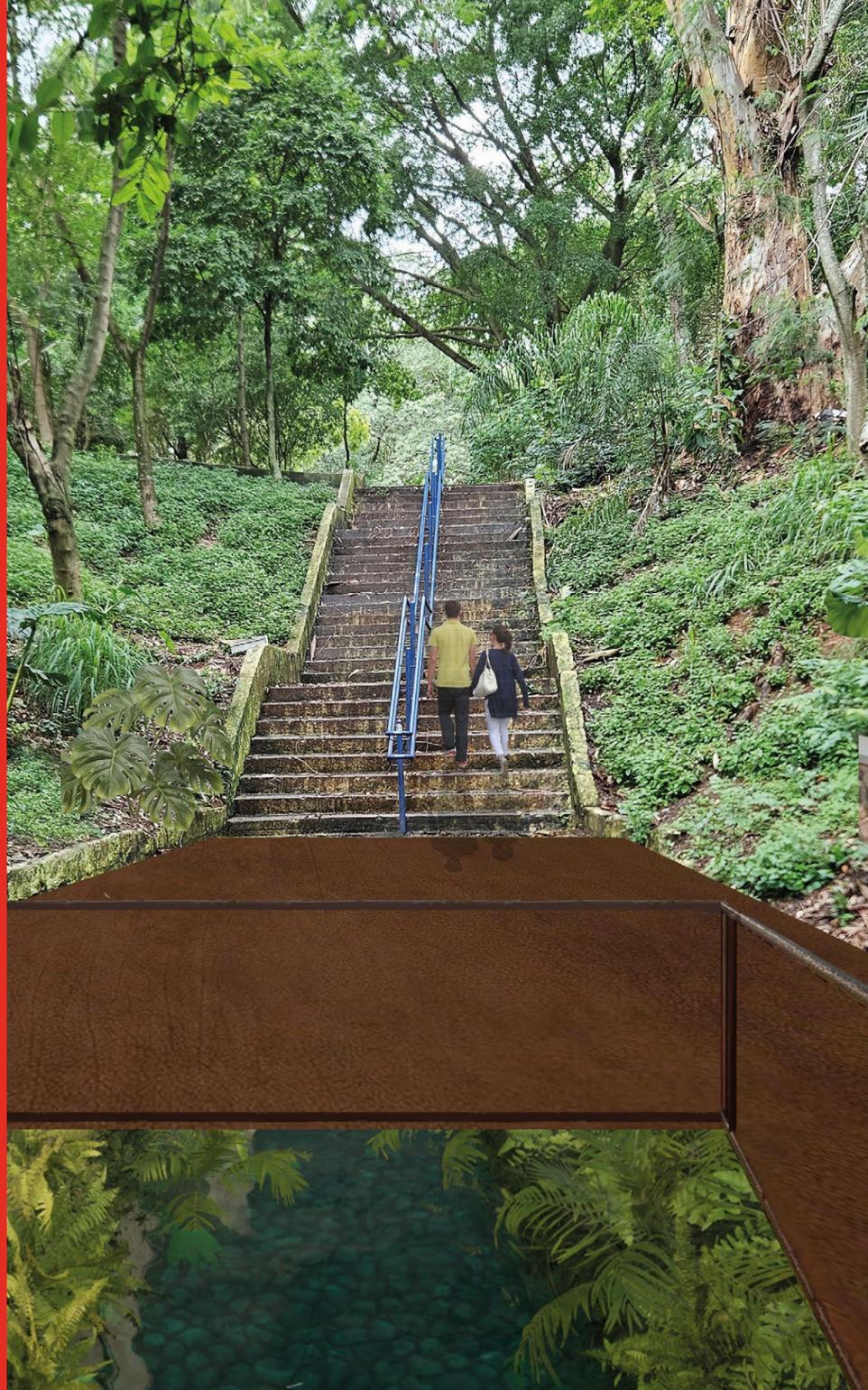


Propostas arquitetônicas para a Pas. Hotelo Telles de Andrade (capa) e a Pç. São Crispim (contracapa)



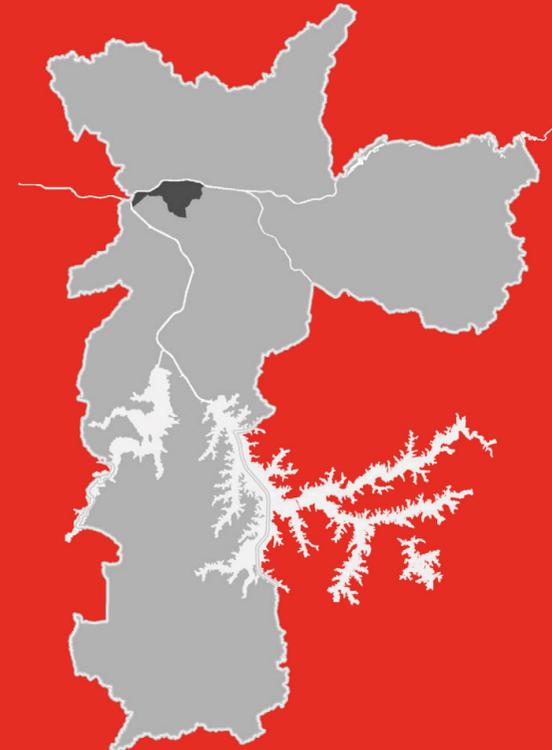
CADERNO DE BACIA HIDROGRÁFICA

BACIA DA LAPA



CADERNO DE BACIA HIDROGRÁFICA

BACIA DA LAPA



BACIA DA LAPA



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

CADERNO DE BACIA HIDROGRÁFICA

BACIA DA LAPA

São Paulo, 2024



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica



CIDADE DE
SÃO PAULO
INFRAESTRUTURA
URBANA E OBRAS

EQUIPE TÉCNICA

Nome	Função
Flavio Conde	Coordenador de Área
André Sandor Kajdacsy Balla Sosnoski	Engenheiro Civil
Erika Naomi de Souza Tominaga	Engenheira Ambiental
Pedro Luiz de Castro Algodoal	Engenheiro Civil
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
Vinicius Lino e Silva	Pesquisador
Enrico Machado Blasotti	Estagiário
Larissa Silvestre Santos de Bessa	Estagiária
Mariana Keiko Yamasaki Rodrigues	Estagiária

Realização: Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica

Projeto gráfico, capa e diagramação: Mayara Menezes do Moinho

Revisão de texto: Simone Oliveira

Foto da capa: FCTH

C122 Caderno de bacia hidrográfica: bacia da Lapa / Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica – São Paulo: FCTH/SIURB, 2024. 278 p.

ISBN 978-65-89429-16-6

1. Bacia hidrográfica – São Paulo (SP) 2. Lapa (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 bacia	23
2.1 Localização	23
2.2 Histórico da bacia	26
2.3 Hidrografia	30
2.4 Monitoramento hidrológico	58
2.5 Relevo	68
2.6 Carta geotécnica	72
2.7 Uso do solo	72
2.8 Zoneamento urbano	80
2.9 População	94
2.10 Divisão administrativa municipal	102
2.11 Sistema de esgotamento sanitário	102
2.12 Sistema viário	102
3. Critérios para o estudo	111
3.1 Chuva de projeto	112
3.2 Sub-bacias hidrográficas	117
3.3 Impermeabilização da bacia	120
4. Mapeamento de áreas críticas	127
4.1 Áreas inundáveis	127
4.2 Áreas críticas	132
5. Estudos e projetos existentes para a bacia	139
5.1 Córrego Água Branca	142
5.2 Córrego do Curtume	144
5.3 Córrego Tiburtino	146
5.4 Córrego Fortunato Ferraz	158
6. Alternativas propostas	161
6.1 Alternativa 1	163
6.2 Alternativa 2	170
6.3 Localização e principais características das obras de reservação e parques lineares	178
6.4 Vistas e perspectivas das medidas propostas nas alternativas	195
6.5 Medidas complementares	226
6.6 Medidas não estruturais	226
6.7 Medidas de drenagem sustentáveis	239
7. Etapas de implantação das alternativas	247
7.1 Desempenho das intervenções da 1ª etapa	254
8. Custo estimado	261
9. Indicadores de drenagem urbana	269
10. Considerações finais	273
Glossário	275

Lista de abreviaturas e siglas

CCOI	Centro de Controle Operacional Integrado
CET	Companhia de Engenharia de Tráfego
CGE	Centro de Gerenciamento de Emergência
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
CPTM	Companhia Paulista de Trens Metropolitanos
CRHI	Coordenadoria de Recursos Hídricos
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
EMAE	Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A.
EPA	Environmental Protection Agency
EPUSP	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
FCTH	Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica

FLU	Fluviométrico	PPCV	Plano Preventivo Chuvas de Verão
FUSP	Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo	PROCAV	Programa de Canalização de Córregos e Construção de Avenidas de Fundo de Vale
GPRS	General Packet Radio Service	QA	Quota Ambiental
GSM	Global System for Mobile Communications	RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
IDF	Intensidade-duração-frequência	SAISP	Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo
IPVS	Índice Paulista de Vulnerabilidade Social	SbN	Soluções baseadas na Natureza
LPUOS	Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo	SEHAB	Secretaria Municipal de Habitação
MDC	Mapa Digital da Cidade	SF	Secretaria Municipal da Fazenda
NUDEC	Núcleos de Defesa Civil	SIURB	Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras
PA	Perímetro de Qualificação Ambiental	SMADS	Secretaria Municipal de Assistência e Desenvolvimento Social
PCSWMM	Personal Computer Storm Water Management Model	SMDU	Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano
PDD	Plano Diretor de Drenagem	SMSP	Secretaria Municipal de Coordenação das Subprefeituras
PDE	Plano Diretor Estratégico	SMSU	Secretaria Municipal de Segurança Urbana
PDMAT	Plano Diretor de Macrodrenagem do Alto Tietê	SMSUB	Secretaria Municipal das Subprefeituras
PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos	SMT	Secretaria Municipal de Transportes
PHA	Departamento de Engenharia Hidráulica	SMUL	Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento
PLU	Pluviométrico		
PMAPSP	Plano Municipal de Gestão do Sistema de Águas Pluviais de São Paulo		
PMH	Plano Municipal de Habitação		
PMSP	Prefeitura do Município de São Paulo		

SSRH	Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos do Estado de São Paulo	ZEPE	Zona Especial de Preservação
SVMA	Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente	ZEPEAM	Zona Especial de Preservação Ambiental
SWMM	Storm Water Management Model	ZEPEC	Zona Especial de Preservação Cultural
Tc	Duração crítica do evento	ZER	Zona Exclusivamente Residencial
Tr	Período de retorno	ZEU	Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana
UNDP	United Nations Development Program	ZEUP	Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana Previsto
ZC	Zona Centralidade	ZM	Zona Mista
ZCOR	Zona Corredor	ZOE	Zonas de Ocupação Especial
ZDE	Zona de Desenvolvimento Econômico	ZPDS	Zona de Preservação e Desenvolvimento Sustentável
ZEIS	Zona Especial de Interesse Social	ZPI	Zona Predominantemente Industrial
ZEM	Zona Eixo de Estruturação da Transformação Metropolitana	ZPR	Zona Predominantemente Residencial
ZEMP	Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana Previsto		

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 bacia 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 bacia hidrográfica serão escalonadas partindo-se da redução das inundações em áreas de risco muito alto.

Este Caderno refere-se à bacia hidrográfica da Lapa, localizada na margem esquerda do Rio Tietê, na região Oeste do Município de São Paulo.

Essa bacia abrange as áreas de drenagem dos córregos Água Branca, Comendador Martinelli, Curtume, Tiburtino e Fortunato Ferraz, além de áreas de contribuição direta aos rios Tietê e Pinheiros.

O Caderno está dividido em nove capítulos. O Capítulo 1 estabelece um conjunto de princípios básicos que devem ser seguidos no planejamento das obras de drenagem da bacia hidrográfica.

No Capítulo 2 é apresentado o diagnóstico da bacia com a caracterização física e urbana, o levantamento de inundações e o mapeamento das zonas inundáveis associado ao risco. Ainda neste capítulo, apresenta-se o Memorial Fotográfico, mostrando alguns dos principais problemas de inundação da bacia 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 bacia 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 bacia, que servem como primeira orientação para a proposição de medidas para o controle de cheias.

No Capítulo 6, são expostas as alternativas estudadas, formadas por medidas para o controle das cheias e com implantação em etapas. Foram consideradas quatro etapas: a primeira etapa é delimitada para proteger as áreas críticas da bacia contra chuvas mais recorrentes; a segunda protege a bacia para chuvas de Tr 10 anos; a terceira etapa foi dimensionada para chuvas de Tr 25 anos; e a quarta etapa, por sua vez, protege a bacia para chuvas de Tr 100 anos. Esse capítulo aborda ainda a necessidade de adoção de medidas não estruturais, como o zoneamento de inundações e sua regulamentação; o desenvolvimento do plano de contingência para atuar em situações de emergência de inundações; e o sistema de alerta no Município de São Paulo. Também apresenta a aplicabilidade das medidas de drenagem sustentáveis em função da declividade e da geologia da bacia, indicando seu potencial de implantação.

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

cada etapa quando submetido a chuvas de Tr 100 anos. Uma verificação do desempenho individual das medidas de controle de cheias consideradas na primeira etapa foi realizada, considerando a redução da mancha de inundação quando 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 bacia em estudo.

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



Vista aérea das imediações do Mercado da Lapa (foto: FCTH)

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 pré-definido, 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. Esse plano encontra-se atualmente em revisão.

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.

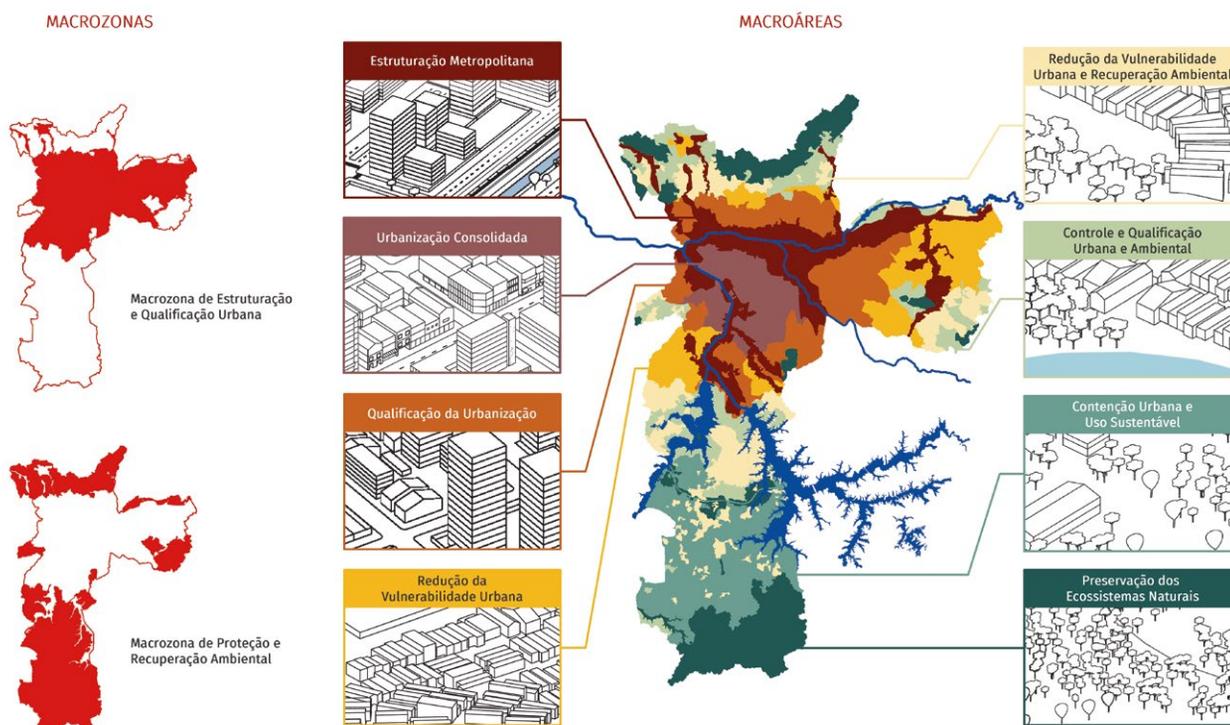


FIGURA 1.1 Elementos estruturantes do ordenamento territorial: macrozonas e macroáreas (modificado de PDE, 2014)

A rede de estruturação e transformação urbana é composta da rede hídrica e ambiental (constituída pelo conjunto de cursos d'água, cabeceiras de drenagem, nascentes, olhos-d'água, represas e lagos naturais e artificiais, planícies aluviais e águas subterrâneas) e do conjunto de parques, unidades de conservação, áreas verdes e áreas protegidas. Dentre os objetivos urbanísticos e ambientais estratégicos relacionados à recuperação e à proteção da rede hídrica e ambiental, estão:

- Ampliar progressivamente as áreas permeáveis ao longo dos fundos de vales e cabeceiras de drenagem, as áreas verdes significativas e a arborização, para minimização dos processos erosivos, das enchentes e das ilhas de calor;
- 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, através de caminhos de pedestres e ciclovias, preferencialmente nos fundos de vale, as áreas verdes significativas, os espaços livres e os parques urbanos e lineares;
- Adotar Soluções baseadas na Natureza (SbN) nas intervenções, especialmente as do Sistema de Saneamento Ambiental, com o intuito de melhorar a qualidade urbanística e ambiental das bacias hidrográficas.

O PDE traz a integração de políticas e dos sistemas urbanos e ambientais para as questões do ordenamento territorial, e cita como diretrizes da política ambiental (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 talvegues;
- 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 controle dos lançamentos na fonte 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 como 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 infraestrutura sustentável, como as medidas de drenagem sustentáveis;
- Respeitam as capacidades hidráulicas dos corpos d'água, impedindo vazões excessivas;
- Utilizam tecnologia avançada de modelagem hidrológica e hidráulica, que permite o mapeamento das áreas de risco de inundação;
- Produzem o mapeamento georreferenciado dos elementos de macrodrenagem, incluindo canais naturais e artificiais, galerias e reservatórios de retenção ou contenção;

- Propõem sistemas de retenção, retenção e infiltração das águas pluviais, visando a redução das inundações e a melhoria do espaço urbano, da paisagem e do meio ambiente, adotando critérios urbanísticos e paisagísticos que possibilitem a integração harmônica das infraestruturas com o meio ambiente urbano;
- Adotam os parques lineares em fundos de vale como parte integrante do sistema de controle de cheias, destacando sua função de equilibrar a relação entre o ambiente construído e as áreas verdes e livres e garantir espaços de lazer e recreação para a população.

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

Caracterização da bacia

2.1 LOCALIZAÇÃO

A bacia da Lapa localiza-se na zona Oeste do Município de São Paulo, sendo composta por cinco córregos principais e seis áreas de contribuição direta ao Rio Tietê por sua margem esquerda. A bacia abrange uma área total de 12,2 km², correspondente a 0,8% da área total do município, sendo 7,77 km² das bacias hidrográficas e 4,43 km² das áreas de contribuição direta. Ela está localizada entre as bacias da Vila Leopoldina, a jusante, e do córrego Água Preta, a montante.

O mapa da **FIGURA 2.1** apresenta a localização da bacia da Lapa no Município de São Paulo e as áreas de contribuição direta do Rio Tietê.

FIGURA 2.1 Localização da bacia da Lapa



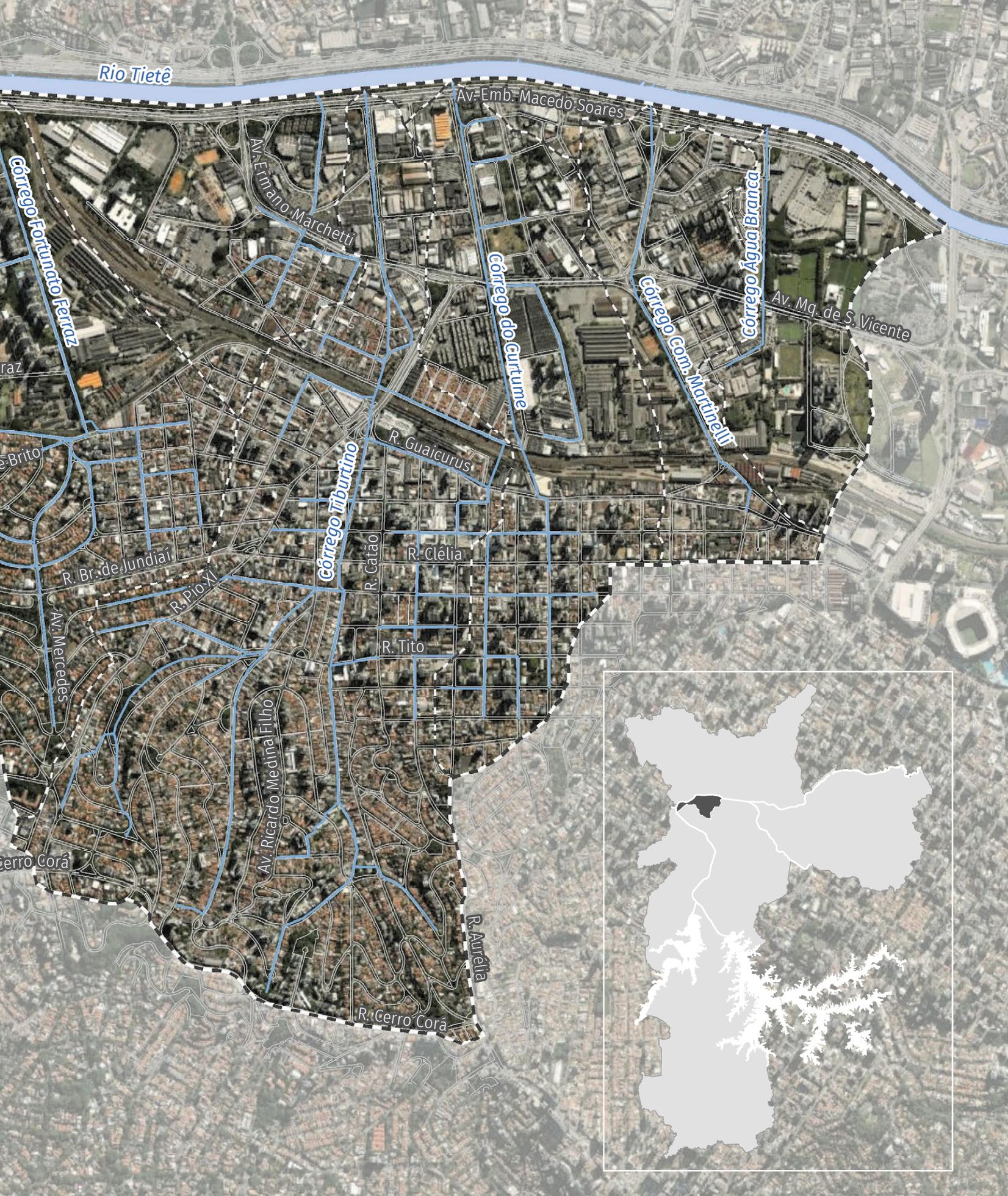
Convenção

-  Bacia da Lapa
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Limite municipal
-  Linha férrea

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)





Rio Tietê

Av. Emb. Macedo Soares

Córrego Fortunato Ferraz

Av. Ernani Marchetti

Córrego do Curtume

Córrego Com. Martinelli

Córrego Água Branca

Av. Mg. de S. Vicente

raz

Brito

R. Guaicurus

R. Br. de Jundiá

Córrego Tiburcino

R. Catão

R. Clélia

Av. Mercedes

R. Pio XI

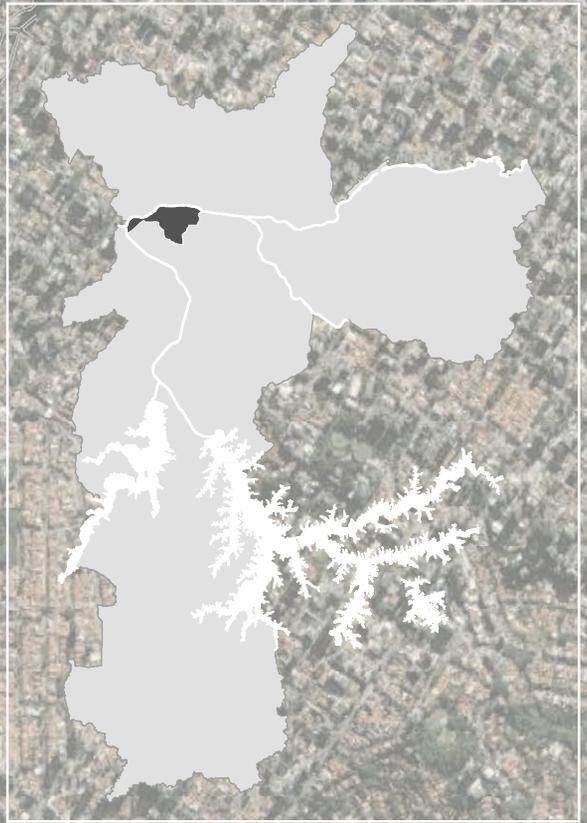
R. Tito

Cerro Corá

Av. Ricardo Medina Filho

R. Auréa

R. Cerro Corá



2.2 HISTÓRICO DA BACIA

Como o histórico da bacia em estudo se confunde com o da região da subprefeitura da Lapa, transcreve-se aqui o histórico produzido por esse órgão sobre suas origens e desenvolvimento.

As origens da Lapa remontam aos primórdios do povoamento de São Paulo de Piratininga. A primeira notícia sobre a região é de 1581, quando os jesuítas receberam uma sesmaria junto ao Rio Emboaçava, depois chamado Pinheiros.

Entre os imóveis da então denominada paragem do Emboaçava, a partir dos meados do século XVIII destacou-se a “fazendinha da Lapa”, vizinha aos sítios da Água Branca, Mandi, Emboaçava e Tabatinguá. Em 1743 os jesuítas deixaram a região. Em 1765, toda a paragem de Emboaçava continha apenas 5 casas e 31 habitantes.

Em 1805, período de incremento da produção de cana-de-açúcar, todo o movimento de tropas da rota que ligava a Vila de Itu a São Paulo e litoral foi desviado em razão das péssimas condições da ponte sobre o Rio Pinheiros. Aproveitou-se, então, a comodidade da ponte do sítio do Coronel Anastácio de Freitas Troncoso.

A qualidade do barro nas margens do Rio Tietê favoreceu em meados do século XIX o desenvolvimento de algumas olarias e o crescimento do povoado, reforçando a urbanização do bairro que começava a tornar-se industrial.

Na segunda metade do século passado, São Paulo começou a viver o apogeu da economia cafeeira. Nessa época, o centro de produção de café transferia-se do Vale do Paraíba para a região de Campinas. Visando o escoamento do café para o mercado externo, foi fundada em 1860 a Association of the São Paulo Railway Co. Ltda. Em 1867, foi inaugurada a estrada de ferro ligando Santos a Jundiáí, que passava por São Paulo, com algumas estações intermediárias. No lado oeste da cidade, a única estação implantada era a de Água Branca, local de cruzamento dos caminhos que ligavam a cidade à Freguesia do Ó, Pinheiros e Campinas. Pouco depois da inauguração, o trem também passou a fazer uma parada simples, próximo à ponte do sítio do Coronel Anastácio, para atender a população do então incipiente bairro da Lapa.

Nesse período, a Lapa começava a apresentar os elementos que a definiriam como bairro urbano da cidade de São Paulo. As pequenas propriedades rurais da região começaram a ser loteadas,

atraindo a crescente massa de imigrantes, principalmente italianos. Nesse processo foi aberto, na década de 1880, o loteamento da Vila Romana, composto de lotes agrícolas (chácaras).

No mesmo período foi lançado o loteamento do Grão Burgo da Lapa, compreendendo o já existente núcleo da “Lapa de Baixo” e toda a atual região central do bairro. Data dessa época também o

loteamento da Vila Sofia, hoje confundido com a Vila Romana e composto por 808 lotes de características urbanas.

A ferrovia incentivou o surgimento das primeiras indústrias da região, como a Vidraria Santa Marina e o Frigorífico Amour. Elas se beneficiaram da proximidade com o Rio Tietê, multiplicando-se [nas primeiras décadas do século XX] (FIGURA 2.2).



FIGURA 2.2 Fábrica de fósforos Fiat Lux, maio de 1928 (acervo CIA. CITY*)

* A Companhia City de Desenvolvimento é a única titular do direito de uso e propriedade das marcas compostas pelas expressões CITY e CIA CITY.

As indústrias começaram a se expandir em direção a outras áreas, mais especificamente para a Vila Leopoldina (onde concentrou grandes indústrias, principalmente do ramo metalúrgico), Vila Hamburguesa e Anastácio.

Se num primeiro momento a ferrovia contribuiu para a implantação de indústrias na Lapa, nas décadas de [19]50 e [19]60 essa [implantação] foi acelerada com a construção das marginais dos rios Pinheiros e Tietê e das rodovias.

