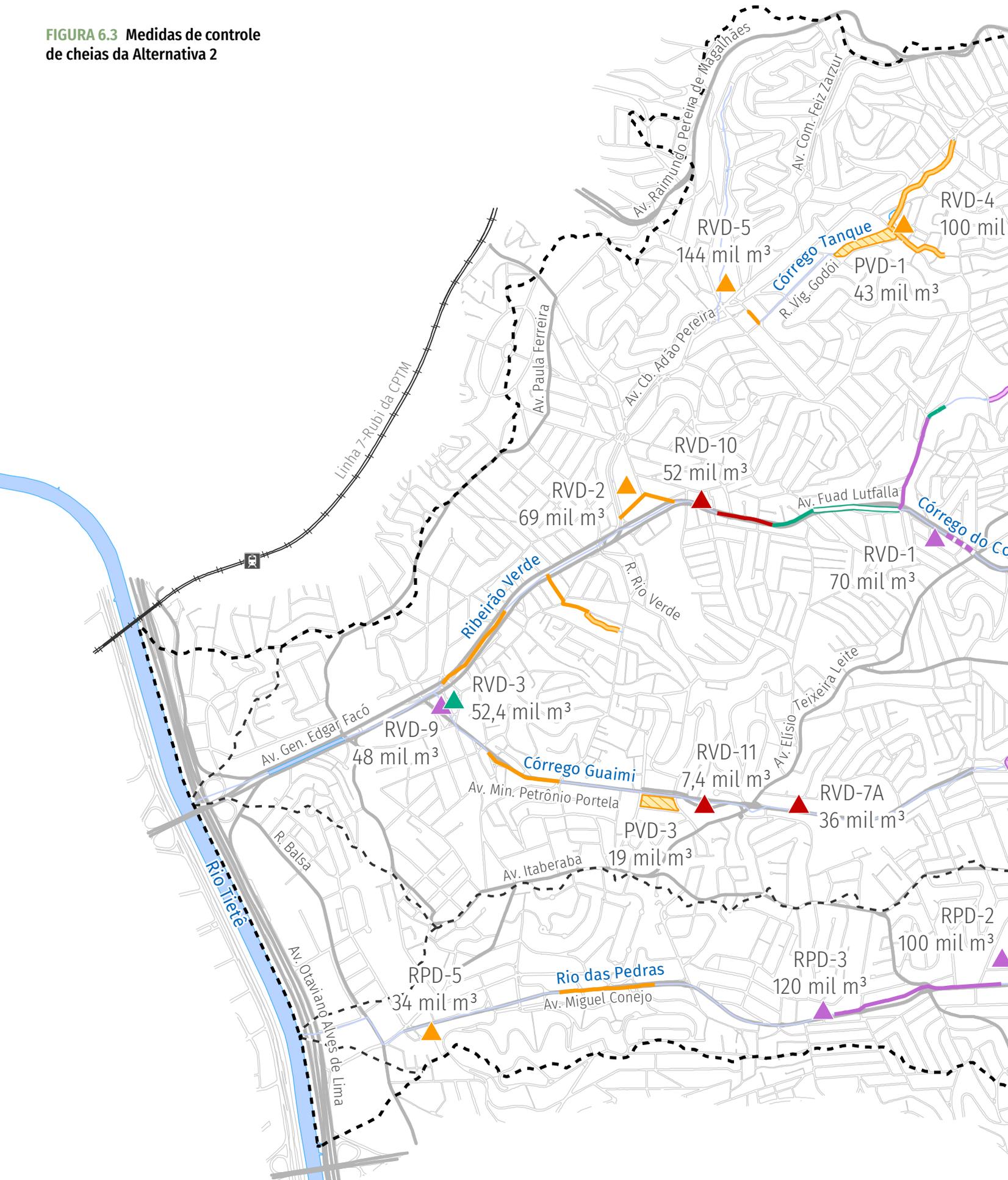
TABELA 6.2 Medidas de controle da Alternativa 2

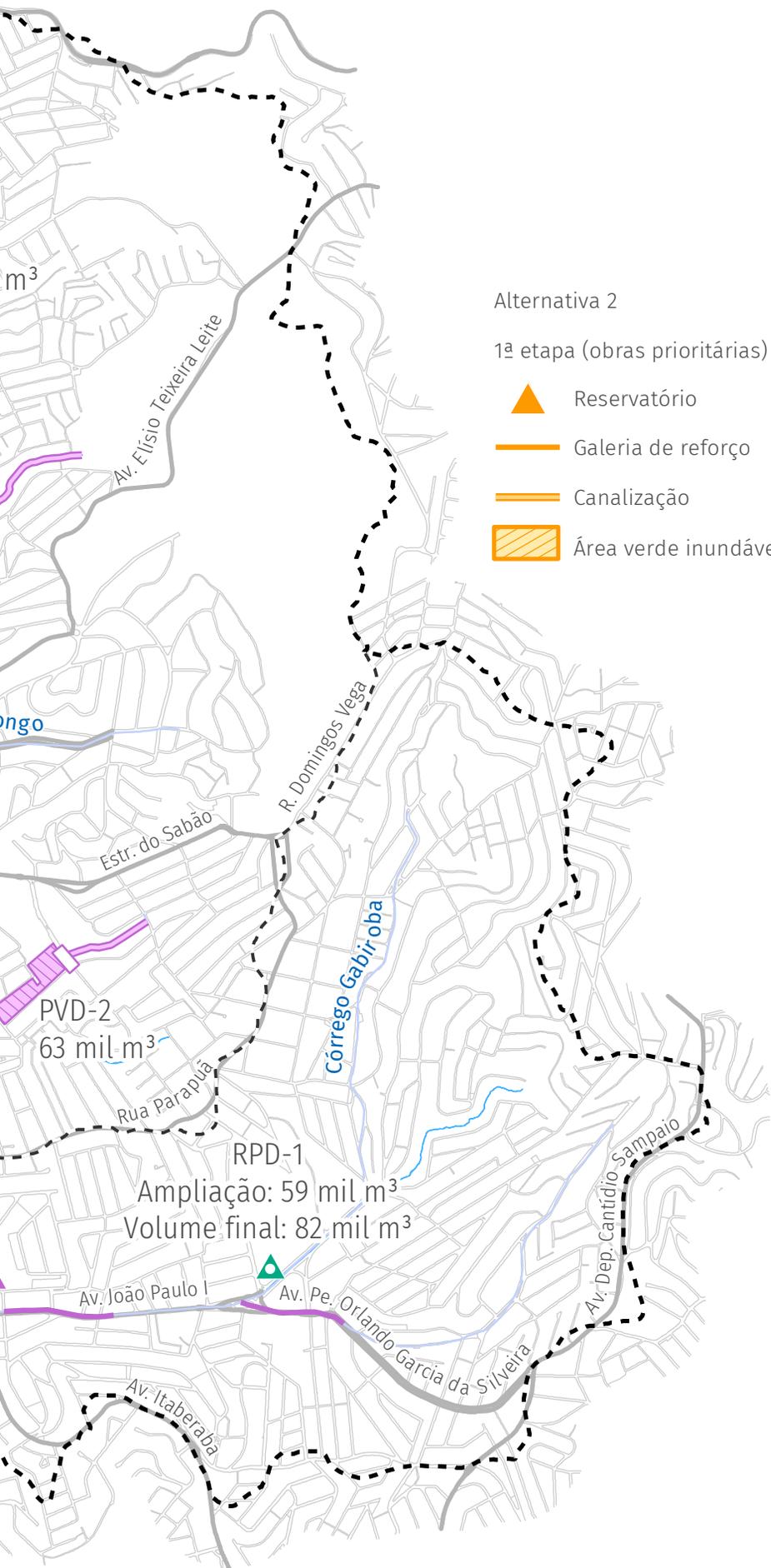
Etapa	Local	Intervenção	Referência	Dimensões			
				Extensão (m)	Área da seção (m ²)	Volume (m ³)	Planta (m ²)
1ª etapa	Rio das Pedras	Galeria de reforço	Na Av. Miguel Conejo, entre as proximidades da Pç. Giovanni Luigi e da R. Martins Heredia	419	7,2	-	-
		Reservatório - RPD-5	Na Pç. Flávio Rangel	-	-	34.000	3.200
2ª etapa	Córrego do Congo	Reservatório - RVD-1	Entre a Av. Fuad Lutfalla e a R. Huasca de Vergara	-	-	70.000	10.500
		Ampliação de galeria	Na Av. Fuad Lutfalla, entre a Av. Elísio Teixeira Leite e o RCG-1	146	7,2	-	-
	Ribeirão Verde-Pirituba	Canalização em seção mista	Entre a Tv. Prof. Demarzo e a R. Barra do Jacaré	423	15,8	-	-
		Galeria de reforço	Na Av. Brasilina Vieira Simões, entre a R. Muniz Freire e a Av. Fuad Lutfalla	423	6,8	-	-
	Córrego Guaimi	Canalização em seção mista	Nas proximidades da R. Min. Correia de Castro, entre a R. Dr. Moacir Cestari e a Av. Michihisa Murata	285,5	10,1	-	-
		Adequação de travessia	Na Av. Michihisa Murata, próximo à Travessa Michihisamurata	20	7,5	-	-
		Área verde inundável - PVD-2	Entre a Av. Michihisa Murata e a R. Abílio Primo Nalim	-	-	63.000	18.100
		Reservatório - RVD-9	Praça Dona Amália G. Solitari	-	-	48.000	3.700
	Rio das Pedras	Galeria de reforço	Na Av. João Paulo I, entre as proximidades da R. Caipé e da Pç. Celso Gilberto de Oliveira	341	5,5	-	-
			Na Av. João Paulo I, entre as proximidades da R. Classicismo e da R. Padre Domingos Gava	353	7,2	-	-
		Reservatório - RPD-2	Entre as ruas Emb. Pais do Nascimento e Eng. Alberto Meyer	-	-	100.000	9.200
		Galeria de reforço	Na Av. João Paulo I, entre as proximidades da R. Padre Domingos Gava e da Av. Itaberaba	255	7,2	-	-
Na Av. João Paulo I, entre as proximidades da Av. Itaberaba e o RPP-3			497	6,9	-	-	
Reservatório - RPD-3		Entre a R. dos Sitiantes e a Av. João Paulo I	-	-	120.000	12.300	

TABELA 6.2 Medidas de controle da Alternativa 2

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Dimensões			
				Extensão (m)	Área da seção (m ²)	Volume (m ³)	Planta (m ²)
3ª etapa	Ribeirão Verde-Pirituba	Galeria de reforço	Na Av. Fuad Lutfalla, nas proximidades da R. Anésio Pimento dos Reis	247	4,5	-	-
		Reservatório - RVD-10	Entre a R. Adele Zarzur e a Av. Fuad Lutfalla	-	-	52.000	4.800
	Córrego Guaimi	Reservatório - RVD-7A	Entre a R. José Pereira de Araújo e a Av. Min. Patrônio Portela	-	-	36.000	1.900
		Reservatório - RVD-11	Na Pç. Pedro Blasema, próximo à Av. Min. Patrônio Portela	-	-	7.400	1.700
4ª etapa	Ribeirão Verde-Pirituba	Galeria de reforço	Nas proximidades da Av. Aldo Ribeiro Luz	41	4,5	-	-
			Nas proximidades da Av. Aldo Ribeiro Luz	50	6,8	-	-
		Canalização de reforço/abertura de córrego	Na Av. Fuad Lutfalla, entre a R. Brasilina Vieira Simões e as proximidades da R. João Alves Pimenta	374	3,2	-	-
		Galeria de reforço	Na Av. Fuad Lutfalla, entre a R. João Alves Pimenta e a R. Alfredo Margária	194	3,2	-	-
		Reservatório - RVD-3	Entre a Av. Gen. Edgar Facó, a R. Otto Labastille e a R. Nazareth Machado	-	-	52.400	4.400
	Rio das Pedras	Ampliação de reservatório - RPD-1	Entre a Av. José da Natividade Saldanha e a R. Rui de Moraes Apocalipse	-	-	59.000	6.900

FIGURA 6.3 Medidas de controle de cheias da Alternativa 2





Convenção

- Área de drenagem
- Rede de drenagem
- Quadra viária
- Linha férrea/estação

Alternativa 2

1ª etapa (obras prioritárias)

- Reservatório
- Galeria de reforço
- Canalização
- Área verde inundável

2ª etapa (Tr 10 anos)

- Adequação de travessia
- Reservatório
- Galeria de reforço
- Canalização
- Ampliação de galeria
- Área verde inundável

3ª etapa (Tr 25 anos)

- Reservatório
- Galeria de reforço

4ª etapa (Tr 100 anos)

- Reservatório
- Ampliação de reservatório
- Abertura de canal com reforço
- Galeria de reforço

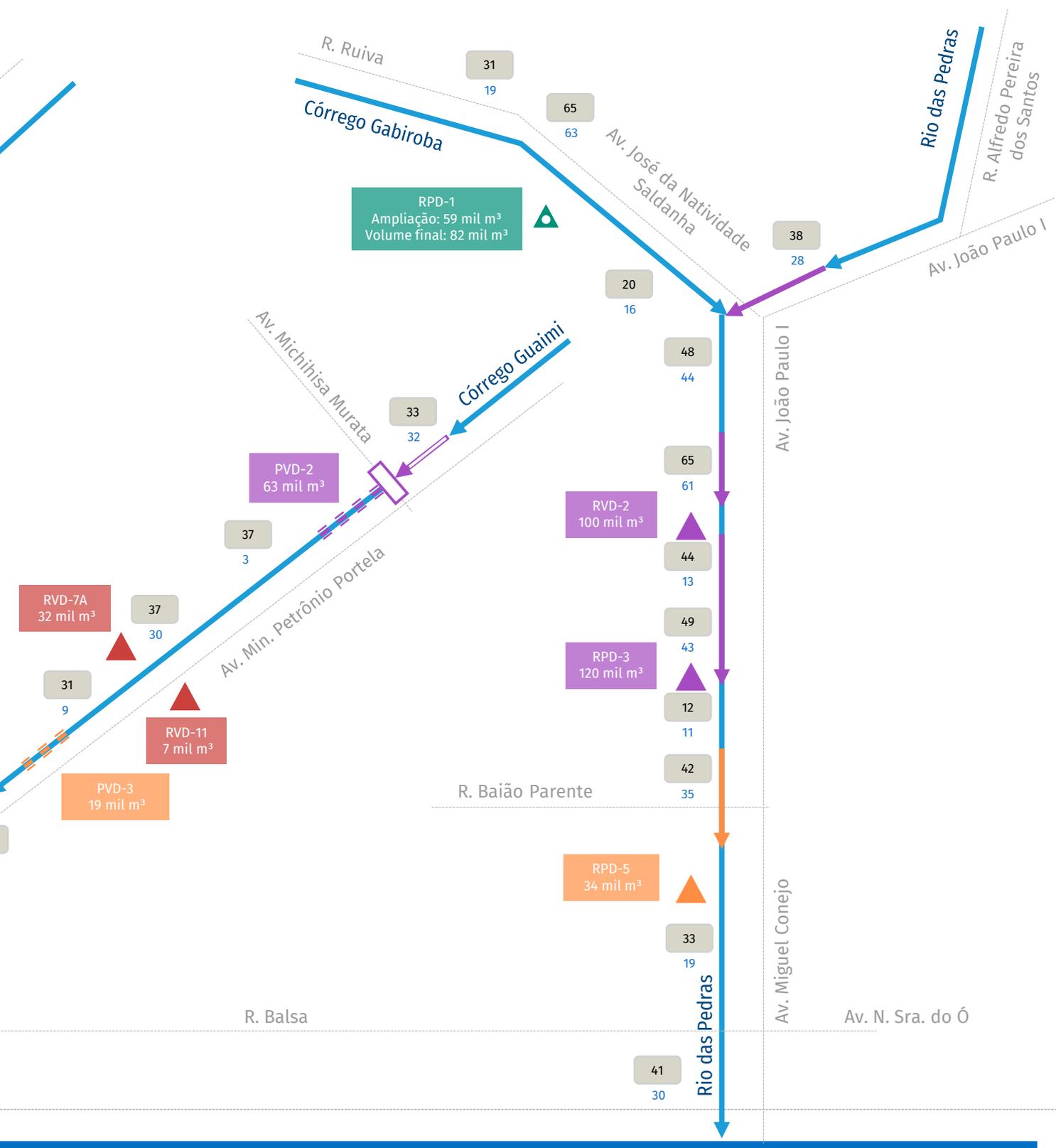
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),
Mapa Hidrográfico do Município (2025) e FCTH (2025)



FIGURA 6.4 Diagrama unifilar de vazões – Alternativa 2 com as obras da 1ª, 2ª, 3ª e 4ª etapas





6.3 LOCALIZAÇÃO E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS DE RESERVAÇÃO

Este item indica as localizações e as principais características dos reservatórios e das áreas verdes inundáveis propostos nas alternativas apresentadas.

FIGURA 6.5 Localização e características do reservatório RVD-1



Reservatório – RVD-1

Alternativas 1 e 2 (1ª etapa)

Volume: 70 mil m³

Área: 10.440 m²

Localização: entre a Av. Fuad Lutfalla e a R. Huasca de Vergara

Características: fechado em concreto, *off line* e com esgotamento por bombas



FIGURA 6.6 Localização e características do reservatório RVD-2



Reservatório – RVD-2

Alternativas 1 e 2 (1ª etapa)

Volume: 200 mil m³

Área: 15.320 m²

Localização: entre as ruas Manoel
Barbosa e D. Manoel D'Elboux

Características: fechado em concreto,
off line e com esgotamento por bombas



FIGURA 6.7 Localização e características do reservatório RVD-3



Reservatório – RVD-3

Alternativas 1 e 2 (4ª etapa)

Volume: 63 mil m³ na alternativa 1 e 52 mil m³ na alternativa 2

Área: 4.365 m²

Localização: entre a Av. Gen. Edgar Facó e as ruas Otto Labastille e Prof. João Machado

Características: fechado em concreto, *off line* com esgotamento por bombas



FIGURA 6.8 Localização e características do reservatório RVD-4



Reservatório – RVD-4

Alternativas 1 e 2 (1ª etapa)

Volume: Alternativa 1 – 100 mil m³;

Alternativa 2 – 48 mil m³

Área: Alternativa 1 – 14.770 m²;

Alternativa 2 – 6.380 m²

Localização: entre a R. Tomé de Almeida e Oliveira
e a R. do Guerra

Características: fechado em concreto, *off line*
e com esgotamento por bombas



FIGURA 6.9 Localização e características do reservatório RVD-5



Reservatório – RVD-5

Alternativa 1 (3ª etapa) e Alternativa 2 (1ª etapa)

Volume: 15 mil m³ (Alternativa 1) e 144 mil m³ (Alternativa 2)

Área: 12.000 m²

Localização: Pq. Rodrigo de Gásperi

Características: Alternativa 1 – aberto em concreto;
Alternativa 2 – fechado em concreto, *off line* e com
esgotamento por bombas

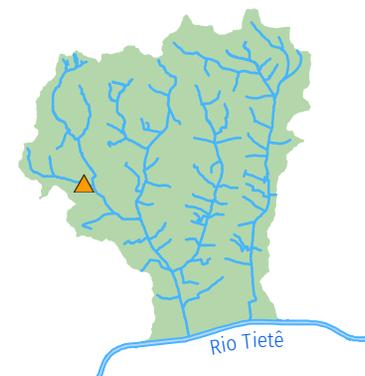


FIGURA 6.10 Localização e características do reservatório RVD-6



Reservatório – RVD-6

Alternativa 1 (2ª etapa)

Volumes: 41 mil m³

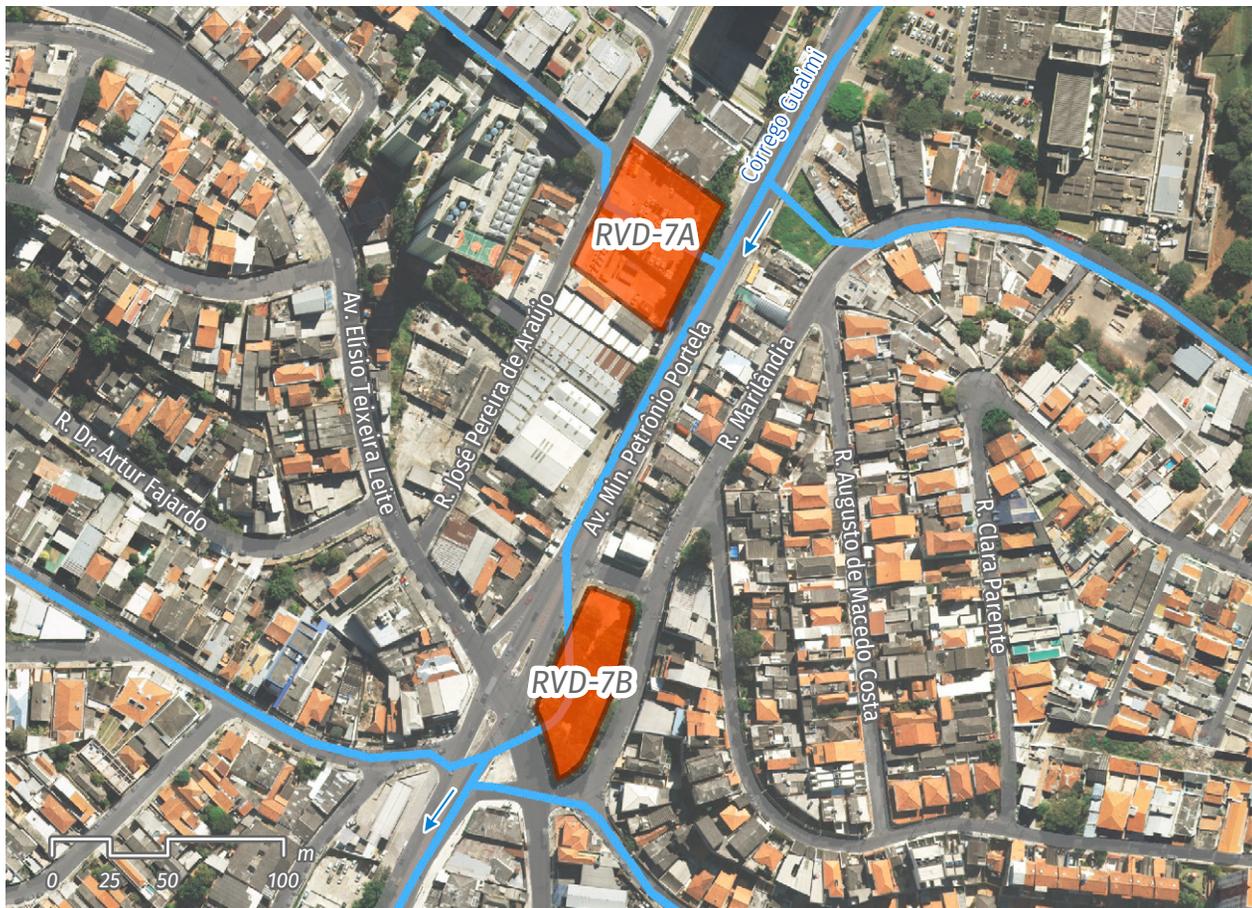
Área: 4.570 m²

Localização: entre a R. dos Morgados e
Abílio Primo Nalim

Características: fechado em concreto,
off line e com esgotamento por bombas



FIGURA 6.11 Localização e características do reservatório RVD-7



Reservatório – RVD-7

Alternativa 1 (reservatórios 7A e 7B – 3ª etapa)
e Alternativa 2 (reservatório 7A – 3ª etapa)

Volumes: reservatório 7A – 32 mil m³ na
alternativa 1 e 36 mil m³ na alternativa 2;
reservatório 7B – 19 mil m³

Área: reservatório 7A – 2.890 m²; reservatório
7B – 1.840 m²

Localização: entre a R. José Pereira de Araújo
e a Av. Min. Petrônio Portela

Características: fechado em concreto, *off line*
e com esgotamento por bombas



FIGURA 6.12 Localização e características do reservatório RVD-8



Reservatório – RVD-8

Alternativa 1 (1ª etapa)

Volume: 23 mil m³

Área: 7.645 m²

Localização: entre a Av. Petrônio Portela
e a R. Durval Lourenço de Azevedo

Características: fechado em concreto,
off line e com esgotamento por bombas



PREFEITURA DE
SÃO PAULO

FIGURA 6.13 Localização e características do reservatório RVD-9



Reservatório – RVD-9

Alternativa 1 (4ª etapa) e Alternativa 2 (2ª etapa)

Volume: 53 mil m³ (alternativa 1) e 48 mil m³ (alternativa 2)

Área: 3.670 m²

Localização: Pç. Amália Solitari

Características: fechado em concreto, *off line* e com esgotamento por bombas



FIGURA 6.14 Localização e características do reservatório RVD-10



Reservatório – RVD-10

Alternativa 2 (3ª etapa)

Volume: 52 mil m³

Área: 4.750 m²

Localização: entre a Av. Fuad Lutfalla e a R. Nova Era

Características: fechado em concreto, off line e com esgotamento por bombas



FIGURA 6.15 Localização e características do reservatório RVD-11



Reservatório – RVD-11

Alternativa 2 (3ª etapa)

Volume: 7 mil m³

Área: 1.640 m²

Localização: entre a Av. Petrônio Portela e a R. George Pilli

Características: fechado em concreto, *off line* e com esgotamento por bombas



FIGURA 6.16 Localização e características da ampliação do RPD-1



Ampliação de reservatório – RPD-1

Alternativas 1 e 2 (4ª etapa)

Volume: 82 mil m³

Área: 6.814 m²

Localização: entre a Av. José da Natividade Saldanha e a R. Rui de Morais Apocalipse

Características: fechado em concreto, off line e com esgotamento por bombas



FIGURA 6.17 Localização e características do reservatório RPD-2



Reservatório – RPD-2

Alternativas 1 e 2 (2ª etapa)

Volume: 100 mil m³

Área: 9.000 m²

Localização: entre as ruas Emb. Pais do Nascimento e Eng. Alberto Meyer

Características: fechado em concreto, *off line* e com esgotamento por bombas



FIGURA 6.18 Localização e características do reservatório RPD-3



Reservatório – RPD-3

Alternativas 1 e 2 (2ª etapa)

Volume: 120 mil m³

Área: 13.780 m²

Localização: entre a R. dos Sitanantes e a Av. João Paulo I

Características: fechado em concreto, off line e com esgotamento por bombas



FIGURA 6.19 Localização e características do reservatório RPD-4



Reservatório – RPD-4

Alternativa 1 (1ª etapa)

Volume: 33 mil m³

Área: 4.100 m²

Localização: entre a Av. Miguel Conejo e a R. Martins Heredia

Características: fechado em concreto, *off line* e com esgotamento por bombas



FIGURA 6.20 Localização e características do reservatório RPD-5



Reservatório – RPD-5

Alternativa 2 (1ª etapa)

Volume: 34 mil m³

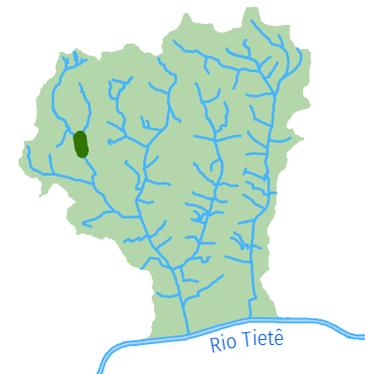
Área: 3.121 m²

Localização: Pç. Flávio Rangel

Características: fechado em concreto,
off line e com esgotamento por bombas



FIGURA 6.21 Localização e características da área verde inundável PVD-1



Área verde inundável – PVD-1

Alternativa 2 (1ª etapa)

Volume: 43 mil m³

Área: 10.840 m²

Localização: entre a R. Tomé de Almeida
e Oliveira e a Av. Joaquim de Nazareth

FIGURA 6.22 Localização e características da área verde inundável PVD-2



Área verde inundável – PVD-2

Alternativa 2 (2ª etapa)

Volume: 63 mil m³

Área: 18.000 m²

Localização: entre a Av. Michihisa Murata e a R. Abílio Primo Nalim



PREFEITURA DE
SÃO PAULO

FIGURA 6.23 Localização e características da área verde inundável PVD-3



Área verde inundável – PVD-3

Alternativa 2 (1ª etapa)

Volume: 19 mil m³

Área: 7.645 m²

Localização: entre a Av. Petrônio Portela
e a R. Durval Lourenço de Azevedo



6.4 CONCEPÇÃO URBANÍSTICA E PAISAGÍSTICA DO RESERVATÓRIO RIO DAS PEDRAS E DA PRAÇA DOUTOR CARLOS GUIMARÃES JÚNIOR

Neste item é apresentado o conjunto de materiais elaborados para as propostas de intervenção no reservatório Rio das Pedras e na Praça Doutor Carlos Guimarães Júnior, localizada na Avenida Fuad Lutfalla, inseridos, respectivamente, nas bacias do Rio das Pedras e do ribeirão Verde. Ambas as propostas têm como premissa a qualificação do espaço urbano, da paisagem e do meio ambiente, com especial atenção ao percurso das águas, visando à requalificação ambiental e urbana das áreas e à sua integração ao cotidiano da comunidade.

