



Proposta de implantação de
parque linear no córrego Elza Maria

CADERNO DE BACIA HIDROGRÁFICA

BACIA DO CÓRREGO PACIÊNCIA E ÁREAS ADJACENTES

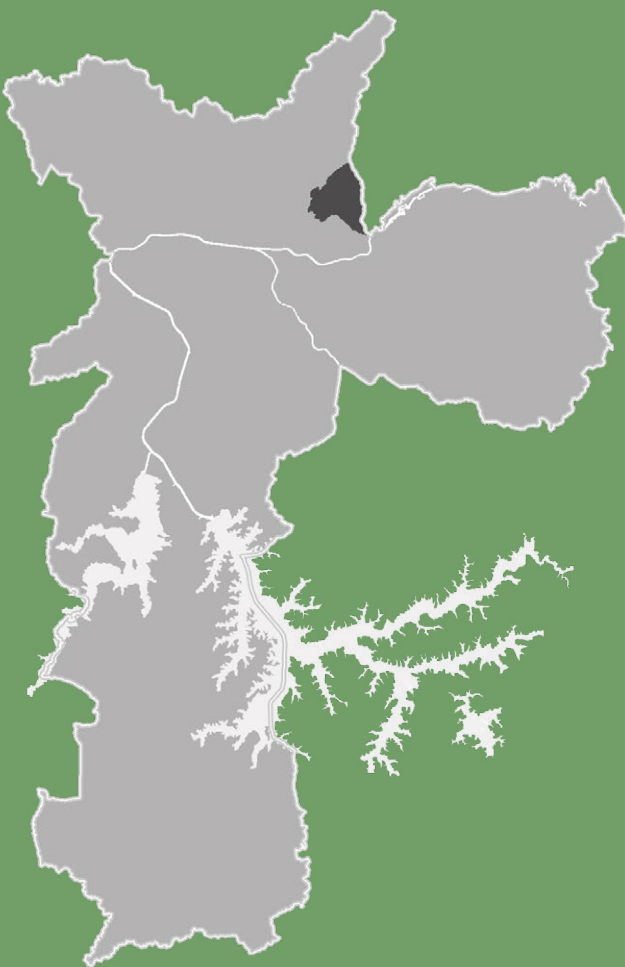


CADERNO DE BACIA HIDROGRÁFICA

BACIA DO CÓRREGO PACIÊNCIA E ÁREAS ADJACENTES



BACIA DO CÓRREGO PACIÊNCIA
E ÁREAS ADJACENTES



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

CADERNO DE BACIA HIDROGRÁFICA

BACIA DO CÓRREGO PACIÊNCIA E ÁREAS ADJACENTES

São Paulo, 2024



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica



CIDADE DE
SÃO PAULO
INFRAESTRUTURA
URBANA E OBRAS

EQUIPE PMSP	
Nome	Função
Ricardo Nunes	Prefeito
Marcos Monteiro	Secretário da SIURB
Adriana Siano Boggio Biazzi	Secretária Adjunta da SIURB
EQUIPE DE PLANEJAMENTO SIURB/PMSP	
Antonia Ribeiro Guglielmi	Engenheira Civil e Coordenadora
Denise Vieira Veiga	Advogada
Douglas de Paula D'Amaro	Engenheiro Agrônomo
Guilherme dos Santos Coelho	Engenheiro Agrônomo
Julio Cesar Peres Alves	Engenheiro Civil
Tazio Guilherme Leme Cavalheiro Viadana	Engenheiro Ambiental
EQUIPE TÉCNICA DA FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA	
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
Rodrigo Martins Lucci	Engenheiro Civil
Sara Martins Pion	Engenheira Civil
Caio Gama de Camilo	Pesquisador
Danila Rodrigues	Pesquisadora
Filipe Chaves Gonçalves	Pesquisador
João Pedro Coelho Belini	Pesquisador
Lucas Alves da Costa	Pesquisador
Luiz Filipe Rodrigues Moreira	Pesquisador
Stephanie Caroline Machado Gonzaga	Pesquisadora
Vinicius Lino e Silva	Pesquisador
Ana Luisa Viana Peira	Estagiária
Enrico Machado Blasotti	Estagiário
João Francisco Nogueira Spegiorin	Estagiário
Larissa Silvestre Santos de Bessa	Estagiária
Luann Silva Calixto	Estagiário
Mariana Keiko Yamasaki Rodrigues	Estagiária

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: bacia do córrego Paciência e áreas adjacentes / Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica – São Paulo: FCTH/SIURB, 2024. 272 p.
 ISBN 978-65-89429-21-0
 1. Bacia hidrográfica – São Paulo (SP) 2. Paciência (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
1. Definição de diretrizes básicas dos estudos	13
Plano Diretor Estratégico – PDE	15
2. Caracterização da área de drenagem	23
2.1 Localização	23
2.2 Histórico da área de drenagem	26
2.3 Hidrografia.....	29
2.4 Monitoramento hidrológico	72
2.5 Relevo	80
2.6 Carta geotécnica.....	84
2.7 Uso do solo	88
2.8 Zoneamento urbano.....	94
2.9 População.....	107
2.10 Divisão administrativa municipal.....	114
2.11 Sistema de esgotamento sanitário.....	114
2.12 Sistema viário.....	115
3. Critérios para o estudo	123
3.1 Chuva de projeto	124
3.2 Sub-bacias hidrográficas.....	129
3.3 Impermeabilização da área de drenagem.....	132
4. Mapeamento de áreas críticas	139
4.1 Áreas inundáveis	139
4.2 Áreas críticas.....	144
5. Estudos e projetos existentes para a área de estudo	151
5.1 Córrego Maria Paula.....	151
5.2 Córrego Paciência.....	156
5.3 Córrego do Violão.....	158
5.4 Córrego do Sapo	160
6. Alternativas propostas	163
6.1 Alternativa 1	165
6.2 Alternativa 2.....	174
6.3 Localização e principais características das obras de reservação	182
6.4 Vistas e perspectivas das medidas propostas nas alternativas	190
6.5 Medidas complementares.....	214
6.6 Medidas não estruturais.....	216
6.7 Medidas de drenagem sustentáveis	229
7. Etapas de implantação das alternativas	237
7.1 Desempenho das intervenções da 1ª etapa	245
8. Custo estimado	251
9. Indicadores de drenagem urbana	263
10. Considerações finais.....	267
Glossário.....	269

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
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

CTB	Código de Trânsito Brasileiro	PDE	Plano Diretor Estratégico
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica	PDMAT	Plano Diretor de Macrodrenagem do Alto Tietê
EPA	Environmental Protection Agency	PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos
EPUSP	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo	PHA	Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental
FCTH	Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica	PLU	Pluviométrico
FDTE	Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia	PMAPSP	Plano Municipal de Gestão do Sistema de Águas Pluviais de São Paulo
FLU	Fluviométrico	PMH	Plano Municipal de Habitação
FUSP	Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo	PMSP	Prefeitura do Município de São Paulo
GPRS	General Packet Radio Service	PNPDEC	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
GSM	Global System for Mobile	PPCV	Plano Preventivo Chuvas de Verão
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	PROCAV	Programa de Canalização de Córregos e Construção de Avenidas de Fundo de Vale
IDF	Intensidade-duração-frequência	QA	Quota Ambiental
IPVS	Índice Paulista de Vulnerabilidade Social	RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
LPUOS	Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo	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	SF	Secretaria Municipal da Fazenda
PA	Perímetro de Qualificação Ambiental	SIURB	Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras
PCSWMM	Personal Computer Storm Water Management Model		
PDD	Plano Diretor de Drenagem		

SMADS	Secretaria Municipal de Assistência e Desenvolvimento Social	ZDE	Zona de Desenvolvimento Econômico
SMDU	Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano	ZEIS	Zona Especial de Interesse Social
SMSP	Secretaria Municipal de Coordenação das Subprefeituras	ZEM	Zona Eixo de Estruturação da Transformação Metropolitana
SMSU	Secretaria Municipal de Segurança Urbana	ZEMP	Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana Previsto
SMT	Secretaria Municipal de Mobilidade e Trânsito	ZEP	Zona Especial de Preservação
SMUL	Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento	ZEPA	Zona Especial de Preservação Ambiental
SSRH	Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos do Estado de São Paulo	ZEPEC	Zona Especial de Preservação Cultural
SVMA	Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente	ZER	Zona Exclusivamente Residencial
SWMM	Storm Water Management Model	ZEU	Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana
Tc	Duração crítica do evento	ZEUP	Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana Previsto
Tr	Período de retorno	ZM	Zona Mista
UG	Unidade Geotécnica	ZOE	Zonas de Ocupação Especial
UNDP	United Nations Development Program	ZPDS	Zona de Preservação e Desenvolvimento Sustentável
VTR	Via de Trânsito Rápido	ZPI	Zona Predominantemente Industrial
ZC	Zona Centralidade	ZPR	Zona Predominantemente Residencial
ZCOR	Zona Corredor		

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 do contrato SIURB-FCTH nº 208/SIURB/2022, 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.

Além de apresentar o diagnóstico da área de drenagem 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 na área de drenagem serão escalonadas partindo-se da redução das inundações em áreas de risco muito alto.

Este Caderno refere-se à bacia hidrográfica do córrego Paciência e áreas adjacentes, incluindo as bacias dos córregos do Violão e do

Sapo, além das Áreas de Contribuição Direta (ACD) localizadas na margem direita do Rio Cabuçu de Cima, 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 da área em estudo.

No Capítulo 2, é apresentado o diagnóstico da área de drenagem 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 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 da área de drenagem 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 a área de drenagem e 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 é delineada para proteger as áreas críticas da área de drenagem contra chuvas mais recorrentes; a segunda protege a área para chuvas com Tr 10 anos; a terceira protege a área para chuvas com Tr 25 anos; e a quarta etapa foi dimensionada 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 área de drenagem, 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 da área 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 n. 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.

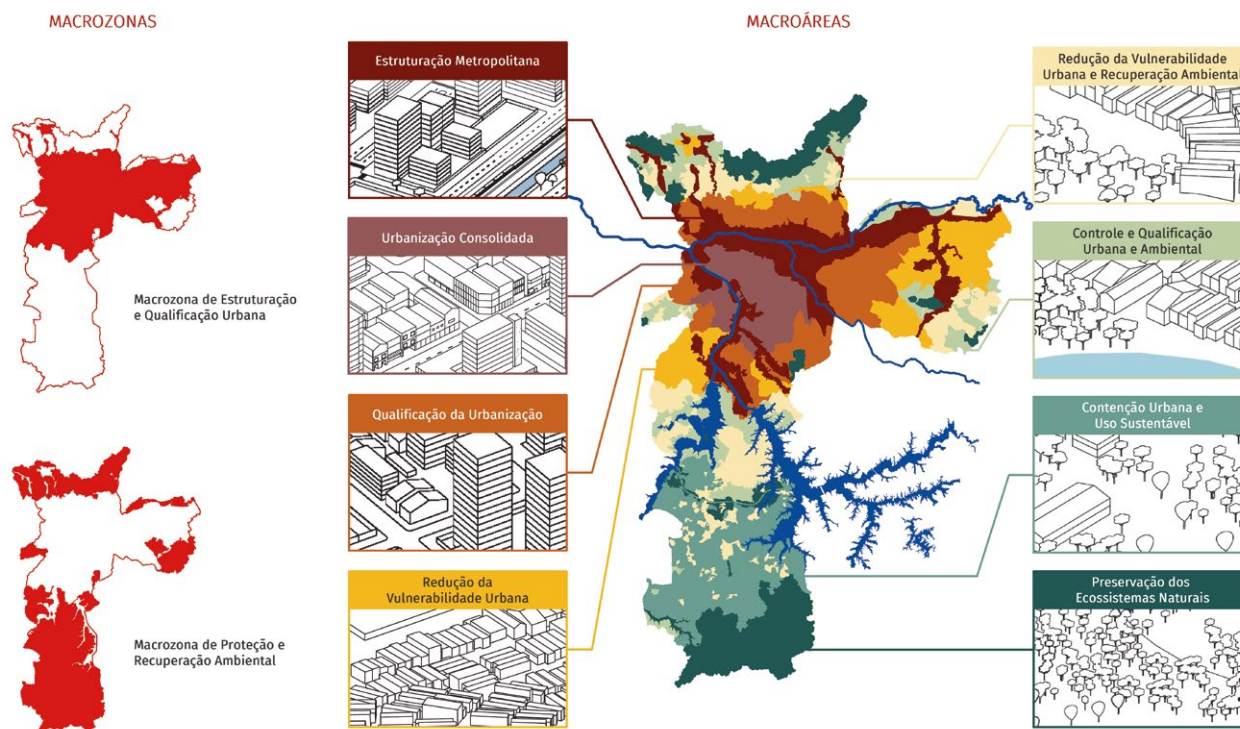
A **FIGURA 1.1** apresenta as macrozonas e macroáreas, elementos estruturantes do ordenamento territorial.

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, 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.

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



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 (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 detenção, 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 da área de drenagem

2.1 LOCALIZAÇÃO

A bacia do córrego Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima localizam-se na zona Norte do Município de São Paulo, com extensão de 5,3 km² e 2,0 km², respectivamente. As Áreas de Contribuição Direta (ACD) ao Rio Cabuçu de Cima somam 6,7 km². No total, essas áreas totalizam 14,0 km², o que corresponde a 0,9% da área total do município. Essa área de drenagem aflui para a margem direita do Rio Cabuçu de Cima e está localizada entre as bacias dos córregos da Fonte e Novo Mundo.

O mapa da **FIGURA 2.1** apresenta a localização da bacia do córrego Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima no Município de São Paulo.

Convenção

- Rede de drenagem
- Áreas de drenagem
- Quadra viária
- Limite municipal

Área de drenagem: 14,0 km²



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

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
Mapa Hidrográfico do Município (2024) e FCTH (2024)
IMAGEM: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS
User Community



Fundação
Centro Tecnológica
de Hidráulica



FIGURA 2.1 Localização da bacia do córrego Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima



2.2 HISTÓRICO DA ÁREA DE DRENAGEM

A bacia do córrego Paciência e suas áreas adjacentes estão localizadas numa região cuja ocupação se deu majoritariamente pelo loteamento de fazendas e sítios. Esse processo resultou na ocupação de áreas de várzea, que são naturalmente pantanosas e sujeitas a alagamentos, agravando os problemas de inundação. As terras, anteriormente utilizadas para atividades agropecuárias, foram vendidas por seus proprietários para o desenvolvimento de loteamentos, o que contribuiu para esse cenário.

Um exemplo desse processo é o bairro da Vila Medeiros, que era uma grande fazenda que, entre o final do século XIX e início do XX, foi desmembrada em chácaras. Outro exemplo é a Vila Ede, resultado da compra de 50 alqueires pela família Medeiros de Jordão, em 1909, no intuito de parcelar e, eventualmente, lotear a área. O bairro tem esse nome, inclusive, em homenagem à Ede Mazzei, filha de Henrique Mazzei, um grande loteador da zona Norte.

A expansão de São Paulo tornou crescente a demanda por habitação e, por isso, logo surgiram os primeiros moradores dos novos bairros. Grande parte dessa população precisou aguardar anos ou até mesmo décadas para a chegada de infraestruturas básicas como água, energia elétrica e esgotamento sanitário na região⁵.

A presença da hidrografia permeia diversos aspectos dessa área do município. No início do século XX, por exemplo, a região da Vila Gustavo, bairro na bacia do córrego Paciência, era conhecida como Sítio do Tanque, em razão de um reservatório cujo entorno era utilizado para a criação de gado. Esse mesmo tanque deu nome a uma das ruas do bairro, a Rua Tanque Velho⁶, que, coincidentemente ou não, começa junto de uma das nascentes da bacia.

Em 1916, Gustavo Backheuser e Adolfo Thieler compraram o sítio chamado Buraco Fundo, o lotearam em 1928 e comercializaram suas unidades. São eles que dão nome à Avenida Gustavo Adolfo, onde o córrego advindo da nascente da Rua Tanque Velho deságua no córrego Paciência.

5. PONCIANO, L. **São Paulo: 450 bairros, 450 anos**. São Paulo: Senac São Paulo, 2004.

6. A GAZETA DA ZONA NORTE. **Vila Gustavo completa 106 anos de fundação na próxima quinta-feira**. Disponível em: <https://www.gazetazn.com.br/index1.asp?bm=m&ed=445&s=451&ma=4664&c=0&m=0>. Acesso em: 22 out. 2024.

A região que engloba o Jardim Brasil era uma fazenda herdada por Eduardo Pacheco Chaves, um dos maiores incentivadores da aviação no Brasil, colega dos pioneiros Roland Garros e Santos Dumont e o primeiro brasileiro a voar no país⁷. Em 1913, por conta de dívidas familiares, Chaves foi obrigado a vender suas terras: parte delas foi adquirida pela Companhia Agrícola Imobiliária do Brasil (daí o nome do atual bairro Jardim Brasil); outra parte foi comprada pela Sociedade Comercial & Construtora S.A. (região do atual Parque Edu Chaves); entre outros compradores⁸.

Segundo a jornalista Tatiana Santiago, Eduardo Chaves tentou implantar uma escola de aviação no local, mas isso não foi possível em razão das condições pantanosas da região⁹, condições essas que também são

mencionadas nos relatos de antigos moradores e que afetaram o bairro por muitas décadas após sua urbanização – como em 15 de janeiro de 1991, quando aconteceu a maior enchente da história do Parque Edu Chaves¹⁰.

A influência da hidrografia no imaginário e na história da região ainda guarda outros desdobramentos. A atual Vila Sabrina era chamada de Sítio da Água Comprida na primeira metade do século XX, provavelmente em referência ao córrego do Violão, que passa pela região. O sítio em questão pertencia a Francisco Batista Giobbi e a Vicente Huet de Bacelar Júnior, e seu parcelamento deu início à venda dos lotes em 1956¹¹.

O bairro do Jaçanã, por sua vez, tem seu nome devido a uma espécie de ave ribeirinha homônima típica da região¹². Essa

7. VISONI, R. M. O primeiro brasileiro a voar no Brasil. **Aeromagazine**, São Paulo, 5 fev. 2021. Disponível em: https://aeromagazine.uol.com.br/artigo/historia-do-primeiro-brasileiro-voar-no-brasil_6271.html. Acesso em: 22 out. 2024.

8. São Paulo (Município); Subprefeitura Vila Maria-Vila Guilherme. **O Jardim Brasil completou 97 anos e sua população ganha festa no domingo (22)**, 20 ago. 2010. Disponível em: https://capital.sp.gov.br/web/vila_maria_vila_guilherme/w/noticias/13921. Acesso em: 22 out. 2024.

9. SANTIAGO, T. Parque Edu Chaves foi berço da aviação brasileira com pista de voo usada pelo inventor da rota SP-Rio. **G1** São Paulo, 26 jan. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2019/01/26/parque-edu-chaves-foi-berco-da-aviacao-brasileira-com-pista-de-voo-usada-pelo-inventor-da-rota-sp-rio.ghtml>. Acesso em: 22 out. 2024.

10. São Paulo (Município); Subprefeitura do Jaçanã Tremembé. **Parque Edu Chaves 89 anos de fundação e 60 anos de urbanização**, 29 nov. 2013. Disponível em: https://capital.sp.gov.br/web/jacana_tremembe/w/noticias/44081. Acesso em: 22 out. 2024.

11. PONCIANO, L., 2004, *op. cit.*

12. São Paulo (Município); Subprefeitura do Jaçanã Tremembé. **Jaçanã: o bairro e sua história**, 10 abr. 2020. Disponível em: https://capital.sp.gov.br/web/jacana_tremembe/w/historico/315. Acesso em: 22 out. 2024.



FIGURA 2.2 Foto aérea de 1940 (imagem disponível no GeoSampa)

ave também marca presença na região da Baía dos Pássaros, próxima à Rodovia Fernão Dias.

O desenvolvimento dos bairros e a maior infraestrutura urbana formal trouxeram melhorias em maior escala, como é o caso específico da infraestrutura rodoviária. A Rodovia Presidente Dutra, que conecta São Paulo e Rio de Janeiro, foi inaugurada em 19 de janeiro de 1951¹³. Já a Fernão Dias, que interliga São Paulo e Belo Horizonte, foi inaugurada em 1959 e concluída em 1961.

Marcadas por uma intensa aceleração industrial, as décadas de 1950 e 1960 impulsionaram a instalação de indústrias próximas aos trechos urbanos das rodovias¹⁴ – principalmente em Guarulhos e no extremo sul da área em estudo. No entanto, esse desenvolvimento infraestrutural não trouxe avanços para as soluções de drenagem nas bacias da região norte do Município de São Paulo.

O Rio Cabuçu de Cima, por exemplo, que recebe as águas dos córregos Paciência e do Violão e deságua no Rio Tietê, corre paralelamente à Rodovia Fernão Dias e se encontra encurralado entre a mancha urbana consolidada e as indústrias, ou seja, não há mais várzea, há apenas cidade. A canalização do Cabuçu de Cima só ocorreu entre 1997 e 2001¹⁵. Já no que se refere às obras na área de drenagem em estudo, a canalização do primeiro trecho do córrego Paciência só teve início em agosto de 2018¹⁶.

2.3 HIDROGRAFIA

O córrego Paciência nasce nas proximidades da Rua Paulo de Avelar, próximo ao cruzamento com a Rua Cruz de Malta, e segue canalizado de forma subterrânea até as proximidades da Rua Zalina Rolim. Com as margens preservadas a partir desse ponto, escoar a céu aberto até atravessar a Avenida

13. BAZANI, A. História da Rodovia Presidente Dutra: 65 anos e um caminho aberto para o desenvolvimento. **Diário do Transporte**, 17 jan. 2016. Disponível em: <https://diariodotransporte.com.br/2016/01/17/historia-da-rodovia-presidente-dutra-ligacao-rio-sao-paulo/>. Acesso em: 22 out. 2024.

14. IBGE. **Guarulhos – História**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/guarulhos/historico>. Acesso em: 22 out. 2024.

15. CINTRA, V. Estado dá início à limpeza do Rio Cabuçu de Cima. **Portal do Governo**, 6 out. 2004. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/eventos/estado-da-inicio-a-limpeza-do-rio-cabucu-de-cima>. Acesso em: 22 out. 2024.

16. São Paulo (Município); Subprefeitura do Jaçanã Tremembé. **Córrego da Paciência: canalização do 1º trecho**, 19 dez. 2018. Disponível em: https://capital.sp.gov.br/web/jacana_tremembe/w/noticias/89092. Acesso em: 22 out. 2024.

Gustavo Adolfo, onde emboca em uma galeria e continua, com seção fechada, até próximo ao reservatório RPA-1. Desse ponto, segue a céu aberto até desaguar no Rio Cabuçu de Cima. A extensão total do córrego Paciência é de aproximadamente 4.600 metros, e a maior parte de seus trechos está a céu aberto.

O córrego do Violão, por sua vez, nasce próximo à Rua Francisco de Medeiros Jordão e segue a céu aberto até a Rua Reverendo Israel Vieira Ferreira. Dali, segue canalizado até a Rua da Cavalgada, com

trechos cobertos por edificações, e cruza algumas vias de maior porte, como as ruas Itamonte e Canápolis. A partir desse ponto, segue por aproximadamente 1 km até desaguar no Rio Cabuçu de Cima. O comprimento total do córrego do Violão é de aproximadamente 2.955 metros.

- **Reservatório RPA-1**

Está localizado na Avenida Jardim Japão, na confluência dos córregos Maria Paula e Paciência. Inaugurado em dezembro de 2021, é um



FIGURA 2.3 Foto aérea do reservatório RPA-1 durante sua construção (foto: Edson Lopes Jr./Secom)

reservatório *off line* fechado, com paredes em concreto e capacidade de 106.000 m³. Seu esvaziamento ocorre por bombeamento.

O mapa hidrográfico da bacia do córrego Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima é apresentado na **FIGURA 2.4**. O traçado desse mapa leva em consideração a situação atual dos cursos d'água da área e foi elaborado com base em cadastros disponíveis na Prefeitura de

São Paulo e no Mapa Hidrográfico da Cidade de São Paulo. Na imagem em questão, é possível verificar que a maior parte dos cursos d'água dessas áreas de drenagem encontra-se a céu aberto.

A **FIGURA 2.5** indica as dimensões das galerias principais da área de drenagem dos córregos Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima, assim como a localização das galerias secundárias disponíveis no cadastro do Geoconvias.

Convenção

- Áreas de drenagem
- Quadra viária
- Limite municipal

Rede de drenagem

- Trecho a céu aberto
- Trecho canalizado a céu aberto
- Trecho fechado
- Reservatório existente

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

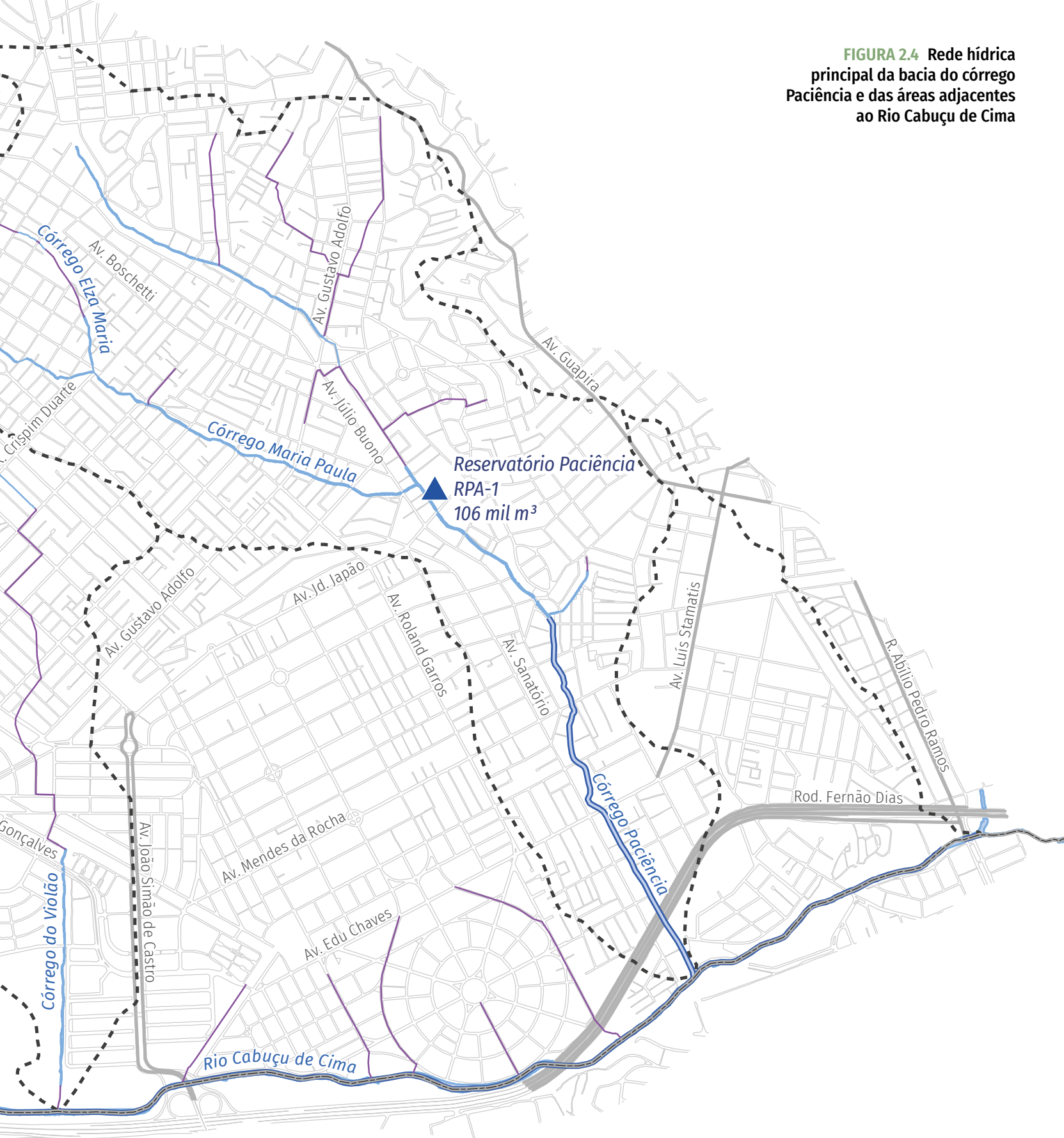
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
Mapa Hidrográfico do Município (2024) e FCTH (2024)



Fundação
Centro Tecnológica
de Hidráulica



FIGURA 2.4 Rede hídrica principal da bacia do córrego Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima



Convenção

- Rede de drenagem
- Áreas de drenagem
- Rede de drenagem principal
- Quadra viária
- Limite municipal

Dimensões em metros

- Seção retangular
- Seção retangular aberta
- Seção circular
- Seção trapezoidal aberta

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

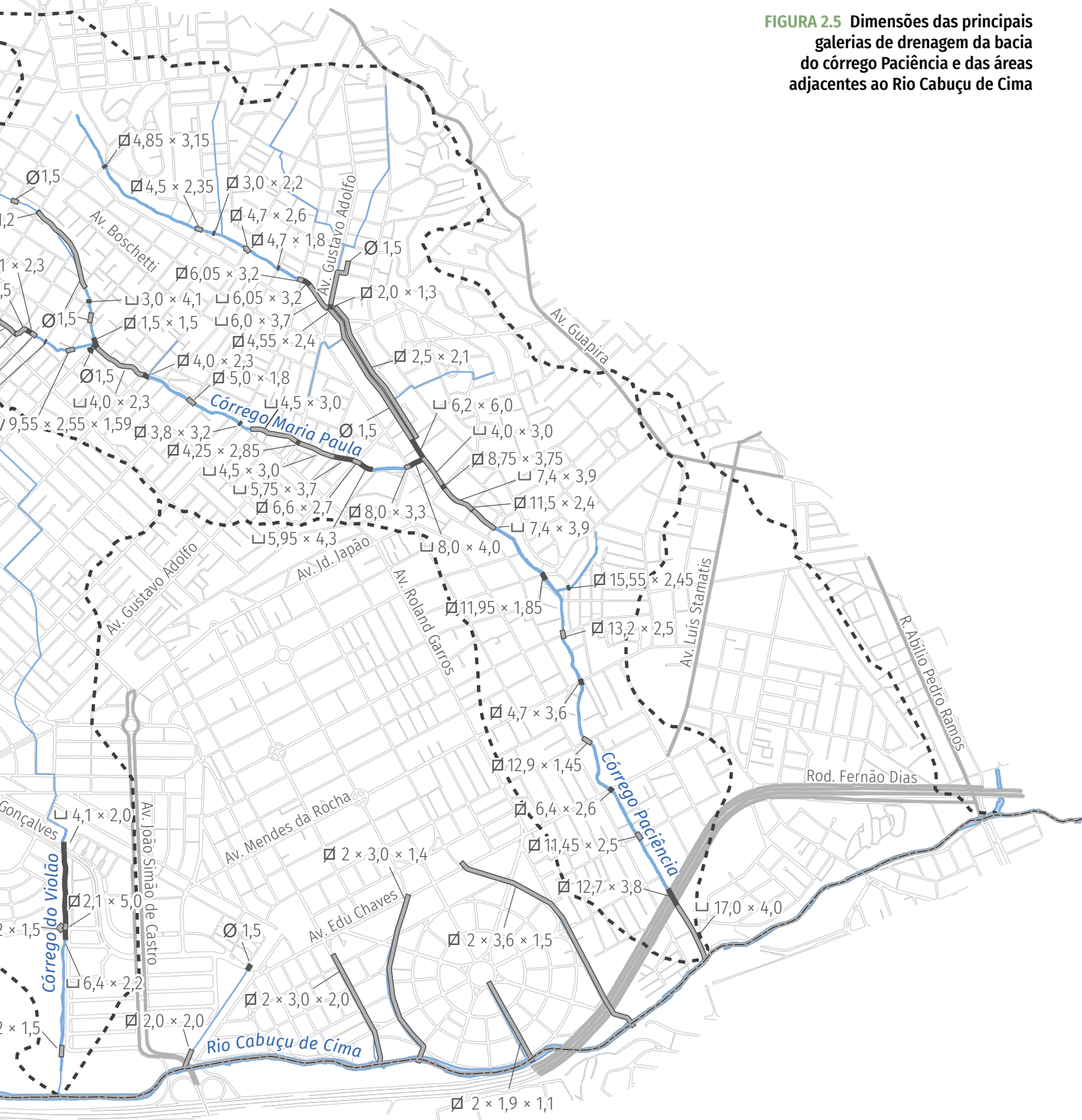
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
Mapa Hidrográfico do Município (2024) e FCTH (2024)



Fundação
Centro Tecnológica
de Hidráulica



FIGURA 2.5 Dimensões das principais galerias de drenagem da bacia do córrego Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima



2.3.1 O SISTEMA DE DRENAGEM ATUAL DA ÁREA DE DRENAGEM

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 de 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 de 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 parques lineares com ou sem reservação, 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 Paulo¹⁷, 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

17. 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 2.6**. 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.

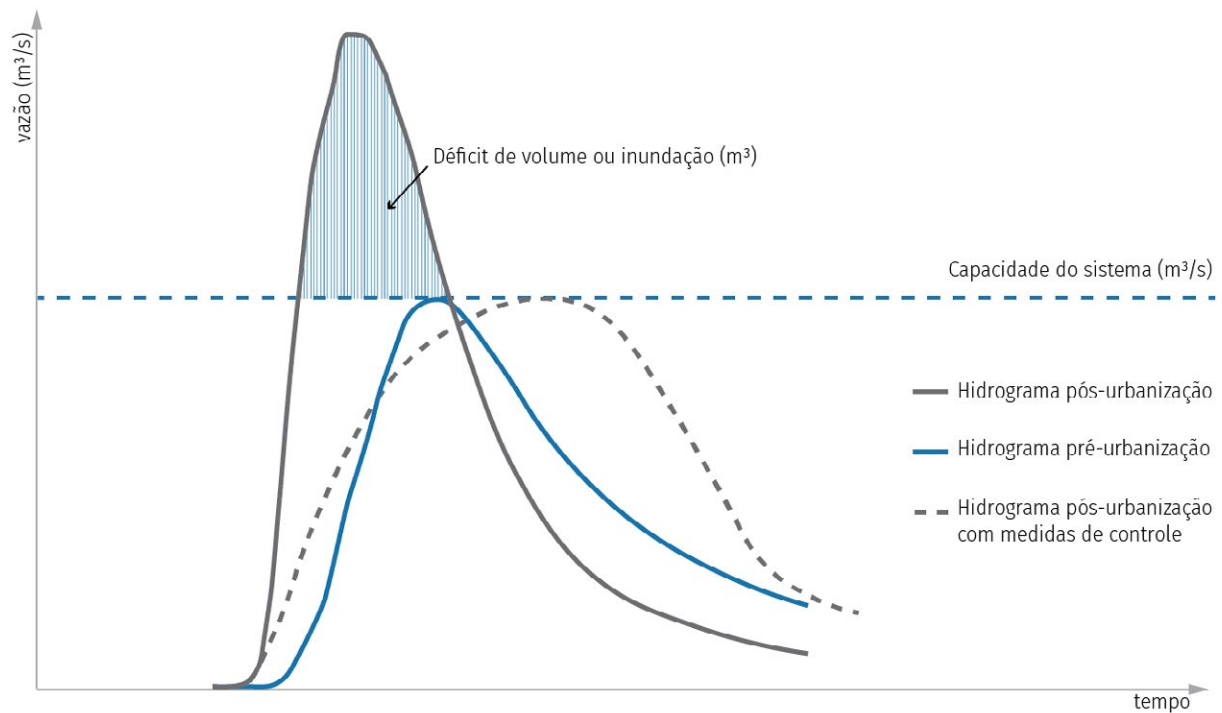


FIGURA 2.6 Hidrograma hipotético do efeito da urbanização

Atualmente, as bacias do município já se encontram na condição do hidrograma 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 parques lineares 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 das bacias, aumentando a reservação e infiltração dos volumes retidos. O impacto destas medidas é apresentado na **FIGURA 2.7**.

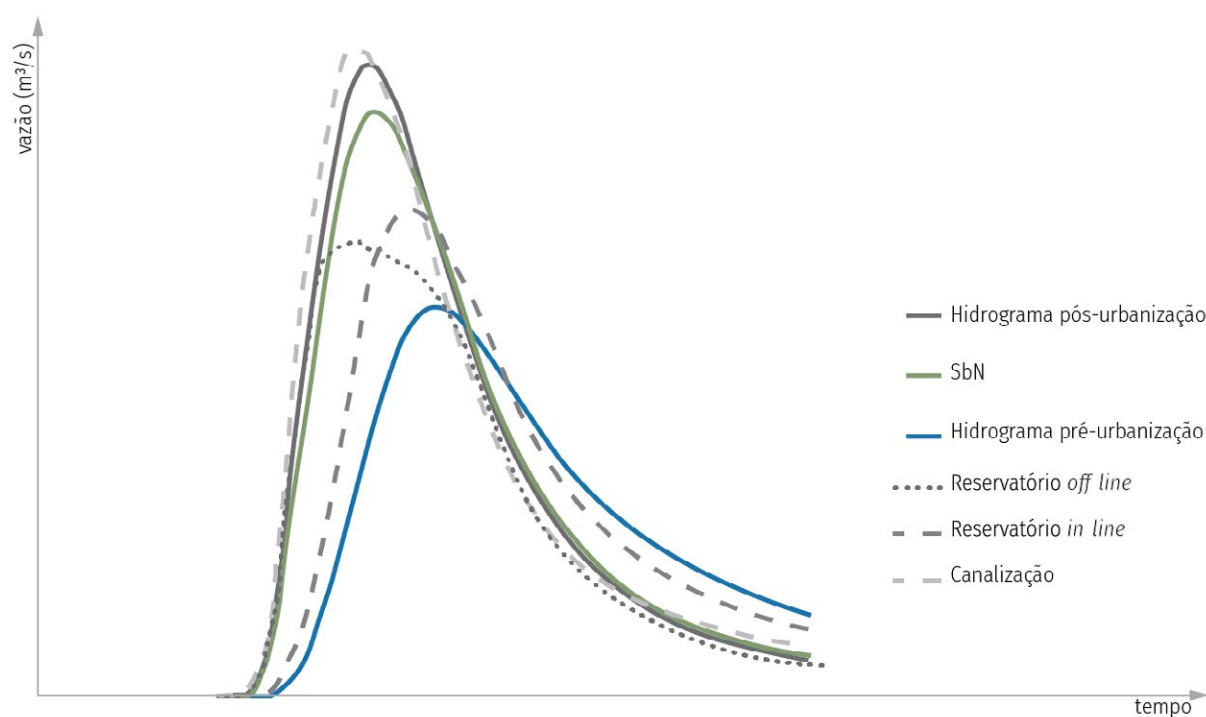


FIGURA 2.7 Hidrograma representativo da ação das medidas de controle

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 bacia do córrego Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima é exibido na **FIGURA 2.8**. Nesse diagrama, são apresentadas as capacidades hidráulicas de cada trecho da rede hidráulica, caracterizando a situação da rede existente. Também são apresentadas as vazões hidrológicas e as vazões hidráulicas máximas registradas nos canais e nas galerias para a chuva de período de retorno de 100 anos. Ressalta-se que, para o cálculo das vazões

hidrológicas, não é considerado o amortecimento de cheias nos condutos.

No diagrama, é possível verificar que a capacidade dos canais ao longo da área de drenagem é atualmente insuficiente para as vazões máximas afluentes em diversos trechos da rede de drenagem. Os trechos mais a montante dos córregos Paciência, Maria Paula, do Violão e do Sapo se encontram com deficiência de capacidade de escoamento.

Em toda a extensão do córrego Paciência, a partir da Rua Afonso Oitavo e passando pela confluência com a galeria da Avenida Gustavo Adolfo até sua chegada na Rua Maurício Semer, as capacidades de escoamento constam superadas pelas demandas de Tr 100 anos, principalmente entre as ruas da Esperança e Maurício Semer, onde o déficit de capacidade é de $9 \text{ m}^3/\text{s}$. Para a galeria da Avenida Gustavo Adolfo, esse déficit de escoamento é da ordem de $10 \text{ m}^3/\text{s}$ ao longo de toda a avenida.

Foi possível constatar que o reservatório Paciência abate os picos de vazão afluentes nesse ponto, permitindo que apenas $45 \text{ m}^3/\text{s}$ sejam transmitidos para os trechos de jusante; no entanto, o canal não suporta a demanda principalmente a partir da Avenida Ramirez Galvão, onde a capacidade de escoamento passa a ser de $24 \text{ m}^3/\text{s}$.

Essa característica é intensificada com a afluência do córrego Bartolomeu Pilar e das sub-bacias intermediárias até a Avenida Edu Chaves, onde o déficit de capacidade do sistema atual passa a ser da ordem de $29 \text{ m}^3/\text{s}$, atingindo logo após essa avenida até $68 \text{ m}^3/\text{s}$ no trecho até a Rua Aperibé.

Para o córrego Maria Paula, principal afluente do Paciência, a capacidade de escoamento varia ao longo de seus canais, com uma capacidade inicial próxima à sua nascente de cerca de $4 \text{ m}^3/\text{s}$. Ao longo de seu percurso, até a confluência com o córrego Paciência, há diversos trechos com canalizações executadas emergencialmente e outros de obras específicas. Resta apenas um trecho de canalização a ser concluída,

o qual apresenta uma deficiência de aproximadamente $2 \text{ m}^3/\text{s}$. Nos demais trechos, os canais têm capacidade suficiente para escoar as vazões esperadas.

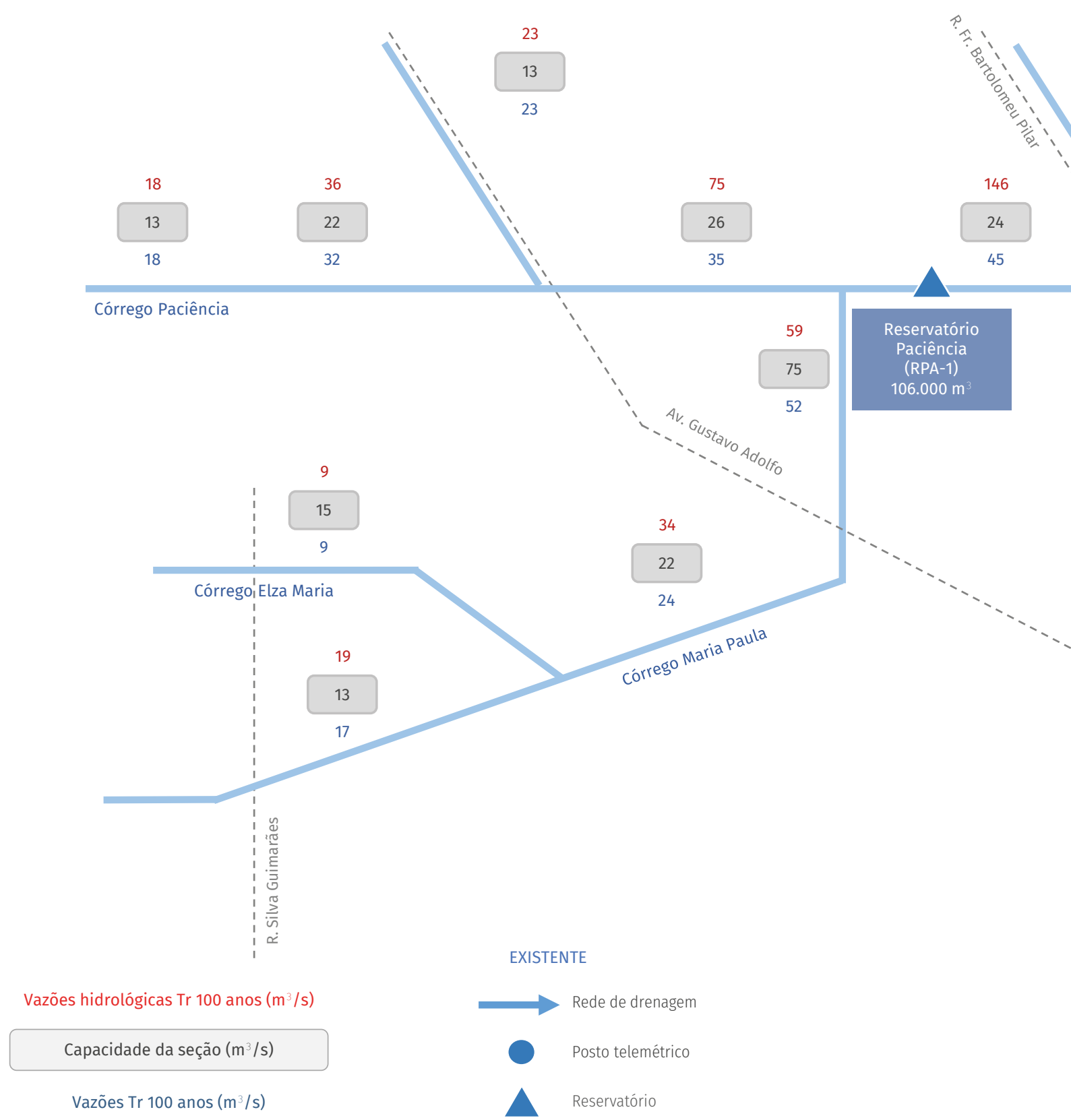
Para os córregos da área de contribuição direta da margem direita do Rio Cabuçu de Cima, a deficiência de capacidade de escoamento está na galeria da Rua Carlos dos Santos, próxima à Avenida Edu Chaves até a Rua Rei Alberto, com déficit de aproximadamente $2 \text{ m}^3/\text{s}$.

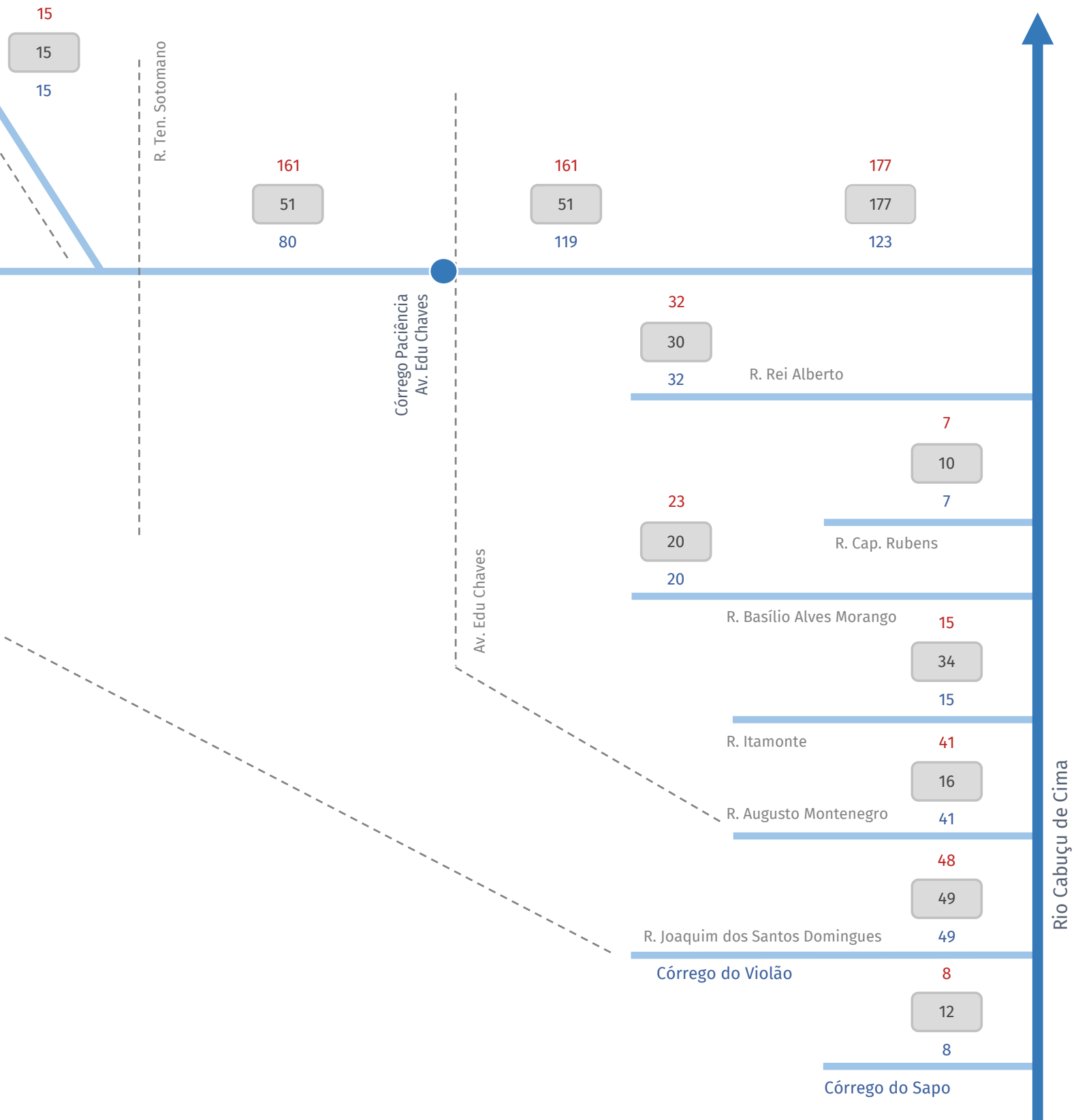
Mais ao sul, no córrego do Violão, paralelamente à Rua Augusto Montenegro, a seção natural do córrego não tem capacidade de escoar a vazão afluente, apresentando uma deficiência de cerca de $25 \text{ m}^3/\text{s}$.



Córrego Paciência junto do reservatório existente, na Av. Jd. Japão (foto: FCTH)

FIGURA 2.8 Diagrama unifilar de vazões da bacia do córrego Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima – situação atual





2.3.2 INUNDAÇÕES NA BACIA DO CÓRREGO PACIÊNCIA E ÁREAS ADJACENTES

Na área de drenagem em estudo, assim como em outras áreas do Município de São Paulo, a evolução do sistema de drenagem não acompanhou a urbanização intensificada e a impermeabilização do solo urbano. Além de apresentar travessias subdimensionadas, com obstruções e interferências – como pontos viciados de descarte de resíduos sólidos, por exemplo –, as margens dos canais principais da área de drenagem em estudo estão ocupadas, o que reduz a capacidade hidráulica das seções e ocasiona as inundações observadas na região.

O levantamento das ocorrências de inundação na área de drenagem reuniu informações históricas disponibilizadas pela SIURB e cadastros dos pontos de alagamento realizados pela CET/CGE no período de 2004 a 2024.

Foram registrados pontos críticos de inundação ao longo do córrego Paciência (**FIGURA 2.9**) e do córrego Maria Paula, seu principal afluente. Mais pontualmente, alagamentos foram registrados também na região do Parque Edu Chaves e em uma área mais restrita, no cruzamento da Avenida Sanatório com a Avenida Edu Chaves.

A **FIGURA 2.10** traz o mapa de inundações da bacia do córrego Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima.