Com a instalação das oficinas e da estação da S.P.R – São Paulo Railway, nos fins do século passado, a Lapa entrou no século XX como um verdadeiro bairro urbano da cidade de São Paulo. A “Lapa de Baixo” foi o local escolhido para fixar residência pelos funcionários transferidos, o que veio a incrementar o pequeno comércio local. Após dois ou três anos da instalação das oficinas, foram surgindo algumas casas na Lapa; umas de aparência importante, de propriedade dos mestres das oficinas, escriturários categorizados, e outras, pequenas, de propriedade de maquinistas, chefes de trens e raras de operários.

Nas primeiras décadas deste século, a “Lapa de Baixo” passou a contar com uma melhor infraestrutura urbana. Em 1915 estava pronta a rede de esgoto da

Barra Funda, Água Branca e Lapa. Surgiram o comércio, as escolas, o bonde, a nova matriz, os cinemas, a imprensa e a iluminação pública. O Largo da Lapa transformou-se no primeiro polo comercial do bairro, servindo a outras regiões que se situavam ao longo da linha de trem.

Com a chegada dos bondes que vinham do centro até a Rua Guaicurus, desenvolveu-se o comércio na “Lapa de Cima”. Em 1908 fundou-se a Cooperativa dos Operários da Ferrovia na Rua 12 de Outubro. Mas é na década de XX que o comércio tomou impulso nas ruas Doutor Cincinato Pomponet, 12 de Outubro e adjacências.

*A partir do final da [Primeira] Guerra Mundial, surgem novos loteamentos e o bairro passou a expandir seus limites: a Vila Anastácio, urbanizada em 1919, e a Vila Ipojuca, em 1921, passaram a ser ocupadas por imigrantes do Leste Europeu. A partir de 1920 a Cia. City realizou os loteamentos do Alto da Lapa e Bela Aliança (**FIGURA 2.3**). A Vila Leopoldina foi retalhada em lotes urbanos em 1926. Dessa forma estava definida a estrutura básica da Lapa atual.*

Sendo polo urbano de ligação entre os bairros e municípios da zona Oeste, a Lapa viu crescer um comércio que se tornou um dos mais importantes da

cidade. A partir de 1943, com a inauguração da rodovia Anhanguera, o bairro sofreu grandes transformações, acelerando-se novamente o crescimento comercial. Em 1954 foi criado o Mercado Municipal no mesmo local onde se realizava a maior feira livre da capital. Em 1966 surgiu o Ceasa – atual Ceagesp – na Vila Leopoldina e, em 1968, foi inaugurado na Rua Catão o segundo shopping center do município.

Ao findar a terceira década do [...] século [passado], São Paulo aparecia como o maior centro industrial da América do Sul. Nesse período, até 1950, a cidade expandiu-se em todas as direções, mas foi para [o] oeste e para o sul que tal expansão se verificou com mais intensidade. Foram nessas regiões que se instalaram as mais importantes e características áreas industriais.



FIGURA 2.3 Foto aérea da região da Bela Aliança e do Alto da Lapa; ao fundo, Boaçava e Alto de Pinheiros (acervo CIA. CITY*)

* A Companhia City de Desenvolvimento é a única titular do direito de uso e propriedade das marcas compostas pelas expressões CITY e CIA CITY.

No rumo oeste, a cidade ligou-se definitivamente à Lapa e mesmo a ultrapassou, graças à ocupação da zona marginal, das vias férreas e à radial Avenida Água Branca-Rua Guaicurus, ao sul da qual, já no espigão divisor Tietê-Pinheiros, vieram a surgir bairros operários e de classe média.

O vertiginoso crescimento pelo qual passou o bairro da Lapa nestes últimos 50 anos proporcionou-lhe muitas melhorias, visto ser hoje um dos bairros mais bem servidos de infraestrutura urbana. A implantação do Terminal Intermodal da Barra Funda deu ao bairro um novo impulso, trazendo [...] consigo a implantação de equipamentos de abrangência metropolitana como, por exemplo, o Memorial da América Latina e a instalação de grandes shopping centers e universidades⁵.

2.3 HIDROGRAFIA

A hidrografia principal da bacia em estudo é composta pelos córregos Água Branca, Comendador Martinelli, do Curtume,

Tiburtino e Fortunato Ferraz, que formam o conjunto da bacia da Lapa. A extensão total do talvegue principal dos córregos é, respectivamente, de 1.640 m, 1.900 m, 2.300 m, 3.500 m e 2.650 m.

O córrego Fortunato Ferraz encontra-se totalmente canalizado. Sua nascente é próxima à Avenida Mercedes, e ele cruza a linha férrea em um trecho da Rua Diogo Ortiz e da Rua Gago Coutinho. Por uma galeria dupla em concreto, suas águas seguem pela Avenida Raimundo Pereira de Magalhães até seu deságue, na margem esquerda do Rio Tietê.

Já o córrego Tiburtino apresenta três contribuintes formadores de seu canal principal, e todos se encontram totalmente canalizados. Eles estão localizados nas ruas Araçatuba e Votupoca e na Avenida Ricardo Medina Filho. Os três se encontram na Rua Coriolano e escoam na sequência pela Rua Jeroaquara, até encontrar a linha férrea, próximo à Rua Dom Romeu Alberti e entre as ruas William Speers e Jonh Harrison, onde é feita a travessia. A partir desse ponto, o escoamento se dá pela Avenida José Maria de Faria até o deságue, na margem esquerda do Rio Tietê.

5. São Paulo (Município). Subprefeitura da Lapa. **Histórico: origem da Lapa remonta aos primórdios do povoamento de São Paulo de Piratininga**, 31 jul. 2020. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/lapa/historico/index.php?p=328>. Acesso em: 3 jan. 2024.

O córrego do Curtume, por sua vez, tem suas nascentes localizadas na região da Rua Faustolo, escoando pela Rua Caio Greco até a Rua Guaicurus, onde supera a linha férrea por galeria. Atualmente, a galeria principal do córrego do Curtume é desviada, logo a montante da linha férrea, para a galeria principal do córrego Tiburtino devido a uma interferência que restringe a capacidade de escoamento. Chega então à Rua do Curtume, onde escoam paralelamente à Rua Luiz Gatti até sua chegada, na Avenida Embaixador Macedo Soares, e posterior deságue, na margem esquerda do Rio Tietê.

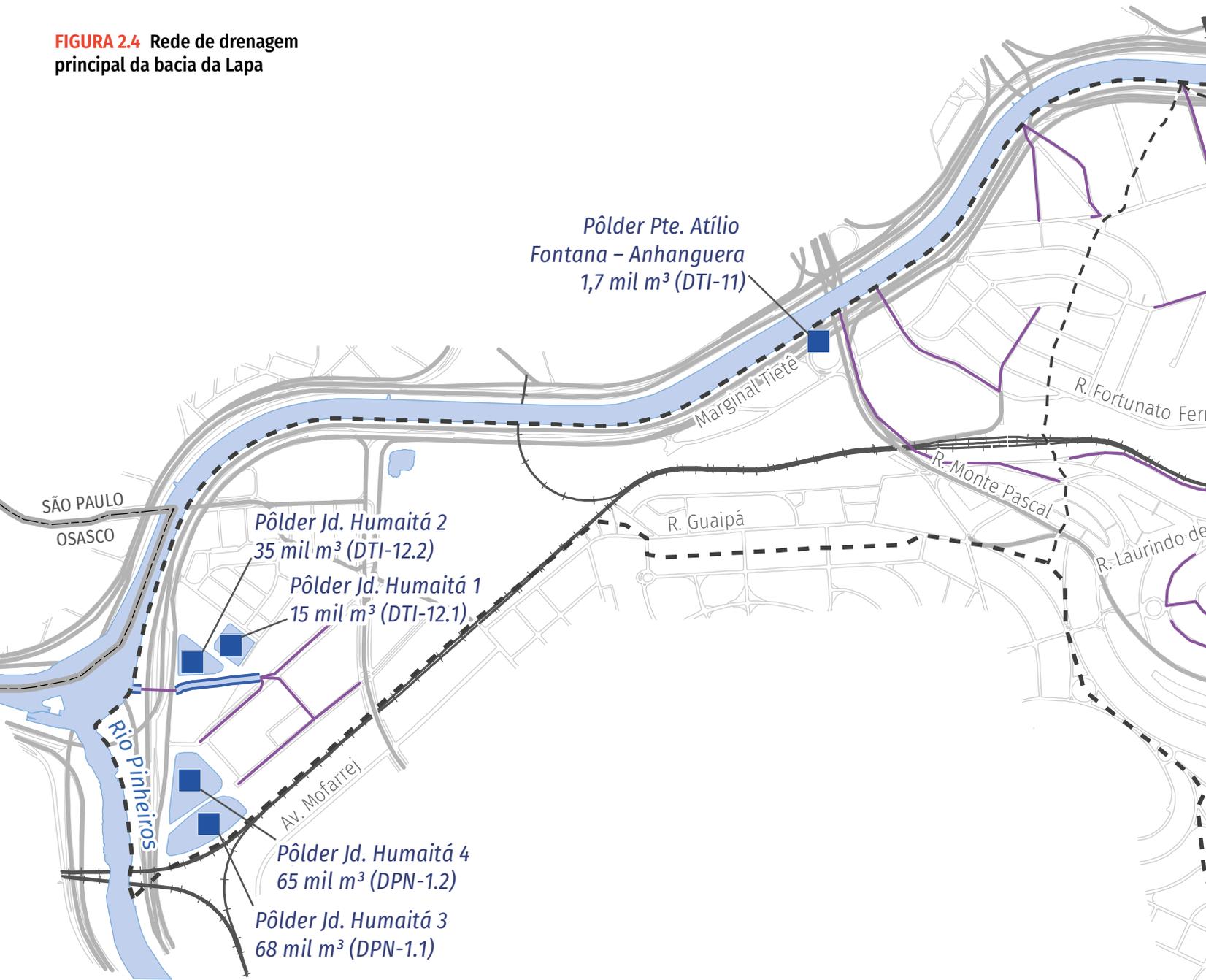
O córrego Martinelli se encontra entre os córregos do Curtume e Água Branca e tem origem na altura da Rua Guaicurus, no cruzamento com a Avenida Santa Marina. O córrego escoam por essa avenida e cruza a linha férrea e a Praça Doutor Pedro Corazza, onde envereda pela Avenida Comendador Martinelli e segue até o deságue, na margem esquerda do Rio Tietê, na Avenida Presidente Castelo Branco.

O Córrego Água Branca, por sua vez, possui seu canal principal em seção aberta natural. Sendo uma bacia de contribuição direta ao Rio Tietê, o córrego deságua em um canal de seção natural que se inicia na Avenida Marquês de São Vicente, segue pela Rua Torres da Barra e pela Rua José Nelo Lorenzon, até desaguar na margem esquerda do Rio Tietê, na Avenida Presidente Castelo Branco (Marginal Tietê).

O mapa hidrográfico da bacia da Lapa é apresentado na **FIGURA 2.4**. O traçado desse mapa leva em consideração a situação atual dos córregos existentes na bacia, tendo sido elaborado com base em cadastros disponíveis na Prefeitura de São Paulo e no Mapa Hidrográfico da Cidade de São Paulo. Constam neste mapa também os pôlderes do Jardim Humaitá e o da Ponte Atílio Fontana (Anhanguera).

A **FIGURA 2.5** indica as dimensões das galerias principais da bacia da Lapa, assim como a localização das galerias secundárias disponíveis no cadastro do Geoconvias.

FIGURA 2.4 Rede de drenagem principal da bacia da Lapa

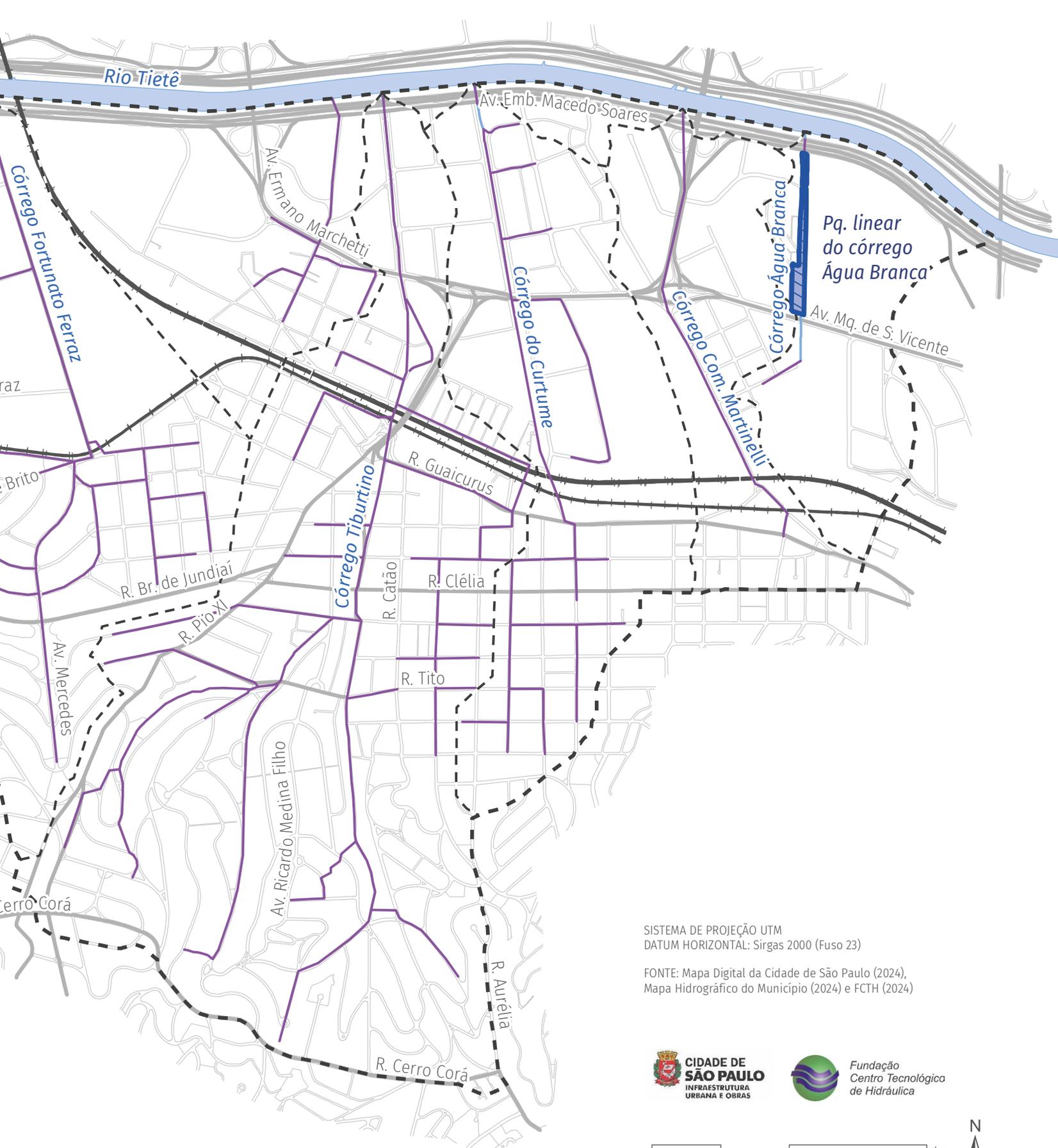


Convenção

-  Bacia da Lapa
-  Quadra viária
-  Limite municipal
-  Linha férrea

Rede de drenagem

-  Trecho a céu aberto
-  Trecho canalizado a céu aberto
-  Trecho fechado
-  Pôlder existente
-  Pq. linear 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)

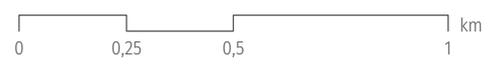
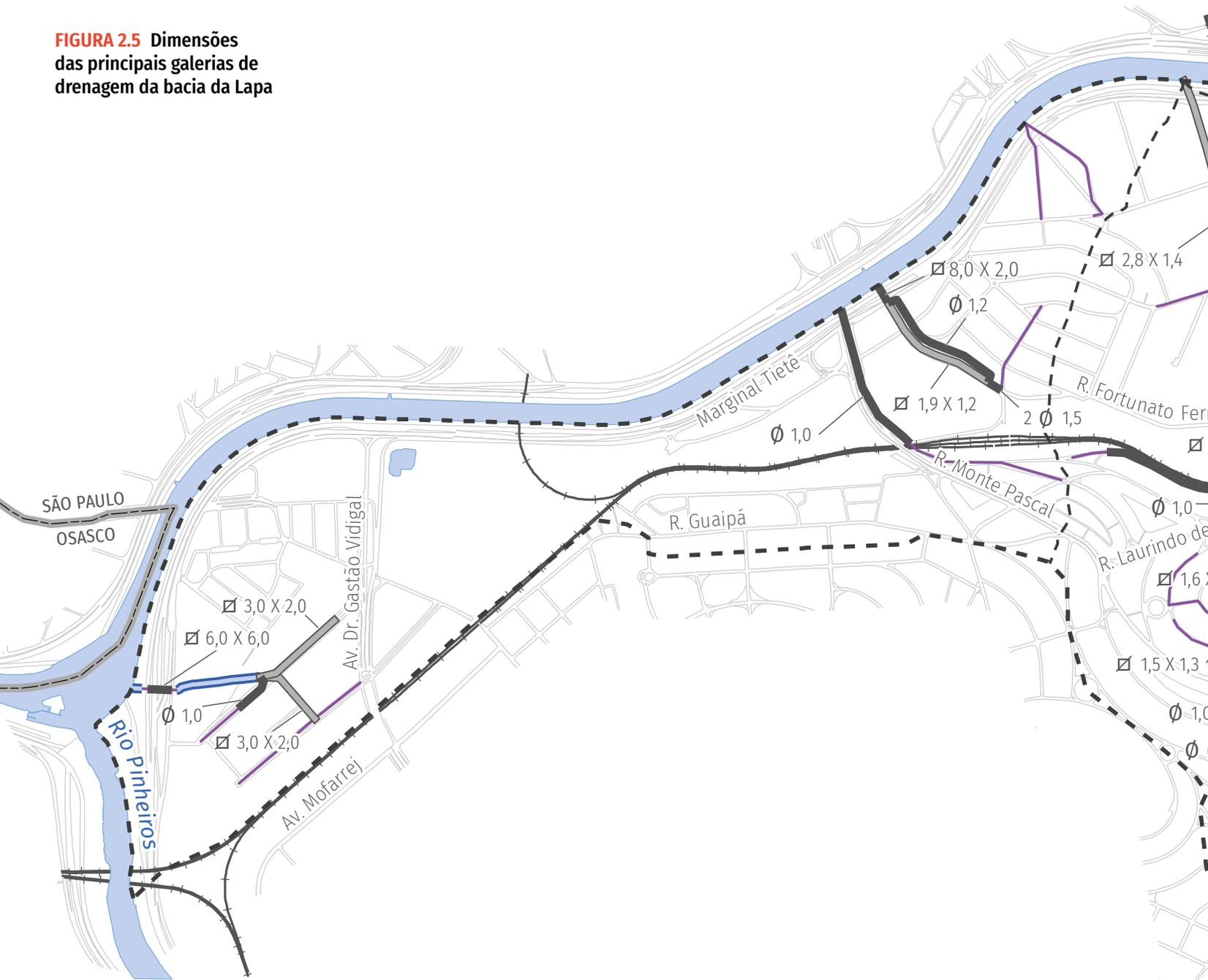


FIGURA 2.5 Dimensões das principais galerias de drenagem da bacia da Lapa



Convenção

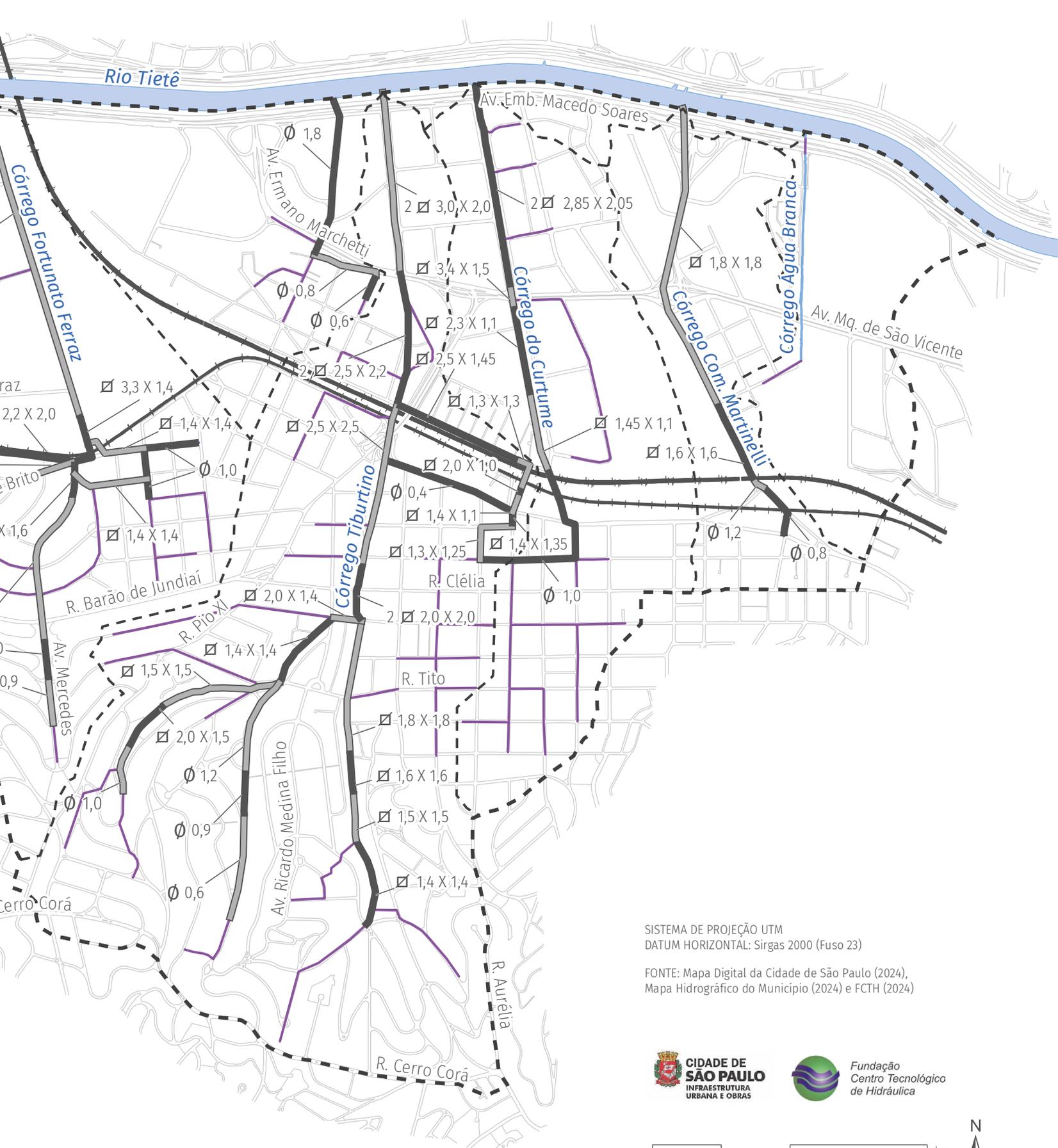
-  Bacia da Lapa
-  Rede de drenagem principal
-  Quadra viária
-  Limite municipal
-  Linha férrea

Rede de drenagem

-  Trecho a céu aberto
-  Trecho canalizado a céu aberto
-  Trecho fechado

Dimensões em metros

-  Retangular fechada
-  Tubular



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)



2.3.1 O SISTEMA DE DRENAGEM ATUAL DA BACIA

O sistema de drenagem da bacia da Lapa tem como principal característica a canalização dos principais córregos e canais de drenagem naturais. A urbanização da região acabou promovendo a necessidade de modificar as características naturais de escoamento na bacia. Existem poucos trechos de canais abertos, como é o caso do córrego Água Branca, onde a seção se mantém aberta em configuração trapezoidal e retangular. Outro trecho ainda aberto é o da Área de Contribuição Direta (ACD) próxima à confluência dos rios Tietê e Pinheiros no Jardim Humaitá.

Os demais córregos se encontram totalmente canalizados, e em alguns casos sofrem com a interferência de outros sistemas urbanos, como ocorre com os córregos do Curtume, Tiburtino e Fortunato Ferraz, que são cruzados pelos interceptores e coletores de esgotos além da linha férrea. Em um dos casos mais extremos, o córrego do Curtume precisou sofrer um desvio de seu trajeto natural para o sistema de drenagem do córrego Tiburtino. Essa transposição necessária prejudicou o escoamento na bacia vizinha.

Outro ponto a ser observado na bacia da Lapa é a presença de estruturas de pôlderes para a proteção de pequenas regiões

quanto à influência dos níveis do Rio Tietê. Entre elas, constam os pôlderes do Jardim Humaitá, dois deles geridos pela EMAE – Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. (68.000 e 65.000 m³), e outros dois pela SMSUB (35.000 e 15.000 m³) e o pôlder da Ponte Atílio Fontana – Anhanguera (margem esquerda, 1.700 m³). A proteção proporcionada pelo pôlder da Ponte Anhanguera se restringe às áreas de drenagem das passagens da via marginal sob a ponte e se encontra sob operação do DAEE.

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

É fato que o planejamento e a gestão das águas urbanas precisam adotar uma abordagem integrada entre as medidas ditas convencionais e os dispositivos de drenagem sustentáveis, na busca por obter um ambiente urbano protegido e equilibrado. Nesse sentido, faz-se necessária a

integração de um conjunto de medidas para a minimização dos impactos decorrentes do processo 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 Paulo⁶, 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 do lago do Parque da Aclimação, com benefício direto no abatimento das cheias a jusante do parque, mantendo as características principais de lazer e a fauna e a flora aquáticas locais.

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 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

6. 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.

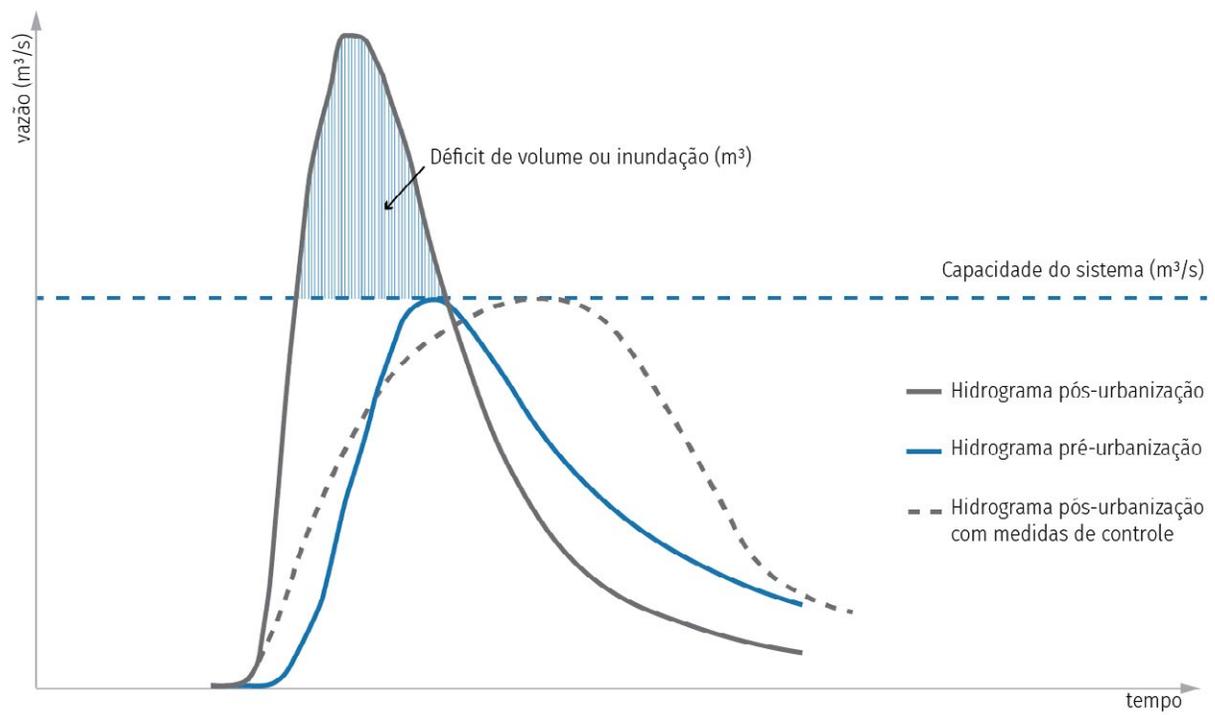


FIGURA 2.6 Hidrograma hipotético do efeito da urbanização

apresentaria capacidade suficiente para veicular o escoamento superficial afluente.

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 da bacia, aumentando a reservação e a infiltração dos volumes retidos. O impacto dessas medidas é apresentado na **FIGURA 2.7**.

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 de drenagem na bacia hidrográfica, tais como afluentes e medidas de controle de cheias, o que permite um melhor entendimento do funcionamento sistemático da fluviometria da bacia. Nos diagramas unifilares, é representada a posição física sequencial dos componentes da rede, mostrada no organograma esquemático unifilar.