Para o reservatório Rio das Pedras (RPD-1), cuja capacidade de armazenamento é ampliada, propõe-se a implantação de uma praça sobre o reservatório como estratégia de requalificação da paisagem urbana. Para viabilizar essa intervenção, é prevista a construção de uma laje parcial sobre o reservatório, localizada na esquina da Rua Moraes de Apocalipse com a Avenida José da Natividade Saldanha. Sobre essa laje, são projetados dois edifícios multifuncionais, destinados a abrigar usos de assistência social já existentes no entorno, além de atividades de lazer e culturais. As edificações e os usos propostos buscam

ampliar a oferta de espaços de permanência ao longo do dia e da noite, bem como disponibilizar infraestrutura apta a receber atividades coletivas, como projeção de filmes, práticas esportivas e eventos comunitários.

No reservatório, são preservados os taludes vegetados existentes, e são previstas floreiras integradas à praça, destinadas a apoiar o desenvolvimento de vegetação trepadeira nas estruturas de gradil que delimitam o reservatório. Sobre os taludes preservados, propõe-se ainda a implantação de uma passarela perimetral, configurando um percurso peatonal contínuo ao redor da área.

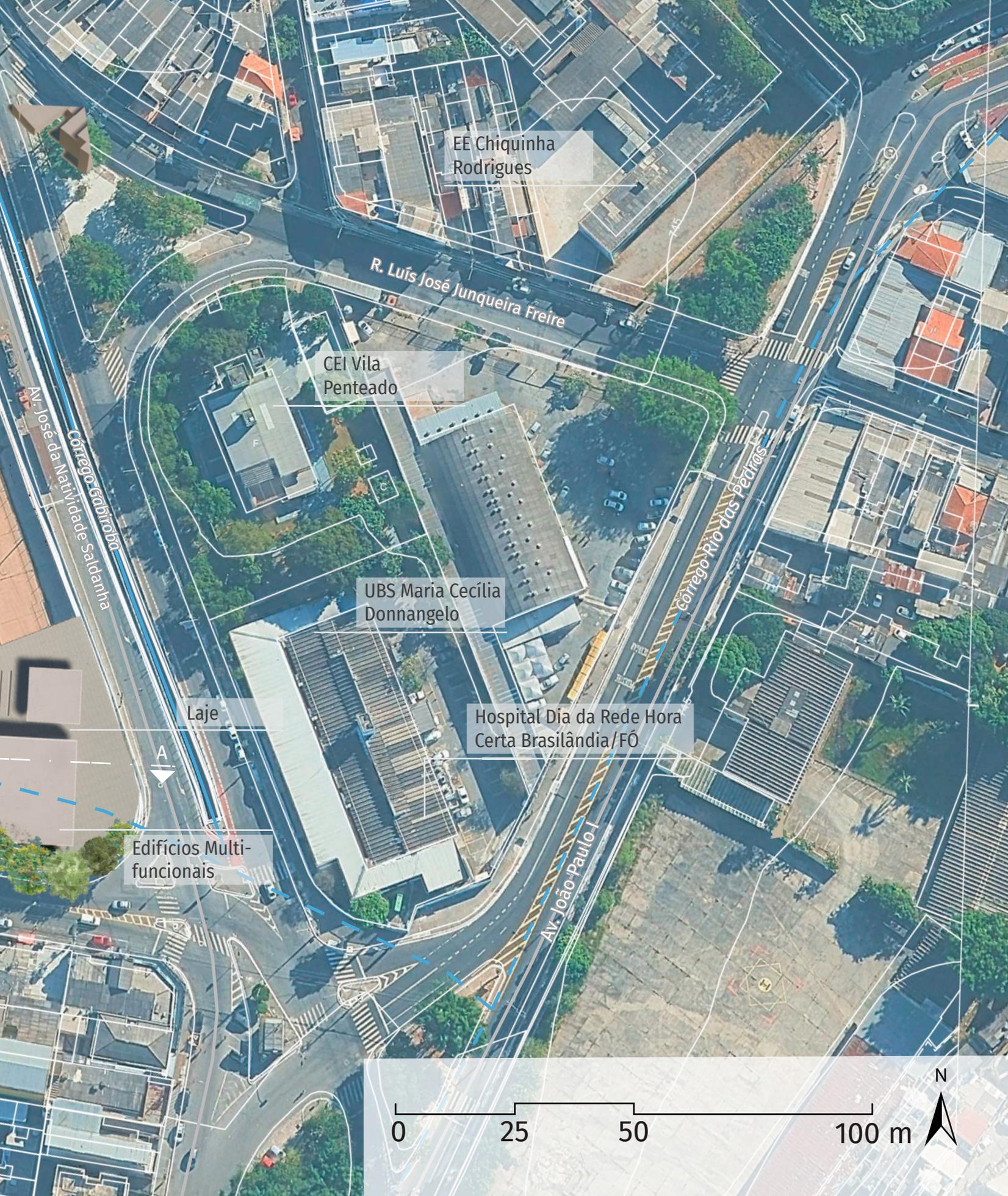
Para a Praça Doutor Carlos Guimarães Júnior, a proposta tem como objetivo fortalecer a relação dos moradores com o ambiente natural, especialmente por meio da reaproximação da população com o córrego. Para isso, prevê-se a abertura do curso d'água ao longo da praça, orientando a reorganização de seu layout e dos elementos e usos existentes. Considerando a presença de escolas de educação infantil nas proximidades, as intervenções incluem a ampliação e qualificação do playground, bem como das áreas de permanência junto à banca de jornal. De modo geral, as reconfigurações propostas visam à valorização do espaço público, incentivando seu uso cotidiano e promovendo a convivência com as águas no ambiente urbano.



Foto aérea das imediações do reservatório Rio das Pedras (foto: FCTH)

FIGURA 6.24 Implantação do reservatório Rio das Pedras (RPD-1)





EE Chiquinha Rodrigues

R. Luís José Junqueira Freire

CEI Vila Penteadó

UBS Maria Cecília Donnangelo

Hospital Dia da Rede Hora Certa Brasilândia/FÓ

Edifícios Multifuncionais

Laje

A

0 25 50 100 m



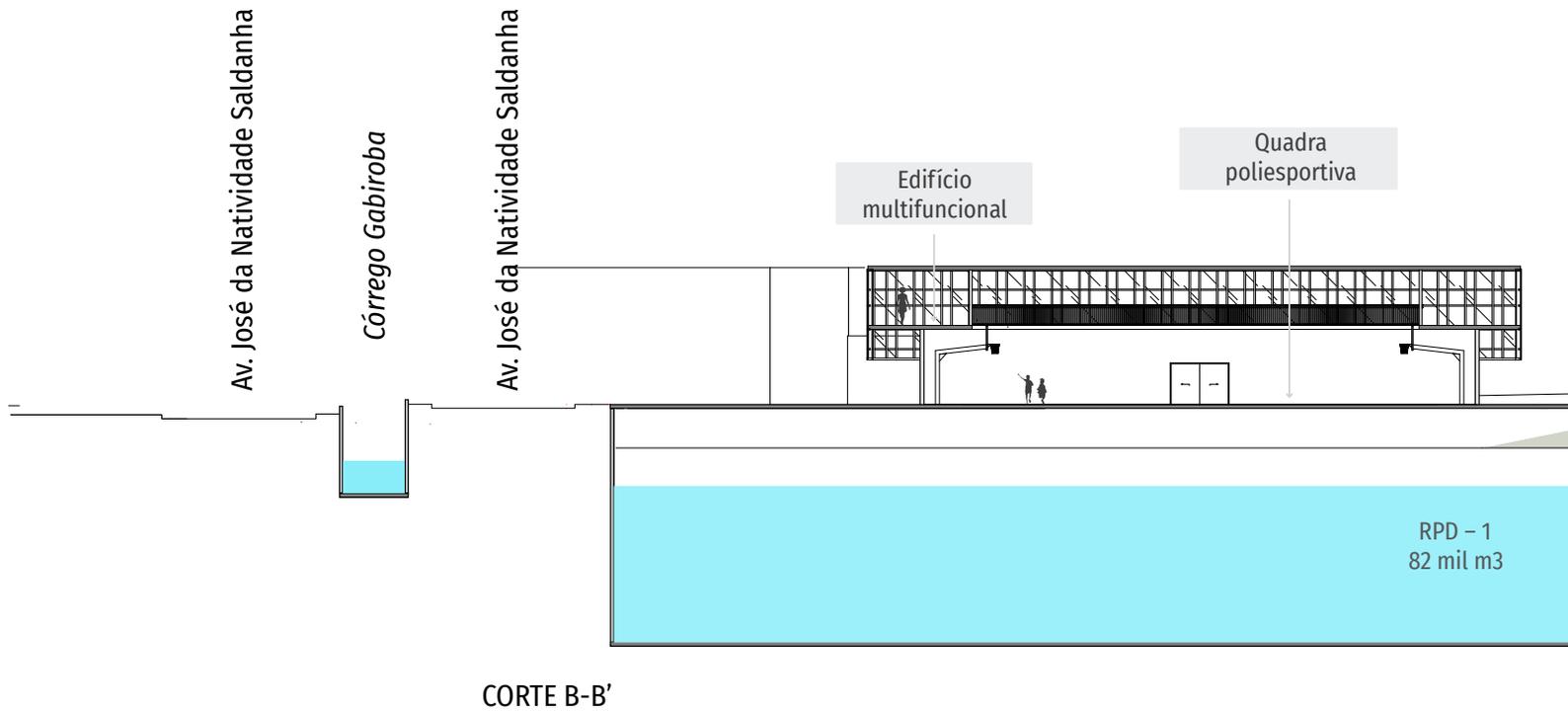
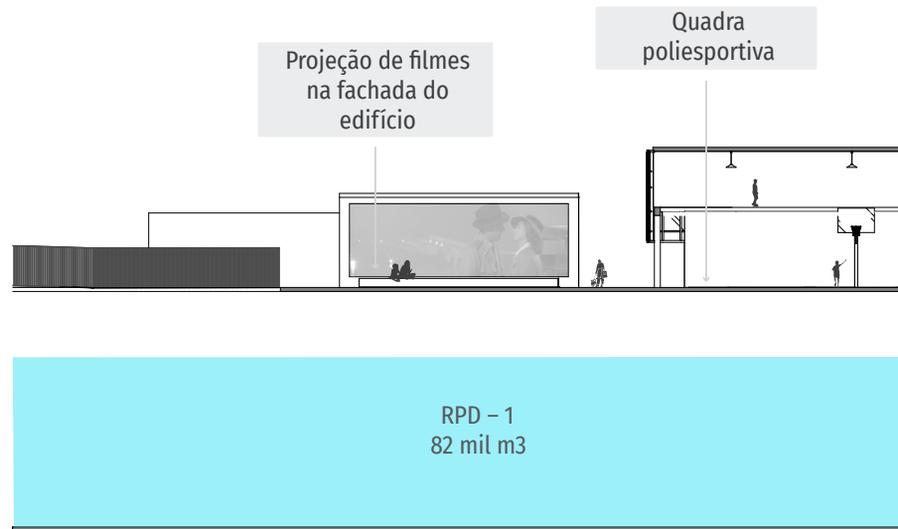
Av. José da Matta Viçosa Saldanha

Córrego Gabriôba

Córrego Rio das Pedras

Av. João Paulo I

FIGURA 6.25 Cortes esquemáticos do reservatório Rio das Pedras (RPD-1)



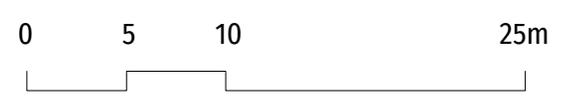
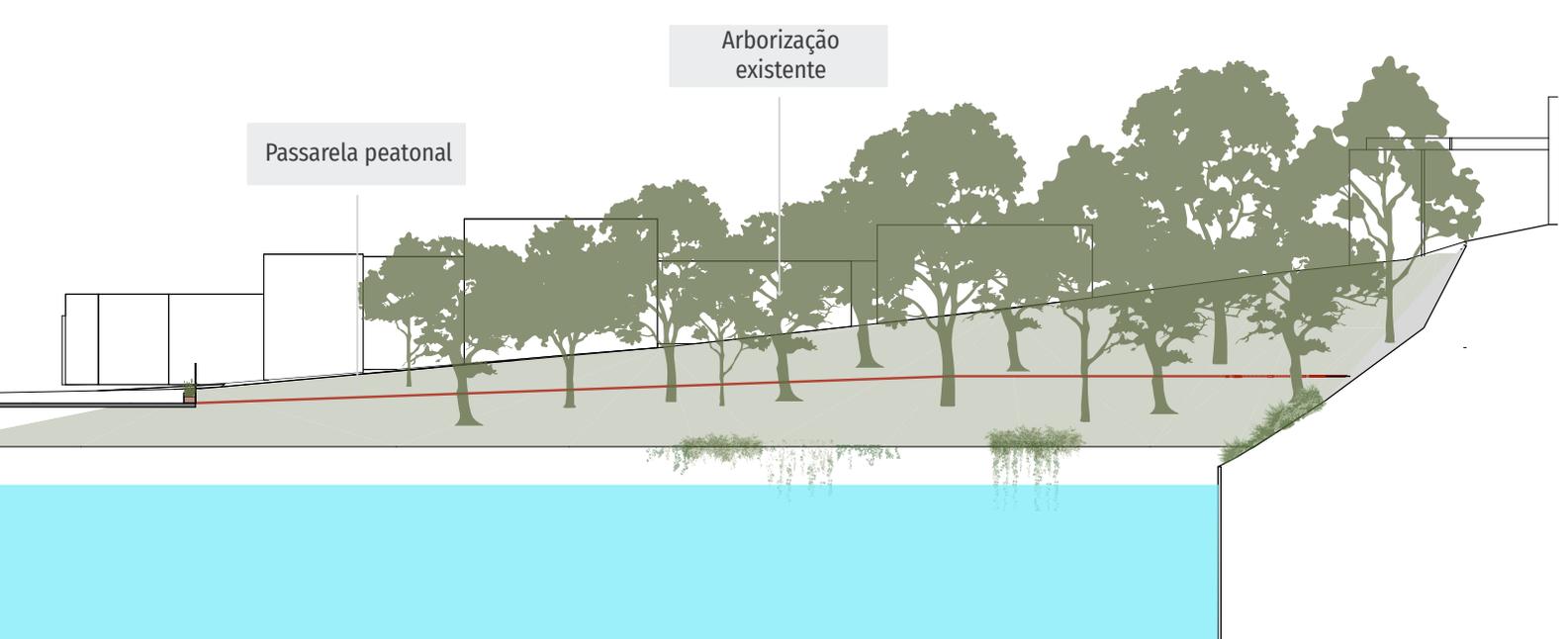
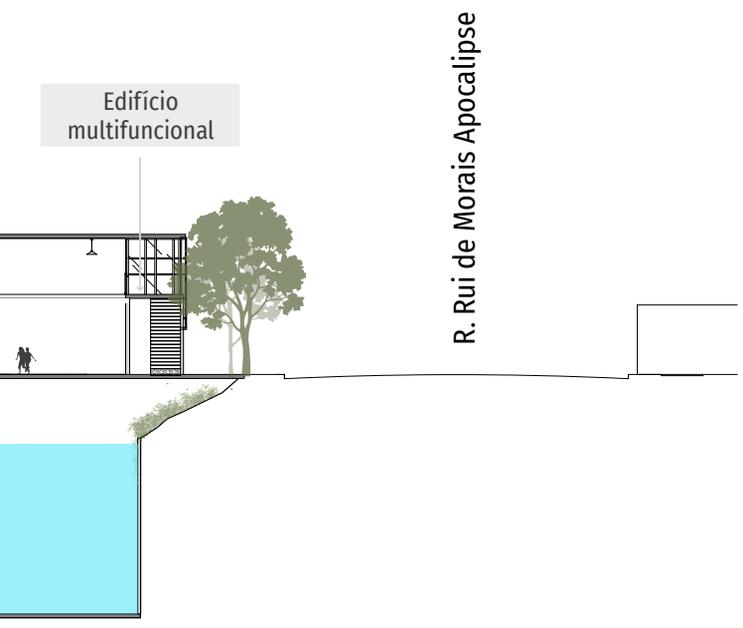


FIGURA 6.26 Foto aérea da situação atual do reservatório Rio das Pedras





FIGURA 6.27 Perspectiva aérea da proposta para o reservatório Rio das Pedras





FIGURA 6.28 Perspectiva da praça implantada sobre o Reservatório Rio das Pedras





FIGURA 6.29 Perspectiva noturna da praça implantada sobre o Reservatório Rio das Pedras





R. José Antônio Pereira

R. Agostinho Correia

Tratamento paisagístico com novos canteiros

Av. Fuad Lufralla

Ciclofaixa em canteiro central existente

R. Fábio Ferreira Veloso



FIGURA 6.30 Esquema da
Pç. Dr. Carlos Guimarães Jr.,
localizada na Av. Fuad Lutfalla



Ponto de ônibus
existente à manter

Banca de jornal
existente à manter

Córrego Ribeirão Verde
- abertura de córrego
na praça

Playground

Av. Fuad Lutfalla

Av. Guilhermina Vieira

FIGURA 6.31 Implantação da Pç. Dr. Carlos Guimarães Jr., na Av. Fuad Lutfalla



Ciclofaixa em canteiro central existente

Av. Fuad Lutfalla

Córrego-Ribeirão-Verde

Av. Fuad Lutfalla

Tratamento paisagístico com novos canteiros

Projeção da arborização existente à manter

Av. Fuad Lutfalla

R. Fábio Ferreira Veloso



CEI Vila Regina

B |

A |

Av. Brasilina Vieira Simões
Córrego Ribeiro Verde

Playground

Ribeirão Verde -
abertura de córrego na
praça

Córrego do Congo

B |

A |

Av. Guilhermina Vieira

R. Rafael Alves

EMEF Érico Veríssimo

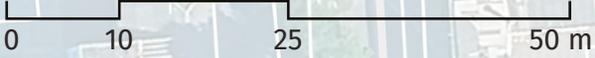
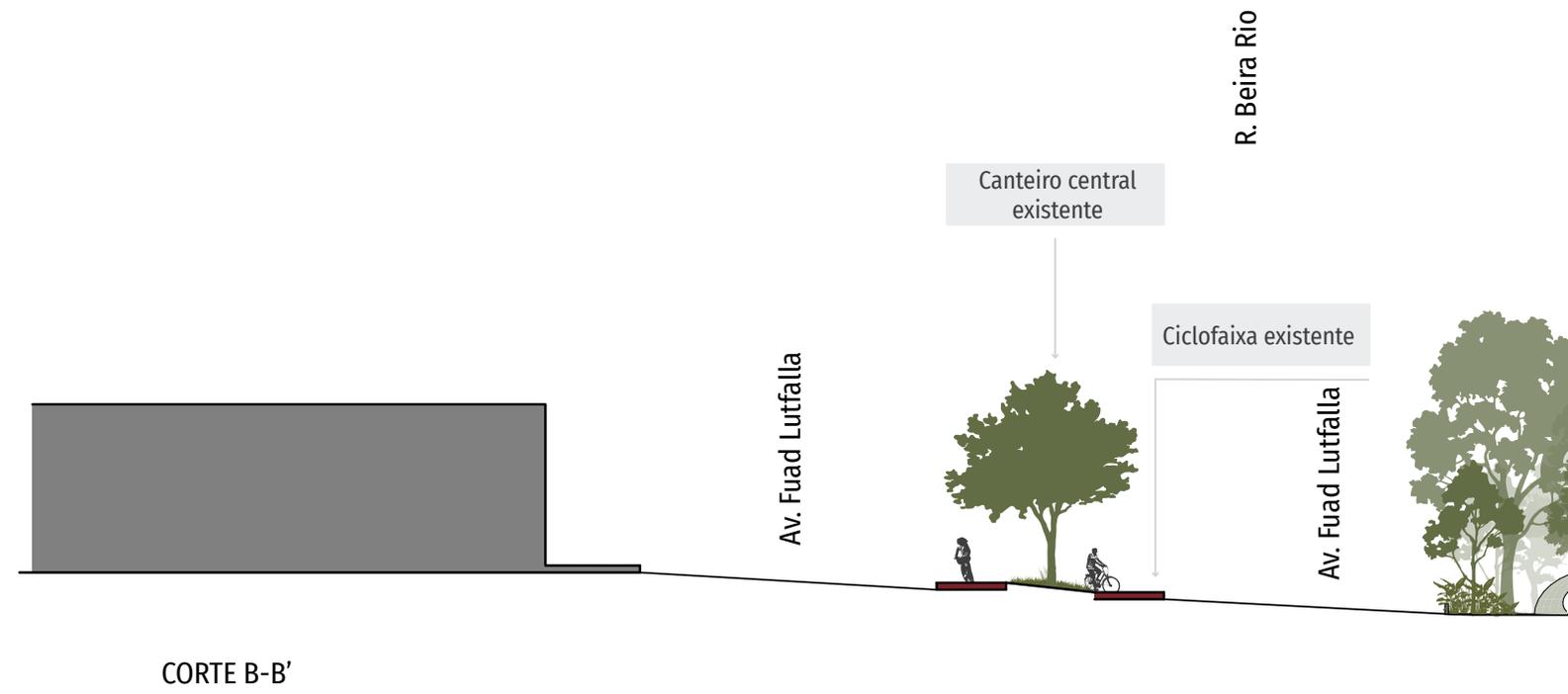
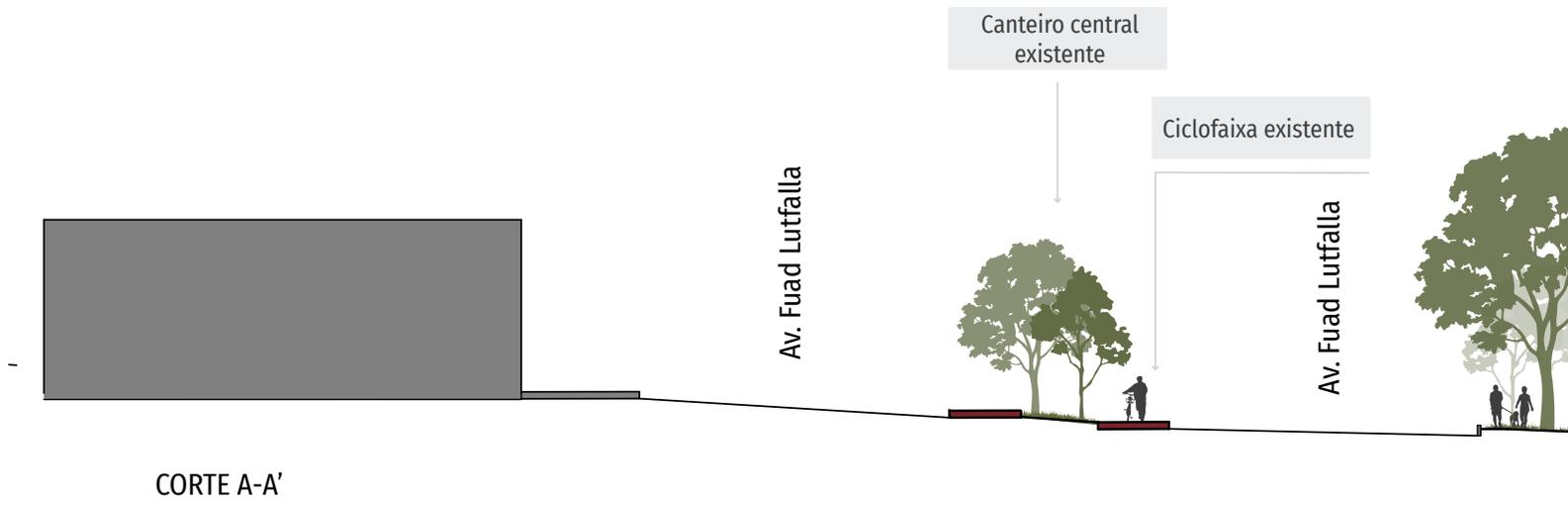


FIGURA 6.32 Cortes esquemáticos da Pç. Dr. Carlos Guimarães Jr., na Av. Fuad Lutfalla



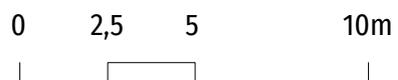
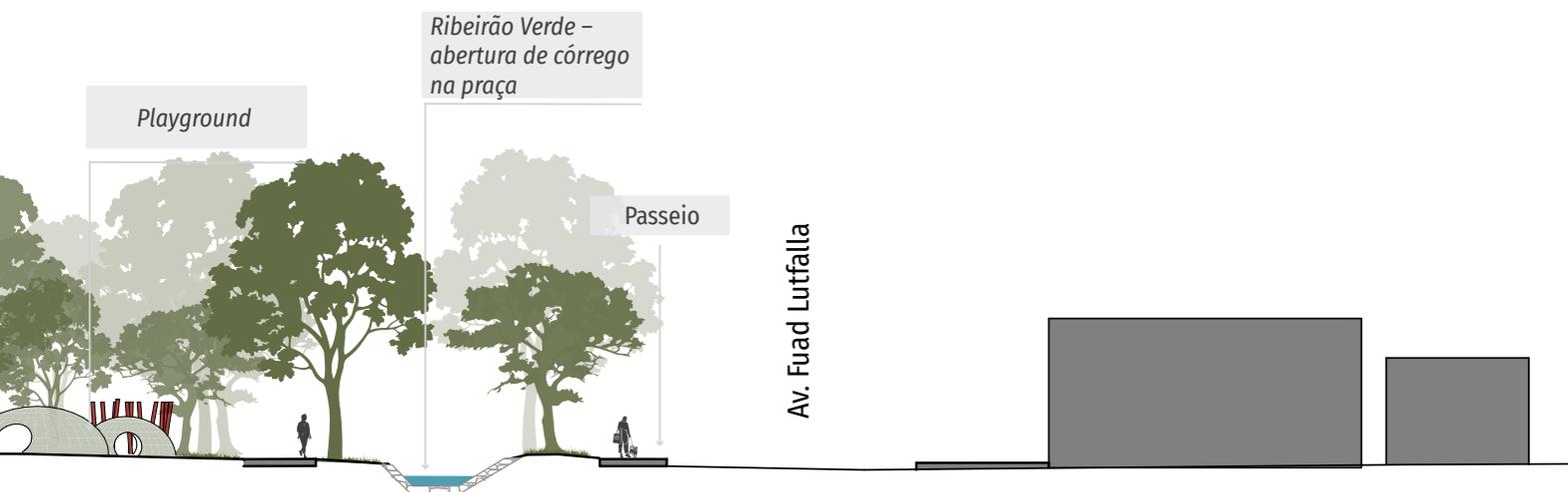


FIGURA 6.33 Comparativo entre a situação atual e a proposta para a Pç. Dr. Carlos Guimarães Jr.





FIGURA 6.34 Perspectiva da proposta de abertura do córrego na praça e da área de *playground*

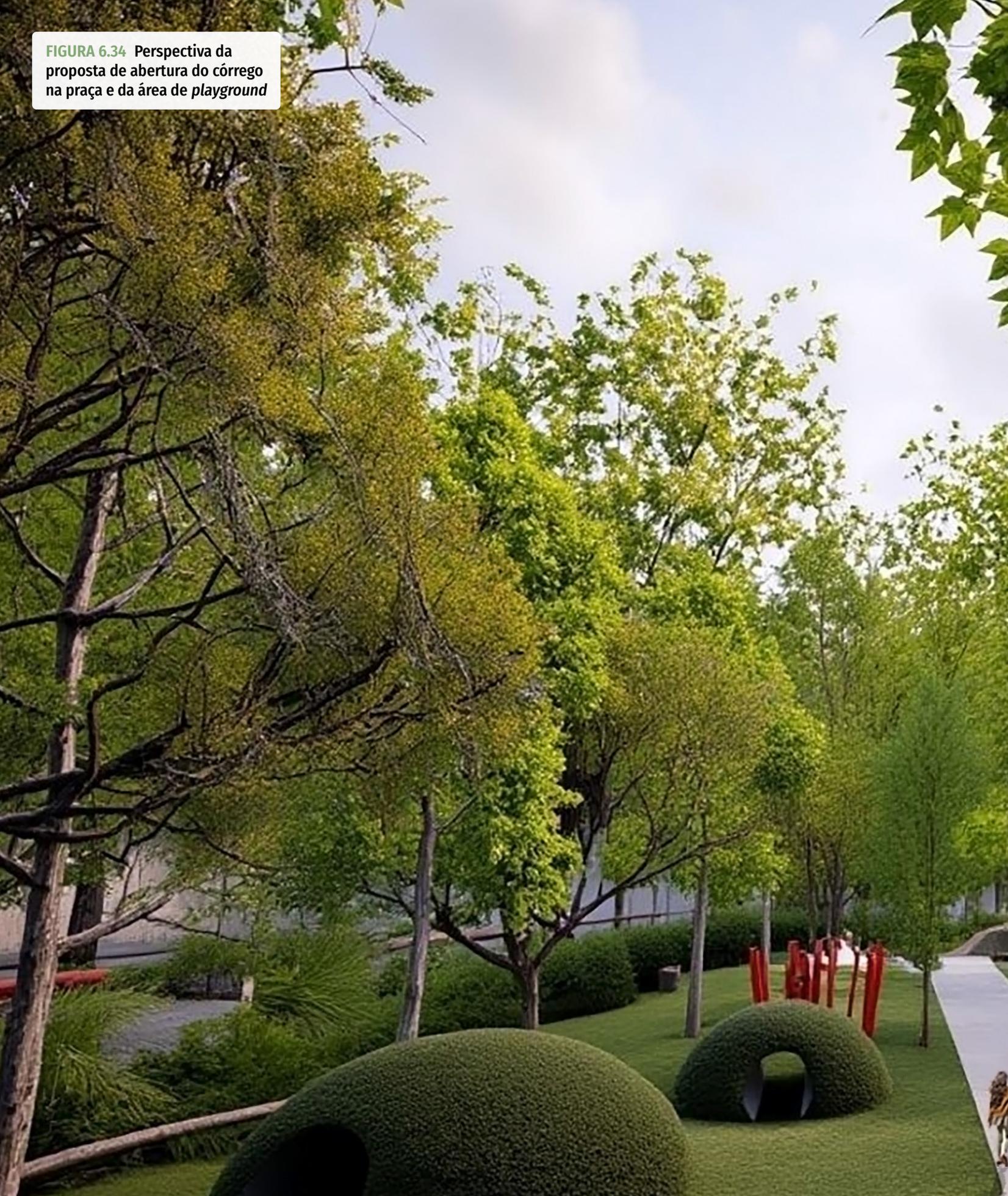




FIGURA 6.35 Perspectiva da proposta de abertura do córrego na Pç. Dr. Carlos Guimarães Jr.