FIGURA 2.9 Levantamento de inundação na Av. Mendes da Rocha (foto: FCTH)

Convenção

- Rede de drenagem
- Áreas de drenagem
- Quadra viária
- Limite municipal

Pontos de alagamento CET/CGE (2004-2024)

- Intransitável
- Transitável

Levantamento de inundações/alagamentos

- FCTH
- SIURB (histórico)

PDMAT 3

- Área inundável (Tr 100 anos)

SMSU/COMDEC

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

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
Mapa Hidrográfico do Município (2024), FCTH (2024), PDMAT3 (2014),
SIURB (histórico), CGE/CET (2004-2024) e SMSU/COMDEC (2024)



Fundação
Centro Tecnológica
de Hidráulica

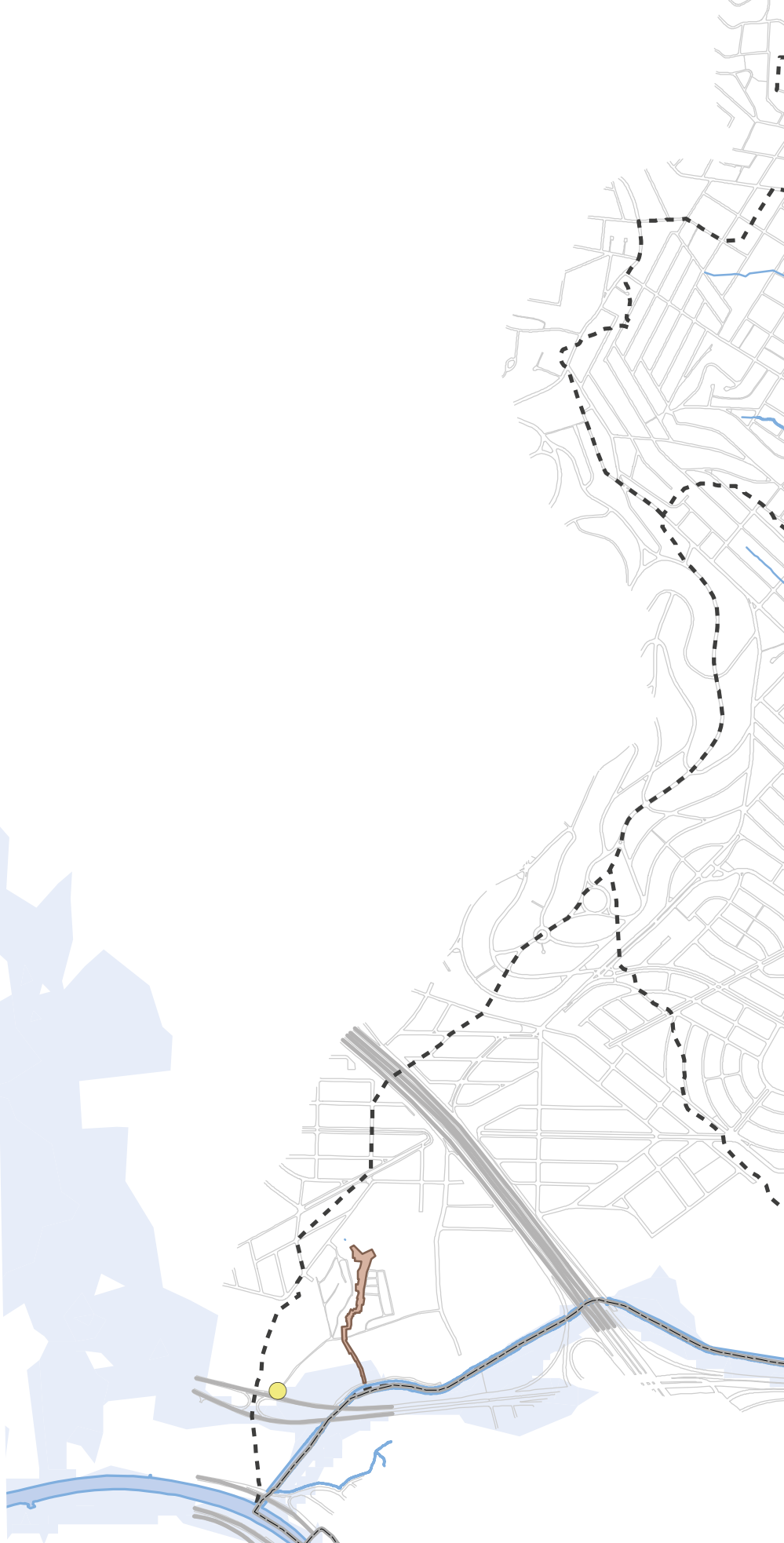
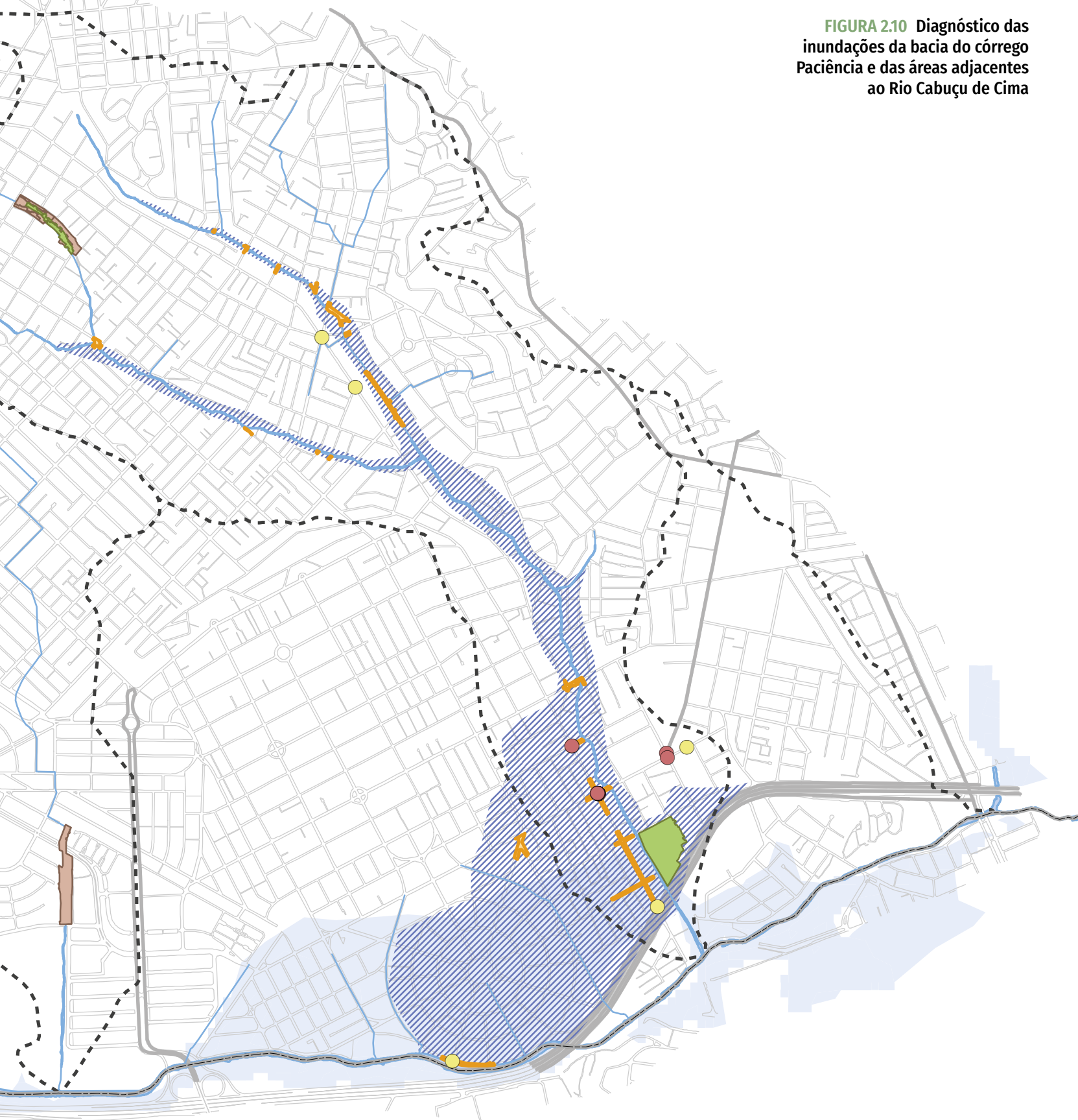


FIGURA 2.10 Diagnóstico das inundações da bacia do córrego Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima



2.3.3 MEMORIAL FOTOGRÁFICO

A seguir, apresenta-se o memorial fotográfico da bacia do córrego Paciência e de suas áreas adjacentes, de montante para jusante, conforme a localização indicada no mapa de referência ao lado das fotos e respectivas visadas. As imagens ilustram os pontos críticos da bacia em termos de inundação e alagamento, bem como os locais de interesse para a implantação de medidas de controle de cheias. São eles:

- Região de montante do córrego Maria Paula, no afluente denominado córrego Elza Maria, entre as ruas Zalina Rolim e Padre Marcos Simoni. O canal está confinado nos fundos dos lotes. Ao longo desse trecho, o canal exhibe um aumento de seção, com paredes de gabião na margem esquerda, e a margem direita é ocupada por densa vegetação (**FIGURA 2.11**);
- Região de montante do córrego Maria Paula, no afluente denominado córrego Elza Maria, próximo ao encontro com o córrego Maria Paula, nas imediações da Avenida Ede e da Rua Crispim Duarte. Logo a montante da confluência, há uma seção confinada em galeria que limita o escoamento e gera alagamentos localizados. As margens continuam

assoreadas, com presença de vegetação e acúmulo de sedimentos ao longo da seção (**FIGURA 2.12**);

- Região de montante do córrego Maria Paula, no trecho entre as ruas Silva Guimarães e Bentureli. Esse trecho recebe contribuições da rede de micro-grenagem a montante e se encaminha por canal aberto, confinado entre os muros de fundo dos lotes. Ao alcançar a Rua Antônio Carlos Taveira, o córrego passa a escoar por uma galeria que apresenta acúmulo de sedimentos e lixo, indicando a necessidade de limpeza (**FIGURA 2.13**);
- Região de montante do córrego Maria Paula, no trecho entre as ruas Bentureli e Padre Marcos Simoni. Esse trecho possui obras emergenciais implantadas, com a instalação de um canal retangular em concreto. Nos demais trechos ao longo desse percurso, o canal permanece confinado entre os fundos dos lotes, com presença de vegetação, indicando a necessidade de limpeza (**FIGURA 2.14**);
- Região média do córrego Maria Paula, no trecho entre as ruas Crispim Duarte e Reverendo Israel Vieira Ferreira. Esse é um dos trechos críticos da bacia, especialmente na Rua Crispim Duarte, onde a travessia está comprometida devido

às dimensões reduzidas das galerias (circular e retangular), que restringem o escoamento livre, causando extravasamentos e criando um remanso nas seções a montante. A partir desse ponto, o canal já se encontra canalizado (**FIGURA 2.15**);

- Região média do córrego Maria Paula, no trecho entre as ruas Ataliba Vieira e Geolândia. Trata-se de um trecho da bacia que ainda não foi totalmente canalizado, com a seção do córrego confinada entre os muros de fundo dos lotes (**FIGURA 2.16**);
- Região de jusante do córrego Maria Paula, no trecho entre a Avenida Gustavo Adolfo e a Rua Raymundo Ademar Braga. O trecho está totalmente canalizado nos fundos dos lotes e em condições de transmitir o escoamento livremente, exceto quando os níveis de água atingem a cota das estruturas de travamento do canal, o que pode reduzir sua capacidade de escoamento (**FIGURA 2.17**);
- Região de jusante do córrego Maria Paula, nas proximidades de seu encontro com o córrego Paciência, no trecho entre a Rua Tosca e a Avenida Júlio Bueno. Nesse trecho, o canal está completamente canalizado e apresenta boas condições de manutenção (**FIGURA 2.18**);

- Região de montante do córrego Paciência, entre as ruas Zalina Rolim e Cândido Figueiredo. Esse trecho, localizado na cabeceira do córrego, mostra a chegada da galeria de captação de microdrenagem, seguindo por seção natural nos fundos de lote até a travessia da Rua Cândido Figueiredo, onde são observados sinais de solapamento das fundações (**FIGURA 2.19**);
- Região de montante do córrego Paciência, entre as ruas das Promessas e Major Dantas Cortez. Nesse trecho, próximo à Rua das Promessas, observou-se um acúmulo de vegetação e de sedimentos na seção do córrego, indicando a necessidade de limpeza. A partir da Rua José Oswaldo, o canal se torna canalizado e apresenta boa manutenção até a Rua Afonso Oitavo, onde há uma restrição e a chegada de uma galeria pela margem esquerda (**FIGURA 2.20**);
- Região de montante do córrego Paciência, entre a Rua Benevenuto Jordão e a Avenida Gustavo Adolfo. Ao longo desse trecho, as travessias, que invadem ou restringem as seções, representam um dos maiores impedimentos ao escoamento. Outro ponto importante é a confluência com o córrego Gustavo Adolfo, que deságua no córrego Paciência, na avenida homônima. Nesse local,

a travessia da Avenida Gustavo Adolfo cria uma restrição ao fluxo, dividindo o canal principal em duas galerias para jusante ao longo da Avenida Doutor Abílio Sampaio (**FIGURA 2.21**);

- Região média do córrego Paciência, no trecho entre as ruas Serinhaém e Maurício Semer, logo a montante do reservatório Paciência. Nesse trecho, o córrego está confinado entre os fundos de lotes e apresenta uma restrição de escoamento na ponte de travessia de pedestres na Rua Maurício Semer. Como mostrado nas imagens, a presença de vegetação e de muros colapsados dentro do córrego indica a necessidade de limpeza (**FIGURA 2.22**);
- Região média do córrego Paciência, no trecho entre a Avenida Jardim Japão e a Rua Aluísio, logo a jusante do reservatório Paciência. Ao longo desse trecho, o córrego já se encontra totalmente canalizado (**FIGURA 2.23**);
- Região média do córrego Paciência, nas proximidades do encontro de um afluente junto da Rua Frei Bartolomeu Pilar. Nesse ponto, o córrego dessa rua apresenta um canal bem definido, mas, ao se juntar ao córrego Paciência, a seção é reduzida a uma galeria circular, o que limita o escoamento (**FIGURA 2.24**);
- Região média do córrego Paciência, entre as ruas Tenente Sotomano e Francisco Alves Bezerra. Ao longo desse trecho, a seção apresenta vários pontos de assoreamento, especialmente na margem esquerda (**FIGURA 2.25**);
- Região de jusante do córrego Paciência, entre a Avenida Edu Chaves e a Rua Aperibé, onde o canal está confinado nos fundos dos lotes e apresenta assoreamento, principalmente na margem esquerda (**FIGURA 2.26**);
- Região de jusante do córrego Paciência, no trecho sob a Rodovia Fernão Dias, próximo à sua foz no Rio Cabuçu de Cima, onde a seção tem capacidade adequada para permitir o escoamento (**FIGURA 2.27**);
- Afluente da Rua Augusto Montenegro, localizado na área de contribuição direta ao Rio Cabuçu de Cima, que segue ao longo dos fundos dos lotes. O trecho começa na Avenida do Poeta, com uma galeria circular simples, e segue com uma seção trapezoidal com fundo natural até perto da confluência com o Rio Cabuçu de Cima, onde se transforma em uma seção retangular, apresentando uma redução na capacidade de escoamento (**FIGURA 2.28**);
- Região média do córrego do Violão, nas imediações da Avenida Manuel

Antônio Gonçalves, onde foi construído um trecho de canalização. Destaca-se aqui a travessia sob a Avenida Manuel Antônio Gonçalves, onde a seção foi ampliada (**FIGURA 2.29**);

- Região de jusante do córrego do Vio-lão, nas imediações da Rua Franz Liszt. Nesse trecho, o canal principal foi ca-

nalizado em seção retangular, porém apresenta duas restrições: uma na travessia da Rua Franz Liszt e outra mais próxima à foz, onde a seção é em galeria circular dupla, funcionando como um bueiro e sendo afogada durante eventos chuvosos mais intensos (**FIGURA 2.30**).

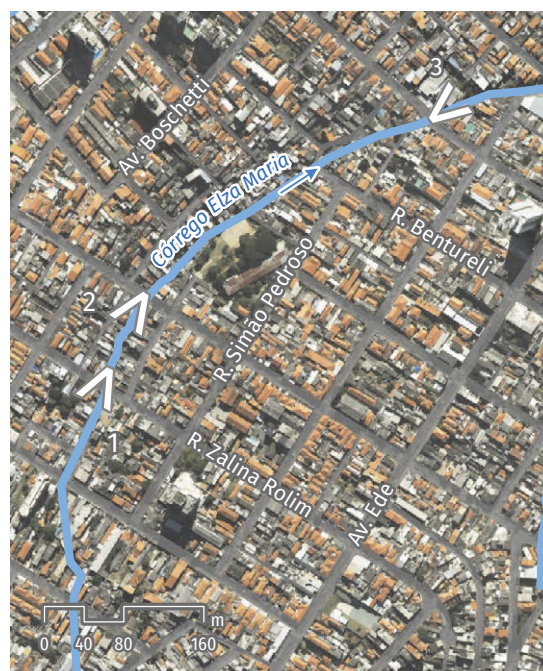


FIGURA 2.11 Fotos da região de montante do córrego Maria Paula, no afluente denominado córrego Elza Maria, entre as ruas Zalina Rolim e Pe. Marcos Simoni



FIGURA 2.12 Fotos da região de montante do córrego Maria Paula, próximo ao seu ponto de encontro com o afluente denominado córrego Elza Maria

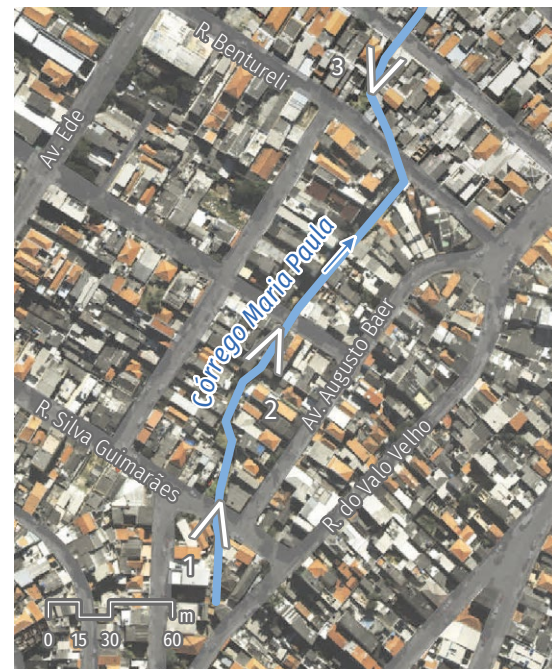


FIGURA 2.13 Fotos da região de montante do córrego Maria Paula, no trecho entre as ruas Silva Guimarães e Bentureli



FIGURA 2.14 Fotos da região de montante do córrego Maria Paula, entre as ruas Bentureli e Pe. Marcos Simoni

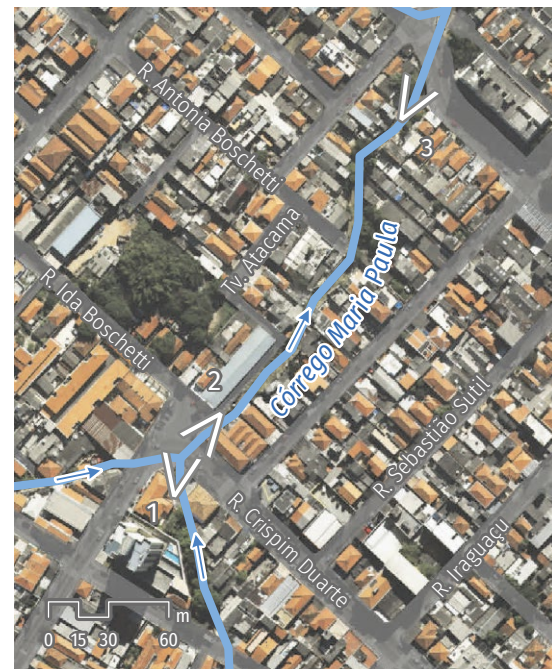


FIGURA 2.15 Fotos da região média do córrego Maria Paula, no trecho entre as ruas Crispim Duarte e Rev. Israel Vieira Ferreira

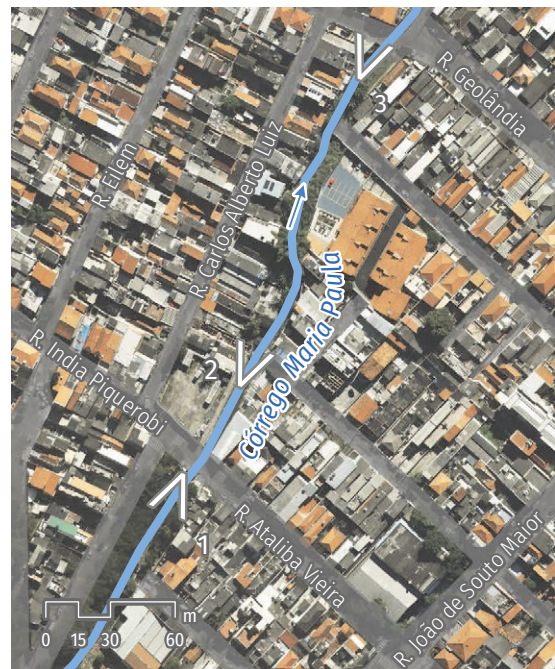


FIGURA 2.16 Fotos da região média do córrego Maria Paula, no trecho entre as ruas Ataliba Vieira e Geolândia

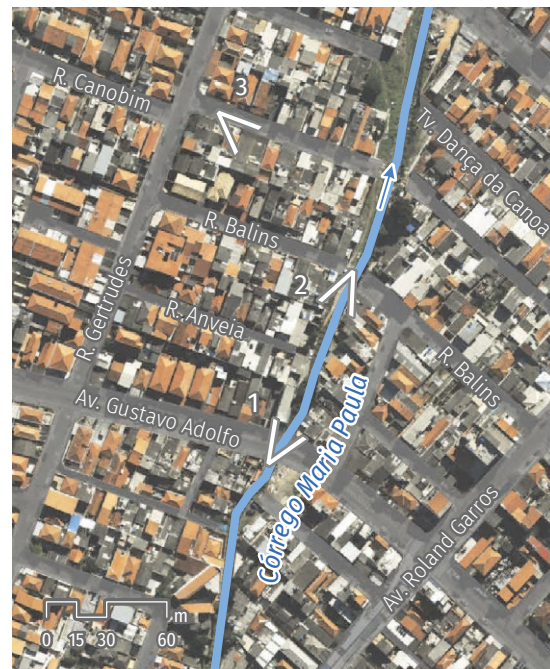


FIGURA 2.17 Fotos da região de jusante do córrego Maria Paula, no trecho entre a Av. Gustavo Adolfo e a R. Raymundo Ademar Braga



FIGURA 2.18 Fotos da região de jusante do córrego Maria Paula, nas proximidades de seu encontro com o córrego Paciência, no trecho entre a R. Tosca e a Av. Júlio Buono



FIGURA 2.19 Fotos da região de montante do córrego Paciência, entre as ruas Zalina Rolim e Cândido Figueiredo



FIGURA 2.20 Fotos da região de montante do córrego Paciência, entre as ruas das Promessas e Maj. Dantas Cortez

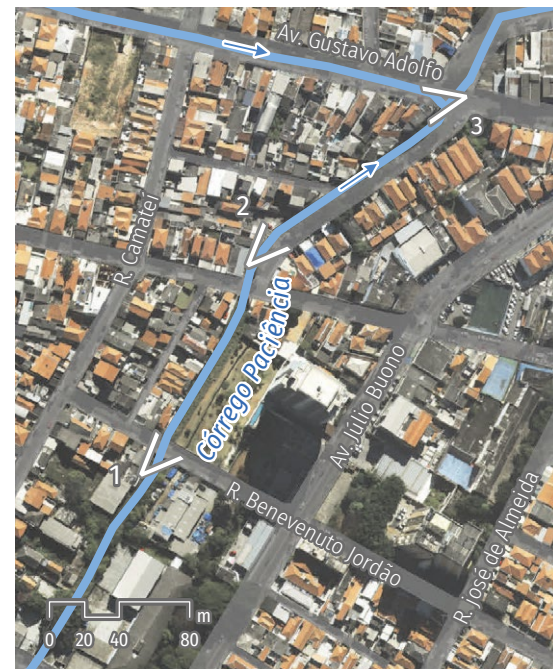


FIGURA 2.21 Fotos da região de montante do córrego Paciência, entre a R. Benevenuto Jordão e a Av. Gustavo Adolfo

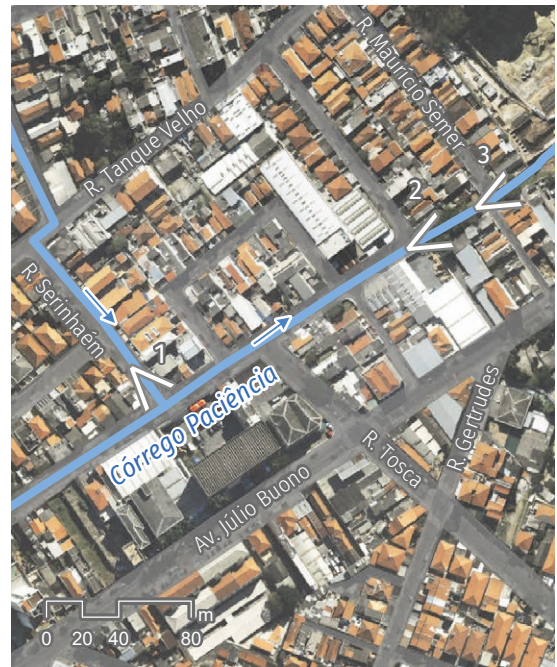


FIGURA 2.22 Fotos da região média do córrego Paciência, no trecho entre as ruas Serinhaem e Maurício Semer, a montante do reservatório Paciência



FIGURA 2.23 Fotos da região média do córrego Paciência, no trecho entre a Av. Id. Japão e a R. Aluisio, logo a jusante do reservatório Paciência



FIGURA 2.24 Fotos da região média do córrego Paciência, perto do encontro de um afluente junto à R. Fr. Bartolomeu Pilar

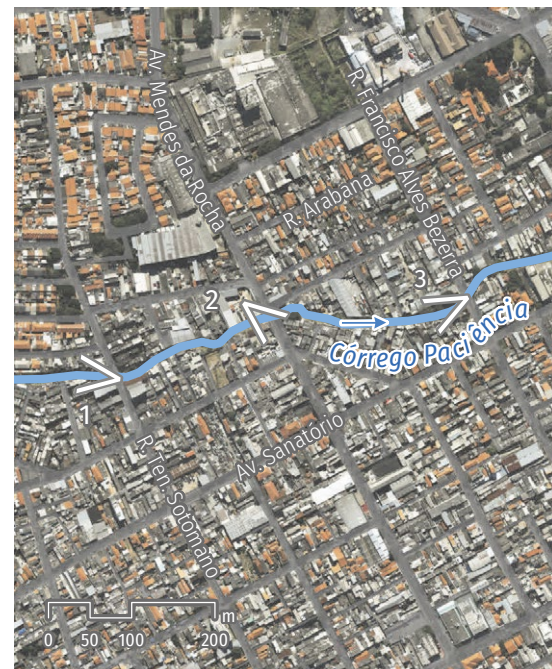
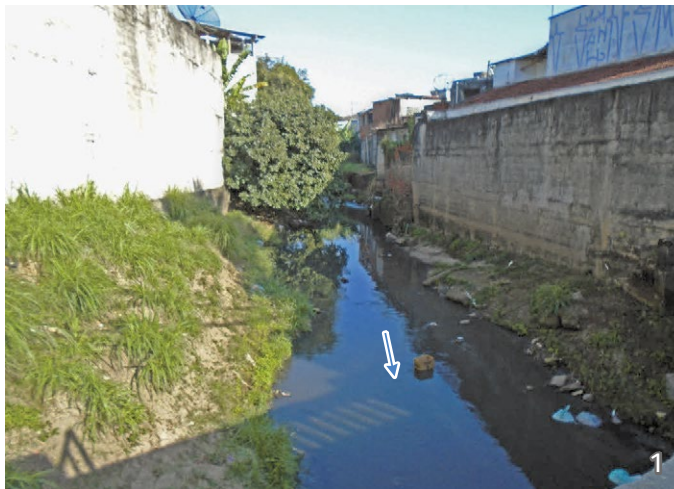


FIGURA 2.25 Fotos da região média do córrego Paciência, entre as ruas Ten. Sotomano e Francisco Alves Bezerra

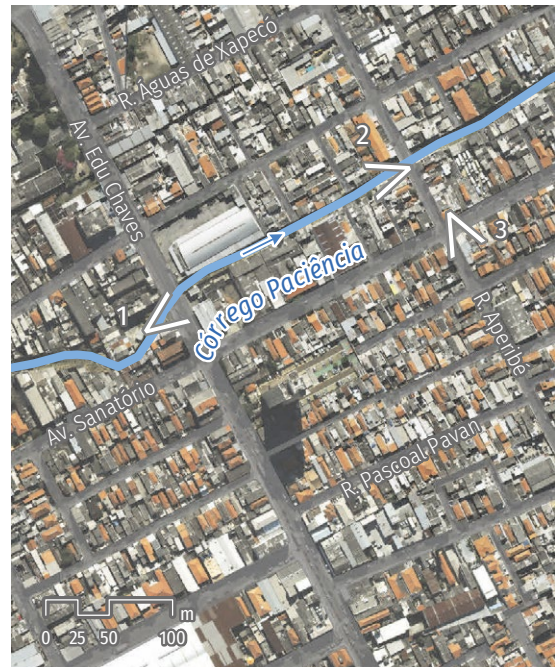


FIGURA 2.26 Fotos da região de jusante do córrego Paciência, entre a Av. Edu Chaves e a R. Aperibé

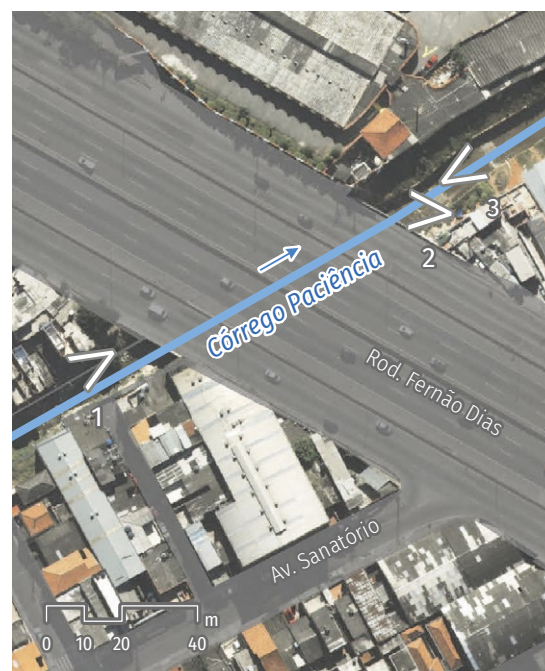


FIGURA 2.27 Fotos da região de jusante do córrego Paciência, no trecho sob a Rod. Fernão Dias, próximo à sua foz no Rio Cabuçu de Cima

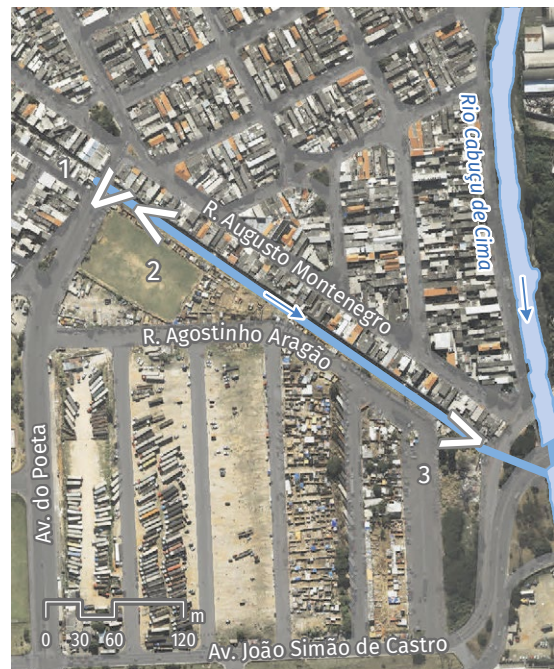


FIGURA 2.28 Fotos do afluente da R. Augusto Montenegro, localizado na ACD do Rio Cabuçu de Cima

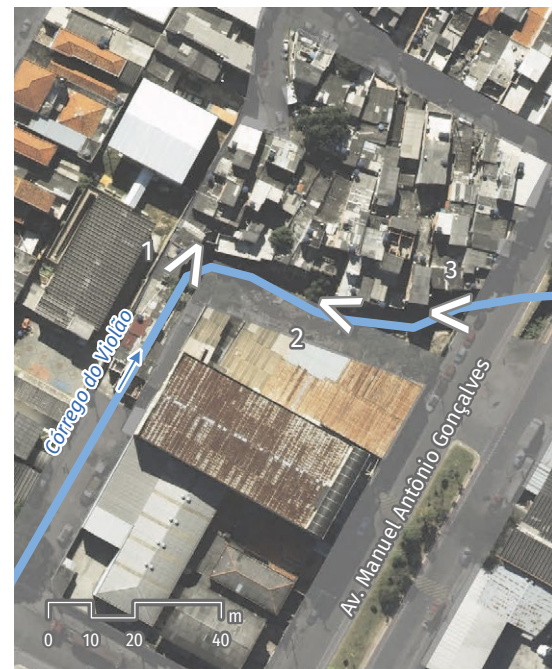


FIGURA 2.29 Fotos da região média do córrego do Violão, nas imediações da Av. Manuel Antônio Gonçalves



FIGURA 2.30 Fotos da região de jusante do córrego do Violão, nas imediações da R. Franz Liszt

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 num 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 balsa, 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.

Na bacia do córrego Paciência e nas áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima, há dois postos da rede telemétrica, e outro foi selecionado no Rio Cabuçu de Cima para a verificação de nível desse rio, conforme relação a seguir:

- Posto 282 – Rio Cabuçu de Cima – Vila Galvão: operação com início em novembro/2006;
- Posto 862 – Reservatório Paciência: operação com início em junho/2022;

- Posto 709 – Córrego Paciência – Avenida Edu Chaves (PMSP/JT-03): operação com início em janeiro/2017.

A **FIGURA 2.31** indica a localização dos postos da rede telemétrica considerados neste estudo. Da **FIGURA 2.32** à **FIGURA 2.34**, são apresentadas as séries históricas dos dados fluviométricos e pluviométricos registrados (a cada 10 minutos). Sequencialmente, na **FIGURA 2.35** e na **FIGURA 2.36**, são indicadas as precipitações médias mensais do Posto 282 e do Posto 862.

Convenção

- Rede de drenagem
- Áreas de drenagem
- Quadra viária
- Limite municipal
- Estação automática – SAISP

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
Mapa Hidrográfico do Município (2024) e FCTH/SAISP (2024)



FIGURA 2.31 Localização dos postos da rede telemétrica de hidrologia do SAISP na bacia do córrego Paciência e nas áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima

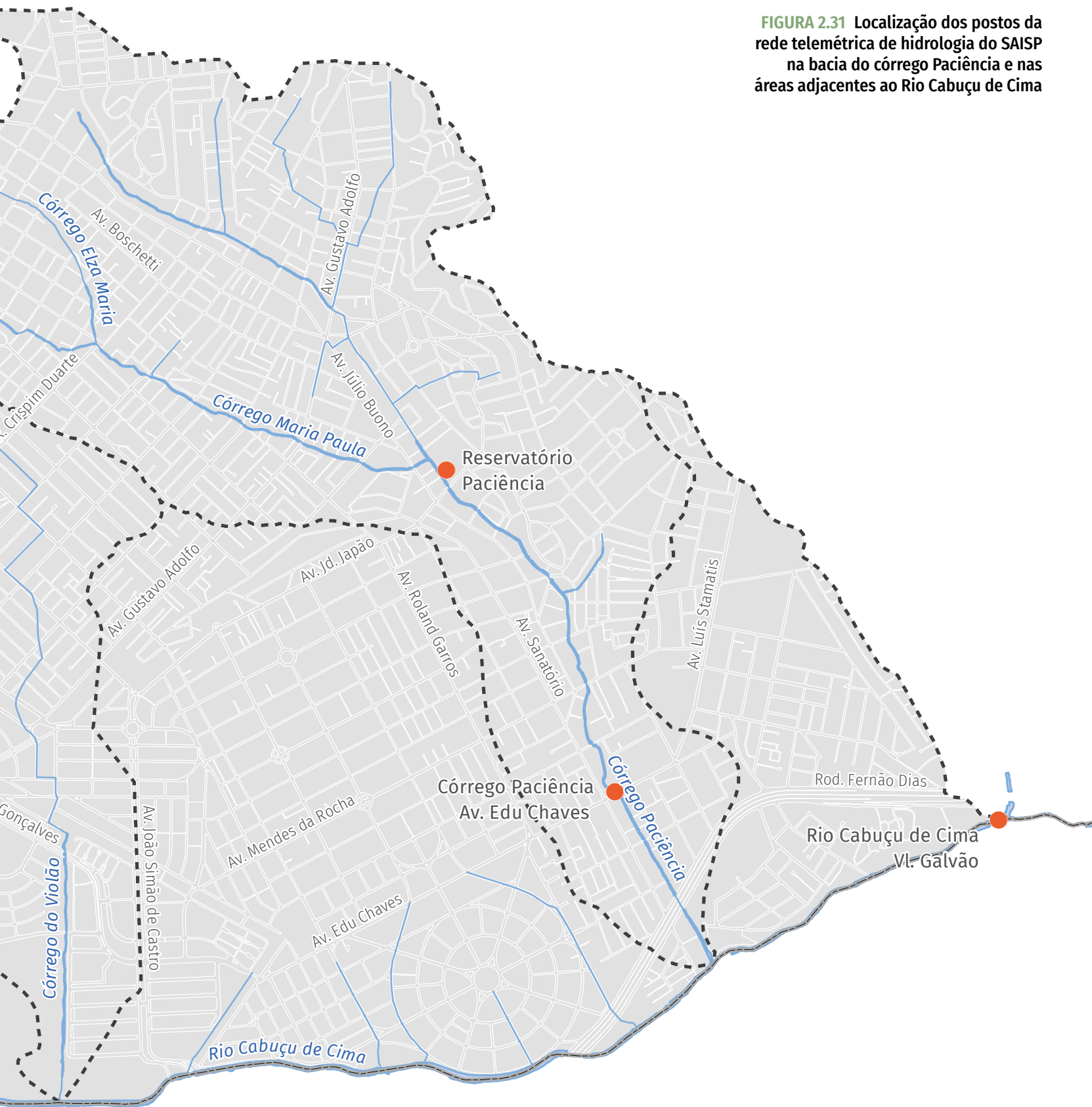


FIGURA 2.32 Fluviograma e pluviograma históricos do Posto 282 – Rio Cabuçu de Cima – Vila Galvão

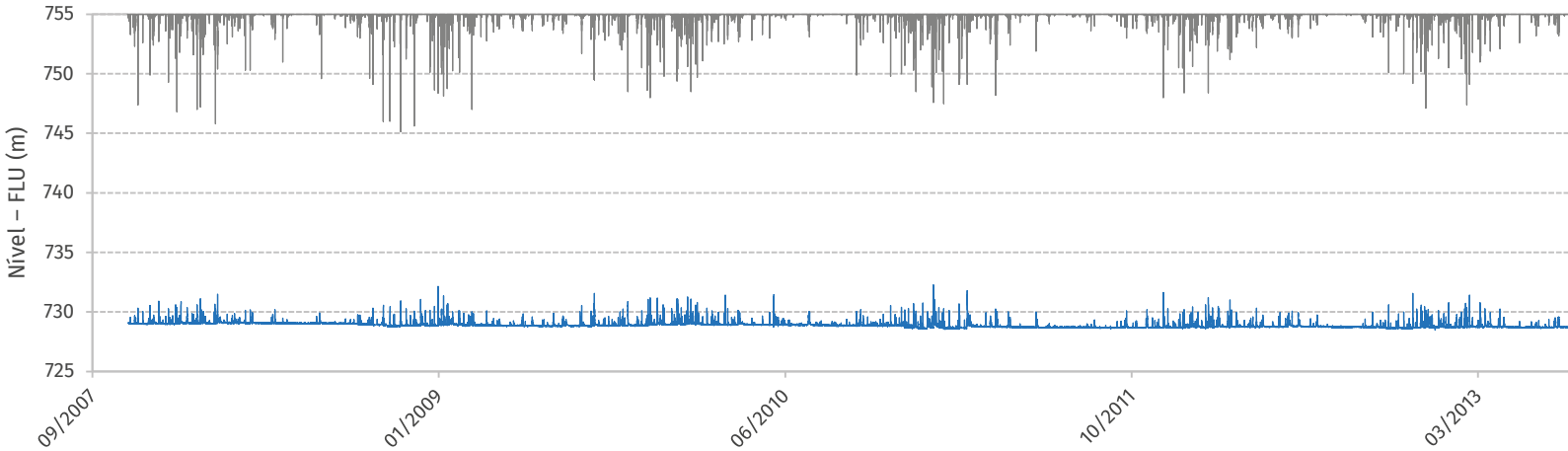


FIGURA 2.33 Fluviograma e pluviograma históricos do Posto 862 – Reservatório Paciência

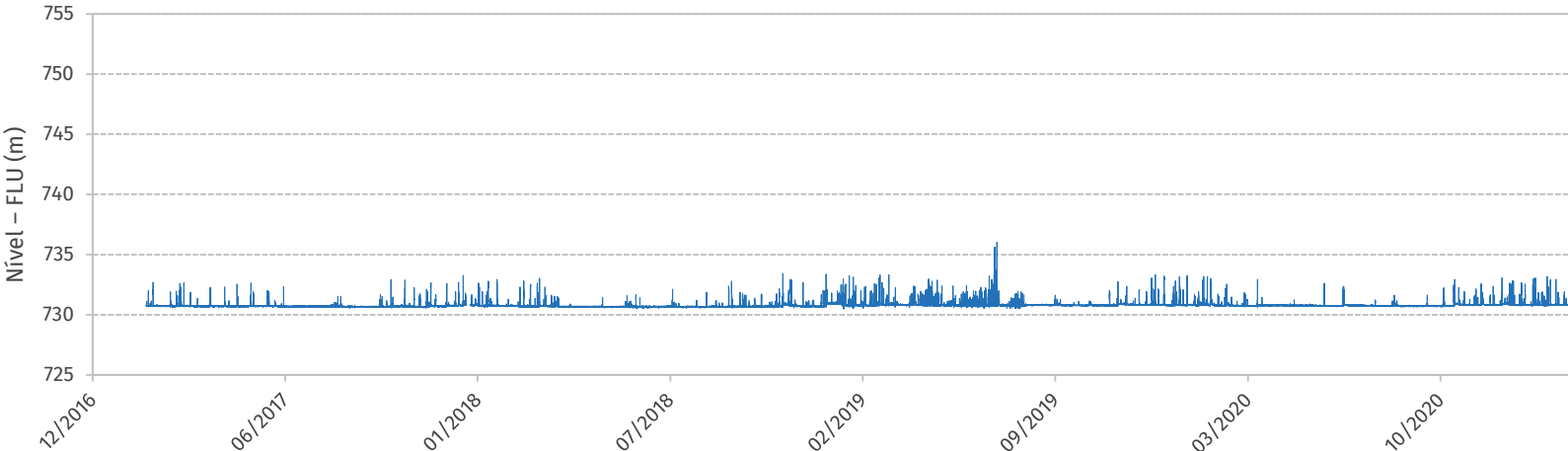
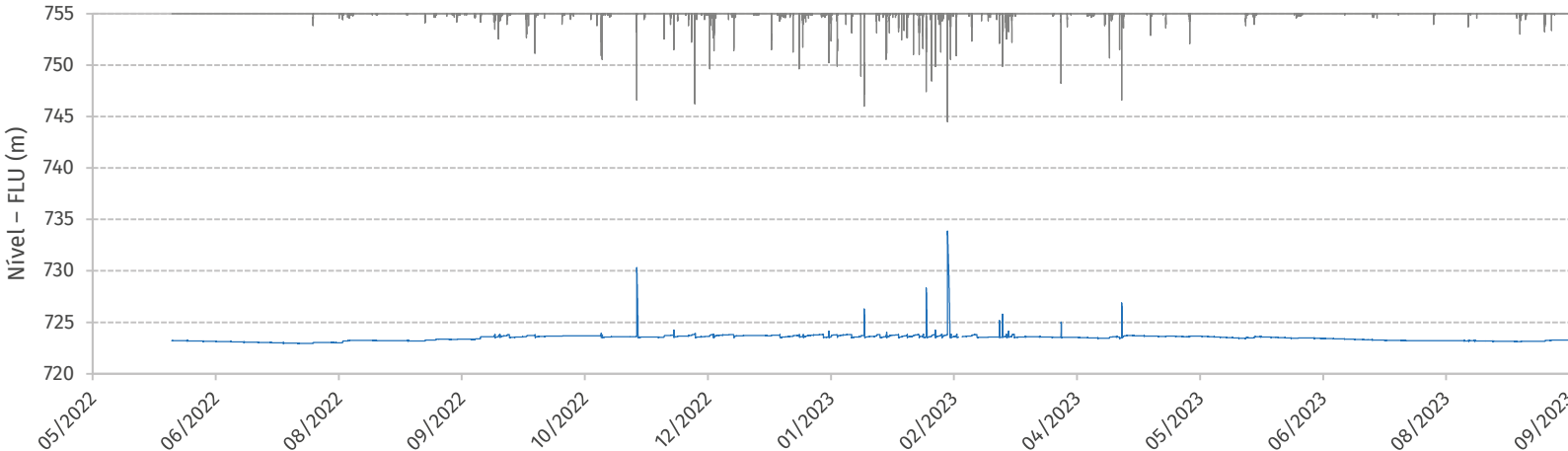


FIGURA 2.34 Fluviograma e pluviograma históricos do Posto 709 – Córrego Paciência – Avenida Edu Chaves (PMSP/JT-03)



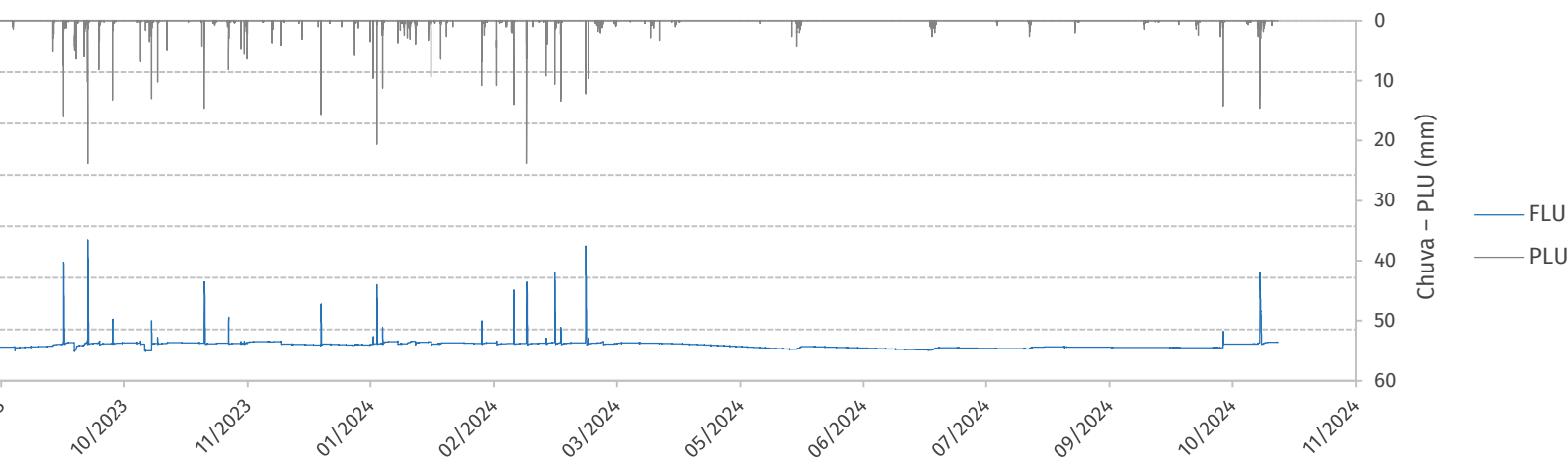
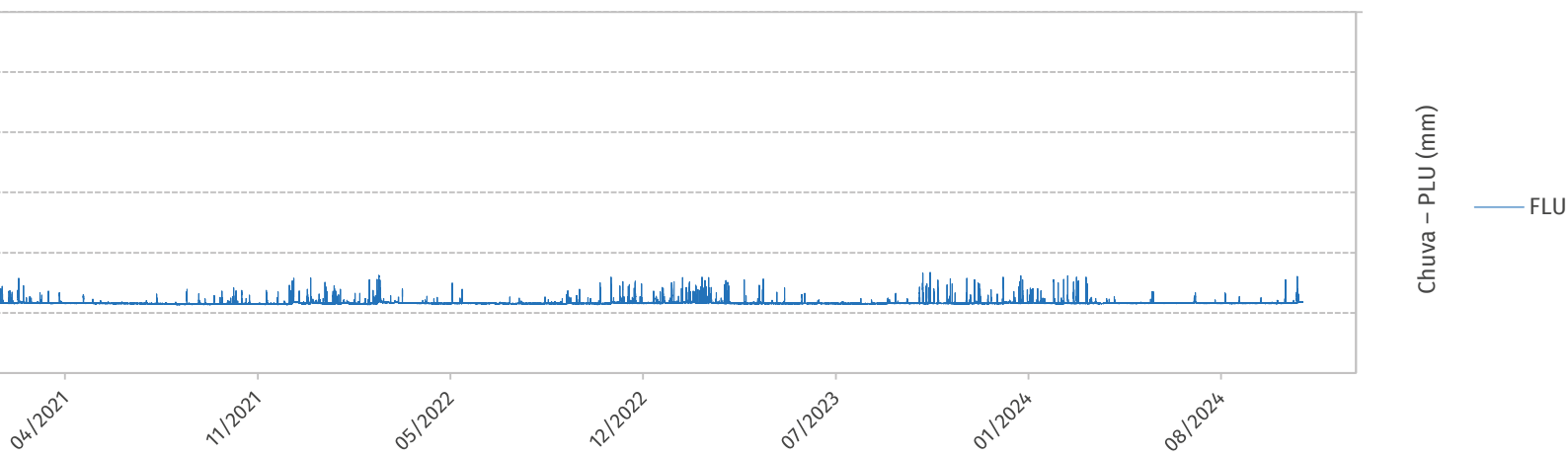
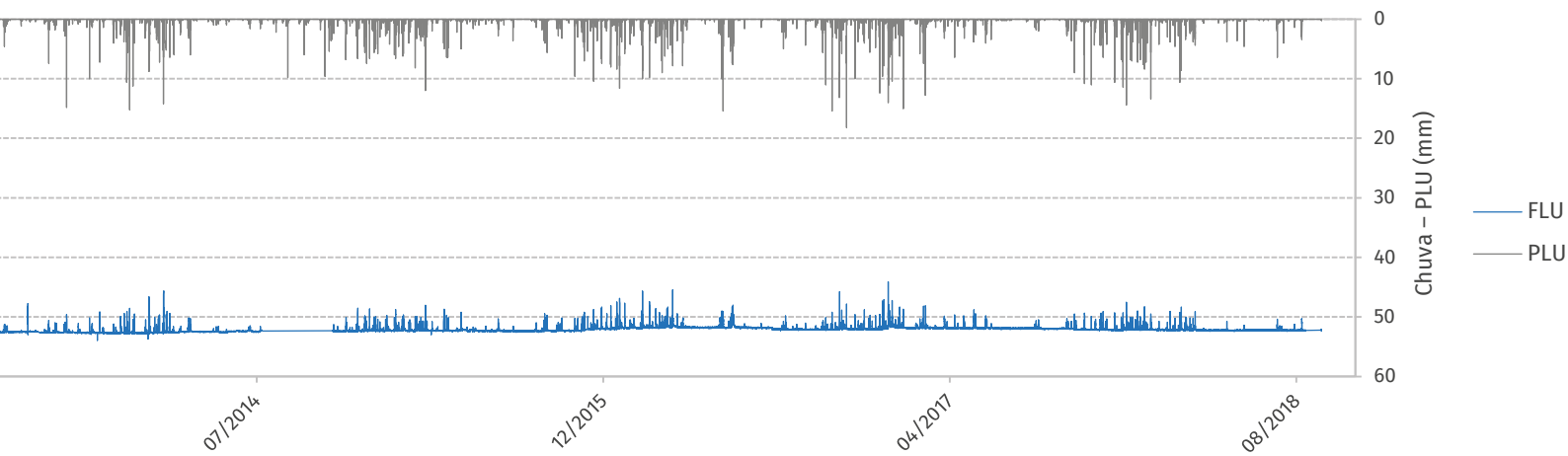


FIGURA 2.35 Precipitação média mensal no Posto 282 – Rio Cabuçu de Cima – Vila Galvão

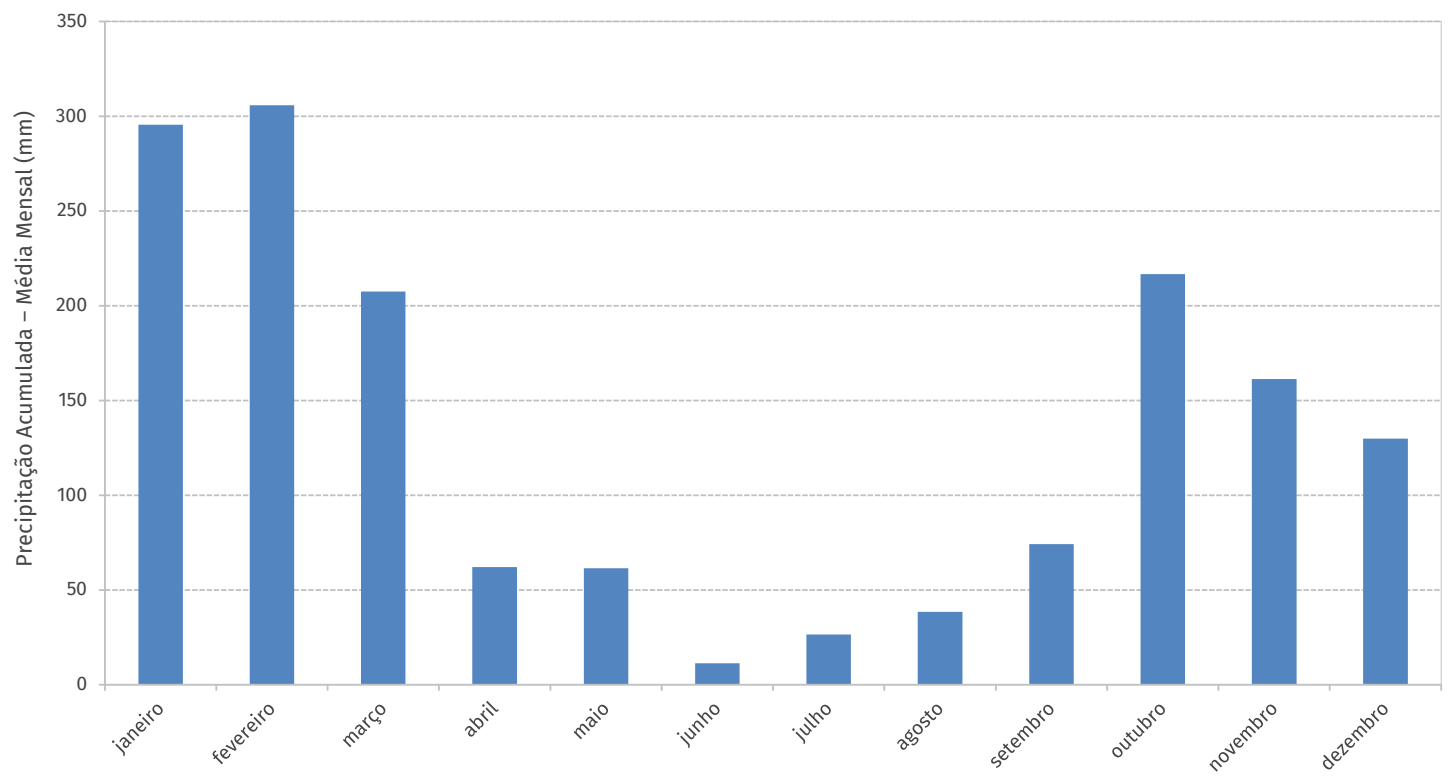
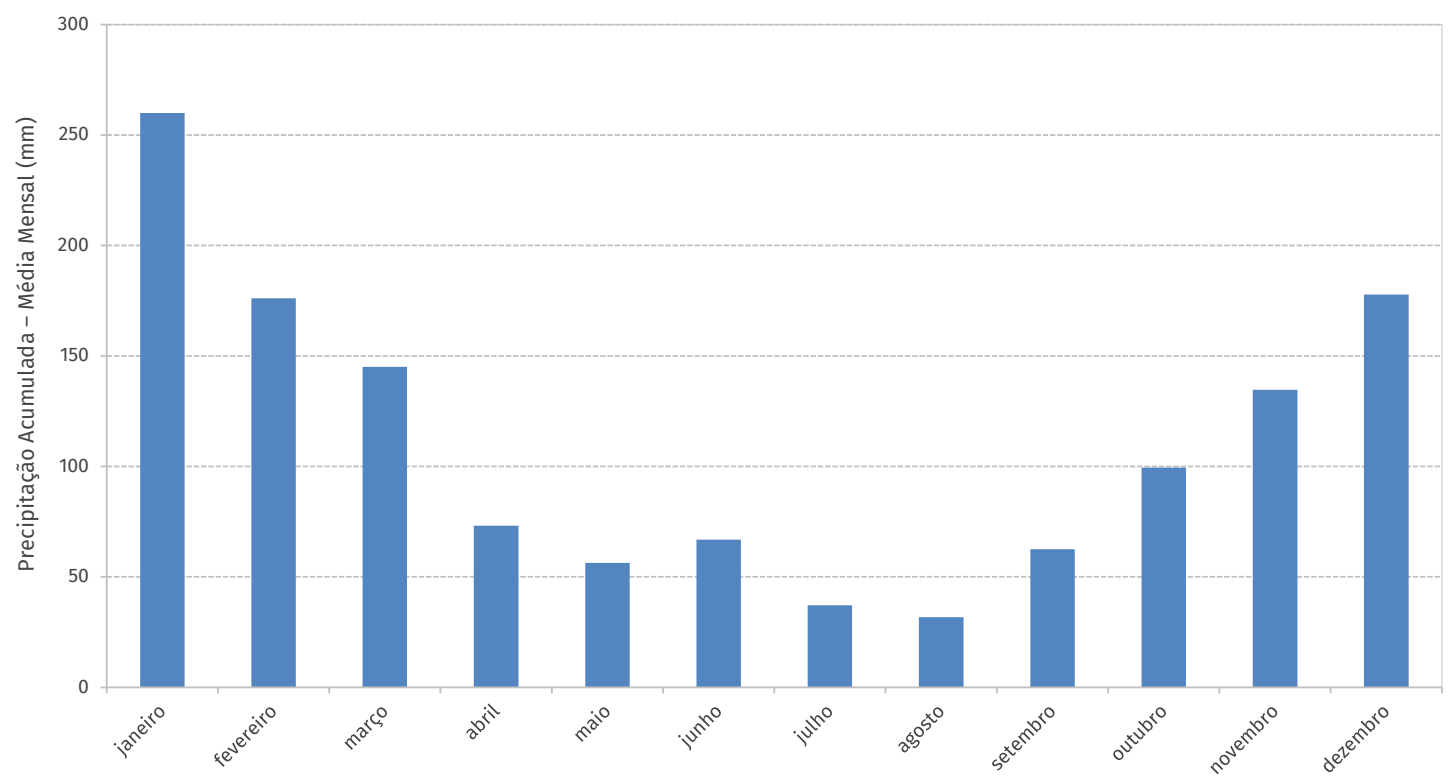


FIGURA 2.36 Precipitação média mensal no Posto 862 – Reservatório Paciência





Córrego Elza Maria, cabeceira da bacia do córrego Paciência, nas imediações da Av. Ede e da R. das Promessas (foto: FCTH)

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.

O perfil longitudinal dos córregos Paciência e do Violão é apresentado na **FIGURA**

2.37. Em média, a declividade desses dois trechos é de 0,007 m/m e 0,019 m/m, respectivamente.

O mapa hipsométrico com as elevações na bacia do córrego Paciência e nas áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima é apresentado na **FIGURA 2.38**. Ele foi desenvolvido por meio de informações de elevação do Mapa Digital da Cidade (MDC). O ponto mais alto da área de drenagem tem cota de 814 m. Já o ponto mais baixo encontra-se na várzea do Rio Cabuçu de Cima, na cota de 716 m.