Por conseguinte, o diagrama unifilar da situação atual da bacia da Lapa é exibido na **FIGURA 2.8**. Nesse diagrama, são indicadas as vazões geradas pelo modelo hidráulico-hidrológico, que representa a situação hidráulica da rede existente para uma chuva de Tr 100 anos. Também são apresentadas as vazões hidrológicas e as vazões máximas registradas nas galerias para a mesma chuva de Tr 100 anos. Ressalta-se que, para o cálculo das vazões hidrológicas, não é considerado o amortecimento do escoamento nos condutos hidráulicos.

No diagrama, é possível verificar que a capacidade das galerias atuais é insuficiente

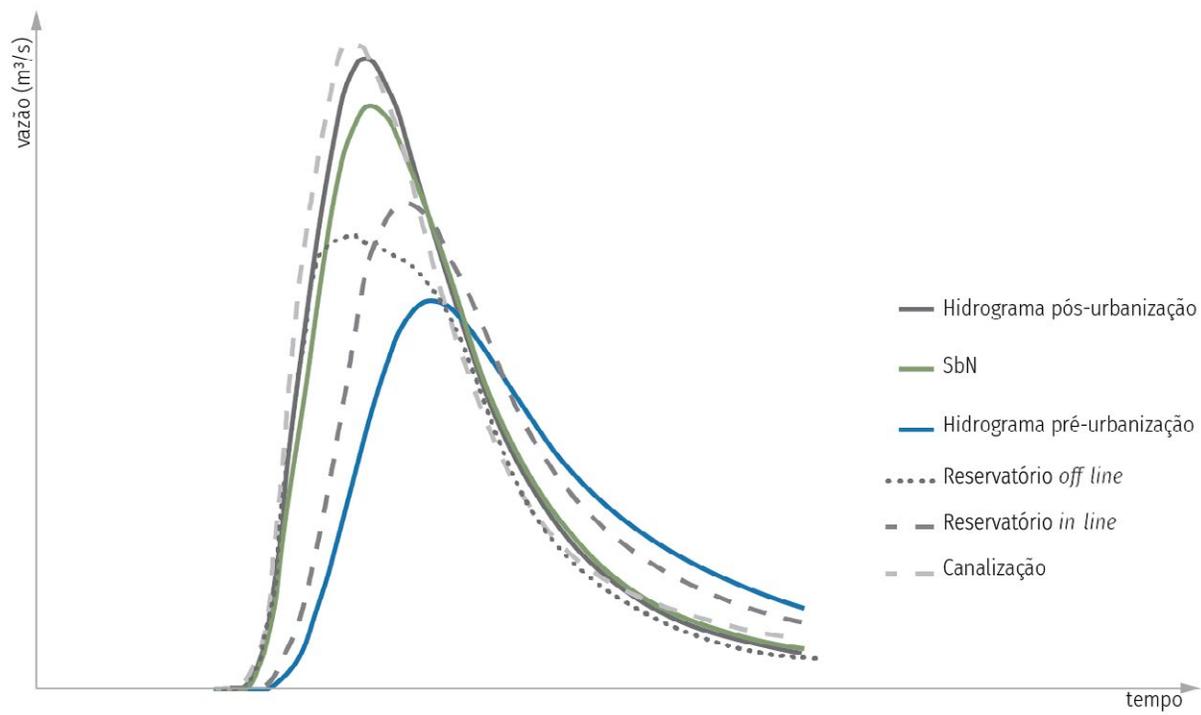


FIGURA 2.7 Hidrograma representativo da ação das medidas de controle

para as vazões máximas afluentes em diversos trechos da rede de drenagem. Os trechos mais à montante do córrego Comendador Martinelli, acima da travessia com a linha férrea, já apresentam uma insuficiência de escoamento, assim como o trecho logo após a travessia com a Avenida Ermano Marchetti.

O córrego do Curtume, logo a montante, entre a Rua Clélia e a linha férrea, apresenta uma deficiência no escoamento total das vazões afluentes, principalmente no trecho onde a galeria existente não pode ser ampliada em razão de interferências com a rede de esgoto. Por sua vez, o fluxo afluente teve parte de sua vazão derivada para a galeria do córrego Tiburtino – algo ainda insuficiente para evitar que os trechos de jusante da travessia do córrego com a linha férrea apresentem insuficiência até a Avenida Ermano Marchetti. O córrego Tiburtino, que recebe a contribuição pontual do córrego do Curtume, já tem trechos de galeria desde montante que não comportam o escoamento total das vazões afluentes.

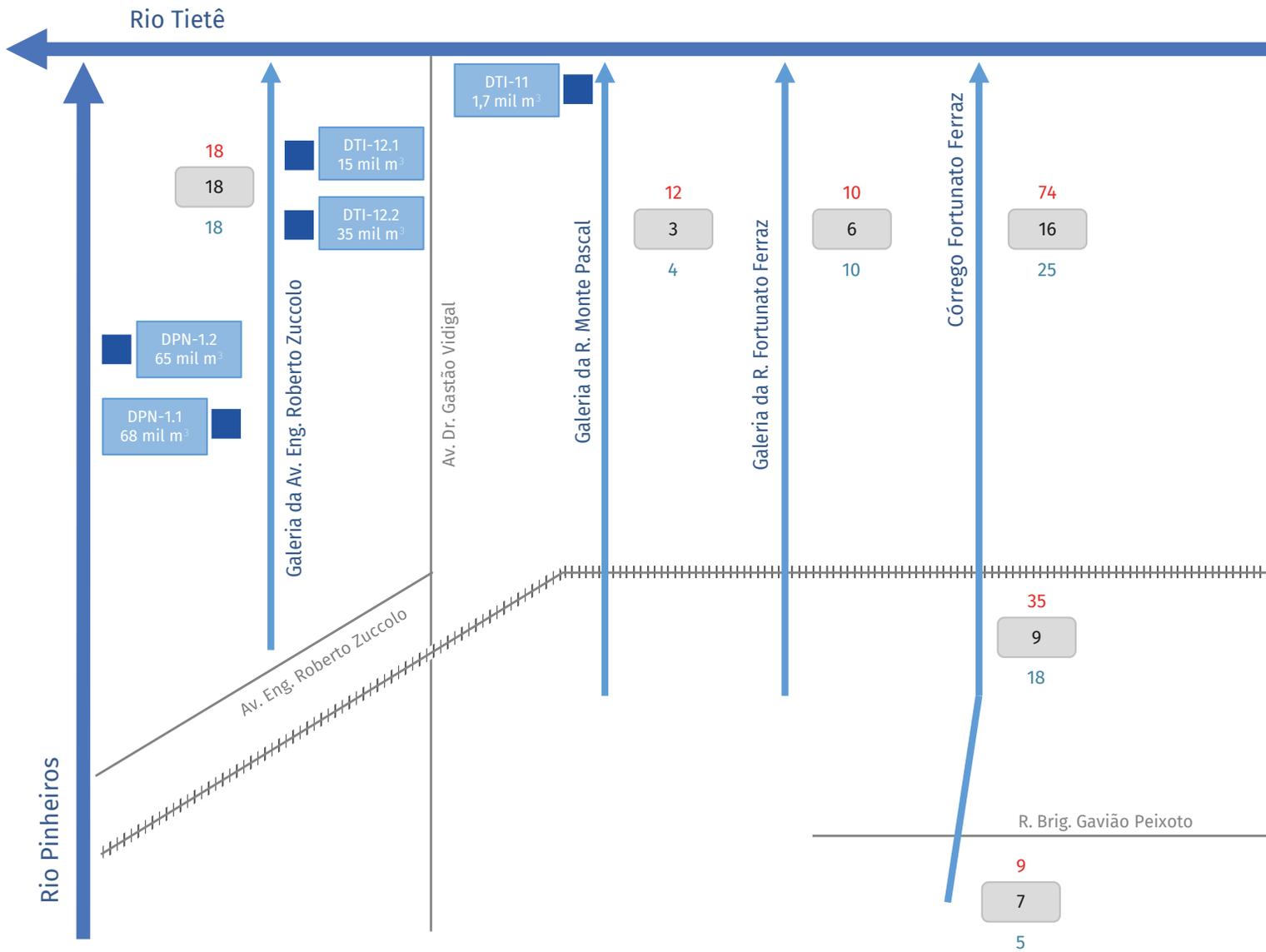
Os braços contribuintes do córrego Tiburtino, principalmente na Rua Francisco Alves, na Avenida Ricardo Medina Filho

e na Passagem Hotelo Telles de Andrade já extravasam quando demandados. Esse comportamento se estende pela rede na Rua Monteiro de Melo e na Rua Trajano até o Mercado da Lapa, na Praça Melvin Jones. Logo após a travessia com a linha férrea, a insuficiência de capacidade de escoamento persiste até a foz do córrego no Rio Tietê, com déficits chegando à ordem de $30 \text{ m}^3/\text{s}$ na Avenida José Maria de Faria.

Para o córrego Fortunato Ferraz, a insuficiência se apresenta principalmente no encontro com as galerias provenientes da Avenida Mercedes com a Rua Gago Coutinho e da travessia com a linha férrea, excedendo a vazão admitida em $9 \text{ m}^3/\text{s}$. A partir dali, a capacidade de escoamento da rede existente sob a Avenida Raimundo Pereira de Magalhães não consegue dar vazão às solicitações até a foz do córrego no Rio Tietê, com déficit de $9 \text{ m}^3/\text{s}$.

Na região da Área de Contribuição Direta ao Rio Tietê, foram constatadas deficiências no sistema de drenagem principalmente na região da Vila Anastácio e do Jardim Humaitá. As capacidades são excedidas em $4,1 \text{ m}^3/\text{s}$ e $7 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente.

FIGURA 2.8 Diagrama unifilar de vazões da bacia da Lapa



Vazões hidrológicas Tr 100 anos (m^3/s)

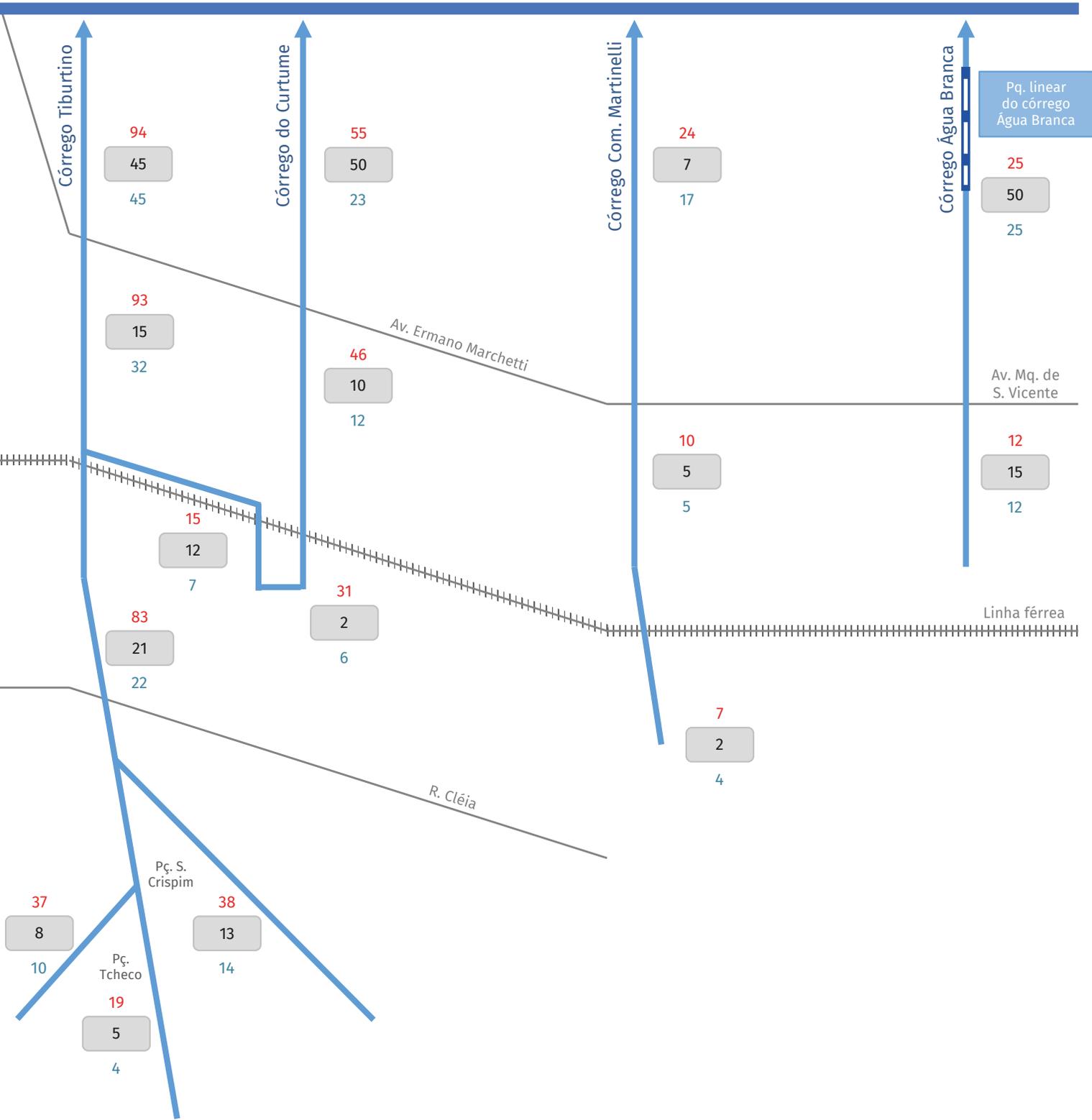
Capacidade máxima da seção (m^3/s)

Vazões Tr 100 anos (m^3/s)

EXISTENTE

← Rede de drenagem

■ Reservatório do pôlder



Córrego Tiburtino

Córrego do Curtume

Córrego Com. Martinelli

Córrego Água Branca

Pq. linear do córrego Água Branca

Av. Ermano Marchetti

Av. Mq. de S. Vicente

Linha férrea

R. Cléia

Pç. S. Crispim

Pç. Tcheco

94

93

55

46

24

10

7

25

12

45

45

50

23

7

17

50

25

15

32

10

12

5

5

15

12

15

12

7

31

2

6

83

21

22

37

8

10

38

13

14

19

5

4

2.3.2 INUNDAÇÕES NA BACIA DA LAPA

Na bacia da Lapa, a exemplo de outras áreas do Município de São Paulo, o sistema de drenagem não acompanhou a evolução da urbanização e da impermeabilização do solo urbano. A ocupação dos fundos de vale principais das bacias contribuintes e ao longo das galerias principais, com inúmeras obstruções e interferências, reduzem a capacidade hidráulica das seções, o que ocasiona as inundações observadas na região.

O levantamento dos problemas de inundação na bacia da Lapa reuniu informações históricas disponibilizadas pela SIURB, cadastros dos pontos de alagamento realizados pela CET/CGE para o período de 2004 a 2023, o mapeamento das áreas de risco hidrológico da SMSU/Comdec, a mancha de inundação do PDMAT3 e, também, levantamentos recentes realizados pela FCTH nas regiões críticas de inundações. Estes últimos foram feitos por meio do levantamento topográfico das áreas de inundações, delimitadas durante entrevistas com moradores e ocupantes da região. Esses levantamentos também tiveram como objetivo verificar a permanência dos pontos de inundação na bacia.

Ao verificar as ocorrências de inundações na bacia, foi constatado que, para o

córrego Água Branca, a montante da Avenida Marquês de São Vicente, nas ruas Francisco Luiz de Souza Júnior e Comendador Souza, há casos isolados de transbordamento do canal principal e acúmulo de água nas vias.

Nos córregos do Curtume, Tiburtino e Fortunato Ferraz, as inundações se concentram nas travessias com a linha férrea (**FIGURA 2.9**) e ao longo dos fundos de vale, como nos cruzamentos das ruas do Curtume e Guaicurus, nas ruas Caio Graco e Constança, na Praça Melvin Jones e na Rua Gago Coutinho.

Nas cabeceiras do córrego Tiburtino, foram constatadas inundações no cruzamento das ruas Jaricunas e Votupoca, na Avenida Ricardo Medina Filho e no cruzamento da Rua Monteiro de Melo com a Rua Coriolano, seguindo pela Rua Jeroaquara até a Viela Ema Angelo Murari e a Rua Guaicurus.

Também foi possível verificar inundações a jusante da linha férrea, como no córrego do Curtume, na Rua Emilio Goeldi, e na região da Avenida Ermano Marchetti, no cruzamento com a Rua Engenheiro Aubertin.

Há registros de inundações na Vila Anastácio, próximo às ruas Monte Pascal, Fortunato Ferraz, Martinho de Campos e dos Botocudos, além de igualmente na Rua Caiapós, desde a Rua Alvarenga Peixoto até a Avenida Embaixador Macedo Soares (Marginal Tietê).

Na Área de Contribuição Direta do Jardim Humaitá, foi identificado alagamento nas avenidas Engenheiro Roberto Zuccolo e Doutor Gastão Vidigal, assim como na Rua Paladino.

A **FIGURA 2.10** traz o mapa de inundações da bacia da Lapa.

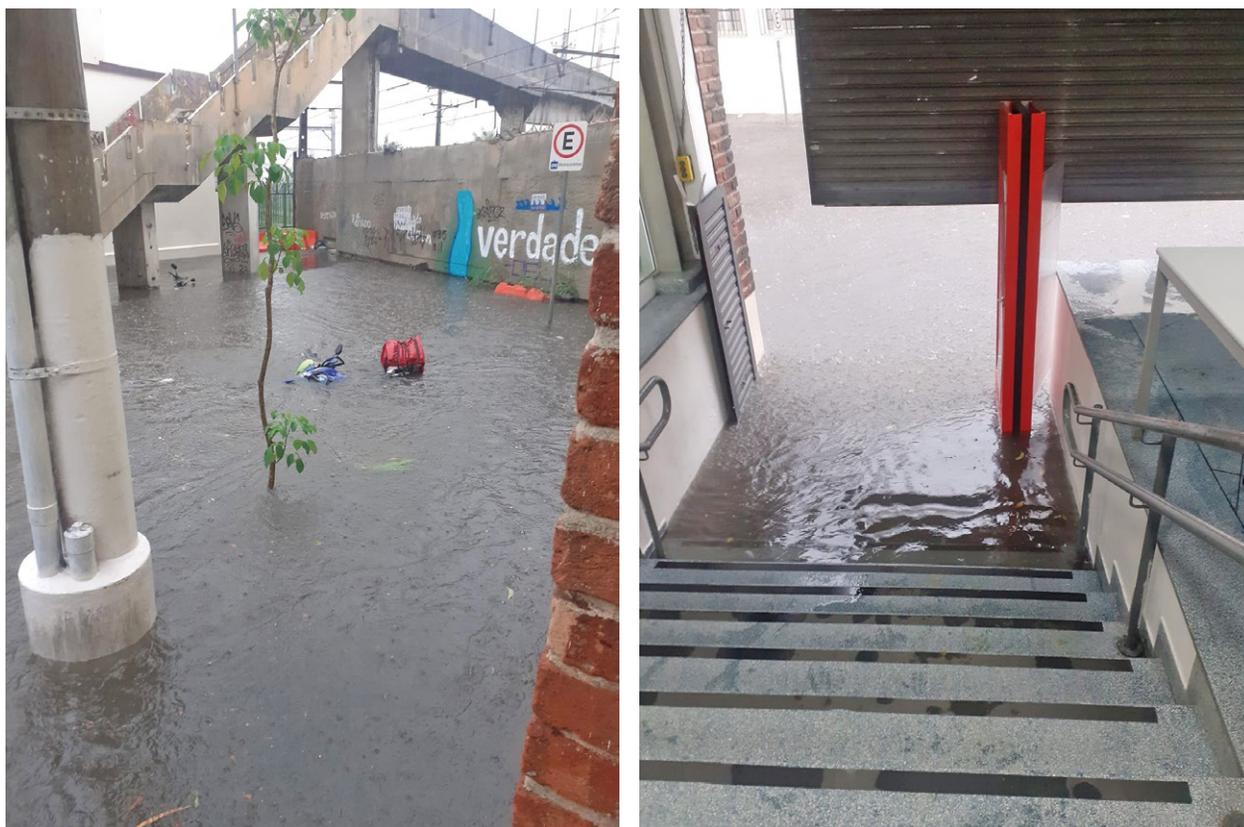
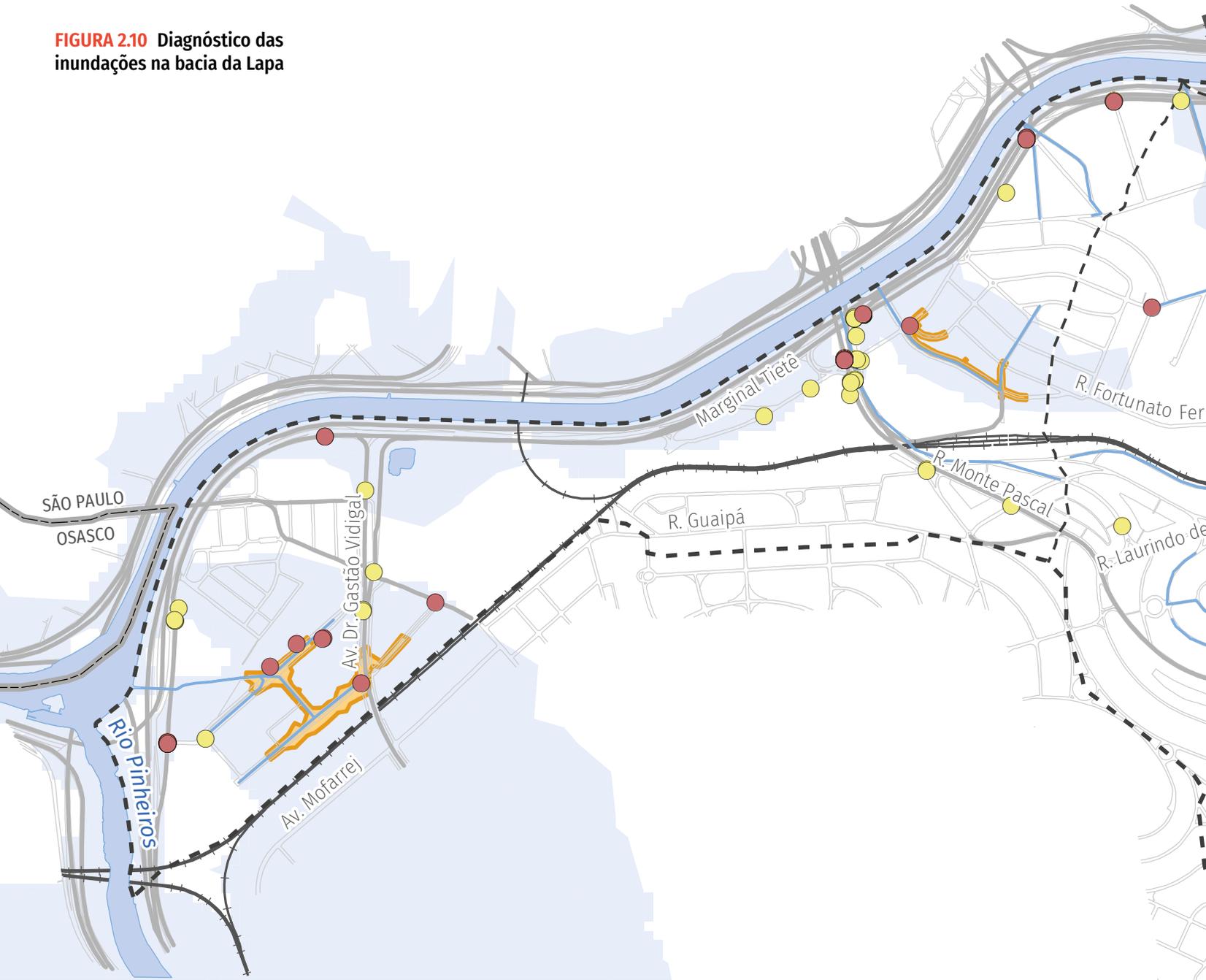


FIGURA 2.9 Fotos de inundação na R. do Curtume (foto cedida por morador)

FIGURA 2.10 Diagnóstico das inundações na bacia da Lapa



Convenção

-  Bacia da Lapa
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Limite municipal
-  Linha férrea

Levantamento de inundações/ alagamentos

-  FCTH
-  SIURB (histórico)

PDMAT3

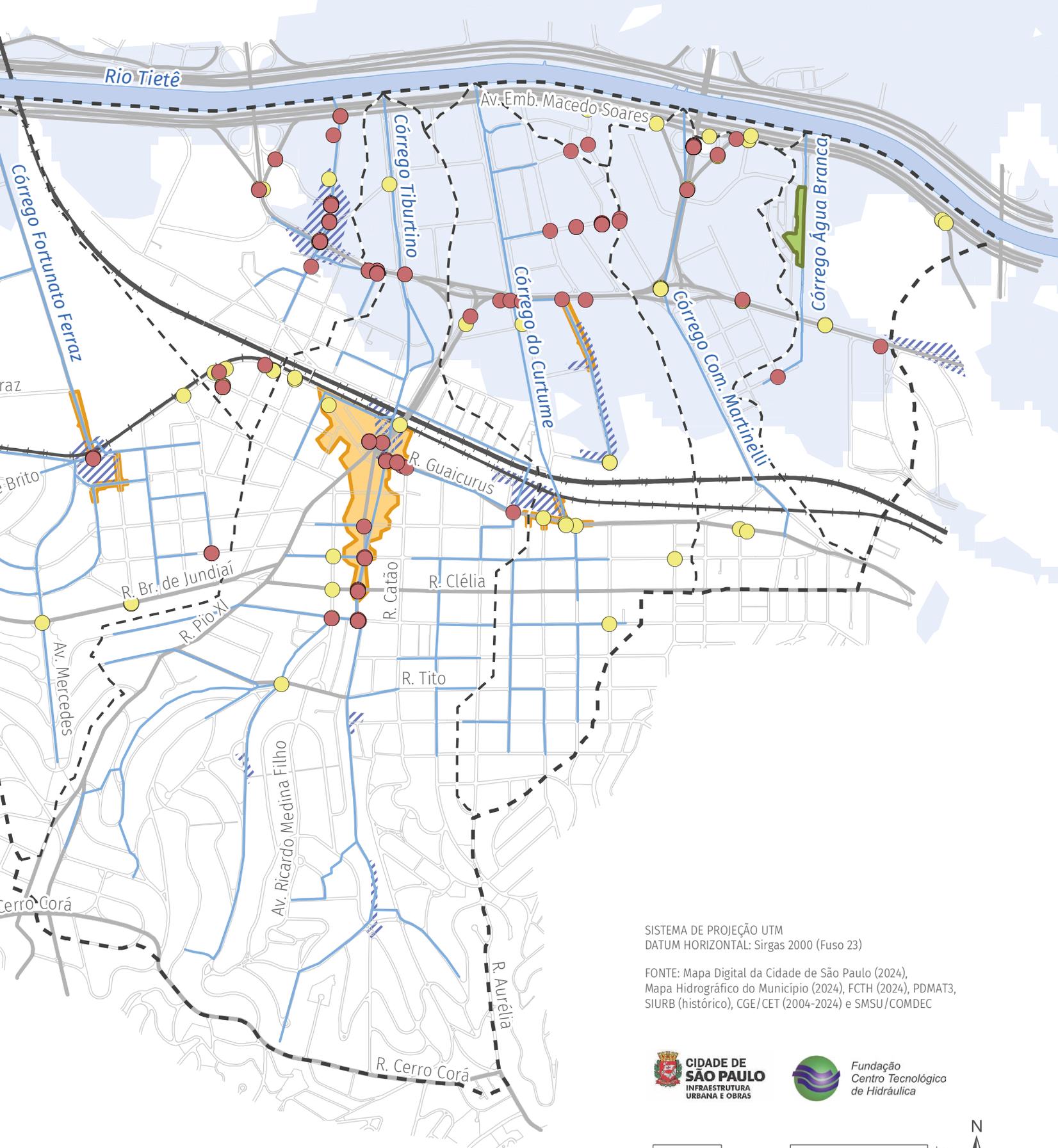
-  Área inundável (Tr 100 anos)

Pontos de alagamento CET/CGE (2004-2024)

-  Intransitável
-  Transitável

SMSU/COMDEC

-  Área de risco hidrológico



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,
 SIURB (histórico), CGE/CET (2004-2024) e SMSU/COMDEC



2.3.3 MEMORIAL FOTOGRÁFICO

A seguir, apresenta-se o memorial fotográfico da bacia da Lapa, 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 média do córrego do Curtume, levantamento de áreas inundáveis nas imediações das ruas Guaicurus e do Curtume (**FIGURA 2.11**);
- Região de cabeceira do córrego Tiburtino, nas imediações da Praça Doutor Otávio Perez Velasco, também conhecida como Praça Araçatuba (**FIGURA 2.12**);
- Região de cabeceira do córrego Tiburtino, nas imediações da Passagem Hotelo Telles de Andrade (**FIGURA 2.13**);
- Região de cabeceira do córrego Tiburtino, nas imediações das praças São Crispim e Tcheco (**FIGURA 2.14**);
- Região média do córrego Tiburtino, levantamento de áreas inundáveis nas imediações da Rua Faustolo, da Rua Roma e da Viela Ema Angelo Murari (**FIGURA 2.15**);
- Região da várzea do Rio Tietê, levantamento de áreas inundáveis nas imediações das ruas Ricardo Cavatton e Hugo D'Antola (**FIGURA 2.16**);
- Região média do córrego Fortunato Ferraz, levantamento de áreas inundáveis na passagem sob a linha férrea (**FIGURA 2.17**);
- Desemboque da galeria da Rua Fortunato Ferraz no Rio Tietê (**FIGURA 2.18**);
- Imediações da Avenida Engenheiro Roberto Zuccolo (**FIGURA 2.19**).