6.5 MEDIDAS COMPLEMENTARES

Como medida complementar, recomenda-se a realização de inspeções ao longo dos canais e das galerias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras, bem como de seus afluentes, visando identificar e remover eventuais pontos de obstrução, bem como o acúmulo de resíduos, sedimentos e vegetação que possam comprometer a eficiência do sistema de drenagem.

Recomenda-se, ainda, a verificação da existência de redes de infraestrutura urbana – como as coletoras de esgoto, as de abastecimento de água, as de gás ou as de telecomunicações – implantadas junto à calha dos córregos ou em seu interior. Tais interferências podem reduzir a seção útil de escoamento e comprometer o desempenho do sistema de drenagem. Caso identificadas, essas interferências devem ser mapeadas e avaliadas, com vistas à proposição de medidas corretivas ou readequações.

Por fim, propõe-se a requalificação do leito de alguns afluentes do ribeirão Verde e do Rio das Pedras, cujas áreas adjacentes ainda apresentam baixa cobertura de coleta de esgoto e demais serviços de saneamento. A intervenção prevê ações de estabilização das margens e de desobstrução do leito, acompanhadas da abertura de faixa para implantação de coletores de esgoto e para

garantir o acesso operacional às equipes de manutenção. Essas medidas reforçam a importância do saneamento adequado para a preservação dos cursos d'água, sem a necessidade de canalização adicional.

6.6 MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS

A concepção das medidas não estruturais se apoia na adequação da convivência da população com as cheias, ou seja, são medidas que visam reduzir os danos das inundações a partir de leis, regulamentos, planos e programas, tais como o disciplinamento do uso e da ocupação do solo, a implementação de sistemas de alerta e o desenvolvimento de planos de contingência para atuar em emergências.

O Caderno de Bacia Hidrográfica ressalta a importância do zoneamento de inundações como parte do processo de controle de cheias no Município de São Paulo.

Ao introduzir o zoneamento de inundações, devem ser abordadas ações complementares, como o desenvolvimento do plano de contingência e a expansão do sistema de alerta para todas as áreas do município.

6.6.1 ZONEAMENTO DAS ÁREAS INUNDÁVEIS

O zoneamento de inundação trata da regulamentação das áreas inundáveis através de sua incorporação à Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo.

A regulamentação das áreas inundáveis, conforme já apontado no Plano Municipal de Gestão do Sistema de Águas Pluviais de São Paulo (PMAPSP), do Plano Diretor de Drenagem (PDD), pode ocorrer a partir do zoneamento dos fundos de vale, de acordo com o risco hidrológico.

O zoneamento das áreas de inundação funciona como um elemento técnico a ser observado na especificação do conjunto de regras para a ocupação das áreas de risco, visando minimizar as perdas materiais e humanas resultantes das inundações. Assim, sugere-se como diretrizes de uso e de ocupação do solo, a serem inseridos na lei de zoneamento, critérios gerais como:

- Áreas livres de risco de inundação, não ensejando qualquer tomada de decisão adicional além da legislação em vigor;
- Áreas com ocupação parcialmente restrita, cabendo a definição dos tipos de usos e edificações compatíveis com a situação de cada área por meio de decreto;
- Áreas com restrição total à ocupação, cabendo sua utilização apenas para áreas verdes inundáveis, campos de esportes não impermeabilizados etc., conforme definido em decreto.
- Estabelecimento de pisos com nível superior à linha d'água estimada, proporcionando áreas seguras para a proteção

Como exemplo, foram estimadas as zonas de inundação geradas pela chuva de período de retorno de 100 anos na condição atual do sistema de drenagem urbana. A regulamentação do zoneamento de uso dessas áreas pode ser definida em função do uso original.

Ao considerar as restrições à ocupação, a legislação deve orientar os proprietários da região na adaptação dos espaços. Para isso, são estabelecidos critérios para construções resilientes a inundações, conforme segue³⁵:

35. TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. (org). **Inundações urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

- de pessoas e armazenamento de materiais de valor;
- Vedação, temporária ou permanente, de aberturas como portas, janelas e dispositivos de ventilação;
 - Elevação de estruturas existentes;
 - Construção de novas estruturas sobre pilotis;
 - Construção de pequenos diques circundando as estruturas;
 - Realocação ou proteção individual de artigos que possam ser danificados;
 - Realocação de equipamentos elétricos para os pisos superiores e desligamento do sistema de alimentação durante o período de cheias;
 - Uso de material resistente à submersão ou ao contato prolongado com a água;
 - Reforço e vedação de paredes de porões e de pisos sujeitos à inundação;
 - Ancoragem de paredes para prevenir deslizamentos (a ancoragem é uma técnica de engenharia empregada para estabilizar e reforçar estruturas);
 - Em áreas baixas, considerar o refluxo das águas provenientes de cheias do

curso principal através dos canais e galerias projetados, a fim de proteger as áreas afetadas;

- As estruturas devem ser projetadas para resistir à pressão hidrostática, a empuxos, a momentos e a erosão;
- Nos pavimentos de edificações com risco de inundação, prever o escoamento através da estrutura, evitando o desmoronamento de paredes.

A **FIGURA 6.36** indica as zonas de uso que devem passar por regulamentação junto à Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (LPUOS). Para as zonas originais indicadas na Figura, deve ser mantido o tipo de uso e acrescentada a condição de restrição.

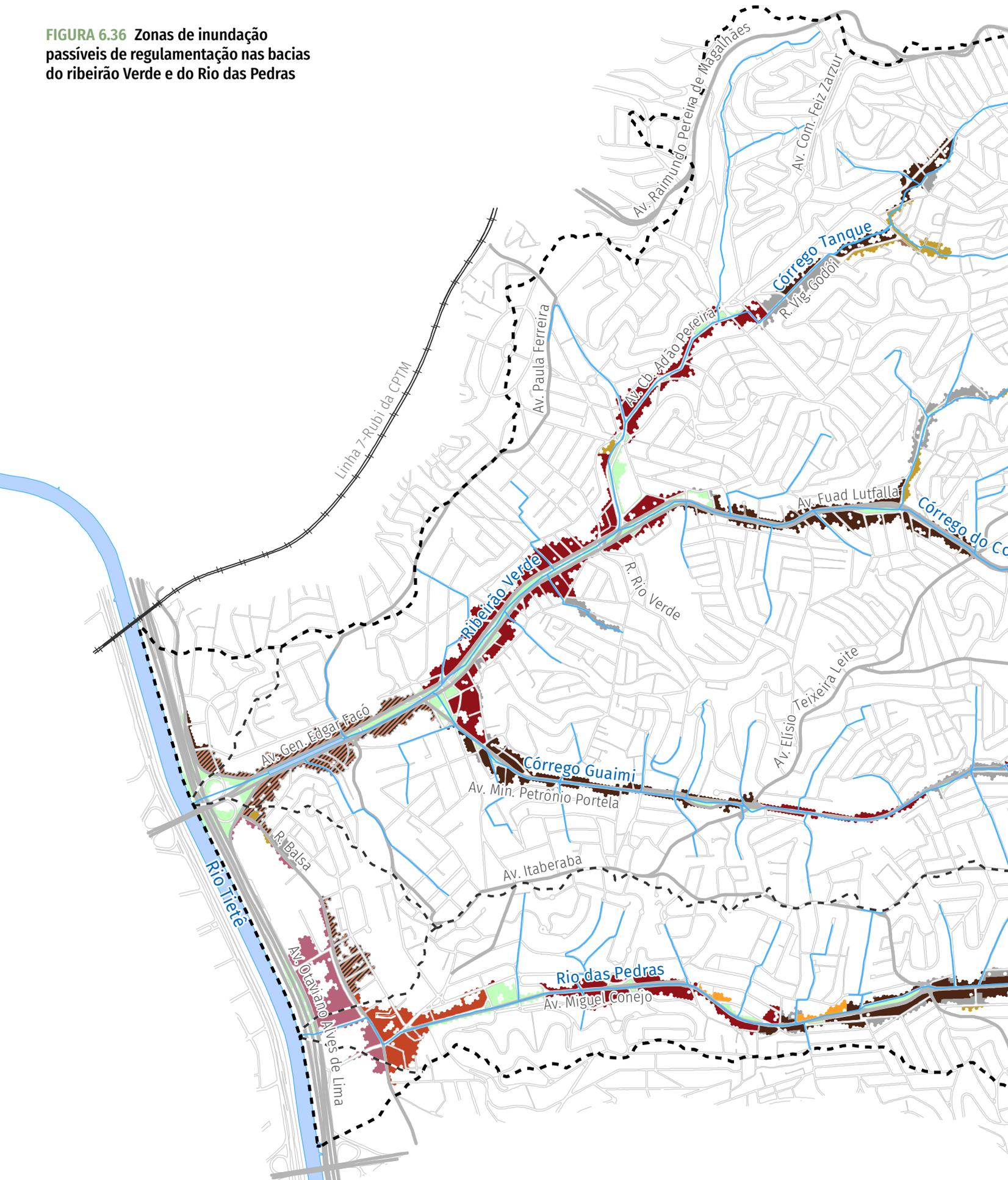
A regulamentação dos usos em zonas com restrições deve prever o desenvolvimento do plano de contingência para atuar em emergências.

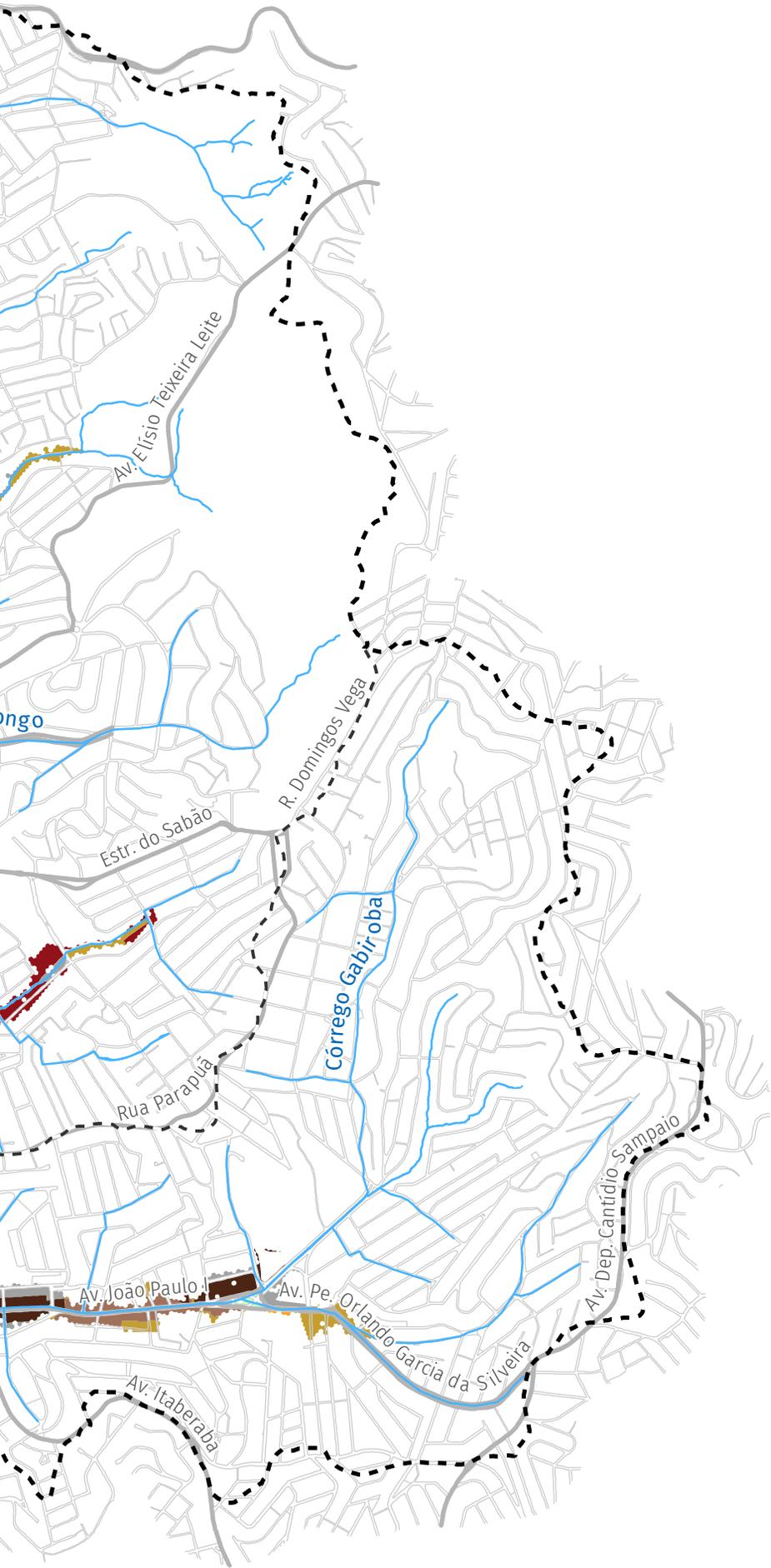
A incorporação do zoneamento de áreas inundáveis fundamenta o desenvolvimento de políticas públicas urbanas relacionadas ao planejamento e à gestão de sistemas de drenagem.



Foz do ribeirão Verde no Rio Tietê (foto: FCTH)

FIGURA 6.36 Zonas de inundação passíveis de regulamentação nas bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras





Convenção

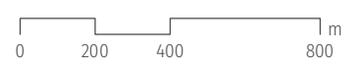
-  Área de drenagem
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Linha férrea

Zoneamento

-  Praça e canteiro
-  ZC
-  ZC - ZEIS
-  ZDE - 2
-  ZEIS - 1
-  ZEIS - 2
-  ZEIS - 5
-  ZEM
-  ZEMP
-  ZEU
-  ZM

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),
 Mapa Hidrográfico do Município (2025), FCTH (2025) e
 Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (2016)



6.6.2 DIRETRIZES DO PLANO DE CONTINGÊNCIA

O plano de contingência para eventos chuvosos intensos deve apresentar as medidas a serem tomadas pelo município através de suas unidades técnicas, definindo as atribuições de cada órgão para atender às emergências. Esse documento deve ser desenvolvido com a finalidade de organizar e integrar as ações necessárias para o controle de eventos extremos.

O Município de São Paulo dispõe de vasta experiência no gerenciamento de contingências resultantes de episódios de chuvas intensas. A estrutura de gerenciamento de emergências para atuar no atendimento das ocorrências de inundações é composta pelas seguintes instituições:

- Centro de Gerenciamento de Emergências Climáticas (CGE). Órgão vinculado à Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras (SIURB). Atua na interpretação dos dados hidrometeorológicos e na previsão de chuvas que possam causar alagamentos, inundações ou transbordamentos de córregos ou rios;
- Coordenadoria Municipal de Defesa Civil. Vinculada à Secretaria Municipal de Segurança Urbana (SMSU). Monitora a ocorrência de problemas com base nas

previsões e observações do CGE, emite avisos para as demais unidades operacionais do município e aciona instâncias de mobilização de recursos humanos e materiais. Atua em estreita ligação com a alta administração municipal e com os órgãos de segurança pública. Em casos de calamidade, incumbe-se de notificar as instâncias superiores e da Defesa Civil estadual. Também vinculado ao monitoramento e repasse de informações sobre as ocorrências da cidade de São Paulo, destaca-se o Centro de Controle Operacional Integrado (CCOI);

- Secretaria Municipal de Coordenação das Subprefeituras (SMSP). Ao identificar emergências, mobiliza recursos humanos e materiais alocados nas subprefeituras para o atendimento de ocorrências previamente avaliadas pelas equipes precursoras de campo. As subprefeituras costumam ser acionadas através de suas coordenações de projetos e obras, que mantêm equipes permanentes capacitadas para atuar no atendimento das necessidades decorrentes dos alagamentos, inundações e ocorrências de desastres em razão de chuvas intensas;
- Secretaria Municipal de Habitação (SEHAB). Identificadas necessidades de relocação ou transferência temporária de bens e pessoas afetados pelas

- inundações, a SEHAB proporciona soluções que podem ser adotadas para preservar a segurança e o bem-estar das populações atingidas pelas inundações;
- Secretaria Municipal de Assistência e Desenvolvimento Social (SMADS). Atua diretamente na assistência da população quando necessário, compreendendo medidas como a alocação temporária de desabrigados e a prestação de assistência com recursos para a preservação da saúde pública.

Cabe destacar a necessidade de instalação dos Núcleos de Defesa Civil (NUDEC), órgão vinculado à Defesa Civil, que consiste em um grupo comunitário organizado para participar das atividades de defesa civil como voluntário. O NUDEC deve ser implantado nas áreas de risco de inundações, e tem por objetivo organizar e preparar a comunidade local para agir na ocorrência dos eventos.

A articulação entre as instituições envolvidas nas ações emergenciais do Município de São Paulo é representada na **FIGURA 6.37**.

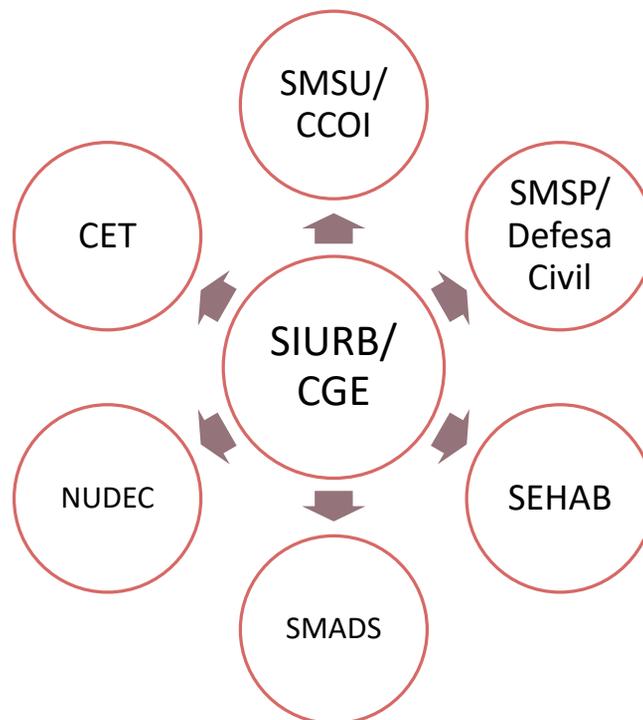


FIGURA 6.37 Articulação institucional em situações de emergência

6.6.3 MONITORAMENTO EM TEMPO REAL E PREVISÕES

O monitoramento em tempo real propicia uma avaliação do desempenho permanente dos equipamentos do sistema de drenagem urbana. Esse monitoramento constitui-se por meio do estabelecimento de uma rede de transmissão de dados pluviométricos e fluviométricos às centrais de processamento e informação.

As informações obtidas pelo sistema de monitoramento em tempo real possibilitam prever situações críticas e permitem acionar os meios humanos e materiais de proteção a eventos extremos.

A previsão e o alerta de inundação compõem-se da aquisição de dados em tempo real, da transmissão de informações para um centro de análise e da previsão em tempo atual com modelo matemático e acoplada a um plano de contingências e de defesa civil, que envolve ações individuais ou coletivas para reduzir as perdas durante as inundações.

O Município de São Paulo é equipado com um sistema de alerta de inundações, conforme apresentado a seguir.

6.3.3.1 SISTEMA DE ALERTA DE INUNDAÇÕES DE SÃO PAULO (SAISP)

O SAISP é um sistema operado pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH). O monitoramento hidrológico do SAISP é feito pela Rede Telemétrica de Hidrologia da Bacia do Alto Tietê, que contém as estações de monitoramento da agência de Águas do Estado de São Paulo (SP Águas, que substituiu o DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo) e da PMSP; pelo Radar Meteorológico de São Paulo, também da SP Águas; e pelo Radar Meteorológico de alta resolução da FCTH, localizado no Parque da Ciência e Tecnologia (CienTec), da Universidade de São Paulo (USP).

O sistema gera a cada cinco minutos boletins sobre as chuvas. Os alertas de chuvas são mensagens enviadas pelos operadores e meteorologistas do SAISP, e têm como objetivo manter os usuários informados sobre a chuva observada e suas consequências para a cidade de São Paulo. Os principais produtos do SAISP são:

- Mapas de chuva observada na área do Radar de Ponte Nova;
- Leituras de postos das Redes Telemétricas do Alto Tietê;
- Mapas com previsões de inundações na cidade de São Paulo.

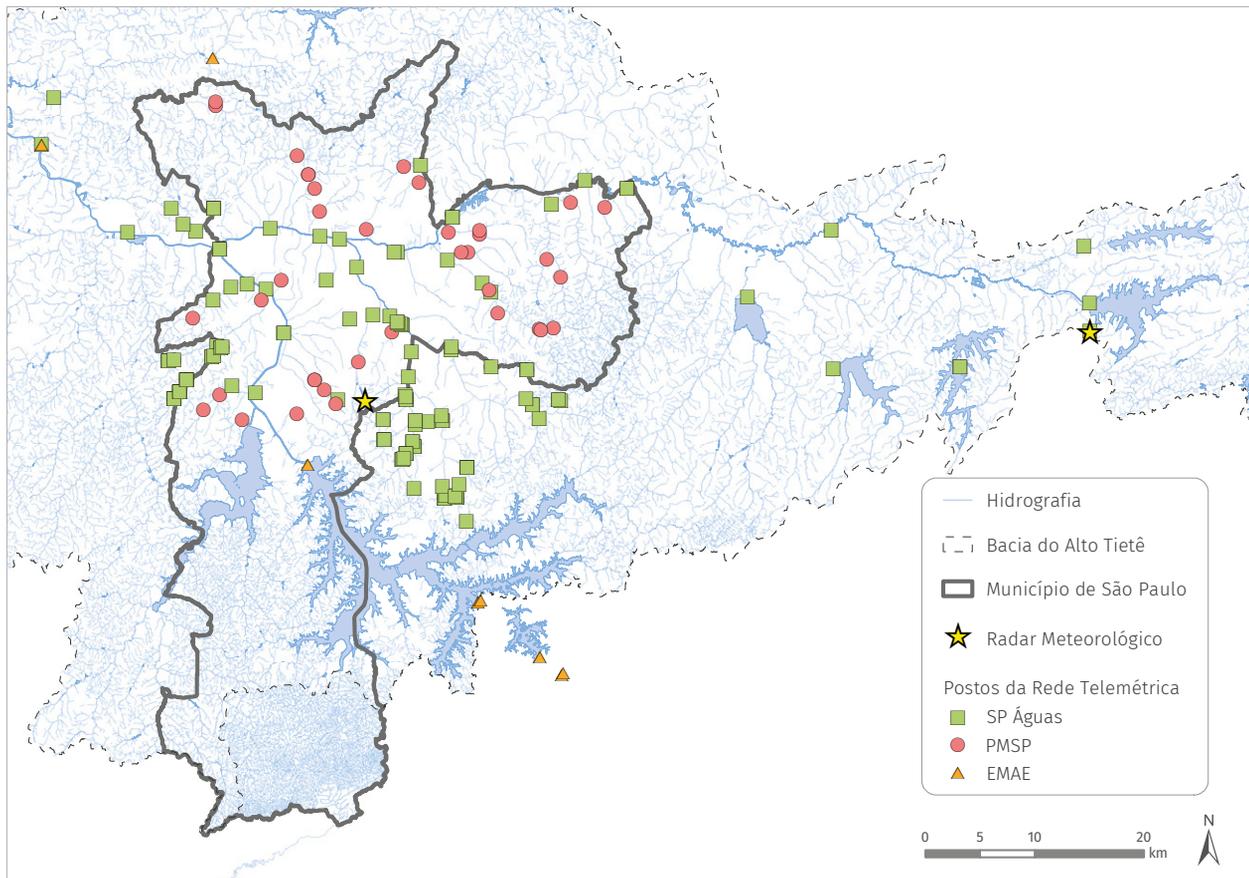


FIGURA 6.38 Postos da rede telemétrica do SAISP

O mapa da **FIGURA 6.39** mostra a chuva observada pelo radar com os pontos de alerta emitidos pela rede telemétrica no evento chuvoso ocorrido no dia 4 de abril de 2019.

Radar meteorológico

Toda vez que uma chuva é observada na imagem do radar meteorológico, uma mensagem é enviada com uma breve descrição sobre sua intensidade, sua localização e seu deslocamento.