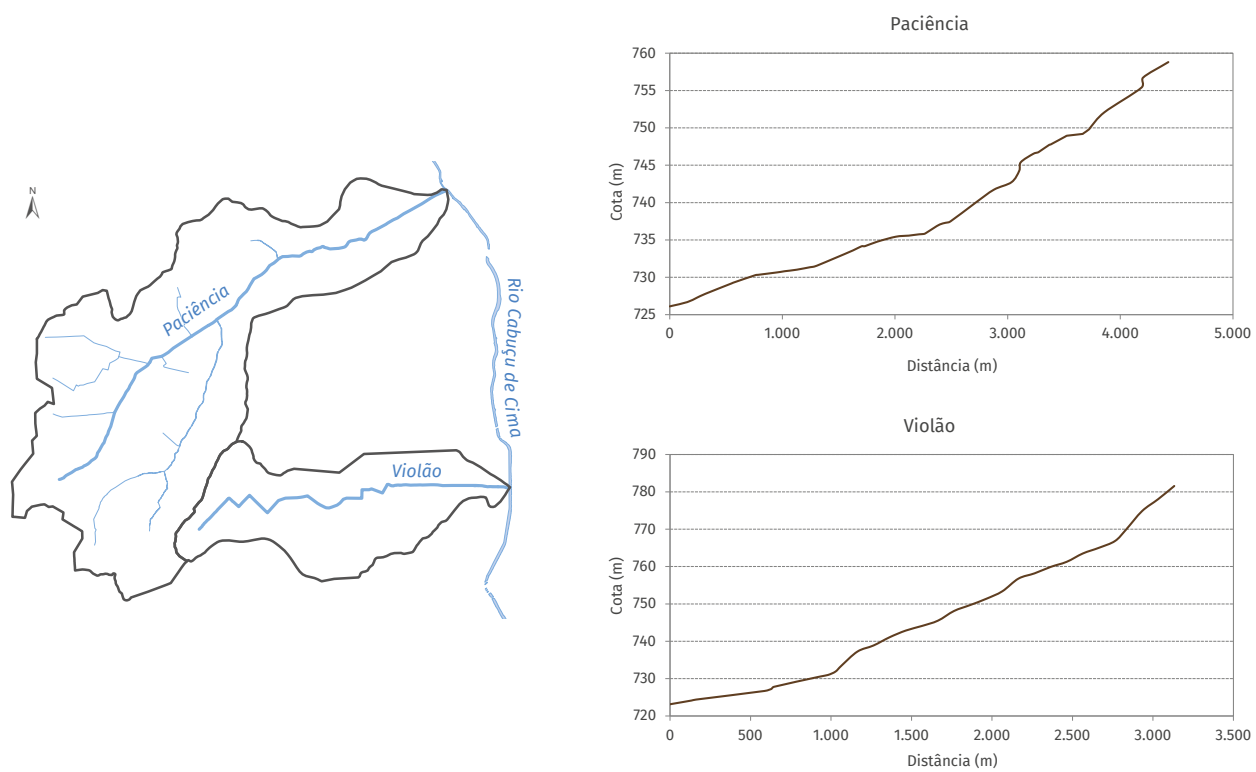
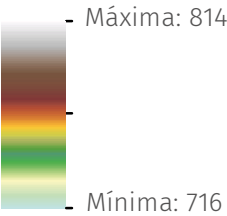


FIGURA 2.37 Perfil longitudinal dos córregos Paciência e do Violão

Convenção

- Rede de drenagem
- Áreas de drenagem
- Quadra viária
- Limite municipal

Elevação (m)



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

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



Fundação
Centro Tecnológica
de Hidráulica



Rio Tietê

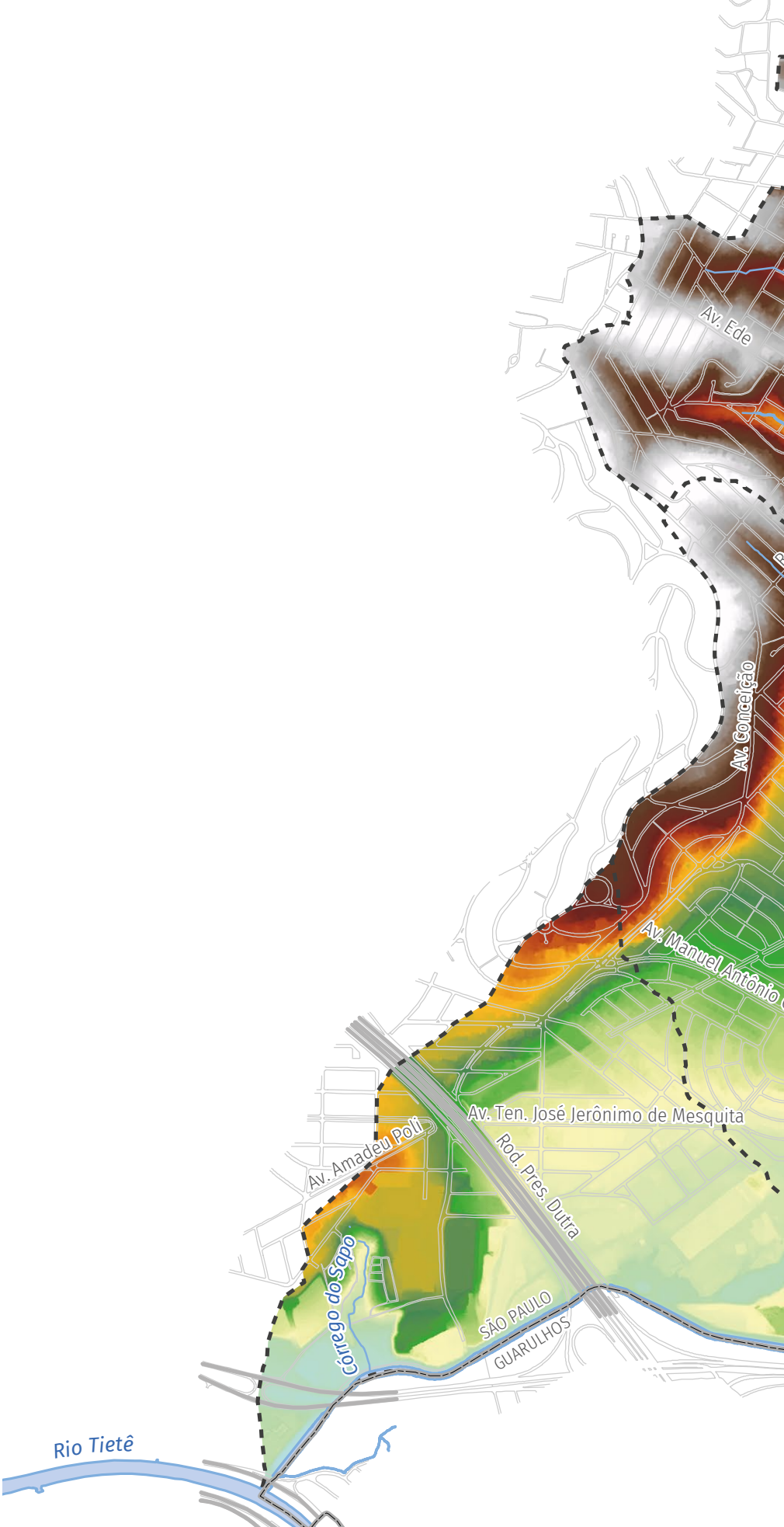
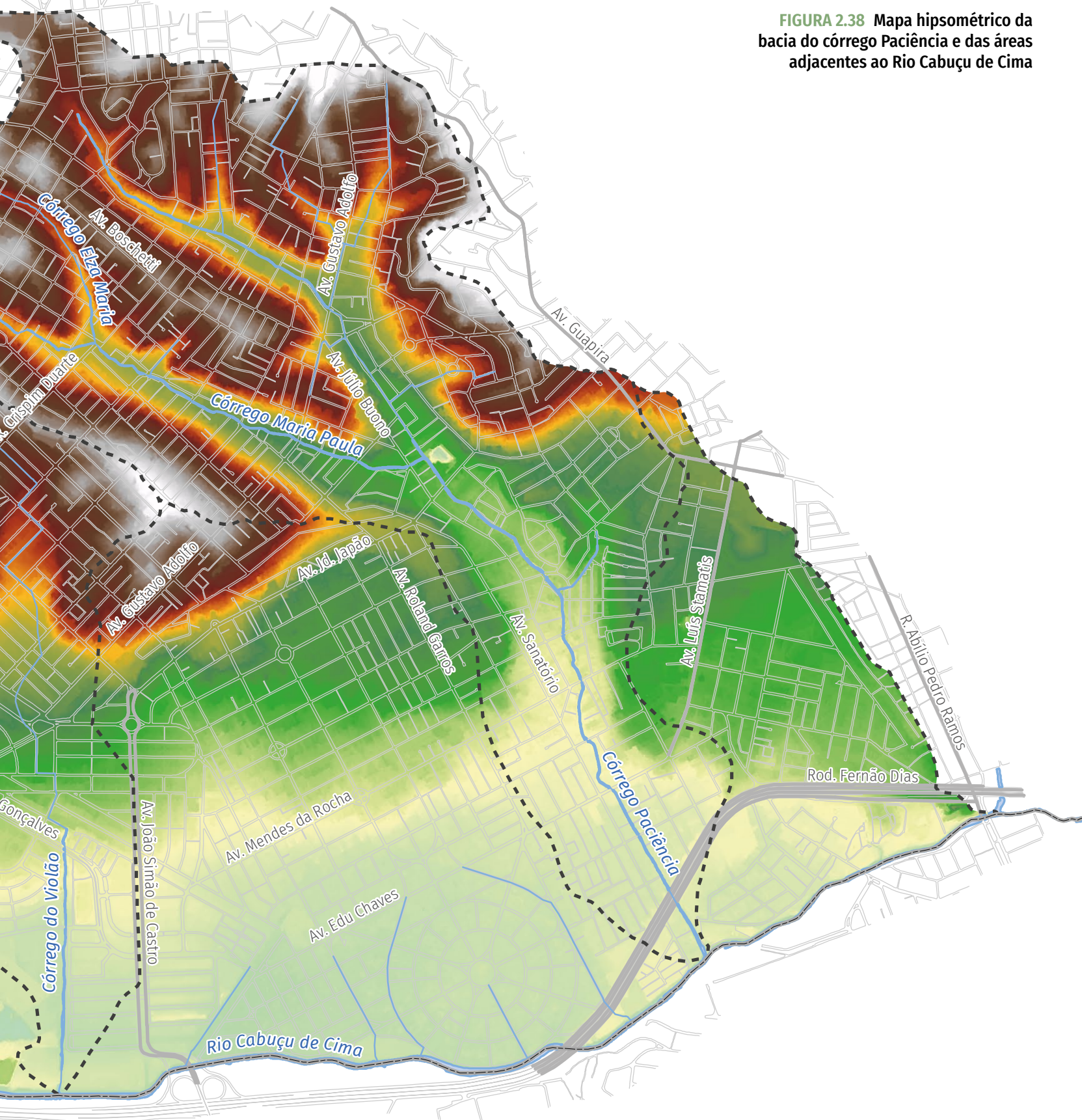


FIGURA 2.38 Mapa hipsométrico da
bacia do córrego Paciência e das áreas
adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima



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 2.39** apresenta a carta geotécnica da área da bacia do córrego Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima, destacando suas unidades geológicas. Nesse mapa, observa-se a predominância da planície aluvial na porção inferior e em parte do trecho médio da área de drenagem, adentrando os principais cursos d'água e seus afluentes. Os sedimentos terciários são predominantes em parte do trecho médio

e no trecho superior da bacia do córrego Paciência. Já na porção superior da área de contribuição direta, próxima à confluência do Rio Cabuçu de Cima com o Rio Tietê, há também a presença de granitoides.

Na região baixa da área de drenagem em questão, encontra-se um alargamento da faixa de planície aluvial de baixa declividade, que se estende até próximo à Avenida Jardim Japão, com predominância de solo arenoargiloso, solos compressíveis e terra

mole, e onde o nível do lençol freático é raso. A presença de terra mole é ainda mais recorrente próximo à confluência do Rio Cabuçu de Cima e no Rio Tietê.

Os sedimentos terciários predominantes são compostos, em grande parte, por argilitos, siltitos, arenitos e conglomerados. Capeando esses sedimentos, há uma camada relativamente espessa de solo argiloso laterizado e vermelho, tecnicamente denominado argila porosa.

Convenção

- Rede de drenagem
- - - Áreas de drenagem
- Quadra viária
- ▭ Limite municipal

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
- (II) Sedimentos aluviais inconsolidados, contendo areias, argilas e cascalhos; e substrato constituído por maciços cristalinos diversos e/ou sedimentares
- (IV) Arenitos grossos e conglomeráticos, siltitos e argilitos; e lamitos seixosos, conglomerados e diamictitos
- (V) Granitos e granitoides
- (VI) Gnaisses e migmatitos
- (X) Arenitos grossos e conglomeráticos, siltitos e argilitos
- (XI) Lamitos arenosos e arenitos; e lamitos seixosos, conglomerados e diamictitos

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

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



Fundação
Centro Tecnológica
de Hidráulica

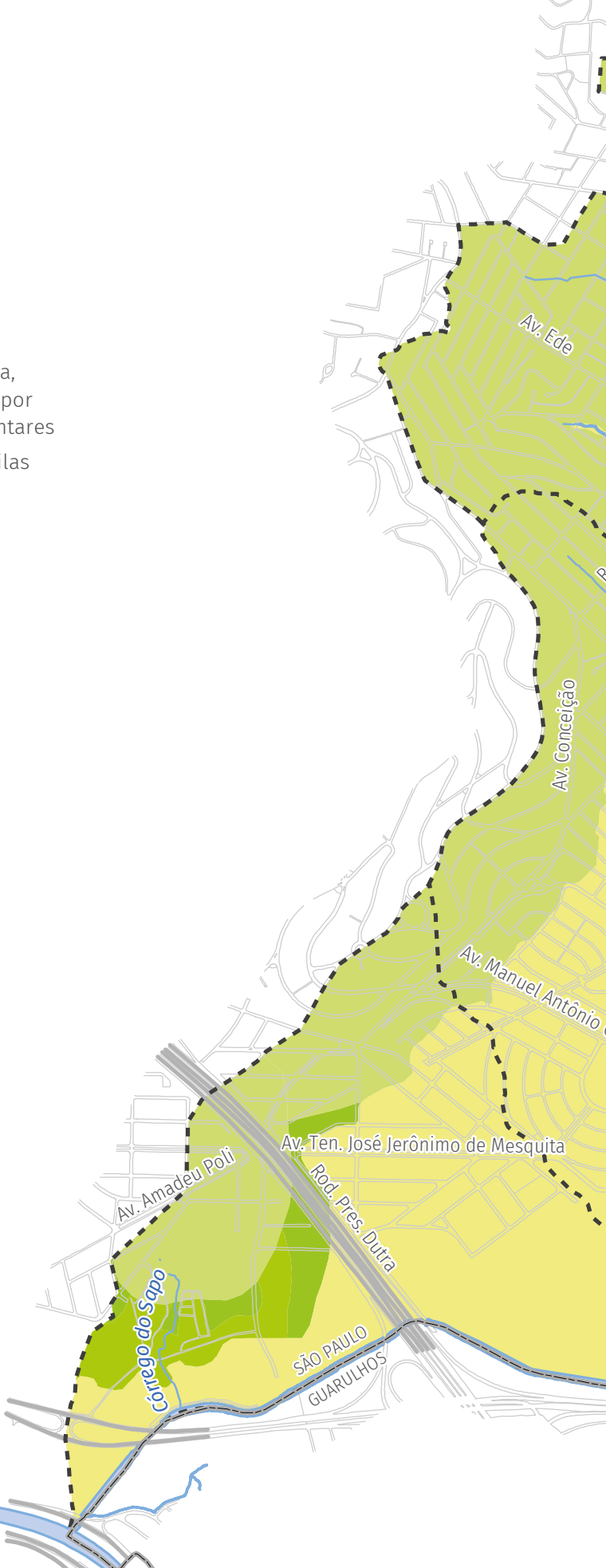
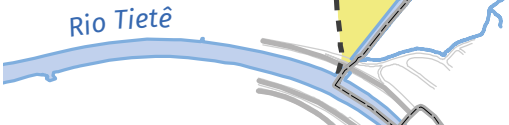
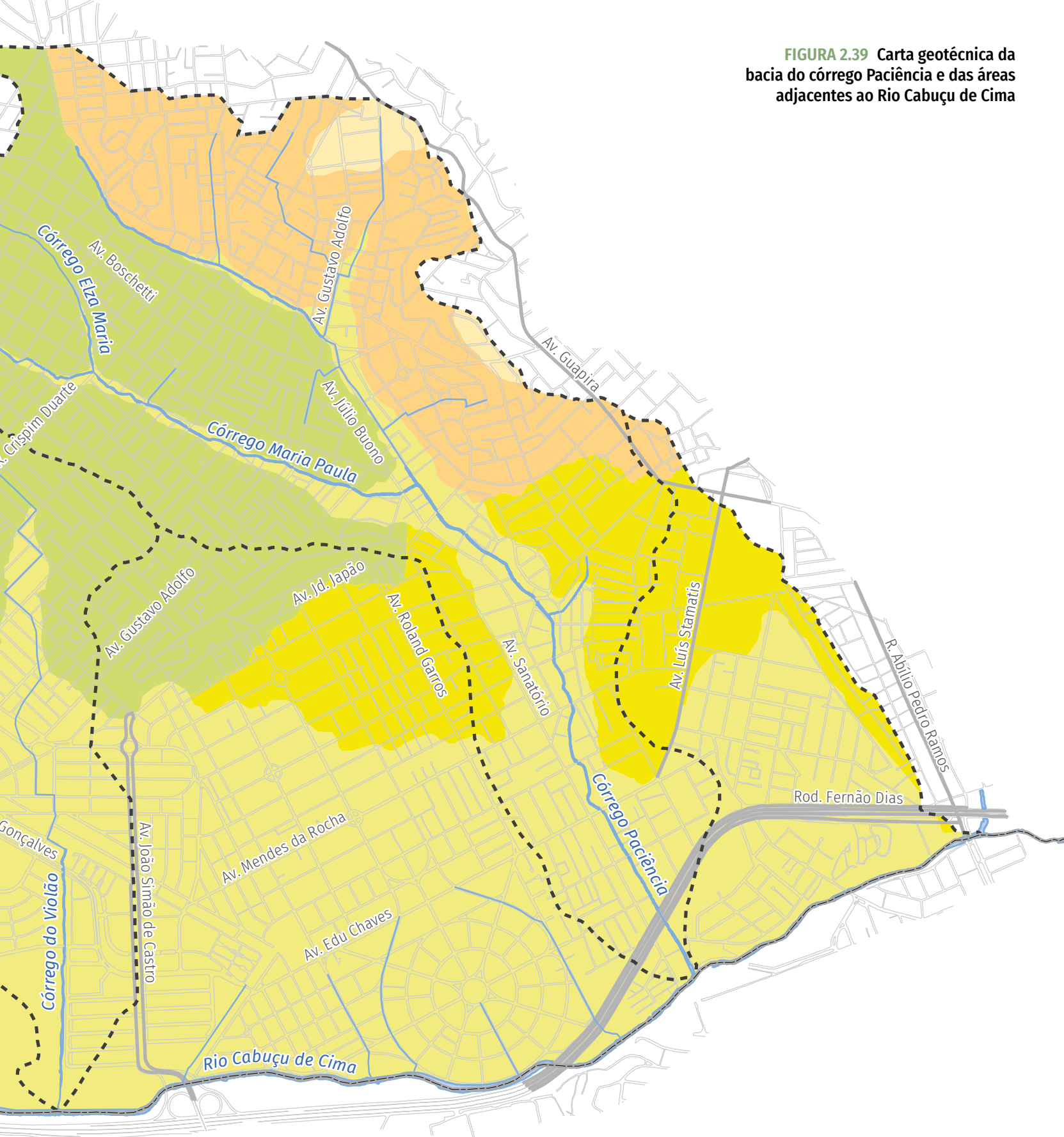


FIGURA 2.39 Carta geotécnica da
bacia do córrego Paciência e das áreas
adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima



2.7 USO DO SOLO

A caracterização do uso do solo da área de drenagem 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 observados na bacia do córrego Paciência e nas áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima, com suas respectivas porcentagens em relação à área de drenagem total. O mapa dos usos predominantes do solo é apresentado na **FIGURA 2.40**.

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

As áreas verdes existentes na área em estudo são apresentadas no mapa da **FIGURA 2.41**.

TABELA 2.1 Usos do solo registrados na bacia do córrego Paciência e nas áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima

Usos do solo	Área (km²)	% da área de drenagem
Residencial horizontal médio alto padrão	5,7	40,6
Pavimento	3,3	23,1
Residencial, comércio e serviços	1,2	8,3
Espaços abertos	1,1	7,6
Indústria e armazém	0,7	5,2
Equipamento urbano	0,5	3,5
Residencial horizontal baixo padrão	0,5	3,5
Comércio e serviços	0,3	2,1
Comércio, serviços, indústria e armazém	0,3	1,8
Residencial, indústria e armazém	0,2	1,6
Residencial vertical médio alto padrão	0,2	1,1
Massa d'água	0,1	0,8
Residencial vertical baixo padrão	0,1	0,8
Total	14,0	100,0

Convenção

- Rede de drenagem
- Áreas de drenagem
- Quadra viária
- Limite municipal

Uso do solo

- Comércio, serviços, indústria e armazém
- Comércio e serviços
- Equipamento urbano
- Espaços abertos
- Indústria e armazém
- Residencial horizontal baixo padrão
- Residencial horizontal médio alto padrão
- Residencial vertical baixo padrão
- Residencial vertical médio alto padrão
- Residencial, comércio e serviços
- Residencial, indústria e armazém
- Ruas e áreas pavimentadas

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
Mapa Hidrográfico do Município (2024), FCTH (2024)
e Secretaria Municipal da Fazenda (2013, atualizado)



Fundação
Centro Tecnológica
de Hidráulica

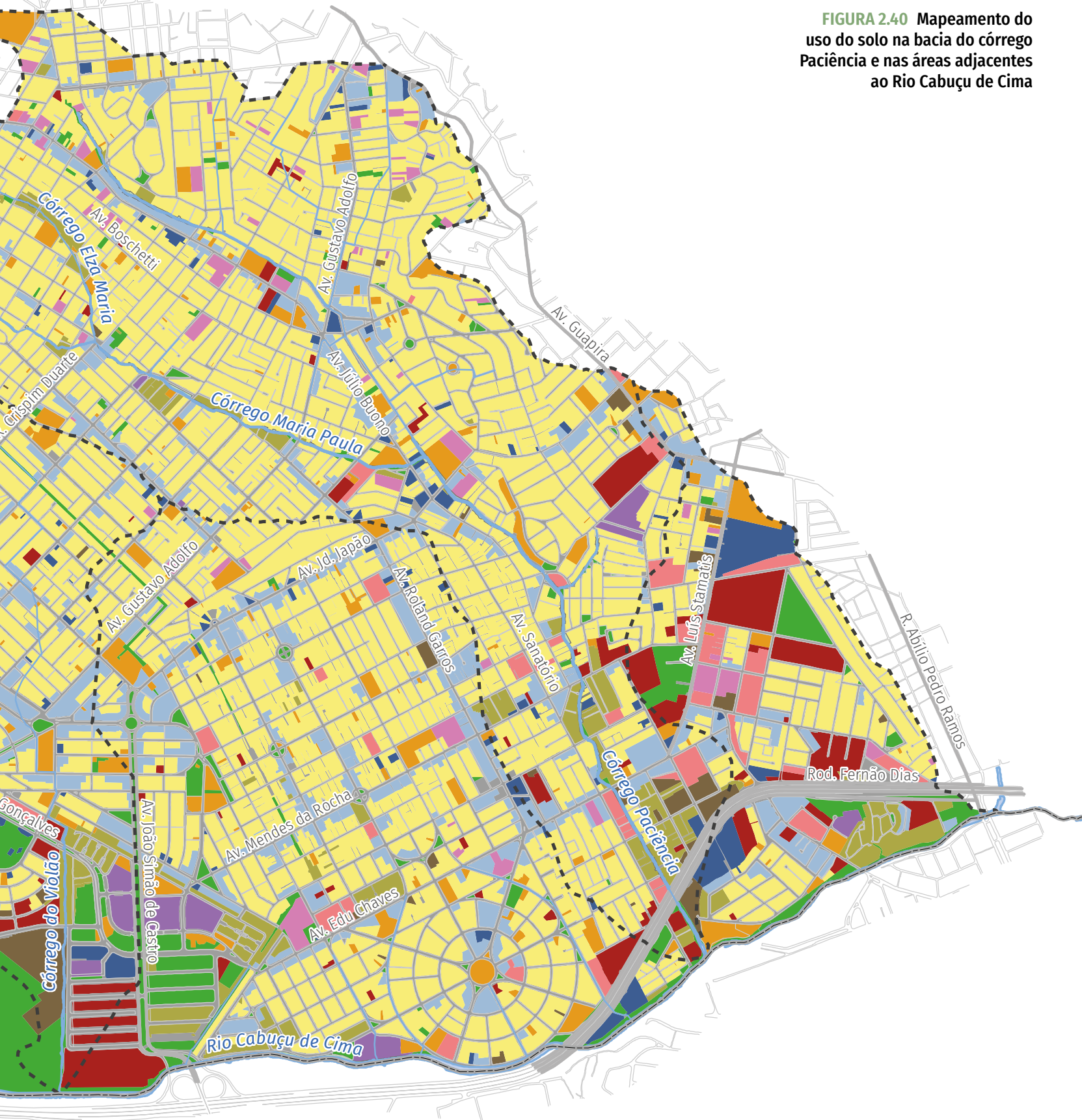
0 0,25 0,5 1 km



Rio Tietê



FIGURA 2.40 Mapeamento do uso do solo na bacia do córrego Paciência e nas áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima



Convenção

- Rede de drenagem
- Áreas de drenagem
- Quadra viária
- Limite municipal

Áreas verdes

- Reserva de Mata Atlântica
- Praça/canteiro

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
Mapa Hidrográfico do Município (2024), FCTH (2024)
e Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (2016)



Fundação
Centro Tecnológica
de Hidráulica

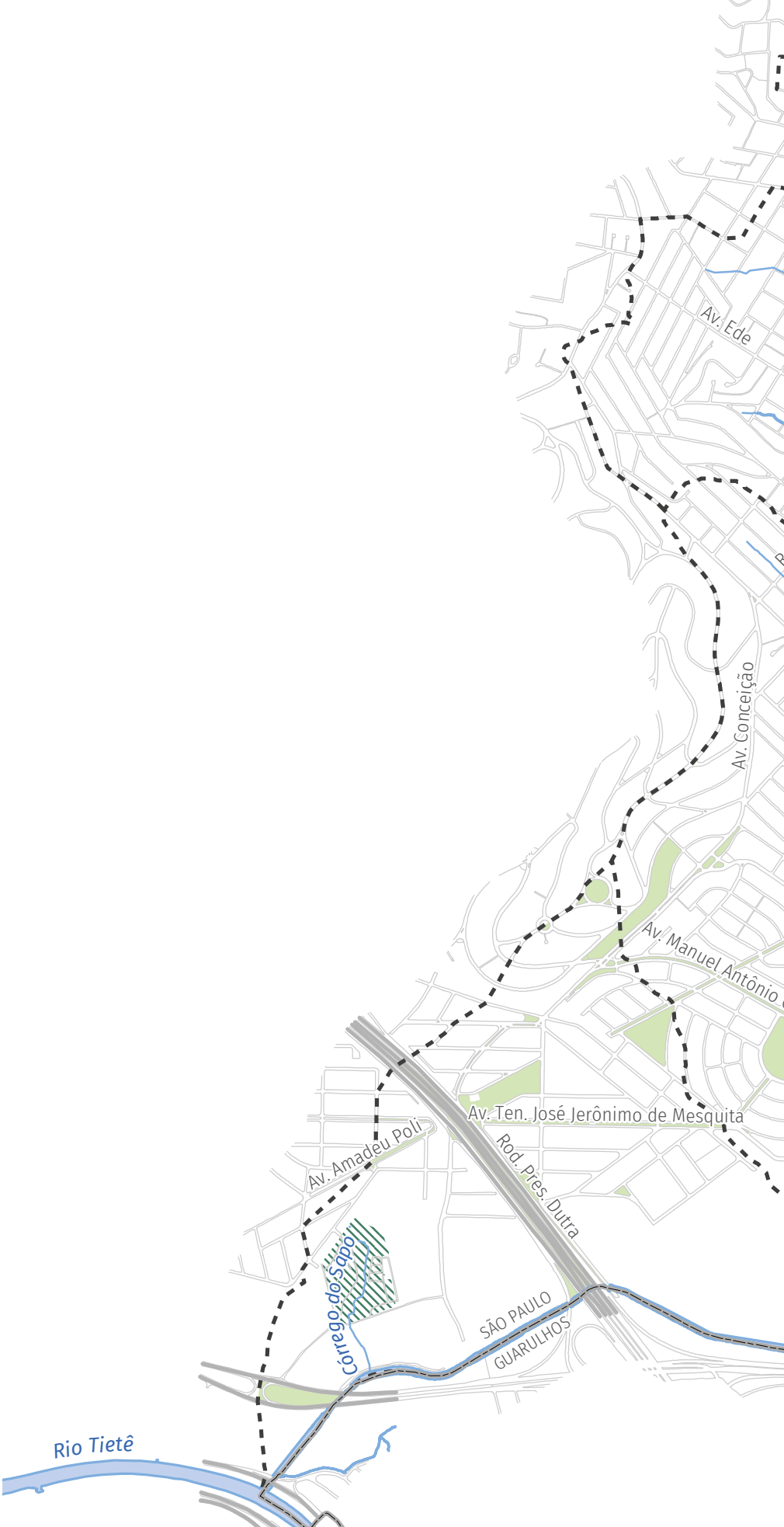
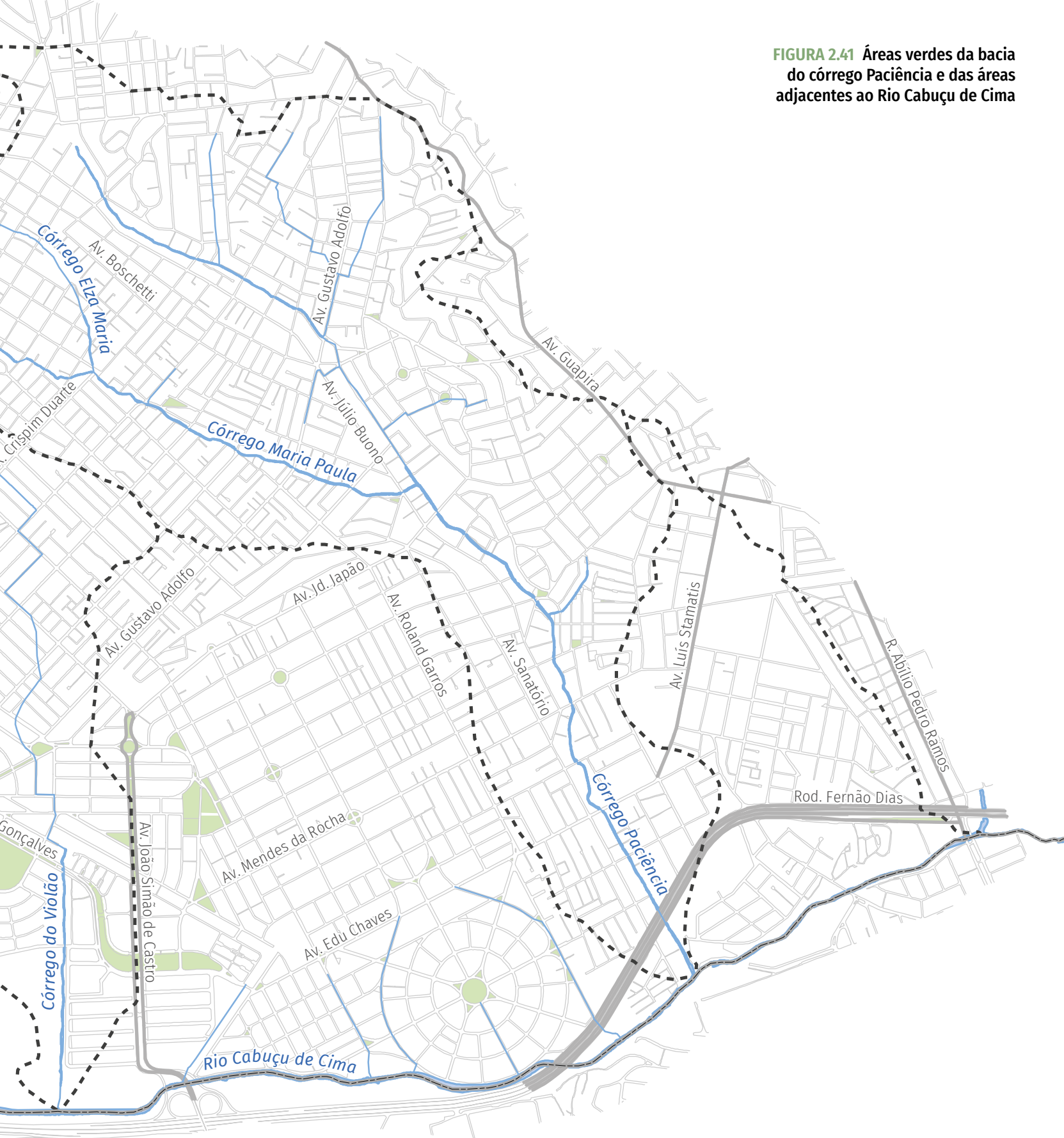


FIGURA 2.41 Áreas verdes da bacia do córrego Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima



2.8 ZONEAMENTO URBANO

O zoneamento da bacia do córrego Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima se inserem no contexto do Plano Regional das subprefeituras de Santana-Tucuruvi, Jaçanã-Tremembé e Vila Maria-Vila Guilherme.

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 em estudo está inserida nas macroáreas de redução da vulnerabilidade urbana, de qualificação e urbanização e de estruturação metropolitana, conforme pode ser visualizado na **FIGURA 2.42**.

Além disso, apresenta seu zoneamento classificado conforme mostrado na **FIGURA 2.43**.

A **TABELA 2.2** traz a área correspondente a cada zona de uso e ocupação na área de drenagem.

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 Art. 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 Art. 79 adverte 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

Convenção

- Rede de drenagem
- Áreas de drenagem
- Quadra viária
- Limite municipal

Macroáreas

- Macroárea de redução da vulnerabilidade urbana
- Macroárea de qualificação e urbanização
- Macroárea de estruturação metropolitana

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
Mapa Hidrográfico do Município (2024) e FCTH (2024)
e Plano Diretor Estratégico (2014)



Fundação
Centro Tecnológica
de Hidráulica

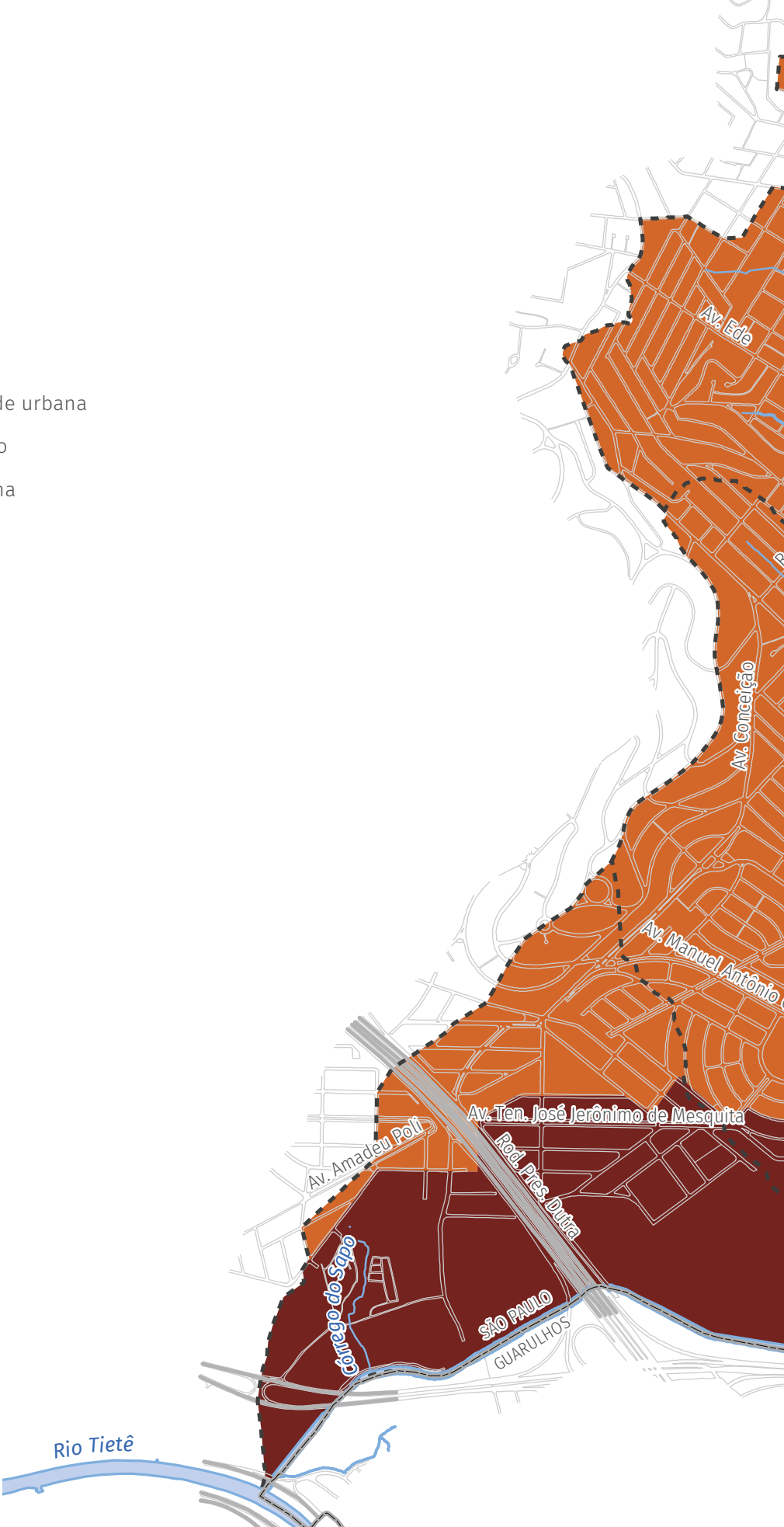
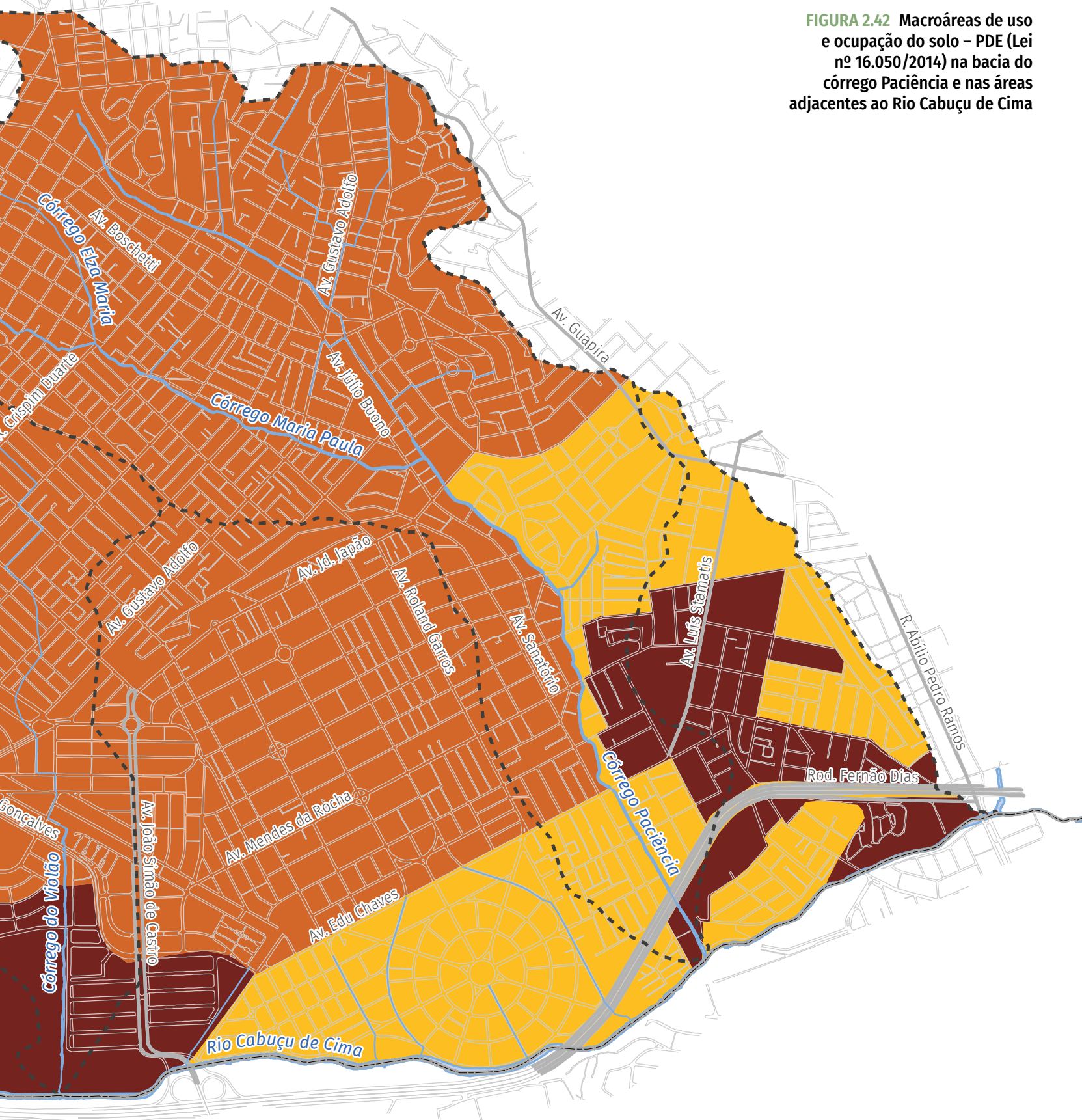


FIGURA 2.42 Macroáreas de uso e ocupação do solo – PDE (Lei nº 16.050/2014) na bacia do córrego Paciência e nas áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima



Convenção

- Rede de drenagem
- Áreas de drenagem
- Quadra viária
- Limite municipal

Zoneamento

- ZEUP
- ZC
- ZM
- ZMIS
- ZDE-2
- ZEIS-1
- ZEIS-2
- ZEIS-5
- ZEU
- ZOE
- ZPI-1
- Praça e canteiro

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
Mapa Hidrográfico do Município (2024), FCTH (2024) e
Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (2016)



Fundação
Centro Tecnológica
de Hidráulica

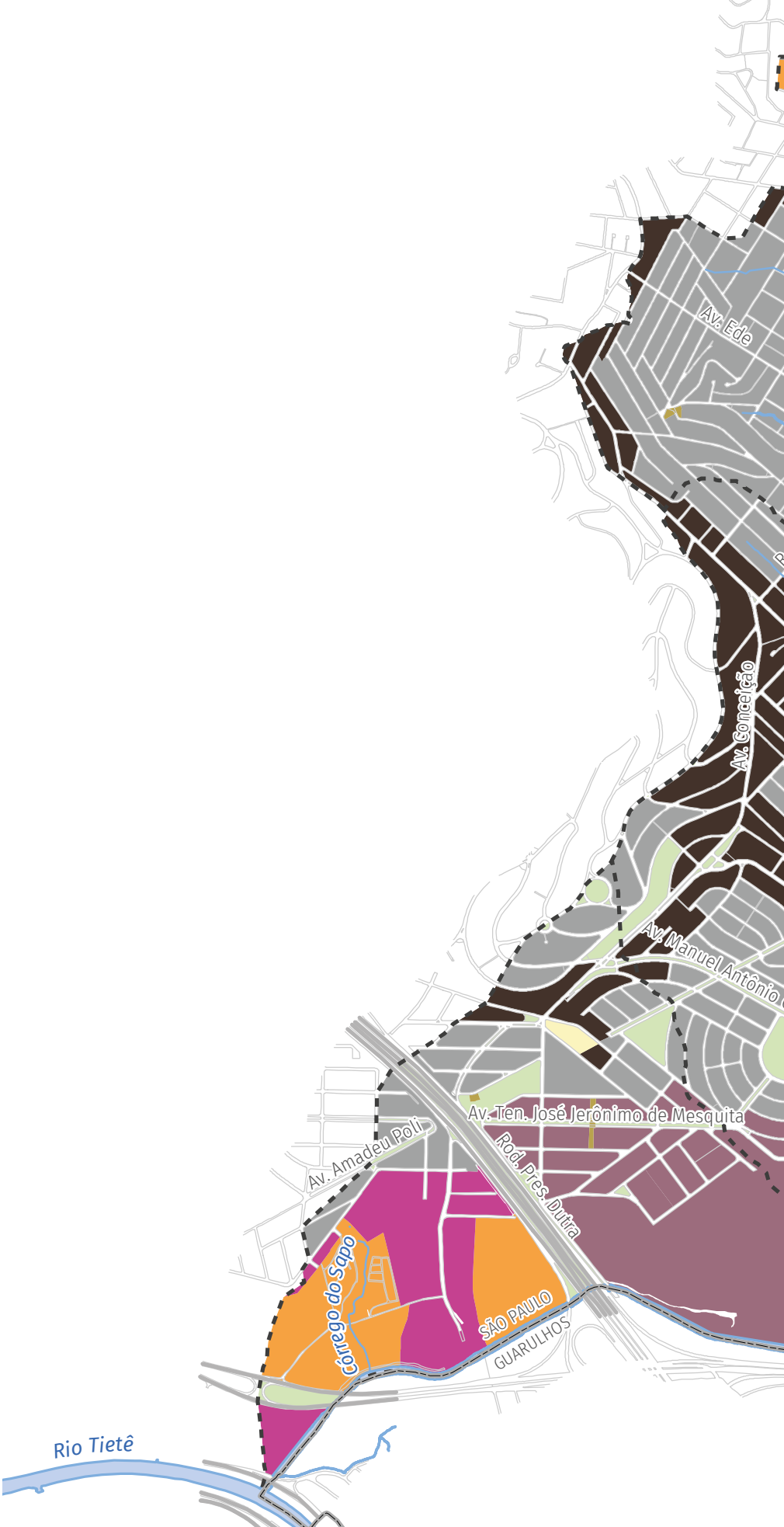


FIGURA 2.43 Zoneamento urbano na bacia do córrego Paciência e nas áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima

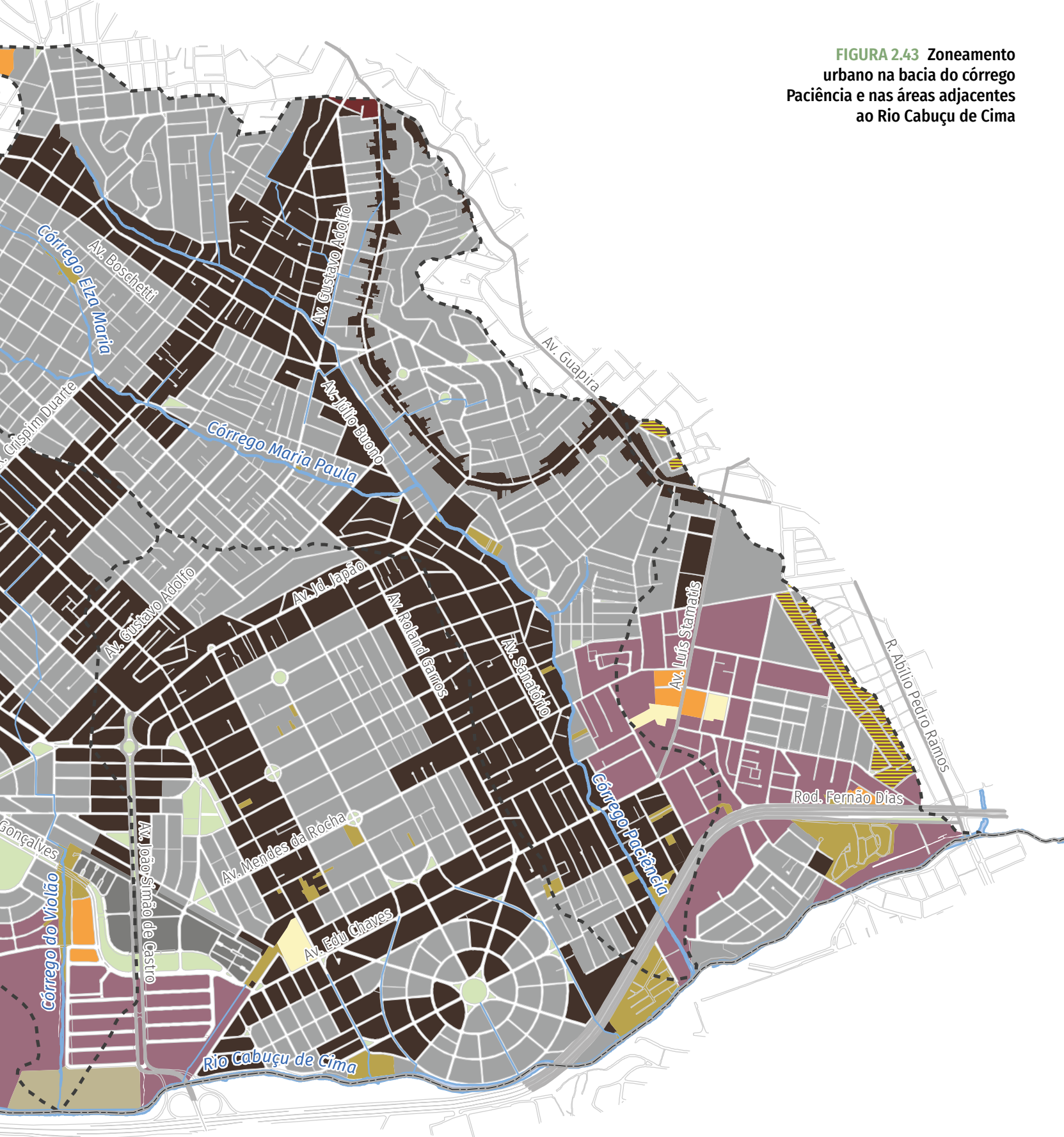


TABELA 2.2 Descrição das zonas de uso e ocupação do solo na bacia do córrego Paciência e nas áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima

Zonas	Sigla	% da área de drenagem
Zona Mista	ZM	44,0
Zona Centralidade	ZC	30,7
Zona de Desenvolvimento Econômico 2	ZDE-2	13,2
Zona Especial de Interesse Social 2	ZEIS-2	2,7
Praça e canteiro	PracaCant	2,5
Zona Predominantemente Industrial 1	ZPI-1	2,0
Zona Especial de Interesse Social 1	ZEIS-1	1,9
Zona Mista de Interesse Social	ZMIS	1,0
Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana Previsto	ZEUP	0,7
Zona de Ocupação Especial	ZOE	0,7
Zona Especial de Interesse Social 5	ZEIS-5	0,4
Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana	ZEU	0,1

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 QA¹⁸.

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. A **TABELA 2.3** apresenta a taxa de permeabilidade mínima permitida em cada PA.

Na área da bacia do córrego Paciência e nas áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de

Cima, estão incluídos os PAs 1, 3, 8 e 9. Foram atribuídas para essas áreas taxas de permeabilidade mínima permitida 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 2.44** indica os perímetros de qualificação ambiental existentes na área em estudo, e a **FIGURA 2.45** mostra o mapeamento da taxa de permeabilidade mínima estabelecida por perímetro ambiental e por zonas específicas.

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 da área de drenagem.

18. 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/tde31052016-141005/pt-br.php>. Acesso em: 18. set. 2018.