FIGURA 2.11 Fotos do levantamento de áreas inundáveis da região média do córrego do Curtume, nas imediações das ruas Guaicurus e do Curtume

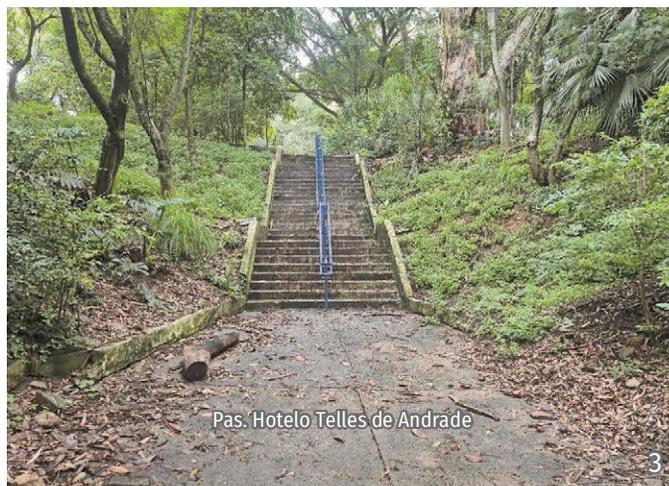


FIGURA 2.12 Fotos da região de cabeceira do córrego Tiburtino, nas imediações da Pç. Dr. Otávio Perez Velasco (Pç. Araçatuba)



FIGURA 2.13 Fotos da região de cabeceira do córrego Tiburtino, nas imediações da Pas. Hotel Telles de Andrade



FIGURA 2.14 Fotos da região de cabeceira do córrego Tiburtino, nas imediações das praças S. Crispim e Tcheco

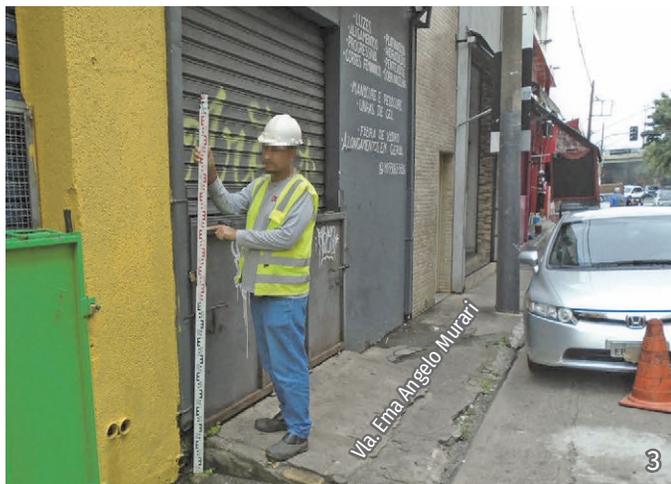
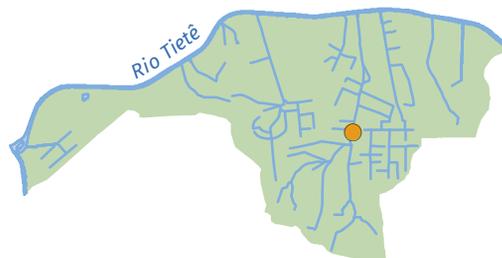


FIGURA 2.15 Fotos do levantamento de áreas inundáveis da região média do córrego Tiburtino, nas imediações da R. Faustolo, da R. Roma e da Via. Ema Angelo Murari



FIGURA 2.16 Fotos do levantamento de áreas inundáveis da região da várzea do Rio Tietê, nas imediações das ruas Ricardo Cavatton e Hugo D'Antola



FIGURA 2.17 Fotos do levantamento de áreas inundáveis na região média do córrego Fortunato Ferraz, na passagem sob a linha férrea



FIGURA 2.18 Fotos do desobstrução da galeria da R. Fortunato Ferraz no Rio Tietê



FIGURA 2.19 Fotos das imediações da Av. Eng. Roberto Zuccolo

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 esta transmissão é através da rede de telefonia celular que utiliza a tecnologia GSM/GPRS. Outras formas de transmissão também podem ser empregadas, como rádio e satélite.

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

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

Na bacia da Lapa existem quatro postos da rede telemétrica próximos ao local de estudo, conforme descrição a seguir:

- Posto 296 – Rio Tietê – Ponte do Piqueri;
- Posto 1000847 – Rio Tietê – Barragem móvel montante;
- Posto 1000800 – Rio Tietê – Barragem móvel jusante;
- Posto 1001517 – Rio Pinheiros – Estrutura de Retiro.

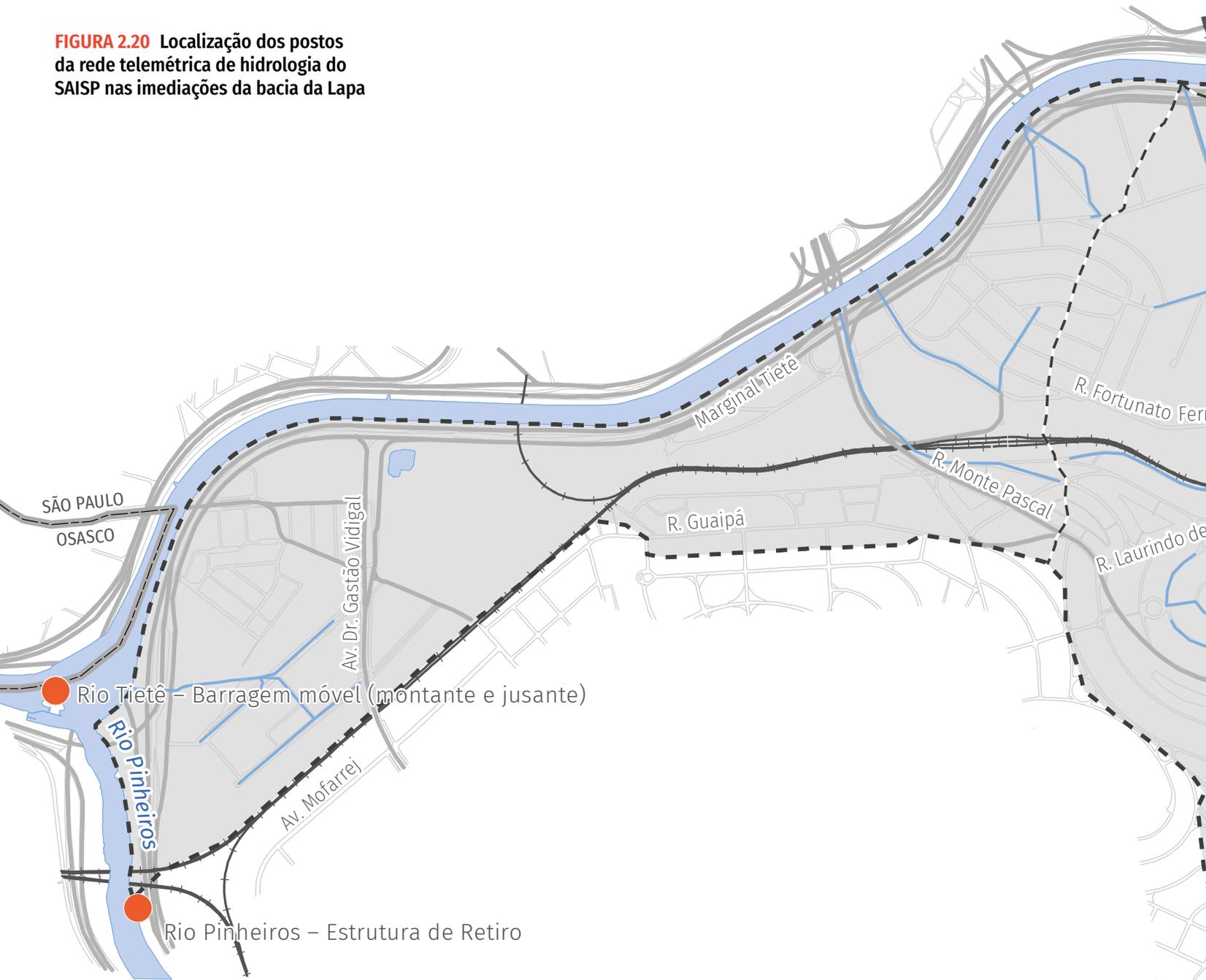
A **FIGURA 2.20** indica a localização dos postos da rede telemétrica considerados neste estudo. Da **FIGURA 2.21** à **FIGURA 2.24**, são apresentadas as séries históricas dos dados pluviométricos e fluviométricos registrados (a cada 10 minutos) nos postos analisados. Na sequência, na **FIGURA 2.25** e na **FIGURA 2.26**, por sua vez, são indicadas as precipitações médias mensais dos postos da Ponte do Piqueri e da barragem móvel.



Inundação na R. Albertina de Souza na década de 1960 e no ano de 2020 (fotos cedidas pelo GGOUCAB)

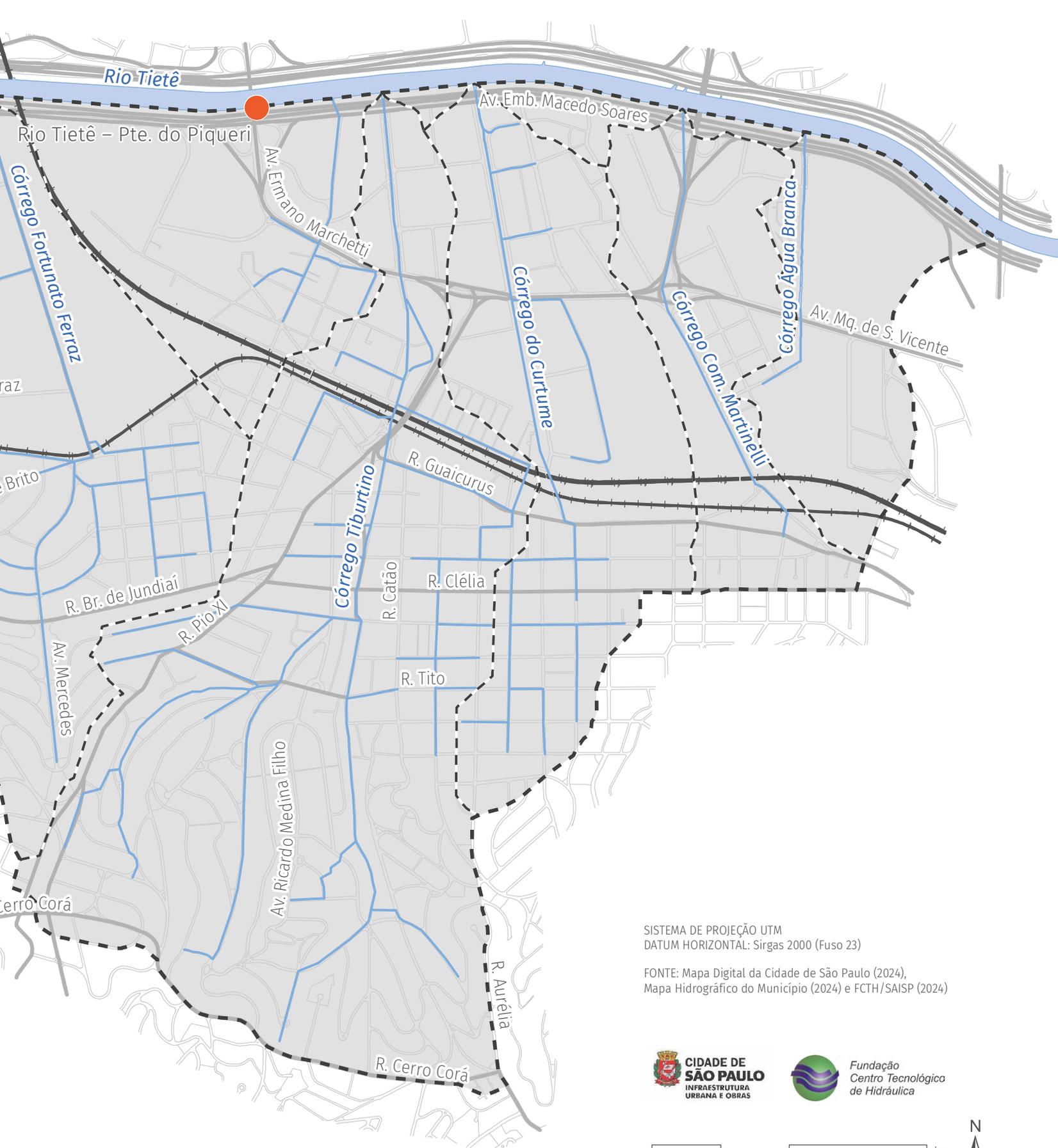


FIGURA 2.20 Localização dos postos da rede telemétrica de hidrologia do SAISP nas imediações da bacia da Lapa



Convenção

-  Bacia da Lapa
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Limite municipal
-  Linha férrea
-  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 2.21 Fluviograma e pluviograma histórico do Posto 296 – Rio Tietê – Ponte do Piqueri

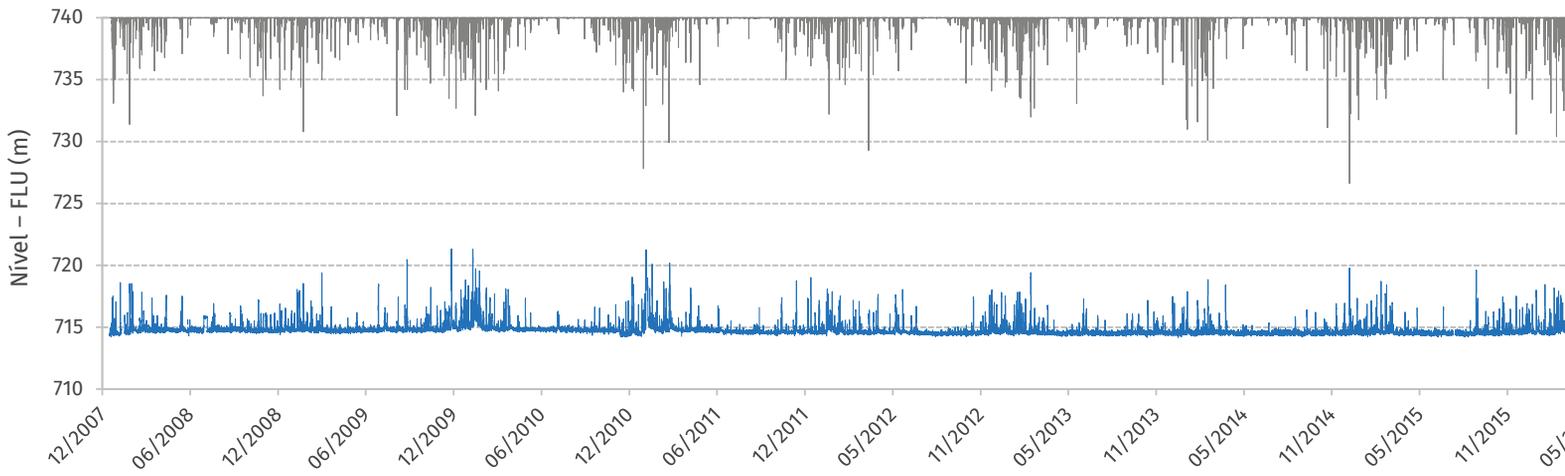
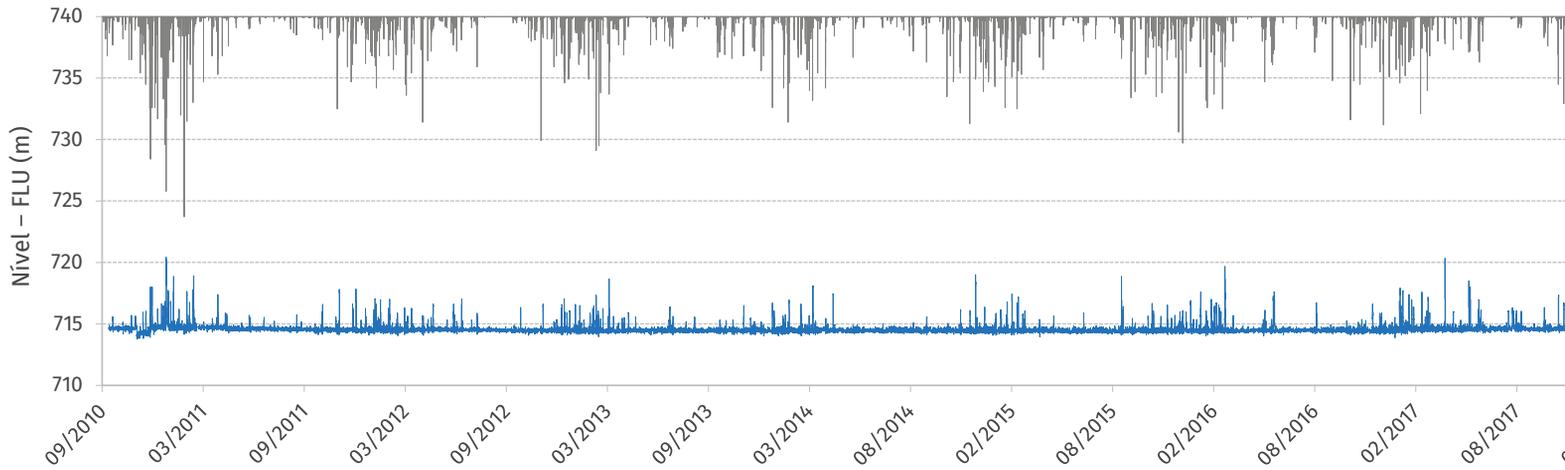


FIGURA 2.22 Fluviograma e pluviograma histórico do Posto 1000847 – Rio Tietê – Barragem móvel montante



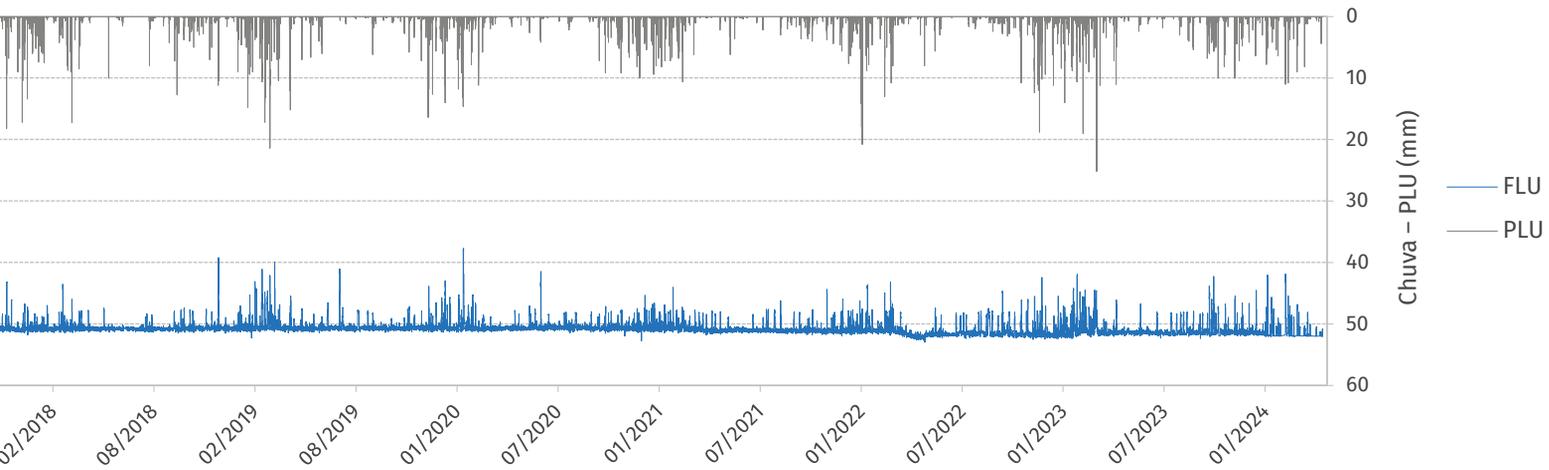
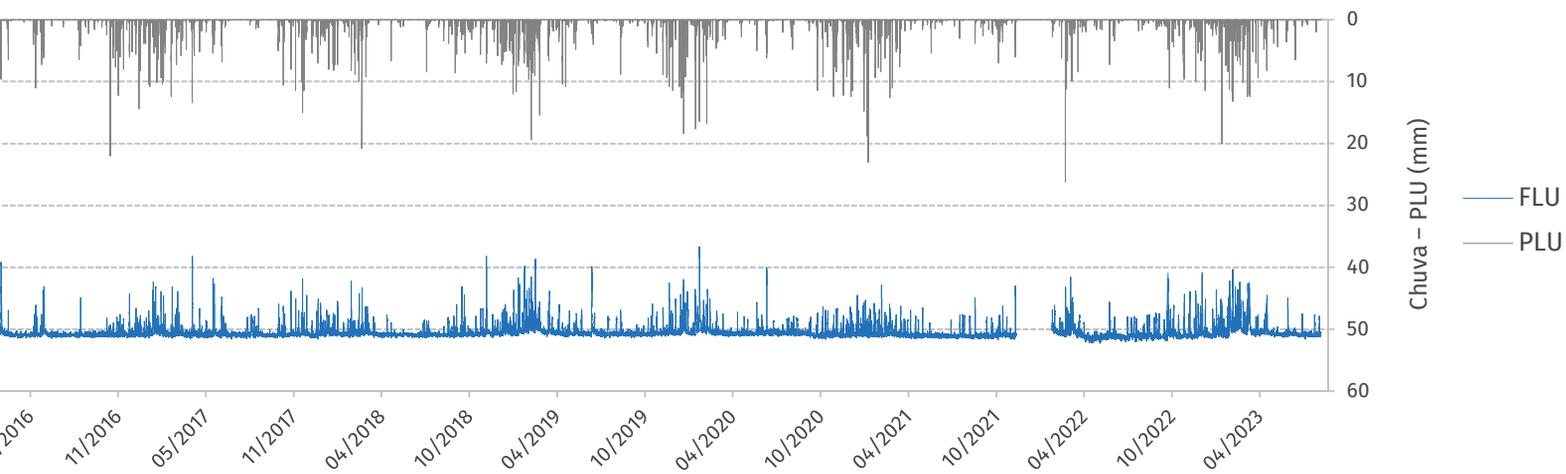


FIGURA 2.23 Fluviograma histórico do Posto 1000800 – Rio Tietê – Barragem móvel jusante

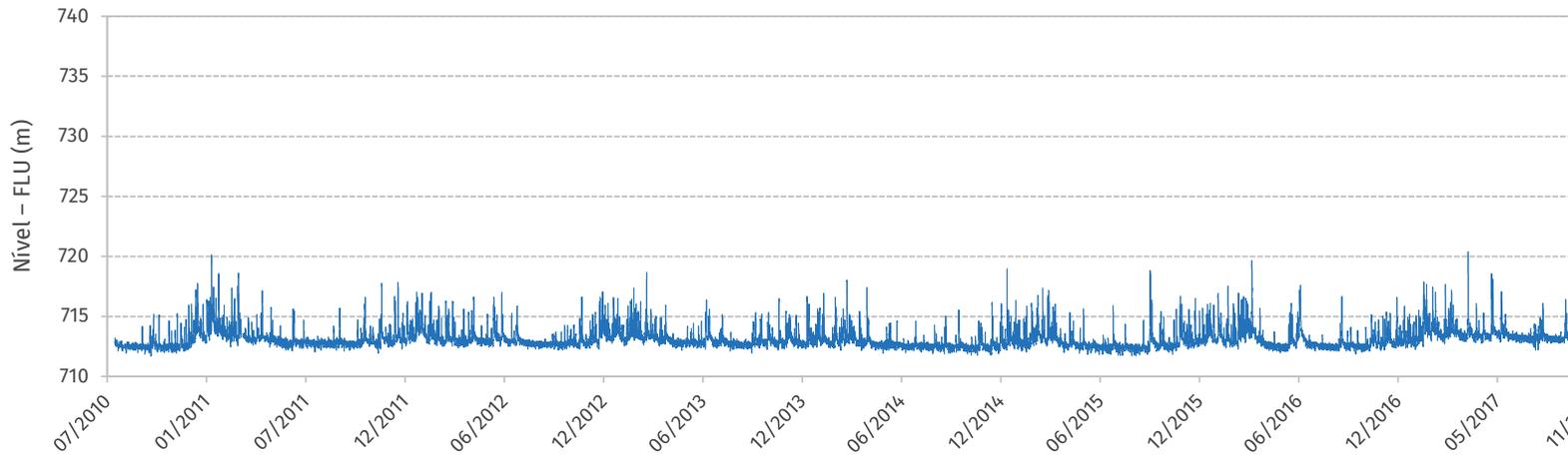
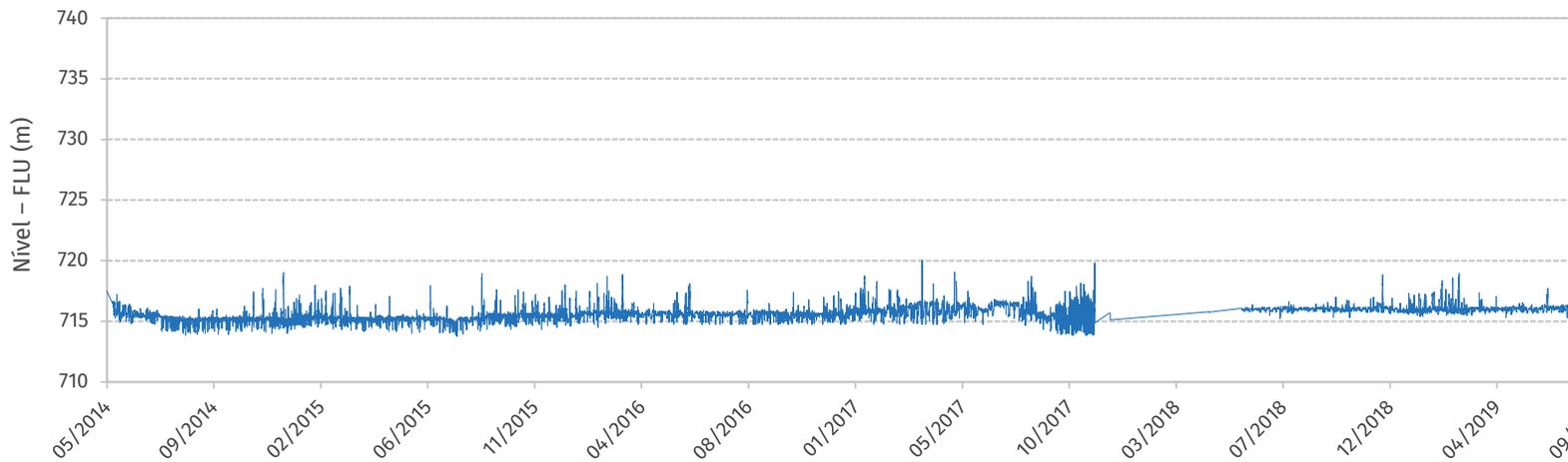
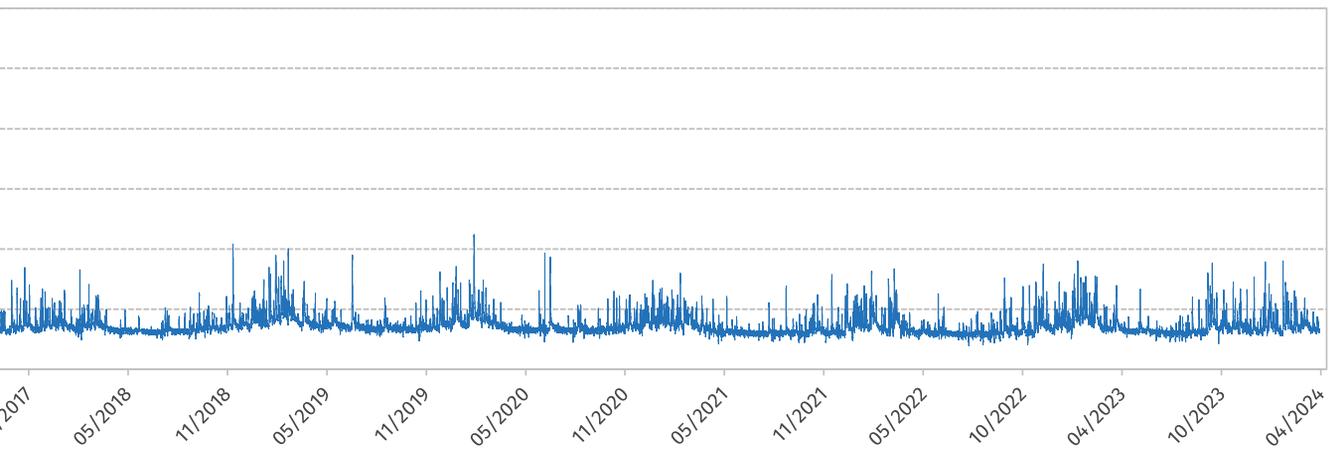
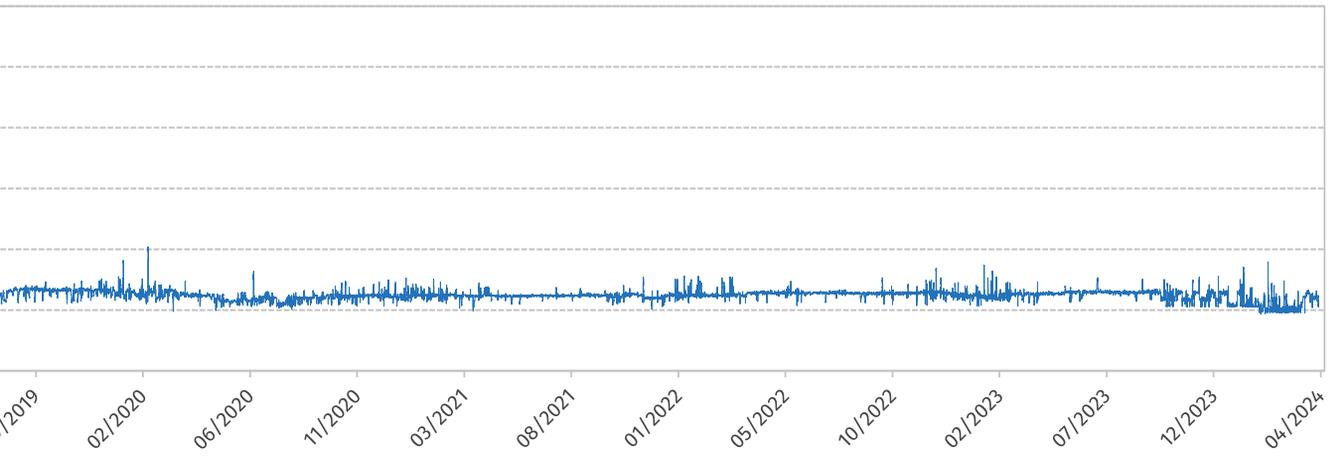