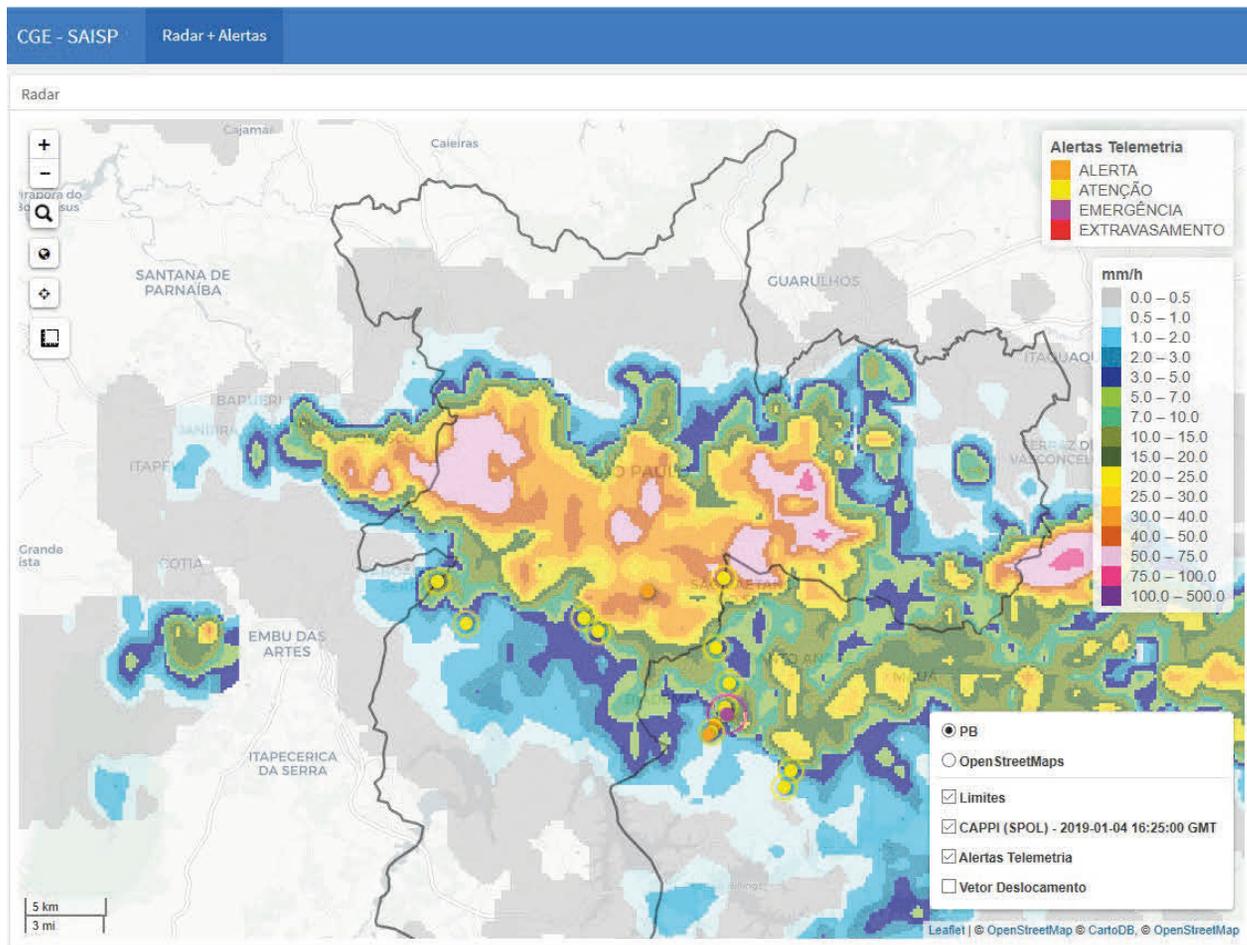


FIGURA 6.39 Mapa de chuva observada e alertas da telemetria

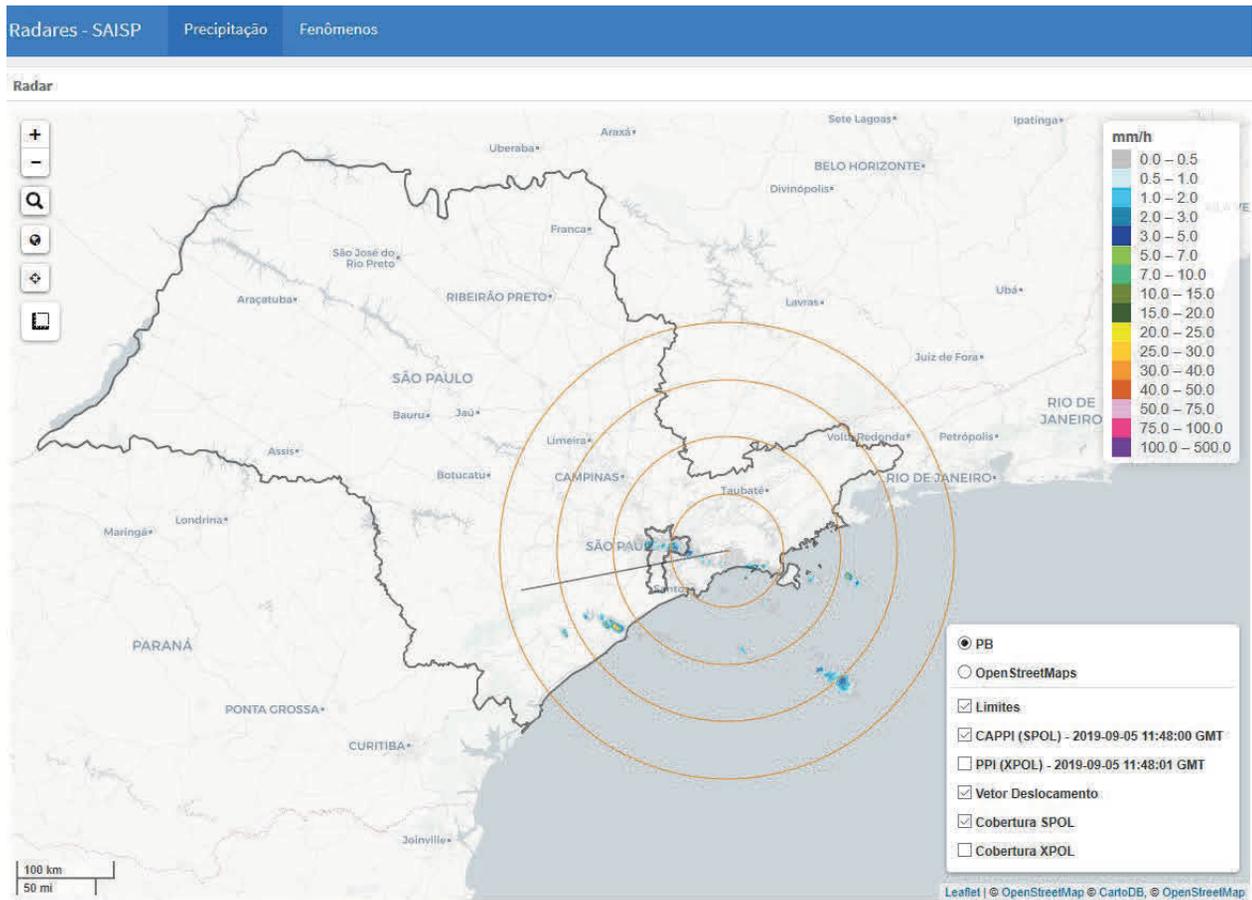


FIGURA 6.40 Área de cobertura do radar meteorológico da SP Águas

Rede telemétrica

Além do alerta de chuvas, também são enviadas mensagens em tempo real sobre os níveis dos rios.

Na área da Região Metropolitana de São Paulo, é de extrema importância conhecer o comportamento da chuva no solo e suas consequências para os rios. Os principais córregos e rios da RMSP são monitorados, sendo estabelecidos quatro níveis de criticidade: “atenção”, “alerta”, “emergência” e “extravasamento”. Sempre que o nível de água no rio muda de estado, tanto na subida como na descida, é enviado um alerta informando o estado em que o rio está.

O fluviograma apresentado na **FIGURA 6.41** ilustra a variação do nível do rio Tietê no posto 296 – Rio Tietê – Ponte do Piqueri, ao longo do evento crítico ocorrido entre 31/01/2025 e 02/02/2025, evidenciando a evolução dos estados de atenção, alerta e emergência. Observa-se que os níveis de criticidade permaneceram elevados por um período superior a um dia, comportamento compatível com rios de grande porte, nos quais as oscilações de nível tendem a ocorrer de forma mais gradual.

6.3.3.2 CENTRO DE GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIAS CLIMÁTICAS (CGE)

Órgão da Prefeitura de São Paulo responsável pelo monitoramento das condições meteorológicas na capital, o CGE transmite as informações relacionadas à hidrometeorologia para diversas secretarias municipais, órgãos e interessados, como Defesa Civil, CET, Corpo de Bombeiros, subprefeituras, municípios e os mais variados veículos da imprensa, incluindo os principais jornais, revistas, portais de notícias na internet e emissoras de rádio e TV.

Em parceria com a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC), no período chuvoso, o CGE opera o Plano Preventivo Chuvas de Verão (PPCV), realizado em parceria com outros órgãos, para prevenir os efeitos danosos provocados pelas fortes chuvas registradas no período. Nesse trabalho, o CGE exerce a função de notificar e manter informados os órgãos participantes sobre as condições meteorológicas previstas, o acumulado das chuvas, entre outros.

O CGE opera o sistema integrado de informações associadas à comunicação em tempo integral com as equipes da Companhia de Engenharia de Tráfego (CET), Defesa Civil, Secretaria Municipal das Subprefeituras, Corpo de Bombeiros, entre outros.

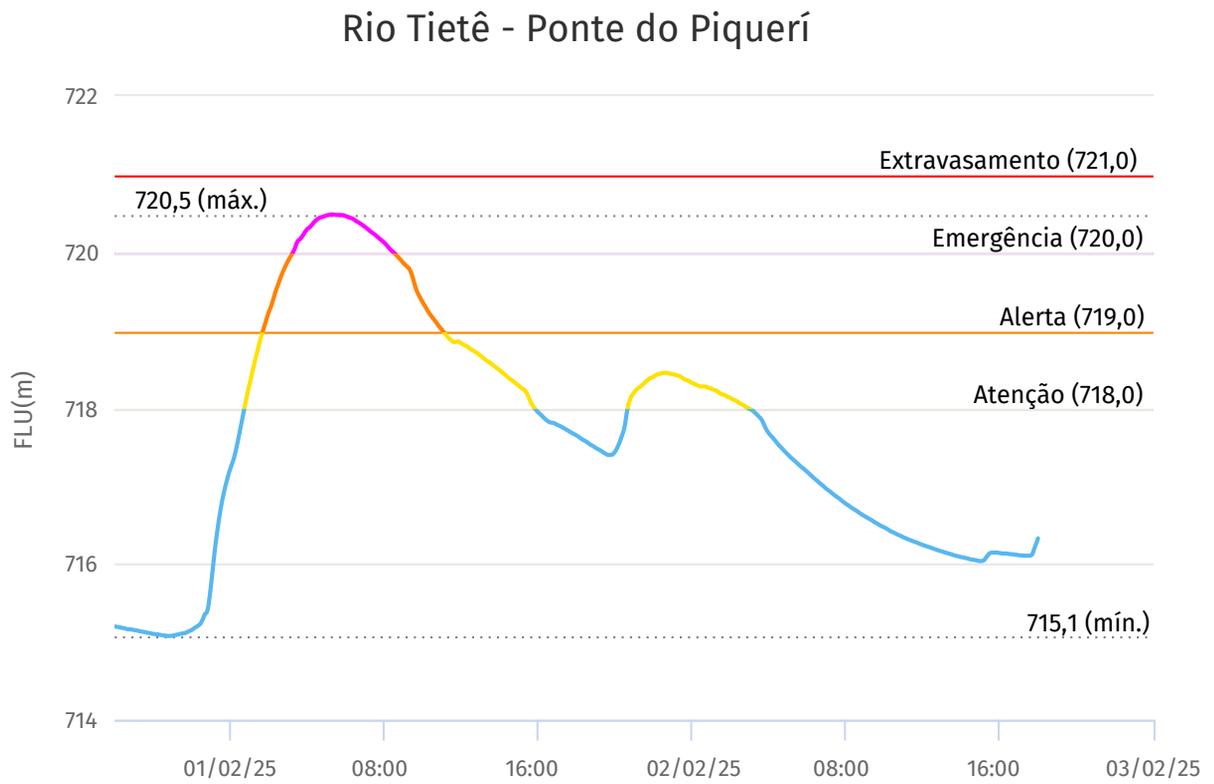


FIGURA 6.41 Nível do posto 296 – Rio Tietê – Ponte do Piqueri, entre 31/01/2025 e 02/02/2025

6.7 MEDIDAS DE DRENAGEM SUSTENTÁVEIS

As medidas de drenagem sustentáveis são aquelas que apresentam a nova visão de convivência com as cheias urbanas, propondo a redução e o tratamento do escoamento superficial gerado pela urbanização.

Incluídas nesse conjunto de medidas estão também as Soluções baseadas na Natureza (SbN), que constituem dispositivos que se valem da natureza e de suas funções ecossistêmicas para proteger, preservar, restaurar, utilizar de maneira sustentável e gerenciar ecossistemas terrestres e aquáticos. Essas soluções têm o propósito de enfrentar os desafios sociais, econômicos e ambientais de forma eficaz e adaptável, ao mesmo tempo em que fomentam o bem-estar humano, os serviços ecossistêmicos, a resiliência e os benefícios para a biodiversidade³⁶.

O papel das medidas de drenagem sustentáveis é o de atenuar os impactos da

urbanização sobre a quantidade e a qualidade das águas urbanas.

Essas medidas contêm dispositivos que atuam na redução dos volumes escoados, introduzem alternativas que se integram harmoniosamente com a paisagem e, também, tratam da poluição difusa, melhorando a qualidade da água que escoar para os canais.

O controle da quantidade se baseia na retenção/detenção, na infiltração, no transporte e na captação da água superficial. O controle da qualidade da água se dá a partir da sedimentação, adsorção, filtração e biodegradação. Fundamentalmente, os dispositivos de drenagem sustentáveis reproduzem os processos hidrológicos naturais de infiltração, filtração, retenção e detenção do escoamento superficial.

Esses dispositivos podem ser implantados em lotes, praças, parques e ao longo de ruas e avenidas, podendo ser classificados conforme as tipologias apresentadas no

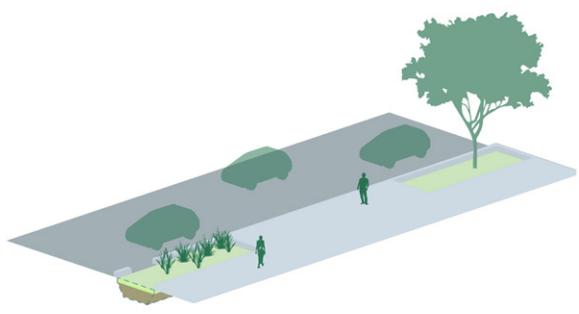
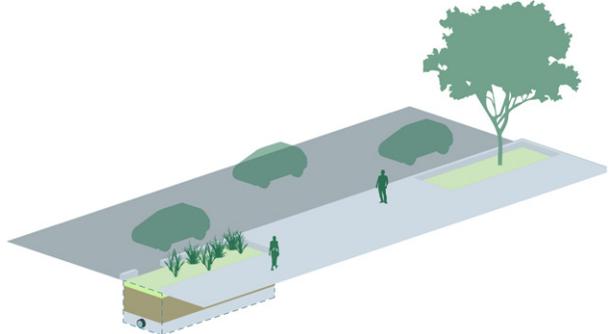
QUADRO 6.2.

36. UNEP (United Nations Environment Programme). **Nature-based Solutions: Opportunities and Challenges for Scaling Up**. Nairobi: UNEP, 2022.



Foto aérea das imediações da Av. Fuad Lutfalla, nas proximidades da R. Manoel Barbosa (foto: FCTH)

QUADRO 6.2 Tipologia das principais medidas de drenagem sustentáveis
(PMSP, 2012³⁷, UACDC, 2010³⁸ e MPCA, 2019³⁹)

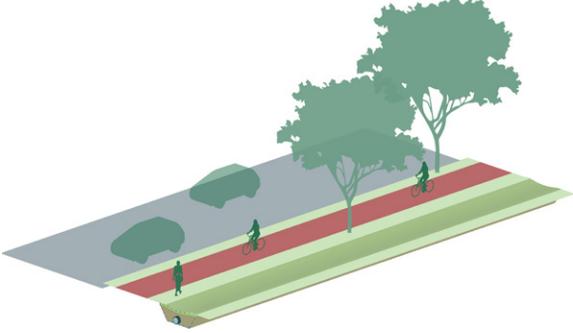
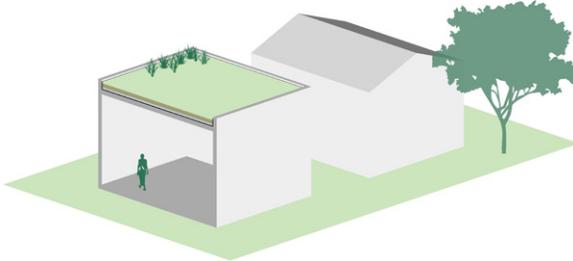
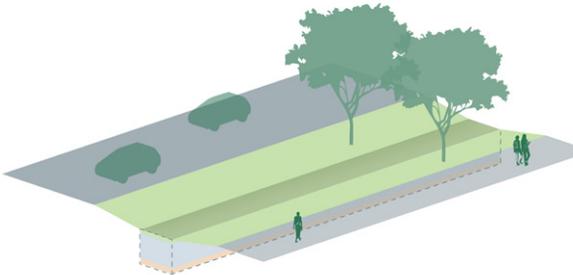
Medida	Descrição
<p data-bbox="454 407 624 460">Jardim de chuva (biorretenção)</p> 	<p data-bbox="1015 499 1296 552">Função: filtração, infiltração e detenção (SbN)</p> <p data-bbox="941 578 1379 754">São estruturas simples constituídas por depressão pouco profunda e revestidas com uma camada de substrato (solo preparado para plantio) e plantas. Possuem alta eficiência na remoção de poluentes e contribuem para a valorização do espaço urbano com o incremento de áreas verdes.</p>
<p data-bbox="454 903 624 956">Canteiro pluvial (biorretenção)</p> 	<p data-bbox="1015 970 1296 1023">Função: filtração, infiltração e detenção (SbN)</p> <p data-bbox="958 1048 1362 1274">Estruturas de biorretenção semelhantes aos jardins de chuva. São geralmente mais profundas, e podem apresentar uma configuração linear, sendo possível a implantação ao longo de vias e passeios. Essas estruturas também possuem alta eficiência na remoção de poluentes e contribuem para a valorização do espaço urbano.</p>

37. PMSP (Prefeitura do Município de São Paulo). **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais**. São Paulo: SMDU, 2012.

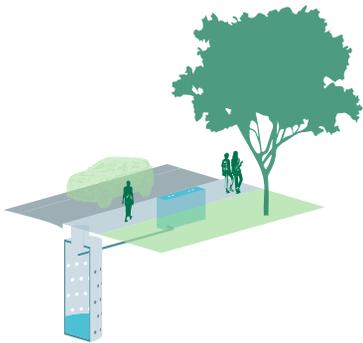
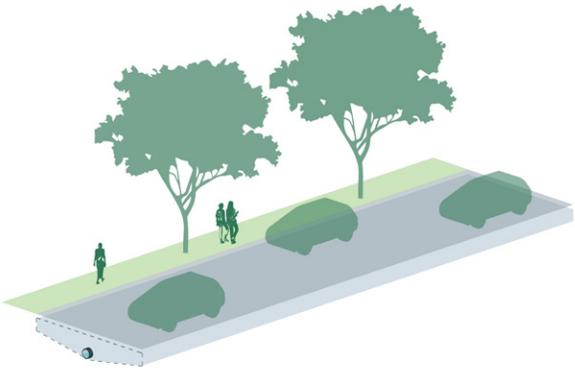
38. UACDC (University of Arkansas Community Design Center). **Low Impact Development, a design manual for urban areas**. Fayetteville, Arkansas: UACDC, 2010.

39. MPCA (Minnesota Pollution Control Agency). **Green Infrastructure for stormwater management – Minnesota Stormwater Manual**, 2019. Disponível em: <https://stormwater.pca.state.mn.us>. Acesso em: 2 set. 2019.

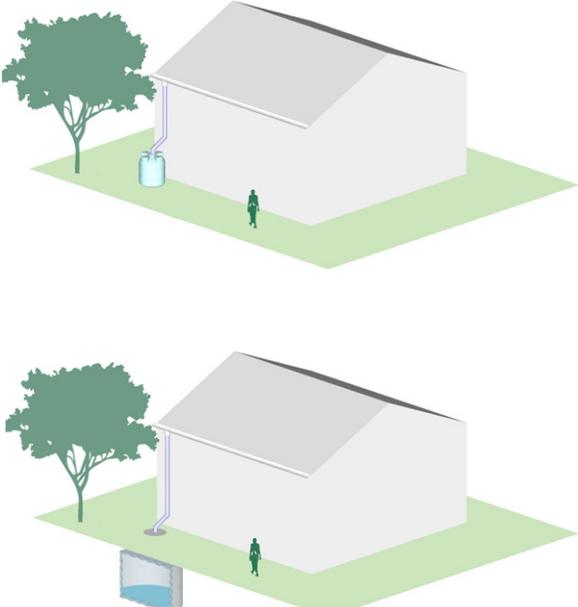
QUADRO 6.2 Tipologia das principais medidas de drenagem sustentáveis
(PMSP, 2012³⁷, UACDC, 2010³⁸ e MPCA, 2019³⁹)

Medida	Descrição
<p>Biovaleta</p> 	<p>Função: condução, filtração e retenção (SbN)</p> <p>Esses dispositivos correspondem a estruturas simples, sendo necessárias apenas escavações, de maneira a conformar depressões com uma direção preponderante de escoamento. É também um dispositivo de biorretenção, pois, enquanto conduz o escoamento superficial, realiza o tratamento das águas pluviais.</p>
<p>Telhado verde</p> 	<p>Função: filtração e retenção (SbN)</p> <p>Esse é outro tipo de biorretenção composto por uma camada drenante (colchão drenante) sob uma camada de substrato vegetado. Além de reter e filtrar as águas das chuvas, pode criar um espaço de lazer e contemplação. Essas estruturas também contribuem para a regulação das temperaturas internas do edifício.</p>
<p>Trincheiras de infiltração</p> 	<p>Função: filtração e infiltração</p> <p>Valas de infiltração com material poroso sobre solo permeável são implantadas na superfície ou em pequenas profundidades, e têm por objetivo recolher as águas pluviais de afluência perpendicular a seu comprimento. Podem ser instaladas ao longo do sistema viário ou, ainda, junto a estacionamentos, praças e parques.</p>

QUADRO 6.2 Tipologia das principais medidas de drenagem sustentáveis
(PMS, 2012³⁷, UACDC, 2010³⁸ e MPCA, 2019³⁹)

Medida	Descrição
<p data-bbox="442 401 636 435">Poço de infiltração</p> 	<p data-bbox="1015 499 1313 533">Função: filtração e infiltração</p> <p data-bbox="954 548 1374 787">Dispositivo de infiltração das águas pluviais bastante semelhante às trincheiras de infiltração. Trata-se de um poço escavado no solo e preenchido com material poroso, como pedregulhos e cascalhos, e revestido com manta geotêxtil. É um sistema com estrutura pontual e vertical, sendo ideal para áreas urbanizadas, por ocupar pouco espaço.</p>
<p data-bbox="426 931 652 964">Pavimento permeável</p> 	<p data-bbox="1015 1029 1313 1062">Função: filtração e infiltração</p> <p data-bbox="938 1078 1390 1317">Pavimentos dotados de revestimentos superficiais permeáveis ou semipermeáveis. Possibilitam a redução da velocidade do escoamento superficial, a retenção temporária e a infiltração, quando possível, das águas pluviais. Esses dispositivos podem ser estanques e funcionar como reservatórios de amortecimento de águas pluviais.</p>

QUADRO 6.2 Tipologia das principais medidas de drenagem sustentáveis
(PMSP, 2012³⁷, UACDC, 2010³⁸ e MPCA, 2019³⁹)

Medida	Descrição
<p style="text-align: center;">Microrreservatório</p> 	<p>Função: detenção/retenção</p> <p>Estruturas de armazenamento implantadas em lotes, conectadas aos telhados, que armazenam volumes de água da chuva. Esses volumes podem ser esvaziados ou utilizados no período sem chuvas. O uso concomitante dessas estruturas para fins de reúso e abatimento de cheias deve ser considerado durante seu dimensionamento. A implantação desse sistema disseminou-se no Município de São Paulo para atender à Lei nº 12.526/2007, que estabelece a obrigatoriedade de captação e retenção de águas pluviais coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos em lotes edificados ou não e com área impermeabilizada superior a 500 m².</p>

O *Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais* (PMSP, 2012) apresenta os critérios de seleção das medidas de drenagem sustentáveis e dá diretrizes para o pré-dimensionamento das estruturas.

Esse manual considera ainda que, no planejamento dos sistemas públicos de drenagem, os efeitos desse tipo de medida sobre a redução dos picos de vazão e dos volumes de escoamento geralmente não são considerados. Por serem intervenções que dependem de diversas condicionantes técnicas e, também, de ações de controle e fiscalização nem sempre simples de serem colocadas em prática, é muito difícil prever se, em determinada bacia, elas serão ou não implantadas de acordo com os critérios de dimensionamento adotados. Por isso, são consideradas medidas complementares, mas ainda assim importantes para aumentar a segurança do sistema.

No que tange à aplicabilidade das medidas de infiltração, é apresentado na **FIGURA 6.42** um mapa que, em função da declividade e da geologia da bacia, indica o potencial de implantação das medidas indicadas nas bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras e de suas áreas adjacentes. Salienta-se que, na região da planície aluvial, são indicadas medidas de controle do escoamento superficial sem infiltração, uma vez que esse tipo de terreno é geralmente pouco infiltrante.

Foram consideradas quatro classes potenciais de implantação de medidas de drenagem sustentáveis na área em estudo, de acordo com as seguintes características:

- Potencial muito alto: áreas com declividade entre 0% e 5% fora da planície aluvial;
- Alto potencial: áreas com declividade entre 5% e 10% fora da planície aluvial;
- Potencial médio: áreas com declividade entre 10% e 30% fora da planície aluvial e áreas com declividade entre 0% e 30% dentro da planície aluvial;
- Baixo potencial: áreas com declividade maior que 30%.

As classes potenciais levam em consideração dois importantes requisitos para a implantação de medidas de controle infiltrantes: declividades entre 0% e 5% e níveis baixos do lençol freático. Nos locais que não se enquadram nessas condições, a aplicabilidade dessas medidas de infiltração não é aconselhável, sendo mais indicadas medidas de retenção, como as chamadas “piscininhas”, ou a implantação de medidas de retenção escalonadas, de modo a manter a declividade de até 5% em cada patamar ou degrau.

A efetividade no uso dessas medidas depende da participação da população e

da fiscalização constante do crescimento da cidade e da ocupação de áreas de forma irregular, bem como da aplicação das legislações e normas vigentes.

A avaliação da implantação de medidas sustentáveis nas bacias do ribeirão Verde e do Rio das Pedras se vale das hipóteses apresentadas anteriormente, de maneira que as medidas selecionadas estejam alinhadas à sua aplicabilidade no local. Cabe destacar que a análise apresentada tem caráter preliminar e, portanto, a viabilidade técnica de implantação das SbN deve sempre ser avaliada em campo, de forma a confirmar as premissas adotadas neste estudo. A análise não contempla as particularidades de cada quadra existente nas bacias – que, mesmo não representadas nesse momento, não devem ser desconsideradas.

Inicialmente, partiu-se da adoção de modelos (esquemas) de quadra verde, resultantes da combinação entre o potencial de infiltração e o padrão de ocupação do solo. Esses fatores influenciam diretamente a eficiência das medidas sustentáveis e, conseqüentemente, a escolha da tipologia mais adequada ao local, buscando atender à gestão sustentável da drenagem urbana e explorar ao máximo a efetividade dessas soluções.

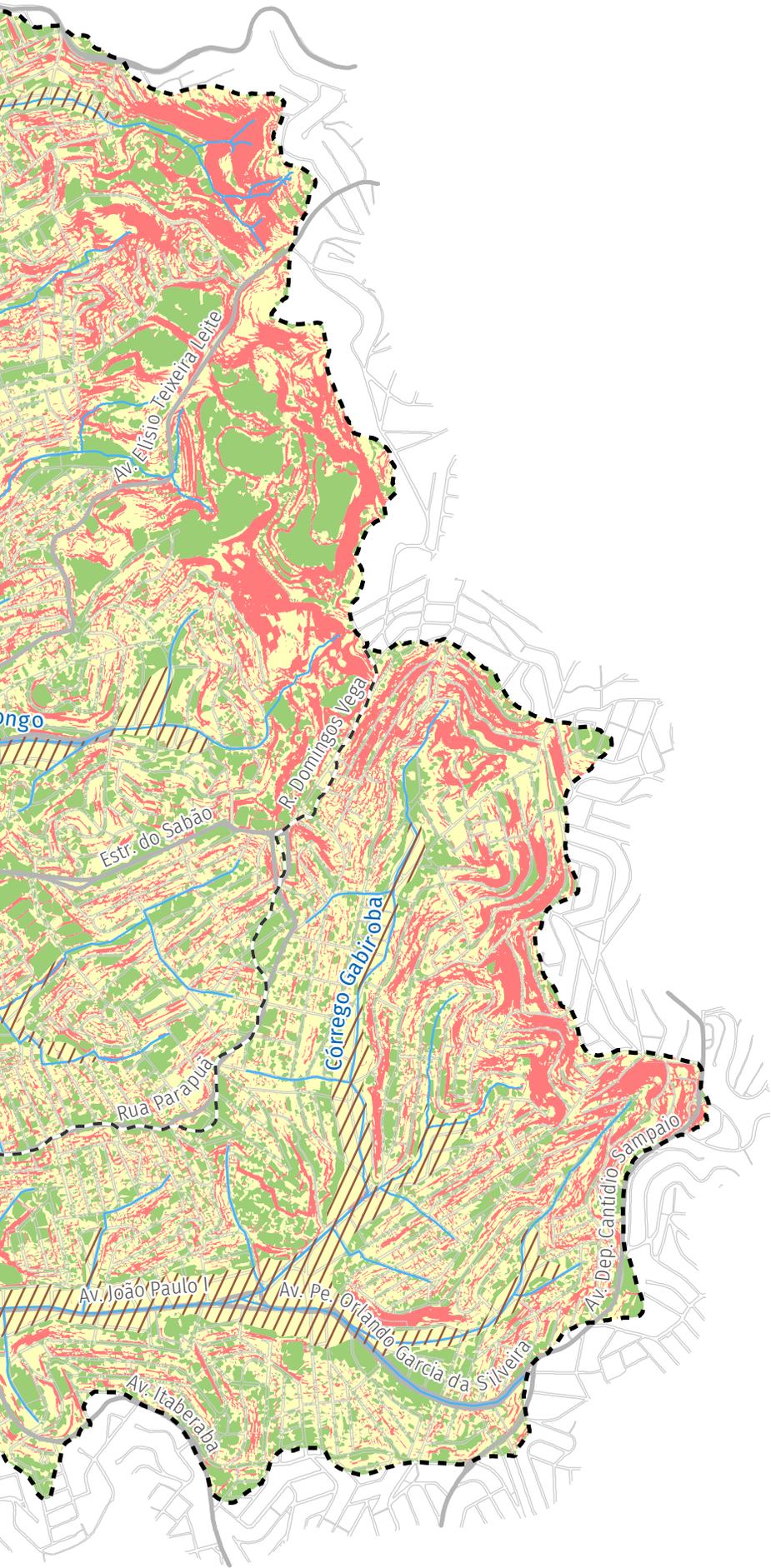
O padrão de ocupação do solo é determinante para o tipo de medida a ser adotada, uma vez que a viabilidade de implantação depende da disponibilidade de espaço, da existência e/ou da largura de calçadas e do viário, além das características das edificações, que são especialmente relevantes para medidas como telhados verdes. Assim, os tipos de ocupação do solo foram agrupados em duas categorias:

- Uso do solo residencial horizontal de baixo padrão, considerado mais restritivo, para o qual foram adotados apenas microrreservatórios no lote;
- Demais usos, nos quais, além dos microrreservatórios, foram incorporadas outras medidas, como pavimentos permeáveis, jardins de chuva, telhados verdes e poços de retenção e/ou infiltração.