Convenção

- Rede de drenagem
- Áreas de drenagem
- Quadra viária
- Limite municipal

Perímetro Ambiental

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

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
Mapa Hidrográfico do Município (2024) e FCTH (2024) e
Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (2016)



Fundação
Centro Tecnológica
de Hidráulica

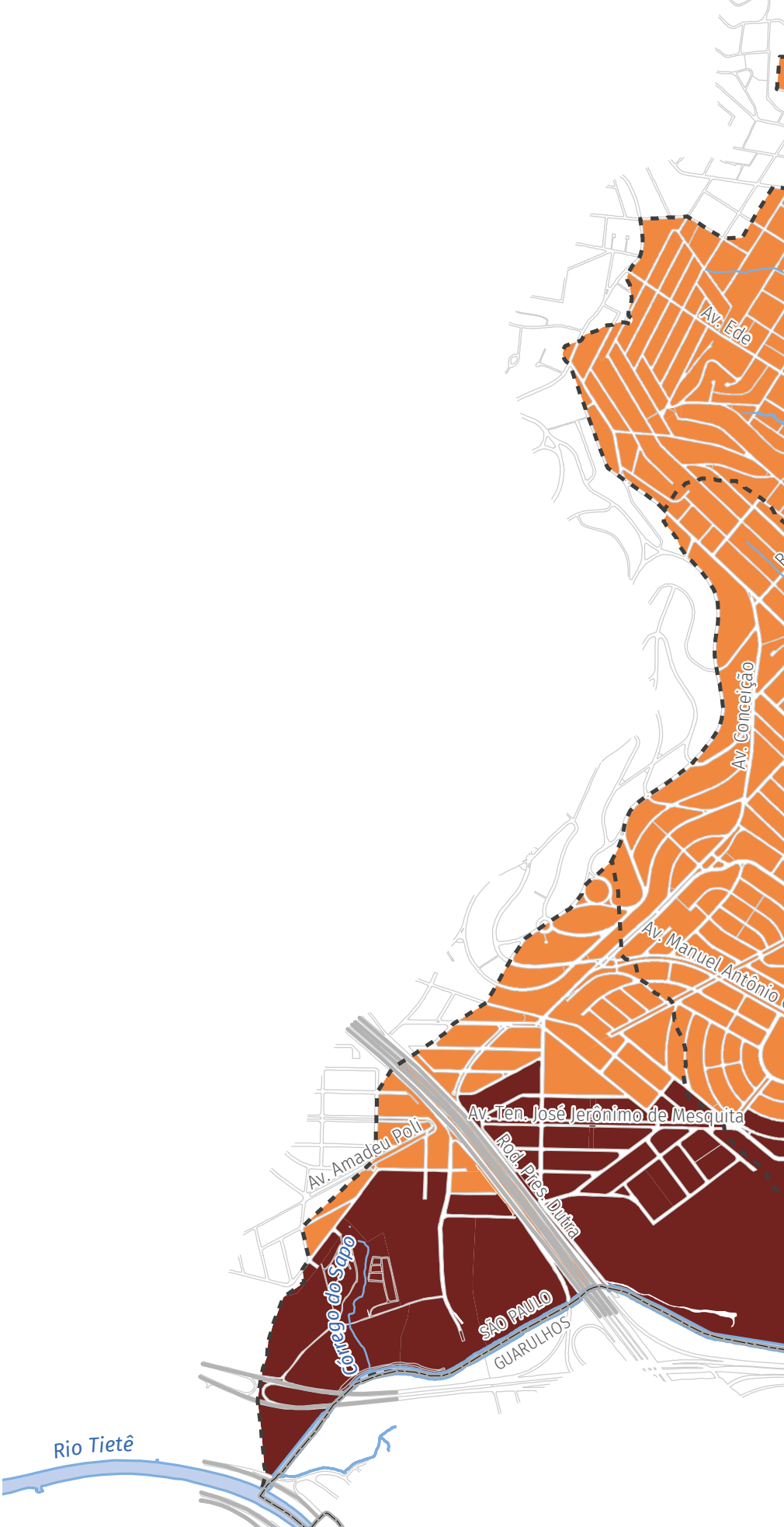
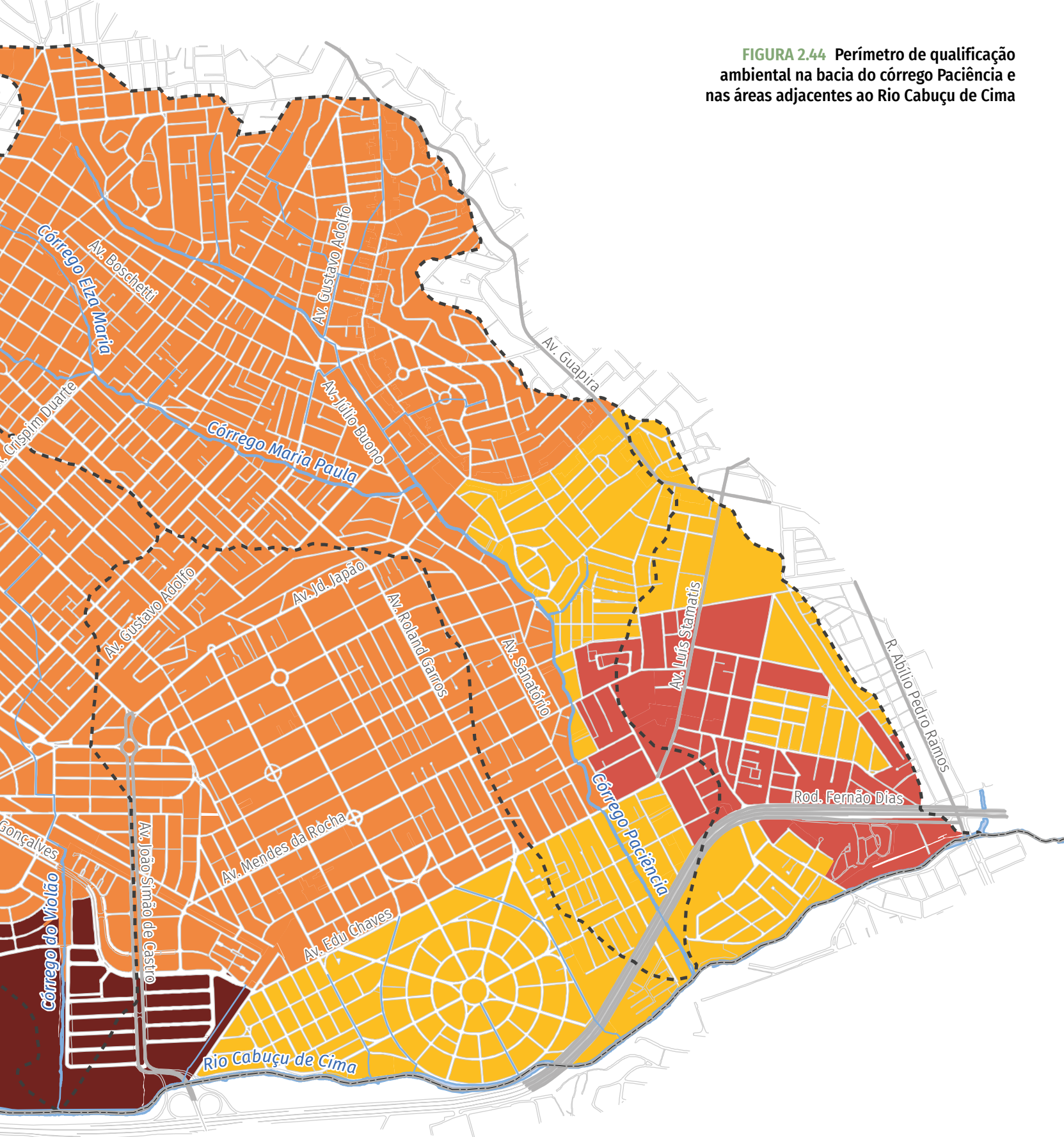


FIGURA 2.44 Perímetro de qualificação ambiental na bacia do córrego Paciência e nas áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima



Convenção

- Rede de drenagem
- Áreas de drenagem
- Quadra viária
- Limite municipal

Permeabilidade mínima exigida por lei (%)

- 0 – 9
- 9 – 15
- 15 – 75
- 75 – 100

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
Mapa Hidrográfico do Município (2024), FCTH (2024) e
Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (2016)



Fundação
Centro Tecnológica
de Hidráulica

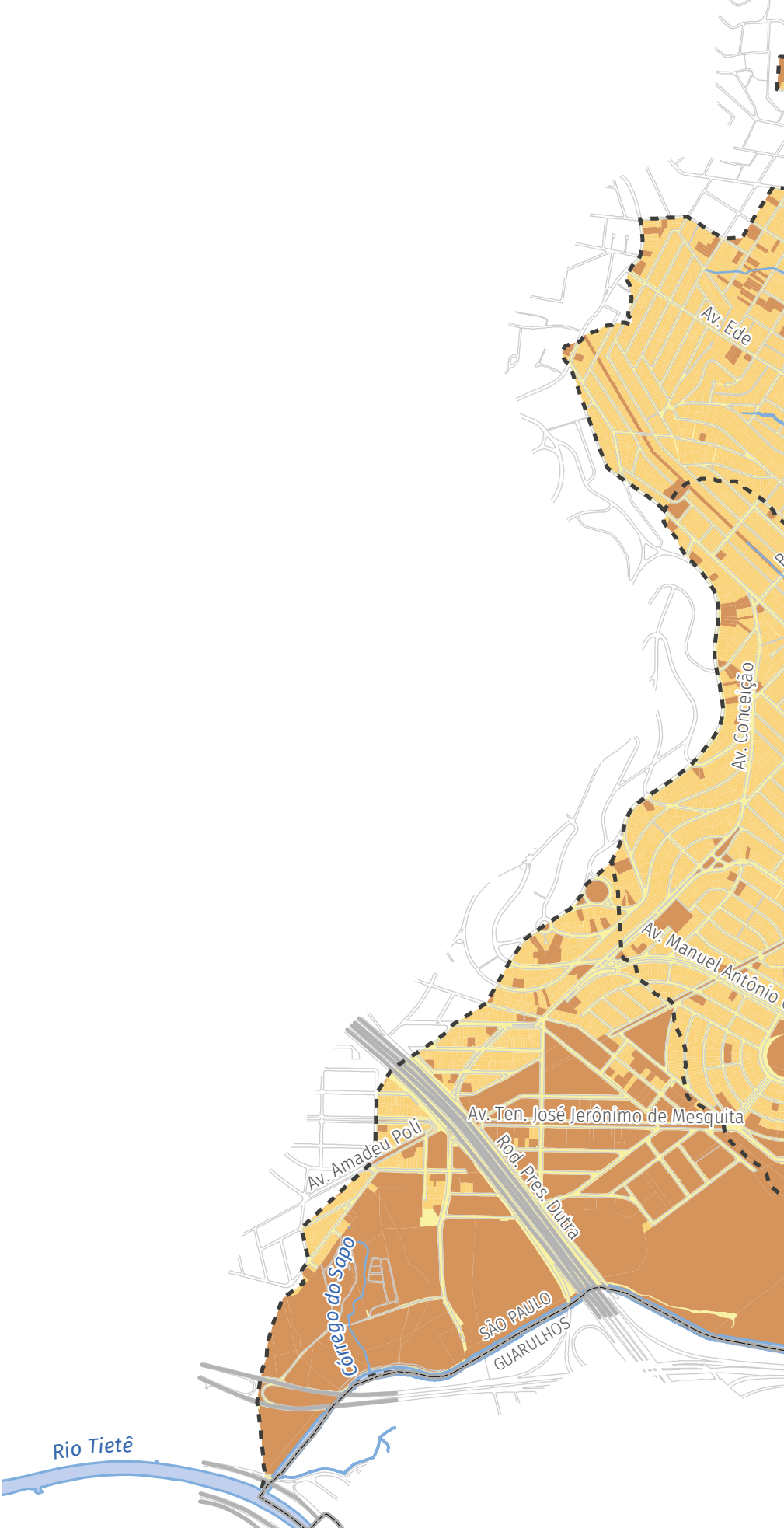


FIGURA 2.45 Taxa de permeabilidade mínima na bacia do córrego Paciência e nas áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima

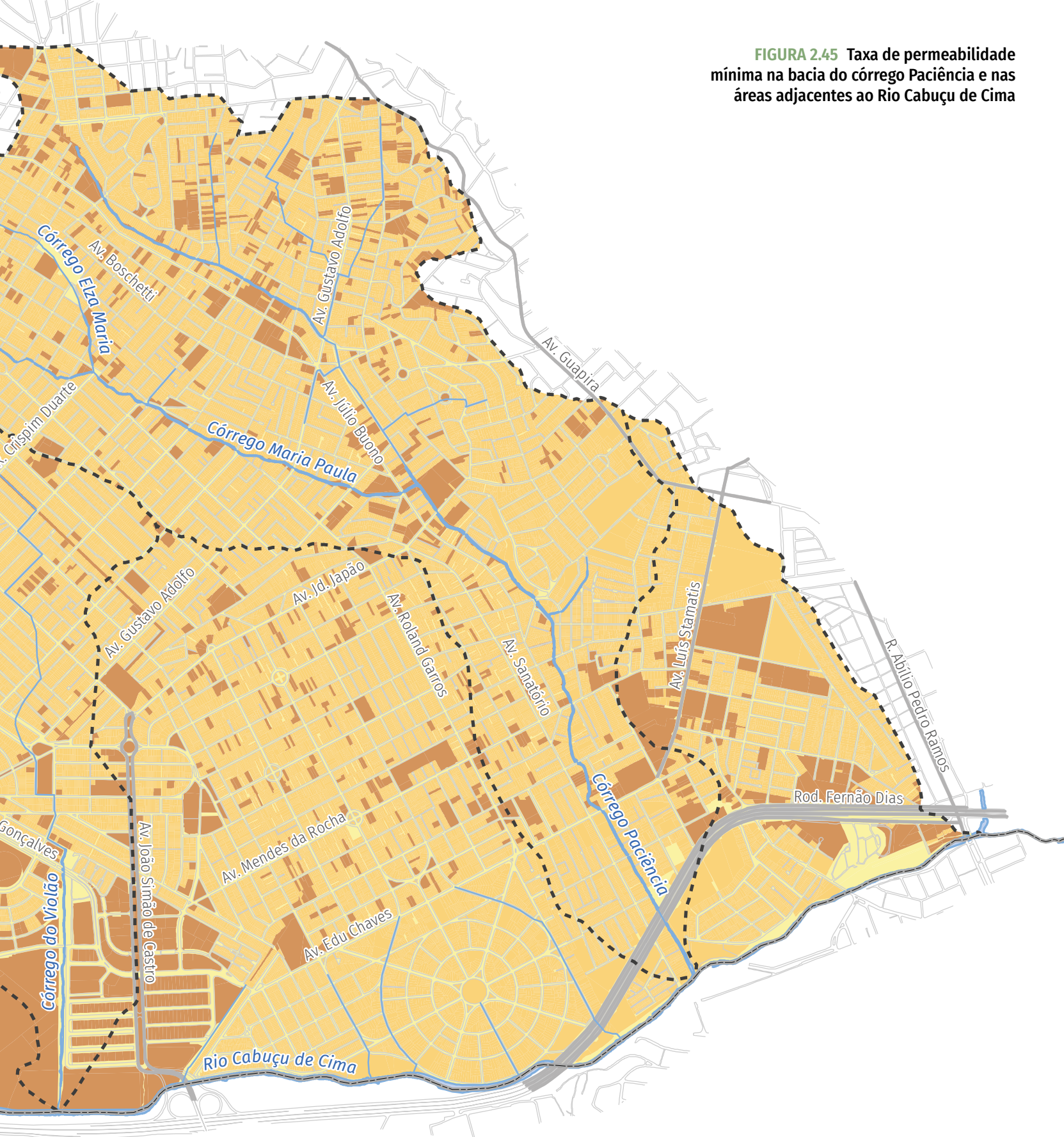


TABELA 2.3 Taxa de permeabilidade mínima nos perímetros de qualificação ambiental (Quadro 3A – Quota Ambiental)		
Perímetro de qualificação ambiental	Taxa de permeabilidade ^(a)	
	Lote ≤ 500 m²	Lote > 500 m²
PA1	0,15	0,25
PA2	0,15	0,25
PA3	0,15	0,25
PA4	0,15	0,25
PA5	0,15	0,25
PA6	0,15	0,20
PA7	0,15	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.

2.9 POPULAÇÃO

2.9.1 DENSIDADE DEMOGRÁFICA

A **FIGURA 2.46** apresenta a densidade populacional da bacia do córrego Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima, onde residem 217 mil habitantes (IBGE, 2022).

Foram adotadas cinco classes de densidade demográfica (habitantes/hectare), 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)¹⁹.

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 podem conduzir a processos de exclusão. Em

¹⁹. 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 a bacia do córrego Paciência e para as áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima. Na **FIGURA 2.47**, é apresentado o mapa desse índice na área de drenagem.

TABELA 2.4 Grupos do IPVS na bacia do córrego Paciência e nas áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima

Grupo	IPVS 2010	Situação socioeconômica	Ciclo de vida familiar	Situação e tipo de setores por grupo	Classificação IPVS (% área)
					ACD
0	Sem informação	–	–	–	1,2
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	69,6
3	Vulnerabilidade baixa	Média	Famílias jovens	Urbanos e rurais não especiais e subnormais	20,2
4	Vulnerabilidade média	Baixa	Famílias adultas e idosas	Urbanos não especiais e subnormais	6,5
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	0,9
7	Altíssima vulnerabilidade	Baixa	Famílias idosas, adultas e jovens em setores rurais	Rurais	–

Convenção

- Rede de drenagem
- Áreas de drenagem
- Quadra viária
- Limite municipal

Densidade demográfica (hab/ha)

- 0 – 15
- 16 – 50
- 51 – 150
- 151 – 350
- 351 – 1.437

Nº de habitantes: 217 mil (IBGE, 2022)

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
Mapa Hidrográfico do Município (2024), FCTH (2024)
e Censo Demográfico – IBGE (2022)



Fundação
Centro Tecnológica
de Hidráulica

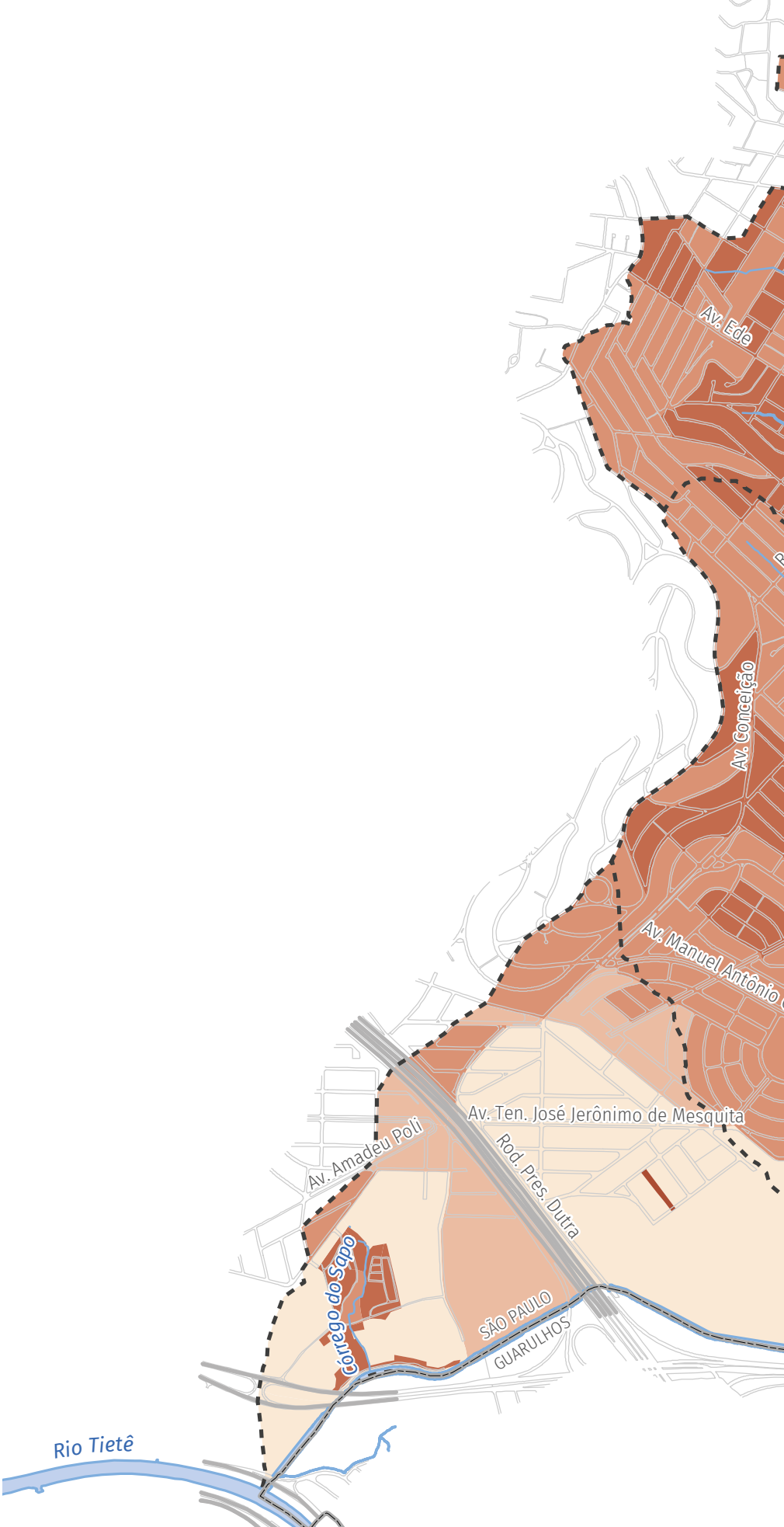
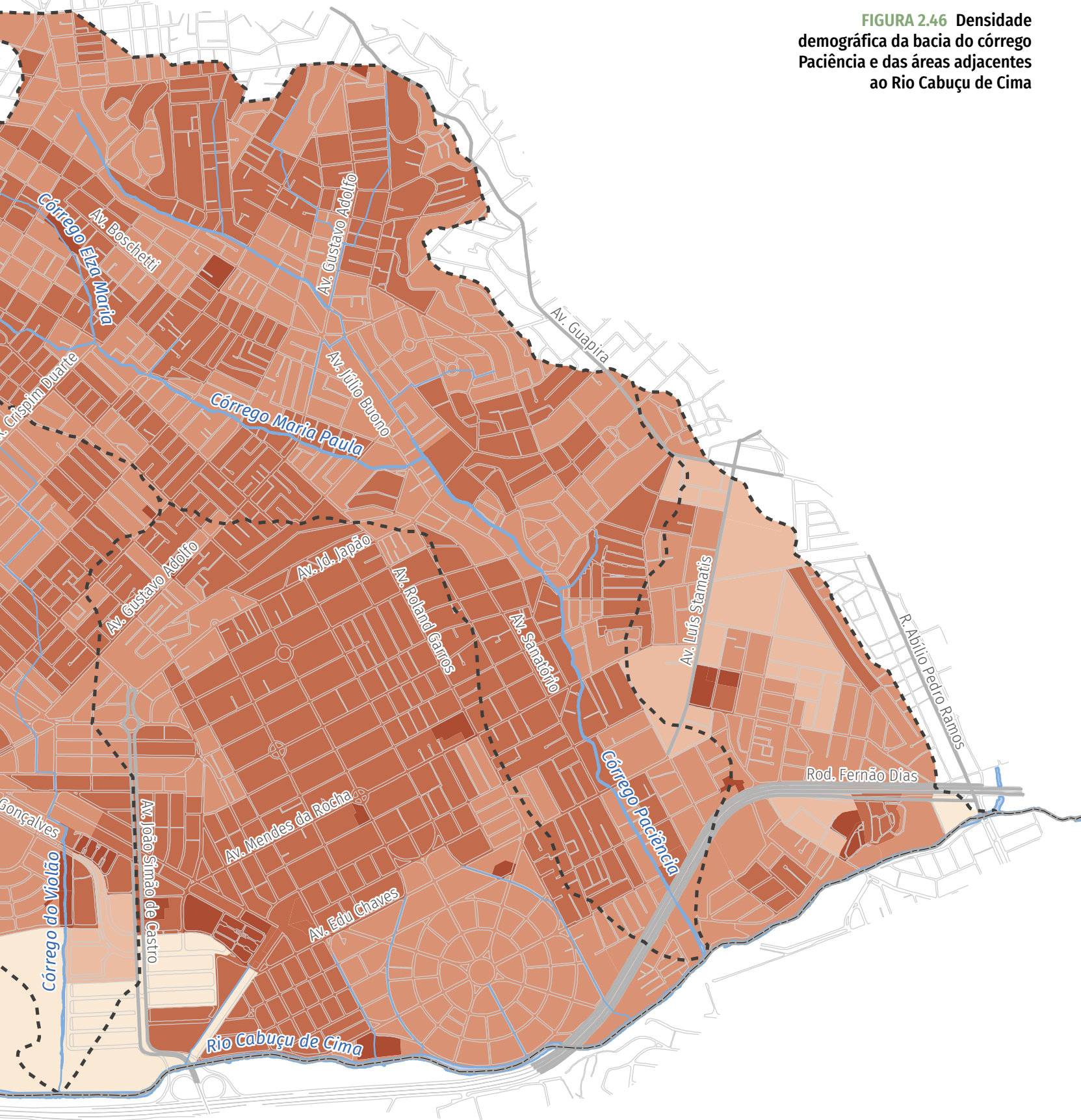


FIGURA 2.46 Densidade demográfica da bacia do córrego Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima



Convenção

- Rede de drenagem
- Áreas de drenagem
- Quadra viária
- Limite municipal

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 23)

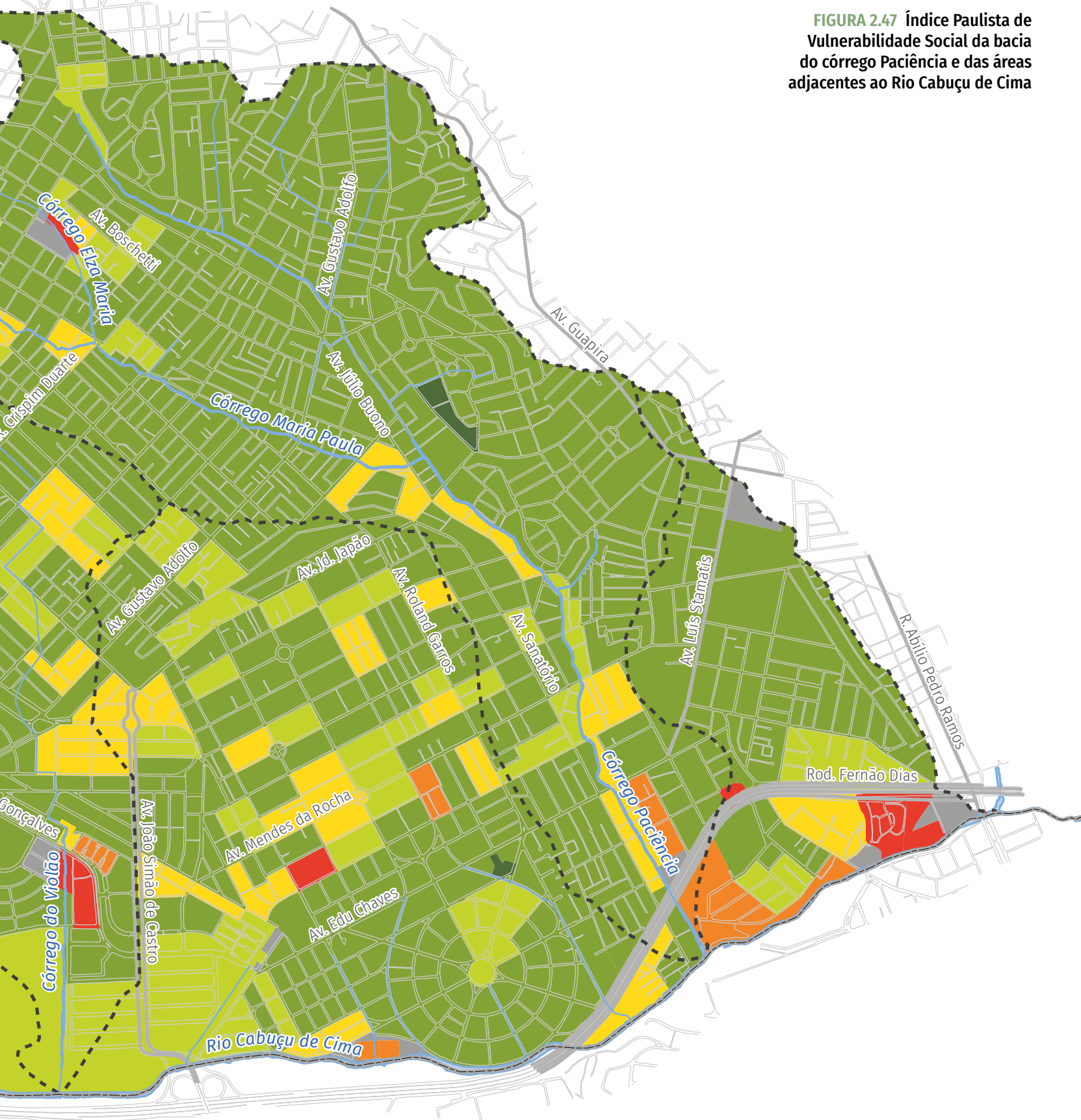
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
Mapa Hidrográfico do Município (2024), FCTH (2024),
Censo Demográfico – IBGE (2010) e SEADE (2010)



Fundação
Centro Tecnológica
de Hidráulica



FIGURA 2.47 Índice Paulista de Vulnerabilidade Social da bacia do córrego Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima



2.10 DIVISÃO ADMINISTRATIVA MUNICIPAL

A administração territorial da bacia do córrego Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima se dá pelas subprefeituras de Santana-Tucuruvi, Jaçanã-Tremembé e Vila Maria-Vila Guilherme.

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 2.48** indica a divisão territorial administrativa da bacia do córrego Paciência e áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima.

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 esgotos²⁰.

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 2.49** apresenta a rede e os coletores de esgoto existentes e previstos na bacia do córrego Paciência e nas áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima.

20. Art. 209 da Lei nº 16.050/2014.

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.

Esse tipo de ocupação não ocorreu no caso do córrego Paciência, cujo leito fica predominantemente confinado nos fundos de lotes, bastante degradado e com pouco acesso, porque não houve um plano urbanístico na área que incluísse a preservação das margens do córrego e o acesso para a sua limpeza.

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.

A bacia do córrego Paciência e as áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima são cortadas pela Rodovia Presidente Dutra e pela Rodovia Fernão Dias na parte baixa. Outras vias que se destacam e que estão localizadas nos limites da área de drenagem são, entre outras, a Avenida João Simão de Castro e a Avenida Luís Stamatis. A **FIGURA 2.50** apresenta o sistema viário estrutural da bacia do córrego Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima.

Convenção

- Rede de drenagem
- Áreas de drenagem
- Quadra viária
- Limite municipal

VILA MARIA-VILA GUILHERME

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

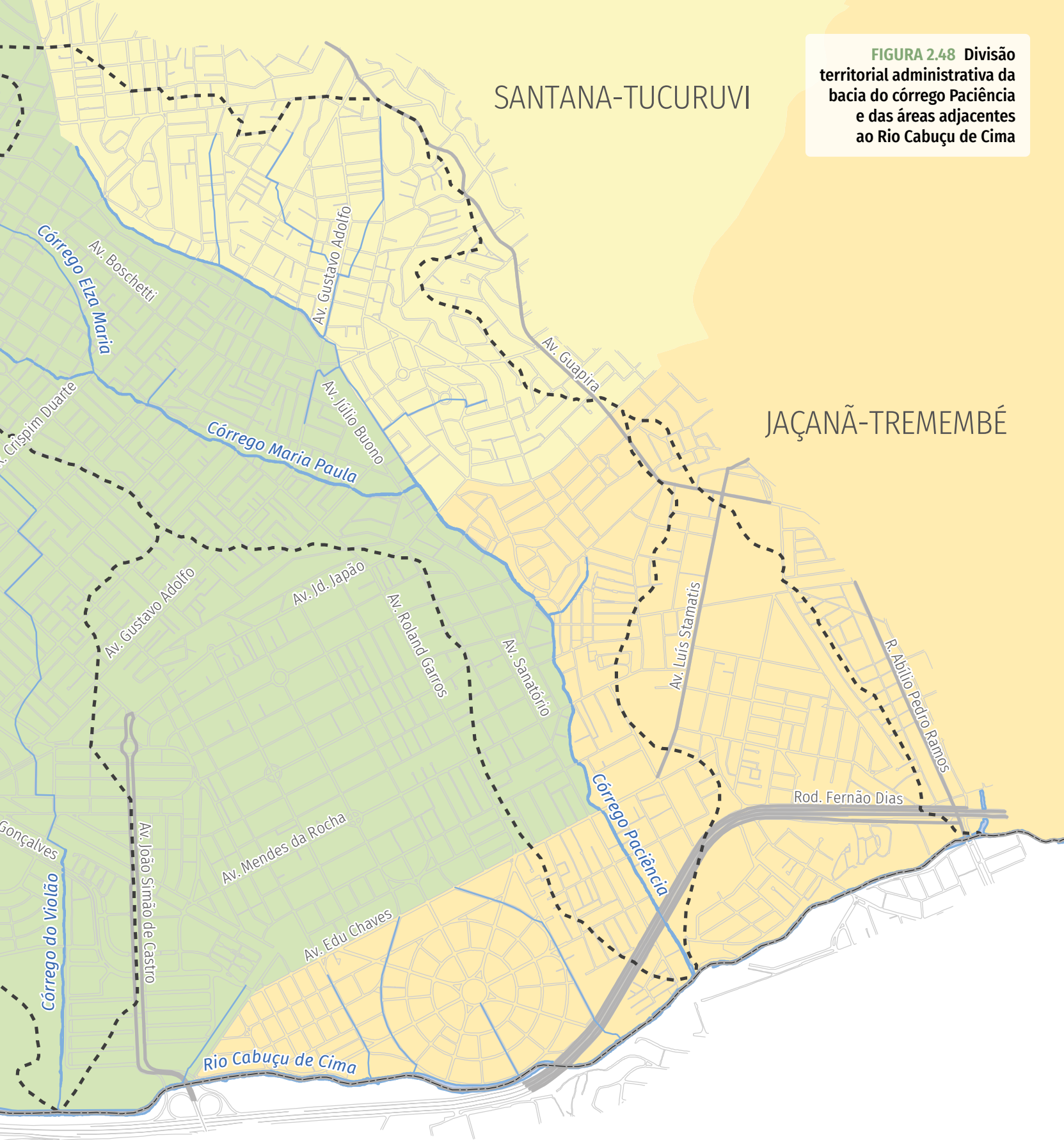
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
Mapa Hidrográfico do Município (2024) e FCTH (2024)



Fundação
Centro Tecnológica
de Hidráulica



FIGURA 2.48 Divisão territorial administrativa da bacia do córrego Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima



Convenção

- Rede de drenagem
- Áreas de drenagem
- Quadra viária
- Limite municipal

Esgotamento sanitário

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

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
Mapa Hidrográfico do Município (2024), FCTH (2024)
e Plano Diretor Estratégico (2014)



Fundação
Centro Tecnológica
de Hidráulica

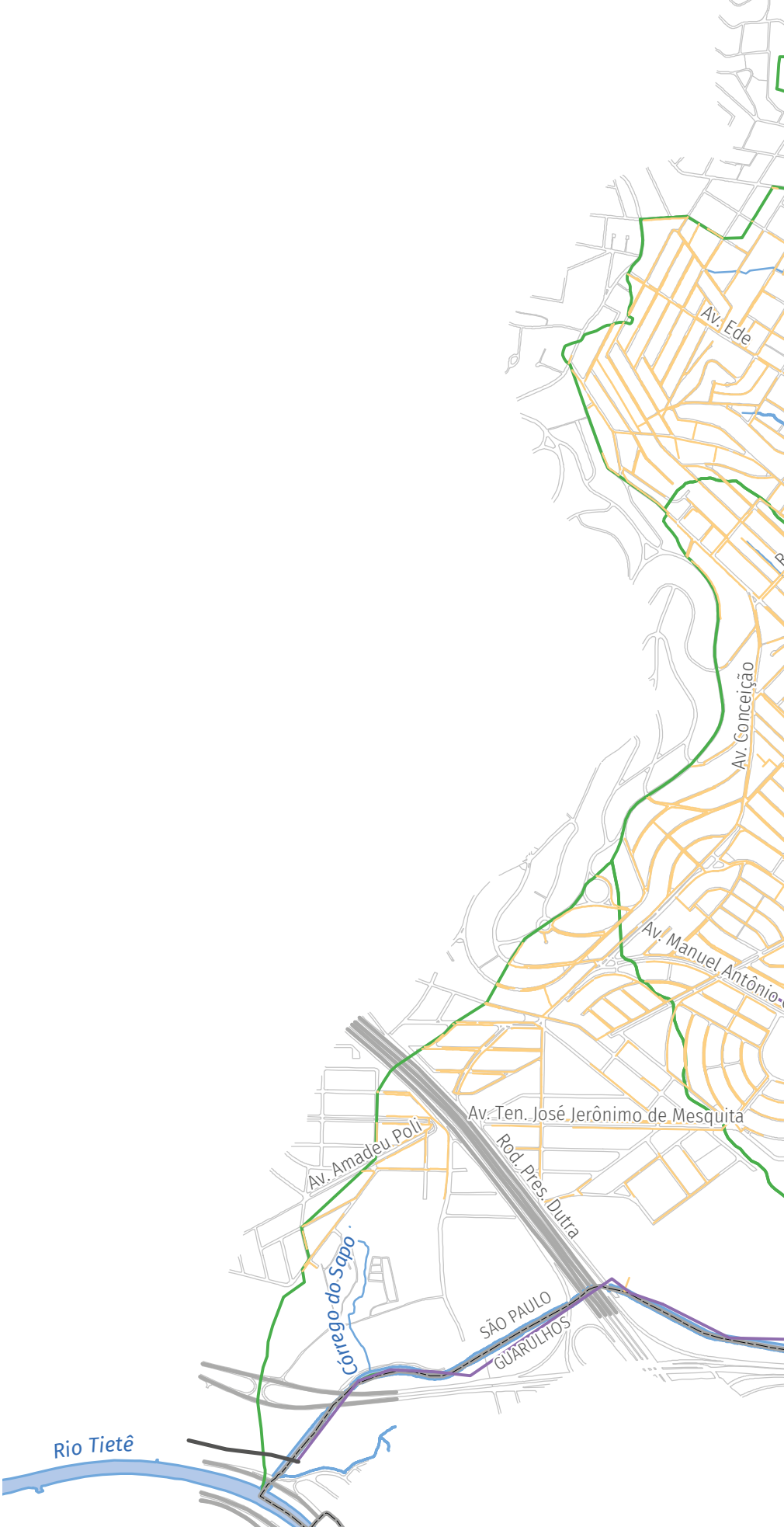
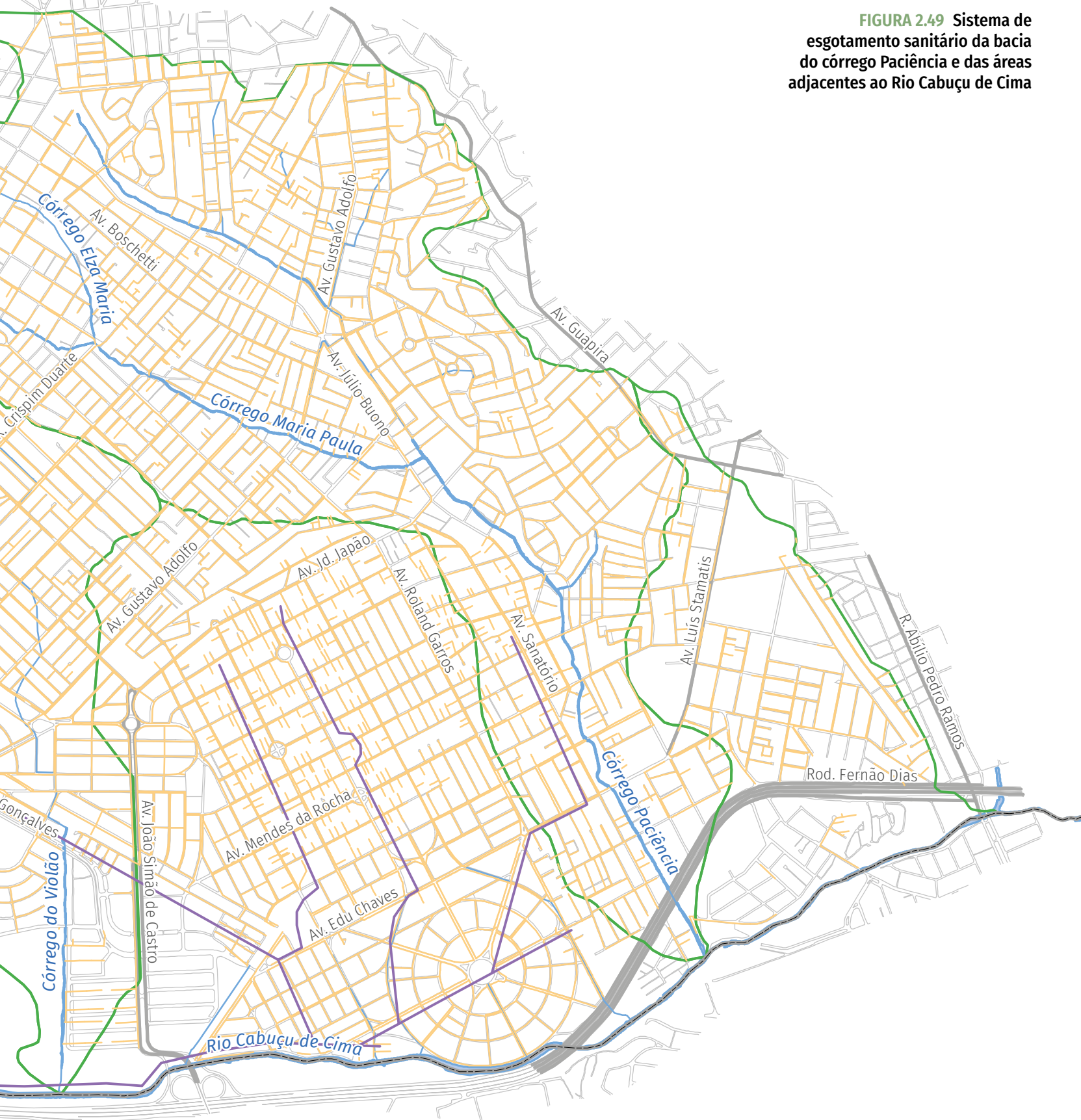


FIGURA 2.49 Sistema de esgotamento sanitário da bacia do córrego Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima



Convenção

- Rede de drenagem
- Áreas de drenagem
- Quadra viária
- Limite municipal

Sistema viário

- VRT – Via de Trânsito Rápido e rodovia
- Via arterial

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
Mapa Hidrográfico do Município (2024), FCTH (2024)
e CET (2019)



Fundação
Centro Tecnológica
de Hidráulica

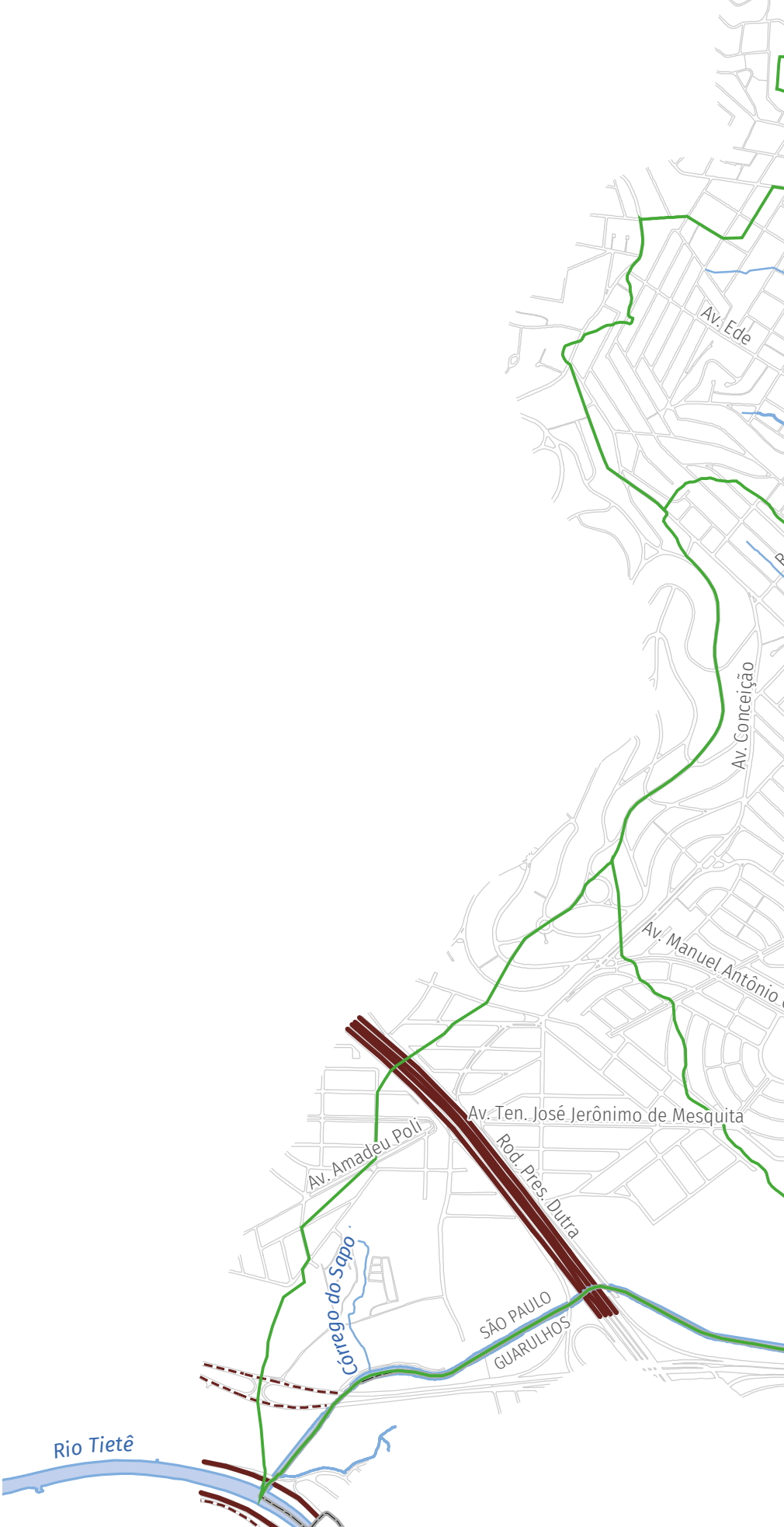
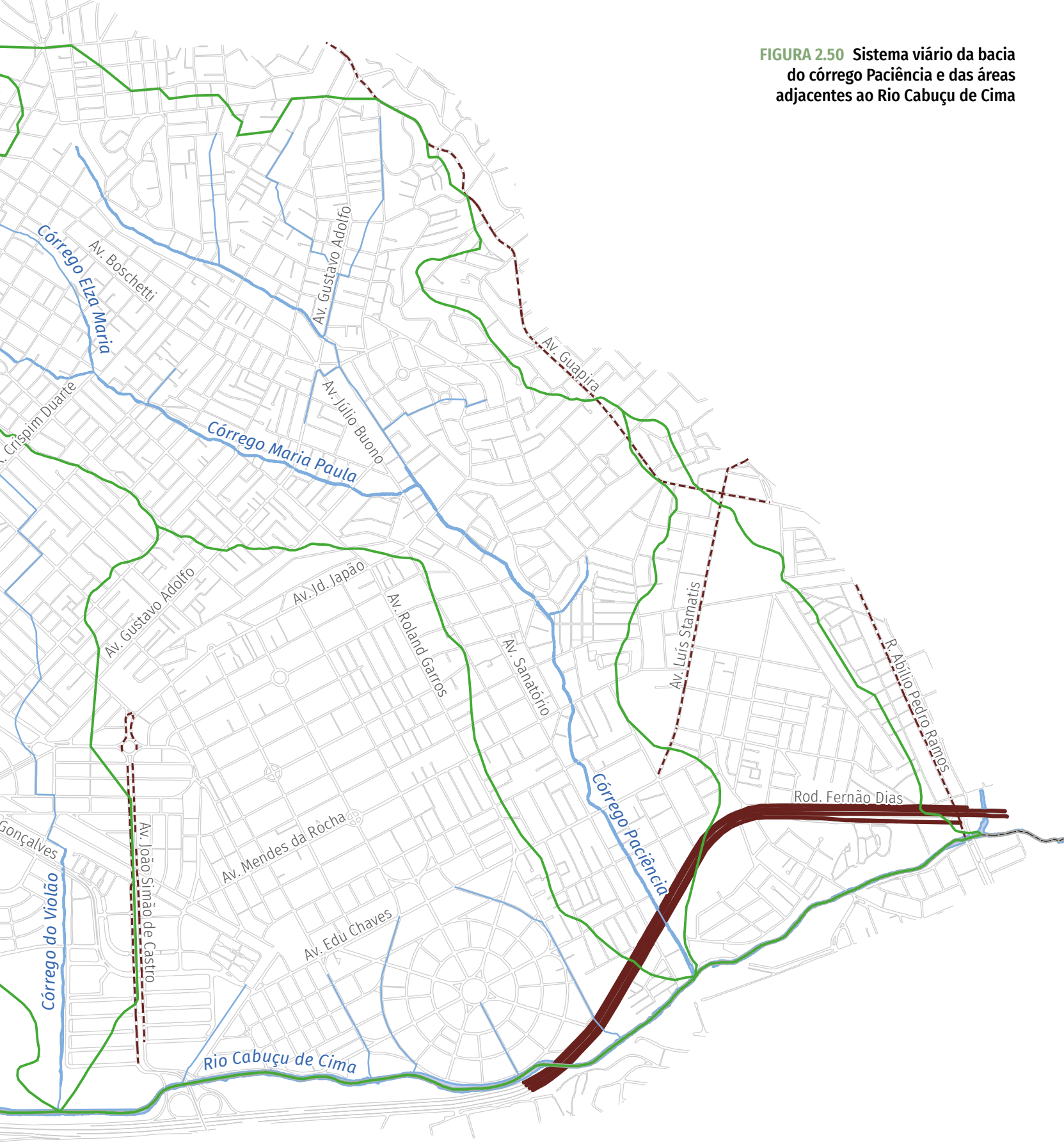


FIGURA 2.50 Sistema viário da bacia do córrego Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima



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: as precipitações, 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 influi diretamente nas 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 na bacia do córrego Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima, 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 da bacia hidrográfica. Essas características estatísticas e esses parâmetros são considerados através de dois elementos básicos:

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

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

A 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 da bacia do córrego Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima 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)²¹.

21. 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 1 hora.

Desse modo, foram calculadas as precipitações para diferentes períodos de retorno e duração da chuva de 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)²², 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)²³, em que foram analisados eventos extremos de precipitação na região de Illinois, a precipitação é classificada em quartis e determina-se,

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

23. 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	8,4	11,4	13,4	15,9	19,6
20	11,7	15,9	18,7	22,2	27,4
30	9,5	12,9	15,1	17,9	22,1
40	6,9	9,3	10,9	13,0	16,0
50	2,3	3,2	3,7	4,4	5,4
60	0,6	0,8	0,9	1,1	1,4
Precipitação total acumulada	39,5	53,6	62,8	74,7	92,1

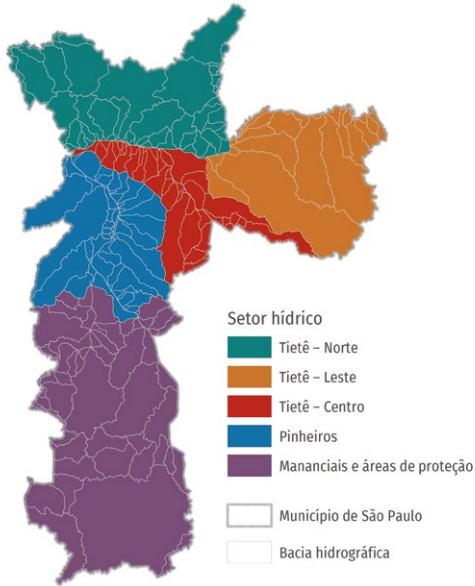
para cada quartil, as curvas de probabilidade de excedência da precipitação sobre uma precipitação adimensional.

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 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 da área em estudo, localizada no setor hídrico Tietê – Norte, foram analisados 1.435 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 nova distribuição temporal da chuva.

TABELA 3.2 Número de postos telemétricos analisados em cada setor hídrico		
Setor	Número de postos analisados	Mapa dos setores
Pinheiros	22	 Setor hídrico - Tietê - Norte - Tietê - Leste - Tietê - Centro - Pinheiros - Mananciais e áreas de proteção Município de São Paulo Bacia hidrográfica
Tietê – Centro	18	
Tietê – Leste	29	
Tietê – Norte	21	
Mananciais	7	

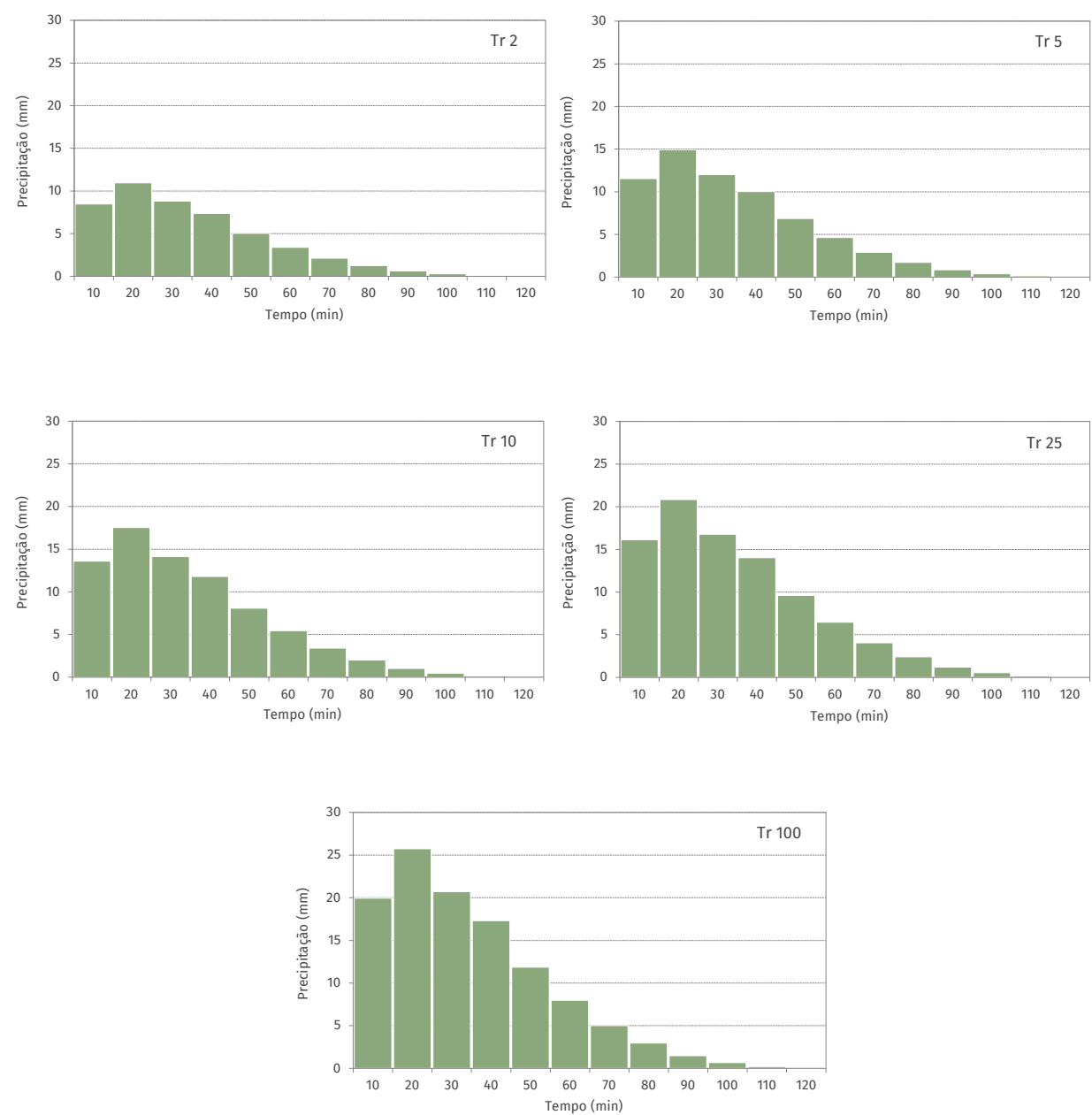


FIGURA 3.1 Hietogramas de projeto para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 25 e 100 anos

3.2 SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS

Para fins de modelagem, a bacia do córrego Paciência e as áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima foram divididas em 20 sub-bacias, obedecendo 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 Principais características físicas das sub-bacias

Sub-bacia	Área (km²)	Declividade média da sub-bacia (%)	Comprimento do talvegue (m)	Sub-bacia	Área (km²)	Declividade média da sub-bacia (%)	Comprimento do talvegue (m)
PAC-01	0,43	18,27	868	VIO-01	1,45	11,58	1.954
PAC-02	0,54	20,16	1.012	VIO-02	0,51	6,82	1.042
PAC-03	0,58	20,99	1.038	SAP-01	0,22	17,13	600
PAC-04	0,47	17,52	630	ACD-01	1,39	6,77	2.100
PAC-05	0,40	21,24	1.289	ACD-02	1,07	5,97	2.330
PAC-06	0,47	20,99	1.179	ACD-03	0,75	6,86	2.200
PAC-07	0,78	17,56	1.405	ACD-04	0,48	6,51	2.150
PAC-08	0,48	11,74	902	ACD-05	1,30	8,10	2.330
PAC-09	0,40	9,10	902	ACD-06	1,42	10,47	1.200
PAC-10	0,81	7,15	1.440	ACD-07	0,09	14,18	200

Convenção

- Rede de drenagem
- Áreas de drenagem
- Quadra viária
- Limite municipal

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

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



Fundação
Centro Tecnológica
de Hidráulica

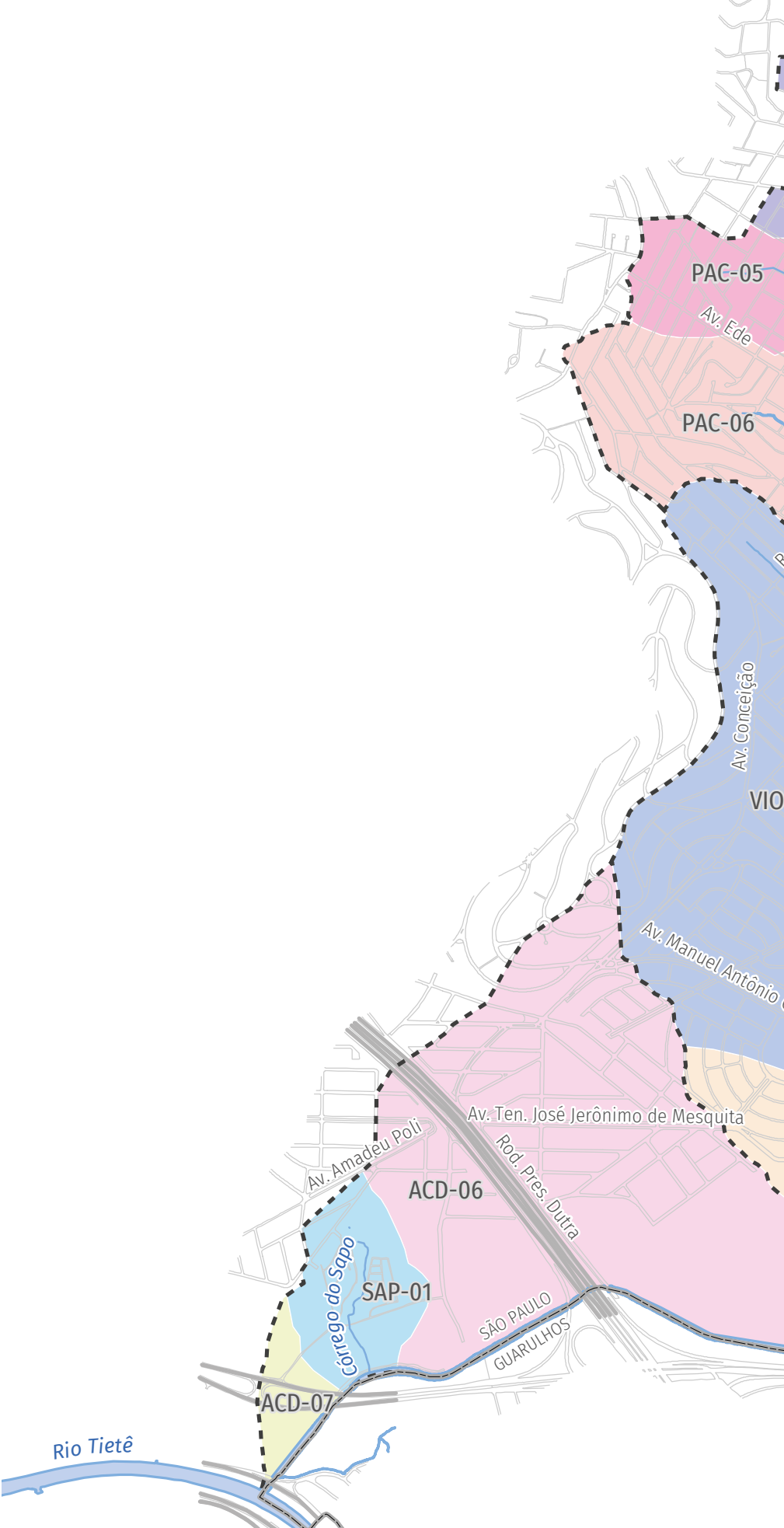
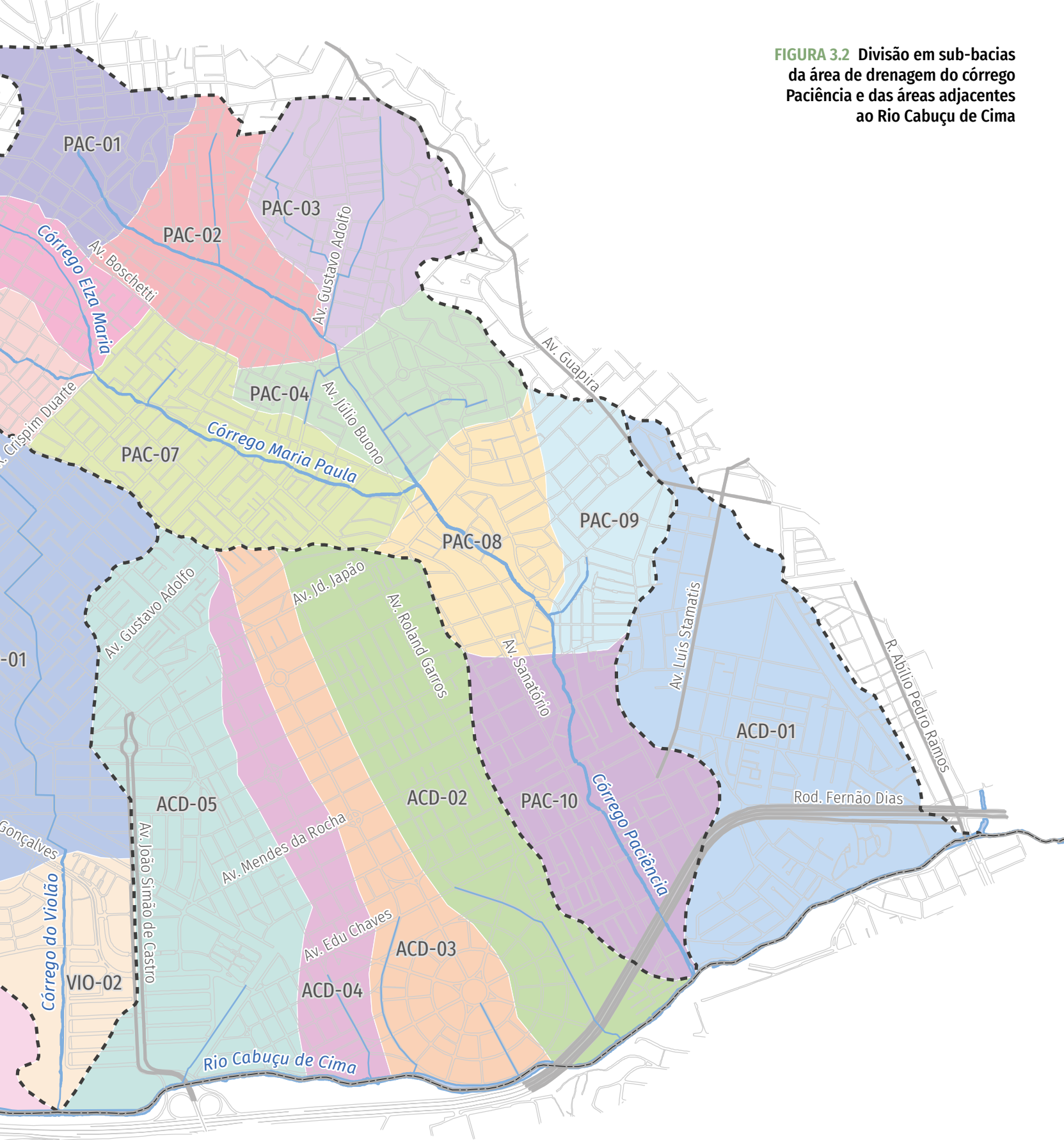


FIGURA 3.2 Divisão em sub-bacias da área de drenagem do córrego Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima



3.3 IMPERMEABILIZAÇÃO DA ÁREA DE DRENAGEM

A área impermeável atual foi estimada por meio de fotointerpretação de imagens aéreas disponíveis para a região de estudo²⁴. Essa avaliação consistiu na identificação das áreas permeáveis, ou espaços abertos, e impermeáveis, de acordo com cada uso do solo identificado nessa área de drenagem.