FIGURA 2.24 Fluviograma histórico do Posto 1001517 – Rio Pinheiros – Estrutura de Retiro





— FLU



— FLU

FIGURA 2.25 Precipitação média mensal no Posto 296 – Rio Tietê – Ponte do Piqueri

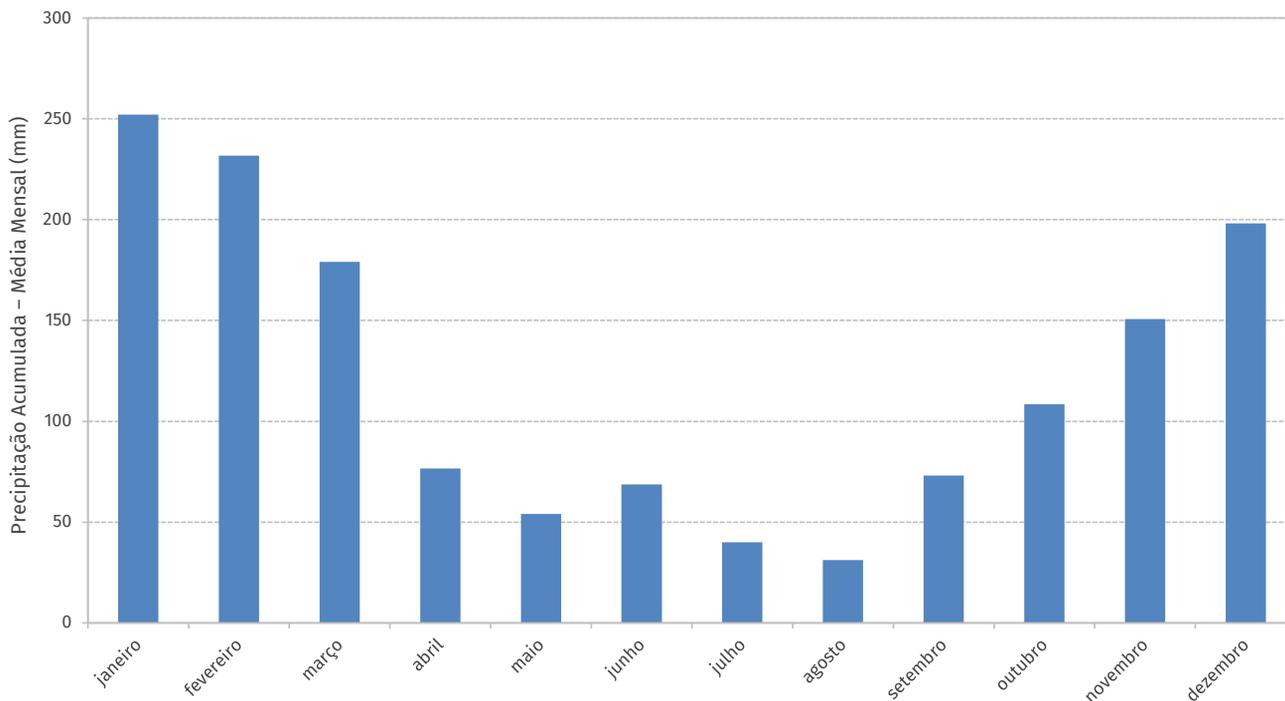
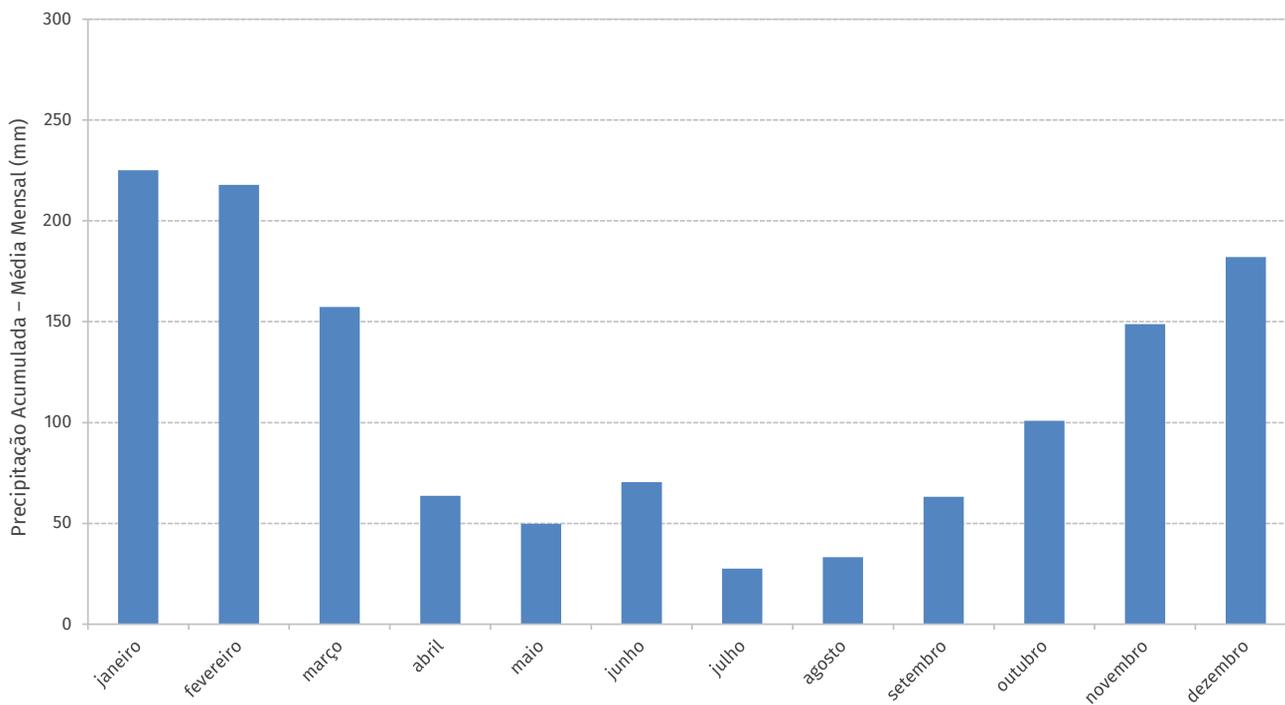


FIGURA 2.26 Precipitação média mensal no Posto 1000847 – Rio Tietê – Barragem móvel montante





Pluviômetro de báscula, Posto 296
- Rio Tietê - Pte. do Piqueri (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.

A característica topográfica mais significativa da região em análise é a planície aluvial do Rio Tietê. Essa formação, caracterizada por um relevo praticamente plano, consiste em depósitos aluviais muito recentes, seguindo os princípios comuns de sedimentação encontrados em planícies de inundação.

Essa faixa de planície aluvial faz parte de um sistema que se estende desde o bairro da Penha até a cidade de Osasco, seguindo uma faixa orientada de Leste para Oeste. Essa abrangência contempla cerca de 25 km, mantendo uma largura média de 1,5 km a 2,5 km ao longo de todo esse trajeto⁷.

Na **FIGURA 2.27** são apresentados os perfis longitudinais dos córregos componentes da bacia da Lapa.

O mapa hipsométrico com as elevações da bacia da Lapa é apresentado na **FIGURA 2.28**. Ele foi desenvolvido por meio de informações de elevação do Mapa Digital da Cidade (MDC). As elevações dessa bacia variam de 819 m na cabeceira, nas imediações da Rua Cerro Corá com a Avenida São Gualter, até 717 m junto ao Rio Tietê.

7. AB'SABER, A. N. **Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo**. 219 f. Tese (doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1957.

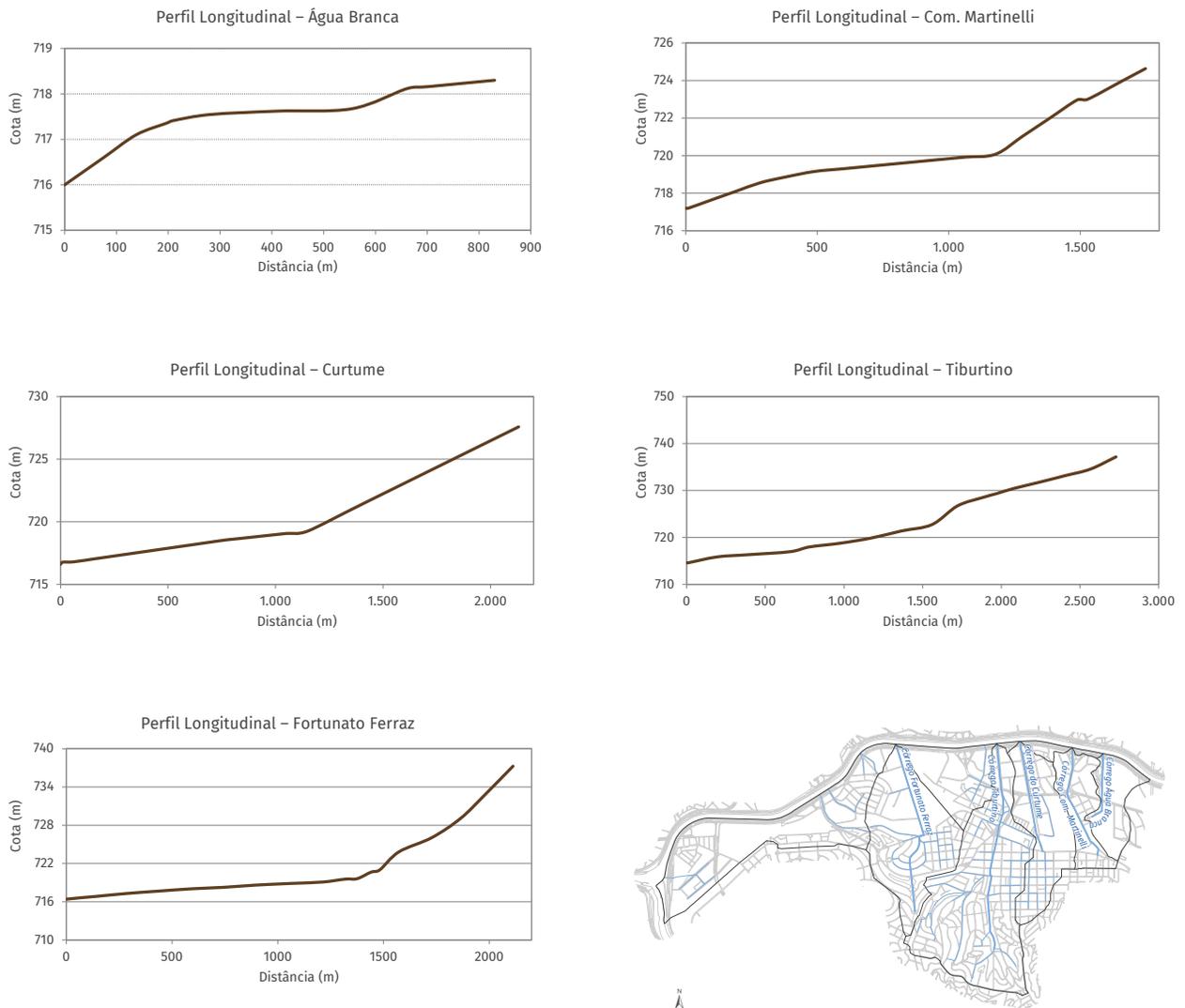
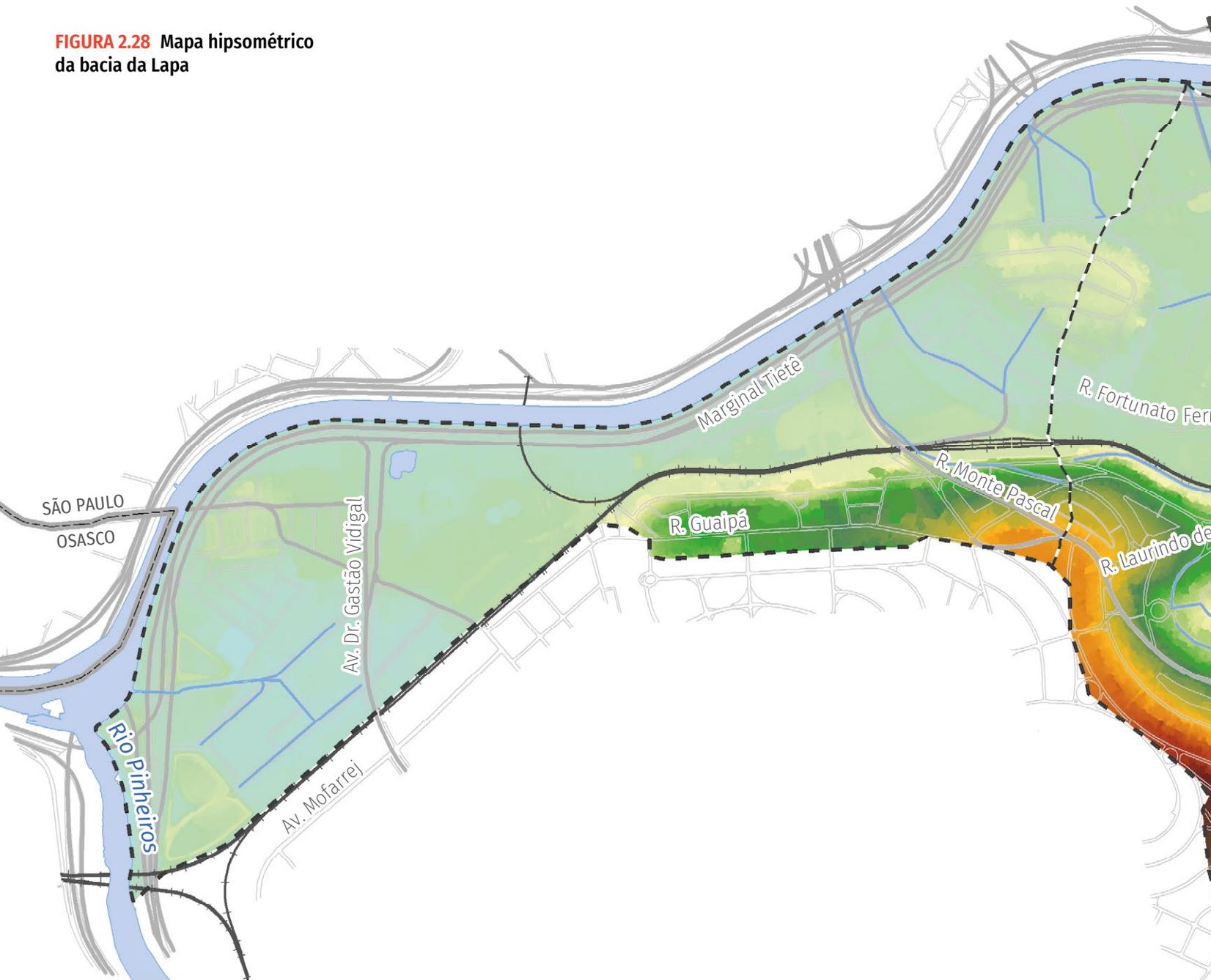


FIGURA 2.27 Perfis longitudinais dos córregos Água Branca, Comendador Martinelli, do Curtume, Tibertino e Fortunato Ferraz

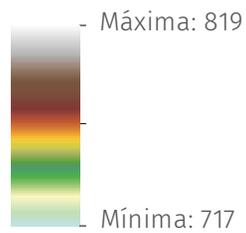
FIGURA 2.28 Mapa hipsométrico da bacia da Lapa



Convenção

- Bacia da Lapa
- Rede de drenagem
- Quadra viária
- Limite municipal
- Linha férrea

Elevação (m)



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.

A **FIGURA 2.29** apresenta a carta geotécnica na área da bacia da Lapa, com suas unidades geológicas. Destaca-se nesse mapa a planície aluvial e as áreas de fundo de vale com baixa declividade (menores que 5%), ocupando grande parte da área de estudo compreendida entre a linha férrea e o Rio Tietê. Nessa porção, são predominantes os solos arenargilosos, os compressíveis e a terra mole. Além disso, o nível do lençol freático é raso.

A bacia é predominantemente composta por sedimentos terciários, especialmente argilitos, siltitos, arenitos e conglomerados. Sobre esses sedimentos, encontra-se uma camada consideravelmente espessa de solo argiloso laterizado, de tonalidade vermelha, conhecido como argila porosa.

Nas imediações das ruas Monte Pascal e Laurindo de Brito há uma pequena região com uma formação de solo de granitoide; e, logo ao norte dessa área, é observada uma pequena formação de solo de gnaiss, rocha

metamórfica derivada da deformação de sedimentos arcóicos ou de granitos.

2.7 USO DO SOLO

A caracterização do uso do solo da bacia 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 da Lapa, com suas respectivas porcentagens em relação à área total da bacia. O mapa dos usos predominantes do solo é apresentado na **FIGURA 2.30**.

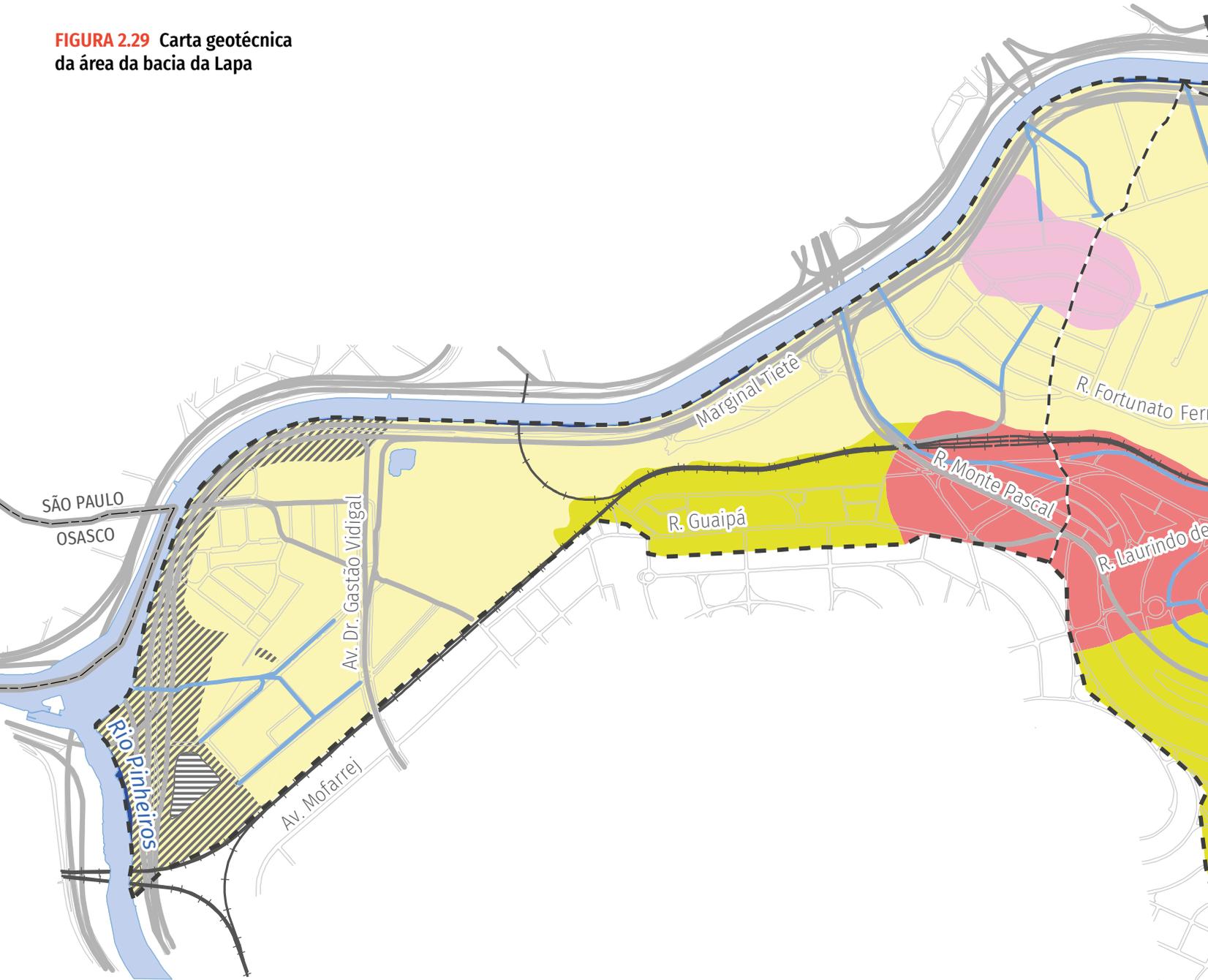
O mapeamento do uso do solo foi utilizado para o ajuste dos parâmetros referentes à estimativa do escoamento superficial direto pelo modelo matemático empregado.

Os parques e as áreas verdes existentes na bacia da Lapa são apresentados no mapa da **FIGURA 2.31**.

TABELA 2.1 Usos do solo registrados na bacia da Lapa

Usos do solo	Área (km ²)	Área da bacia (%)
Ruas e áreas pavimentadas	3,13	25,67
Indústria e armazém	2,01	16,48
Residencial horizontal médio alto padrão	1,77	14,52
Comércio e serviços	1,10	9,02
Espaços abertos	0,99	8,12
Residencial, comércio e serviços	0,98	8,00
Equipamento urbano	0,87	7,12
Residencial vertical médio alto padrão	0,72	5,88
Comércio, serviços, indústria e armazém	0,41	3,39
Residencial, indústria e armazém	0,11	0,93
Residencial vertical baixo padrão	0,06	0,51
Residencial horizontal baixo padrão	0,04	0,31
Massa d'água	0,003	0,03
Total geral	12,20	100,00

FIGURA 2.29 Carta geotécnica da área da bacia da Lapa

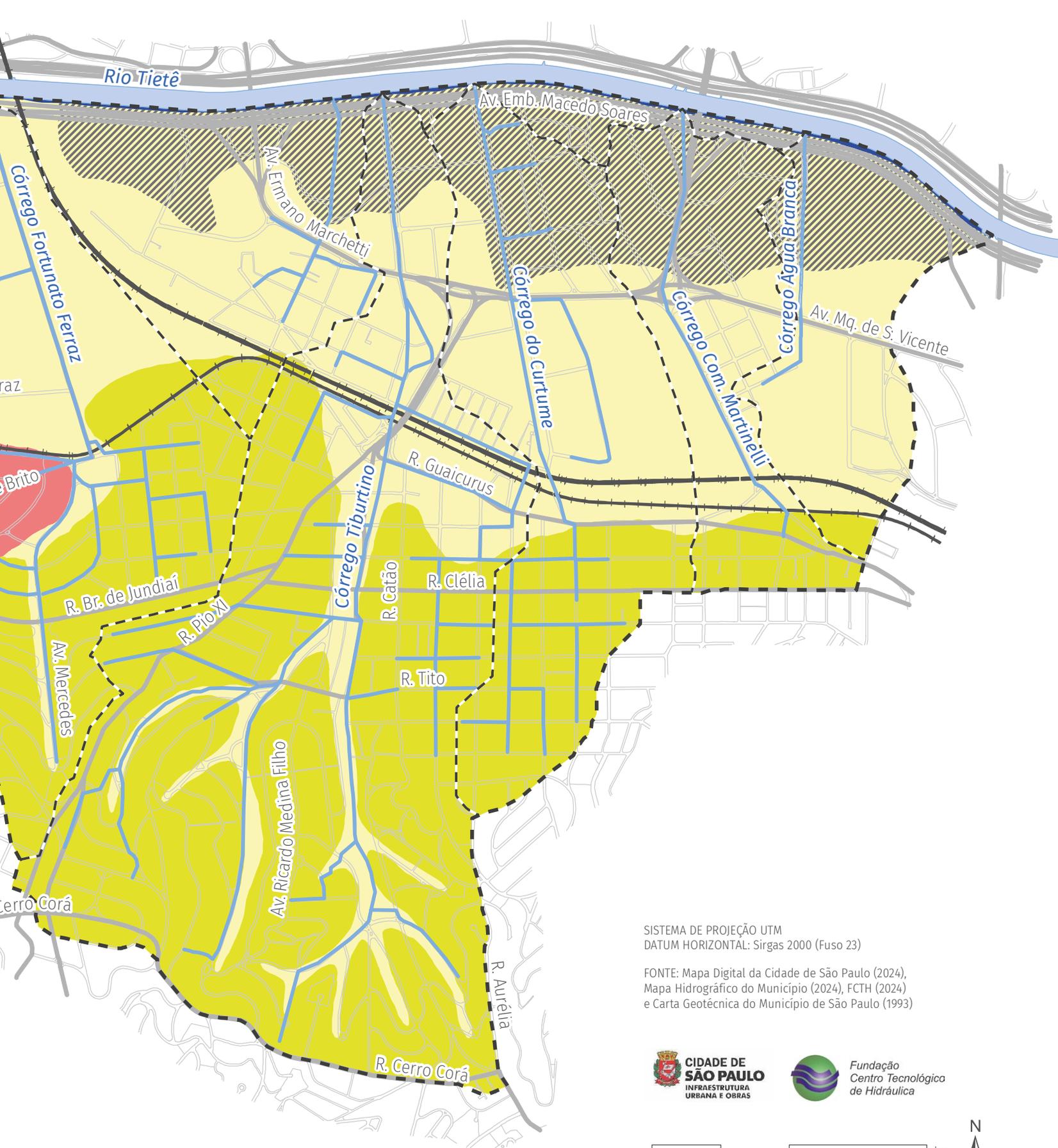


Convenção

-  Bacia da Lapa
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Limite municipal
-  Linha férrea

Carta geotécnica

-  Aterro
-  Gnaiss
-  Granitoides
-  Planície aluvial
-  Sedimento terciário
-  Terra mole, solo compressível