Em áreas com potencial de infiltração baixo a médio, foram priorizadas medidas com foco na retenção de águas pluviais (como reservatórios no lote e telhados verdes), e em áreas com potencial de infiltração alto a muito alto, presume-se maior possibilidade de adoção de medidas voltadas à infiltração, como jardins de chuva e pavimentos permeáveis.

FIGURA 6.42 Potencial de implantação de medidas de drenagem sustentáveis nas bacias do Ribeirão Verde e Rio das Pedras





Convenção

-  Área de drenagem
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Linha férrea
-  Planície aluvial

Potencial de infiltração

-  Alto
-  Médio
-  Baixo

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),
 Mapa Hidrográfico do Município (2025), FCTH (2025) e
 Carta Geotécnica do Município de São Paulo (2024)



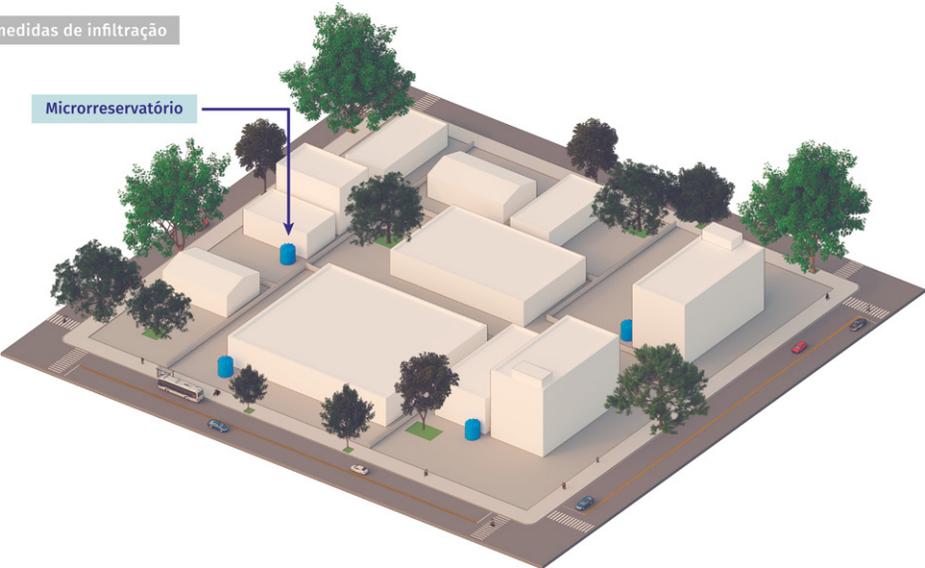
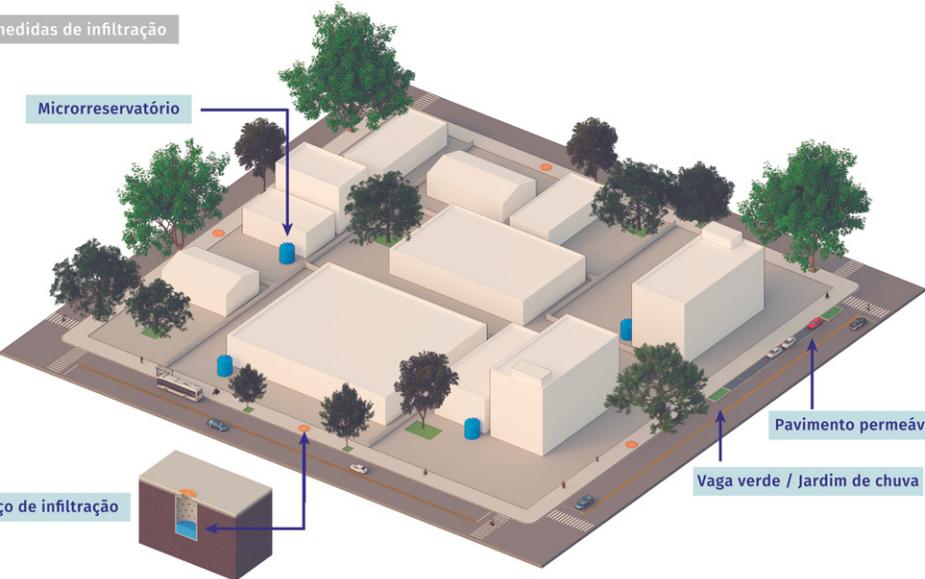
Como referência para a extensão de quadra, foi adotada a área máxima de quadra na zona urbana do município⁴⁰, correspondente a 20.000 m². O **QUADRO 6.3** apresenta os dados utilizados para a seleção do esquema de quadra verde, proposto para cada condição de ocupação e potencial de infiltração. Ressalta-se que as áreas de mata foram excluídas da análise, por se tratar de áreas necessariamente preservadas. Considerando que parte das medidas propostas contempla áreas particulares, os esquemas foram concebidos a partir de um cenário realista de implantação das medidas sustentáveis, que poderão ser reavaliadas futuramente, caso haja avanços na sua implementação.

A **FIGURA 6.43** apresenta o infográfico com os dados utilizados para a obtenção do mapa de distribuição dos esquemas de quadra verde na bacia do ribeirão Verde e do Rio das Pedras, resultando no mapa da **FIGURA 6.44**. Destaca-se, nele, a predominância do tipo 2 de quadra verde (outros usos). Observa-se que a maioria dessas quadras não inclui medidas de infiltração, em função do predomínio de áreas com potencial de infiltração classificado como baixo a médio.

A **TABELA 6.3** resume os quantitativos estimados para cada tipo de medida sustentável aplicável nas bacias, indicando que os poços de retenção e os reservatórios de pequeno porte correspondem à maior parcela das soluções propostas.

40. SÃO PAULO (Município). Frente máxima e extensão máxima de quadra. **Gestão Urbana SP**. Disponível em: <https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/frente-maxima-e-extensao-maxima-de-quadra>. Acesso em: 19 maio 2025.

QUADRO 6.3 Modelos de quadra verde

Esquema de quadra verde	Características	Potencial de infiltração
<p>Esquema 1: residencial horizontal baixo padrão</p>	<p>Menor disponibilidade de área e calçadas mais estreitas ou ausentes</p> <p>Foco na retenção pontual e/ou infiltração em áreas reduzidas</p>	<div data-bbox="525 245 768 270" style="background-color: #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 10px;">Sem medidas de infiltração</div>  <div data-bbox="525 858 768 883" style="background-color: #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 10px;">Com medidas de infiltração</div>  <div data-bbox="619 936 768 962" style="background-color: #add8e6; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Microrreservatório</div> <div data-bbox="558 1338 707 1364" style="background-color: #add8e6; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Poço de infiltração</div> <div data-bbox="1359 1256 1524 1281" style="background-color: #add8e6; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Pavimento permeável</div> <div data-bbox="1276 1309 1508 1334" style="background-color: #add8e6; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Vaga verde / Jardim de chuva</div>

QUADRO 6.3 Modelos de quadra verde

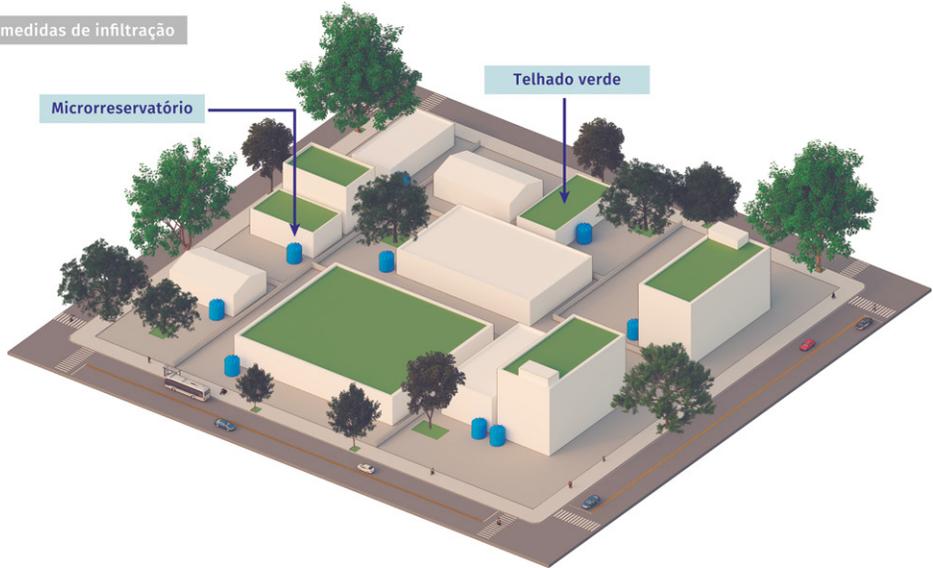
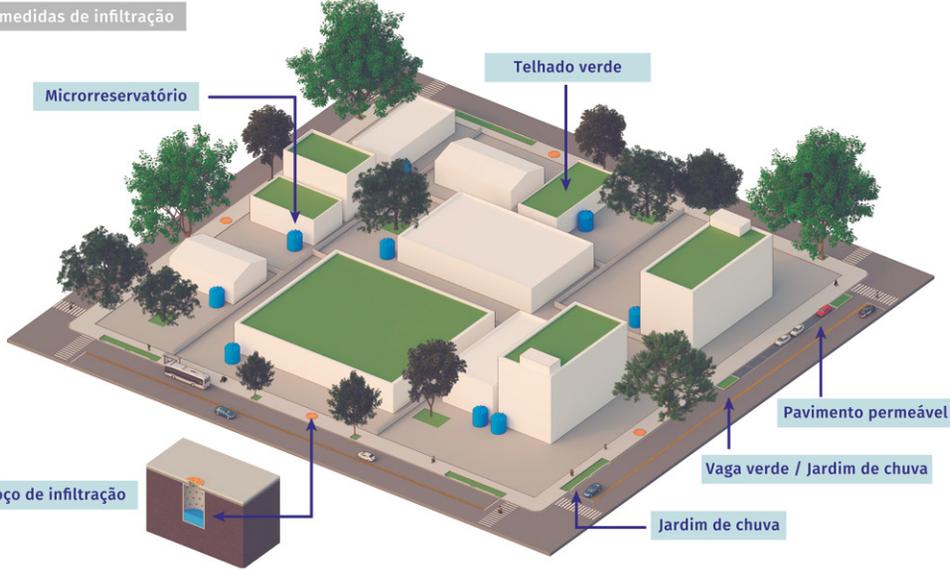
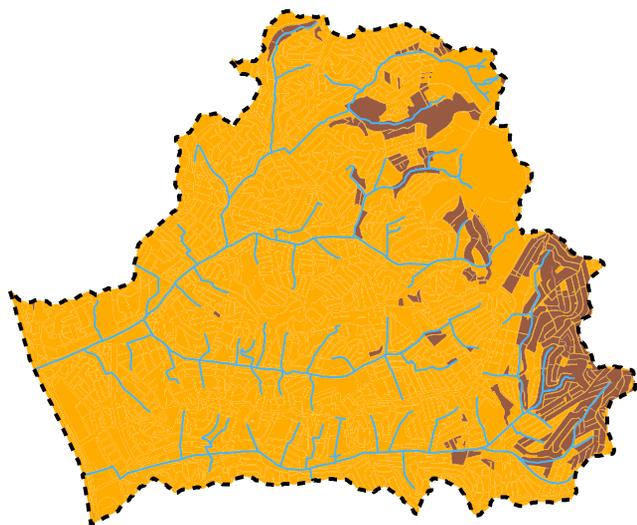
Esquema de quadra verde	Características	Potencial de infiltração
<p>Esquema 2: outros usos (exceto mata)</p>	<p>Composição de medidas de infiltração e retenção, com maior abrangência</p>	<p>Sem medidas de infiltração</p>  <p>Microrreservatório</p> <p>Telhado verde</p>
		<p>Com medidas de infiltração</p>  <p>Microrreservatório</p> <p>Telhado verde</p> <p>Pavimento permeável</p> <p>Vaga verde / Jardim de chuva</p> <p>Jardim de chuva</p> <p>Poço de infiltração</p>

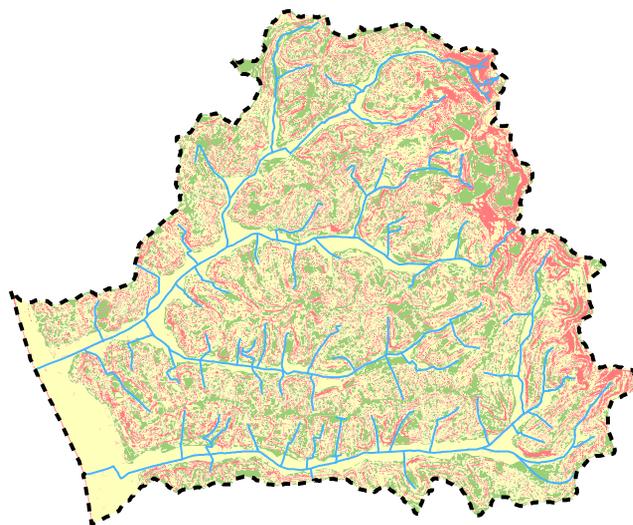
FIGURA 6.43 Dados utilizados na determinação dos esquemas de quadra verde nas bacias do Ribeirão Verde e Rio das Pedras

Convenção
— Rede de drenagem
- - - - - Bacia hidrográfica



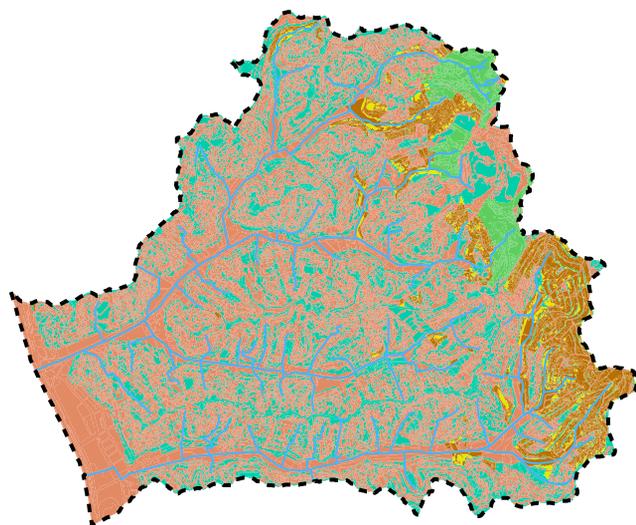
Uso do solo

- Residencial horizontal baixo padrão
- Outros usos



Potencial de infiltração

- Alto
- Médio
- Baixo



Esquema de quadra verde

- Esquema 1, com medidas de infiltração
- Esquema 1, sem medidas de infiltração
- Esquema 2, com medidas de infiltração
- Esquema 2, sem medidas de infiltração
- Mata (nenhum)

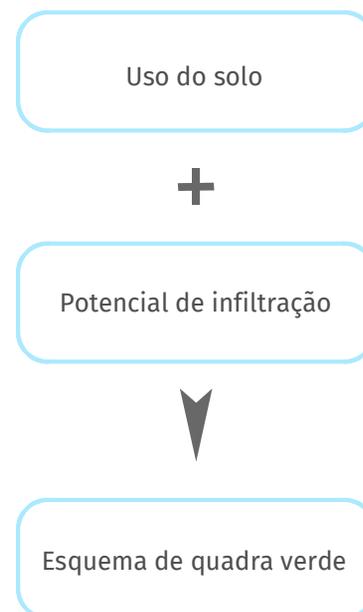
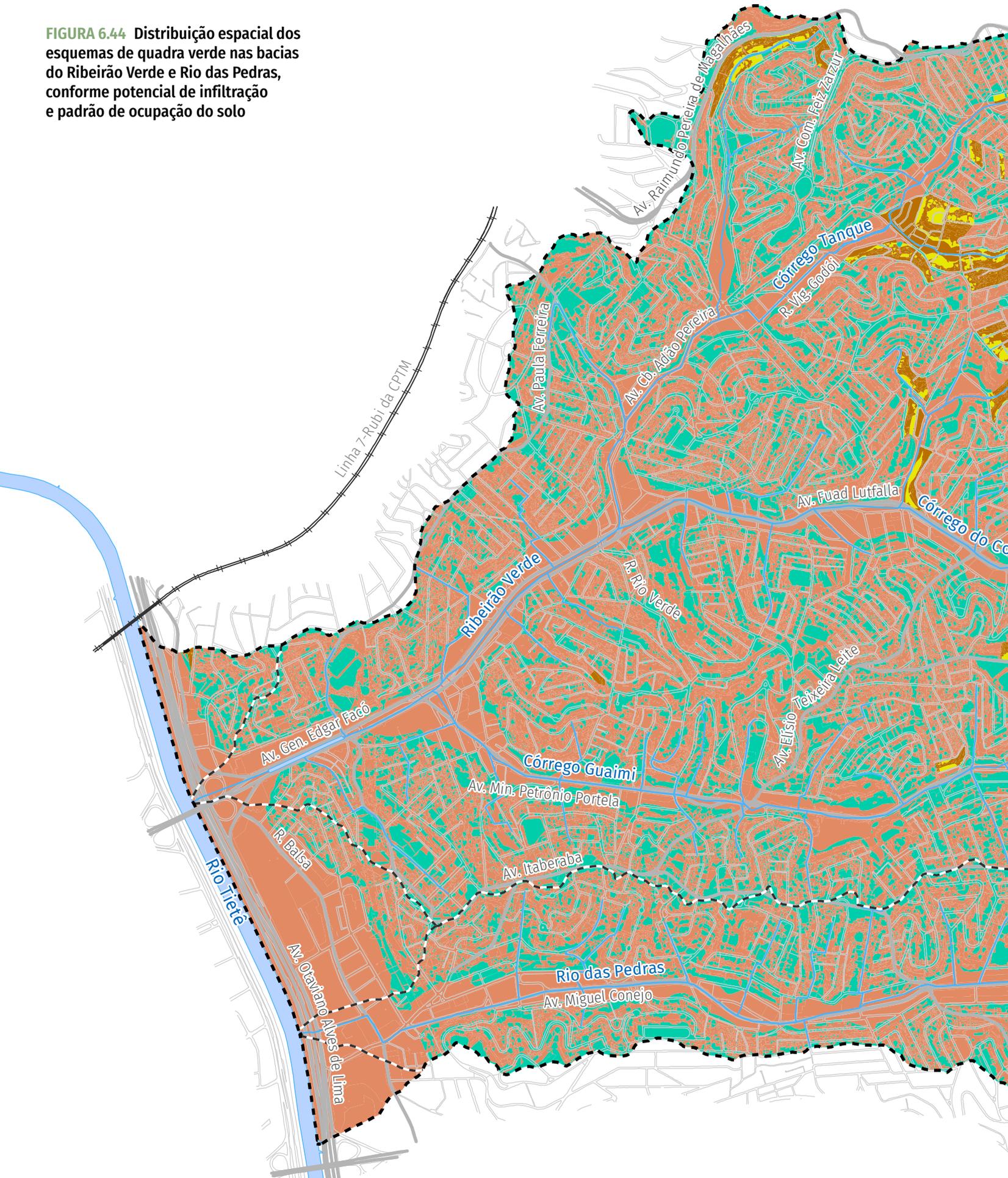


FIGURA 6.44 Distribuição espacial dos esquemas de quadra verde nas bacias do Ribeirão Verde e Rio das Pedras, conforme potencial de infiltração e padrão de ocupação do solo





Convenção

-  Área de drenagem
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Linha férrea

Esquema de quadra verde

-  Esquema 1, com medidas de infiltração
-  Esquema 1, sem medidas de infiltração
-  Esquema 2, com medidas de infiltração
-  Esquema 2, sem medidas de infiltração
-  Mata (nenhum)

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),
 Mapa Hidrográfico do Município (2025) e FCH (2025)



As medidas sustentáveis têm como um de seus objetivos aumentar a resiliência da rede de drenagem diante de eventos de precipitação intensa, contribuindo para a redução das vazões de pico e, consequentemente, da extensão das áreas sujeitas a inundações. Para estimar o efeito dessas medidas sobre a resiliência do sistema, foi realizada uma comparação entre as áreas inundáveis e as vazões a montante do reservatório Anhanguera, tanto no cenário atual como em um cenário hipotético com a implantação integral das soluções indicadas na **TABELA 6.3**.

Conforme ilustram os gráficos da **FIGURA 6.45**, as medidas sustentáveis demonstram maior efetividade na atenuação das vazões

e na redução das áreas inundáveis para os eventos com menor período de retorno (Tr 5 e Tr 10 anos). Ou seja, quanto mais frequentes forem as chuvas, maior tende a ser a contribuição das soluções sustentáveis na mitigação dos impactos. Por outro lado, para eventos extremos, como aqueles com Tr 100 anos, o efeito isolado dessas medidas é significativamente reduzido, permanecendo mais de 90% da área originalmente inundável a ser controlada por meio de soluções convencionais.

Esses resultados reforçam a importância da adoção conjunta de medidas sustentáveis e estruturais (convencionais) como estratégia integrada de gestão da drenagem urbana no Município de São Paulo.

TABELA 6.3 Quantitativo estimado de medidas sustentáveis aplicáveis nas bacias do Ribeirão Verde e Rio das Pedras, por tipo de solução adotada nos modelos de quadra verde

Tipo de medida	Telhado verde (m ²)	Número de reservatórios de pequeno porte	Pavimento permeável (m ²)	Número de poços de retenção/infiltração	Jardim de chuva (m ²)
Totais de medidas sustentáveis	609.000	6.442	53.600	1.358	125.000
% de área da bacia tratada	3,35%	8,71%	0,30%	6,41%	0,69%

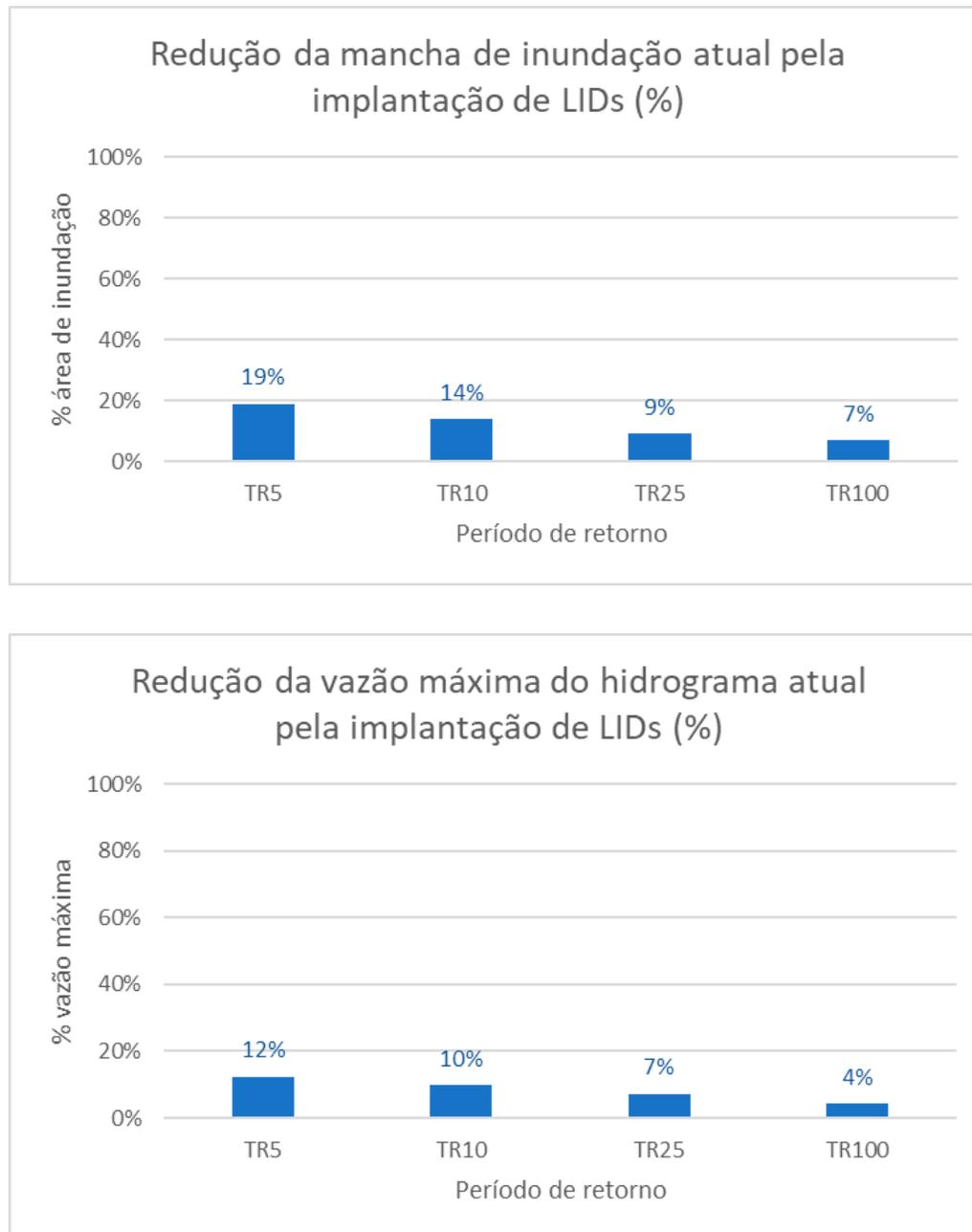


FIGURA 6.45 Comparativo entre o cenário atual e o cenário com implantação integral das medidas sustentáveis, considerando diferentes períodos de retorno

A resiliência proporcionada pelas soluções sustentáveis também foi estimada para cada etapa de intervenção proposta na bacia, com base na redução adicional da área inundável frente a eventos com intensidades superiores às respectivas chuvas de projeto. A **TABELA 6.4** apresenta o efeito da implantação de medidas sustentáveis nos diversos cenários considerados.

Observa-se que os efeitos das medidas sustentáveis são mais expressivos no cenário atual e na primeira etapa de intervenções. A partir das etapas seguintes, a redução da área inundável proporcionada pelas medidas de drenagem sustentáveis diminui, alcançando percentuais próximos de 7% tanto na Alternativa 1 quanto na Alternativa 2.

TABELA 6.4 Áreas de mancha de inundação e estimativa da redução percentual da área inundável proporcionada pelas medidas de drenagem sustentáveis

Obras/Tr		Área de mancha de inundação		Redução da área inundável proporcionada pelas medidas de drenagem sustentáveis
		Sem medidas de drenagem sustentáveis	Com medidas de drenagem sustentáveis	
Nenhuma intervenção, chuva de Tr 5 anos		0,141	0,115	19%
1ª etapa, chuva de Tr 10 anos		0,152	0,130	14%
Alternativa 1	2ª etapa, chuva de Tr 25 anos	0,123	0,114	8%
	3ª etapa, chuva de Tr 100 anos	0,162	0,150	7%
Alternativa 2	2ª etapa, chuva de Tr 25 anos	0,115	0,106	8%
	3ª etapa, chuva de Tr 100 anos	0,163	0,153	6%

Etapas de implantação das alternativas

Este capítulo apresenta o efeito das obras propostas implantadas em etapas. Neste estudo, o efeito das medidas de controle de cheias foi estimado pela redução das áreas inundáveis.

As medidas estudadas foram dimensionadas tendo em vista o controle do escoamento superficial e a redução das inundações. A 1ª etapa propõe um conjunto de ações que oferece proteção para as regiões críticas das bacias frente às chuvas de maior recorrência; a 2ª etapa protege integralmente as bacias para chuvas de Tr 10 anos; a 3ª etapa confere às bacias proteção para chuvas de Tr 25 anos; e a etapa final contempla a proteção a chuvas de Tr 100 anos.

A **TABELA 7.1** apresenta os efeitos das alternativas na área e no número de lotes atingidos pelas inundações. Os dados referem-se à condição atual (sem intervenção) e à 1ª, 2ª, 3ª e 4ª etapas de implantação de obras, quando submetidas à chuva de projeto de 100 anos.