Para essa avaliação, foram selecionadas quadras com tipologias de uso do solo homogêneas e analisadas todas as tipologias de solo presentes na área 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; as áreas edificadas, que incluem as edificações e 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 Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima 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	88
Comércio, Serviços, Indústria e Armazém	86
Equipamento urbano	69
Espaços abertos	23
Indústria e armazém	84
Pavimento	95
Residencial, Comércio e Serviços	86
Residencial, Indústria e Armazém	85
Residencial Horizontal Baixo Padrão	87
Residencial Horizontal Médio Alto Padrão	91
Residencial Vertical Baixo Padrão	80
Residencial Vertical Médio Alto Padrão	82

Assim, os valores de impermeabilização atual da bacia do córrego Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima

24. Como base dessa análise, foram utilizadas as ortofotos de alta resolução do Mapa Digital da Cidade (2017).

foram obtidos considerando as tipologias de uso do solo e as respectivas porcentagens de área impermeável. A **FIGURA 3.3** ilustra a impermeabilização atual da área de drenagem.

A metodologia adotada para a estimativa da impermeabilização máxima permitida para a área de drenagem 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 constam apresentados na **TABELA 2.3**.

A impermeabilização máxima permitida foi estimada a partir da complementação dos valores exigidos para a permeabilidade mínima. Assim, respeitando os valores exigidos, a taxa de impermeabilização máxima 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 córrego Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima, para a condição atual e máxima permitida por lei.

No total das 20 sub-bacias, 13 delas já apresentam taxa de impermeabilidade maior que a máxima permitida, 6 apresentam valores iguais ou entre 10% e 20% abaixo da máxima permitida, e as demais estão com valores muito próximos do valor máximo permitido por lei.

Quando analisado o valor médio de área impermeável existente, observa-se que a variação possível entre os valores atuais e permitidos é pouco significativa. A impermeabilização atual é de 83,6%, e a permitida, de 85,8%. Analisando esse resultado hidrologicamente, tem-se que os valores estimados podem produzir alterações pouco significativas nos hidrogramas.

Convenção

- Rede de drenagem
- Áreas de drenagem
- Quadra viária
- Limite municipal

Área impermeável atual (%)

- 0 – 25
- 25 – 85
- 85 – 91
- 91 – 100

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

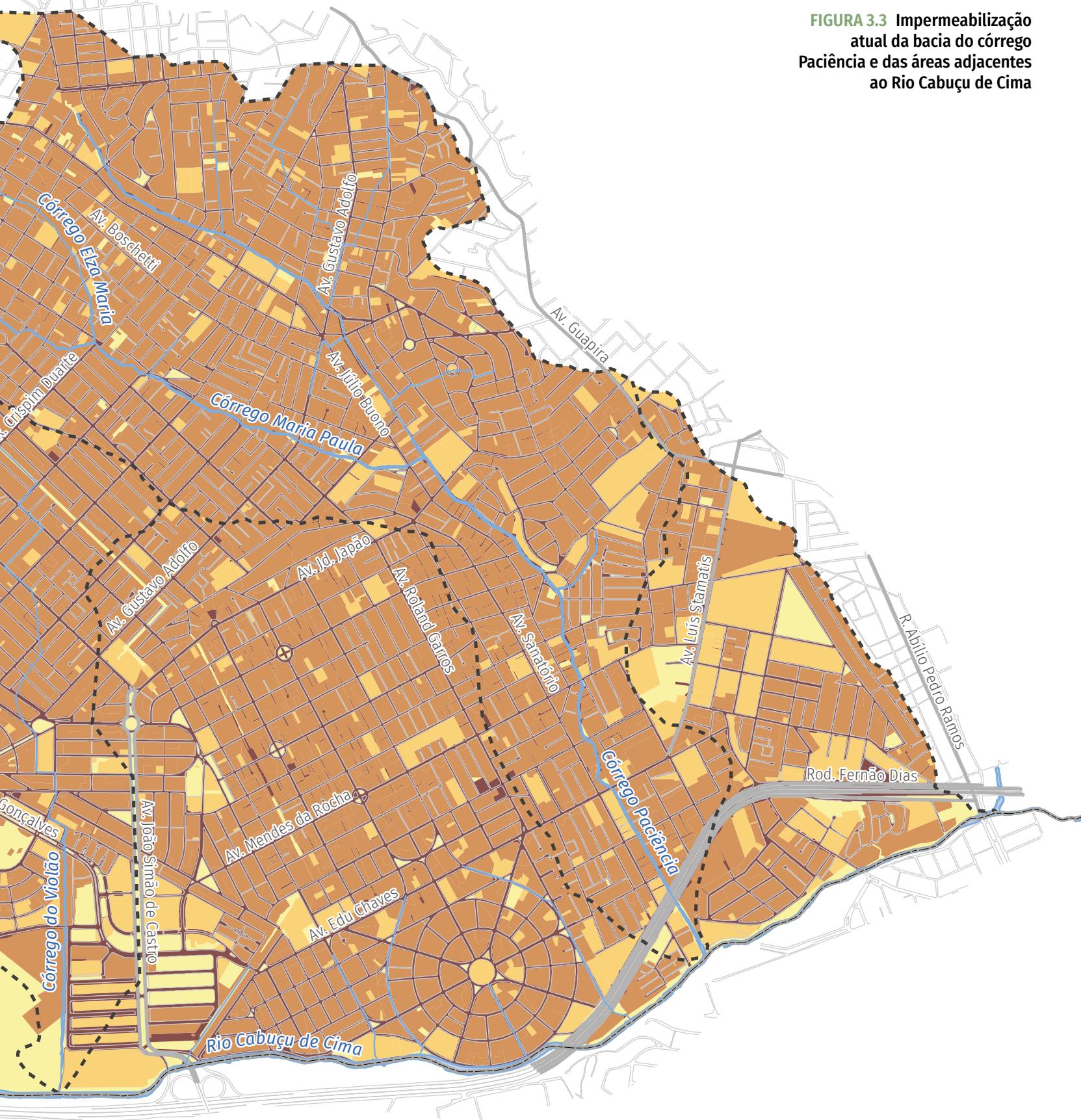
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
Mapa Hidrográfico do Município (2024), FCTH (2024)
e Secretaria Municipal da Fazenda (2013, atualizado)



Fundação
Centro Tecnológica
de Hidráulica



FIGURA 3.3 Impermeabilização atual da bacia do córrego Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima



Convenção

- Rede de drenagem
- Áreas de drenagem
- Quadra viária
- Limite municipal

Área impermeável máxima permitida por lei (%)

- 0 – 25
- 25 – 85
- 85 – 91
- 91 – 100

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
Mapa Hidrográfico do Município (2024), FCTH (2024) e
Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (2016)



Fundação
Centro Tecnológica
de Hidráulica

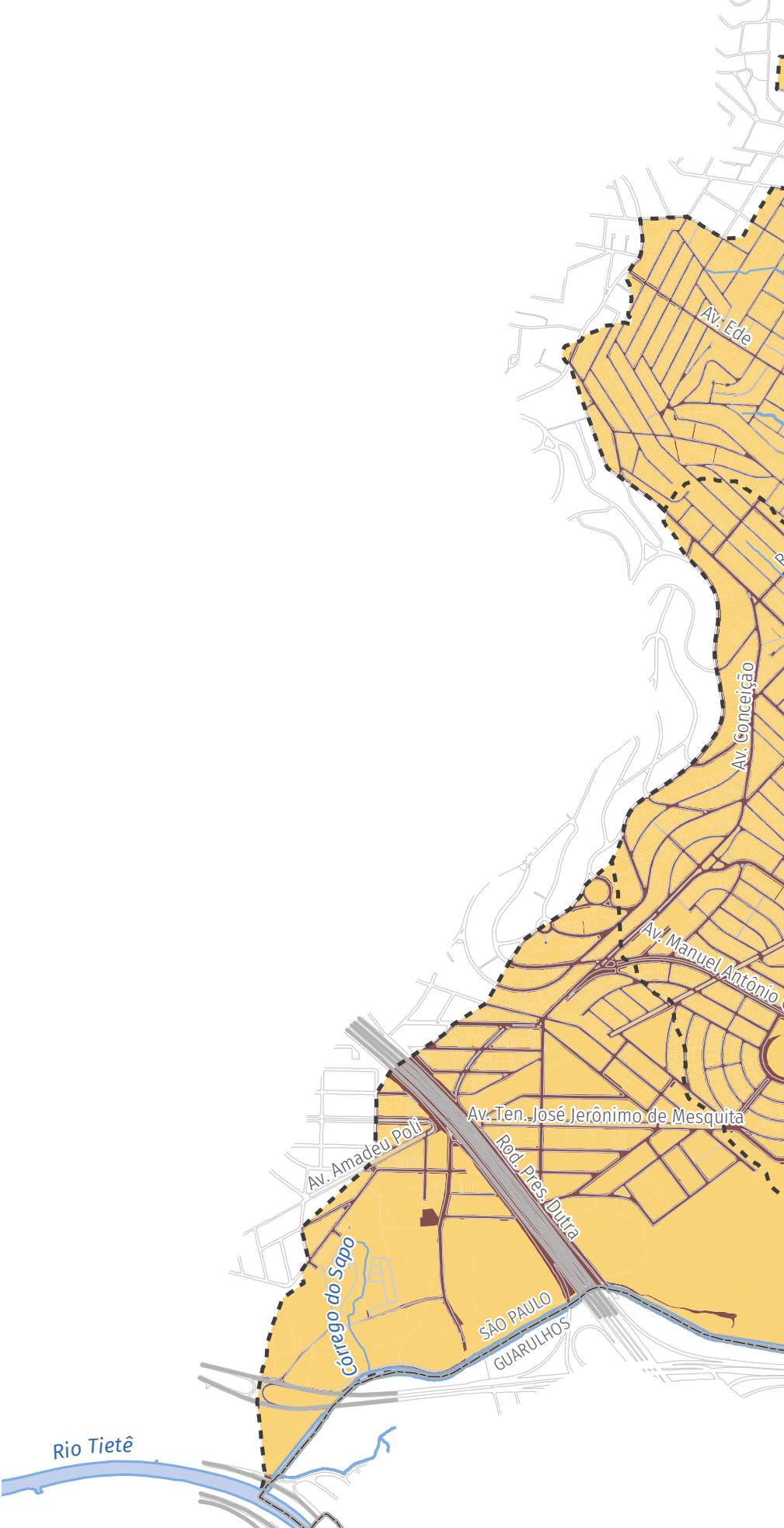


FIGURA 3.4 Impermeabilização máxima permitida da bacia do córrego Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima

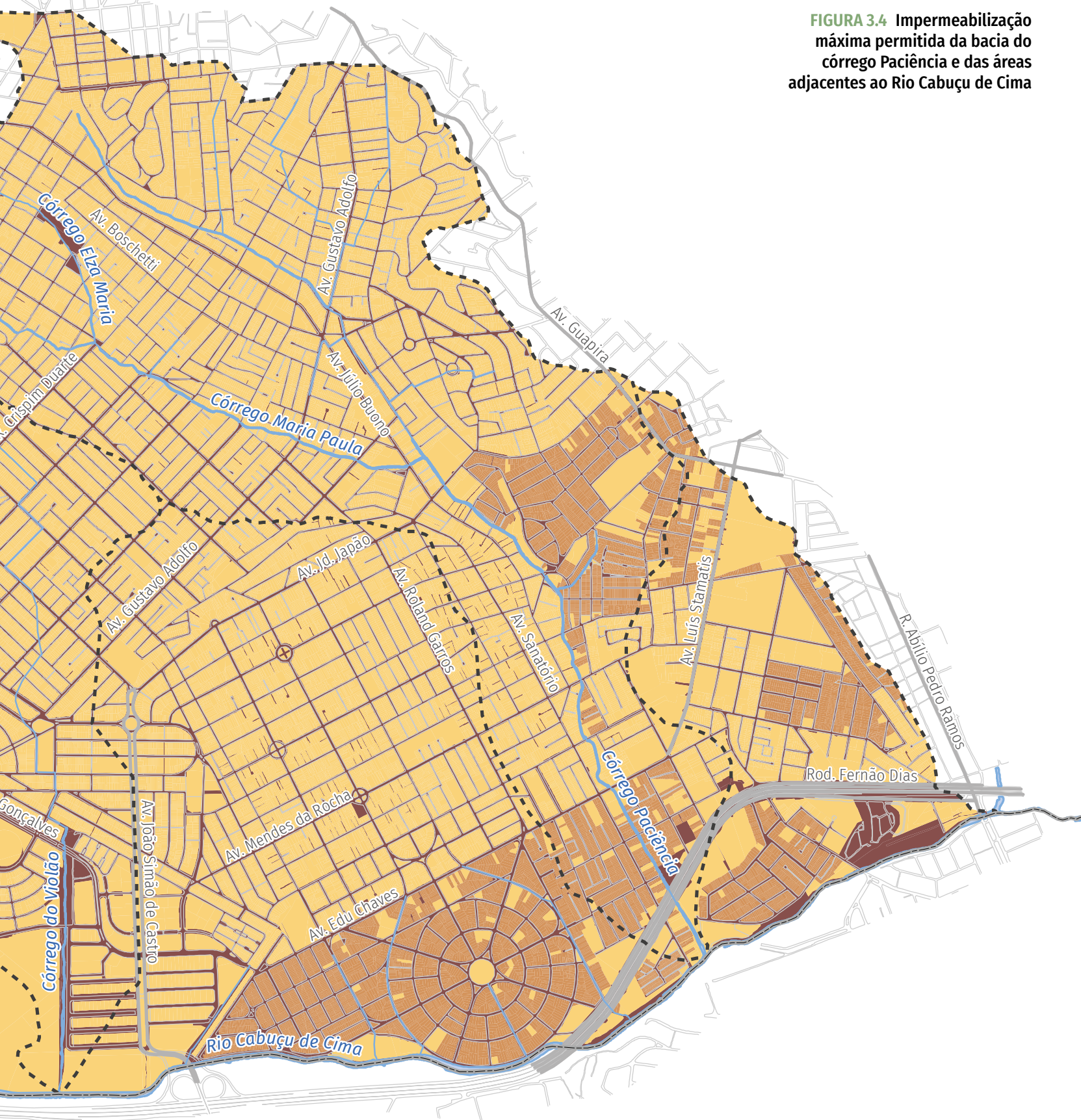


TABELA 3.6 Área impermeável atual e a máxima permitida por lei					
Sub-bacias	Área impermeável (%)		Sub-bacias	Área impermeável (%)	
	Atual	Máxima permitida		Atual	Máxima permitida
PAC-01	88,2	86,4	VIO-01	87,4	87,1
PAC-02	89,0	86,0	VIO-02	77,5	83,8
PAC-03	89,5	86,2	SAP-01	69,7	77,5
PAC-04	89,6	86,9	ACD-01	83,4	86,7
PAC-05	89,6	86,7	ACD-02	88,2	87,9
PAC-06	89,8	87,0	ACD-03	88,9	88,7
PAC-07	89,4	86,8	ACD-04	88,5	87,9
PAC-08	89,6	87,5	ACD-05	82,5	85,9
PAC-09	88,7	88,9	ACD-06	68,3	81,7
PAC-10	88,5	87,4	ACD-07	45,2	78,3
Média				83,6	85,8

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. Esse mapa considera as áreas inundáveis associadas ao risco hidrológico, ao risco de inundação, ao sistema viário estrutural e aos equipamentos urbanos 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, conforme mostra a **FIGURA 4.1**.

Avaliou-se também a condição das áreas suscetíveis a inundações quando o Rio Cabuçu de Cima se encontra em seu nível máximo já aferido nos registros de monitoramento fluviométrico. Essa condição é apresentada na **FIGURA 4.2**.

Convenção

- Rede de drenagem
- Áreas de drenagem
- Quadra viária
- Limite municipal

Período de retorno (anos)

- 2
- 5
- 10
- 25
- 100

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

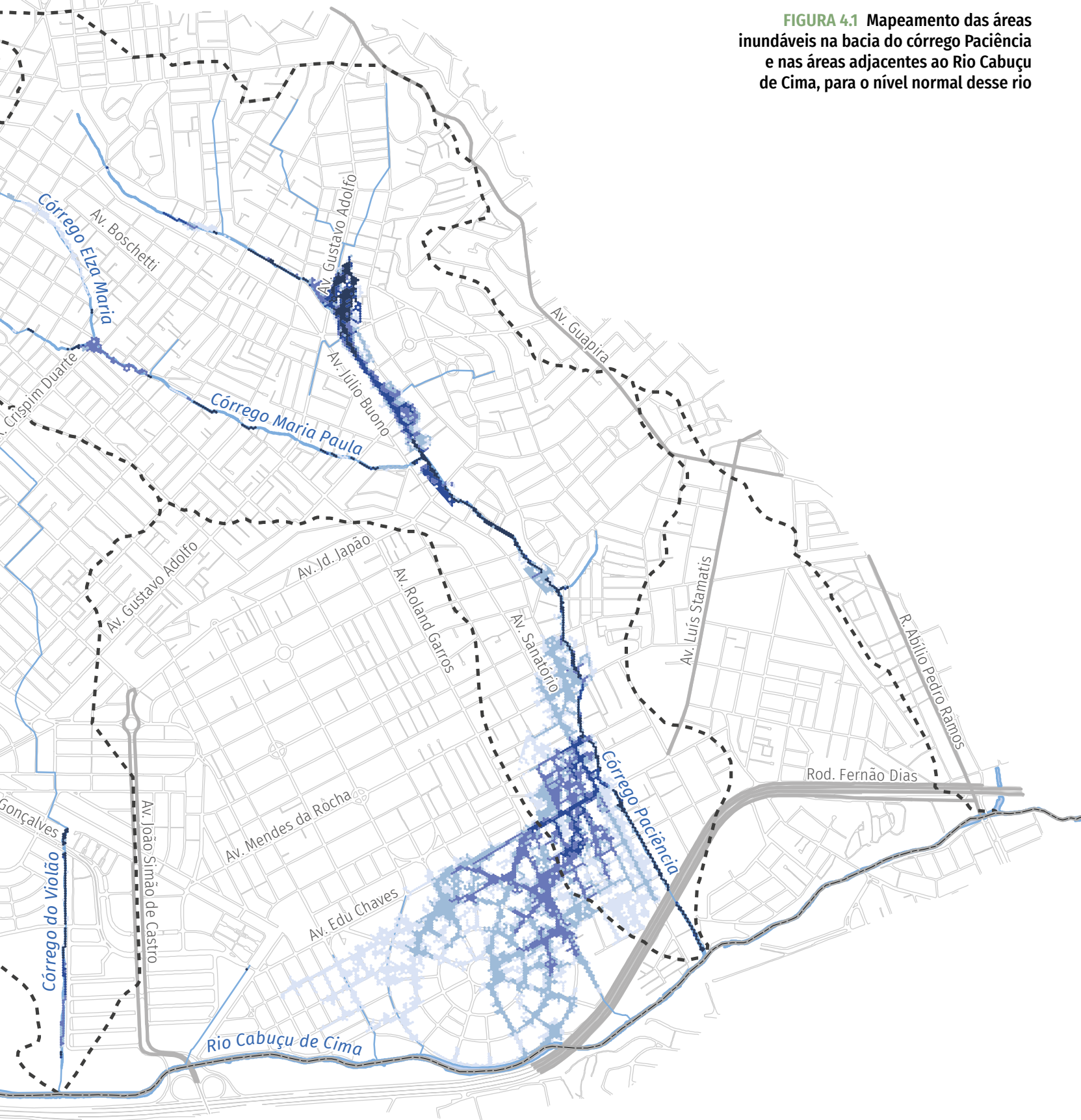
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
Mapa Hidrográfico do Município (2024) e FCTH (2024)



Fundação
Centro Tecnológica
de Hidráulica



FIGURA 4.1 Mapeamento das áreas inundáveis na bacia do córrego Paciência e nas áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima, para o nível normal desse rio



Convenção

- Rede de drenagem
- Áreas de drenagem
- Quadra viária
- Limite municipal

Período de retorno (anos)

- 2
- 5
- 10
- 25
- 100

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

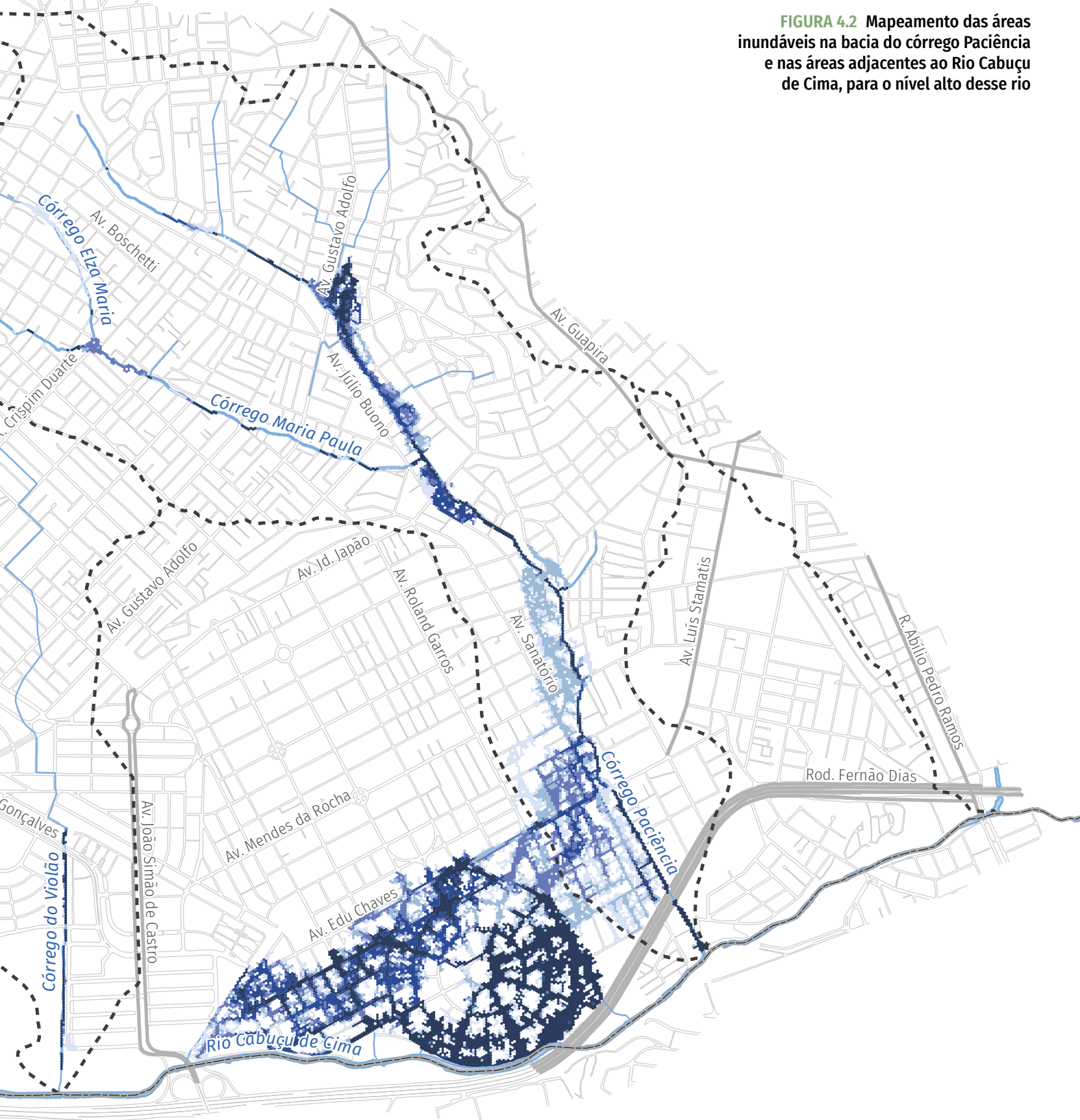
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
Mapa Hidrográfico do Município (2024) e FCTH (2024)



Fundação
Centro Tecnológica
de Hidráulica



FIGURA 4.2 Mapeamento das áreas inundáveis na bacia do córrego Paciência e nas áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima, para o nível alto desse rio



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.

4.2 ÁREAS CRÍTICAS

O mapa de áreas críticas foi elaborado a partir da sobreposição das áreas sensíveis da área de drenagem próximas aos córregos. Dentre essas áreas, foram considerados os equipamentos urbanos vulneráveis, cortiços e favelas, o sistema viário estrutural 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.

A metodologia para definição do risco de inundação é descrita a seguir.

4.2.1 RISCO DE INUNDAÇÃO

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, 2004²⁵).

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).

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

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

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

A **FIGURA 4.3** apresenta o infográfico com os dados utilizados na estimativa das áreas de risco de inundação.

Em seguida, a **FIGURA 4.4** 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 4.5**.

TABELA 4.1 Graus de risco de inundação		
Grau de risco	Escala*	% da área de risco
Baixo	0 – 0,002	16,5
Médio	0,002 – 0,01	24,4
Alto	0,01 – 0,04	31,8
Muito Alto	0,04 – 1	27,4

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

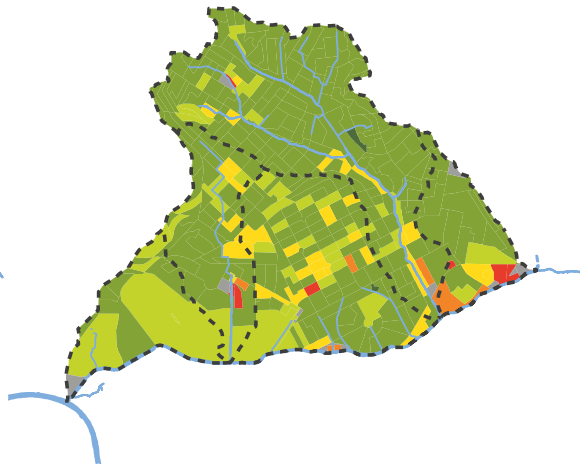
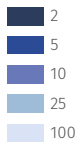
FIGURA 4.3 Critérios inseridos na obtenção do risco de inundação

Convenção

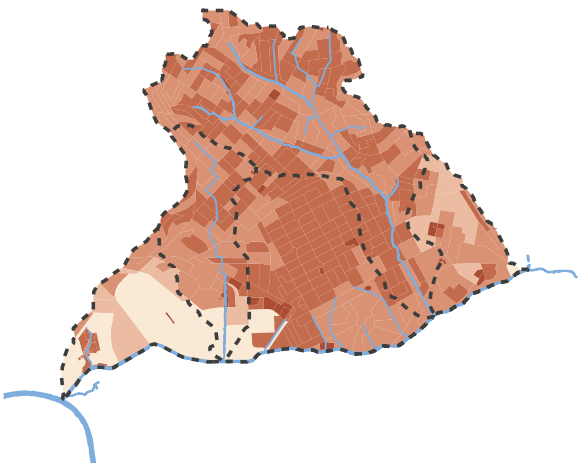
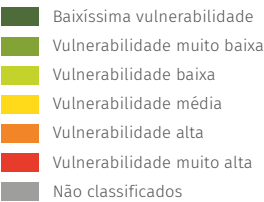
- Áreas de drenagem
- Quadra viária
- Rede de drenagem



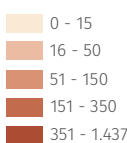
Período de retorno (anos)



Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS)



Densidade demográfica (hab/ha)



Nº de habitantes: 217 mil (IBGE, 2022)

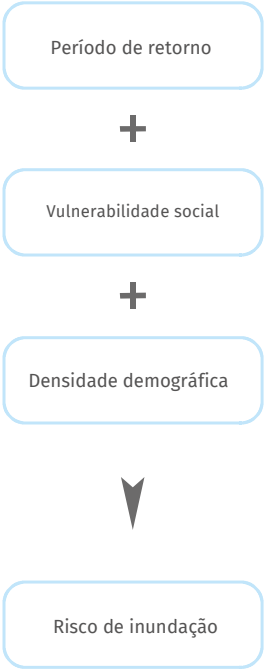
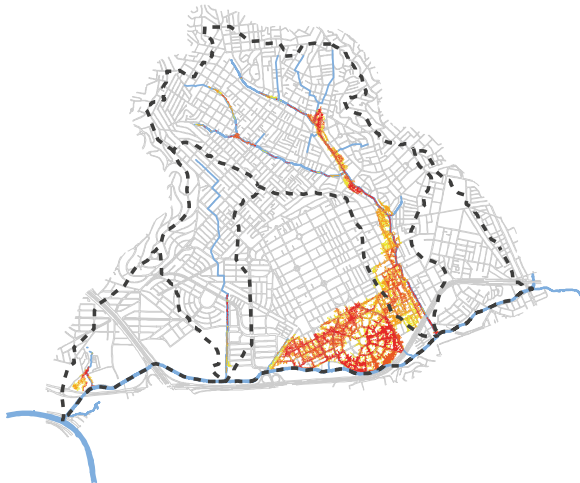


FIGURA 4.4 Critérios considerados na obtenção das áreas críticas

Convenção

- Áreas de drenagem
- Quadra viária
- Rede de drenagem



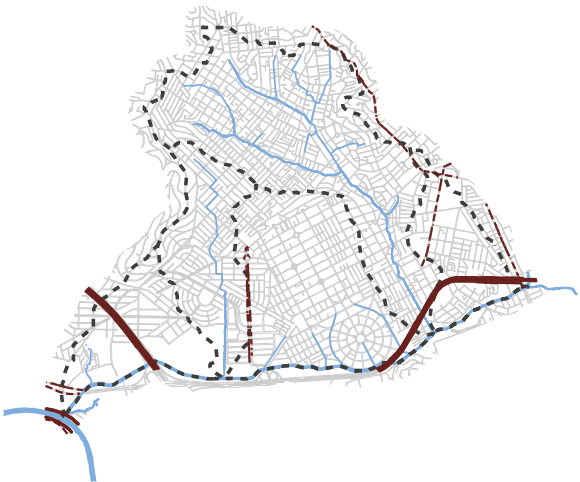
Risco de inundação

- Baixo
- Médio
- Alto
- Muito alto



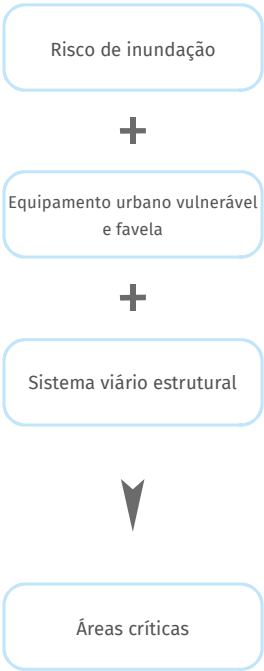
Equipamento urbano vulnerável

Favela



Sistema viário

- VRT - Via de Trânsito Rápido e rodovia
- Via arterial



Convenção

- Rede de drenagem
- Áreas de drenagem
- Quadra viária
- Limite municipal

Áreas críticas

Risco de inundação (classificação)

- Baixo
- Médio
- Alto
- Muito alto

Sistema viário

- VRT – Via de Trânsito Rápido e rodovia
- Via arterial
- Equipamento urbano
- Favela

Equipamentos urbanos vulneráveis

- Serviço de saúde
- Unidade de ensino
- Segurança pública
- Igreja
- Centro cultural, esportivo ou de lazer

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

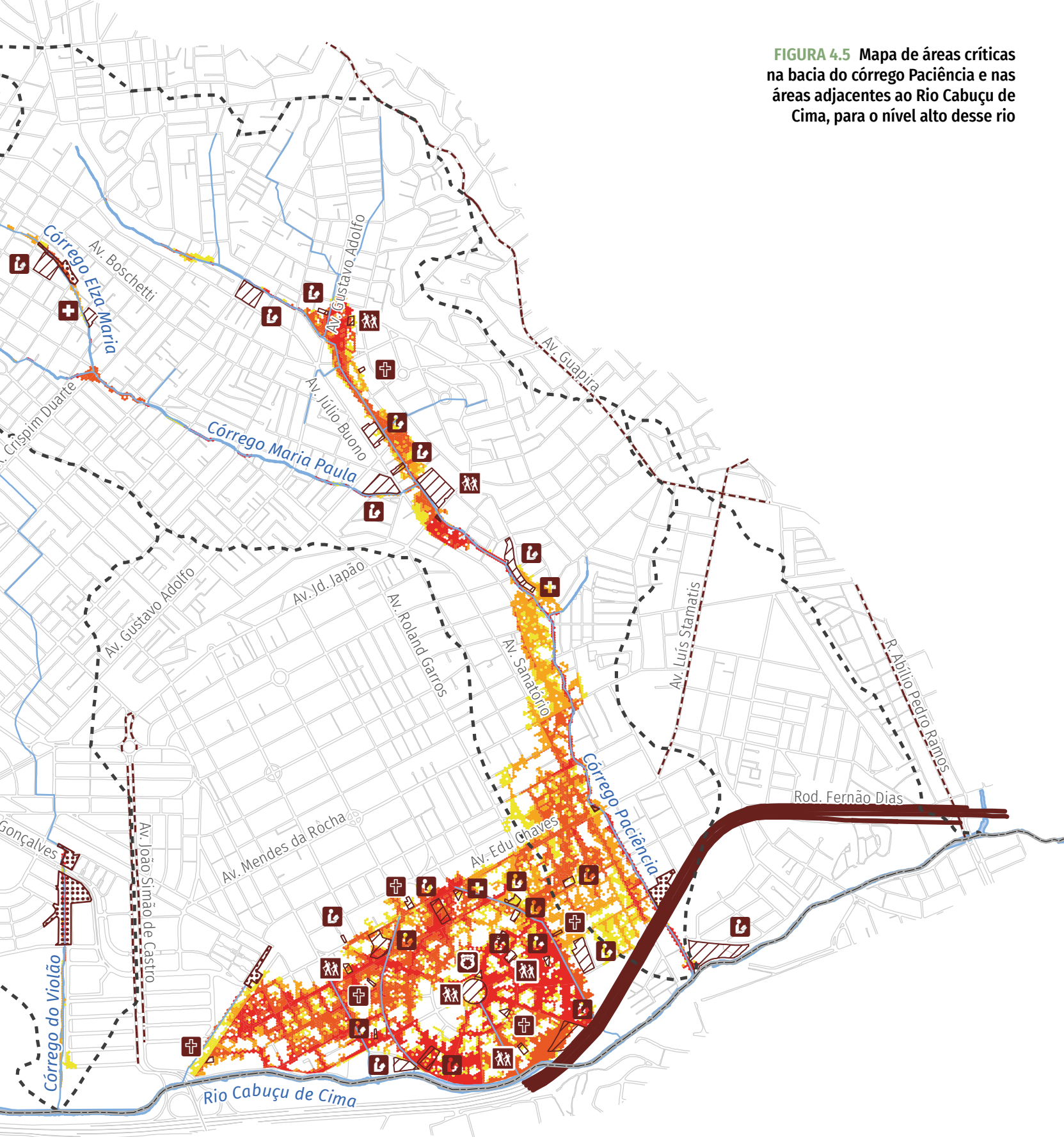
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
Mapa Hidrográfico do Município (2024) e FCTH (2024)



Fundação
Centro Tecnológica
de Hidráulica



FIGURA 4.5 Mapa de áreas críticas na bacia do córrego Paciência e nas áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima, para o nível alto desse rio



Estudos e projetos existentes para a área de estudo

Nessa etapa do estudo, foram revistos e analisados todos os projetos e intervenções propostos ao longo dos anos para a área em estudo, apresentados na **FIGURA 5.1** e descritos a seguir.

5.1 CÓRREGO MARIA PAULA

Foram levantados projetos parcialmente executados no córrego Maria Paula, totalizando 1.780 m de canalização ao longo de seu canal principal e de seu afluente, o córrego Elza Maria. Essa canalização foi dividida em quatro partes, agrupadas em trechos a montante (trechos 3 e 4 – 694 m) e a jusante (trechos 1 e 2 – 576 m), além de 530 m de canal projetados em outro pacote de dimensionamento.

Elaborada pela Hidrostudio em 2014, uma das propostas tem início na Rua Padre Marcos Simoni, percorrendo o canal principal do córrego Maria Paula até a Rua Águas Formosas, onde conflui com o córrego Paciência.

Convenção

- Rede de drenagem
- Áreas de drenagem
- Quadra viária
- Limite municipal

Projetos

Hidrostudio

- Canalização
- Reservatório (construído)

FDTE

- Canalização

SIURB

- Obras emergenciais

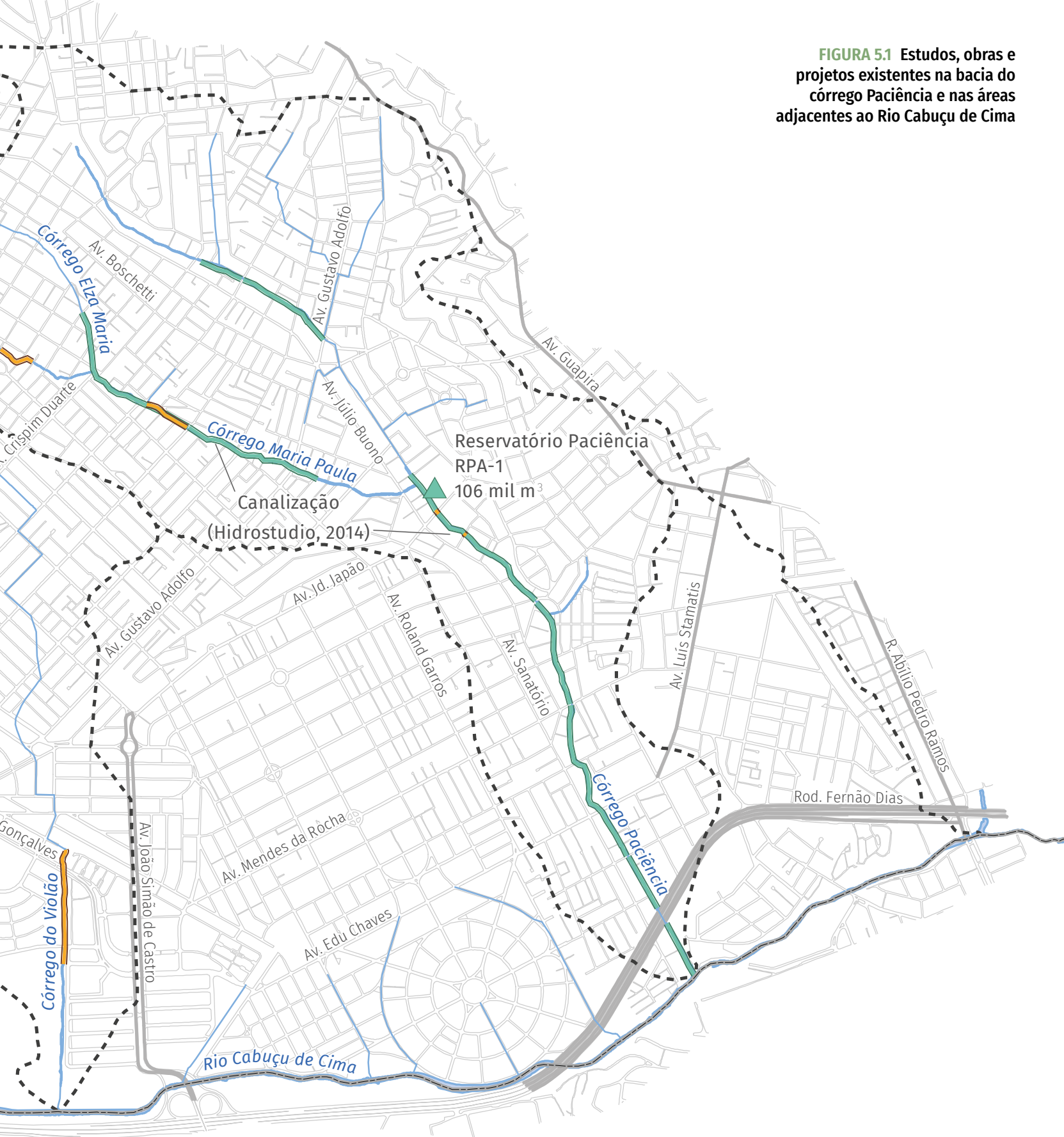
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
Mapa Hidrográfico do Município (2024), FCTH (2024),
Hidrostudio (2014), FDTE (2024) e SIURB



Fundação
Centro Tecnológica
de Hidráulica



FIGURA 5.1 Estudos, obras e projetos existentes na bacia do córrego Paciência e nas áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima



O trecho entre a Rua Padre Marcos Simoni e a Rua Crispim Duarte foi dimensionado em canal retangular de 3 m × 2 m. Desse ponto até a Rua Antônio de Souza, a seção projetada é retangular, de 4,5 m × 2,5 m. A partir da Rua Antônio de Souza até a Rua Raymundo Ademar Braga, há um canal retangular em concreto com as mesmas medidas. Depois da Rua Raymundo Ademar Braga, o projeto retoma o dimensionamento de um canal em concreto retangular de 5 m × 2,5 m até a Rua Doralice, onde a seção passa a ser trapezoidal, de 5 m × 10 m × 80 m, até a Avenida Júlio Bueno. Aqui, volta a ser retangular, medindo 5 m × 2,5 m, seguindo até a confluência com o córrego Paciência.

Desse projeto, resultaram obras que foram executadas de forma dispersa ao longo do canal.

O primeiro trecho construído foi entre a Rua Crispim Duarte e a Rua Ataliba Vieira, porém, no levantamento atual, constatou-se que a dimensão executada tem 4 m × 2,5 m, em vez de 4,5 m × 2,5 m, conforme projetado.

O segundo trecho foi entre a Rua da Esperança e a Rua Águas Formosas, na confluência com o córrego Paciência, construído conforme projetado.

Entre as obras identificadas, ressaltam-se obras emergenciais de canalização entre as ruas Monsenhor Arruda Câmara e Antônio Carlos Taveira. Nesse trecho, a obra tem seção variável, com predomínio de seção retangular de 2,5 m × 2,5 m ao longo de 153 m do canal. A travessia da Rua Bentureli foi feita com duas galerias paralelas circulares de 1,8 m, e a travessia entre as ruas Antônio Carlos Taveira e Padre Marcos Simoni é composta de uma galeria retangular de 3 m × 1,4 m.

Mais a jusante, outra obra emergencial executada foi um canal retangular de 4 m × 2,5 m, que se estende por 190 m ao longo da Rua Ananatuba, entre as ruas Major Dantas Cortez e Ataliba. Ele foi construído em substituição ao trecho de 4,5 m × 2,5 m projetado em 2014 pela Hidrostudio.

A **FIGURA 5.2** apresenta a identificação do projeto para o córrego Maria Paula.

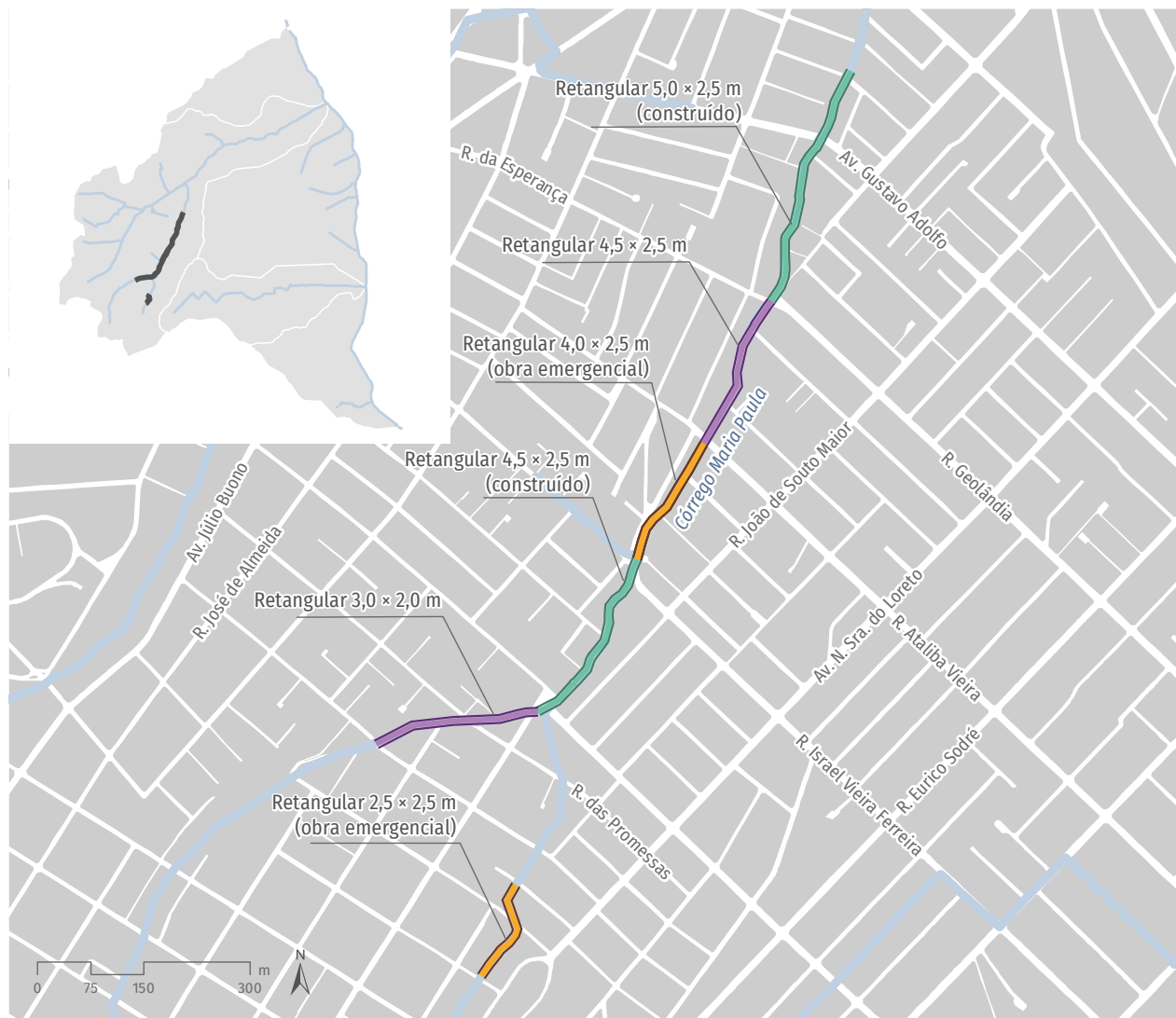


FIGURA 5.2 Identificação das soluções propostas para o córrego Maria Paula (Hidrostudio, 2014)

5.2 CÓRREGO PACIÊNCIA

Para o córrego Paciência, foram avaliados projetos básicos, obras executadas e projetos executivos.

Com a PMSP, foi possível acessar o projeto do reservatório Paciência, elaborado pela Hidrostudio e construído entre 2020 e 2023. Ele tem uma configuração *off line*, com vertedor lateral ao córrego de 22 m de comprimento e um volume de armazenamento de 106 mil m³.

Ao longo do canal principal, há o projeto idealizado pela Hidrostudio em 2014, no qual a canalização inicia-se na Rua Zalina Rolim, em seção retangular de concreto de 3 m × 2 m, até a Rua José Oswaldo. Desse ponto, há um trecho em seção de 4 m × 2,4 m, também em concreto, que se estende até a Rua Major Dantas.

O trecho subsequente, da Rua Major Dantas até a Rua Esperança, tem trechos de canalização propostos de 5 m × 2,4 m e de 5 m × 2,2 m. Essas seções retangulares em concreto se intercalam, de forma a melhor aproveitar as dimensões disponíveis. Em seguida, a seção projetada se amplia, para 5 m × 3 m, seguindo assim até a Avenida Gustavo Adolfo.

O trecho em galeria, sob a Avenida Doutor Abílio Sampaio, seria mantido como já executado, composto por uma galeria retangular

de 2,5 m × 2,1 m e uma de seção circular de 1,5 m de diâmetro, até a Rua Joaquim José.

Na Rua Joaquim José, temos novamente o trecho projetado pela Hidrostudio, com seção em concreto retangular de 6 m × 3 m e um estrangulamento, para 4 m × 3 m, ao lado do vertedouro de entrada do reservatório Paciência. Essa configuração se dá para promover o engolimento de parte da vazão afluente para o reservatório.

A constrição dessa seção se mantém até a Avenida Jardim Japão, onde o projeto adota uma seção retangular de 6,5 m × 3 m, que se estende até a Rua Flávia, ponto onde passa a ter de 7 m × 3 m na mesma configuração de seção.

Na Avenida Mendes da Rocha, o projeto altera a dimensão de seção para 8 m × 3 m até a Rua Aperibe, local onde aumenta novamente para 10 m × 3 m até a foz no Rio Cabuçu de Cima. Essa dimensão é modificada apenas na travessia da Rodovia Fernão Dias, onde é ampliada para 10 m × 3,2 m.

Um trecho de 530 m de canal com seção de 7,3 m × 4 m, logo após a Avenida Jardim Japão até a Rua Flávia, já foi executado, ampliando, assim, as dimensões propostas pelo projeto da Hidrostudio.

A **FIGURA 5.3** apresenta os projetos levantados para o córrego Paciência.