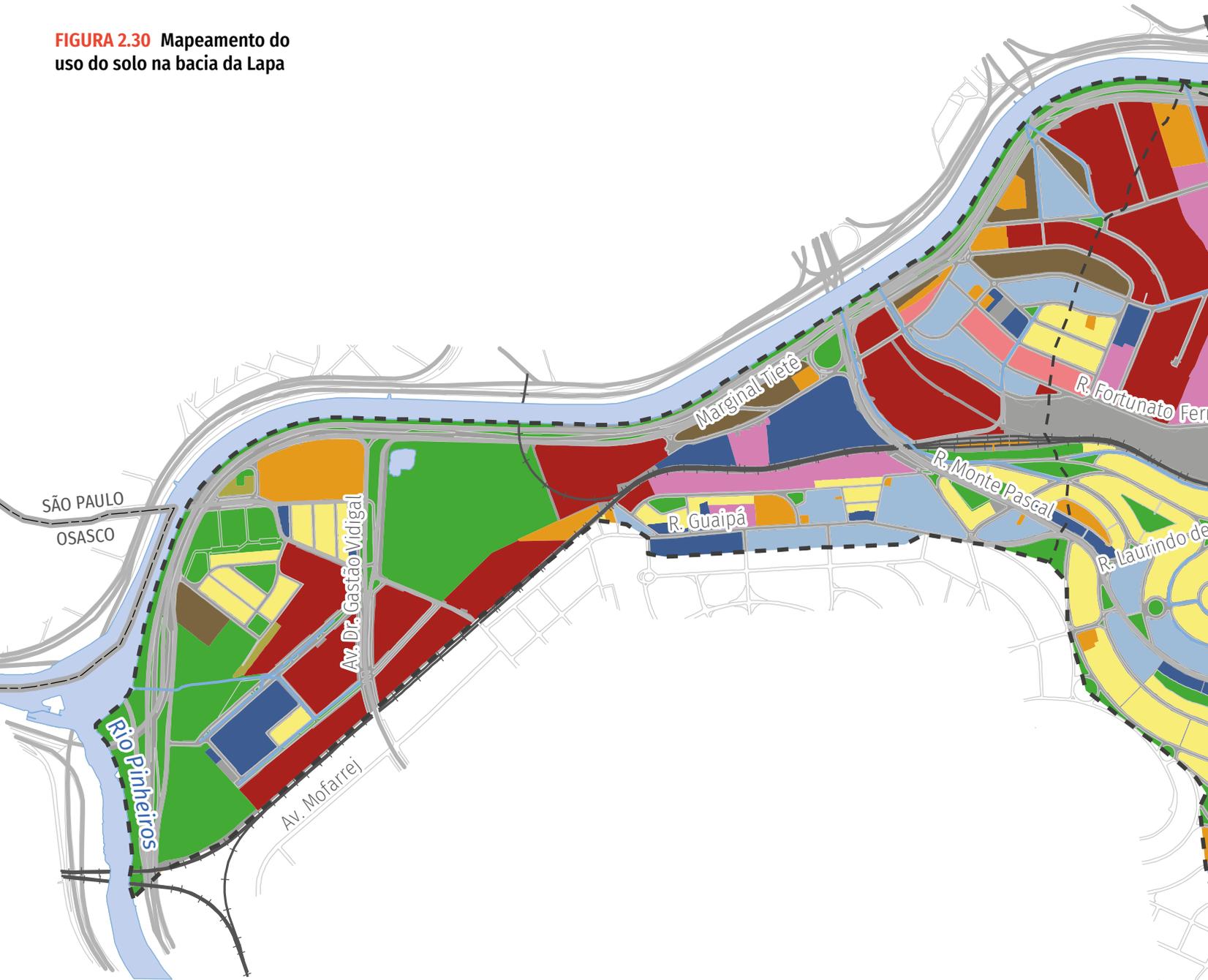


SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
 Mapa Hidrográfico do Município (2024), FCTH (2024)
 e Carta Geotécnica do Município de São Paulo (1993)



FIGURA 2.30 Mapeamento do uso do solo na bacia da Lapa

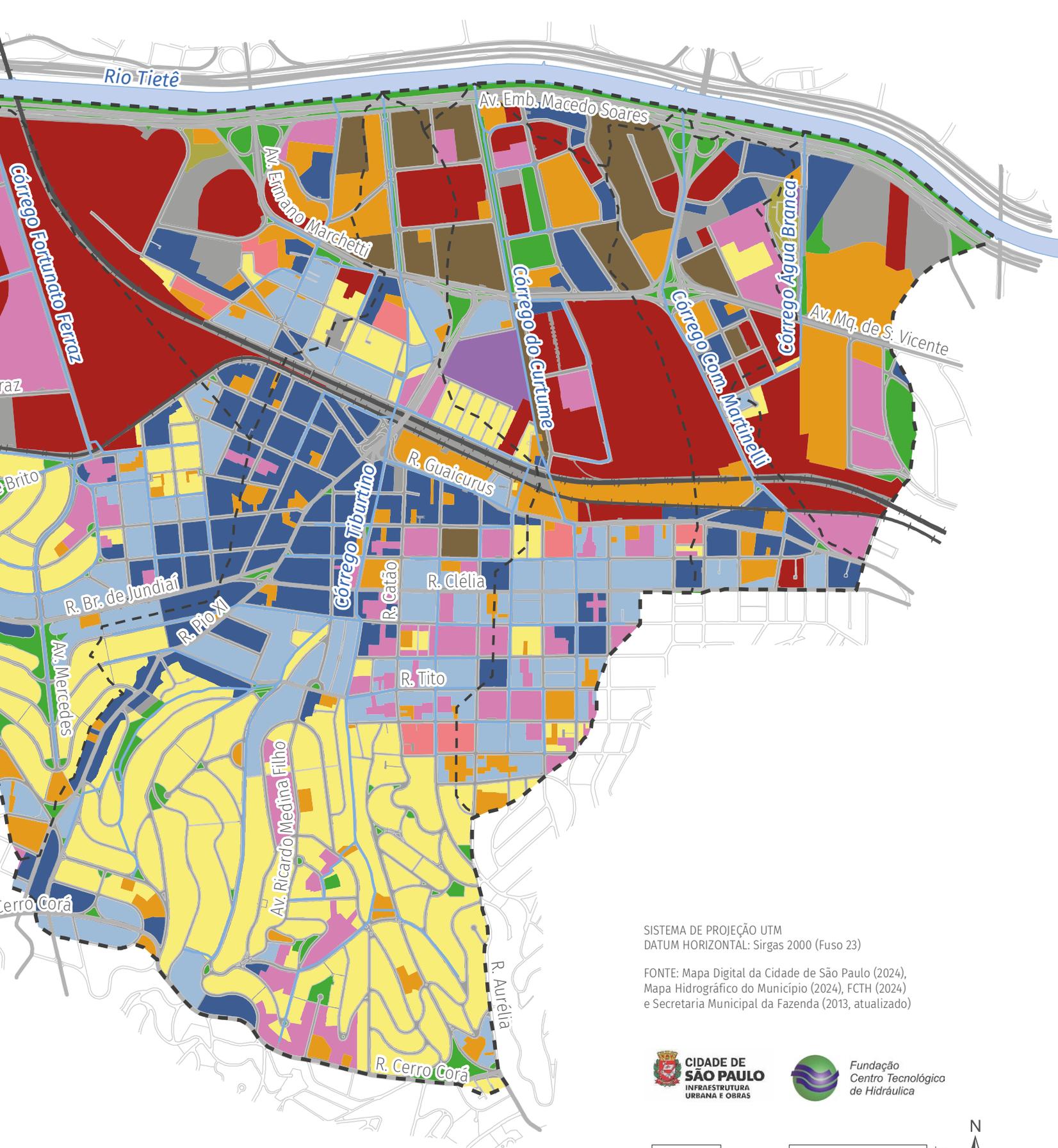


Convenção

-  Bacia da Lapa
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Limite municipal
-  Linha férrea

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, áreas pavimentadas e cemitério
-  Massa d'água

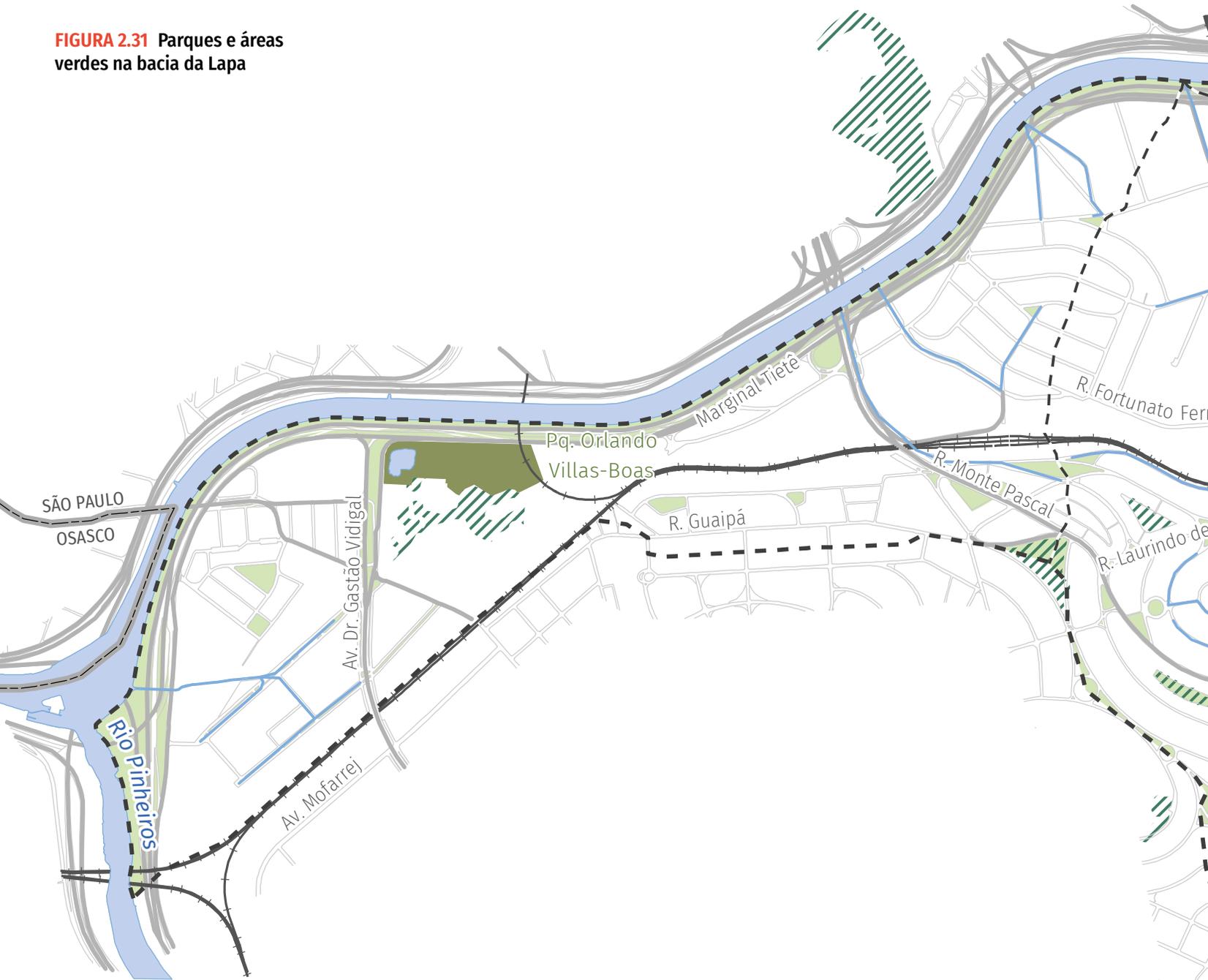


SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

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



FIGURA 2.31 Parques e áreas verdes na bacia da Lapa

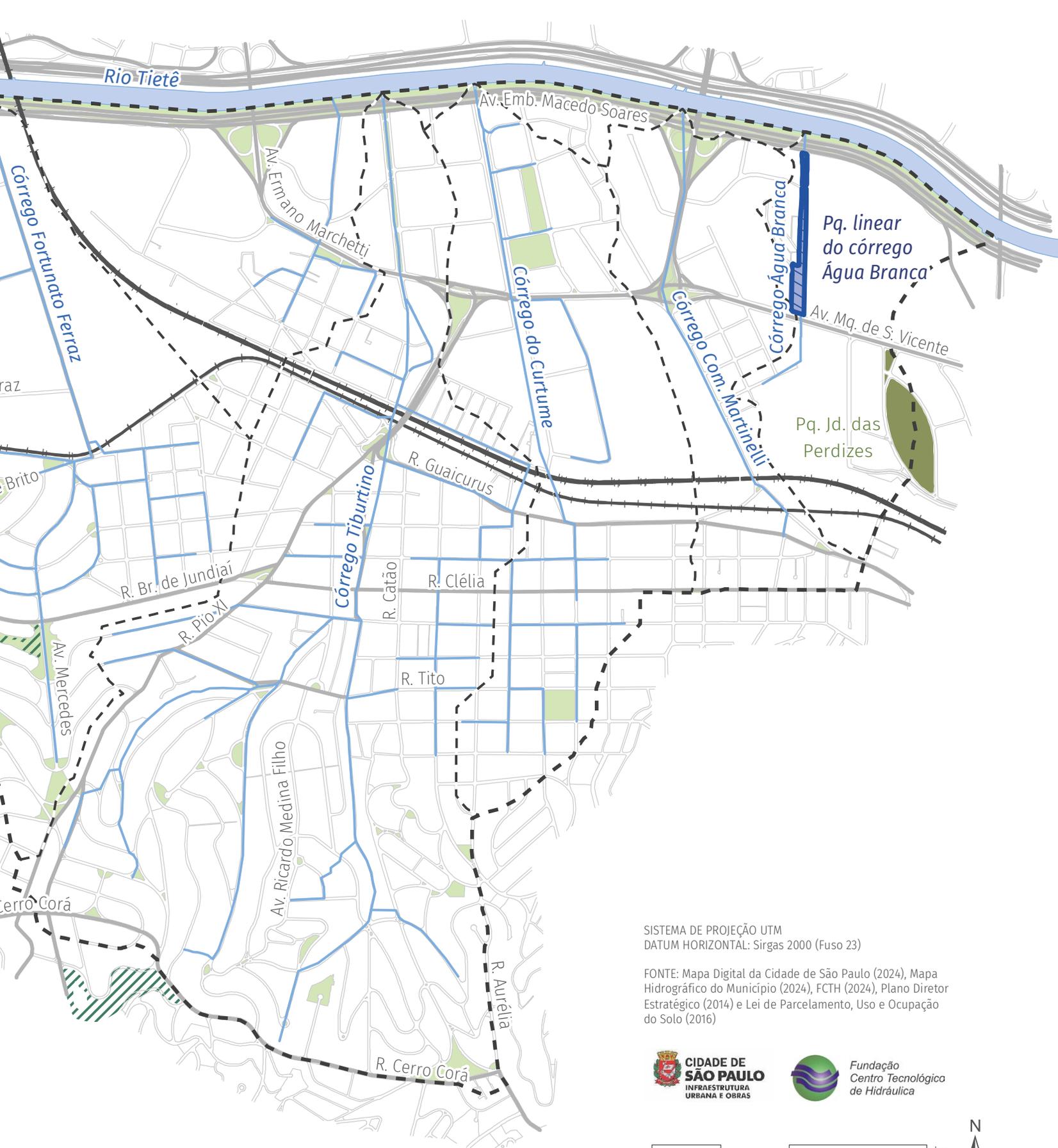


Convenção

-  Bacia da Lapa
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Limite municipal
-  Linha férrea

Parques municipais e estaduais

-  Existente
- Outras áreas verdes**
-  Praça e canteiro
-  Remanescentes de Mata Atlântica
-  Pq. linear 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), Plano Diretor Estratégico (2014) e Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (2016)



2.8 ZONEAMENTO URBANO

O zoneamento da bacia da Lapa se insere no contexto do Plano Regional das subprefeituras da Lapa e de Pinheiros.

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 bacia da Lapa está inserida nas macroáreas de preservação dos ecossistemas naturais, de controle e qualificação urbana e ambiental, de redução da vulnerabilidade, de qualificação urbana e de estruturação metropolitana, conforme a **FIGURA 2.32**.

Além disso, apresenta seu zoneamento classificado conforme indica a **FIGURA 2.33**.

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

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 16.402/16, 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 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 que lotes com área total superior a 500 m², nos quais incidem as disposições da QA, é obrigatória a instalação de reservação de controle de escoamento

superficial, independentemente da adoção de outros mecanismos de controle do escoamento superficial que impliquem reservação e/ou infiltração e/ou percolação.

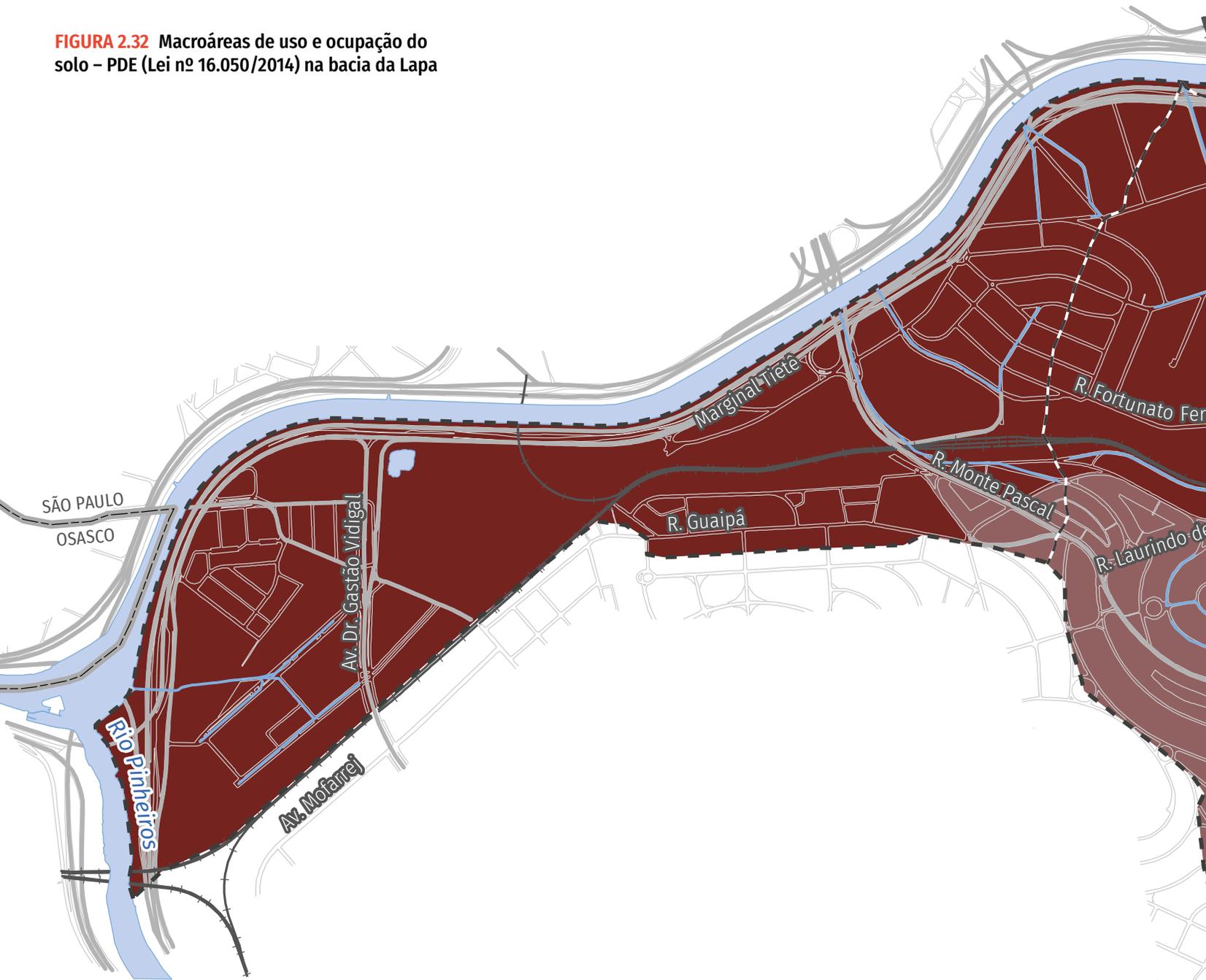
Cabe ressaltar que todos os lotes deverão atender as taxas de permeabilidade mínima estabelecidas para cada Perímetro de Qualificação Ambiental, conforme o Quadro 3A da lei (Art. 81).

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

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

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

FIGURA 2.32 Macroáreas de uso e ocupação do solo – PDE (Lei nº 16.050/2014) na bacia da Lapa

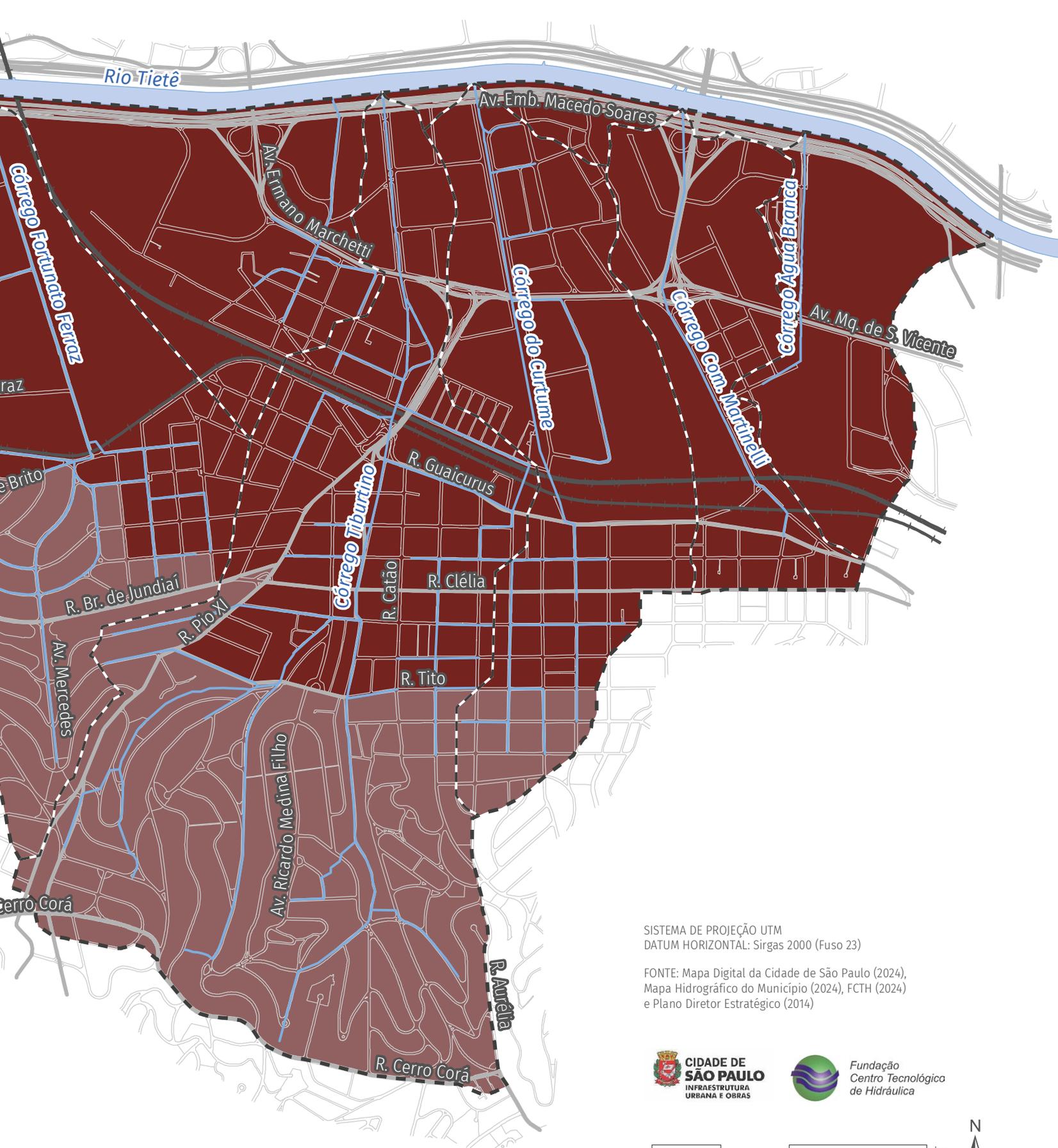


Convenção

-  Bacia da Lapa
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Limite municipal
-  Linha férrea

Macroáreas

-  Macroárea de estruturação metropolitana
-  Macroárea de urbanização consolidada



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)

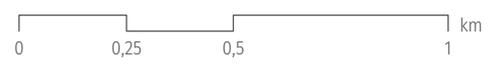
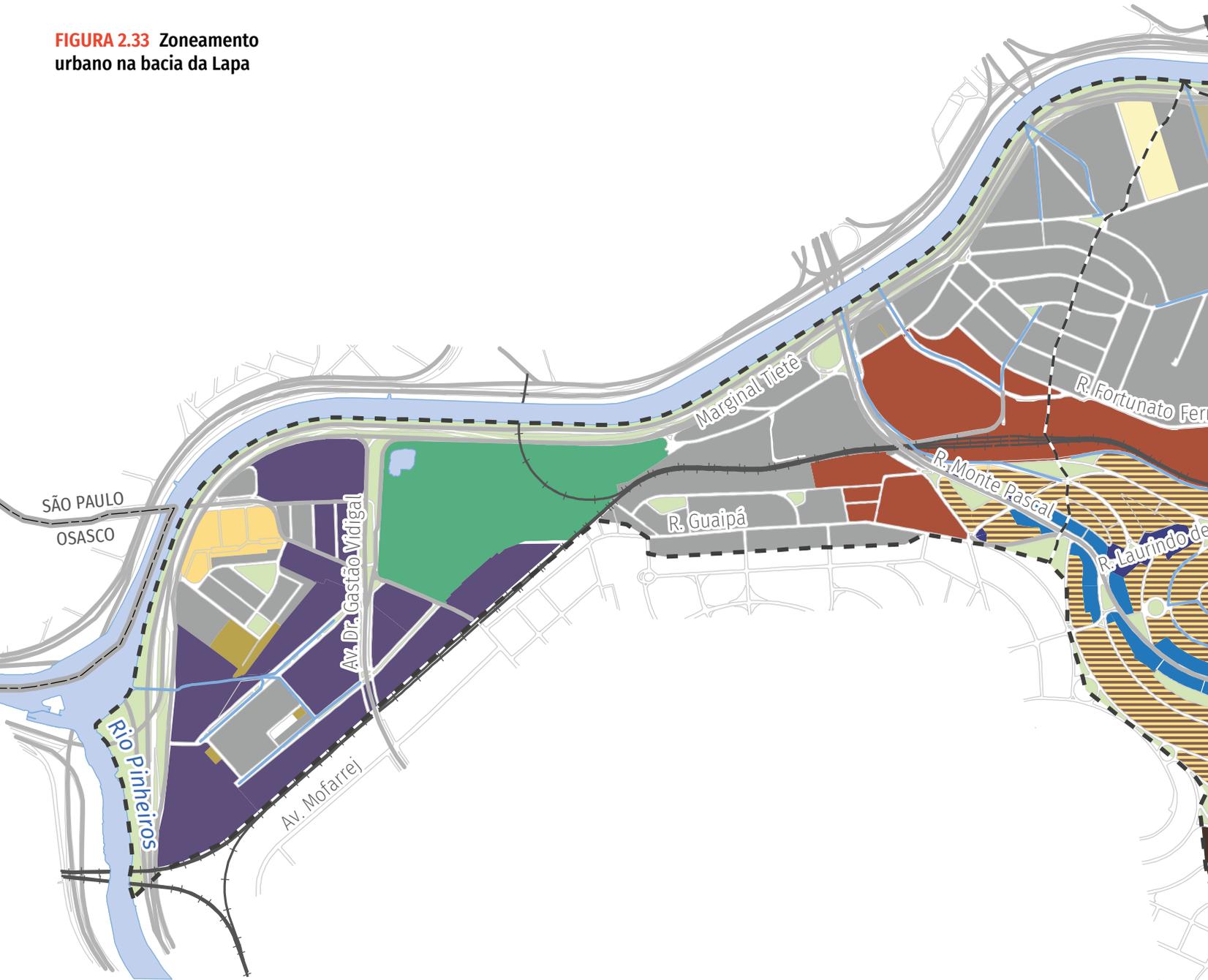


FIGURA 2.33 Zoneamento urbano na bacia da Lapa

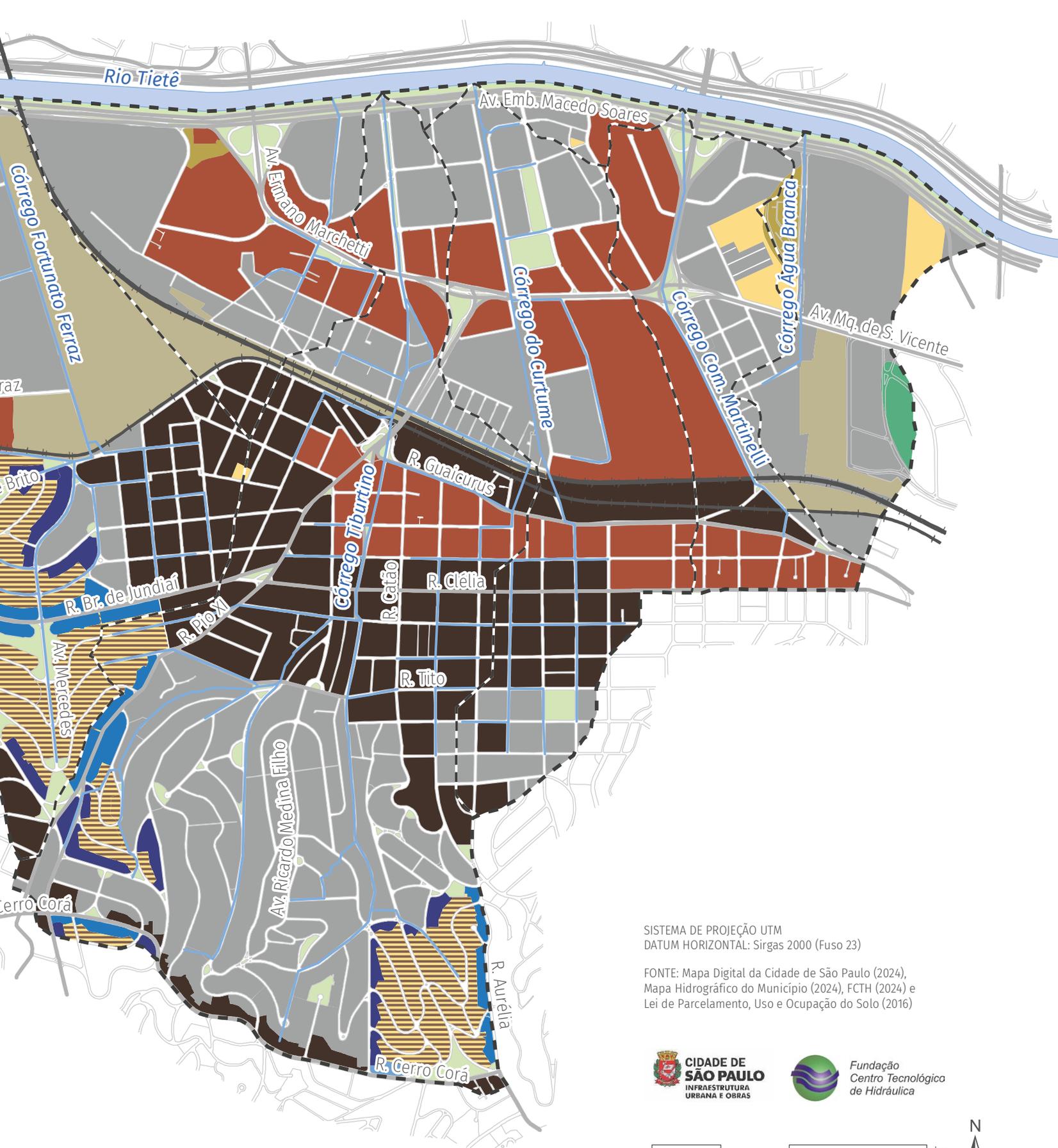


Convenção

-  Bacia da Lapa
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Limite municipal
-  Linha férrea

Zoneamento

- | | | | |
|---|--------|---|------------------|
|  | ZEM |  | ZEIS-5 |
|  | ZCOR-1 |  | ZPI-1 |
|  | ZCOR-2 |  | ZOE |
|  | ZCOR-3 |  | ZC |
|  | ZM |  | ZER-1 |
|  | ZEIS-1 |  | ZEPAM |
|  | ZEIS-3 |  | 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)



TABELA 2.2 Descrição das zonas de uso e ocupação do solo na bacia da Lapa

Zonas	Sigla	Área da bacia (%)
Zona Mista	ZM	37,87
Zona Eixo de Estruturação da Transformação Metropolitana	ZEM	15,88
Zona Centralidade	ZC	14,29
Zona Exclusivamente Residencial 1	ZER-1	6,93
Praça e canteiro	PracaCant	6,77
Zona de Ocupação Especial	ZOE	5,62
Zona Predominantemente Industrial 1	ZPI-1	4,35
Zona Especial de Proteção Ambiental	ZEPAM	3,06
Zona Corredor 2	ZCOR-2	1,61
Zona Corredor 1	ZCOR-1	1,34
Zona Especial de Interesse Social 3	ZEIS-3	1,26
Zona Especial de Interesse Social 1	ZEIS-1	0,66
Zona Especial de Interesse Social 5	ZEIS-5	0,31
Zona Corredor 3	ZCOR-3	0,06

potencial de transformação teriam exigências menores em termos de QA⁸.