A **FIGURA 7.1** ilustra a mancha de inundação originada de uma chuva de Tr 5 anos para a situação atual e após implantação das obras de 1ª etapa para as duas alternativas. Vale ressaltar que foi utilizado o período

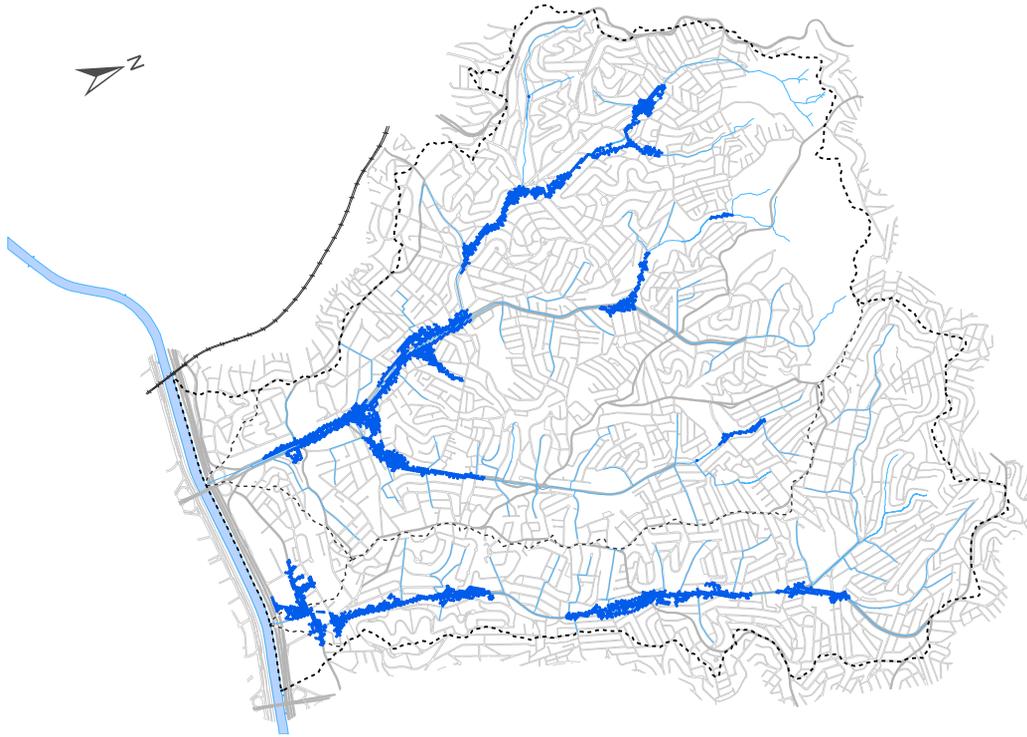
de retorno de 5 anos porque ele representa a chuva de projeto adotada pela prefeitura para mapear as manchas de inundação do município. A **FIGURA 7.2** apresenta as manchas de inundação resultantes de uma chuva Tr 100 anos para a condição sem intervenções e para as quatro etapas da Alternativa 1. Já a **FIGURA 7.3** apresenta

as mesmas informações para a Alternativa 2. As figuras ilustram o comportamento das manchas quando implantadas as obras previstas em cada etapa e quando submetidas a uma chuva com Tr 100 anos. Destaca-se que, para eventos hidrológicos com períodos de retorno maiores que 100 anos, ocorrerão inundações.

TABELA 7.1 Efeitos das alternativas 1 e 2 sobre a área inundável

Etapa	Alternativa	Impactos	
		Área inundável (km²)	Lotes atingidos
Atual	Sem intervenção	1,343	3.656
1ª etapa (Tr 5 anos)	Alternativa 1	0,67	2.065
	Alternativa 2	0,688	2.054
2ª etapa (Tr 10 anos)	Alternativa 1	0,297	1.001
	Alternativa 2	0,248	810
3ª etapa (Tr 25 anos)	Alternativa 1	0,223	680
	Alternativa 2	0,174	517
4ª etapa (Tr 100 anos)	Alternativa 1	0	0
	Alternativa 2	0	0

Sem intervenção – chuva de Tr 5 anos



1ª etapa das alternativas – chuva de Tr 5 anos

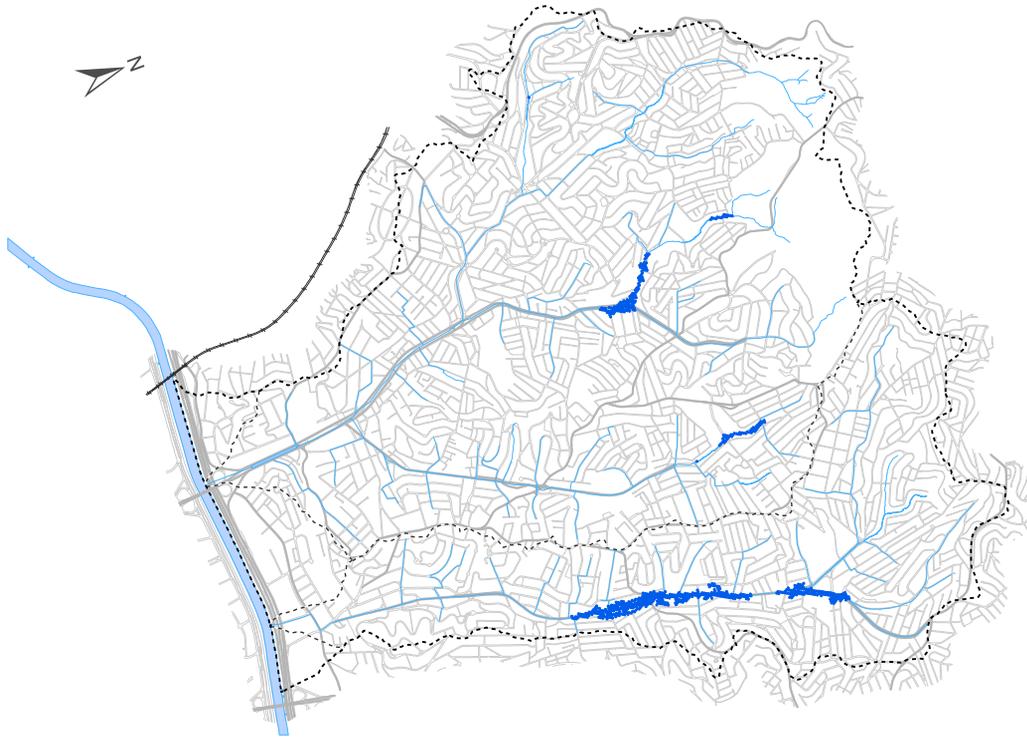
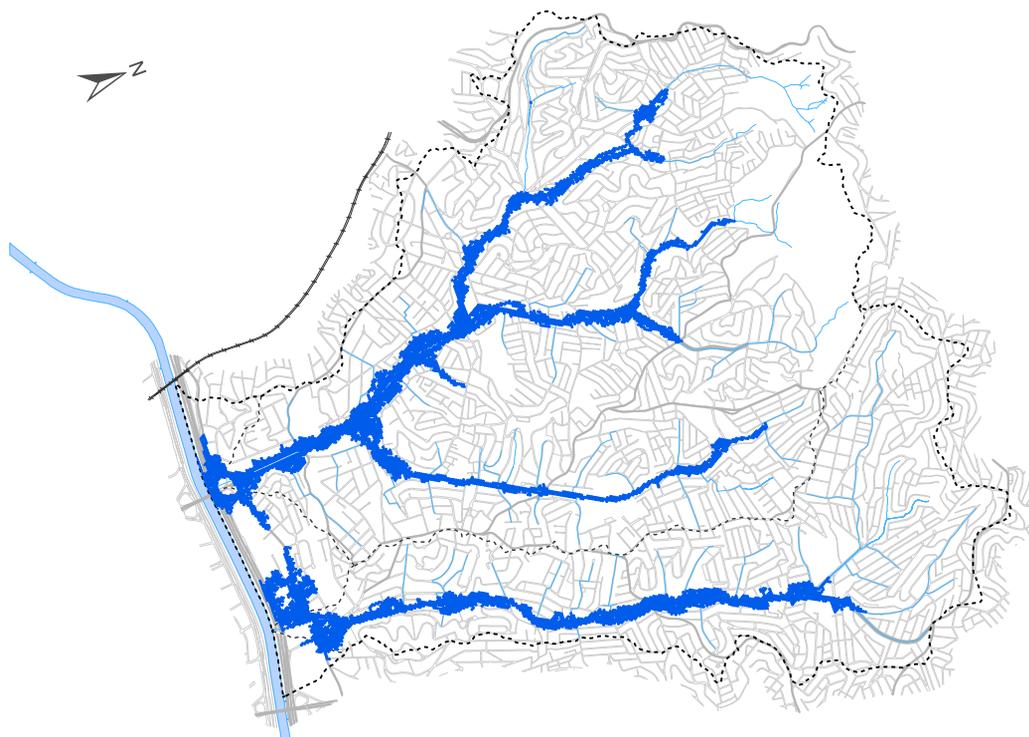
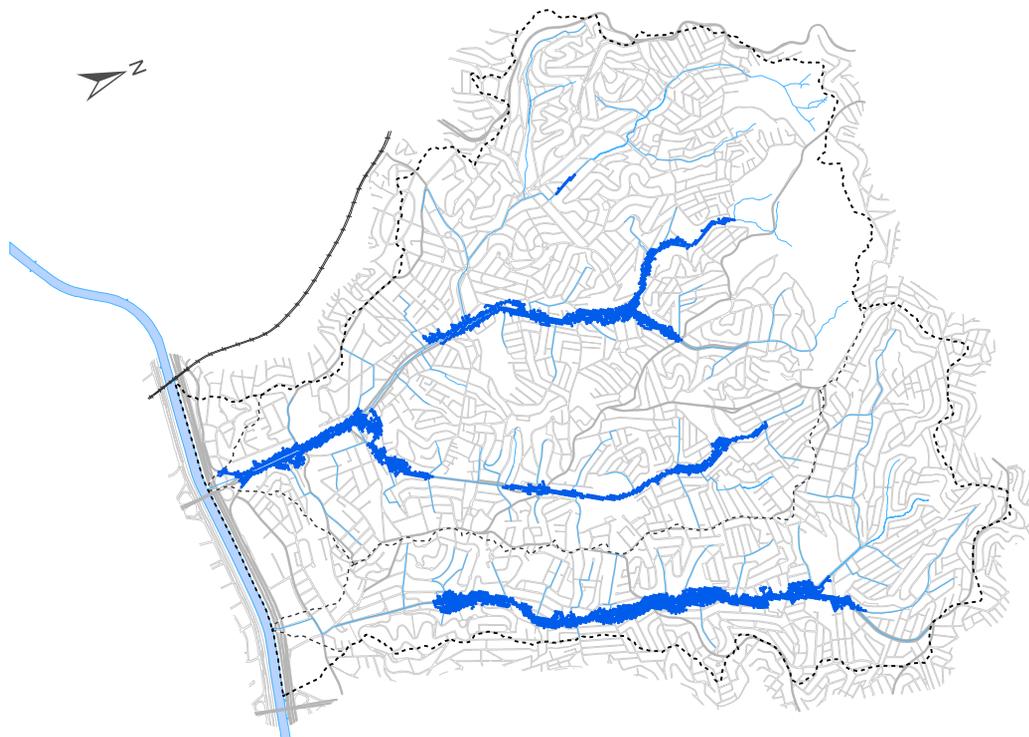


FIGURA 7.1 Áreas sujeitas a inundações para chuvas de Tr 5 anos: cenário sem intervenção e com as obras da etapa inicial

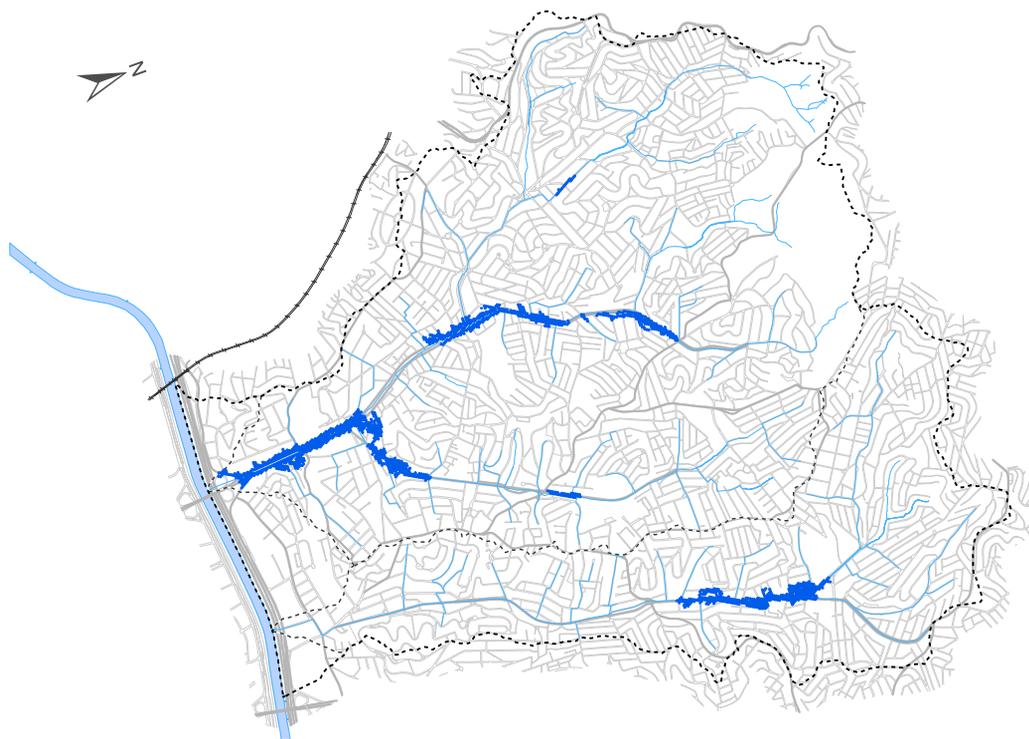
Sem intervenção - chuva de Tr 100 anos



Alternativa 1 - 1ª etapa, chuva de Tr 100 anos



Alternativa 1 – 2ª etapa, chuva de Tr 100 anos



Alternativa 1 – 3ª etapa, chuva de Tr 100 anos

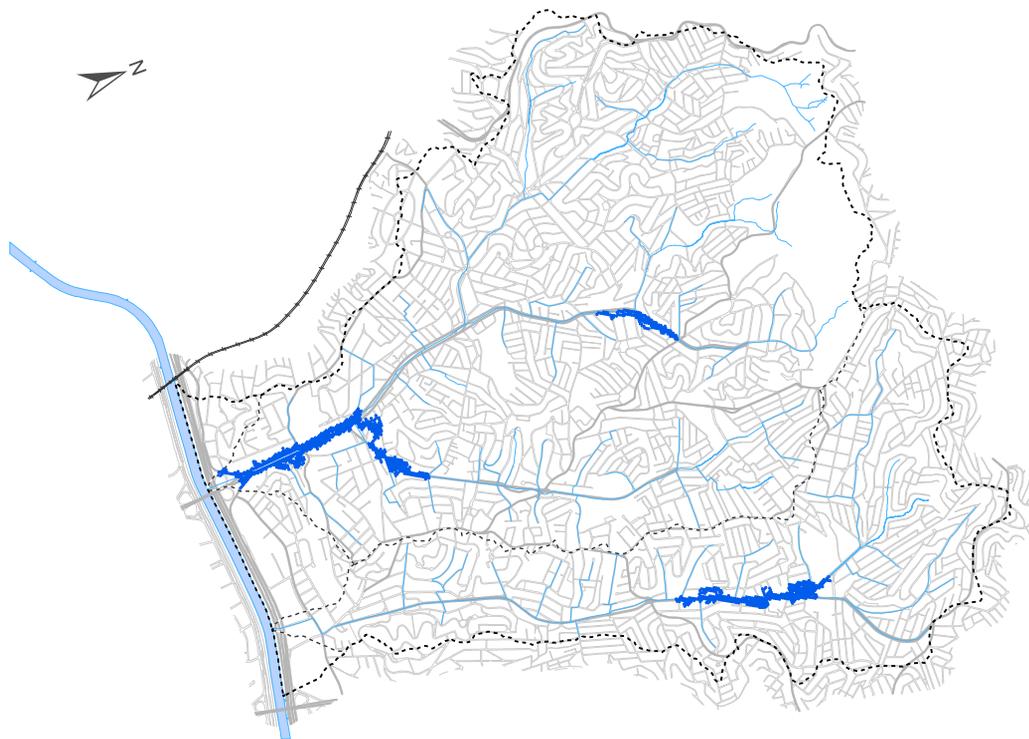
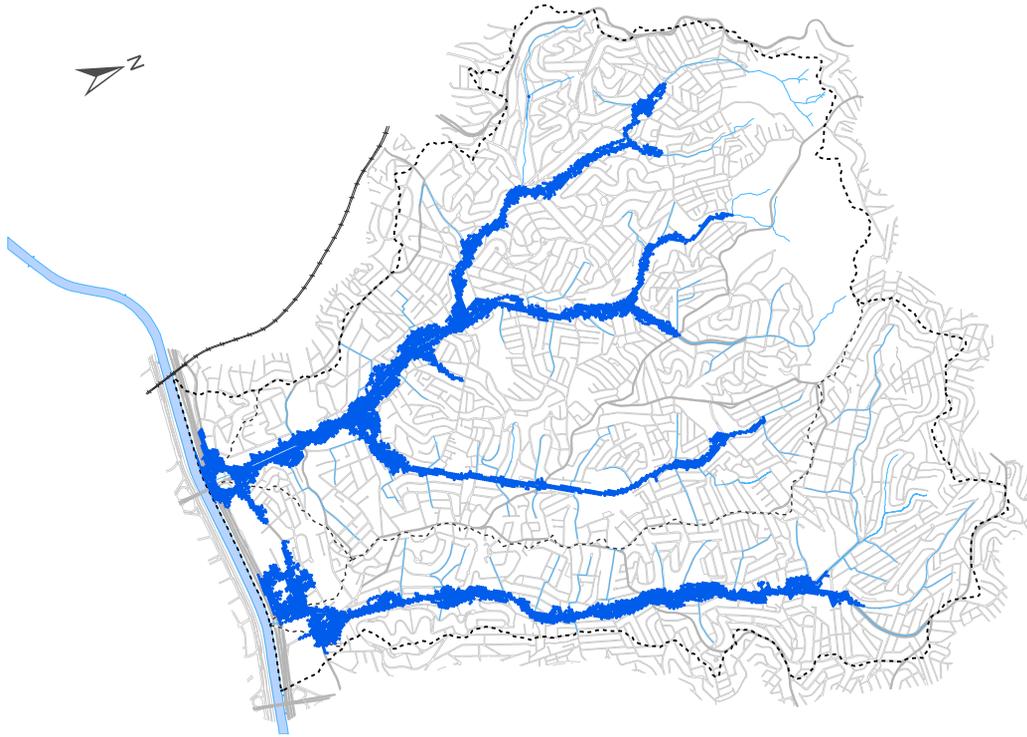
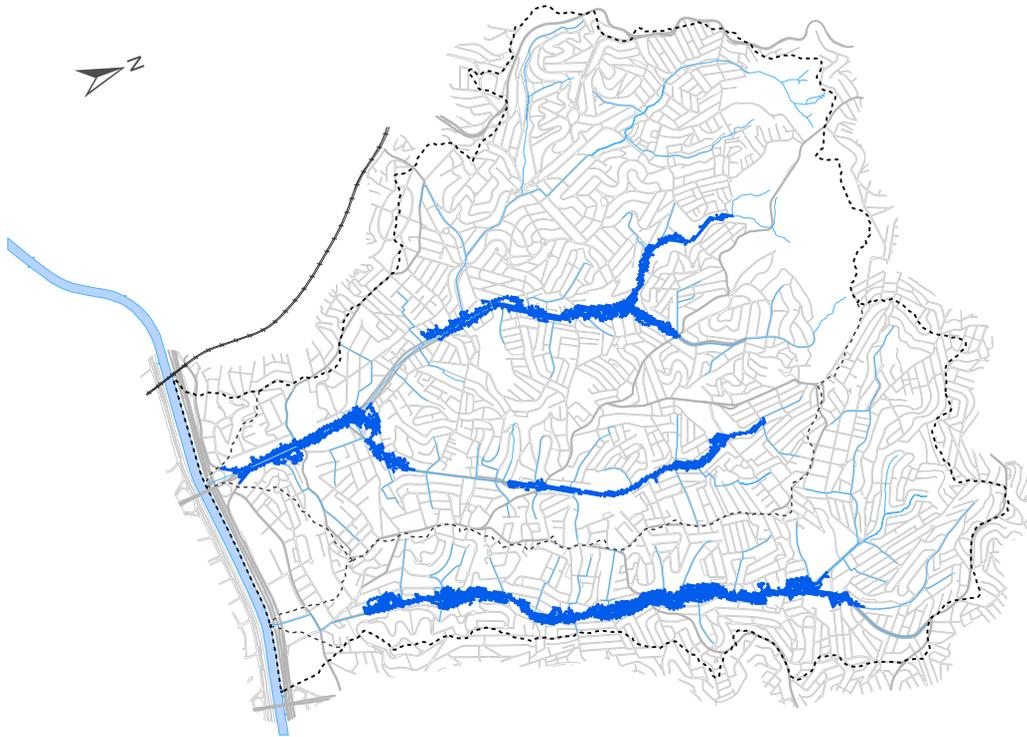


FIGURA 7.2 Áreas sujeitas a inundações para chuvas de Tr 100 anos: cenário sem intervenção e com as obras da 1ª, 2ª e 3ª etapas da Alternativa 1

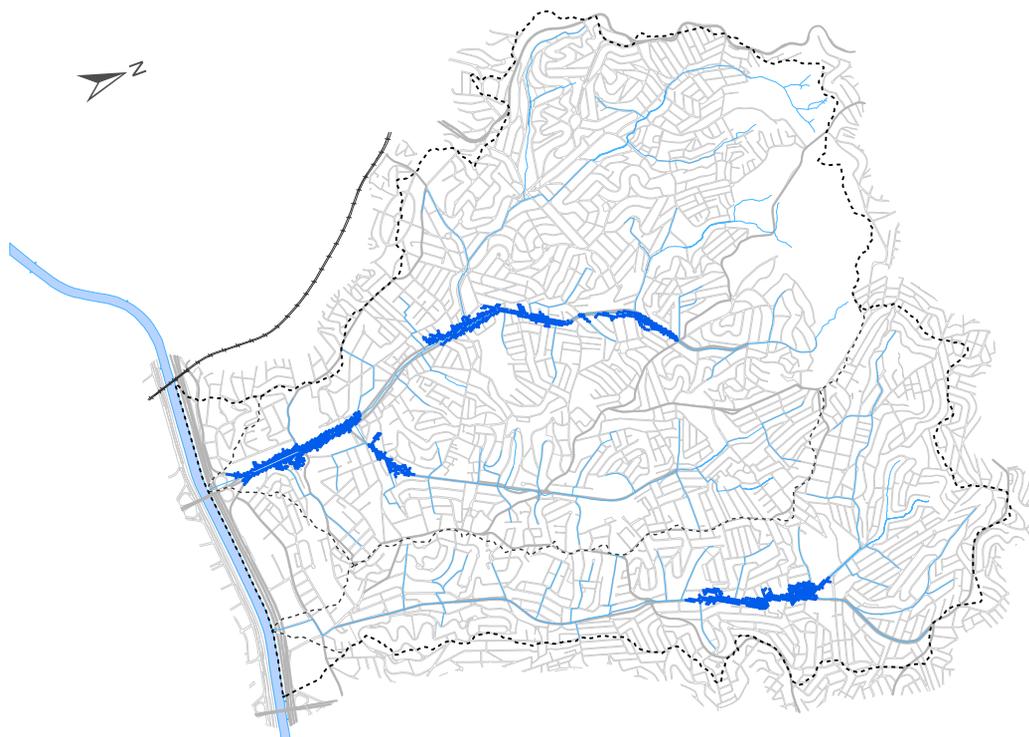
Sem intervenção - chuva de Tr 100 anos



Alternativa 2 - 1ª etapa, chuva de Tr 100 anos



Alternativa 2 – 2ª etapa, chuva de Tr 100 anos



Alternativa 2 – 3ª etapa, chuva de Tr 100 anos

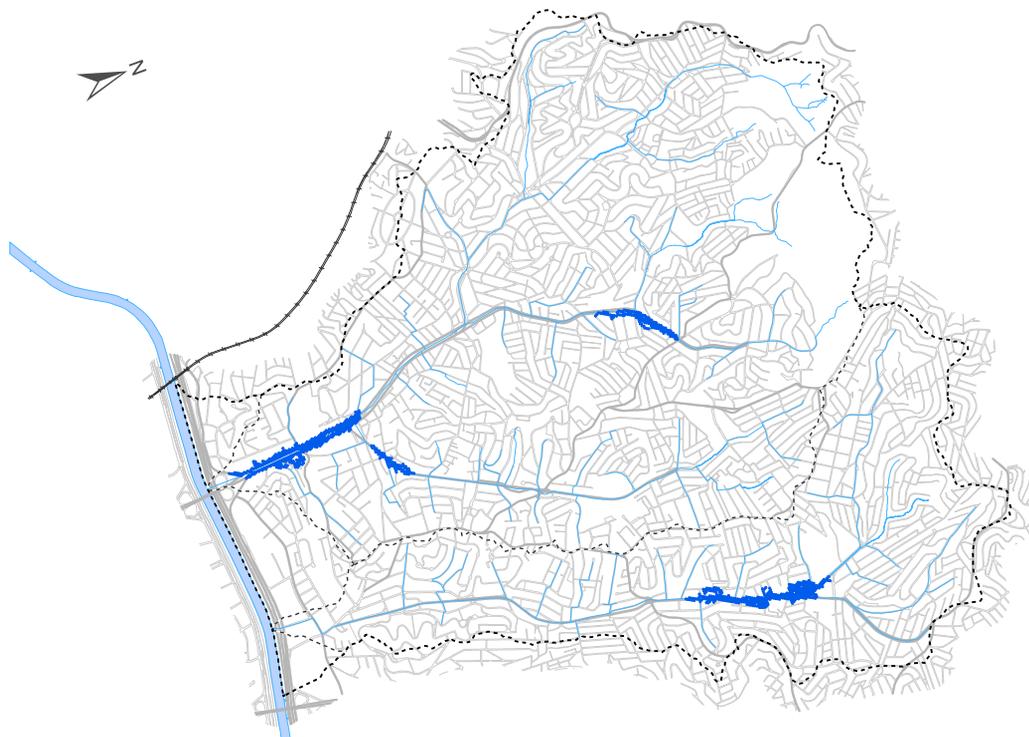


FIGURA 7.3 Áreas sujeitas a inundações para chuvas de Tr 100 anos: cenário sem intervenção e com as obras da 1ª, 2ª e 3ª etapas da Alternativa 2

7.1 DESEMPENHO DAS INTERVENÇÕES DA 1ª ETAPA

O desempenho individual de cada medida de controle de cheias foi verificado considerando a redução da mancha de inundação quando a infraestrutura é submetida a uma chuva de 5 anos de recorrência.

A redução da área de inundação é um dos indicadores empregados no planejamento das ações da Prefeitura de São Paulo. Os indicadores traduzem de modo sintético a evolução do desempenho do sistema de drenagem e manejo de águas pluviais e, desse modo, são capazes de auxiliar o processo de gestão através de sua aplicabilidade na avaliação e no acompanhamento dos planos, programas, projetos e de outras medidas de controle da drenagem.

A área da mancha de inundação na configuração da rede atual para uma chuva de Tr 5 anos na área de drenagem é de 0,578 km².