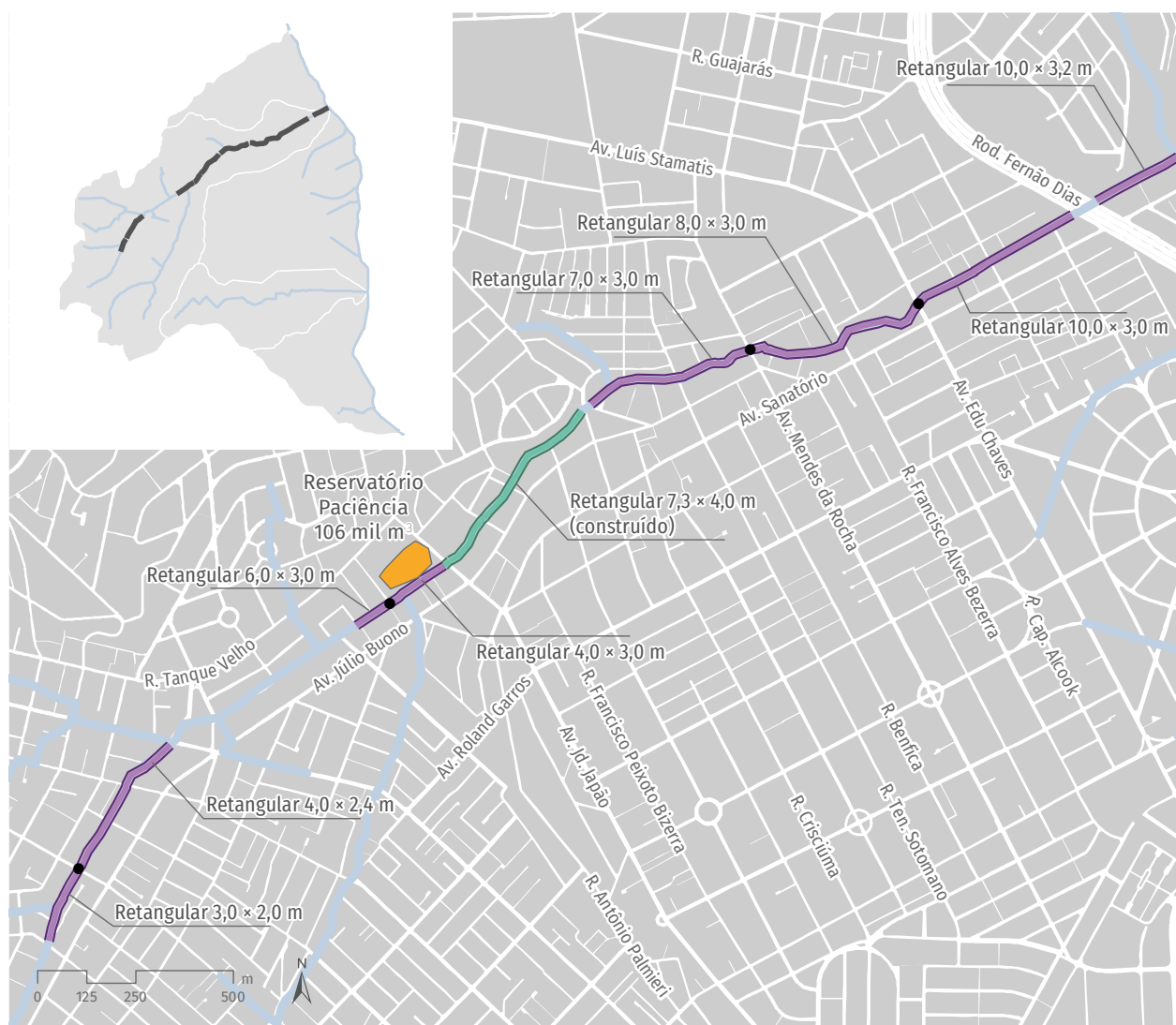


FIGURA 5.3 Identificação das soluções propostas para o córrego Paciência (Hidrostudio, 2014)

5.3 CÓRREGO DO VIOLÃO

Para o córrego do Violão, a pesquisa levantou a existência de uma obra de canalização do trecho entre a Rua Izidro Ortiz e a Avenida Manuel Antônio Gonçalves, em seção retangular aberta de 4 m × 2,15 m, descrita em projeto de 2022 da TGPO Engenharia.

Foi levantada também uma obra de canalização emergencial. Nessa canalização, observou-se 8 seções transversais com variações de formato: nas travessias de jusante, eram circulares, e nas demais, retangulares.

O trecho de canal entre a Rua Izidro Ortiz e a Avenida Manuel Antônio Gonçalves foi executado em seção retangular de concreto com 4 m × 1,5 m, como o projeto da

TGPO Engenharia. A travessia sob a Avenida Manuel Antônio Gonçalves é em uma seção ampliada de 8,6 m × 2 m.

A continuação desse trecho, até a travessia da Avenida Franz Liszt, mantém a seção anterior, de 4 m × 2 m, inclusive na seção em galeria sob a via que, no entanto, é adicionada de uma seção em galeria circular de 1,5 m.

Da Avenida Franz Liszt até a Rua Benito Meana, o canal aberto em concreto é ampliado para uma seção de 6,3 m × 2,2 m. Desse ponto em diante, o canal volta a ter sua seção natural até a foz.

A **FIGURA 5.4** apresenta os projetos levantados para o córrego do Violão.

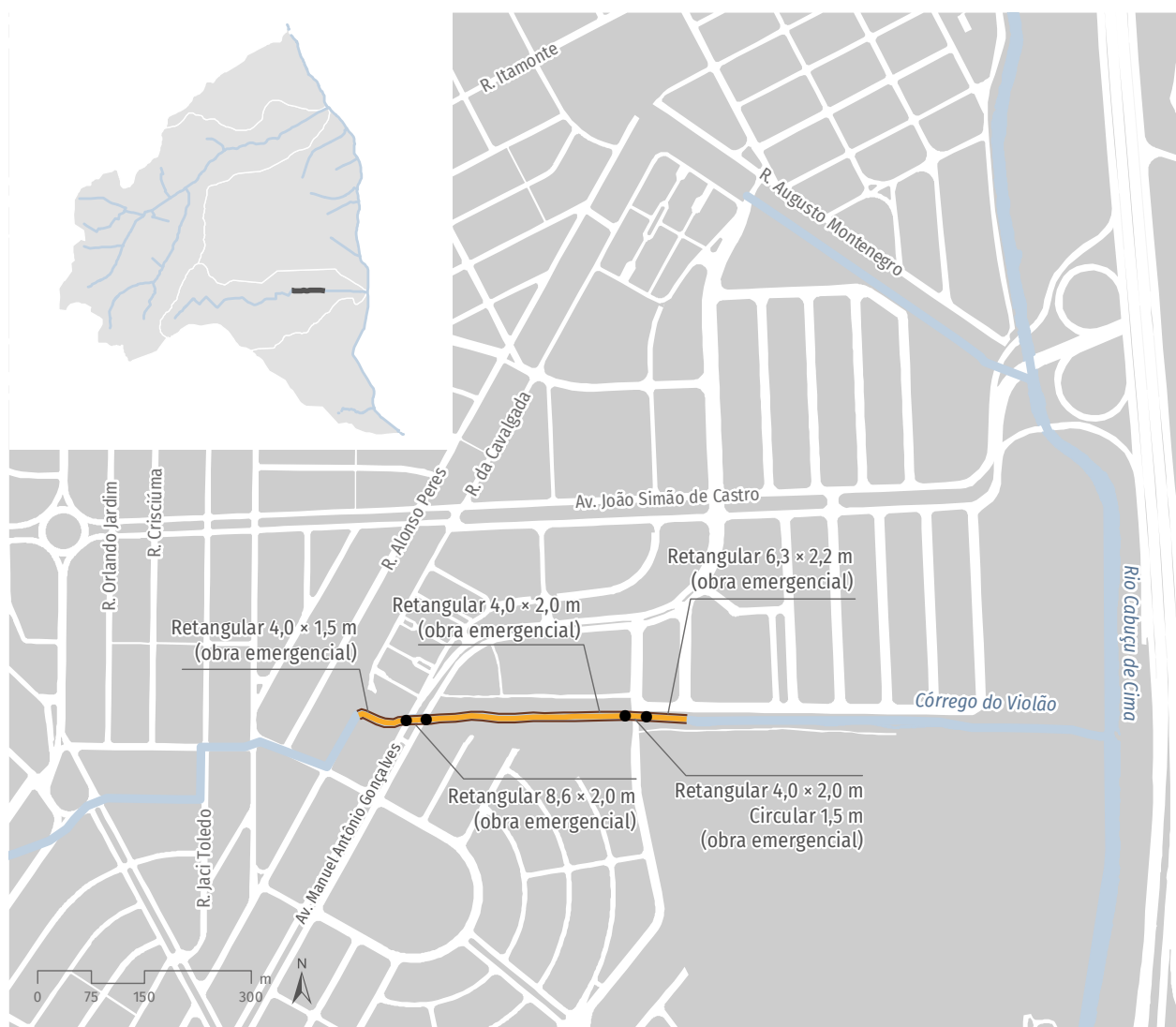


FIGURA 5.4 Identificação das obras no córrego do Violão (FCTH, 2024)

5.4 CÓRREGO DO SAPO

Para o córrego do Sapo, está prevista uma obra de canalização, cujo projeto está em elaboração pela FDTE (2024) para a área de risco MG 03 – Vila do Sapo. A FDTE disponibilizou os dados do projeto executivo desenvolvidos até o momento de conclusão deste caderno.

No material, foram identificadas nas travessias e nos canais existentes e projetados cinco seções transversais com variações de formato.

O trecho do córrego a partir da Rua Pedro Taques Pires e da Rua Verde é de seção natural trapezoidal, de 0,5 m × 2,0 m × 1,2 m,

e comprimento de aproximadamente 80 m até sua chegada na área confinada pelas edificações, onde passa a ser de seção retangular de 2 m × 1,5 m, com 280 m de extensão, até a Rua da Baracela.

A continuação desse trecho, até a confluência com o Rio Cabuçu de Cima, amplia a seção anterior para uma retangular de 20 m × 4 m × 2 m, com aproximadamente 140 m de comprimento.

A **FIGURA 5.5** apresenta os projetos levantados para o córrego do Sapo.

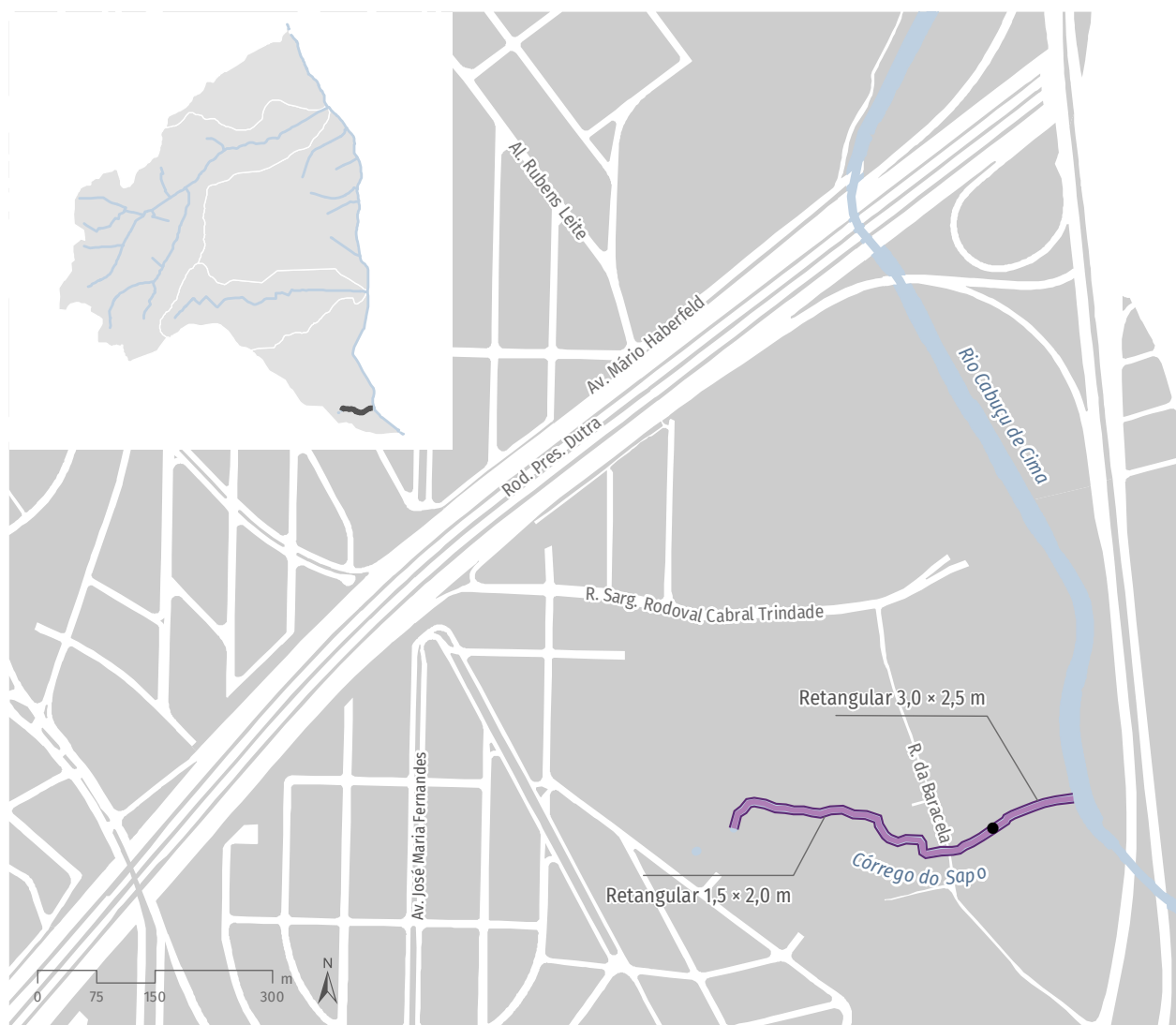


FIGURA 5.5 Identificação das obras no córrego do Sapo (FDTE, 2024)

Alternativas propostas

Este capítulo apresenta duas alternativas de controle de cheias.

No intuito de conceder à área de drenagem o grau de proteção de 100 anos, as intervenções foram dimensionadas para o cenário crítico de uso e ocupação do solo nas áreas de drenagem.

As alternativas consistem no controle do escoamento superficial por meio de ações estruturais situadas na bacia do córrego Paciência. 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.

Dentre as principais medidas de controle elencadas, destacam-se:

- Reservatórios de armazenamento – estruturas construídas para armazenar o escoamento superficial excedente, liberando as vazões para jusante de forma controlada. Na bacia do córrego Paciência, foi considerada a possibilidade de implantação de reservatórios de armazenamento abertos, por seus custos reduzidos de implantação

e manutenção e pela possibilidade de integração com as estruturas urbanas existentes;

- Galeria de reforço – trata-se da ampliação da capacidade de escoamento de um trecho, com a implantação de nova galeria para complementar a capacidade de escoamento do sistema;
- Canalização – substitui trechos de canal existentes ou implanta um canal ao longo do trecho demarcado, com a função de aumentar a capacidade de escoamento da seção alterada;
- Pôlder – estrutura concebida para proteger uma porção baixa do terreno, por meio da captação da água por galerias subterrâneas e bombeamento constante em caso de um evento de cheia no rio principal. Um pôlder é constituído por um dique, que evita que o transbordamento das águas do curso principal – no caso, do Rio Cabuçu de Cima – atinja a área a ser protegida; um sistema de microdrenagem da área protegida; válvulas *flap*, que evitam o refluxo para as galerias de microdrenagem e, em alguns casos, para a rede de drenagem principal; e um reservatório com sistema de esgotamento por bombas;
- Parques lineares – têm a função de reduzir a velocidade do escoamento e

reservar parte do volume da cheia, contribuindo para o controle das inundações e a melhoria da qualidade da água. Além disso, fornecem diversos serviços ecossistêmicos, como a criação de habitats para a vida silvestre, a oferta de áreas de recreação e contemplação e a valorização da paisagem urbana;

- Soluções de drenagem sustentáveis – são medidas de controle do escoamento distribuídas pela bacia hidrográfica e que promovem uma redução na geração de escoamento superficial a partir do aumento da permeabilidade e/ou infiltração. Serão utilizadas três medidas principais:
 - Medidas de infiltração – área vegetada em um nível abaixo da superfície, capaz de capturar e armazenar o escoamento superficial das áreas impermeáveis que a rodeiam;
 - Pavimentos permeáveis – permitem a percolação da água precipitada sobre sua área;
 - Desconexão de telhados – desconexão das calhas e armazenamento nos lotes dos respectivos volumes.

Os cadernos de Bacia Hidrográfica estudaram a implantação das obras em etapas, tendo em vista a redução paulatina dos riscos de inundação na área de drenagem 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 a área de drenagem para chuvas de período de retorno de 10 anos; a terceira etapa visa à proteção para chuvas de Tr 25 anos; e, por fim, a quarta etapa engloba obras para proteção de Tr 100 anos.

Para o caderno da bacia do córrego Paciência, a primeira etapa de obras se constituiu de projetos caracterizados como prioritários e/ou previamente aprovados ou, então, já em execução pela prefeitura.

Com o intuito de facilitar a implantação das medidas, sem impacto na proteção hidrológica, foram elaboradas alternativas com medidas que podem ser intercambiáveis entre as propostas. Nesse caso, as medidas devem necessariamente obedecer à posição e ao impacto na sub-bacia para a qual foram destinadas. As medidas com essa possibilidade serão indicadas na descrição das alternativas.

As alternativas conferem às áreas de drenagem proteção hidrológica para chuvas de 100 anos. Desse modo, para eventos hidrológicos extraordinários com Tr maiores que 100 anos, a área não está protegida.

As medidas de controle de cheias foram propostas considerando a condição máxima permitida de uso e ocupação do solo da área em estudo, conforme indicada na Lei nº 16.402/2016. No entanto, como a situação atual de ocupação da área de drenagem já se encontra em níveis superiores aos indicados na lei, a ocupação atual foi utilizada para o dimensionamento das medidas propostas.

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 trechos de canalização e de reservatórios de armazenamento localizados em terrenos com pouca ou nenhuma ocupação, minimizando interferências e custos associados à desapropriação de lotes. Devido à ocupação das áreas estudadas, a solução proposta distribuiu o volume reservado necessário em múltiplos reservatórios,

preferencialmente na cabeceira do córrego Paciência. A alternativa prevê também a implantação de medidas de contenção de cheias na região da foz dos córregos, priorizando propostas de pôlderes quando o nível do Rio Cabuçu de Cima estiver alto.

O funcionamento dos pôlderes nessa configuração foi condicionado à prerrogativa de que as estruturas captem o excesso de escoamento que não consegue ser transferido para o Rio Cabuçu de Cima, tanto o escoamento superficial quando o que escoar pelos canais de macrodrenagem. Dessa forma, o remanso causado pelo nível alto do Rio Cabuçu de Cima fará com que o nível d'água no canal principal, justaposto à entrada dos pôlderes, supere a cota dos vertedores de entrada e passe a verter para os reservatórios, impedindo, assim, que o nível do canal principal supere as cotas que geram inundações.

Nessa alternativa, contempla-se a implantação de quatro pôlderes, um reservatório de armazenamento (12.000 m^3), 501 m de galeria de reforço e 5.103 m de canalização. Os reservatórios propostos, incluindo-se os reservatórios dos sistemas de pôlderes, seriam em configuração *off line*.

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 da bacia do córrego Paciência a partir das intervenções propostas na Alternativa 1.

TABELA 6.1 Medidas de controle da Alternativa 1

Etapas	Local	Intervenção	Referência	Dimensões			
				Extensão (m)	Área da seção (m²)	Volume (m³)	Planta (m²)
1	Paciência	Válvula <i>flap</i>	Av. Edu Chaves	–	–	–	–
	ACD	Pôlder (DPA-01)	Tv. Antônio Balzano	–	–	24.000	570
		Válvula <i>flap</i>	R. Rei Alberto	–	–	–	–
		Pôlder (DPA-02)	R. Rei Alberto	–	–	20.200	1.735
		Válvula <i>flap</i>	R. Basílio Alves Morango	–	–	–	–
		Pôlder (DPA-03)	R. Jorge Newbery	–	–	19.000	1.020
		Válvula <i>flap</i>	R. Itamonte	–	–	–	–
		Pôlder (DPA-04)	R. Itamonte	–	–	10.000	1.055
		Dique	Ao longo da R. Baía de Sta. Clara, da R. Basílio Alves Morango até as proximidades da Av. João Simão de Castro	960	–	–	–
	Paciência	Reservatório (RPA-02)	Av. Gustavo Adolfo	–	–	12.000	1.765
		Canalização	Da Av. Mendes da Rocha até a Av. Edu Chaves	245	24	–	–
		Canalização	Da Av. Edu Chaves até a R. Aperibé	371	30	–	–
		Canalização	Da R. Maurício Semer até a Av. Jardim Japão	134	12	–	–
		Dique	Ao longo da Av. Sanatório, desde as proximidades da Av. Edu Chaves até o rio Cabuçu de Cima	679	–	–	–
	Sapo	Canalização	Da R. Verde até a R. Pallet	517	4	–	–
		Válvula <i>flap</i>	R. Pallet	–	–	–	–
2	Elza Maria	Canalização	Da R. Pe. Marcos Simoni até a Av. Ede	247	6	–	–
		Adequação de travessia	Av. Ede	20	4	–	–
	Augusto Montenegro	Canalização	Av. do Poeta ao longo da Av. Augusto Montenegro	480	20	–	–

TABELA 6.1 Medidas de controle da Alternativa 1

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Dimensões			
				Extensão (m)	Área da seção (m²)	Volume (m³)	Planta (m²)
2	Paciência	Canalização	Da R. Flávia até a Av. Mendes da Rocha	441	24	–	–
3	Gustavo Adolfo	Canalização	Ao longo da Av. Gustavo Adolfo	203	28	–	–
	Paciência	Canalização	Da Av. Gustavo Adolfo, seguindo pela Av. Dr. Abílio Sampaio até a R. Maurício Semer	613	13	–	–
		Canalização	Da Av. Gustavo Adolfo, seguindo pela Av. Dr. Abílio Sampaio até a R. Maurício Semer	613	9	–	–
		Canalização	Da R. Afonso Oitavo seguindo pela R. Vâlder Acras até a R. Major Dantas Cortez	197	6	–	–
		Canalização	Da R. Maj. Dantas Cortez até a R. da Esperança	228	15	–	–
4	ACD	Galeria de reforço	R. Carlos dos Santos	501	16	–	–
	Paciência	Canalização	Av. Dr. Abílio Sampaio, entre a R. da Esperança e a Av. Gustavo Adolfo	112	18	–	–
	Maria Paula	Canalização	Da R. Ataliba Vieira até a R. Geolândia	211	11	–	–
	Paciência	Canalização	Da Av. Ramirez Galvão até a R. Flávia	274	24	–	–
		Canalização	Da R. Aperibé até a Rod. Fernão Dias	220	30	–	–



Córrego Paciência, trecho logo a jusante do reservatório, na Av. Jd. Japão (foto: FCTH)

Convenção

- Rede de drenagem
- Áreas de drenagem
- Quadra viária
- Limite municipal
- Reservatório existente

Alternativa 1

1ª etapa (obras prioritárias)

- Reservatório
- Pôlder
- Dique
- Canalização
- Válvula flap

2ª etapa (Tr 10 anos)

- Adequação de travessia
- Canalização

3ª etapa (Tr 25 anos)

- Canalização

4ª etapa (Tr 100 anos)

- Galeria de reforço
- Canalização

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

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



Fundação
Centro Tecnológica
de Hidráulica

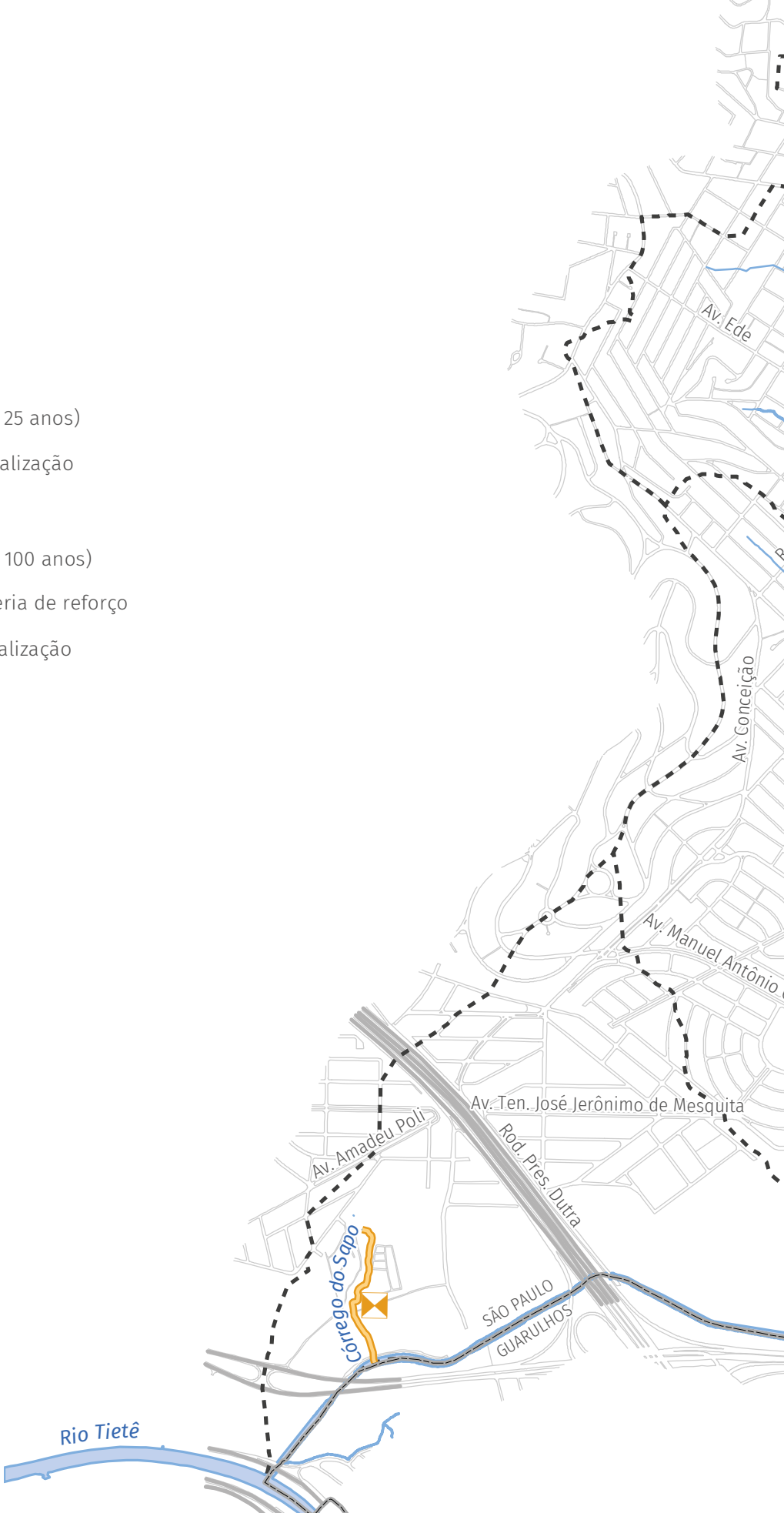


FIGURA 6.1 Medidas de controle de cheias da Alternativa 1

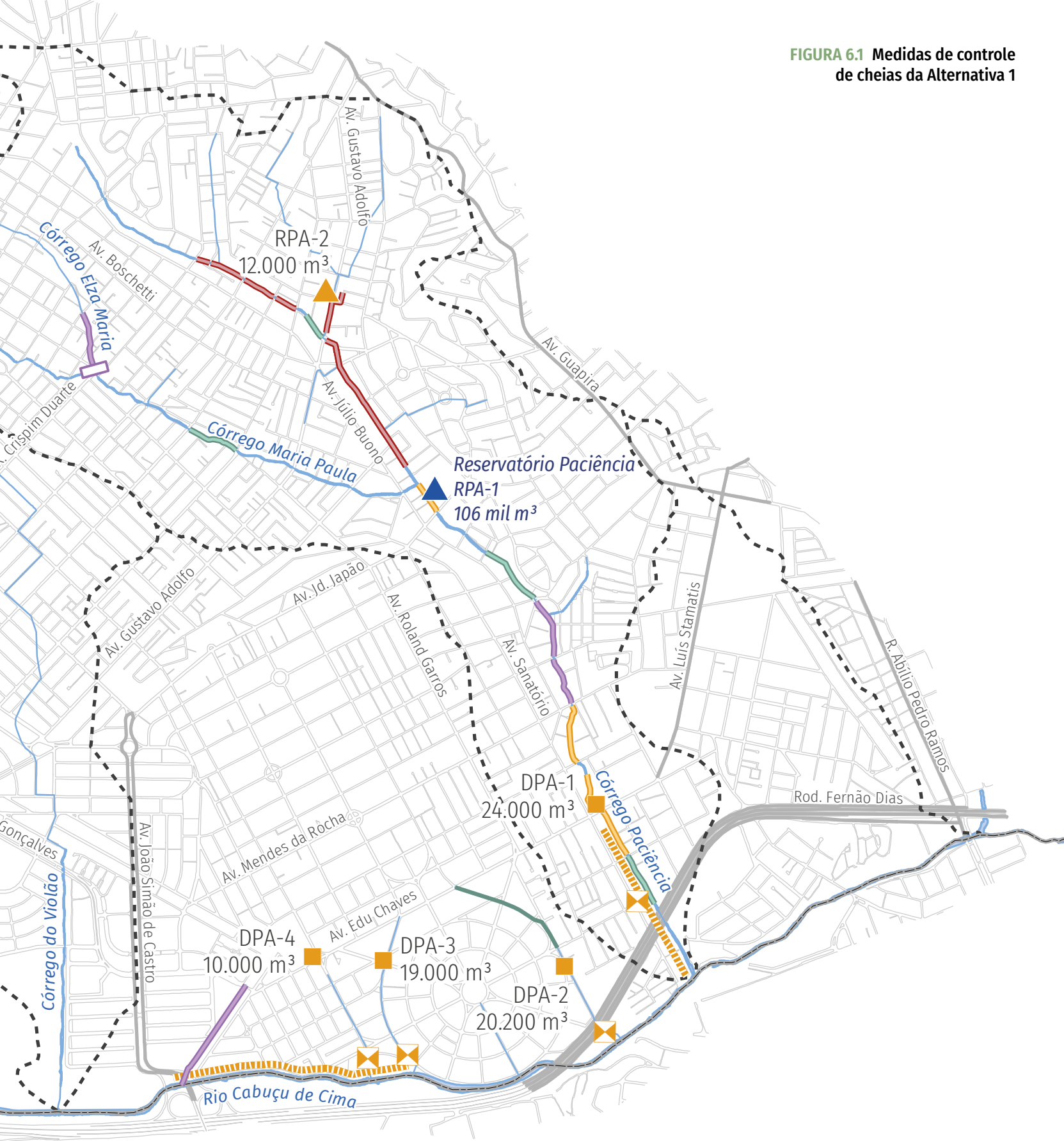
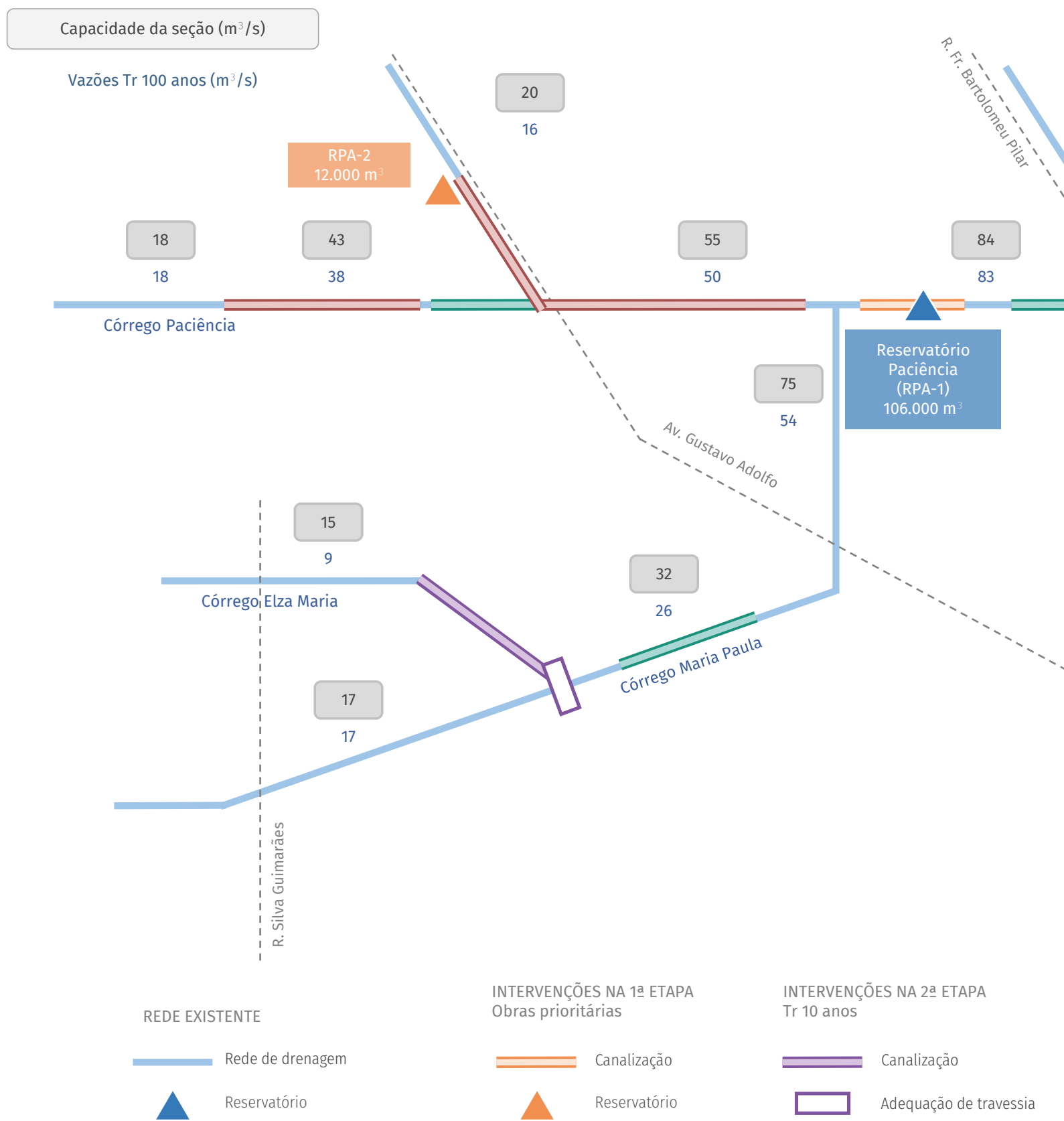
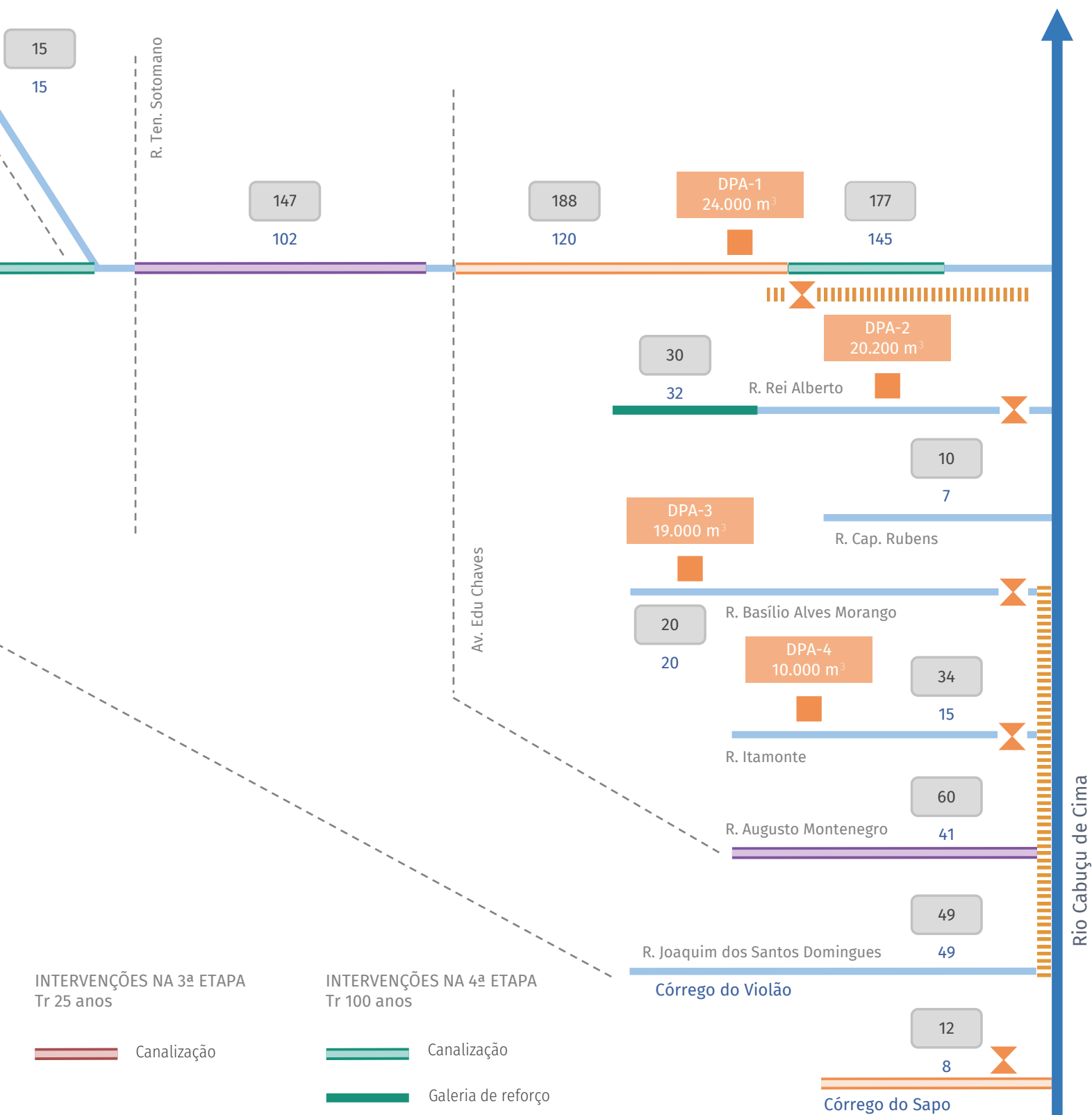


FIGURA 6.2 Diagrama unifilar de vazões – Alternativa 1 com as obras da 1ª, 2ª, 3ª e 4ª etapas





6.2 ALTERNATIVA 2

A Alternativa 2 foi concebida sob as mesmas premissas de implantação de medidas de armazenamento e reforço ou de substituição de galerias de drenagem. A alternativa proposta inclui, no entanto, estruturas que adotam o conceito de Soluções baseadas na Natureza (SbN).

Para essa alternativa, foram selecionadas áreas com alto potencial para a instalação das SbN, com base no cruzamento dos mapas de declividades e de tipologias geológicas, de modo a identificar os locais mais indicados para medidas infiltrantes. Nas planícies aluviais, onde o lençol freático é elevado, a implantação dessas medidas é limitada pela menor capacidade de infiltração por conta das características desse tipo de solo.

A região delimitada foi então dividida em áreas potenciais para três soluções estruturais de SbN que melhor se encaixem na ocupação territorial local. Para as vias, foram selecionados os pavimentos permeáveis; nas quadras viárias fora das áreas de edificação, foi selecionada a instalação de jardins de chuva; e, para o espaço restante, com edificações, foi proposta a desconexão dos telhados da rede de drenagem.

As medidas de drenagem sustentável dessa alternativa ocupam 60,4% da área de drenagem total, totalizando 8,49 km². Dessa

área, 0,815 km² seria ocupado por pavimentos permeáveis; 0,73 km², por jardins de chuva; e 6,94 km², por telhados desconectados.

A Alternativa 2 contempla a implantação de quatro pôlderes, dois reservatórios de armazenamento (37.000 m³), um parque linear (247 m), 501 m de galeria de reforço e 3.632 m de canalização. Os reservatórios propostos seriam em configuração *off line*.

As intervenções de uma etapa complementar, que inclui medidas de requalificação urbanística em uma área de 8,49 km² na bacia do córrego Paciência e nas áreas adjacentes, ampliam a capacidade de infiltração e retenção do escoamento e melhoram as condições da área de drenagem para os mesmos eventos previstos na Alternativa 1.

A instalação das medidas complementares sustentáveis foi planejada de modo a acompanhar as etapas propostas para a Alternativa 2. A primeira etapa seria a mesma proposta na Alternativa 1 e, para as etapas 2, 3 e 4, essas medidas seriam instaladas seguindo porcentagens de, respectivamente, 10%, 25% e 100% das áreas propostas.

Dessa forma, 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.

Posteriormente, a **FIGURA 6.3** mostra a localização das obras previstas na Alternativa 2, indicando 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.



Reservatório Paciência (foto: FCTH)

TABELA 6.2 Medidas de controle da Alternativa 2

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Dimensões			
				Extensão (m)	Área da seção (m²)	Volume (m³)	Planta (m²)
Etapa complementar de requalificação urbanística	Paciência	Medidas de infiltração	–	–	–	–	636.500
		Desconexão de telhados	–	–	–	–	4.582.625
		Pavimentos permeáveis	–	–	–	–	819.050
1	Paciência	Válvula <i>flap</i>	Av. Edu Chaves	–	–	–	–
	ACD	Pôlder (DPA-01)	Tv. Antônio Balzano	–	–	24.000	570
		Válvula <i>flap</i>	R. Rei Alberto	–	–	–	–
		Pôlder (DPA-02)	R. Rei Alberto	–	–	20.200	1.735
		Válvula <i>flap</i>	R. Basílio Alves Morango	–	–	–	–
		Pôlder (DPA-03)	R. Jorge Newbery	–	–	19.000	1.020
		Válvula <i>flap</i>	R. Itamonte	–	–	–	–
		Pôlder (DPA-04)	R. Itamonte	–	–	10.000	1.055
		Dique	Ao longo da R. Baía de Sta. Clara, da R. Basílio Alves Morango até as proximidades da Av. João Simão de Castro	960	–	–	–
	Paciência	Reservatório (RPA-02)	Av. Gustavo Adolfo	–	–	12.000	1.765
		Canalização	Da Av. Mendes da Rocha até a Av. Edu Chaves	245	24	–	–
		Canalização	Da Av. Edu Chaves até a R. Aperibé	371	30	–	–
		Canalização	Da R. Maurício Semer até a Av. Jardim Japão	134	12	–	–
		Dique	Ao longo da Av. Sanatório, desde as proximidades da Av. Edu Chaves até o rio Cabuçu de Cima	679	–	–	–
	Sapo	Canalização	Da R. Verde até a R. Pallet	517	4	–	–
		Válvula <i>flap</i>	R. Pallet	–	–	–	–

TABELA 6.2 Medidas de controle da Alternativa 2

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Dimensões			
				Extensão (m)	Área da seção (m²)	Volume (m³)	Planta (m²)
2	Elza Maria	Parque linear (PPA-1)	Da R. Pe. Marcos Simoni até a Av. Ede	247	6	–	2.320
		Adequação de travessia	Av. Ede	20	4	–	–
	Augusto Montenegro	Canalização	Av. do Poeta ao longo da Av. Augusto Montenegro	480	20	–	–
	Paciência	Canalização	Da R. Flávia até a Av. Mendes da Rocha	441	24	–	–
3	Gustavo Adolfo	Canalização	Ao longo da Av. Gustavo Adolfo	203	28	–	–
	Paciência	Reservatório (RPA-03)	Av. Dr. Abílio Sampaio	–	–	35.000	2.045
		Canalização	Da R. Afonso Oitavo seguindo pela R. Válter Acras até a R. Major Dantas Cortez	197	6	–	–
		Canalização	Da R. Maj. Dantas Cortez até a R. da Esperança	228	15	–	–
4	ACD	Galeria de reforço	R. Carlos dos Santos	501	16	–	–
	Paciência	Canalização	Av. Dr. Abílio Sampaio, entre a R. da Esperança e a Av. Gustavo Adolfo	112	18	–	–
	Maria Paula	Canalização	Da R. Ataliba Vieira até a R. Geolândia	211	11	–	–
	Paciência	Canalização	Da Av. Ramirez Galvão até a R. Flávia	274	24	–	–
		Canalização	Da R. Aperibé até a Rod. Fernão Dias	220	30	–	–

Convenção

- Rede de drenagem
- Áreas de drenagem
- Quadra viária
- Limite municipal
- Reservatório existente

Alternativa 2

1ª etapa (obras prioritárias)

- Reservatório
- Pôlder
- Dique
- Canalização
- Válvula flap

2ª etapa (Tr 10 anos)

- Adequação de travessia
- Canalização
- Parque linear

3ª etapa (Tr 25 anos)

- Canalização

4ª etapa (Tr 100 anos)

- Galeria de reforço
- Canalização

Etapa complementar de requalificação urbanística

- Medidas de infiltração
- Desconexão de telhados
- Pavimentos permeáveis

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

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



Fundação
Centro Tecnológica
de Hidráulica



Rio Tietê

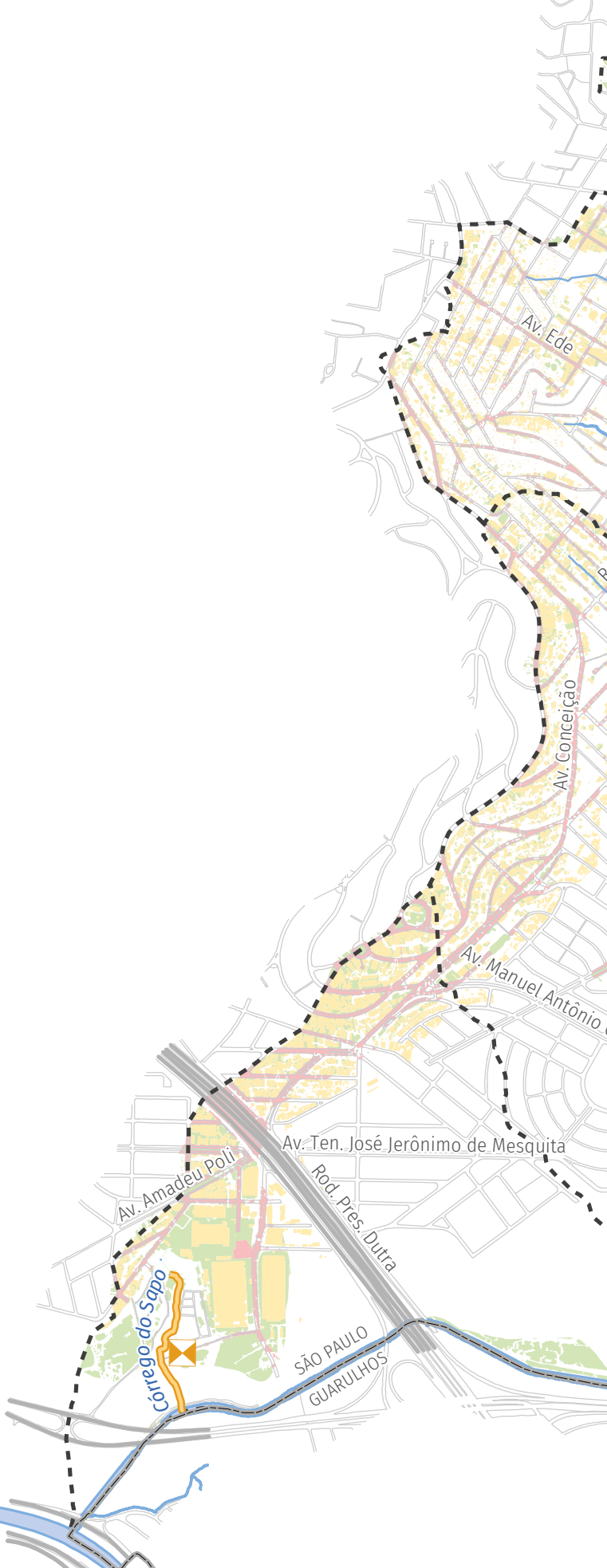
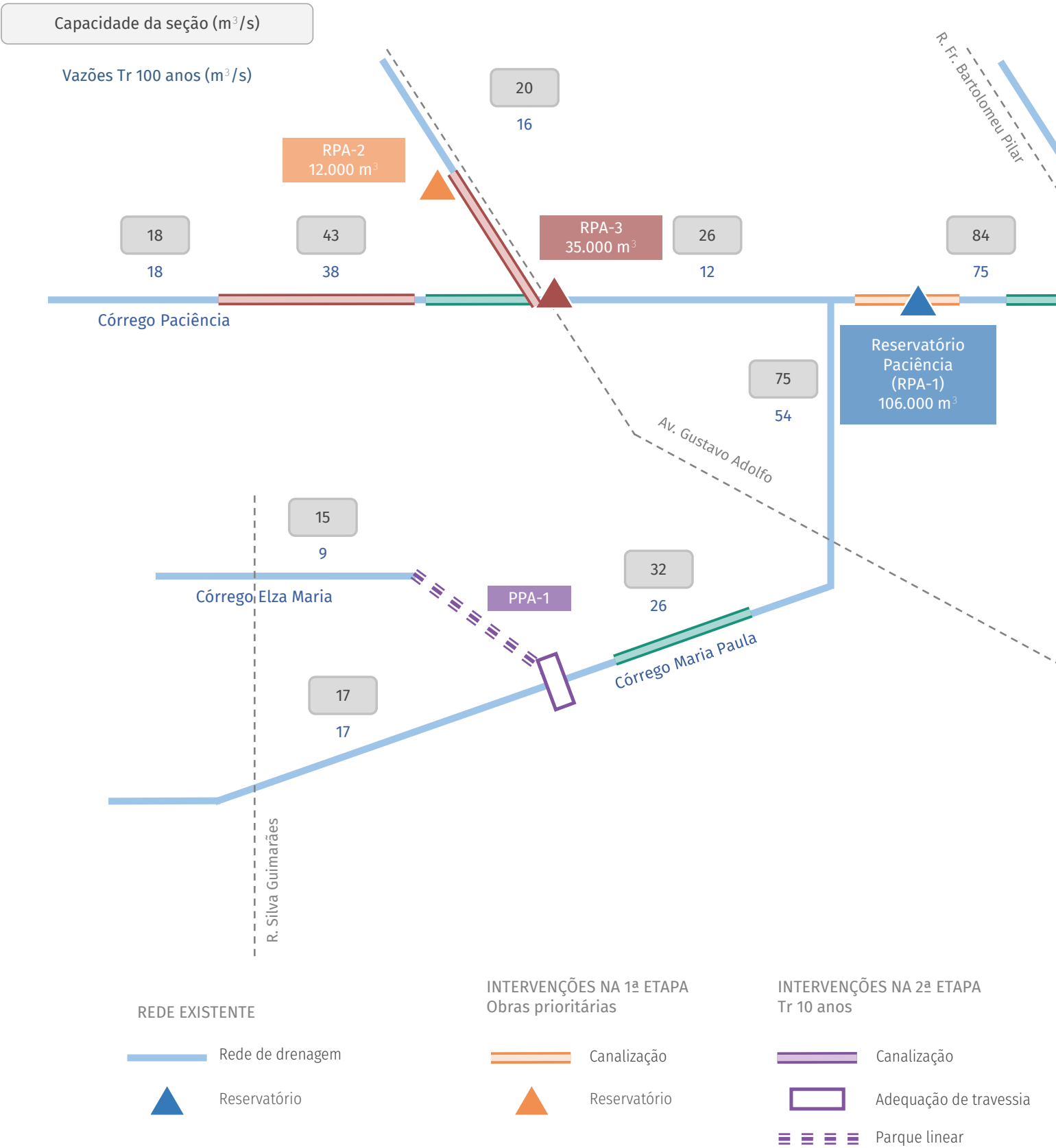
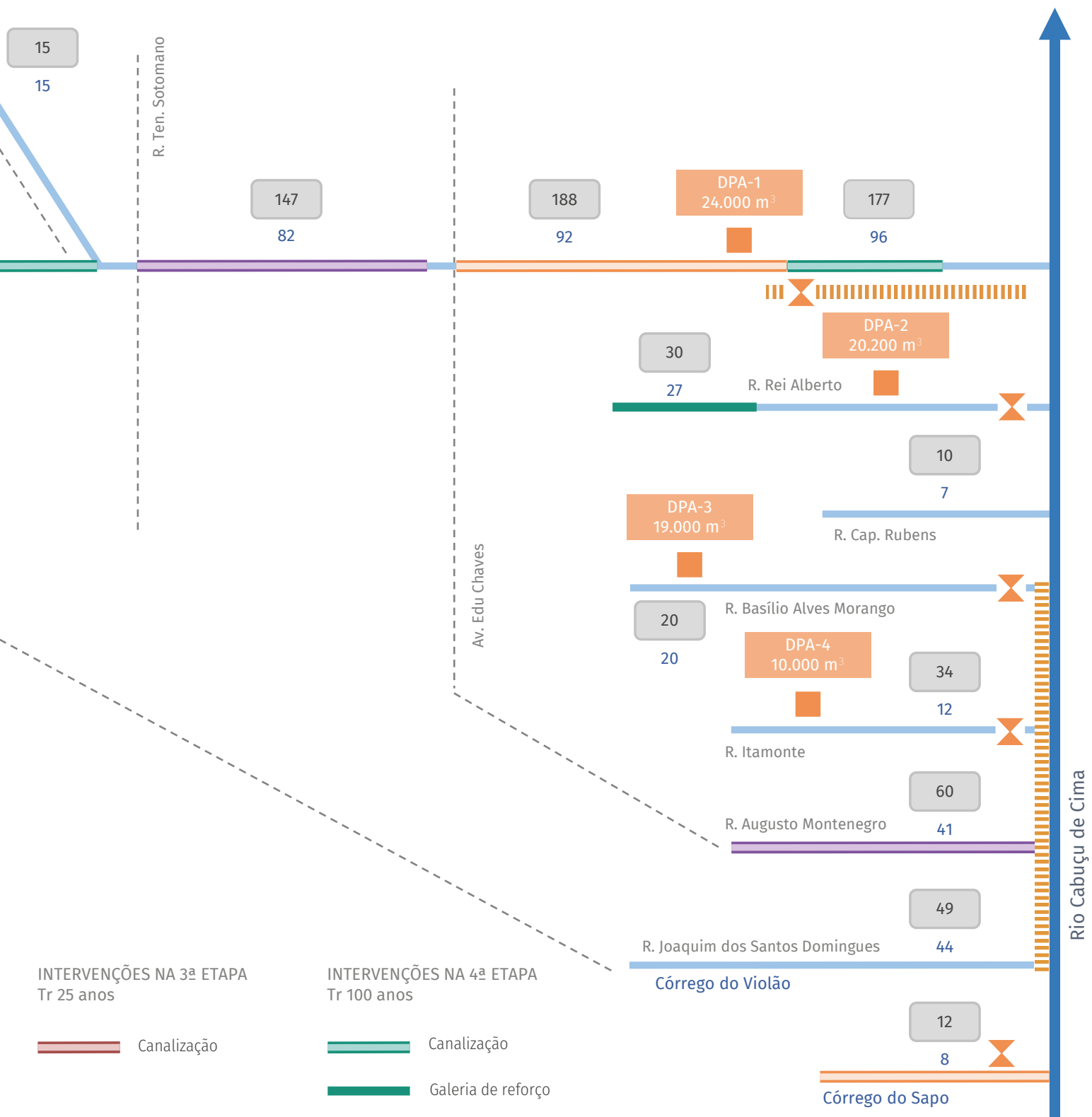


FIGURA 6.3 Medidas de controle de cheias da Alternativa 2



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 das áreas e as principais características dos reservatórios e dos polders propostos nas alternativas apresentadas. No caso dos reservatórios, ressalta-se que foram realizadas sondagens para definir a profundidade das estruturas.