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

Na área da bacia da Lapa, estão incluídos os PAs 1 e 4. Foram atribuídas para essas áreas taxas de permeabilidade mínima em função do tamanho dos lotes, se menor ou igual a 500 m² ou se maior que 500 m², conforme os valores da **TABELA 2.3**, que apresenta a taxa de permeabilidade mínima permitida em cada PA.

A **FIGURA 2.34** indica os perímetros de qualificação ambiental da bacia da Lapa, e a **FIGURA 2.35** mostra o mapeamento da taxa de permeabilidade mínima estabelecida por perímetro ambiental e zonas específicas. O zoneamento urbano da bacia em estudo indica que as zonas ZEPAM, ZCOR e ZER, pertencentes à bacia, devem obedecer às taxas de permeabilidade mínima estabelecidas para essas zonas, e não pelo perímetro ambiental. Cabe ressaltar que o mapa de permeabilidade mínima foi utilizado para a obtenção das taxas de impermeabilização máxima permitida por lei, empregadas nos cenários propositivos deste estudo. Essa análise é apresentada mais adiante, juntamente com a comparação da situação atual de impermeabilização da bacia.

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

TABELA 2.3 Taxa de permeabilidade mínima nos perímetros de qualificação ambiental (Quadro 3A – Quota Ambiental)		
Perímetro de qualificação ambiental	Taxa de permeabilidade ^(a)	
	Lote ≤ 500 m ²	Lote > 500 m ²
PA1	0,15	0,25
PA2	0,15	0,25
PA3	0,15	0,25
PA4	0,15	0,25
PA5	0,15	0,25
PA6	0,15	0,20
PA7	0,15	0,20
PA8	0,15	0,20
PA9	0,10	0,15
PA10	0,20	0,25
PA11	0,20	0,30
PA12	0,20	0,30
PA13 ^(b)	NA	NA

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

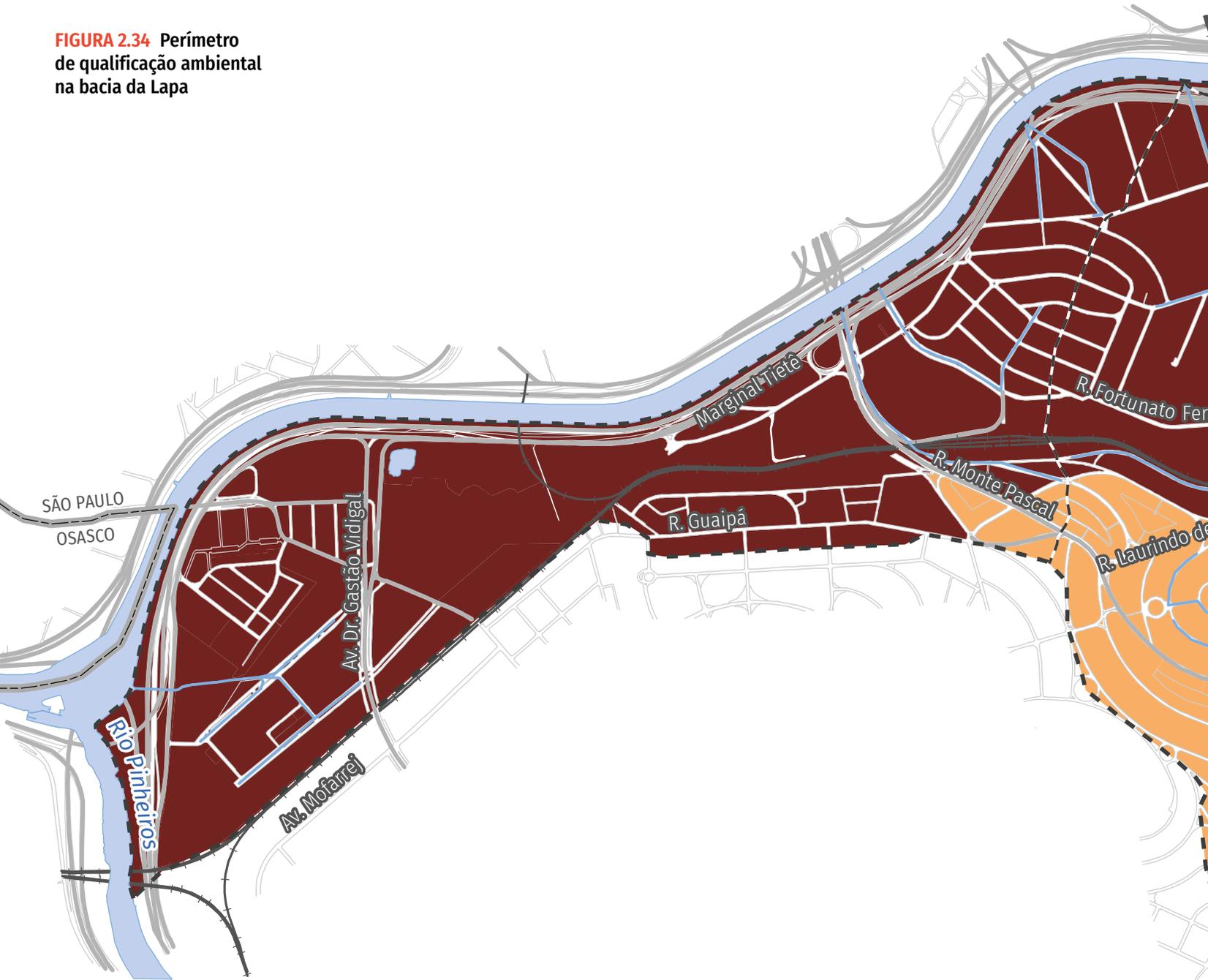
(b) O PA 13 corresponde às Macroáreas de Contenção Urbana e Uso Sustentável e de Preservação dos Ecossistemas Naturais, nas quais não se aplicam as exigências da Quota Ambiental.

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



Foto aérea das imediações da R. John Harrison e do Vd. Com. Elias Nagib Breim (foto: FCTH)

FIGURA 2.34 Perímetro de qualificação ambiental na bacia da Lapa



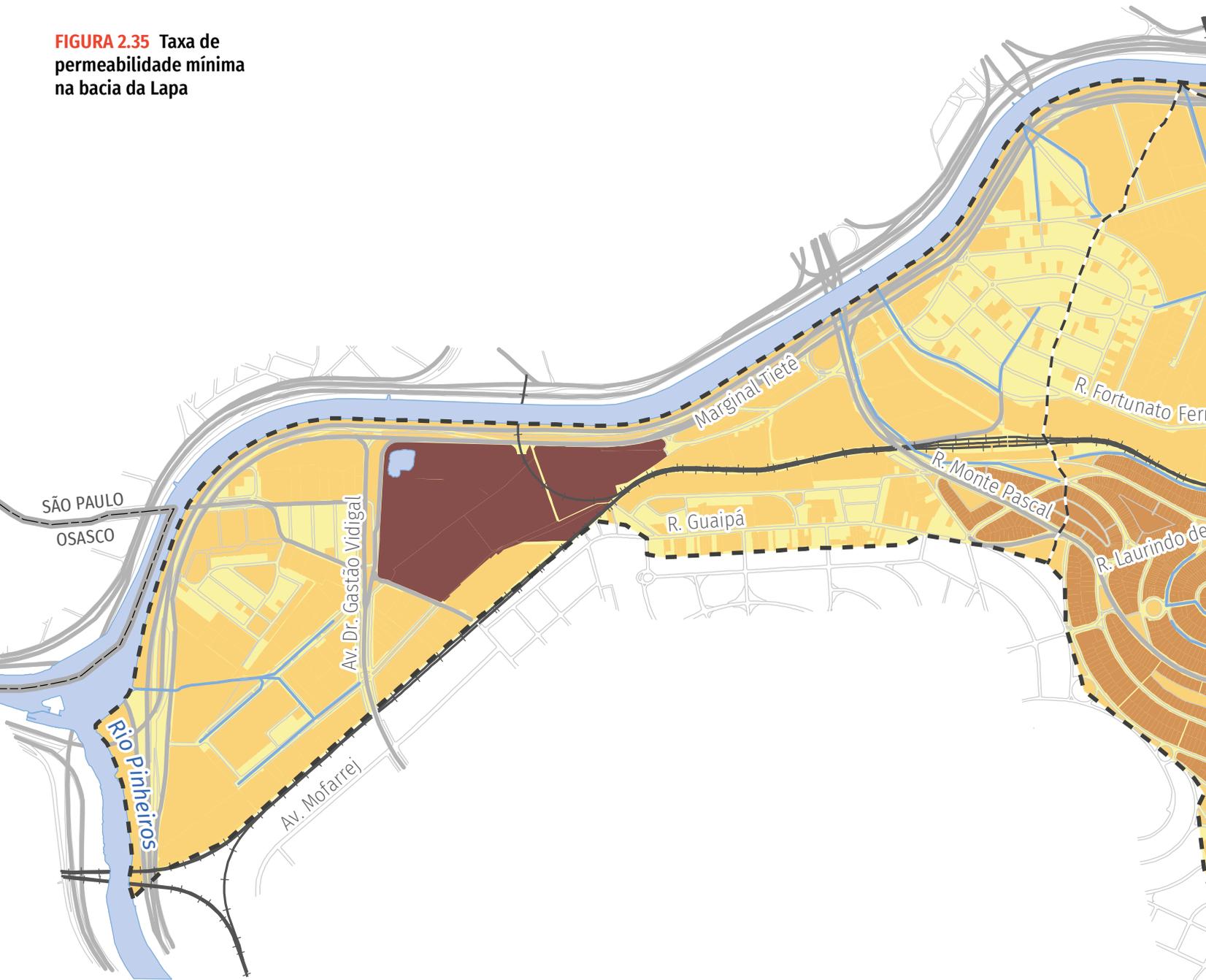
Convenção

-  Bacia da Lapa
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Limite municipal
-  Linha férrea

Perímetro Ambiental

-  PA 1
-  PA 5

FIGURA 2.35 Taxa de permeabilidade mínima na bacia da Lapa



Convenção

Permeabilidade mínima exigida por lei (%)



Bacia da Lapa



0 – 15



Rede de drenagem



16 – 25



Quadra viária



26 – 65



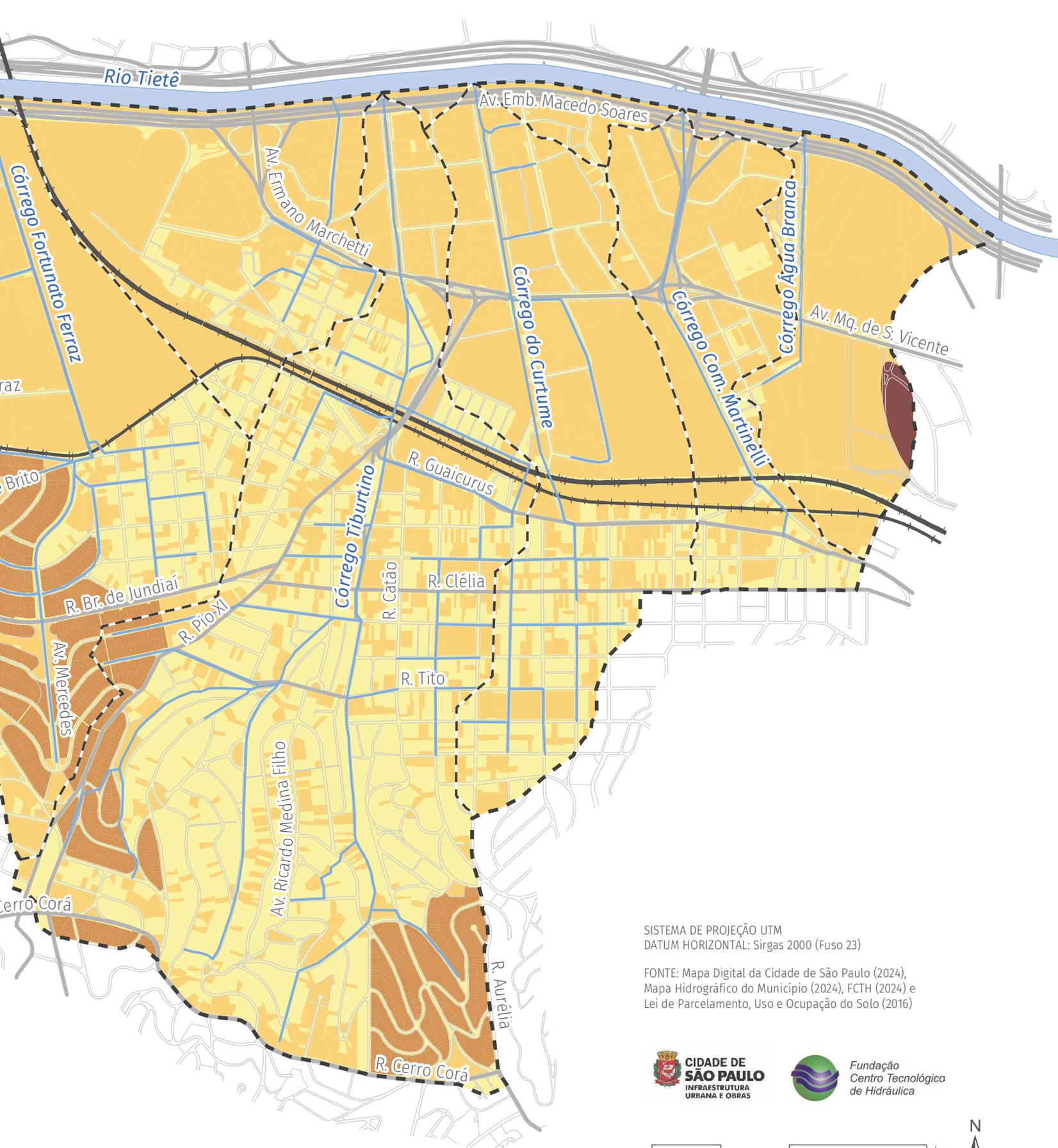
Limite municipal



66 – 100



Linha férrea



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)



2.9 POPULAÇÃO

2.9.1 DENSIDADE DEMOGRÁFICA

A **FIGURA 2.36** apresenta a densidade populacional da bacia da Lapa, onde residem 96 mil habitantes (IBGE, 2022).

Foram adotadas cinco classes de densidade demográfica (habitantes/hectare) para a bacia, 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)⁹.

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 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 muitos casos, o local de residência pode significar uma barreira de acesso aos

9. 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.

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 caracteriza-se 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 da Lapa. Na **FIGURA 2.37** é apresentado o mapa desse índice na bacia. O grupo designado como “não classificado” representa áreas sem população residente ou com menos de 50 domicílios particulares permanentes, o que, no caso da bacia da Lapa, corresponde a 0,3% da área da bacia.

TABELA 2.4 Grupos do IPVS na bacia da Lapa

Grupo	IPVS 2010	Situação socioeconômica	Ciclo de vida familiar	Situação e tipo de setores por grupo	Classificação IPVS (% área)
0	Não classificado	-	-	-	0,3%
1	Baixíssima vulnerabilidade	Muito alta	Famílias jovens, adultas e idosas	Urbanos e rurais não especiais e subnormais	19,4%
2	Vulnerabilidade muito baixa	Média	Famílias adultas e idosas	Urbanos e rurais não especiais e subnormais	79,8%
3	Vulnerabilidade baixa	Média	Famílias jovens	Urbanos e rurais não especiais e subnormais	0,1%
4	Vulnerabilidade média	Baixa	Famílias adultas e idosas	Urbanos não especiais e subnormais	0,1%
5	Vulnerabilidade alta (setores censitários urbanos)	Baixa	Famílias jovens em setores urbanos	Urbanos não especiais	0,0%
6	Vulnerabilidade muito alta	Baixa	Famílias jovens residentes em aglomerados subnormais	Urbanos subnormais	0,3%
7	Vulnerabilidade alta (rurais)	Baixa	Famílias idosas, adultas e jovens em setores rurais	Rurais	0,0%



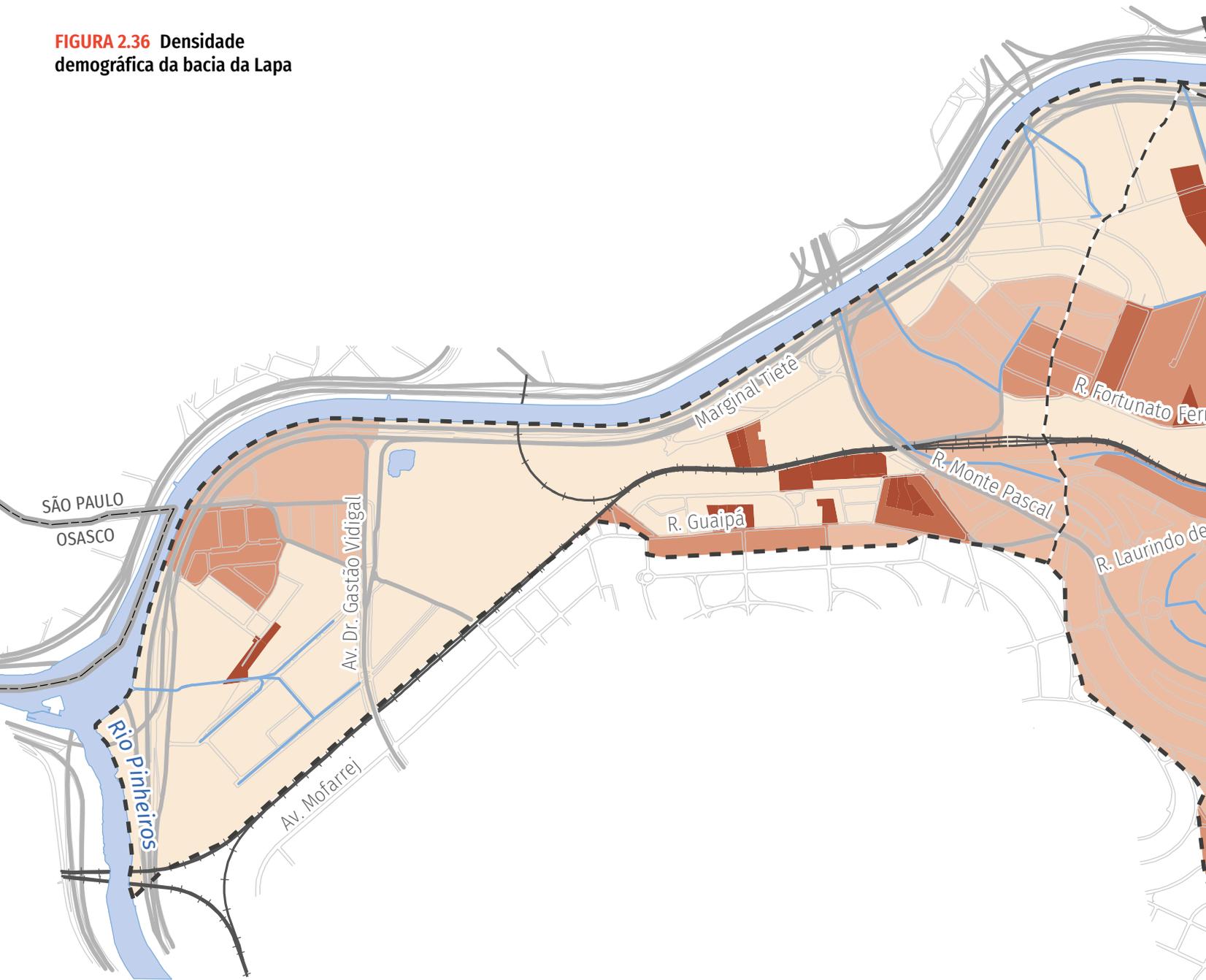
Rio Tietê

Correço do Curume

Correço Tiburtino

Ortofotos 2020 – PMSP: região da Lapa (imagens disponíveis no GeoSampa)

FIGURA 2.36 Densidade demográfica da bacia da Lapa



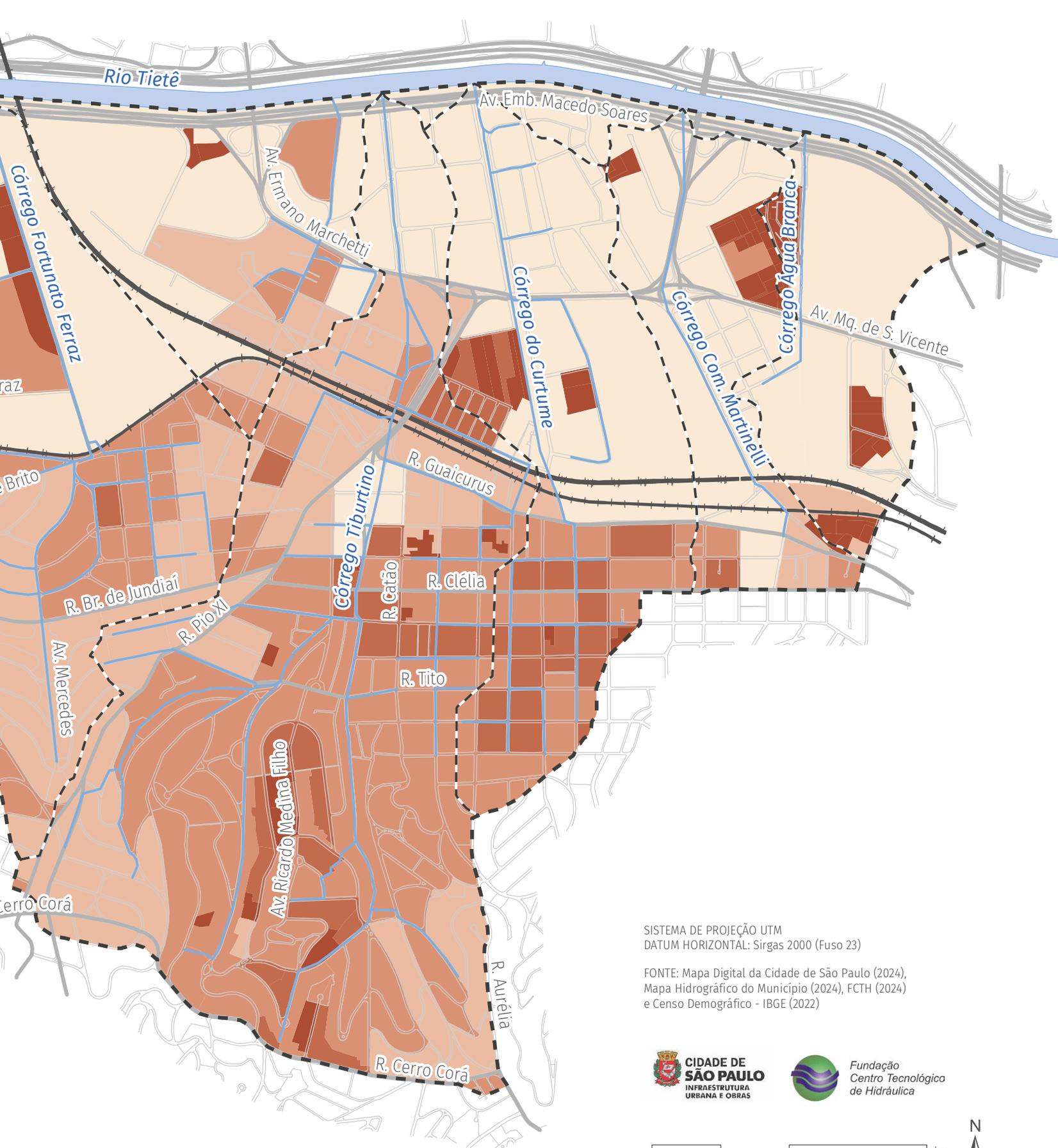
Convenção

-  Bacia da Lapa
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Limite municipal
-  Linha férrea

Densidade demográfica (hab/ha)

-  0 – 15
-  16 – 50
-  51 – 150
-  151 – 350
-  351 – 1.923

Nº de habitantes: 96 mil (IBGE, 2022)

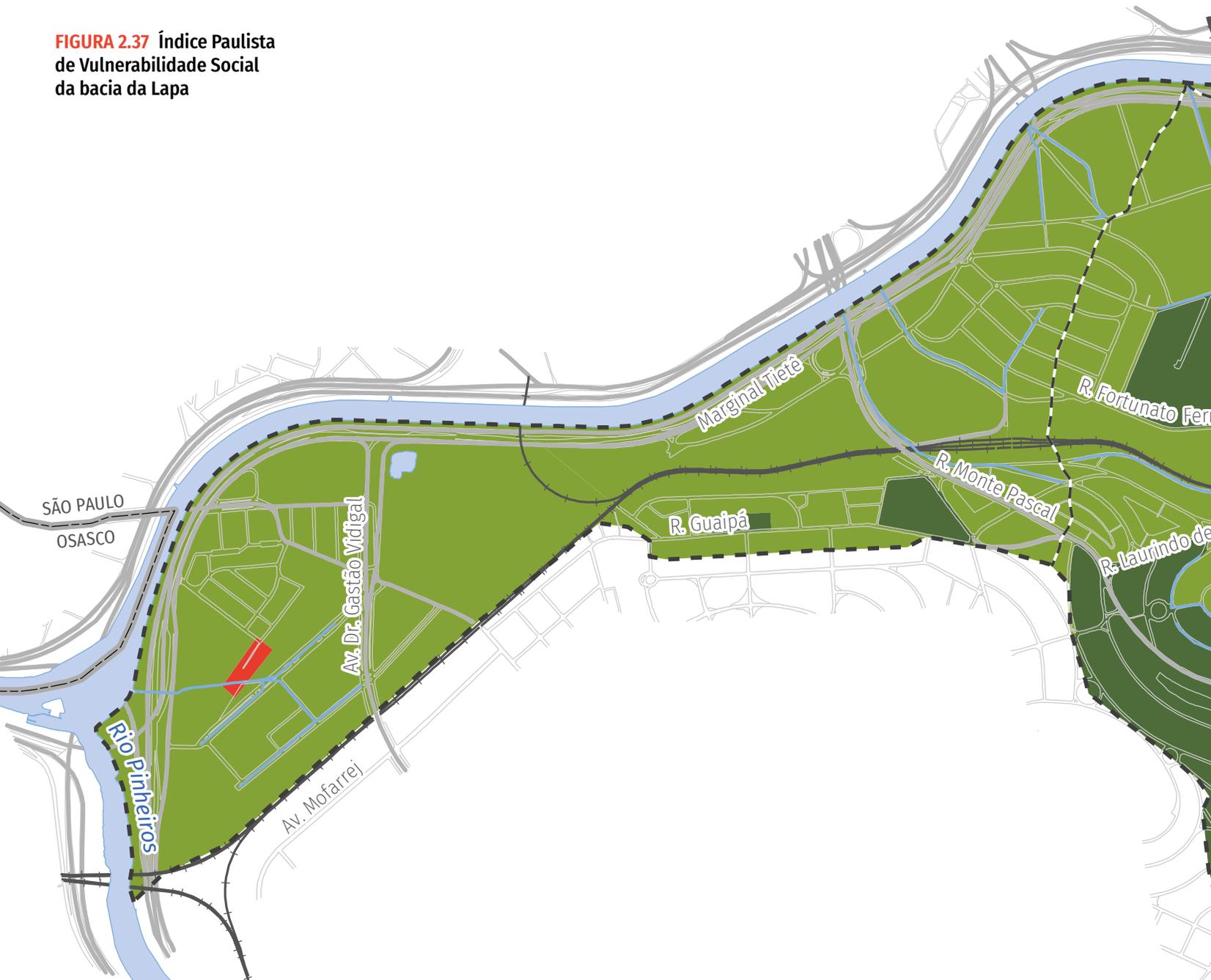


SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

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



FIGURA 2.37 Índice Paulista de Vulnerabilidade Social da bacia da Lapa



Convenção

-  Bacia da Lapa
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Limite municipal
-  Linha férrea

Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS)

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

*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)



2.10 DIVISÃO ADMINISTRATIVA MUNICIPAL

A administração territorial da bacia da Lapa se dá pelas subprefeituras da Lapa e de Pinheiros.