Para essa verificação, foi realizada a simulação no modelo PCSWMM das seguintes intervenções:

- Reservatório RVD-4 e canalização entre as ruas do Guerra e Tomé de Almeida e Oliveira;
- Reservatórios RVD-2 e RVD-5 e de reforços de galerias nas ruas Manoel Barbosa,

D. Manuel D’Elboux e Dr. Ferreira da Luz, além de uma ampliação de galeria na R. Manoel Barbosa;

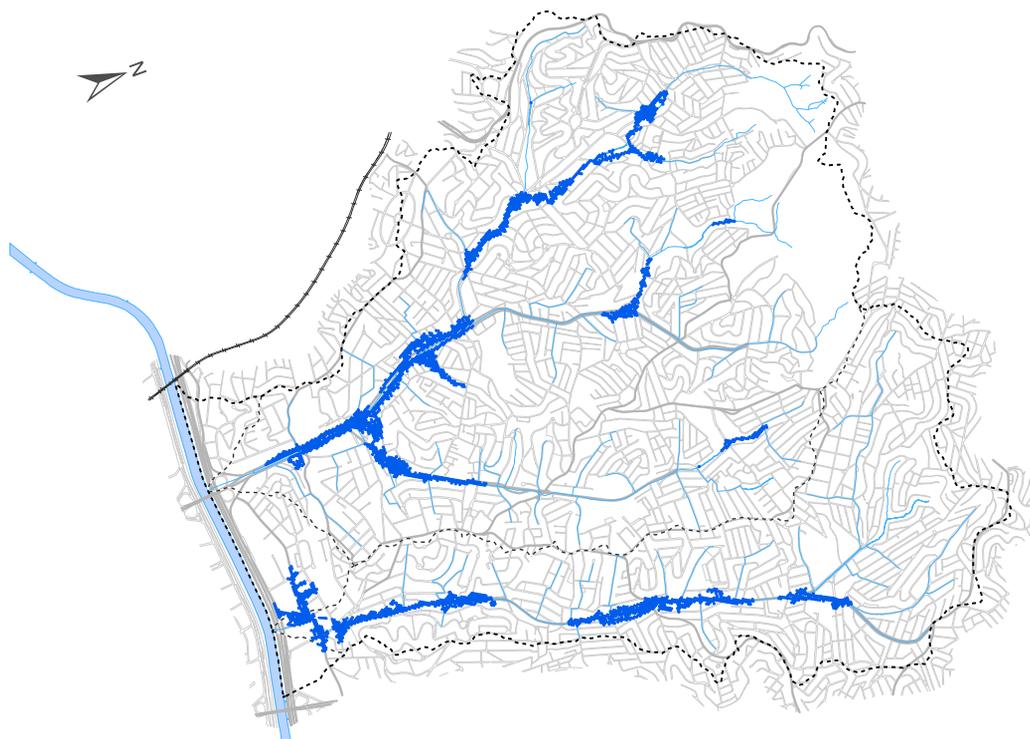
- Reservatório RVD-8;
- Canalização de trecho paralelo à R. Dr. Estevão Montebello e implantação de reforços de galerias nas ruas Dr. Estevão Montebello e Manuel da Silva Porto, e na Av. Gal. Edgar Facó;
- Reservatório RPD-4 e de reforços de galeria na Av. Miguel Conejo, nas proximidades da Pç. Giovannelli Luigi.

O objetivo dessa análise é confrontar a redução da área da mancha de inundação resultante da implantação de cada intervenção a partir da mancha atual.

A seguir, é indicado na **FIGURA 7.4** o impacto isolado de cada obra da 1ª etapa para uma chuva de Tr 5 anos.

O pré-dimensionamento das intervenções, tais como os volumes dos reservatórios e das seções de galerias, foi efetuado considerando a implantação de todas as obras para uma proteção de 100 anos, ou seja, as obras operam em conjunto, e não de forma isolada. De tal modo, a redução da mancha proporcionada por combinações dessas medidas não será necessariamente igual à soma das reduções proporcionadas por cada medida de forma individual.

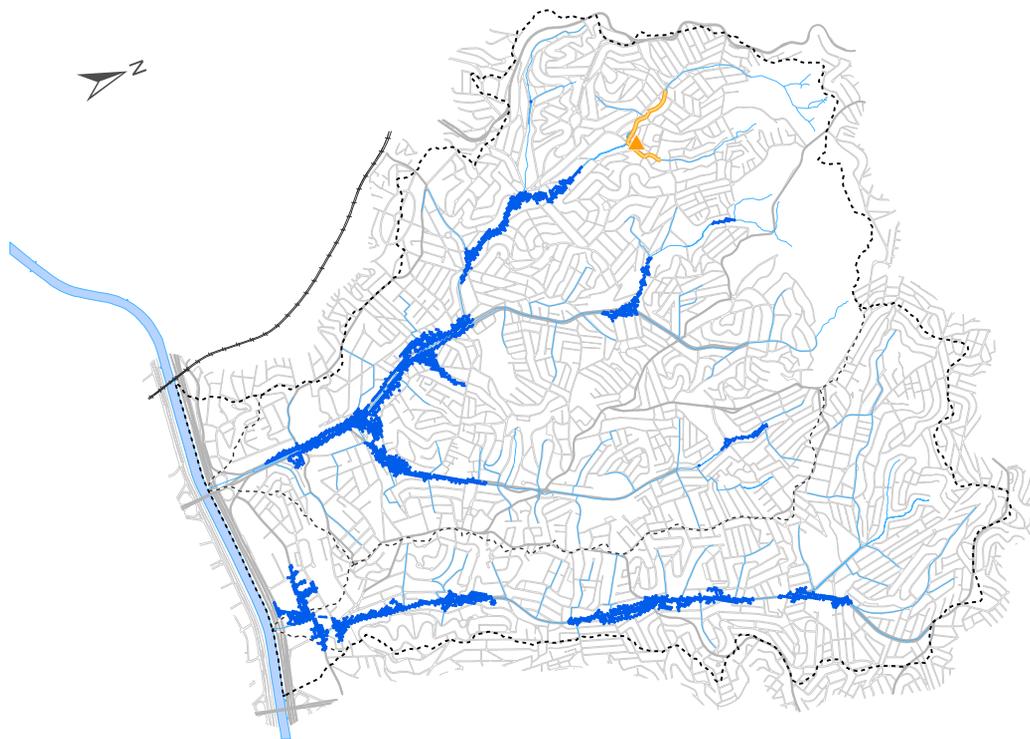
Mancha de inundação para a configuração da rede atual – Tr 5 anos



**Área de redução da
mancha de inundação
para chuva de Tr 5 anos**

0,578 km²

Implantação do reservatório RVD-4 e canalização entre as ruas do Guerra e Tomé de Almeida e Oliveira



Descrição

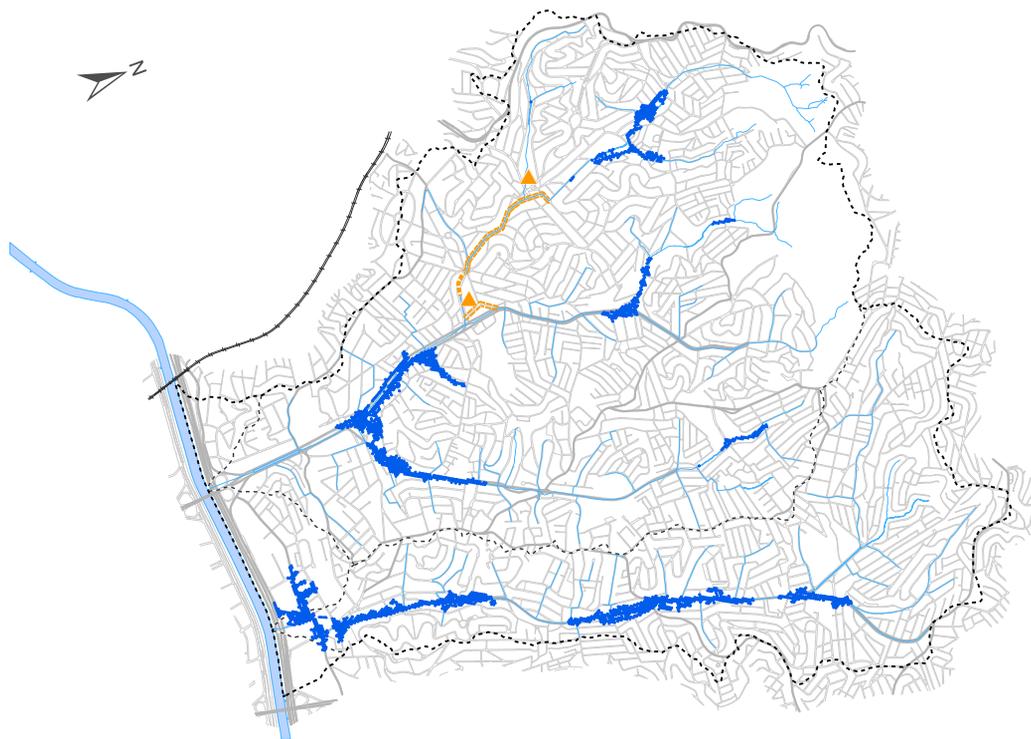
Implantação do reservatório RVD-4 (100 mil m³) e canalização em concreto (793 m)

**Área de redução da
mancha de inundação
para chuva de Tr 5 anos**

0,045 km²

FIGURA 7.4 Impacto isolado de cada obra da 1ª etapa para uma chuva de Tr 5 anos

Implantação dos reservatórios RVD-2 e RVD-5 e de reforços de galerias nas ruas Manoel Barbosa, D. Manuel D'Elboux e Dr. Ferreira da Luz, além de uma ampliação de galeria na R. Manoel Barbosa



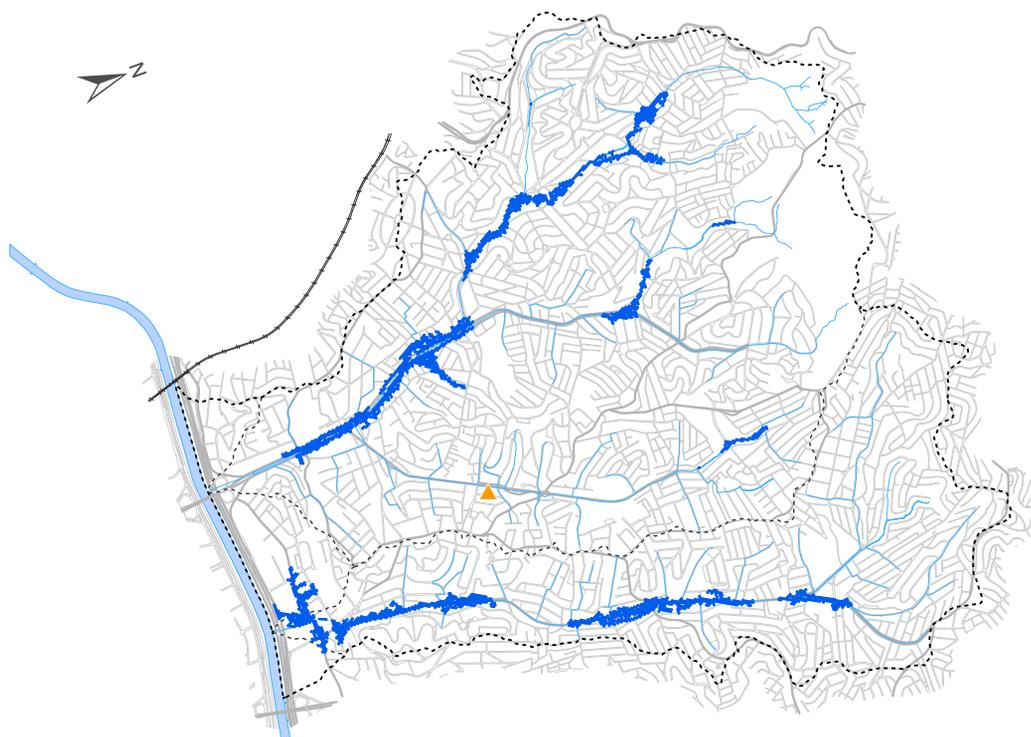
Descrição

Implantação dos reservatórios RVD-2 (200 mil m³) e RVD-5 (15 mil m³), de reforços de galeria (1.220 m) e aumento de seção de galeria (171 m)

**Área de redução da
mancha de inundação
para chuva de Tr 5 anos**

0,138 km²

Implantação do reservatório RVD-8 na Av. Min. Petrônio Portela



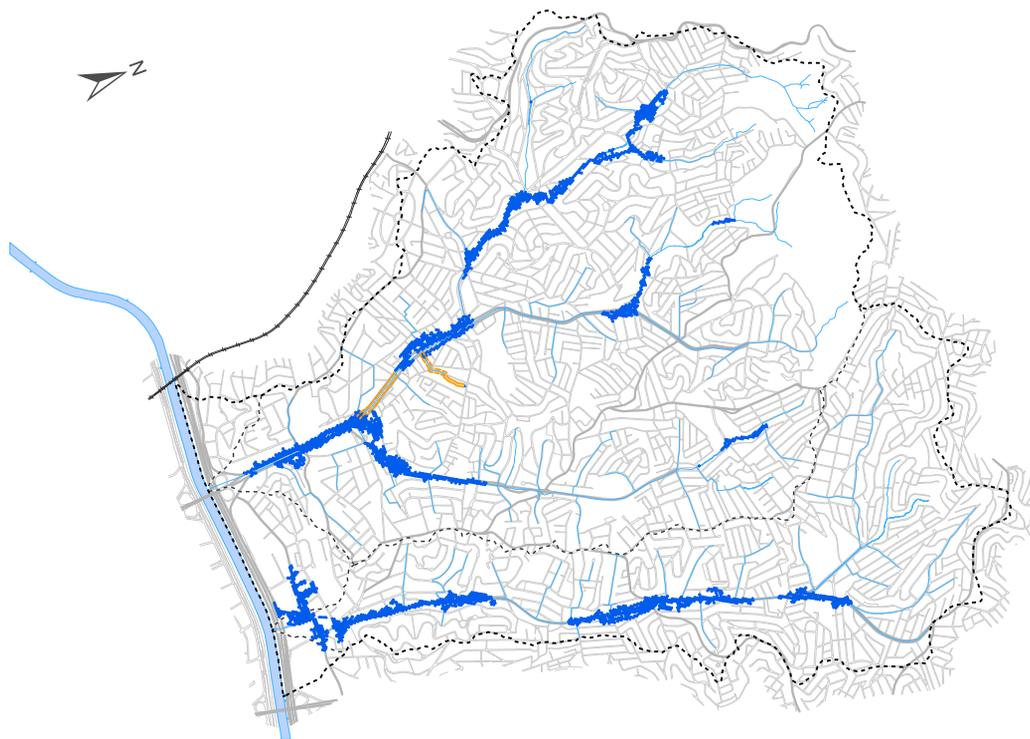
Descrição

Implantação do reservatório RVD-8 (23 mil m³) na Av. Min. Petrônio Portela

**Área de redução da
mancha de inundação
para chuva de Tr 5 anos**

0,077 km²

Canalização de trecho paralelo à R. Dr. Estevão Montebello e implantação de reforços de galerias nas ruas Dr. Estevão Montebello e Manuel da Silva Porto, e na Av. Gal. Edgar Facó



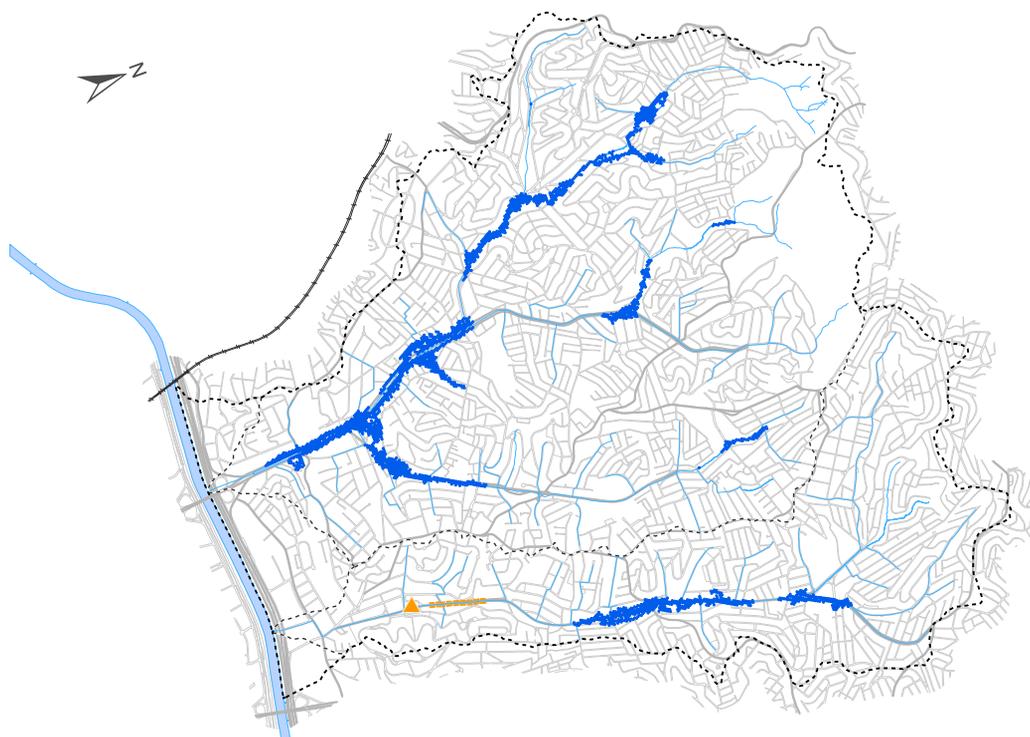
Descrição

Canalização de um pequeno afluente sem nome (172 m) e implantação de reforços de galeria (692 m)

Área de redução da mancha de inundação para chuva de Tr 5 anos

0,032 km²

Implantação do reservatório RPD-4 e de reforços de galeria na Av. Miguel Conejo, nas proximidades da Pç. Giovannelli Luigi



Descrição

Implantação do reservatório RPD-4 (33 mil m³) e de reforços de galeria na Av. Miguel Conejo (406 m)

Área de redução da mancha de inundação para chuva de Tr 5 anos

0,126 km²

FIGURA 7.4 Impacto isolado de cada obra da 1ª etapa para uma chuva de Tr 5 anos

Custo estimado

A estimativa de custo foi realizada no intuito de subsidiar a análise de viabilidade econômica da implantação das alternativas propostas.

Os valores de custo para implantação foram estimados com base na relação do orçamento de obras implantadas e em implantação pela PMSP. Para a composição dos custos de implantação, foram considerados os seguintes tipos de intervenções:

- Reservatório fechado: custo médio de reservatório fechado com bombas por m^3 de reservação;
- Área verde inundável: custo médio de reservatório sem bombas por m^3 de reservação, somado ao custo médio por m^2 de área com equipamentos de lazer e infraestrutura verde;
- Galeria: custo médio por m^3 de volume de escoamento, considerando galerias retangulares e/ou circulares com revestimento em concreto armado;
- Canalização: custo médio por m^3 , considerando canais abertos com revestimento em concreto armado e em seção mista;

- Adequação de travessia: custo por m² de área da travessia.

Além dos custos de implantação, foram estimados os custos de desapropriação, de remoção e, também, os custos ambientais associados à viabilização das intervenções propostas.

Os valores de desapropriação e de remoção foram estimados pela Assessoria Técnica do Núcleo de Planejamento (ATNP) – Desapropriações e Áreas Públicas da SIURB. Os custos de desapropriação estão relacionados com a indenização pela aquisição de um imóvel particular para atender a um interesse público, no caso, para a construção de obras de drenagem urbana. Por sua vez, os custos de remoção se referem ao atendimento habitacional provisório e definitivo de pessoas vulneráveis que ocupam determinada área informalmente, seja ela pública ou particular, e que precisarão ser removidas para liberação das áreas para as obras pretendidas de drenagem. Os valores do atendimento provisório foram estimados considerando a hipótese de 24 meses de aluguel social. Já o atendimento definitivo foi estimado pela hipótese de construção de novas Habitações de Interesse Social (HIS) para o reassentamento. Cabe ressaltar que ambos os estudos foram feitos adotando valor orientado por SEHAB. Informamos ainda

que tais cenários não caracterizam o atendimento que necessariamente será ofertado pela PMSP, mas tão somente um estudo de viabilidade pela hipótese de atendimento mais frequente, para mensurar os custos.

Os custos ambientais foram estimados para os reservatórios e as áreas verdes inundáveis, em conjunto com a ATNP – Ambiental da SIURB, e estão vinculados à exigibilidade do licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades não industriais considerados na Portaria da Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente nº 4/2021. Para estimar os custos ambientais, foram analisadas as extensões das Áreas Diretamente Afetadas (ADA) dos reservatórios e áreas verdes inundáveis e, também, as extensões das Áreas de Influência Direta (AID), que compreende um acréscimo de 200 m no perímetro das intervenções.

Dessa forma, os aspectos ambientais mais relevantes considerados nos custos foram as áreas com potencial de contaminação, proximidade com áreas que integram o patrimônio arqueológico, histórico e/ou cultural, e a identificação de indivíduos arbóreos isolados e maciços vegetais nas áreas pretendidas, a fim de estimar os custos de medidas ambientalmente compensatórias correspondentes, como o transplante de exemplares, a reposição de vegetação nativa e a proteção de espécies ameaçadas. Foram previstos,

também, os custos para a elaboração dos estudos e licenciamentos ambientais.

A **TABELA 8.1** e a **TABELA 8.2** apresentam os custos estimados das Alternativas 1 e 2. Foram indicadas todas as ações previstas nas etapas de cada alternativa, distinguindo os valores estimados em desapropriações e remoções, quando existente, e o custo ambiental.

TABELA 8.1 Custo estimado das medidas de controle da Alternativa 1 (valores com data base de junho/2025)

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Custo de implantação (R\$)	Custo de desapropriação (R\$)	Custo de remoção (R\$)	Custo ambiental (R\$)	Custo total (R\$)	
1ª etapa	Córrego do Tanque	Reservatório - RVD-4	Entre a R. Tomé de Almeida e Oliveira e a R. do Guerra	195.000.000,00	106.600.000,00	47.800.000,00	710.000,00	350.110.000,00	
		Canalização em concreto	Nas proximidades da Av. Miguel de Castro, entre as ruas Dr. Pedro de Mustre Portugal e Margarida Ramalho	5.610.000,00	0,00	0,00	400.000,00	6.010.000,00	
			Nas proximidades da R. Margarida Ramalho	880.000,00	0,00	0,00	400.000,00	1.280.000,00	
			Nas proximidades da Av. Miguel de Castro, entre a R. Margarida Ramalho e a R. do Guerra	4.280.000,00	0,00	0,00	400.000,00	4.680.000,00	
			Nas proximidades da R. 27 de Setembro	740.000,00	0,00	0,00	400.000,00	1.140.000,00	
			Nas proximidades da R. Tomé de Almeida e Oliveira	470.000,00	0,00	0,00	400.000,00	870.000,00	
			Nas proximidades da R. da Vitória e da R. Tomé de Almeida e Oliveira	4.060.000,00	0,00	0,00	400.000,00	4.460.000,00	
			Na R. Tomé de Almeida e Oliveira	790.000,00	0,00	0,00	400.000,00	1.190.000,00	
			Galeria de reforço	Na R. Prof. Aldo Locatelli, entre a R. Vig. Godói e a Av. Cb. Adão Pereira, e na Av. Cb. Adão Pereira, entre a R. Prof. Aldo Locatelli e as proximidades da Pç. Paulo Stuart Wright	10.400.000,00	0,00	0,00	0,00	10.400.000,00
		Na Av. Cb. Adão Pereira, entre as proximidades da Pç. Paulo Stuart Wright e a R. Pedro Mariano Ronchi		30.870.000,00	0,00	0,00	0,00	30.870.000,00	
		Ampliação de galeria	Na R. Manoel Barbosa, entre a R. Pedro Mariano Ronchi e o RVD-2	4.720.000,00	0,00	0,00	0,00	4.720.000,00	
		Reservatório - RVD-2	Entre as ruas Manoel Barbosa e D. Manuel D'Elboux	390.000.000,00	0,00	0,00	8.860.000,00	398.860.000,00	
		Ribeirão Verde-Pirituba	Galeria de reforço	Nas R. Dezenove de Julho e Dr. Ferreira da Luz, entre a Av. Fuad Lutfalla e a R. Manoel Barbosa (até a entrada do reservatório RVD-2)	9.130.000,00	0,00	0,00	0,00	9.130.000,00

TABELA 8.1 Custo estimado das medidas de controle da Alternativa 1 (valores com data base de junho/2025)

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Custo de implantação (R\$)	Custo de desapropriação (R\$)	Custo de remoção (R\$)	Custo ambiental (R\$)	Custo total (R\$)
1ª etapa	Ribeirão Verde-Pirituba	Galeria de reforço	Rua Dr. Ferreira da Luz, da entrada no reservatório RVD-2 até a Rua Manuel Barbosa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Canalização em concreto	Nas proximidades da R. Dr. Estevão Montebello	2.210.000,00	0,00	0,00	400.000,00	2.610.000,00
		Galeria de reforço	Na R. Dr. Estevão Montebello até a Av. Gen. Edgar Facó	1.500.000,00	0,00	0,00	0,00	1.500.000,00
			Na Av. Gen. Edgar Facó, entre as ruas Enrico Carafa e Otto Labastille	23.160.000,00	0,00	0,00	0,00	23.160.000,00
	Córrego Guaimi	Reservatório - RVD-8	Entre a Av. Min. Petrônio Portela e a R. Durval Lourenço de Azevedo	44.850.000,00	68.010.000,00	0,00	700.000,00	113.560.000,00
	Rio das Pedras	Galeria de reforço	Na Av. Miguel Conejo, entre as proximidades da Pç. Giovannelli Luigi e da R. Martins Herédia	14.790.000,00	0,00	0,00	0,00	14.790.000,00
Reservatório - RPD-4		Entre a Av. Miguel Conejo e a R. Martins Herédia	64.350.000,00	0,00	0,00	8.600.000,00	72.950.000,00	
2ª etapa	Córrego do Congo	Reservatório - RVD-1	Entre a Av. Fuad Lutfalla e a R. Huasca de Vergara	136.500.000,00	75.370.000,00	0,00	1.000.000,00	212.870.000,00
		Ampliação de galeria	Na Av. Fuad Lutfalla, entre a Av. Elísio Teixeira Leite e o RCG-1	5.160.000,00	0,00	0,00	0,00	5.160.000,00
	Ribeirão Verde-Pirituba	Canalização em seção mista	Entre a Tv. Prof. Demarzo e a R. Barra do Jacaré	17.330.000,00	21.650.000,00	2.790.000,00	400.000,00	42.170.000,00
		Galeria de reforço	Na Av. Brasilina Vieira Simões, entre a R. Muniz Freire e a Av. Fuad Lutfalla	14.000.000,00	0,00	0,00	0,00	14.000.000,00
	Córrego Guaimi	Canalização em seção mista	Nas proximidades da R. Min. Correia de Castro, entre a R. Dr. Moacir Cestari e a Av. Michihisa Murata	7.520.000,00	5.160.000,00	2.610.000,00	400.000,00	15.690.000,00
		Adequação de travessia	Na Av. Michihisa Murata, próximo à Travessa Michihisamurata	740.000,00	0,00	0,00	0,00	740.000,00
		Canalização em seção mista	Nas proximidades da Travessa da Av. Michihisa Murata, entre a Av. Michihisa Murata e R. Abílio Primo Nalim	6.970.000,00	12.760.000,00	0,00	400.000,00	20.130.000,00
		Reservatório - RVD-6	Entre as ruas Abílio Primo Nalim e R. dos Morgados	79.950.000,00	18.330.000,00	0,00	930.000,00	99.210.000,00

TABELA 8.1 Custo estimado das medidas de controle da Alternativa 1 (valores com data base de junho/2025)

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Custo de implantação (R\$)	Custo de desapropriação (R\$)	Custo de remoção (R\$)	Custo ambiental (R\$)	Custo total (R\$)	
2ª etapa	Córrego Guaimi	Ampliação de galeria	R. dos Morgados, entre a Rua Abílio Primo Nalim e entrada do RVD-6	1.530.000,00	0,00	0,00	0,00	1.530.000,00	
			R. dos Morgados, entre a entrada do RVD-6 e a Rua José Carlos Monteiro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Rio das Pedras	Galeria de reforço	Na Av. João Paulo I, entre as proximidades da R. Caiapé e da Pç. Celso Gilberto de Oliveira	9.190.000,00	0,00	0,00	0,00	9.190.000,00	
			Na Av. João Paulo I, entre as proximidades da R. Classicismo e da R. Padre Domingos Gava	12.460.000,00	0,00	0,00	0,00	12.460.000,00	
		Reservatório - RPD-2	Entre as ruas Emb. Pais do Nascimento e Eng. Alberto Meyer	195.000.000,00	0,00	0,00	1.740.000,00	196.740.000,00	
		Galeria de reforço	Na Av. João Paulo I, entre as proximidades da R. Pe. Domingos Gava e da Av. Itaberaba	9.000.000,00	0,00	0,00	0,00	9.000.000,00	
			Na Av. João Paulo I, entre as proximidades da Av. Itaberaba e o RPP-3	16.810.000,00	0,00	0,00	0,00	16.810.000,00	
		Reservatório - RPD-3	Entre a R. dos Sitiantes e a Av. João Paulo I	234.000.000,00	40.290.000,00	0,00	2.890.000,00	277.180.000,00	
	3ª etapa	Córrego do Tanque	Galeria de reforço	Na R. Vig. Godói, entre a Av. Joaquim de Nazareth e a R. Prof. Aldo Locatelli	7.870.000,00	0,00	0,00	0,00	7.870.000,00
			Reservatório - RVD-5	No campo de futebol do Pq. Rodrigo de Gásperi	11.400.000,00	0,00	0,00	5.680.000,00	17.080.000,00
Ribeirão Verde-Pirituba		Galeria de reforço	Na Av. Fuad Lutfalla, próxima à R. Anésio Pimento dos Reis	15.670.000,00	0,00	0,00	0,00	15.670.000,00	
Córrego Guaimi		Reservatório - RVD-7A	Entre a R. José Pereira de Araújo e a Av. Min. Petrônio Portela	62.400.000,00	10.020.000,00	0,00	830.000,00	73.250.000,00	
		Reservatório - RVD-7B	Entre a Av. Min. Petrônio Portela e a R. Marilândia	37.050.000,00	0,00	0,00	1.790.000,00	38.840.000,00	
4ª etapa	Ribeirão Verde-Pirituba	Galeria de reforço	Nas proximidades da Av. Aldo Ribeiro Luz	910.000,00	0,00	0,00	0,00	910.000,00	
	Nas proximidades da Av. Aldo Ribeiro Luz		1.660.000,00	0,00	0,00	0,00	1.660.000,00		