FIGURA 6.5 Localização do reservatório do pôlder DPA-1 – Alternativas 1 e 2

Reservatório do pôlder – DPA-1

Alternativas 1 e 2 (1ª etapa)

Volume: 24 mil m³

Área: 1.800 m²

Localização: Av. Edu Chaves, entre a Av. Sanatório e a R. São José de Serzedelo

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



FIGURA 6.6 Localização do reservatório do pôlder DPA-2 – Alternativas 1 e 2



Reservatório do pôlder – DPA-2

Alternativas 1 e 2 (1ª etapa)

Volume: 20,2 mil m³

Área: 1.700 m²

Localização: R. Rei Alberto, entre a R. Liliental e a R. Prof. Mamede Freire

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



INFRAESTRUTURA
URBANA E OBRAS



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica

FIGURA 6.7 Localização do reservatório do pôlder DPA-3 – Alternativas 1 e 2

Reservatório do pôlder – DPA-3
 Alternativas 1 e 2 (1ª etapa)
 Volume: 19 mil m³
 Área: 1.000 m²
 Localização: R. Hintem Martins, entre a R.
 Basílio Alves Morango e a R. Jorge Newbery
 Características: fechado em concreto, *off*
line e com esgotamento por bombas



FIGURA 6.8 Localização do reservatório do pôlder DPA-4 – Alternativas 1 e 2



Reservatório do pôlder – DPA-4

Alternativas 1 e 2 (1ª etapa)

Volume: 10 mil m³

Área: 1.050 m²

Localização: cruzamento das ruas
Antônio Borges e Itamonte

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



FIGURA 6.9 Localização do reservatório RPA-2 – Alternativas 1 e 2

Reservatório – RPA-2

Alternativas 1 e 2 (1ª etapa)

Volume: 12 mil m³

Área: 1.850 m²

Localização: Av. Gustavo Adolfo,
entre a R. Camatei e a R. Capricho

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



FIGURA 6.10 Localização do reservatório RPA-3 – Alternativa 2



Reservatório – RPA-3

Alternativas 2 (3ª etapa)

Volume: 35 mil m³

Área: 2.050 m²

Localização: R. Rio Formoso, entre a
Av. Gustavo Adolfo e a Av. Dr. Abílio Sampaio

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



FIGURA 6.11 Localização do parque linear no córrego Elza Maria, na bacia do córrego Paciência

Parque linear – PPA-1

Alternativa 2 (2ª etapa)

Volume: sem reservação

Área: 2.320 m²

Localização: entre a ruas Bentureli e Ida Boschetti

Características: revitalização do córrego e
implantação de parque linear



6.4 VISTAS E PERSPECTIVAS DO PARQUE LINEAR (PPA-1) PROPOSTO NO CÓRREGO ELZA MARIA

Este item apresenta a proposta de intervenção paisagística para o trecho do córrego Elza Maria situado entre a Avenida Ede e a Rua Padre Marcos Simoni, na Vila Medeiros, dentro da bacia hidrográfica do córrego Paciência. O projeto inclui a implantação de um parque linear, com o objetivo de destacar o caminho das águas, promover a requalificação ambiental e urbana da área e integrar o espaço ao cotidiano da comunidade. Além disso, busca fortalecer a convivência dos moradores com o ambiente natural, criando oportunidades de lazer e contemplação em harmonia com a paisagem.

O objetivo é criar uma relação simbiótica entre a infraestrutura de drenagem, a qualidade de vida dos usuários, as demandas urbanísticas da região e o protagonismo do meio ambiente, garantindo um equilíbrio entre desenvolvimento e sustentabilidade.

Propõe-se a reconfiguração do trecho caminhável atualmente existente entre a Rua das Promessas e a Rua Santo Antônio de Lisboa, ampliando-o para um novo percurso que conecta a Rua das Promessas à Rua Padre Marcos Simoni e à Avenida Ede. Essa mudança destaca o trajeto das águas e

integra de forma mais ampla os arredores, valorizando o entorno.

Para o caminho de passagem, optou-se pela implementação de passarelas em balanço sobre o córrego. Essa solução busca maximizar a área verde disponível sem comprometer a largura da passagem ou a seção hidráulica do córrego, criando uma interação harmônica com o ambiente natural.

Além disso, na conexão entre a Travessa Circe e a Avenida Ede, o espaço verde será otimizado para abrigar mobiliário urbano voltado ao lazer e ao esporte, proporcionando mais opções de convivência e recreação para a comunidade local.

Em relação ao córrego, propõe-se o revestimento em concreto de seu leito e da margem direita, mais próxima das edificações lindeiras. Na margem esquerda, onde estão localizadas as passarelas, sugere-se a utilização de taludes vegetados, formando uma seção trapezoidal que combina funcionalidade hidráulica com integração paisagística.

Adicionalmente, foi projetada uma rampa de acesso a partir da Rua das Promessas, permitindo a entrada de funcionários e de maquinário adequado para a manutenção e a limpeza da estrutura.

Por fim, a incorporação ao projeto da área verde localizada atrás da UBS Vila Ede

possibilita a readequação da topografia por meio de um terraceamento vegetado, integrado com medidas de infiltração. Essa solução reduz a velocidade de escoamento das águas pluviais durante chuvas intensas, ajudando a evitar a sobrecarga do sistema hídrico e mitigando riscos de inundações, tanto na região do projeto quanto em áreas a jusante do córrego.

O desenho paisagístico dessa área inclui bancos orgânicos e platôs, que conectam a Travessa Colorado do Oeste à Rua Padre Marcos Simoni, criando um espaço de descanso e contemplação para os usuários da UBS. Além disso, há a possibilidade de instalar portões nos acessos ao equipamento, permitindo o controle de entrada e saída de pessoas e contribuindo para a segurança do local.

FIGURA 6.12 Foto aérea da área de implantação do parque linear – situação atual





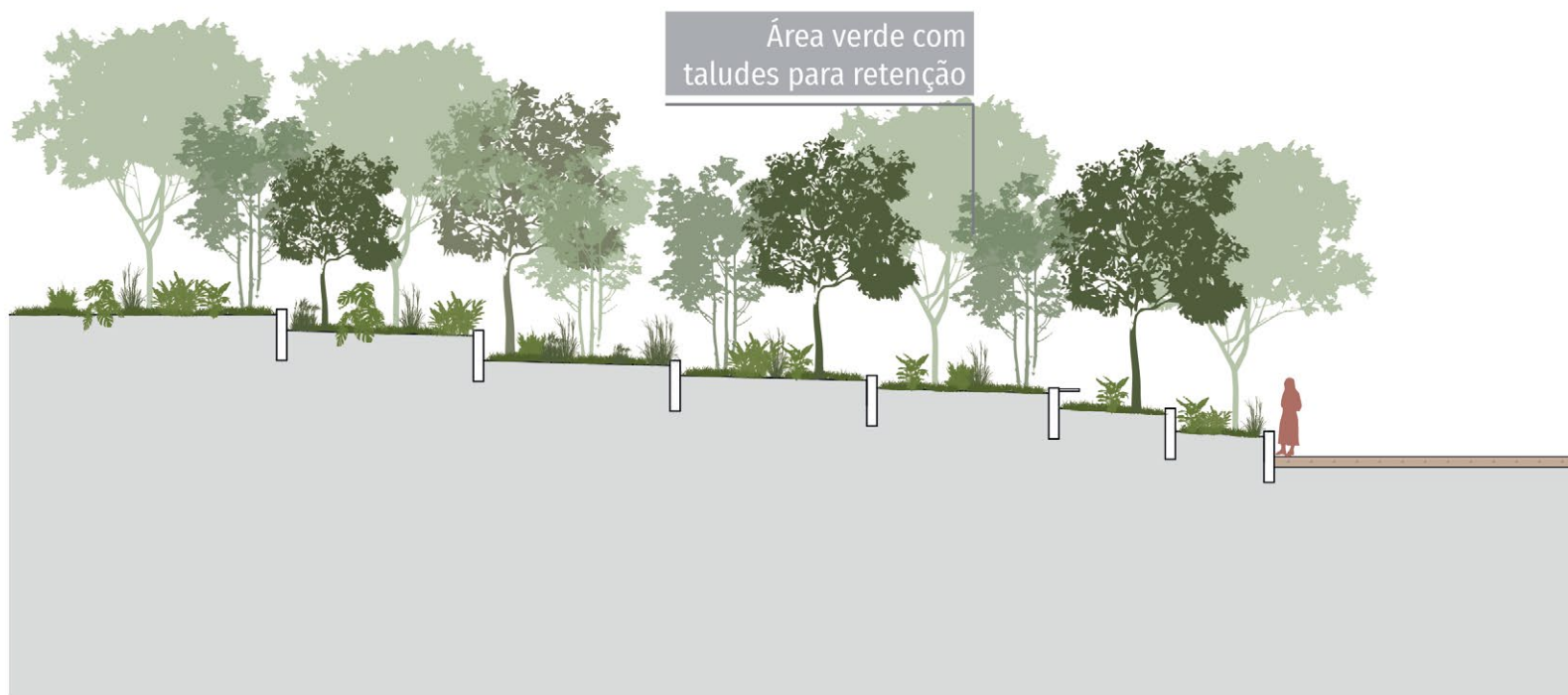
FIGURA 6.13 Perspectiva aérea
do parque linear proposto





R. das Promessas

FIGURA 6.14 Planta geral e corte A-A' da proposta paisagística do parque linear proposto



Corte A-A'

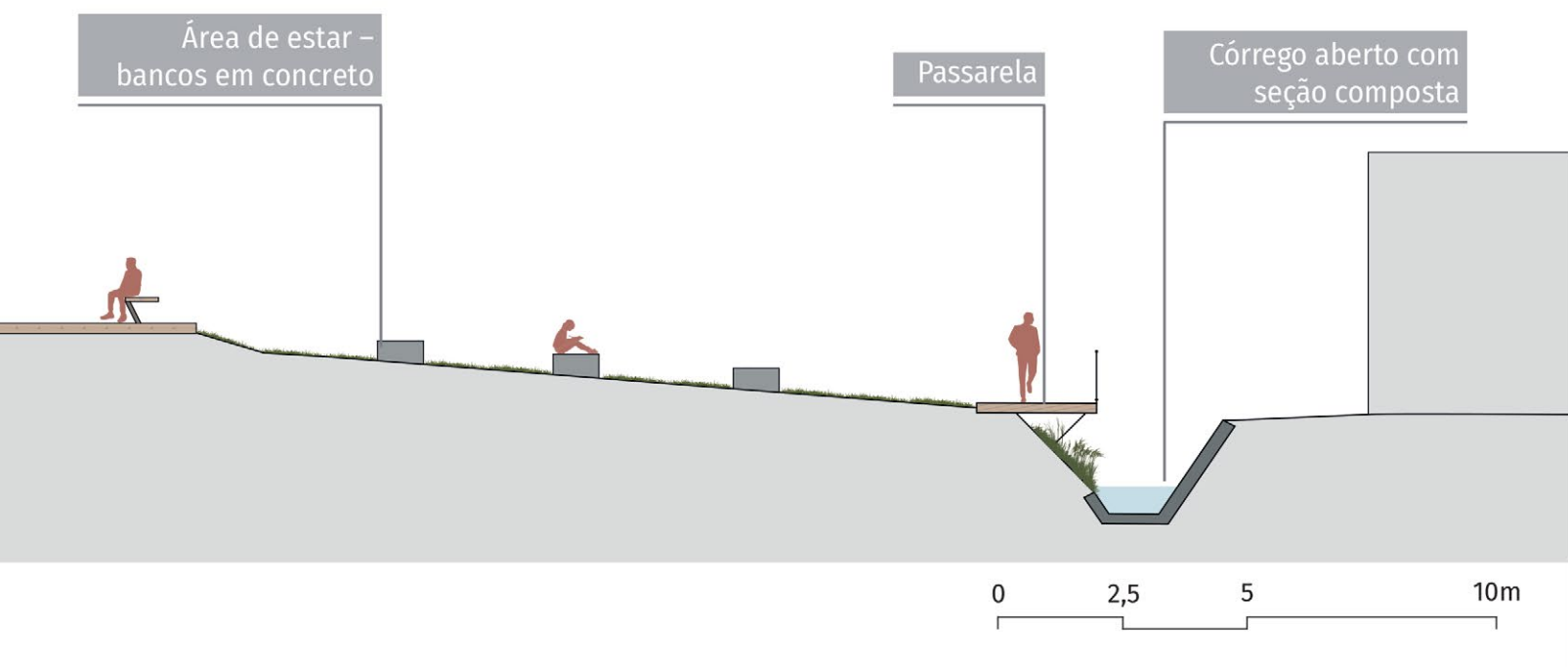


FIGURA 6.15 Planta do trecho de montante e corte B-B' da proposta paisagística do parque linear proposto



Área verde com
taludes para retenção

Áreas de estar

Passarela

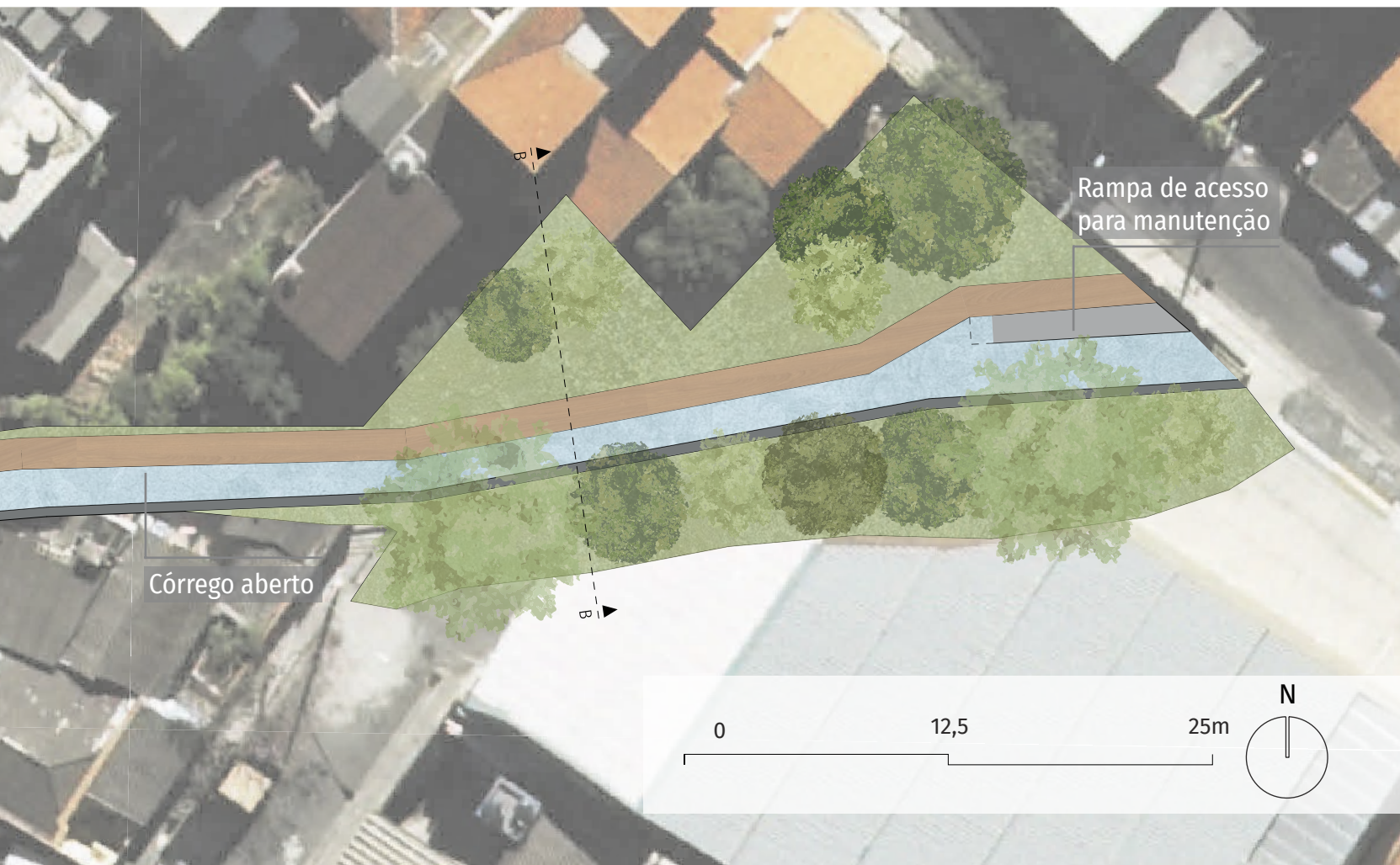
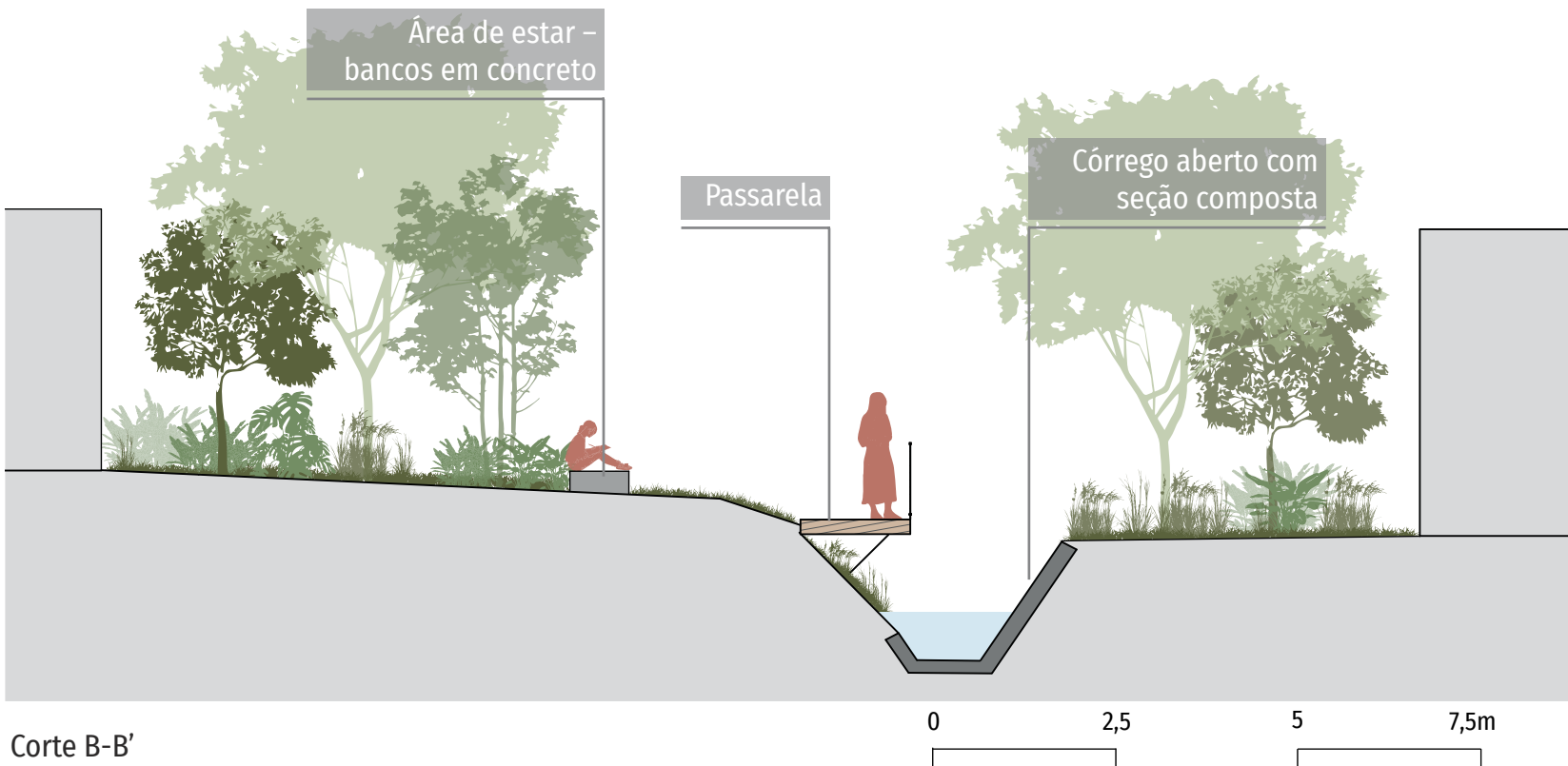
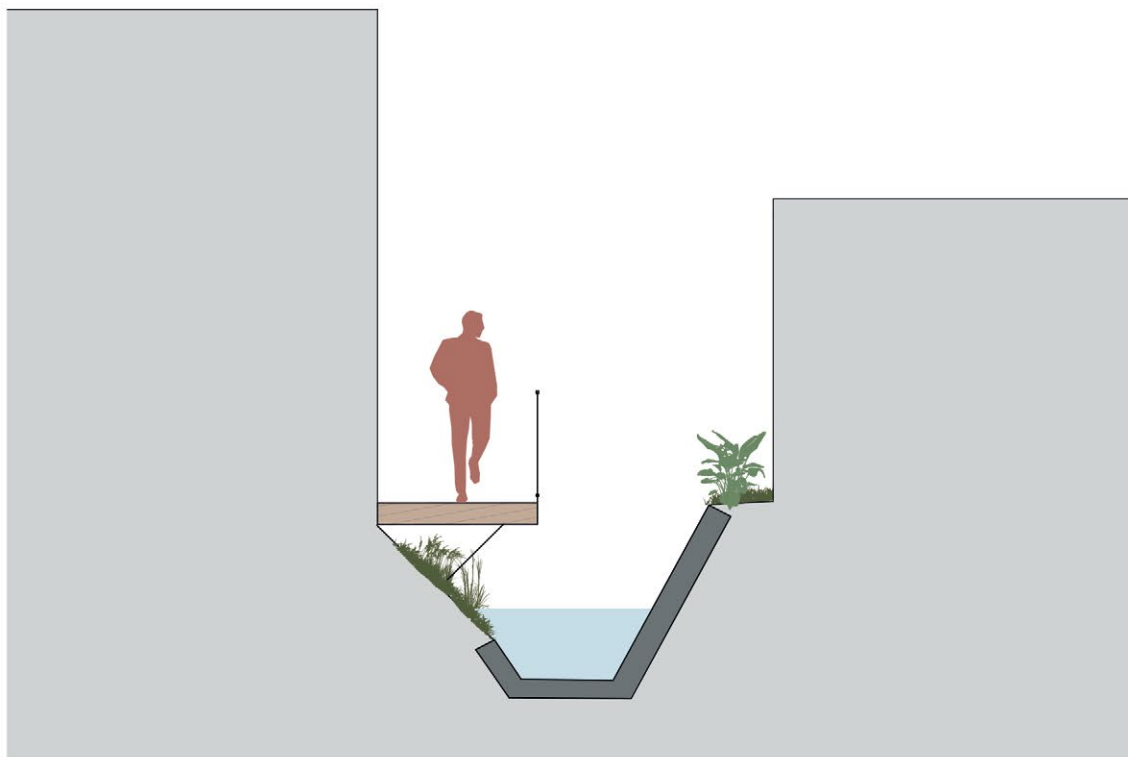


FIGURA 6.16 Planta do trecho de jusante e corte C-C' da proposta paisagística do parque linear proposto

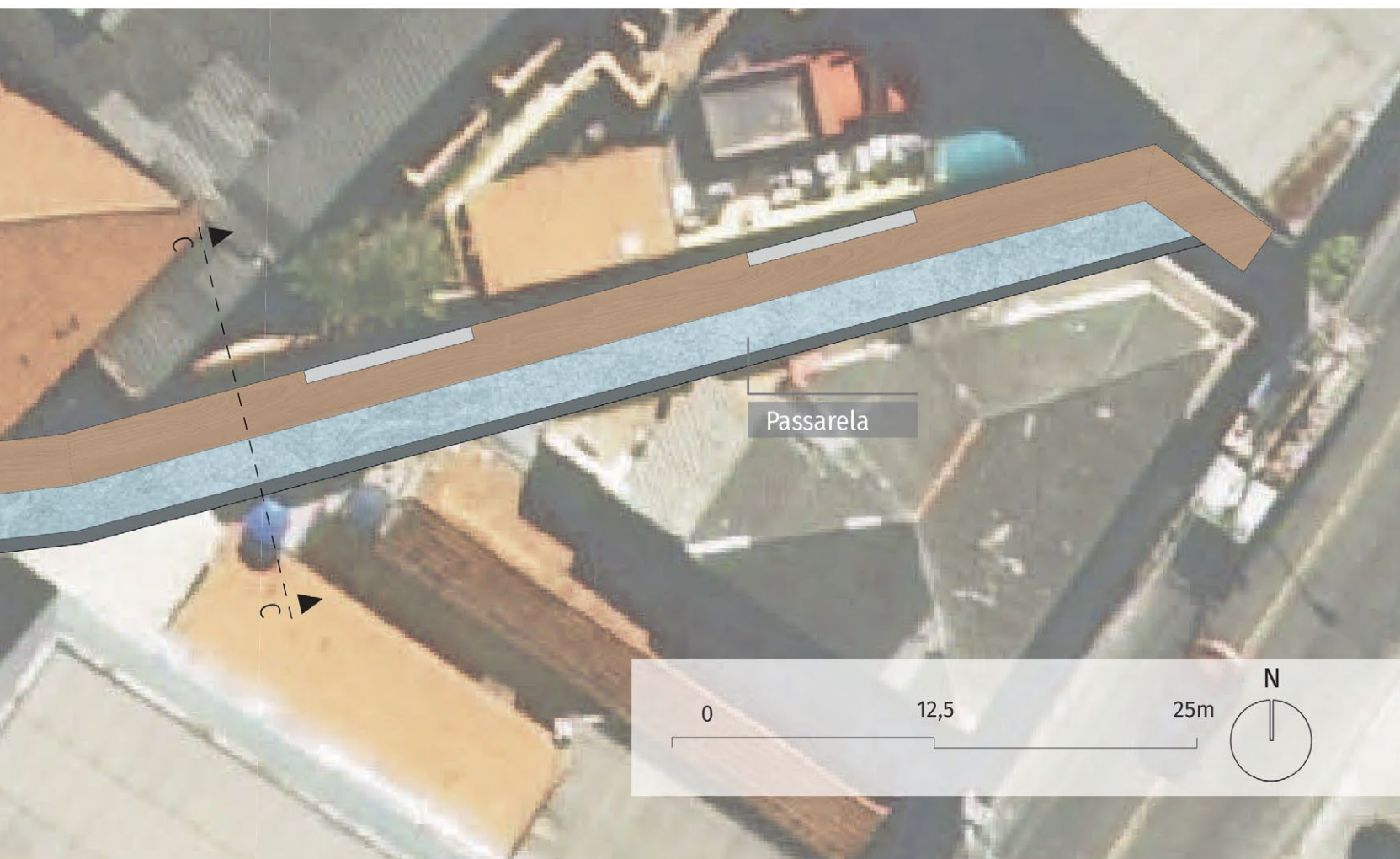
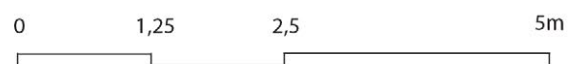


Equipamentos de academia

Córrego aberto



Corte C-C'



Passarela

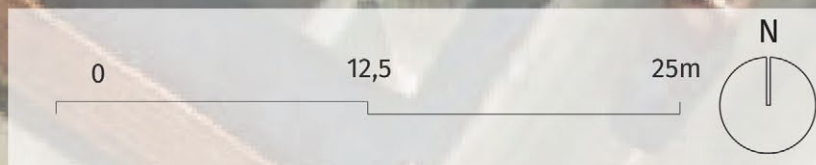


FIGURA 6.17 Esquema da proposta paisagística do parque linear proposto



R. Pe. Marcos Simoni

R. Sto. António de Lisboa



FIGURA 6.18 Perspectiva aérea do parque linear proposto, antes e depois da implantação





FIGURA 6.19 Foto aérea do trecho de montante da área de implantação do parque linear, nos arredores da UBS VI. Ede – situação atual





FIGURA 6.20 Perspectiva aérea do trecho de montante da área de implantação do parque linear, nos arredores da UBS VI. Ede





FIGURA 6.21 Perspectiva de pedestre da passarela junto ao córrego Elza Maria





FIGURA 6.22 Perspectiva de pedestre da área de estar junto da UBS VI. Ede





6.5 MEDIDAS COMPLEMENTARES

Como medida complementar, recomenda-se a inspeção ao longo dos canais já instalados nos córregos Paciência, Maria Paula, do Violão e do Sapo, assim como nas áreas de contribuição direta para o Rio Cabuçu de Cima, que podem conter pontos de desmoronamento, obstruções e acúmulo de vegetação e sedimentos.

Tais problemas devem ser objeto de um programa de recuperação e otimização da rede de drenagem existente, dando condição necessária para um bom desempenho das outras medidas propostas.

A partir de visitas e levantamentos em campo, constatou-se que a região da margem direita do Rio Cabuçu de Cima apresenta muretas de proteção (*new jersey*) perfuradas ao longo de grande parte de sua extensão. Assim, avaliou-se que, principalmente ao longo da Rua Baía de Santa Clara, no trecho entre as ruas Capitão Busse e Augusto Montenegro, seria aconselhável construir um dique ou mureta estanque. Propõe-se também outro dique no trecho final do córrego do Violão, desde a Avenida Edu Chaves até sua foz. Essa estrutura seria utilizada apenas nas situações em que o nível do Rio Cabuçu de Cima supere a cota da margem direita.



FIGURA 6.23 Localização dos diques ao longo do Rio Cabuçu de Cima

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 parques lineares, campos de esportes não impermeabilizados etc., conforme definido em decreto.

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 segue²⁶:

- Estabelecimento de pisos com nível superior à linha d'água estimada, proporcionando áreas seguras para a proteção 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 6.24** 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

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

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 córrego Paciência no
Rio Cabuçu de Cima (foto: FCTH)

Convenção

- Rede de drenagem
- Áreas de drenagem
- Quadra viária
- Limite municipal

Zoneamento

- Praça e canteiro
- ZC
- ZDE-2
- ZEIS-1
- ZEIS-2
- ZM
- ZOE

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

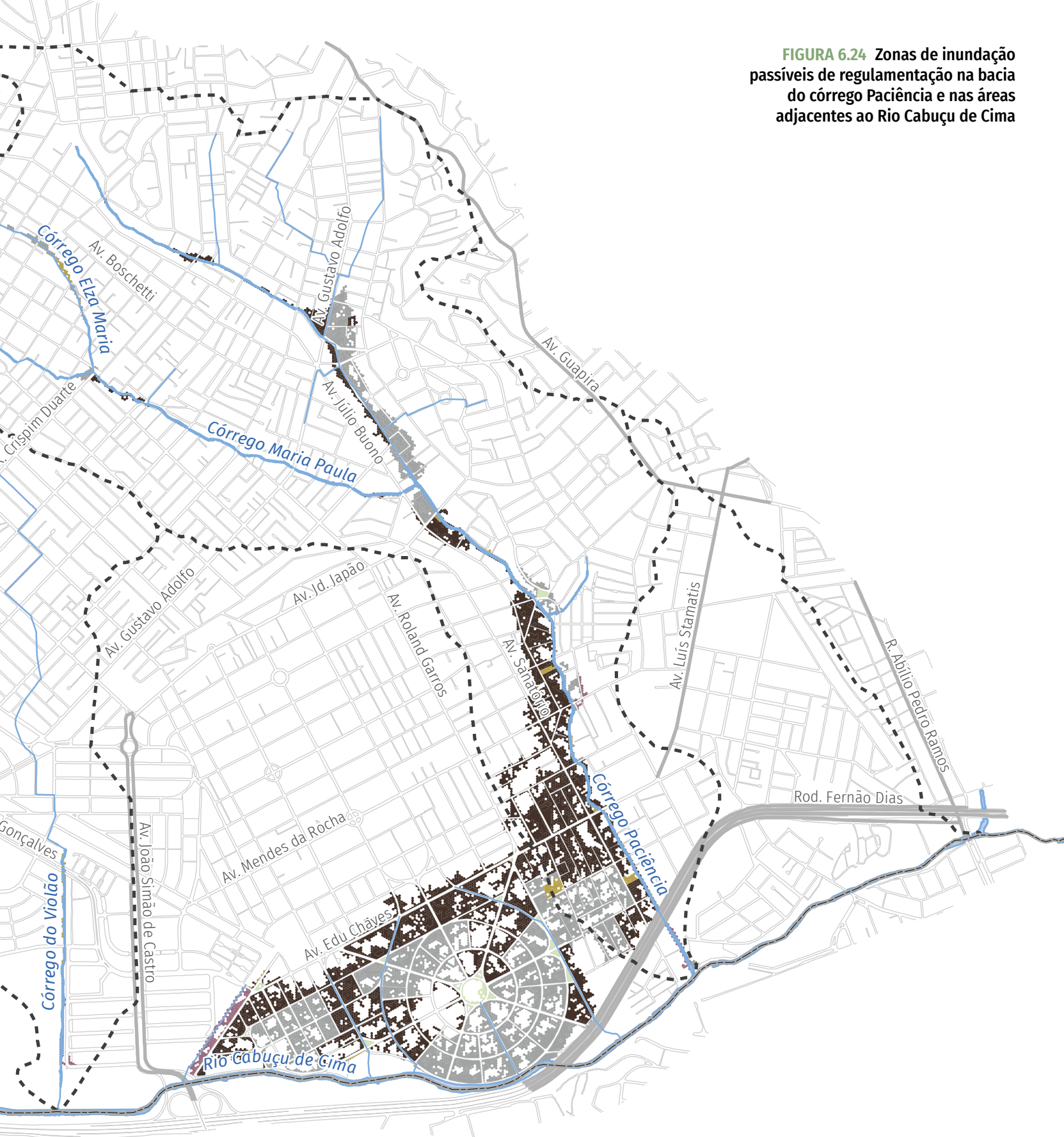
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
Mapa Hidrográfico do Município (2024), FCTH (2024) e
Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (2016).



Fundação
Centro Tecnológica
de Hidráulica



FIGURA 6.24 Zonas de inundação passíveis de regulamentação na bacia do córrego Paciência e nas áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima



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 Gestão 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);

- Secretário 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 6.25**.

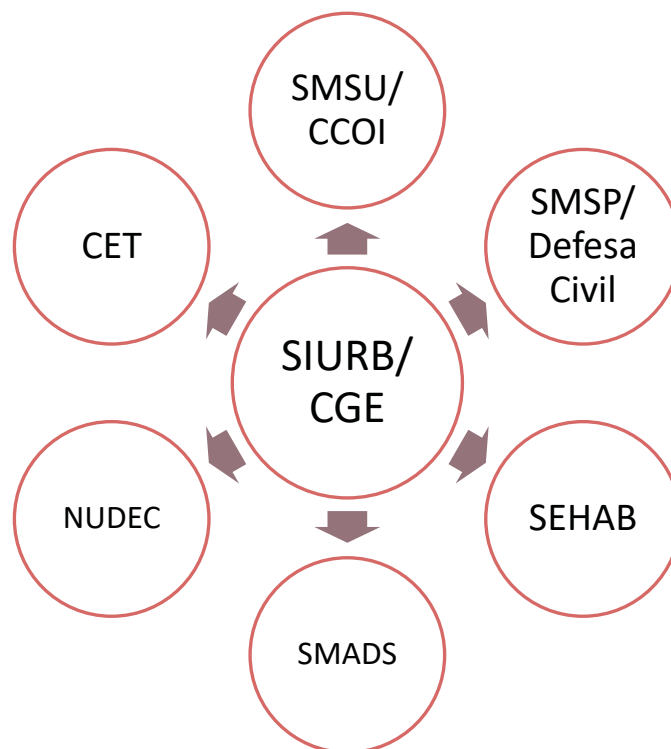


FIGURA 6.25 Articulação institucional em situações de emergência

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.

6.6.3.1 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 do DAEE e da PMSP; pelo Radar Meteorológico de São Paulo, do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE); 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.

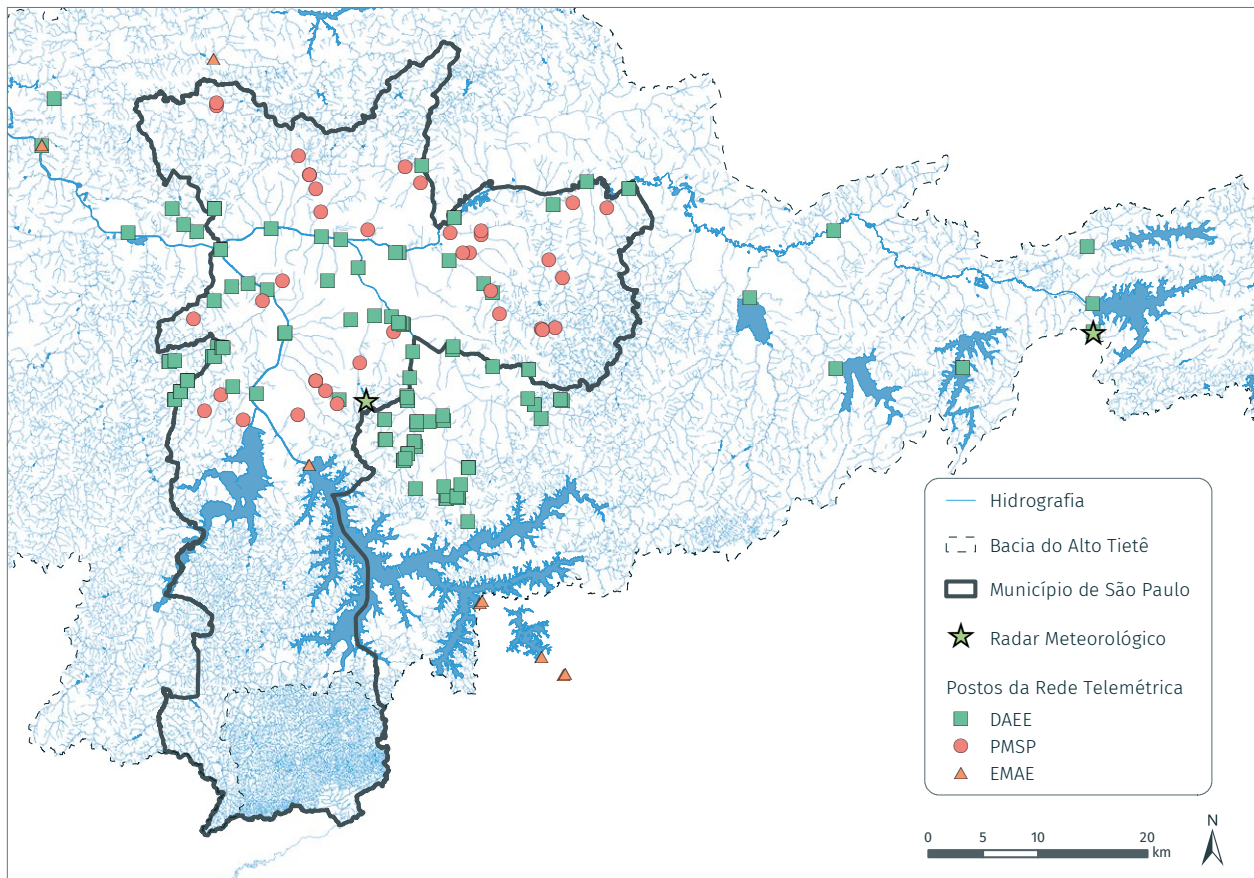


FIGURA 6.26 Postos da rede telemétrica do SAISP

O mapa da **FIGURA 6.27** 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.

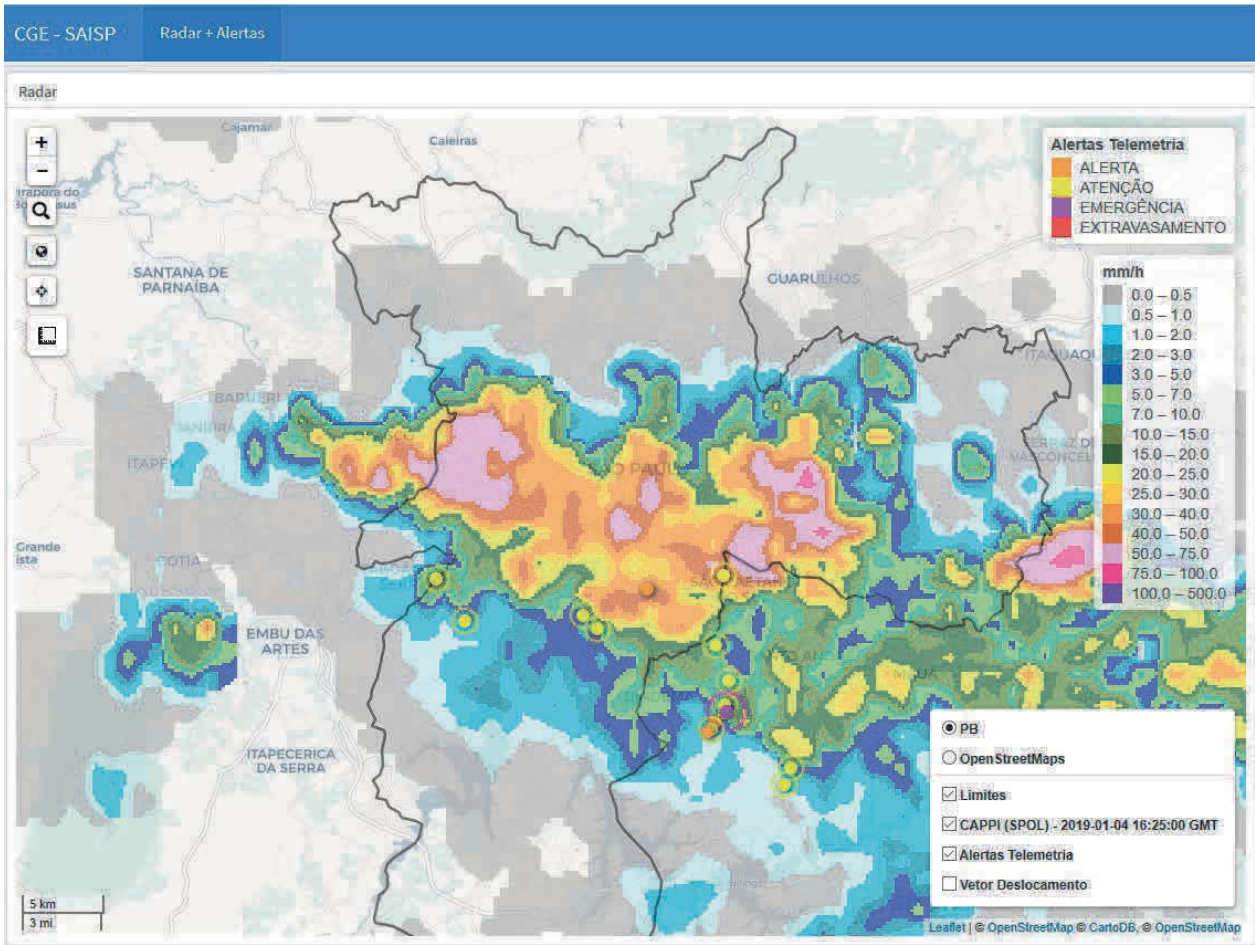


FIGURA 6.27 Mapa de chuva observada e alertas da telemetria

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 6.29** indica o nível do Rio Cabuçu de Cima durante a passagem da onda de cheia no evento de 16 de janeiro de 2017 e seus níveis de criticidade.

6.6.3.2 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.

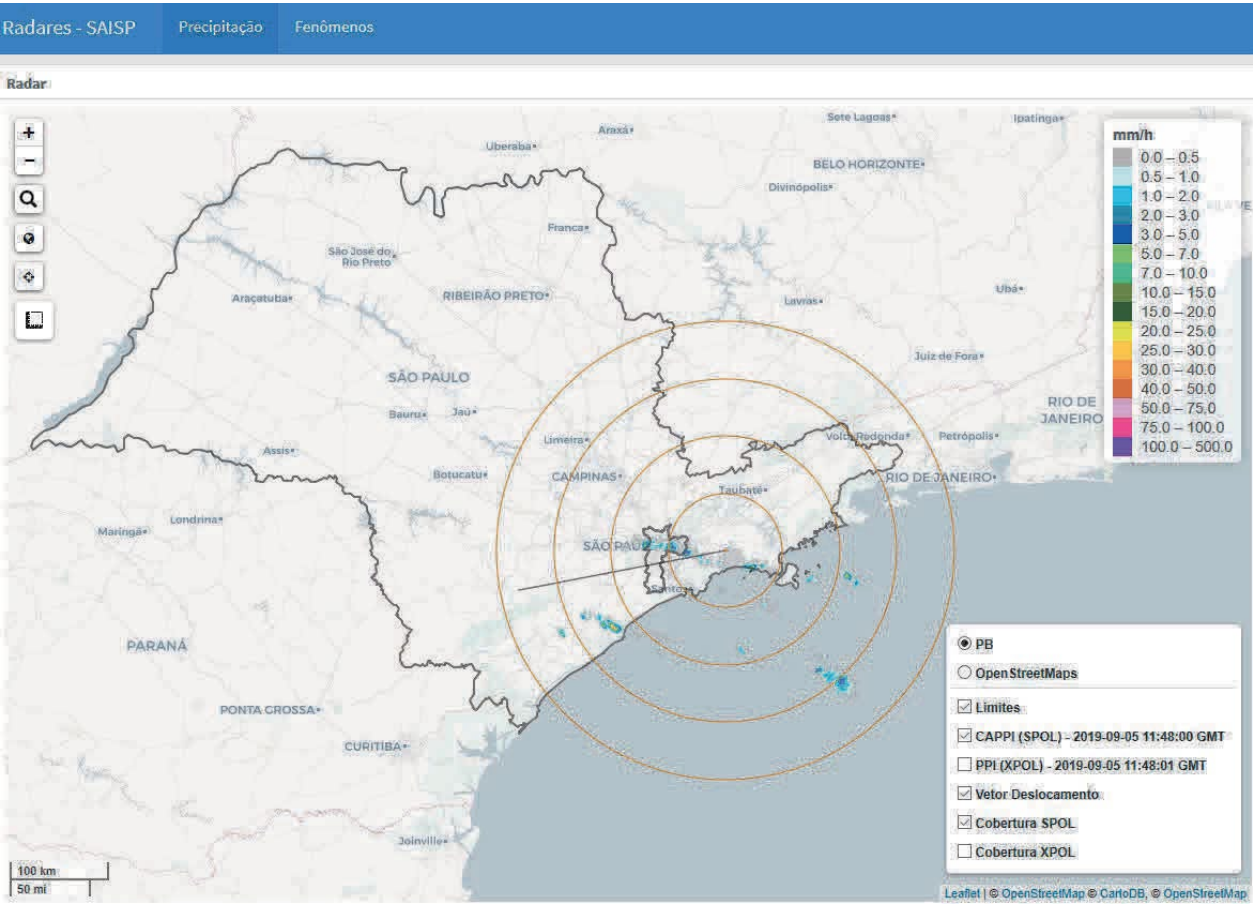


FIGURA 6.28 Área de cobertura do radar meteorológico do DAEE

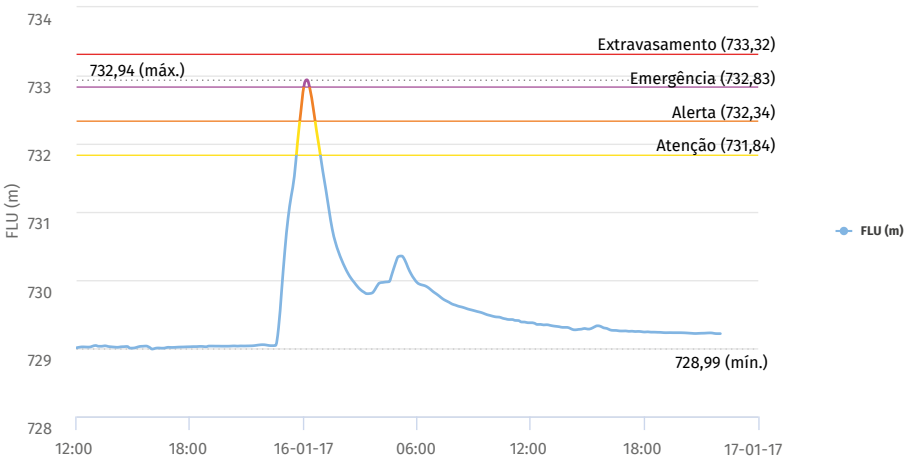


FIGURA 6.29 Nível do Posto 282 – Rio Cabuçu de Cima – Vila Galvão

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 biodiversidade²⁷.

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

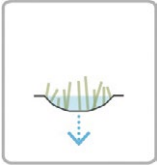
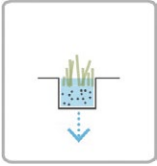
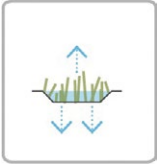
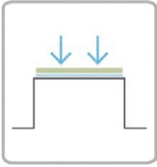
urbanização sobre a quantidade e a qualidade das águas urbanas.

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 na **TABELA 6.3**.

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

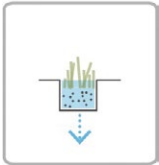
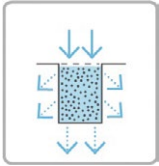
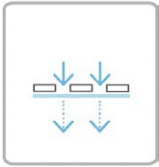
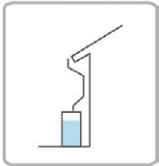
TABELA 6.3 Tipologia das principais medidas de drenagem sustentáveis (PMSP, 2012 ²⁸ ; UACDC, 2010 ²⁹ e MPCA, 2019 ³⁰)	
Medida	Descrição
Jardim de chuva (biorretenção) 	Função: filtração, infiltração e retenção (SbN) São estruturas simples constituídas por depressão pouco profunda e revestidas com uma 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
Canteiro pluvial (biorretenção) 	Função: filtração, infiltração e retenção (SbN) 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
Biovaleta 	Função: condução, filtração e retenção (SbN) 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
Telhado verde 	Função: filtração e retenção (SbN) 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, poderá criar um espaço de lazer e contemplação. Essas estruturas também contribuem para a regulação das temperaturas internas do edifício

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

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

30. 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.

TABELA 6.3 Tipologia das principais medidas de drenagem sustentáveis
(PMSP, 2012²⁸; UACDC, 2010²⁹ e MPCA, 2019³⁰)

Medida	Descrição
Trincheiras de infiltração 	Função: filtração e infiltração 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
Poço de infiltração 	Função: filtração e infiltração 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
Pavimento permeável 	Função: filtração e infiltração 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
Cisterna 	Função: detenção/retenção 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
Microrreservatório 	Função: detenção/retenção Estrutura semelhante às cisternas, propiciam o armazenamento das águas pluviais em lotes. 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

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 6.30** um mapa que, em função da declividade e da geologia da área de drenagem, indica o potencial de implantação das medidas indicadas na bacia do córrego Paciência e das 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 é reduzida, porém não inviável, sendo mais indicadas medidas de retenção, tais como as chamadas “piscininhas”, de retenção linear, ou a implantação de medidas 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 aplicação das medidas aqui relacionadas, conjuntamente com os sistemas de drenagem tradicionais, conduz a uma gestão sustentável da drenagem urbana no município de São Paulo.



Córrego do Violão nas proximidades de sua foz no Rio Cabuçu de Cima (foto: FCTH)

Convenção

- Rede de drenagem
- Áreas de drenagem
- Quadra viária
- Limite municipal
- Planícies e terraços baixos

Potencial de implantação de medidas de controle na fonte

- Muito alto
- Alto
- Médio
- Baixo

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

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



Fundação
Centro Tecnológica
de Hidráulica

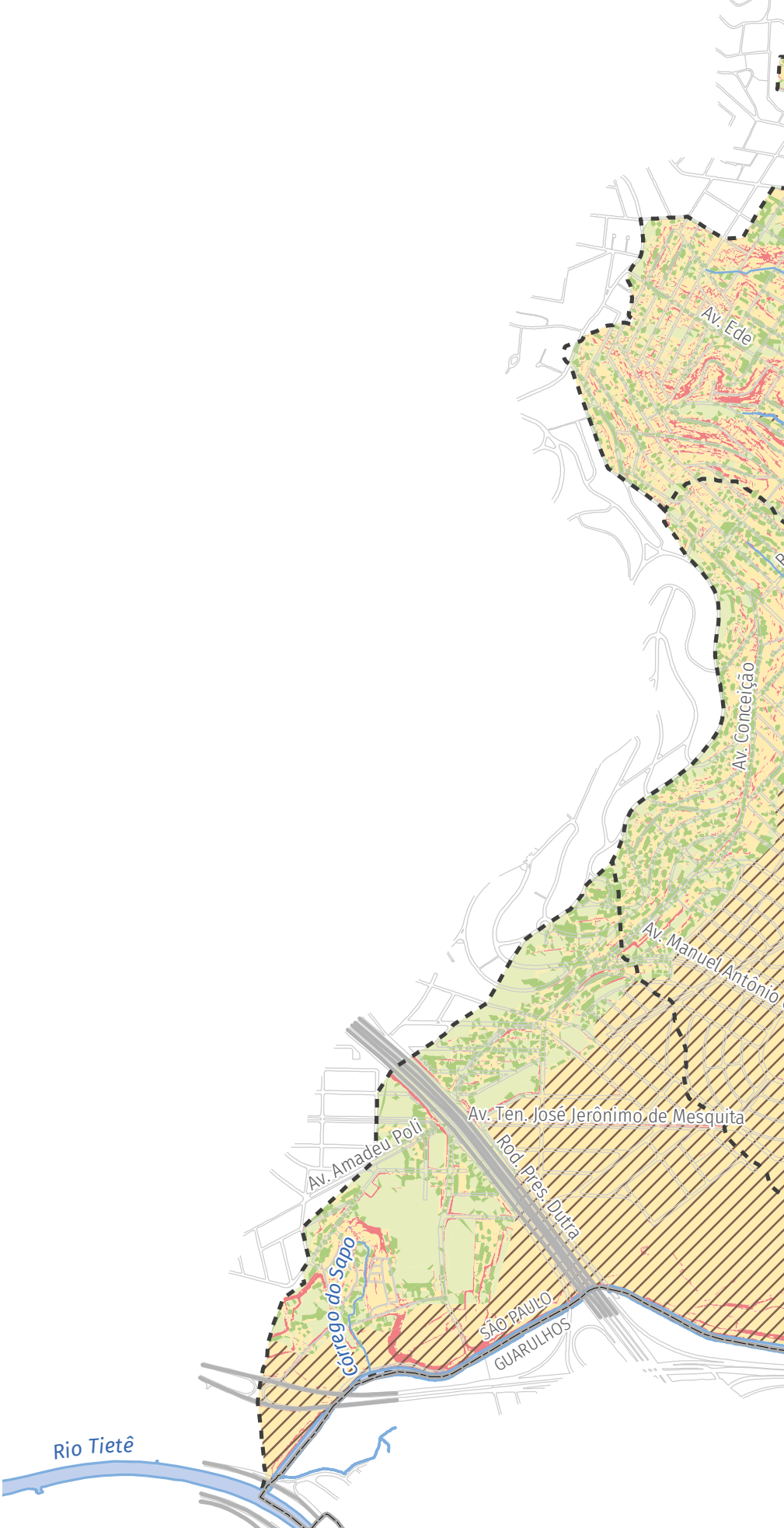
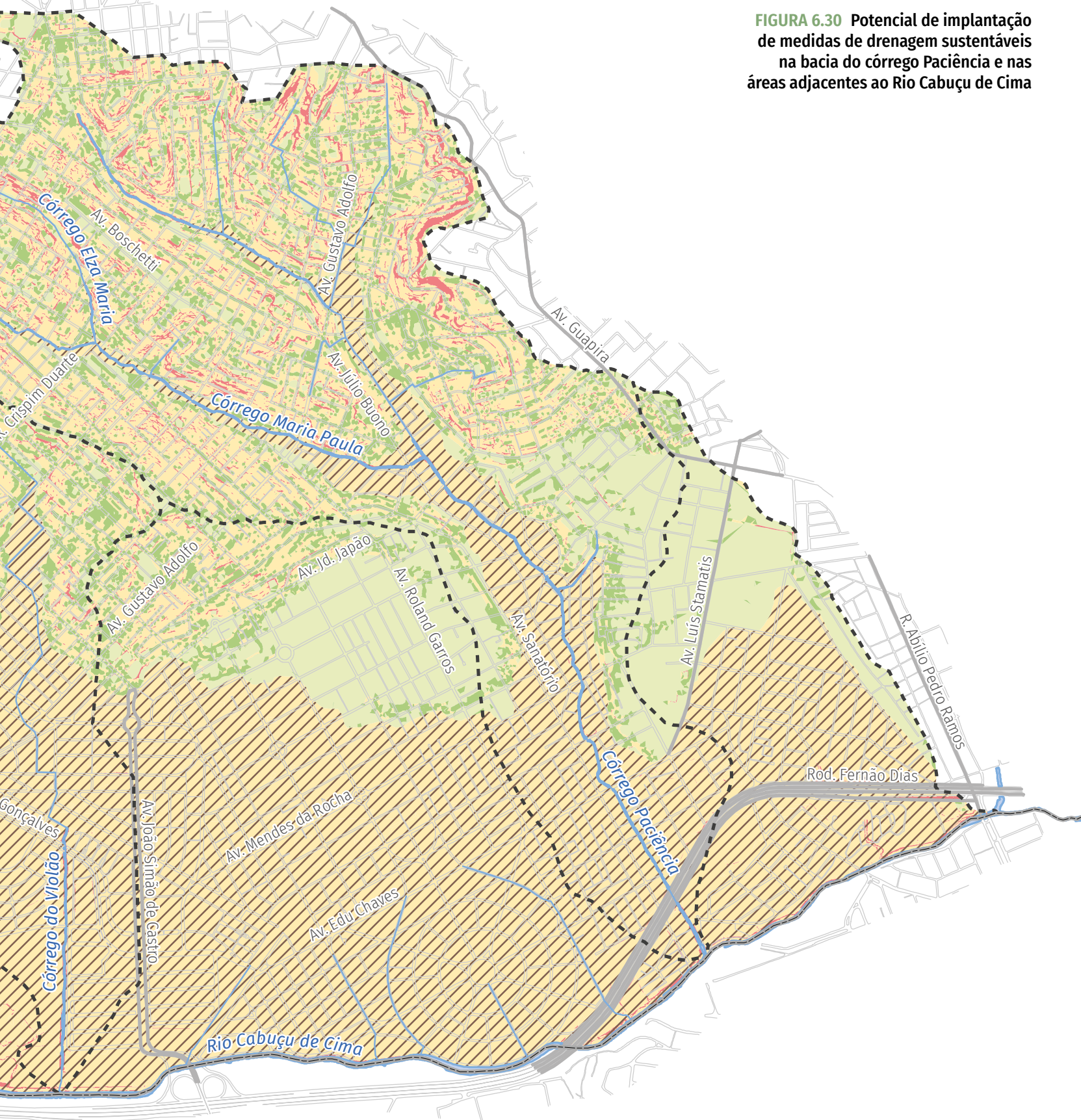


FIGURA 6.30 Potencial de implantação de medidas de drenagem sustentáveis na bacia do córrego Paciência e nas áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima



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 às regiões críticas da área de drenagem; a 2ª etapa protege para chuvas de Tr 10 anos; a 3ª etapa, para chuvas de Tr 25 anos; e a etapa final confere à área proteção contra 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. Para a 4ª etapa, é apresentado um cenário adicional que contempla uma condição com indicação superior à de projeto (Tr 200 anos), cenário esse denominado de falha.