TABELA 8.1 Custo estimado das medidas de controle da Alternativa 1 (valores com data base de junho/2025)

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Custo de implantação (R\$)	Custo de desapropriação (R\$)	Custo de remoção (R\$)	Custo ambiental (R\$)	Custo total (R\$)
4ª etapa	Ribeirão Verde-Pirituba	Canalização de reforço/ abertura de córrego	Na Av. Fuad Lutfalla, entre a R. Brasilina Vieira Simões e as proximidades da R. João Alves Pimenta	9.170.000,00	0,00	0,00	400.000,00	9.570.000,00
		Galeria de reforço	Na Av. Fuad Lutfalla, entre a R. João Alves Pimenta e R. Alfredo Margária	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Reservatório - RVD-3	Entre a Av. Gen. Edgar Facó, a R. Otto Labastille e a R. Nazareth Machado	122.850.000,00	17.180.000,00	0,00	1.810.000,00	141.840.000,00
	Córrego Guaimi	Galeria de reforço	Na Av. Min. Petrônio Portela, entre a R. João Cordeiro, a Vla. Roberto Machado e a Prof. João Machado	8.010.000,00	0,00	0,00	0,00	8.010.000,00
		Reservatório - RVD-9	Na Pç. Dona Amália G. Solitari	103.350.000,00	0,00	0,00	3.190.000,00	106.540.000,00
	Rio das Pedras	Ampliação de reservatório - RPD-1	Entre a Av. José da Natividade Saldanha e a R. Rui de Morais Apocalipse	115.050.000,00	0,00	0,00	970.000,00	116.020.000,00
Total				2.049.360.000,00	375.370.000,00	53.200.000,00	44.500.000,00	2.522.430.000,00

TABELA 8.2 Custo estimado das medidas de controle da Alternativa 2 (valores com data base de junho/2025)

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Custo de implantação (R\$)	Custo de desapropriação (R\$)	Custo de remoção (R\$)	Custo ambiental (R\$)	Custo total (R\$)
1ª etapa	Córrego do Tanque	Reservatório - RVD-4	Entre a R. Tomé de Almeida e Oliveira e a R. do Guerra	93.600.000,00	43.630.000,00	32.540.000,00	680.000,00	170.450.000,00
		Canalização em concreto	Nas proximidades da Av. Miguel de Castro, entre as ruas Dr. Pedro de Mustre Portugal e Margarida Ramalho	5.610.000,00	0,00	0,00	400.000,00	6.010.000,00
			Nas proximidades da R. Margarida Ramalho	880.000,00	0,00	0,00	400.000,00	1.280.000,00
			Nas proximidades da Av. Miguel de Castro, entre a R. Margarida Ramalho e a R. do Guerra	4.280.000,00	0,00	0,00	400.000,00	4.680.000,00
			Nas proximidades da R. 27 de Setembro	740.000,00	0,00	0,00	400.000,00	1.140.000,00
			Nas proximidades da R. Tomé de Almeida e Oliveira	470.000,00	0,00	0,00	400.000,00	870.000,00
			Nas proximidades da R. da Vitória e da R. Tomé de Almeida e Oliveira	4.060.000,00	0,00	0,00	400.000,00	4.460.000,00
			Na R. Tomé de Almeida e Oliveira	790.000,00	0,00	0,00	400.000,00	1.190.000,00
			Área verde inundável - PVD-1	Entre a R. Tomé de Almeida e Oliveira e a Av. Joaquim de Nazareth	29.650.000,00	78.260.000,00	0,00	2.710.000,00
		Galeria de reforço	Na R. Prof. Aldo Locatelli, entre a R. Vig. Godói e a Av. Cb. Adão Pereira	1.350.000,00	0,00	0,00	0,00	1.350.000,00
	Reservatório - RVD-5	No campo de futebol do Pq. Rodrigo de Gásperi	280.800.000,00	0,00	0,00	5.680.000,00	286.480.000,00	
	Reservatório - RVD-2	Entre as ruas Manoel Barbosa e D. Manuel D'Elboux	134.550.000,00	0,00	0,00	8.290.000,00	142.840.000,00	
	Ribeirão Verde-Pirituba	Galeria de reforço	Nas R. Dezenove de Julho e Dr. Ferreira da Luz, entre a Av. Fuad Lutfalla e a R. Manoel Barbosa	7.600.000,00	0,00	0,00	0,00	7.600.000,00
		Canalização em concreto	Nas proximidades da R. Dr. Estevão Montebello	2.210.000,00	0,00	0,00	400.000,00	2.610.000,00

TABELA 8.2 Custo estimado das medidas de controle da Alternativa 2 (valores com data base de junho/2025)

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Custo de implantação (R\$)	Custo de desapropriação (R\$)	Custo de remoção (R\$)	Custo ambiental (R\$)	Custo total (R\$)
1ª etapa	Ribeirão Verde-Pirituba	Galeria de reforço	Na R. Dr. Estevão Montebello até a R. Jotacá	1.500.000,00	0,00	0,00	0,00	1.500.000,00
			Na R. Manoel Silva Porto, entre a R. Jotacá e a Av. Gen. Edgar Facó	23.160.000,00	0,00	0,00	0,00	23.160.000,00
	Córrego Guaimi	Área verde inundável - PVD-3	Entre a Av. Petrônio Portela e a R. Durval Lourenço de Azevedo	14.690.000,00	0,00	0,00	420.000,00	15.110.000,00
		Galeria de reforço	Na Av. Min. Petrônio Portela, entre a R. João Cordeiro, a Vla. Roberto Machado e a Prof. João Machado	8.010.000,00	0,00	0,00	0,00	8.010.000,00
	Rio das Pedras	Galeria de reforço	Na Av. Miguel Conejo, entre as proximidades da Pç. Giovannelli Luigi e da R. Martins Heredia	14.790.000,00	0,00	0,00	0,00	14.790.000,00
		Reservatório - RPD-5	Na Pç. Flávio Rangel	66.300.000,00	0,00	0,00	6.200.000,00	72.500.000,00
2ª etapa	Córrego do Congo	Reservatório - RVD-1	Entre a Av. Fuad Lutfalla e a R. Huasca de Vergara	136.500.000,00	0,00	0,00	1.000.000,00	137.500.000,00
		Ampliação de galeria	Na Av. Fuad Lutfalla, entre a Av. Elísio Teixeira Leite e o RCG-1	5.160.000,00	0,00	0,00	0,00	5.160.000,00
	Ribeirão Verde-Pirituba	Canalização em seção mista	Entre a Tv. Prof. Demarzo e a R. Barra do Jacaré	17.330.000,00	21.650.000,00	2.790.000,00	400.000,00	42.170.000,00
		Galeria de reforço	Na Av. Brasilina Vieira Simões, entre a R. Muniz Freire e a Av. Fuad Lutfalla	14.000.000,00	0,00	0,00	0,00	14.000.000,00
	Córrego Guaimi	Canalização em seção mista	Nas proximidades da R. Min. Correia de Castro, entre a R. Dr. Moacir Cestari e a Av. Michihisa Murata	7.520.000,00	5.160.000,00	2.610.000,00	400.000,00	15.690.000,00
		Adequação de travessia	Na Av. Michihisa Murata, próximo à Travessa Michihisamurata	740.000,00	0,00	0,00	0,00	740.000,00
		Área verde inundável - PVD-2	Entre a Av. Michihisa Murata e a R. Abílio Primo Nalim	44.610.000,00	85.260.000,00	0,00	3.070.000,00	132.940.000,00
		Reservatório - RVD-9	Praça Dona Amália G. Solitari	93.600.000,00	0,00	0,00	3.190.000,00	96.790.000,00

TABELA 8.2 Custo estimado das medidas de controle da Alternativa 2 (valores com data base de junho/2025)

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Custo de implantação (R\$)	Custo de desapropriação (R\$)	Custo de remoção (R\$)	Custo ambiental (R\$)	Custo total (R\$)
2ª etapa	Rio das Pedras	Galeria de reforço	Na Av. João Paulo I, entre as proximidades da R. Caipé e da Pç. Celso Gilberto de Oliveira	9.190.000,00	0,00	0,00	0,00	9.190.000,00
			Na Av. João Paulo I, entre as proximidades da R. Classicismo e da R. Padre Domingos Gava	12.460.000,00	0,00	0,00	0,00	12.460.000,00
		Reservatório - RPD-2	Entre as ruas Emb. Pais do Nascimento e Eng. Alberto Meyer	195.000.000,00	0,00	0,00	1.740.000,00	196.740.000,00
		Galeria de reforço	Na Av. João Paulo I, entre as proximidades da R. Padre Domingos Gava e da Av. Itaberaba	9.000.000,00	0,00	0,00	0,00	9.000.000,00
			Na Av. João Paulo I, entre as proximidades da Av. Itaberaba e o RPP-3	16.810.000,00	0,00	0,00	0,00	16.810.000,00
		Reservatório - RPD-3	Entre a R. dos Sitiantes e a Av. João Paulo I	234.000.000,00	40.290.000,00	0,00	2.890.000,00	277.180.000,00
3ª etapa	Ribeirão Verde-Pirituba	Galeria de reforço	Na Av. Fuad Lutfalla, nas proximidades da R. Anésio Pimento dos Reis	5.450.000,00	0,00	0,00	0,00	5.450.000,00
		Reservatório - RVD-10	Entre a R. Adele Zarzur e a Av. Fuad Lutfalla	101.400.000,00	0,00	0,00	7.960.000,00	109.360.000,00
	Córrego Guaimi	Reservatório - RVD-7A	Entre a R. José Pereira de Araújo e a Av. Min. Petrônio Portela	70.200.000,00	10.020.000,00	0,00	830.000,00	81.050.000,00
		Reservatório - RVD-11	Na Pç. Pedro Blasema, próximo à Av. Min. Patrônio Portela	14.430.000,00	0,00	0,00	1.690.000,00	16.120.000,00
4ª etapa	Ribeirão Verde-Pirituba	Galeria de reforço	Nas proximidades da Av. Aldo Ribeiro Luz	910.000,00	0,00	0,00	0,00	910.000,00
			Nas proximidades da Av. Aldo Ribeiro Luz	1.660.000,00	0,00	0,00	0,00	1.660.000,00
		Canalização de reforço/ abertura de córrego	Na Av. Fuad Lutfalla, entre a R. Brasilina Vieira Simões e as proximidades da R. João Alves Pimenta	5.940.000,00	0,00	0,00	400.000,00	6.340.000,00
		Galeria de reforço	Na Av. Fuad Lutfalla, entre a R. João Alves Pimenta e a R. Alfredo Margária	3.080.000,00	0,00	0,00	0,00	3.080.000,00

TABELA 8.2 Custo estimado das medidas de controle da Alternativa 2 (valores com data base de junho/2025)

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Custo de implantação (R\$)	Custo de desapropriação (R\$)	Custo de remoção (R\$)	Custo ambiental (R\$)	Custo total (R\$)
4ª etapa	Ribeirão Verde-Pirituba	Reservatório - RVD-3	Entre a Av. Gen. Edgar Facó, a R. Otto Labastille e a R. Nazareth Machado	102.180.000,00	17.180.000,00	0,00	1.810.000,00	121.170.000,00
	Rio das Pedras	Ampliação de reservatório - RPD-1	Entre a Av. José da Natividade Saldanha e a R. Rui de Morais Apocalipse	115.050.000,00	0,00	0,00	970.000,00	116.020.000,00
Total				1.911.260.000,00	301.450.000,00	37.940.000,00	53.530.000,00	2.304.180.000,00

A **TABELA 8.3** mostra o resumo dos custos totais estimados e em cada etapa das alternativas estudadas.

É importante ressaltar que as estimativas apresentadas são avaliações preliminares de custos, que devem ser detalhados durante a elaboração dos projetos quando estes forem contratados.

Foram analisadas as curvas de investimento e de redução da mancha de inundação ao longo do horizonte de planejamento de 40 anos, conforme os gráficos apresentados na **FIGURA 8.1**.

O investimento estimado para a primeira etapa proporcionaria reduções de aproximadamente 70% da área de inundação de recorrência de 100 anos, o que representa em torno de 45% dos custos totais das duas alternativas. Tal investimento se justifica, na prática, pela ampla área de alta criticidade dos locais em termos de risco de inundação.

Estima-se que o custo marginal para que se cumpra a terceira etapa, que proporcionará uma proteção de Tr 100 anos na área de drenagem, seja de aproximadamente 15% e 16% do total a ser investido, respectivamente, para as alternativas 1 e 2.

TABELA 8.3 Custo estimado por etapas das alternativas estudadas

Alternativa	Etapa				TOTAL (milhões R\$)
	1ª (milhões R\$)	2ª (milhões R\$)	3ª (milhões R\$)	4ª (milhões R\$)	
Alternativa 1	1.052,3	932,9	152,7	384,6	2.522,4
Alternativa 2	876,7	966,4	212,0	249,2	2.304,2

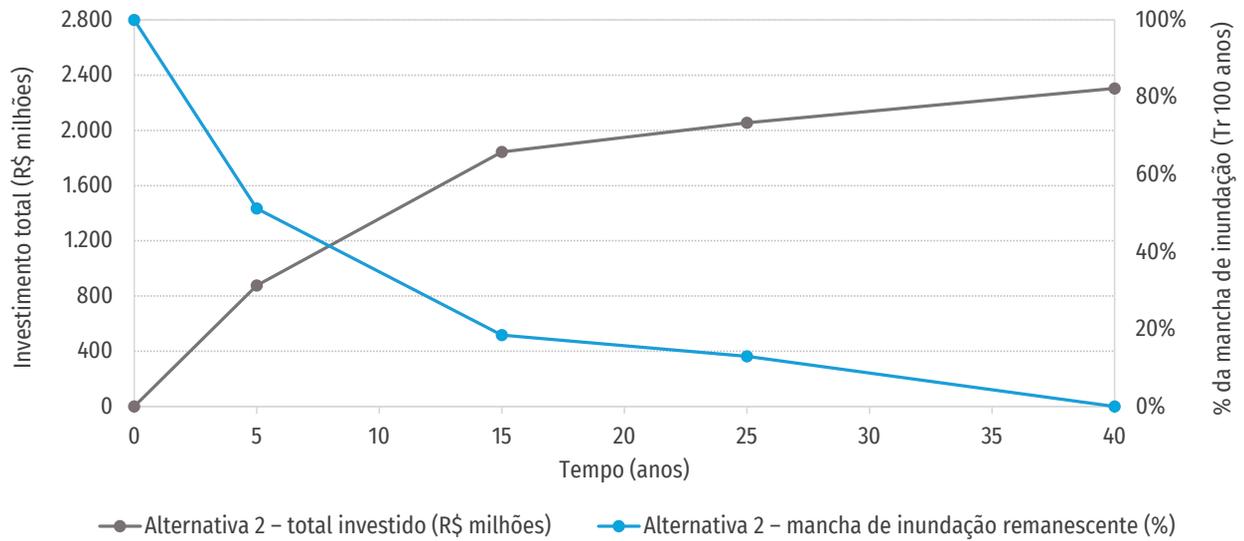
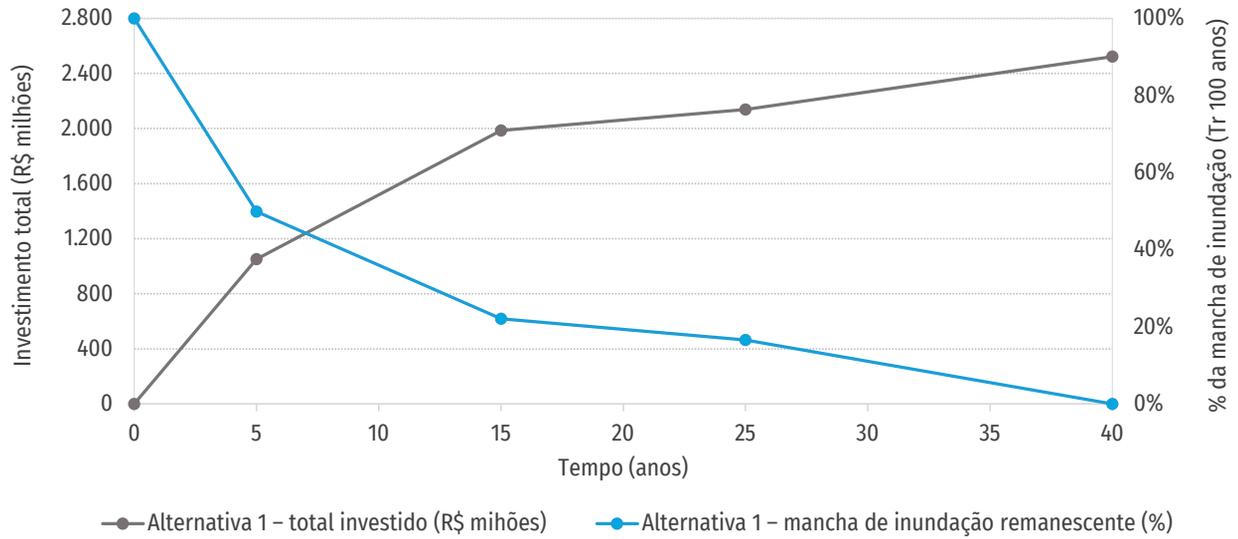


FIGURA 8.1 Curvas de investimento e de redução da mancha de inundação ao longo do tempo

Indicadores de drenagem urbana

O desenvolvimento urbano tem causado ao longo dos anos grandes alterações nas características originais das cidades. Como consequência disso, a gestão urbana tornou-se um tema bastante discutido e com relevante importância na minimização dos efeitos do desenvolvimento desordenado.

Em virtude das alterações no ambiente das cidades, a adequada gestão precisa de monitoramento constante, de modo a garantir o controle das intervenções realizadas sobre o meio. Assim, a busca por ferramentas que traduzam o comportamento do ambiente urbano é um fator essencial para o planejamento e a execução de ações, para o monitoramento das condições urbanas e sociais e, também, para a avaliação de programas e projetos.

Nesse contexto, os indicadores representam uma forma de avaliar a quantidade e a qualidade dos serviços de saneamento prestados à população, dentre os quais se encontram os serviços de drenagem urbana.

Os indicadores de desempenho do sistema de drenagem apresentam grande potencialidade para auxiliar as entidades envolvidas no processo de gestão e manejo das águas pluviais urbanas. Desse modo, é essencial

para a adequada gestão das águas pluviais do município a definição de indicadores urbanos que identifiquem o comportamento do sistema de drenagem, possibilitando, dessa forma, a avaliação e o acompanhamento do planejamento da drenagem por bacia hidrográfica.

Desse modo, para auxiliar o desenvolvimento de indicadores de drenagem, são apresentados na **TABELA 9.1** os principais parâmetros para a avaliação e o acompanhamento do desempenho do sistema de drenagem urbana da bacia do ribeirão Verde e o rio das Pedras.

TABELA 9.1 Parâmetros para avaliação e acompanhamento do sistema de drenagem das bacias do córrego Verde e Rio das Pedras e de suas ACD

Parâmetro		Valor
Área das bacias	Total	18,4 km ²
	Pedras	5,3 km ²
	Verde	12,1 km ²
	ACD	1,0 km ²
Perímetro das bacias	Total	40,9 km
	Pedras	16,3 km
	Verde	17,1 km
	ACD	7,5 km
Extensão total de córregos		64,4 km
Extensão do curso principal: Pedras; Verde		7,1 e 7,3 km
Extensão de córregos fechados		54,7 km
Declividade média do talvegue: Pedras; Verde		0,019 e 0,021 m/m
Área inundável crítico (Situação atual – Tietê Alto)	Tr 2 anos	0,21 km ²
	Tr 5 anos	0,59 km ²
	Tr 10 anos	0,79 km ²
	Tr 25 anos	0,99 km ²
	Tr 100 anos	1,35 km ²
Risco de inundação (Tietê Alto)	Muito alto	0,12 km ²
	Alto	0,40 km ²
	Médio	0,36 km ²
	Baixo	0,46 km ²
Área impermeável média	Atual	86,12%
	Máxima permitida	84,08%
Espaços abertos (% da área de drenagem)		5,51%
Número de habitantes		263 mil habitantes
Vulnerabilidade média (excluídas as áreas não classificadas)		2,3 (muito baixa)

Considerações finais

O Caderno de Bacia Hidrográfica tem como objetivo formular uma série de alternativas para o controle de cheias, tendo em vista fornecer subsídios para futuras discussões que venham a ocorrer na Prefeitura de São Paulo quanto ao planejamento, à contratação de novos estudos e à gestão das bacias do município.

As propostas de controle de cheias partem de um diagnóstico detalhado da bacia e de estudos específicos, como o mapa de inundações, o risco de inundação e as áreas críticas.

As alternativas propostas foram desenvolvidas em nível de viabilidade, e, desse modo, constituem propostas a serem discutidas em nível de projeto básico e/ou executivo.

As medidas de controle estudadas abordaram soluções estruturais, como reservatórios, canalizações e áreas verdes inundáveis. São citadas medidas não estruturais, como o zoneamento das áreas inundáveis no processo de controle de cheias no Município de São Paulo, e, nesse caso, estudos específicos devem ser desenvolvidos. O mapa do potencial de implantação de medidas infiltrantes foi produzido tendo em vista o

incentivo à adoção de medidas sustentáveis de controle de cheias.

Foram avaliadas duas alternativas de controle de cheias para a bacia do ribeirão Verde e do Rio das Pedras. A Alternativa 1 dedica-se à implantação de medidas estruturais convencionais de controle de cheias, como reservatórios de detenção a montante e trechos de canalização em concreto, considerando o cenário de impermeabilização máxima permitida pela Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (LPUOS). A Alternativa 2 apresentou uma abordagem combinada de medidas convencionais estruturais e não estruturais de controle de cheias voltadas à sustentabilidade. Para além dos reservatórios e das canalizações em concreto, essa segunda alternativa inclui ainda a implantação de áreas verdes inundáveis e a reservação ao longo do próprio canal (canal-reservatório), bem como canalizações em seção mista com taludes vegetados.

As áreas críticas das bacias, com maior probabilidade de inundação, serão atendidas pela primeira etapa de obras, com intervenções pontuais e de menor custo em comparação às demais etapas das alternativas, que apresentam, por exemplo, trechos de canalização e modificações no reservatório existente, o Anhanguera.

As duas alternativas protegem as bacias para chuvas de Tr 100 anos. Cabe ressaltar

que, para eventos hidrológicos maiores que 100 anos, ocorrerão inundações, ou seja, as bacias não estarão protegidas para eventos de tamanha magnitude.

A concepção das alternativas partiu da minimização das inundações. A primeira etapa de obras priorizou a redução das inundações mais frequentes em áreas críticas, apontadas pelo estudo com risco muito alto de inundação; já a segunda etapa foi composta por obras que protegem as bacias para chuvas de Tr 10 anos; a terceira, com obras para proteção de Tr 25 anos; e a quarta etapa visa a proteção das bacias para eventos de Tr 100 anos.

Foi igualmente avaliado o efeito da implantação em larga escala de Soluções baseadas na Natureza (SbN), tanto no cenário atual como em conjunto com as alternativas propostas. Demonstrou-se uma maior efetividade da adoção das SbN em eventos de menor período de retorno, ou seja, de até Tr 10 anos. Reitera-se que, para eventos extremos, o potencial de tais medidas no controle de cheias é significativamente reduzido, uma vez que intervenções convencionais ainda seriam necessárias para controlar as inundações em mais de 90% da área originalmente inundável. Contudo, programas de gestão de drenagem sustentável devem agregar ambos os tipos de medidas, a fim de aumentar a resiliência da

infraestrutura da cidade frente a eventos de precipitação intensa.

O desenvolvimento deste Caderno foi coordenado tecnicamente pela Secretaria Municipal de Infraestrutura e Obras – SIURB, a qual propiciou a articulação institucional das seguintes secretarias: Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente – SVMA, Secretaria Municipal de Habitação – SEHAB, Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento – SMUL e subprefeituras de Pirituba-Jaraguá e da Freguesia-Brasilândia.

Glossário

Alagamento

Acúmulo de água nas vias da cidade decorrente da deficiência ou inexistência do sistema de microdrenagem.

Chuva de projeto

Determinação do volume de chuva e de sua distribuição temporal e espacial, sobre uma bacia hidrográfica, necessária para desenvolvimento de um projeto de drenagem. A essa chuva associa-se um determinado risco hidrológico, comumente chamado de período de retorno.

Dano

Definição da severidade ou intensidade da lesão resultante de um acidente ou evento adverso. Os danos causados por desastres classificam-se em: danos humanos, materiais, econômicos e ambientais⁴¹.

Dique

Estrutura de contenção em margens de rios e de lagos, com a finalidade de evitar o extravasamento da água.

Escoamento Superficial Direto

Parcela da água precipitada que não infiltra no solo e que escoar superficialmente até alcançar os corpos de água. O mesmo que *runoff* em inglês.

Inundação

Transbordamento de água da calha de rios, lagos e reservatórios, provocado por chuva intensa, em áreas não habitualmente submersas.

Macro drenagem

O sistema de macro drenagem é formado por um conjunto de obras hidráulicas necessárias para escoar e controlar as cheias. Em áreas urbanas, é um sistema fundamental para a mobilidade, preservação da integridade do patrimônio, proteção da saúde e defesa da vida da população. O sistema de macro drenagem é interligado ao sistema de micro drenagem, por isso os dois sistemas devem ser projetados em conjunto. Dentre as obras hidráulicas da macro drenagem, destacam-se: canais, reservatórios, diques, bombeamento de áreas baixas etc.

Micro drenagem

O sistema de micro drenagem consiste num conjunto de obras hidráulicas necessário para escoar o excesso de chuva nas calçadas e ruas. Dentre essas obras, destacam-se: guias e sarjetas, captações (bocas-de-lobo e bocas-de-leão) etc., e a rede de galerias de águas pluviais. A principal função da micro drenagem é manter o sistema viário livre do escoamento superficial e evitar alagamentos que possam atingir imóveis e equipamentos urbanos.

41. BRASIL. **Glossário de Defesa Civil, Estudos de Riscos e Medicina de Desastres**. Brasília: Ministérios do Planejamento e Orçamento, 1998.

Área verde inundável ou parque linear (com função de reservação)

São áreas verdes implantadas nas marginais de córregos e rios projetadas para recompor o leito maior de cheias. Em geral, possuem outras funções urbanas, como recuperação de cobertura vegetal, áreas de lazer com usos múltiplos e retardamento de cheias.

Período de retorno

É o período médio (em anos) que um evento natural pode ocorrer. Seu inverso corresponde à probabilidade de o evento ocorrer a cada ano. Por exemplo, uma chuva de 100 anos ocorre em média uma vez a cada 100 anos. A cada ano a probabilidade de o evento ocorrer é 1/100.

Pôlder

Obra hidráulica empregada para proteger áreas baixas marginais de canais, em geral composto por dique, reservatório de armazenamento, rede de dutos e bombas.

Reservatório de armazenamento

Estrutura que acumula temporariamente parte da cheia com a função de amortecer as vazões e reduzir os riscos de inundações a jusante. Os reservatórios podem ser *in line* (em linha) ou *off line*

(em paralelo) de acordo com seu posicionamento em relação ao canal que contribui para o reservatório.

O reservatório *in line* é posicionado ao longo do canal. Possui, em geral, uma estrutura de barramento dotada de um descarregador de fundo e extravasor. A capacidade do descarregador é limitada à capacidade do trecho de canal a jusante. O extravasor funciona como um dispositivo de segurança para vazões superiores à vazão de projeto.

O reservatório *off line* é implantado paralelamente ao canal e recebe a vazão excedente por um vertedor lateral. O nível da soleira do vertedor é definido em função do nível máximo admitido no canal, e as suas dimensões são determinadas em função da vazão excedente a ser lançada no reservatório. A descarga do reservatório lateral pode ser feita por gravidade, através de válvulas de retenção que se abrem quando o nível do canal abaixa. Pode também ser esvaziado por bombeamento.

Quando permanece seco na estiagem, o reservatório é chamado de reservatório (ou bacia) de detenção. Quando mantém um volume permanente de água (lago), é chamado de reservatório (ou bacia) de retenção.

Risco

É a probabilidade de ocorrer um dano. Essa probabilidade é estimada em função dos fatores que interferem na ocorrência do dano. No caso de chuvas intensas, por exemplo, ele pode ser estimado em função do risco hidrológico (não controlável) e pela exposição ao risco (controlável).

Zoneamento de inundação

Medida não estrutural de controle de cheias que mapeia as áreas inundáveis em função do risco. Essas áreas podem ter o seu uso e a sua ocupação disciplinados pelo Plano Diretor Estratégico da cidade.