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 primeira 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.

As áreas afetadas por essas inundações, resultantes de uma precipitação com período de retorno de 200 anos, estão ilustradas na **FIGURA 7.4**.

TABELA 7.1 Efeitos das alternativas 1 e 2 sobre a área de drenagem			
Etapa	Alternativa	Impactos	
		Área inundada (km²)	Lotes atingidos
Atual	Sem intervenção	0,807	5.172
1ª etapa (Tr 5 anos)	Alternativa 1	0,478	3.435
	Alternativa 2	0,478	3.435
2ª etapa (Tr 10 anos)	Alternativa 1	0,328	2.283
	Alternativa 2	0,260	1.929
3ª etapa (Tr 25 anos)	Alternativa 1	0,178	1.172
	Alternativa 2	0,168	1.280
4ª etapa	Alternativa 1	0	0
	Alternativa 2	0	0
Falha (Tr 200 anos)	Alternativa 1	0,258	2.099
	Alternativa 2	0,032	170

Sem intervenção – chuva de Tr 5 anos

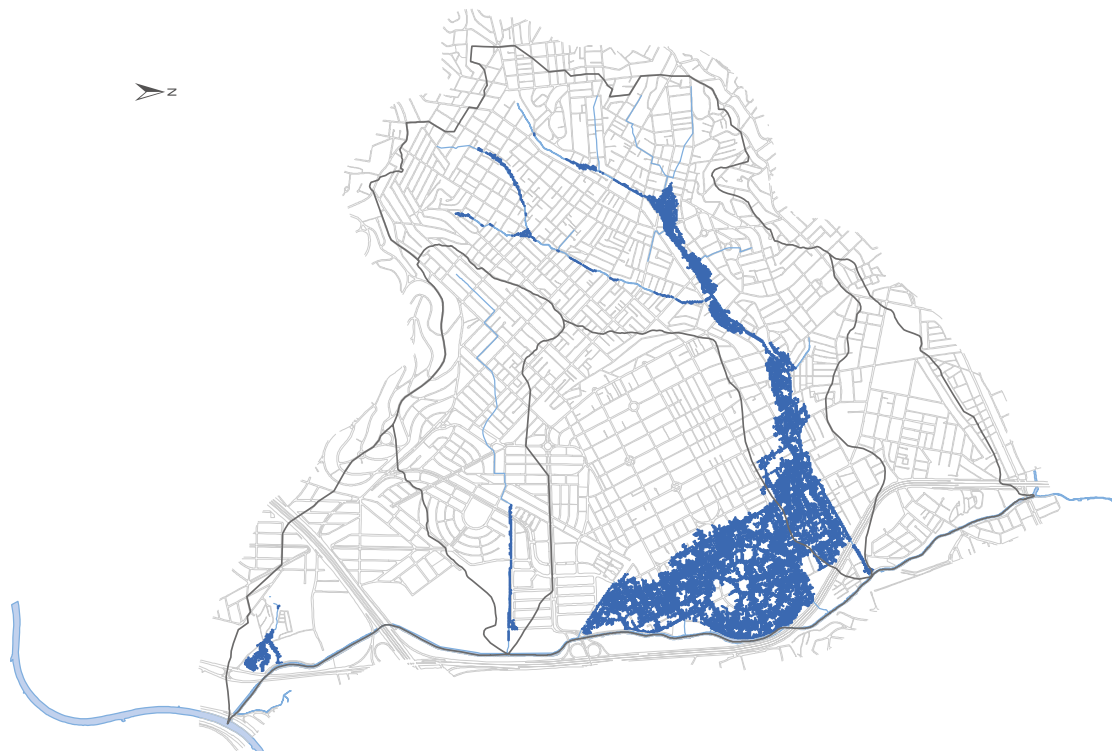


1ª etapa das Alternativas 1 e 2 – chuva de Tr 5 anos

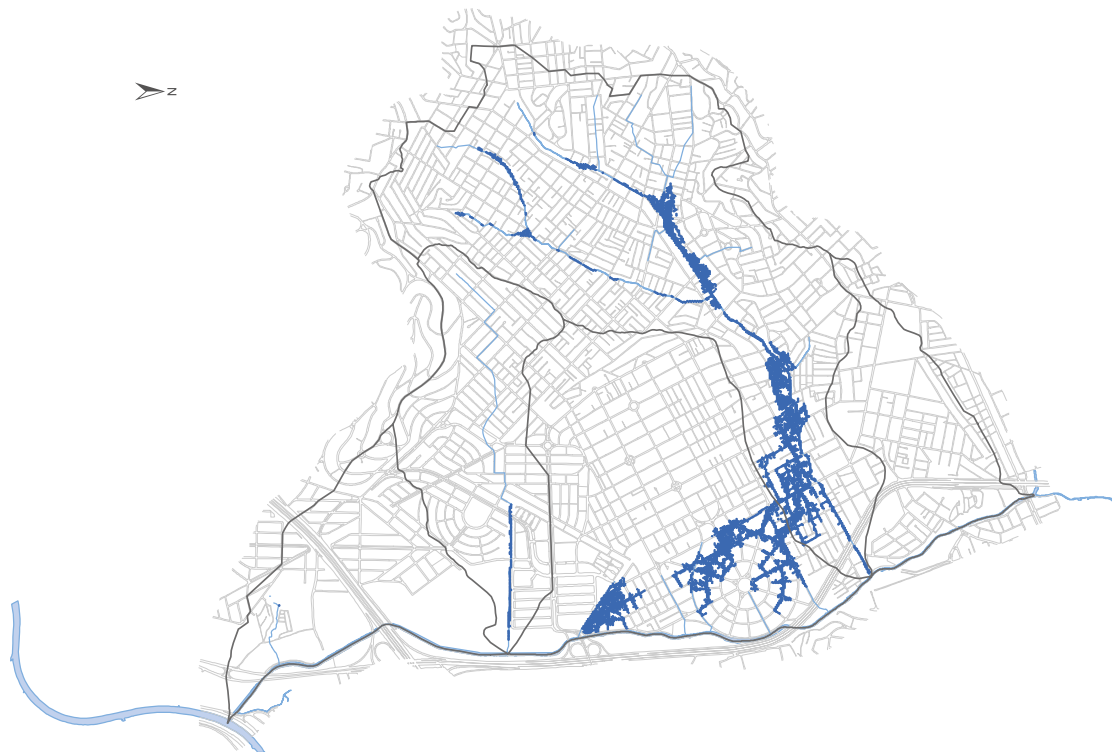


FIGURA 7.1 Áreas sujeitas a inundações para chuvas de Tr 5 anos: cenário sem intervenção e com as obras da etapa inicial

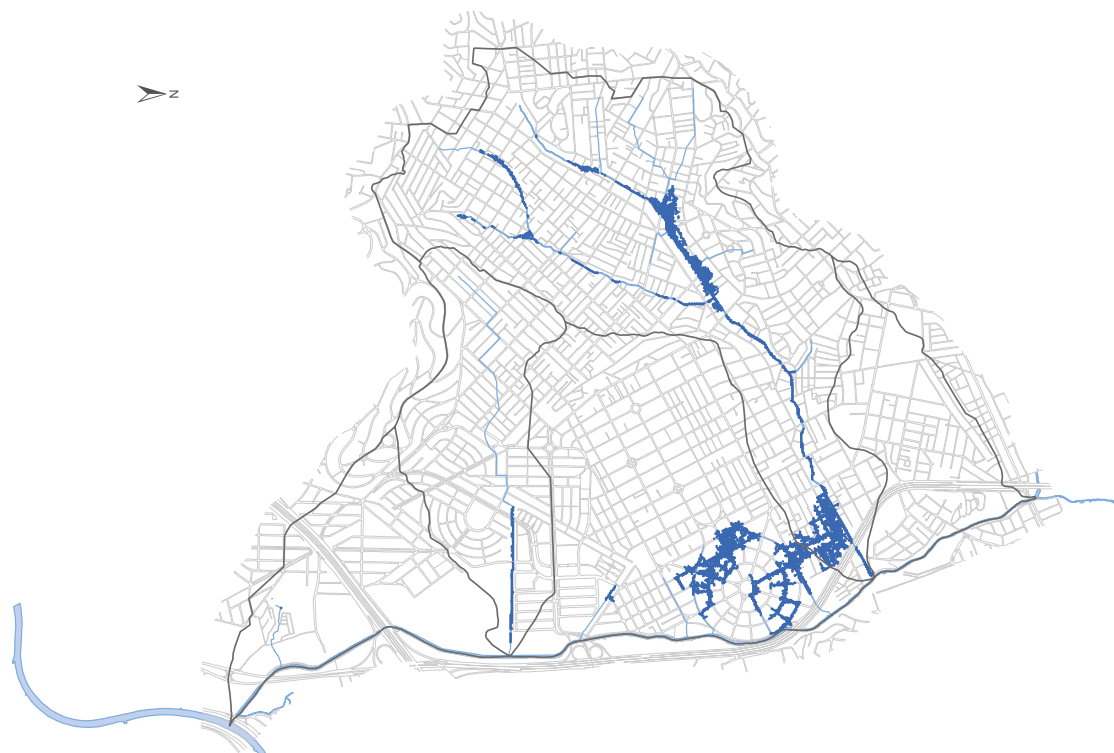
Sem intervenção – chuva de Tr 100 anos



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

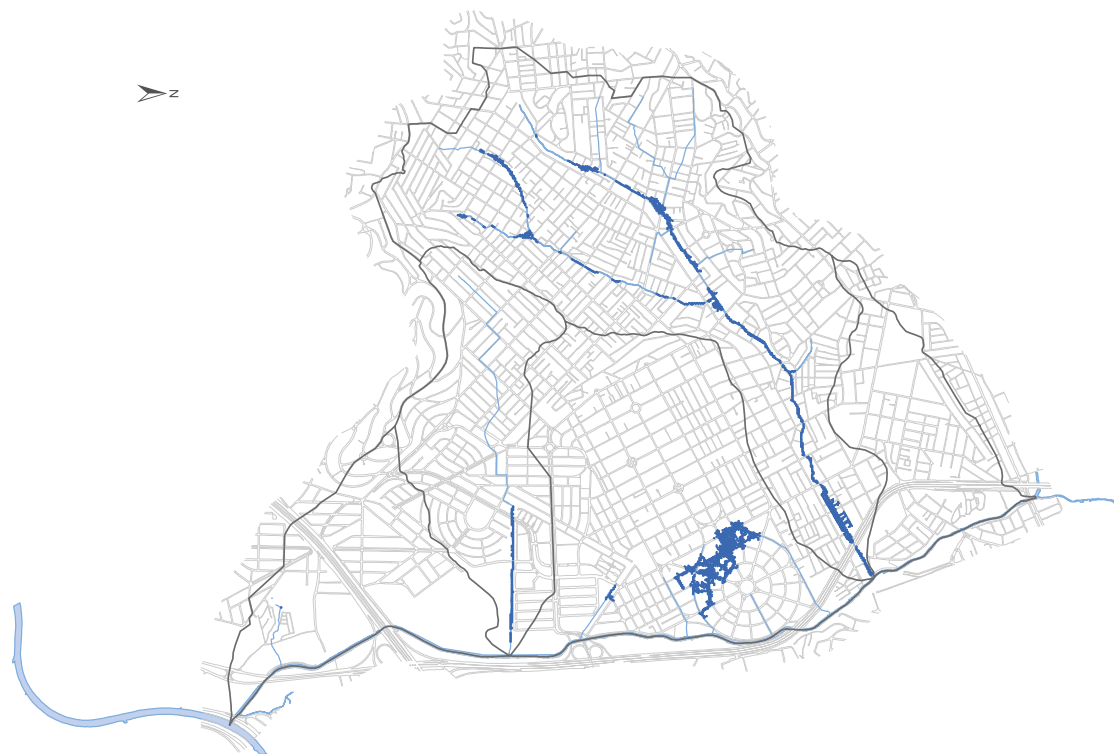
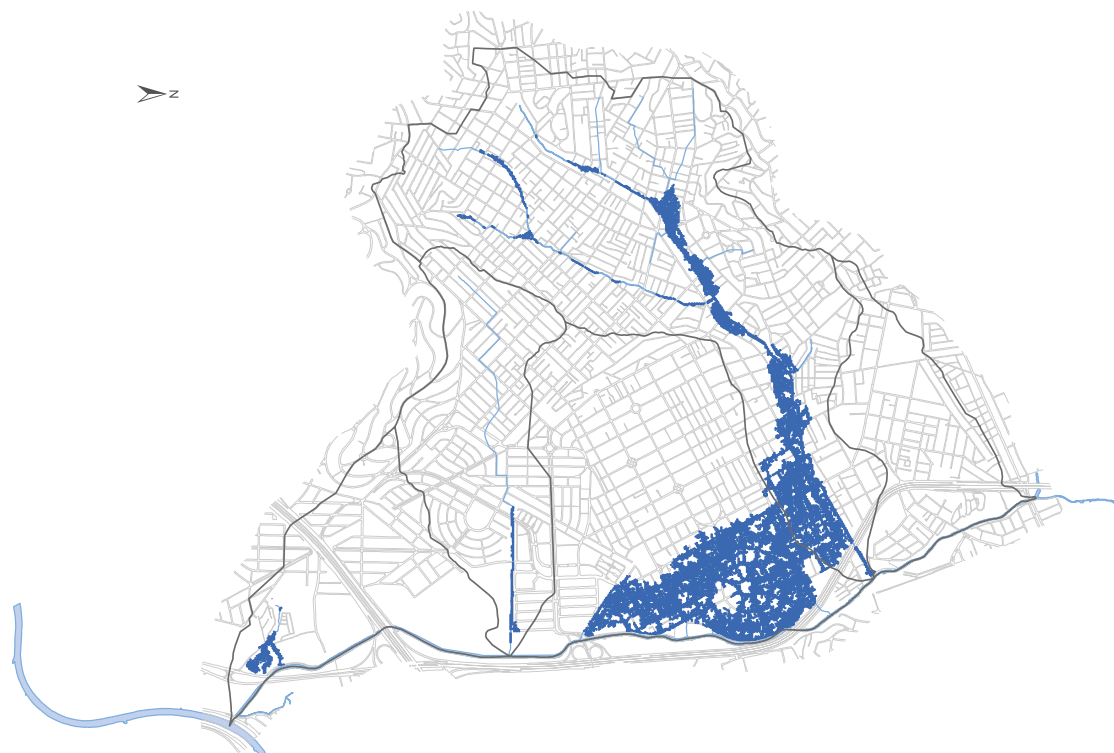
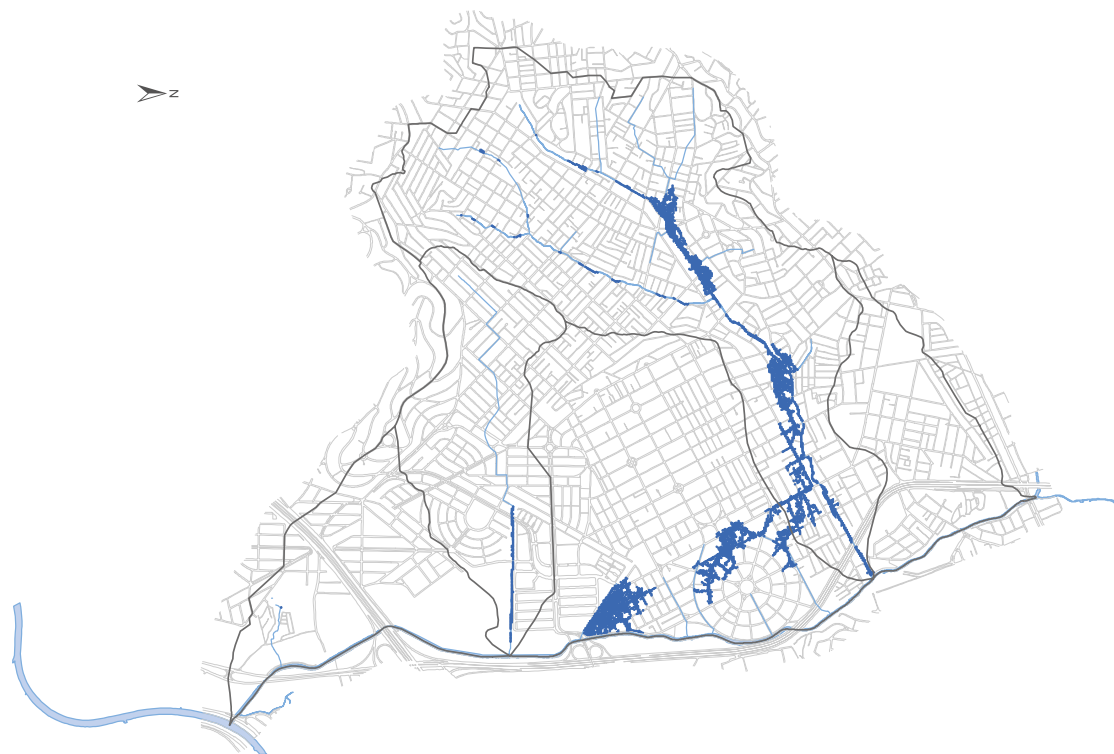


FIGURA 7.2 Áreas sujeitas a inundações para chuvas de Tr 100 anos: cenário sem intervenção e com as obras da 1ª, 2ª e 3ª etapas da Alternativa 1

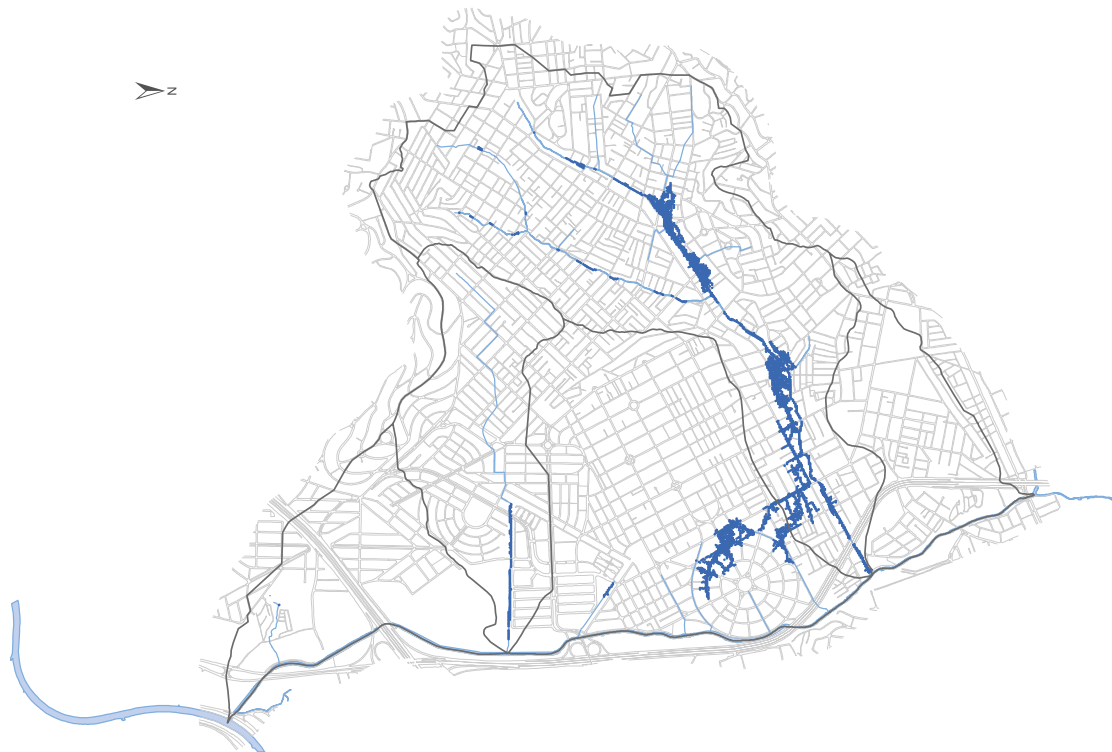
Sem intervenção – chuva de Tr 100 anos



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

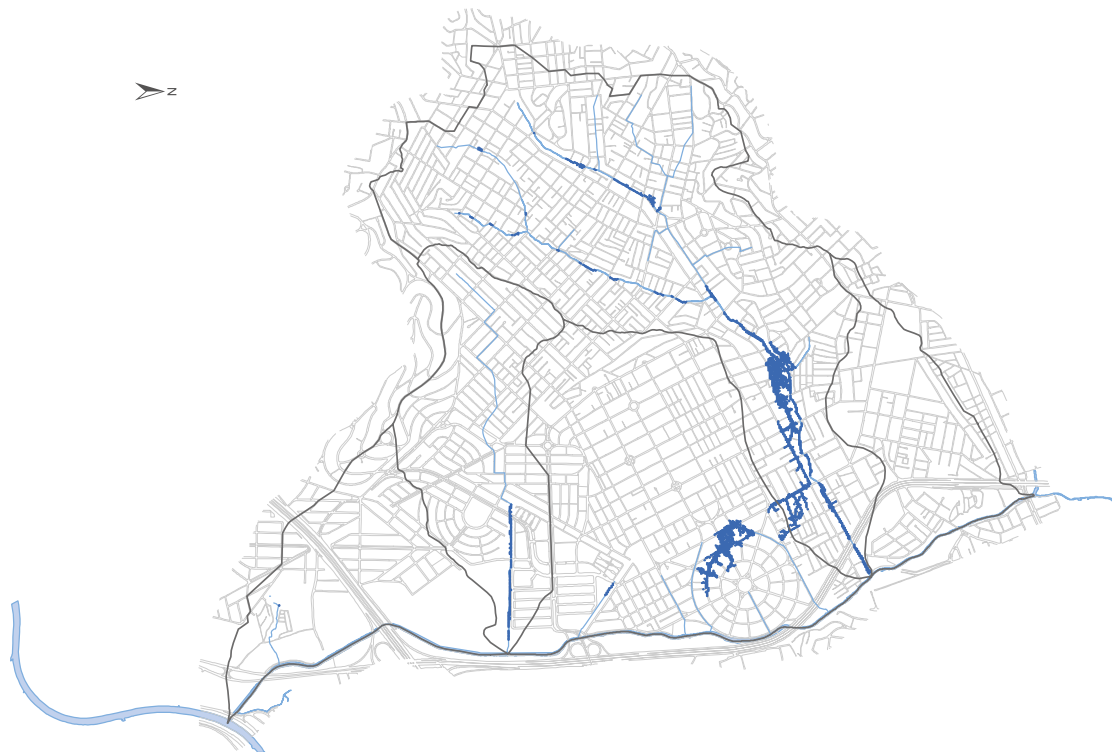
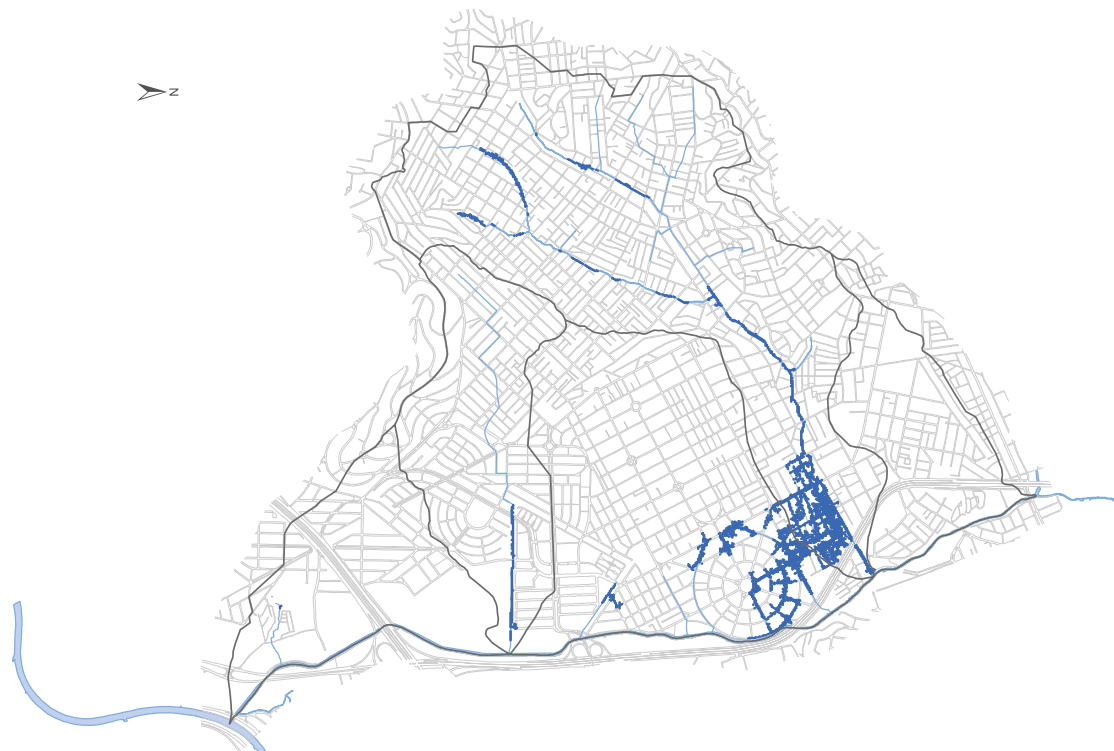


FIGURA 7.3 Áreas sujeitas a inundações para chuvas de Tr 100 anos: cenário sem intervenção e com as obras da 1ª, 2ª e 3ª etapas da Alternativa 2

Alternativa 1 – 4ª etapa, chuva de Tr 200 anos



Alternativa 2 – 4ª etapa, chuva de Tr 200 anos



FIGURA 7.4 Áreas sujeitas a inundações para chuvas de Tr 200 anos: cenário com as obras da 4ª etapa das Alternativas 1 e 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 0,123 km².

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

- Reservatório RPA-2 (12.000 m³);
- Canal Avenida Mendes da Rocha (640 m);
- Canal Rua Maurício Semer (123 m);
- Canal Rua Baracela (550 m).

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 7.5** o impacto isolado de cada obra da 1ª etapa para a 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 com Tr 5 anos**

0,123 km²

Reservatório RPA-2



Descrição

Implantação de reservatório de armazenamento de cheias, com capacidade de reservação de 12.000 m³

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

0,072 km²

Canalização – R. da Baracela



Descrição

Canalização de 550 metros com seção retangular de 3 x 1,5 m

Área de redução da mancha de inundação para chuva com Tr 5 anos
0,099 km²

Canalização – Av. Mendes da Rocha



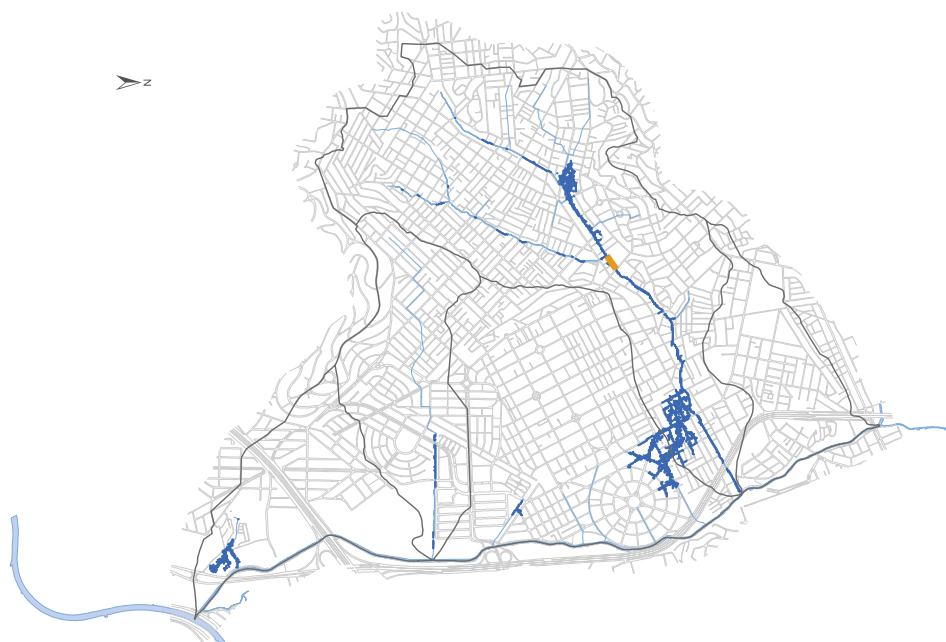
Descrição

Canalização de 640 m com seção retangular de 10 m x 3 m

Área de redução da mancha de inundação para chuva com Tr 5 anos
0,120 km²

FIGURA 7.5 Impacto isolado de cada obra da 1ª etapa para uma chuva de Tr 5 anos

Canalização – R. Maurício Semer



Descrição

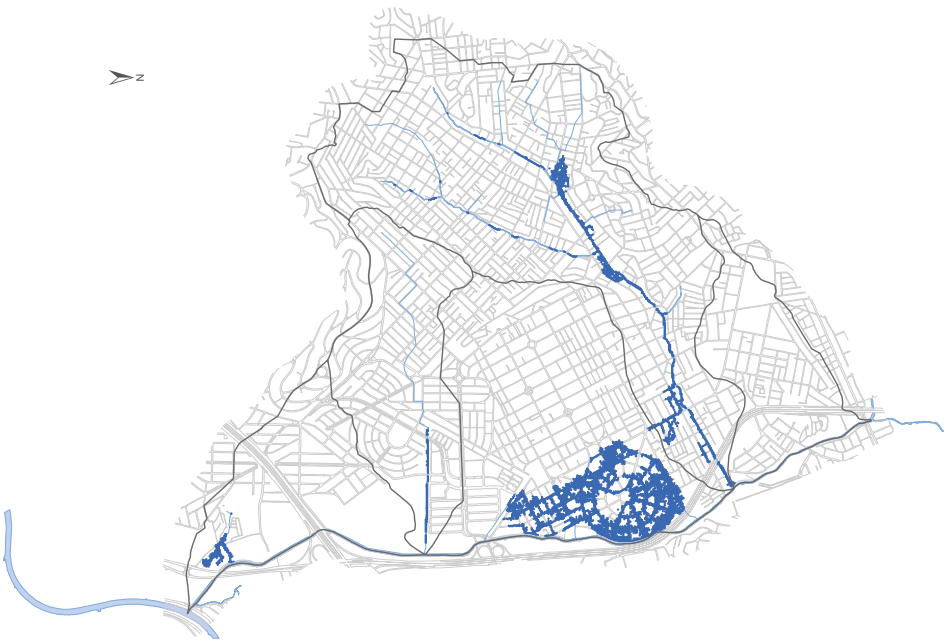
Canalização de 123 m com seção retangular de 4 m × 3 m

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

0,189 km²

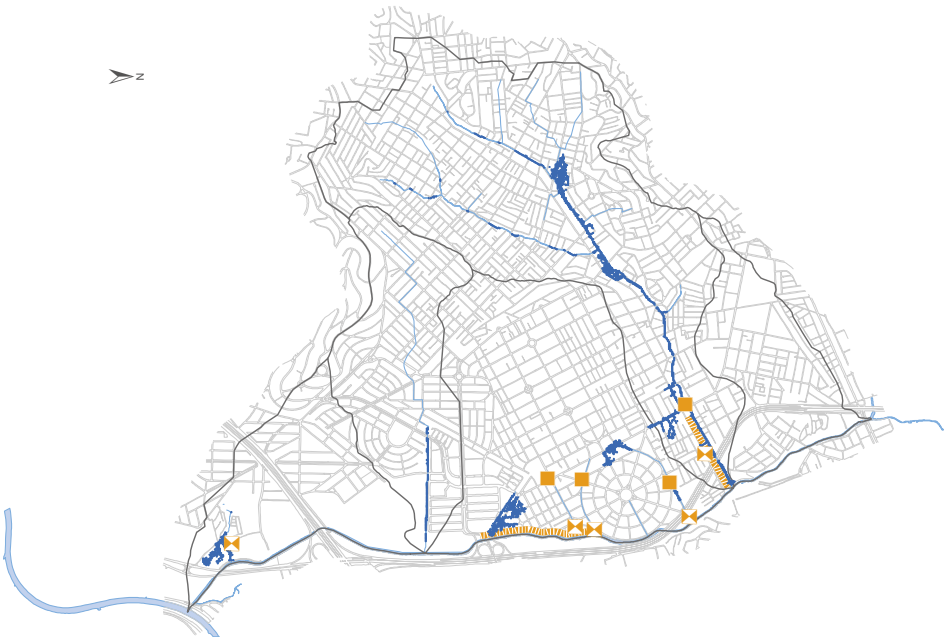
FIGURA 7.5 Impacto isolado de cada obra da 1ª etapa para a chuva de Tr 5 anos

Mancha de inundação para a configuração da rede atual – Tr 5 anos com nível alto do Rio Cabuçu de Cima



Área de redução da
mancha de inundação
para chuva com Tr 5 anos
0,492 km²

Pôlderes



Descrição
Implantação dos
pôlderes da 1ª etapa

Área de redução da
mancha de inundação
para chuva com Tr 5 anos
0,169 km²

FIGURA 7.6 Impacto isolado das obras de pôlderes da 1ª etapa para uma chuva de Tr 5 anos

Custo estimado

Uma 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 de custos de implantação, foram considerados os seguintes tipos de intervenções:

- Reservatório fechado: custo médio de reservatório com bombas por m^3 de reservação, somado ao custo médio por m^2 de área com equipamentos de lazer e infraestrutura verde;
- Canalização: custo médio por m^3 , considerando canais com revestimento em concreto armado e seção mista com talude vegetado;
- Galeria: custo médio por m^3 , considerando galeria retangular com revestimento em concreto armado.

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 os parques lineares, 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 parques lineares 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.

A **TABELA 8.3** mostra o resumo dos custos totais estimados e em cada etapa das alternativas estudadas.

TABELA 8.1 Custo estimado das medidas de controle da Alternativa 1 (valores com data base de junho/2024)

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Extensão (m)
1	Paciência	Válvula <i>flap</i>	Av. Edu Chaves	–
	ACD	Pôlder (DPA-01)	Tv. Antônio Balzano	–
		Válvula <i>flap</i>	R. Rei Alberto	–
		Pôlder (DPA-02)	R. Rei Alberto	–
		Válvula <i>flap</i>	R. Basílio Alves Morango	–
		Pôlder (DPA-03)	R. Jorge Newbery	–
		Válvula <i>flap</i>	R. Itamonte	–
		Pôlder (DPA-04)	R. Itamonte	–
		Dique	Ao longo da R. Baía de Sta. Clara, da R. Basílio Alves Morango até as proximidades da Av. João Simão de Castro	960
	Paciência	Reservatório (RPA-02)	Av. Gustavo Adolfo	–
		Canalização	Da Av. Mendes da Rocha até a Av. Edu Chaves	245
		Canalização	Da Av. Edu Chaves até a R. Aperibé	371
		Canalização	Da R. Maurício Semer até a Av. Jardim Japão	134
		Dique	Ao longo da Av. Sanatório, desde as proximidades da Av. Edu Chaves até o rio Cabuçu de Cima	679
	Sapo	Canalização	Da R. Verde até a R. Pallet	517
		Válvula <i>flap</i>	R. Pallet	–
2	Elza Maria	Canalização	Da R. Pe. Marcos Simoni até a Av. Ede	247
		Adequação de travessia	Av. Ede	20
	Augusto Montenegro	Canalização	Av. do Poeta ao longo da Av. Augusto Montenegro	480
	Paciência	Canalização	Da R. Flávia até a Av. Mendes da Rocha	441
3	Gustavo Adolfo	Canalização	Ao longo da Av. Gustavo Adolfo	203
	Paciência	Canalização	Da Av. Gustavo Adolfo, seguindo pela Av. Dr. Abílio Sampaio até a R. Maurício Semer	613
		Canalização	Da Av. Gustavo Adolfo, seguindo pela Av. Dr. Abílio Sampaio até a R. Maurício Semer	613
		Canalização	Da R. Afonso Oitavo seguindo pela R. Válter Acras até a R. Major Dantas Cortez	197

TABELA 8.1 Custo estimado das medidas de controle da Alternativa 1 (valores com data base de junho/2024)

Área da seção (m²)	Volume (m³)	Custo de implantação (R\$)	Custo de desapropriação (R\$)	Custo de remoção (R\$)	Custo ambiental (R\$)	Custo total (R\$)
–	–	256.000,00	–	–	–	256.000,00
–	24.000	43.200.000,00	–	–	5.950.000,00	49.150.000,00
–	–	256.000,00	–	–	–	256.000,00
–	20.200	36.360.000,00	–	–	1.600.000,00	37.960.000,00
–	–	256.000,00	–	–	–	256.000,00
–	19.000	34.200.000,00	–	–	1.200.000,00	35.400.000,00
–	–	256.000,00	–	–	–	256.000,00
–	10.000	59.000.000,00	3.162.000,00	–	6.150.000,00	68.312.000,00
–	–	2.016.000,00	–	–	–	2.016.000,00
–	12.000	21.600.000,00	7.022.000,00	–	1.130.000,00	29.752.000,00
24	–	13.501.000,00	–	–	–	13.501.000,00
30	–	25.596.000,00	–	–	–	25.596.000,00
12	–	3.692.000,00	–	–	–	3.692.000,00
–	–	1.427.000,00	–	–	–	1.427.000,00
4	–	4.753.000,00	–	–	–	4.753.000,00
–	–	256.000,00	–	–	–	256.000,00
6	–	3.404.000,00	457.000,00	–	–	3.861.000,00
4	–	336.000,00	–	–	–	336.000,00
20	–	22.072.000,00	–	–	–	22.072.000,00
24	–	24.360.000,00	–	–	–	24.360.000,00
28	–	13.077.000,00	–	–	–	13.077.000,00
13	–	18.314.000,00	–	–	–	18.314.000,00
9	–	12.679.000,00	–	–	–	12.679.000,00
6	–	2.723.000,00	–	–	–	2.723.000,00

TABELA 8.1 Custo estimado das medidas de controle da Alternativa 1 (valores com data base de junho/2024)				
Etapa	Local	Intervenção	Referência	Extensão (m)
3	Paciência	Canalização	Da R. Maj. Dantas Cortez até a R. da Esperança	228
4	ACD	Galeria de reforço	R. Carlos dos Santos	501
	Paciência	Canalização	Av. Dr. Abílio Sampaio, entre a R. da Esperança e a Av. Gustavo Adolfo	112
	Maria Paula	Canalização	Da R. Ataliba Vieira até a R. Geolândia	211
	Paciência	Canalização	Da Av. Ramirez Galvão até a R. Flávia	274
		Canalização	Da R. Aperibé até a Rod. Fernão Dias	220

TABELA 8.2 Custo estimado das medidas de controle da Alternativa 2 (valores com data base de junho/2024)				
Etapa	Local	Intervenção	Referência	Extensão (m)
Etapa complementar de requalificação urbanística	Paciência	Medidas de infiltração	–	–
		Desconexão de telhados	–	–
		Pavimentos permeáveis	–	–
1	Paciência	Válvula <i>flap</i>	Av. Edu Chaves	–
	ACD	Pôlder (DPA-01)	Tv. Antônio Balzano	–
		Válvula <i>flap</i>	R. Rei Alberto	–
		Pôlder (DPA-02)	R. Rei Alberto	–
		Válvula <i>flap</i>	R. Basílio Alves Morango	–
		Pôlder (DPA-03)	R. Jorge Newbery	–
		Válvula <i>flap</i>	R. Itamonte	–
		Pôlder (DPA-04)	R. Itamonte	–
		Dique	Ao longo da R. Baía de Sta. Clara, da R. Basílio Alves Morango até as proximidades da Av. João Simão de Castro	960
	Paciência	Reservatório (RPA-02)	Av. Gustavo Adolfo	–
		Canalização	Da Av. Mendes da Rocha até a Av. Edu Chaves	245
		Canalização	Da Av. Edu Chaves até a R. Aperibé	371
		Canalização	Da R. Maurício Semer até a Av. Jardim Japão	134

TABELA 8.1 Custo estimado das medidas de controle da Alternativa 1 (valores com data base de junho/2024)						
Área da seção (m²)	Volume (m³)	Custo de implantação (R\$)	Custo de desapropriação (R\$)	Custo de remoção (R\$)	Custo ambiental (R\$)	Custo total (R\$)
15	–	7.853.000,00	–	–	–	7.853.000,00
16	–	70.650.000,00	–	–	–	70.650.000,00
18	–	4.631.000,00	–	–	–	4.631.000,00
11	–	5.333.000,00	–	–	–	5.333.000,00
24	–	15.105.000,00	–	–	–	15.105.000,00
30	–	15.215.000,00	–	–	–	15.215.000,00
	Total	462.377.000,00	10.641.000,00	0,00	16.030.000,00	489.048.000,00

TABELA 8.2 Custo estimado das medidas de controle da Alternativa 2 (valores com data base de junho/2024)						
Área da seção (m²)	Volume (m³)	Custo de implantação (R\$)	Custo de desapropriação (R\$)	Custo de remoção (R\$)	Custo ambiental (R\$)	Custo total (R\$)
636.500	–	407.360.000,00	–	–	–	407.360.000,00
6.532.050	–	3.038.052.000,00	–	–	–	3.038.052.000,00
819.050	–	85.845.000,00	–	–	–	85.845.000,00
–	–	256.000,00	–	–	–	256.000,00
–	24.000	43.200.000,00	–	–	5.950.000,00	49.150.000,00
–	–	256.000,00	–	–	–	256.000,00
–	20.200	36.360.000,00	–	–	1.600.000,00	37.960.000,00
–	–	256.000,00	–	–	–	256.000,00
–	19.000	34.200.000,00	–	–	1.200.000,00	35.400.000,00
–	–	256.000,00	–	–	–	256.000,00
–	10.000	59.000.000,00	3.162.000,00		6.150.000,00	68.312.000,00
–	–	2.016.000,00	–	–	–	2.016.000,00
–	12.000	21.600.000,00	7.022.000,00		1.130.000,00	29.752.000,00
24	–	13.501.000,00	–	–	–	13.501.000,00
30	–	25.596.000,00	–	–	–	25.596.000,00
12	–	3.692.000,00	–	–	–	3.692.000,00

TABELA 8.2 Custo estimado das medidas de controle da Alternativa 2 (valores com data base de junho/2024)				
Etapa	Local	Intervenção	Referência	Extensão (m)
1	Paciência	Dique	Ao longo da Av. Sanatório, desde as proximidades da Av. Edu Chaves até o rio Cabuçu de Cima	679
	Sapo	Canalização	Da R. Verde até a R. Pallet	517
		Válvula <i>flap</i>	R. Pallet	–
2	Elza Maria	Parque linear (PPA-1)	Da R. Pe. Marcos Simoni até a Av. Ede	247
		Adequação de travessia	Av. Ede	20
	Augusto Montenegro	Canalização	Av. do Poeta ao longo da Av. Augusto Montenegro	480
	Paciência	Canalização	Da R. Flávia até a Av. Mendes da Rocha	441
3	Gustavo Adolfo	Canalização	Ao longo da Av. Gustavo Adolfo	203
	Paciência	Reservatório (RPA-03)	Av. Dr Abílio Sampaio	–
		Canalização	Da R. Afonso Oitavo seguindo pela R. Vâlder Acras até a R. Major Dantas Cortez	197
		Canalização	Da R. Maj. Dantas Cortez até a R. da Esperança	228
4	ACD	Galeria de reforço	R. Carlos dos Santos	501
	Paciência	Canalização	Av. Dr. Abílio Sampaio, entre a R. da Esperança e a Av. Gustavo Adolfo	112
	Maria Paula	Canalização	Da R. Ataliba Vieira até a R. Geolândia	211
	Paciência	Canalização	Da Av. Ramirez Galvão até a R. Flávia	274
		Canalização	Da R. Aperibé até a Rod. Fernão Dias	220

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	272,8	50,6	54,6	110,9	489,0
Alternativa 2*	272,8	50,6	87,7	110,9	522,1

* Os custos das medidas de drenagem sustentáveis não estão incluídos nos totais apresentados nesta tabela.

TABELA 8.2 Custo estimado das medidas de controle da Alternativa 2 (valores com data base de junho/2024)						
Área da seção (m²)	Volume (m³)	Custo de implantação (R\$)	Custo de desapropriação (R\$)	Custo de remoção (R\$)	Custo ambiental (R\$)	Custo total (R\$)
–	–	1.427.000,00	–	–	–	1.427.000,00
4	–	4.753.000,00	–	–	–	4.753.000,00
–	–	256.000,00	–	–	–	256.000,00
6	–	3.409.000,00	457.000,00	–	–	3.866.000,00
4	–	336.000,00	–	–	–	336.000,00
20	–	22.072.000,00	–	–	–	22.072.000,00
24	–	24.360.000,00	–	–	–	24.360.000,00
28	–	13.077.000,00	–	–	–	13.077.000,00
–	35.000	63.000.000,00	–	–	1.010.000,00	64.010.000,00
6	–	2.723.000,00	–	–	–	2.723.000,00
15	–	7.853.000,00	–	–	–	7.853.000,00
16	–	70.650.000,00	–	–	–	70.650.000,00
18	–	4.631.000,00	–	–	–	4.631.000,00
11	–	5.333.000,00	–	–	–	5.333.000,00
24	–	15.105.000,00	–	–	–	15.105.000,00
30	–	15.215.000,00	–	–	–	15.215.000,00
	Total	4.025.646.000,00	10.641.000,00	0,00	17.040.000,00	4.053.327.000,00

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. Apesar de as estimativas apontarem custos maiores para a Alternativa 2, eles devem ser observados com cautela, uma vez que não foram considerados os impactos e custos associados às interferências das medidas de drenagem sustentáveis, que ocupam uma área significativa da área de drenagem.

Para avaliar o impacto nos custos das medidas sustentáveis, definiu-se que as desconexões de telhados seriam orçadas considerando apenas 10% da área total passível de implantação. Essa escolha se deve ao fato de que o potencial máximo de implantação das desconexões, utilizando toda a área de telhados e lajes da área de drenagem, foi considerado de difícil execução. Assim, o orçamento foi realizado para percentuais graduais de 10%, 25%, 50%, 70% e 100%.

Os custos das medidas sustentáveis são detalhados na tabela a seguir. Esses valores

devem ser distribuídos ao longo do horizonte de projeto, estimado em 40 anos, de forma a aumentar a resiliência das obras implantadas e, ao atingir 100% das medidas, assegurar o efeito previsto neste estudo.

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 59% da área de inundação de recorrência de 100 anos, o que representa 56% e 52% dos custos totais das alternativas 1 e 2, respectivamente. Tal investimento se justifica, na prática, por se tratar de uma ampla área de drenagem com níveis altamente críticos de risco de inundação.

Estima-se que o custo marginal para que se cumpra a quarta etapa, que proporcionará uma proteção de Tr 100 anos na área de drenagem, seja de aproximadamente 11% e 17% do total a ser investido, respectivamente, para as alternativas 1 e 2.

Tabela 8.4 Custos parciais de implantação das medidas de drenagem sustentáveis			
% de área com desconexão de telhados	Áreas parciais (m²)	Parciais	Totais com demais medidas
10	694.757	R\$ 460.588.972,00	R\$ 1.013.642.084,00
25	1.736.892	R\$ 1.151.472.430,00	R\$ 1.704.525.542,00
50	3.473.784	R\$ 2.302.944.859,00	R\$ 2.855.997.971,00
70	4.863.297	R\$ 3.224.122.803,00	R\$ 3.777.175.915,00
100	6.947.567	R\$ 4.605.889.718,00	R\$ 5.158.942.830,00

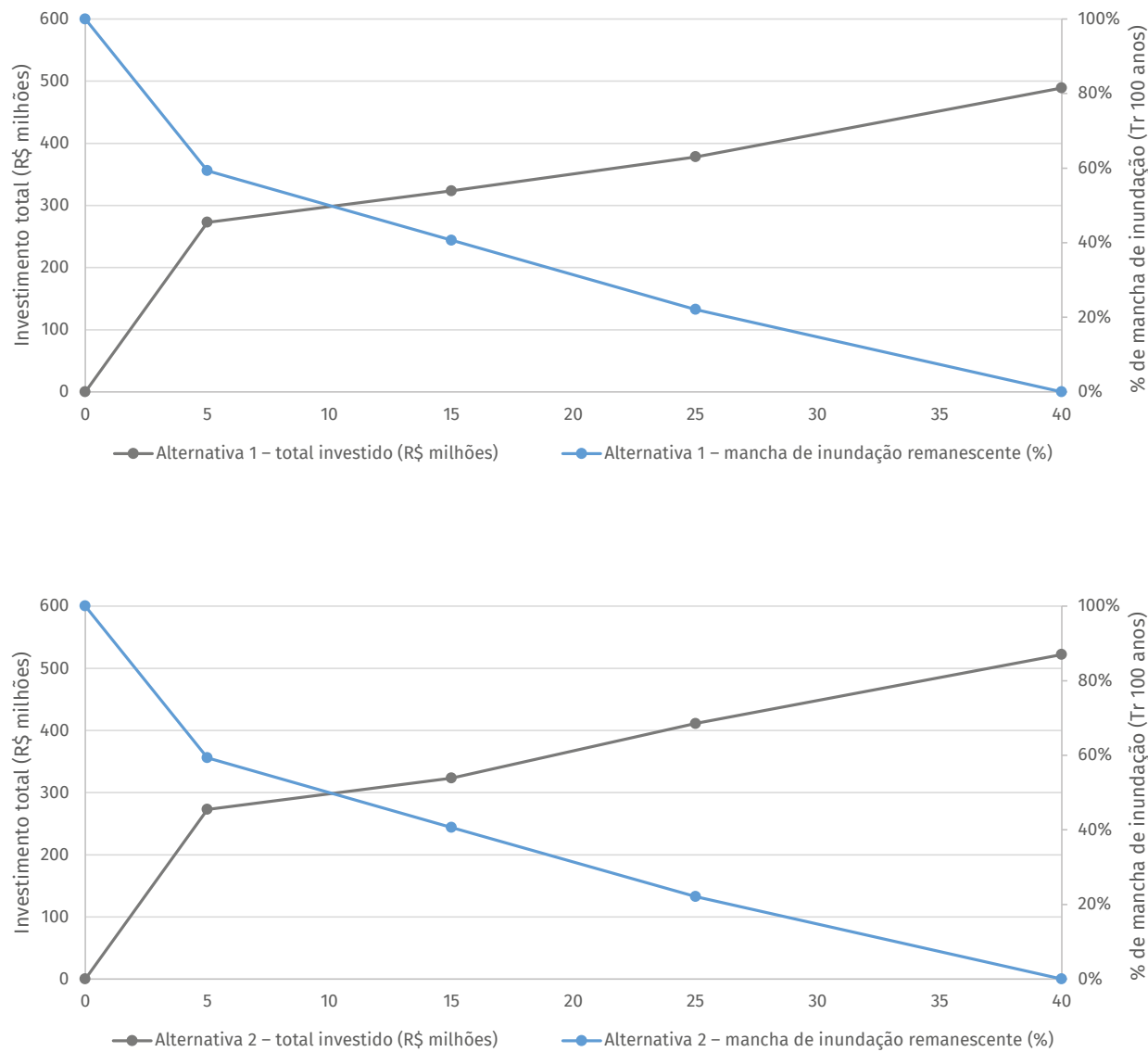


FIGURA 8.1 Curvas de investimento e de redução da mancha de inundação ao longo do tempo

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 córrego Paciência e das áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima.

TABELA 9.1 Parâmetros para avaliação e acompanhamento do sistema de drenagem da bacia do córrego Paciência e das áreas adjacentes

Parâmetro		Valor
Área de drenagem		14,0 km ² Paciência: 5,4 km ² Violão: 2,0 km ²
Perímetro da área de drenagem		19,3 km Paciência: 13,7 km Violão: 7,4 km
Extensão total de córregos		24,1 km
Extensão dos cursos principais		Paciência: 4,5 km Violão: 7,4 km
Extensão de córregos fechados		9,3 km
Declividade média do talvegue		Paciência: 0,007 m/m Violão: 0,019 m/m
Reservatórios existentes	Número de reservatórios	1
	Volume	106.000 m ³
Área inundável (situação atual)	Tr 5 anos	0,123 km ²
	Tr 10 anos	0,262 km ²
	Tr 25 anos	0,499 km ²
	Tr 100 anos	0,807 km ²
Risco de inundação	Muito alto	0,292 km ²
	Alto	0,339 km ²
	Médio	0,261 km ²
	Baixo	0,176 km ²
Área impermeável média	Atual	83,6%
	Máxima permitida	85,8%
Espaços abertos (% da área de drenagem)		7,6%
Número de habitantes		217 mil habitantes
Vulnerabilidade média (excluídas as áreas não classificadas)		2,2 (média)

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 área de drenagem 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 parques lineares. 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 córrego Paciência e as áreas adjacentes ao Rio Cabuçu de Cima. A Alternativa 1 corresponde à implantação de reservatórios de armazenamento localizados em áreas desocupadas e em áreas públicas, minimizando interferências com o tráfego de veículos e os custos associados à desapropriação de lotes. A Alternativa 2 manteve a implantação das galerias e dos reservatórios propostos na Alternativa 1, acrescentando a implantação de medidas de drenagem sustentáveis para a redução proposta dos volumes e das vazões, o que alterou as dimensões das canalizações necessárias.

As duas alternativas protegem a área de drenagem para Tr 100 anos. Cabe ressaltar que, para eventos hidrológicos maiores que 100 anos, ocorrerão inundações, ou seja, a área não está protegida 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. A segunda etapa foi composta por obras que protegem a área de drenagem para chuvas de Tr 10 anos; a terceira etapa, por obras que protegem a área para chuvas de Tr 25 anos; e a quarta etapa, com obras para proteção de Tr 100 anos.

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 Santana-Tucuruvi, Jaçanã-Tremembé e Vila Maria-Vila Guilherme.

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 ambientais³¹.

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.

31. BRASIL. **Glossário de Defesa Civil, Estudos de Riscos e Medicina de Desastres**. Brasília: Ministérios do Planejamento e Orçamento, 1998.

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.