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 2.38** indica a divisão territorial administrativa da bacia da Lapa.

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 esgotos¹⁰.

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 2.39** apresenta a rede e os coletores de esgoto existentes e previstos na bacia da Lapa.

2.12 SISTEMA VIÁRIO

Historicamente, a implantação de avenidas em fundos de vale iniciou-se com o Plano de Avenidas, projeto de sistema viário

10. Art. 209 da Lei nº 16.050/2014.

estrutural proposto para a capital paulista por Francisco Prestes Maia e João Florence de Ulhoa Cintra nas décadas de 1920 e 1930.

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

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

Os transtornos causados a essas avenidas durante os eventos de inundação são recorrentes, causando impactos no desenvolvimento urbano, econômico e social do município.

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

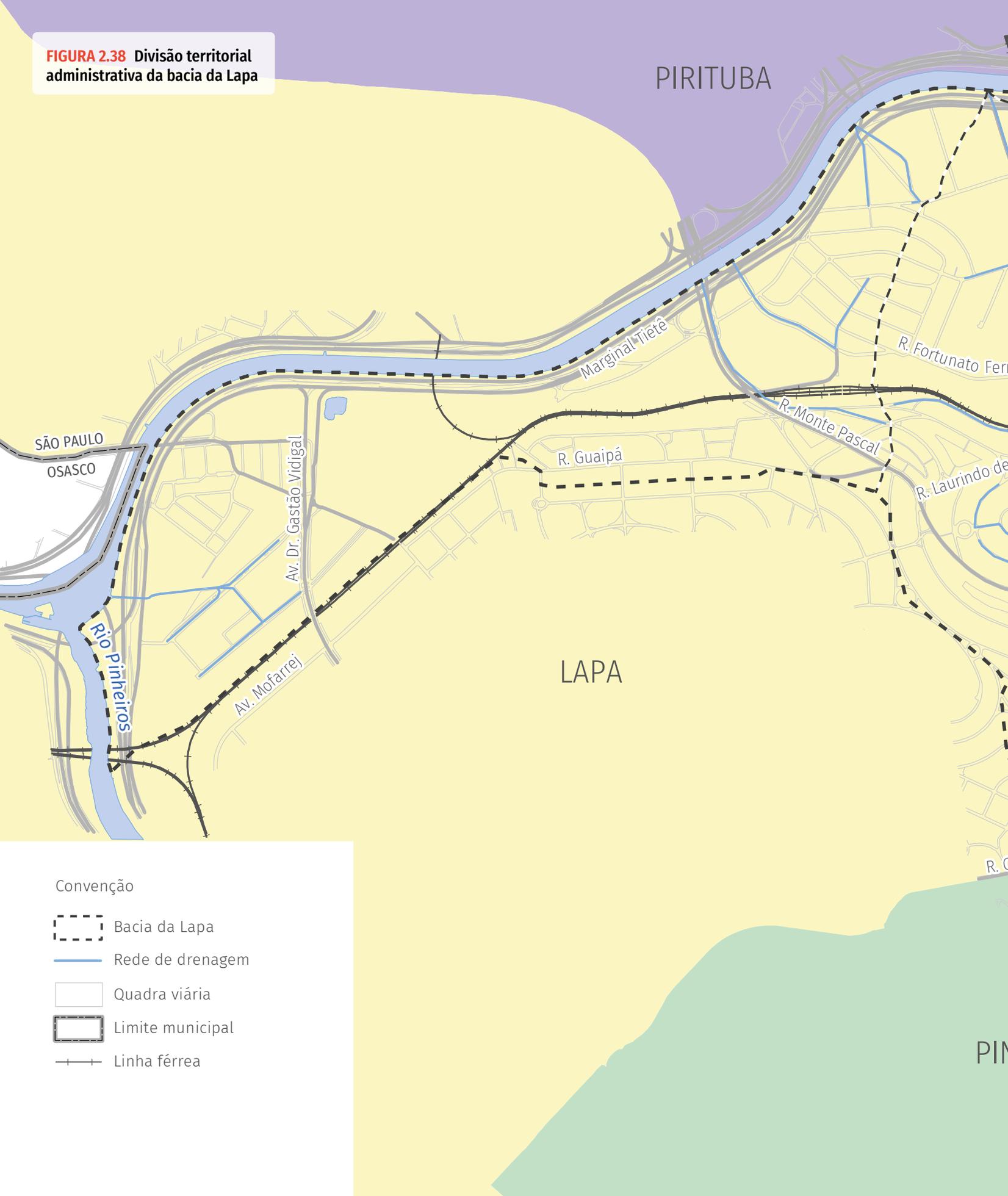
– via coletora; IV – via de pedestres; e V – via local. A hierarquia viária é estabelecida na ordem decrescente dessa classificação.

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 da Lapa é estruturada de acordo com os seguintes eixos viários: sua foz localiza-se na Avenida Marginal Tietê, que acompanha o Rio Tietê na região da bacia. Próximo à sua foz, os córregos contribuintes cruzam as avenidas Ermano Marchetti e Marquês de São Vicente. Os trechos mais altos da bacia estão próximos da Rua Cerro Corá e da Rua Heitor Penteado.

A **FIGURA 2.40** apresenta o sistema viário estrutural da bacia da Lapa.

FIGURA 2.38 Divisão territorial administrativa da bacia da Lapa



Convenção

-  Bacia da Lapa
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Limite municipal
-  Linha férrea

FREGUESIA DO Ó

CASA VERDE

Rio Tietê

Av. Emb. Macedo Soares

Av. Emano Marchetti

Córrego Água Branca

Av. Mq. de S. Vicente

Córrego Com. Martinelli

Córrego do Curtume

R. Guaicurus

Córrego Tiburtino

R. Catão

R. Clélia

R. Br. de Jundiaí

R. Pio XI

R. Tito

Av. Mercedes

Av. Ricardo Medina Filho

R. Aurélia

R. Cerro Corá

NHEIROS

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)

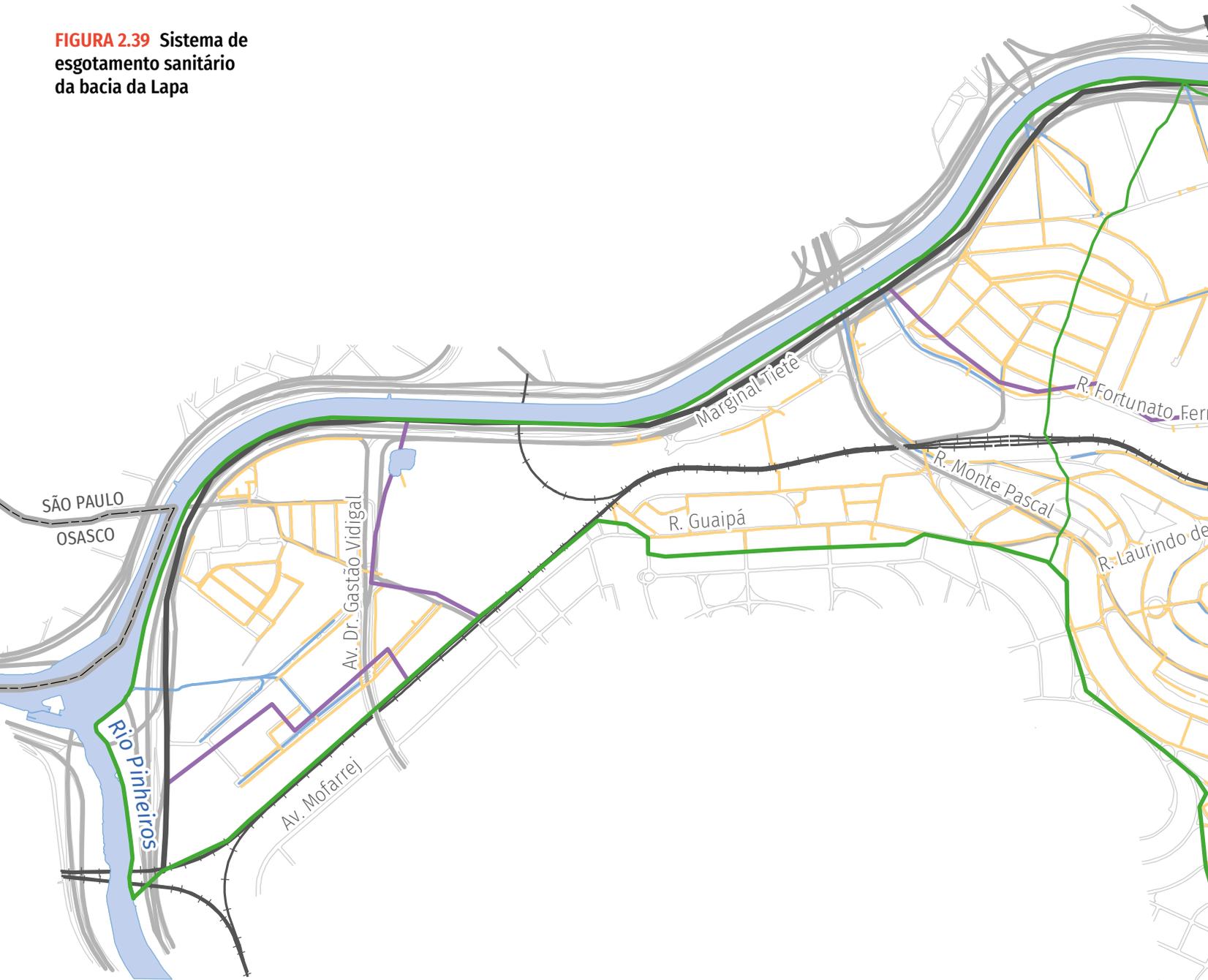


Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica

0 0,25 0,5 1 km



FIGURA 2.39 Sistema de esgotamento sanitário da bacia da Lapa

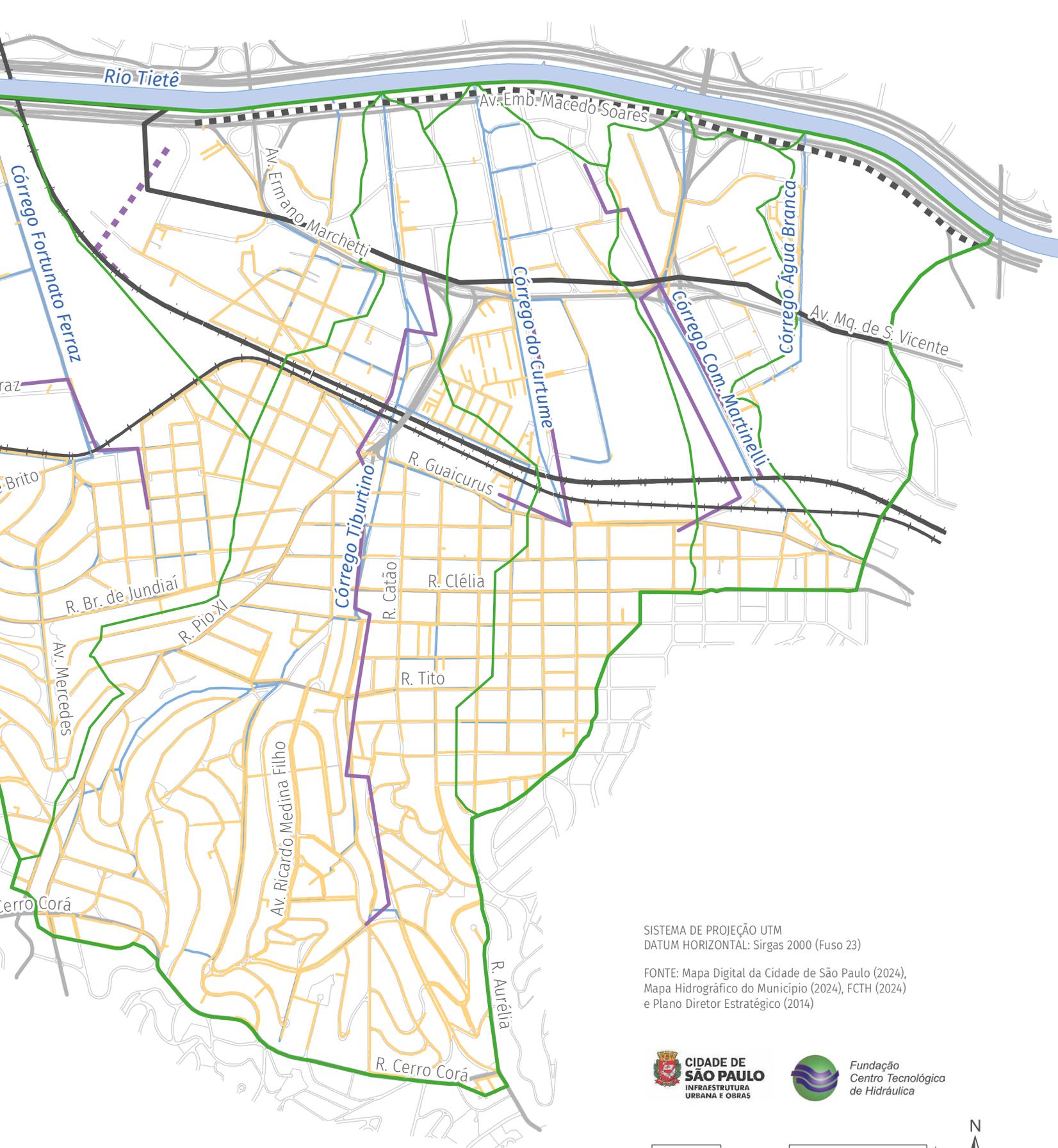


Convenção

- Bacia da Lapa
- Rede de drenagem
- Quadra viária
- Limite municipal
- Linha férrea

Esgotamento sanitário

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

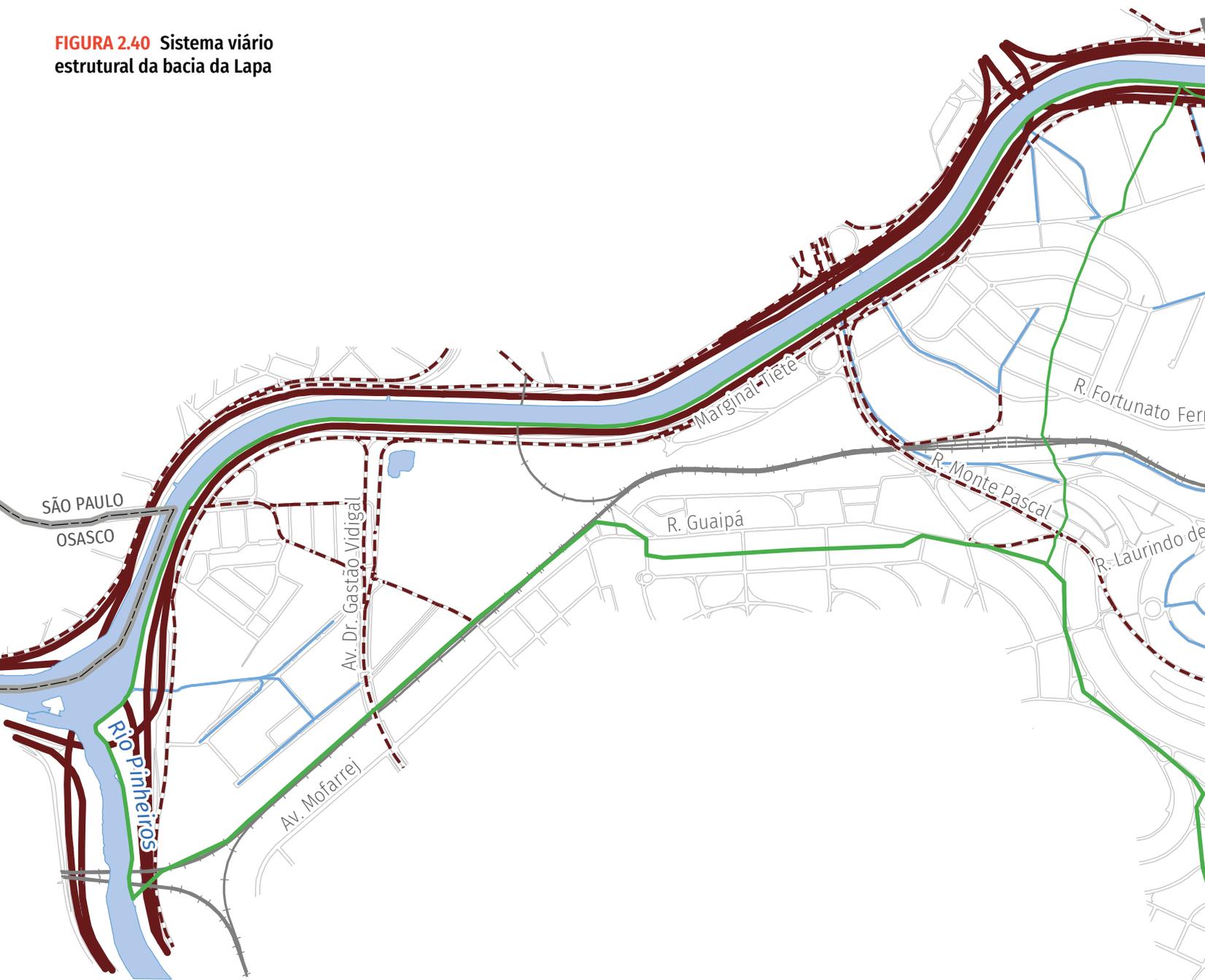


SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

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



FIGURA 2.40 Sistema viário estrutural da bacia da Lapa

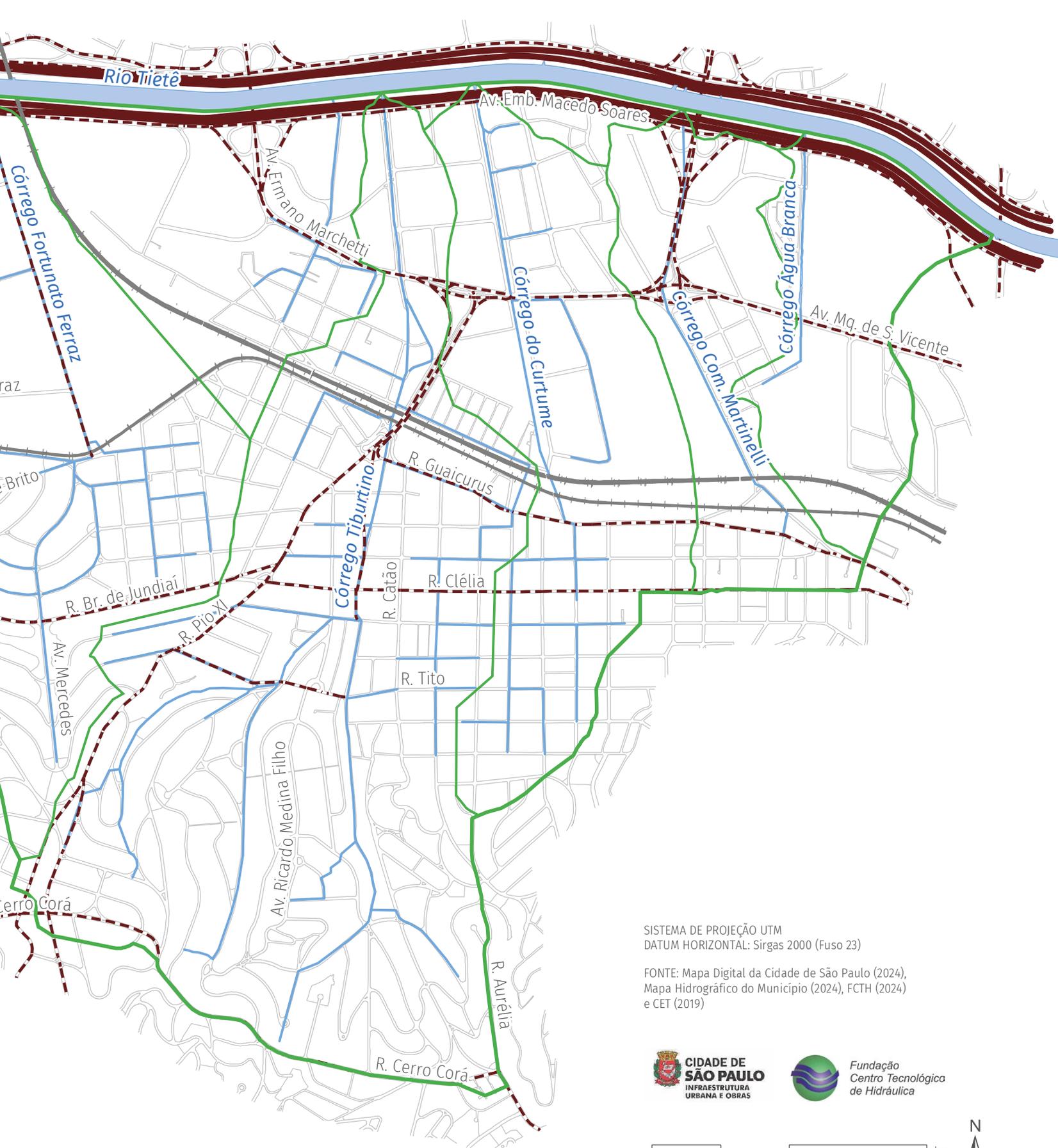


Convenção

-  Bacia da Lapa
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Limite municipal
-  Linha férrea

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)



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, o escoamento superficial direto e o escoamento nos sistemas de drenagem, naturais ou artificiais.

Na hidrologia urbana, é necessário conhecer o regime de precipitação: sua magnitude, o risco de ocorrência e sua distribuição temporal e espacial, assim como as características da ocupação da bacia hidrográfica, que influenciam 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 grau de intervenções no sistema de drenagem natural, canais, galerias, reservatórios de detenção, entre outros, 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 da Lapa, 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. Tais características estatísticas e parâmetros são representados sinteticamente por 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 bacia 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 da Lapa 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)¹¹.

11. 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)¹², em que a precipitação é desagregada em passos de tempo discriminados 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)¹³, em que foram analisados eventos extremos de precipitação na região de Illinois, a precipitação é classificada em quartis e determina-se,

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

13. 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	11,6	15,8	18,5	22,0	27,1
30	9,7	13,1	15,4	18,3	22,5
40	6,7	9,1	10,7	12,7	15,7
50	2,3	3,1	3,7	4,3	5,4
60	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6
Precipitação total acumulada	39,5	53,5	62,8	74,5	91,9

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

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

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

A determinação das distribuições foi efetuada em quatro etapas: separação de eventos; classificação de eventos quanto à duração; cálculo das porcentagens de cada passo de tempo; e cálculo das médias de porcentagens para cada passo de tempo. Tratando-se da bacia em estudo, localizadas no setor hídrico Tietê – Centro, foram analisados 2.889 eventos com duração entre 0 e 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 min, levando em consideração a distribuição temporal da chuva, descrita anteriormente.

TABELA 3.2 Número de postos telemétricos analisados em cada setor hídrico

Setor	Número de postos	Mapa dos setores
Pinheiros	46	<p>Setor hídrico</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Tietê - Norte ■ Tietê - Leste ■ Tietê - Centro ■ Pinheiros ■ Mananciais e áreas de proteção <p> Município de São Paulo Bacia hidrográfica </p>
Tietê – Centro	36	
Tietê – Leste	29	
Tietê – Norte	21	
Mananciais	11	

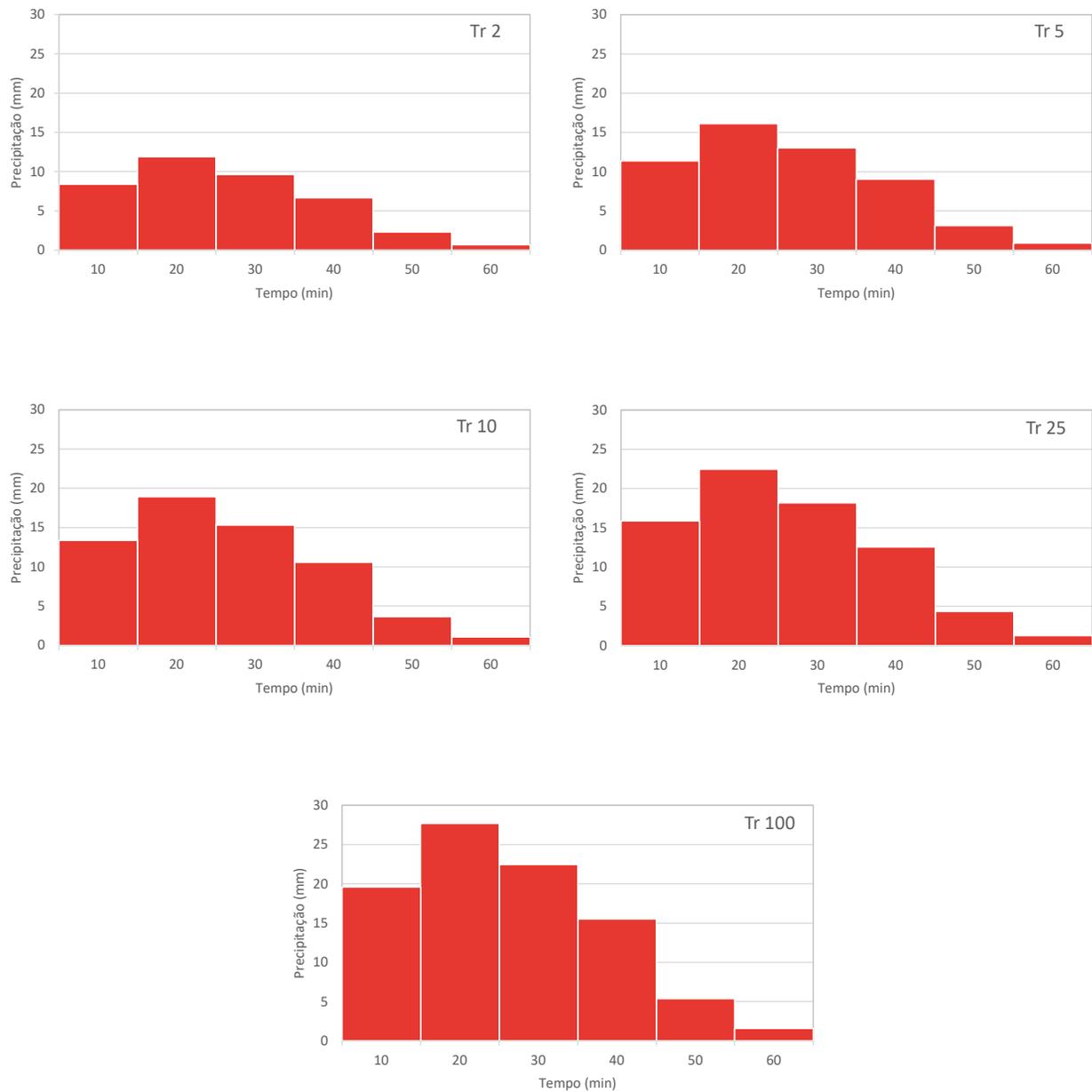


FIGURA 3.1 Hietogramas de projeto para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 25 e 100 anos

3.2 SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS

Para fins de modelagem, a bacia da Lapa foi dividida em 32 sub-bacias, obedecendo à contribuição dos afluentes principais.

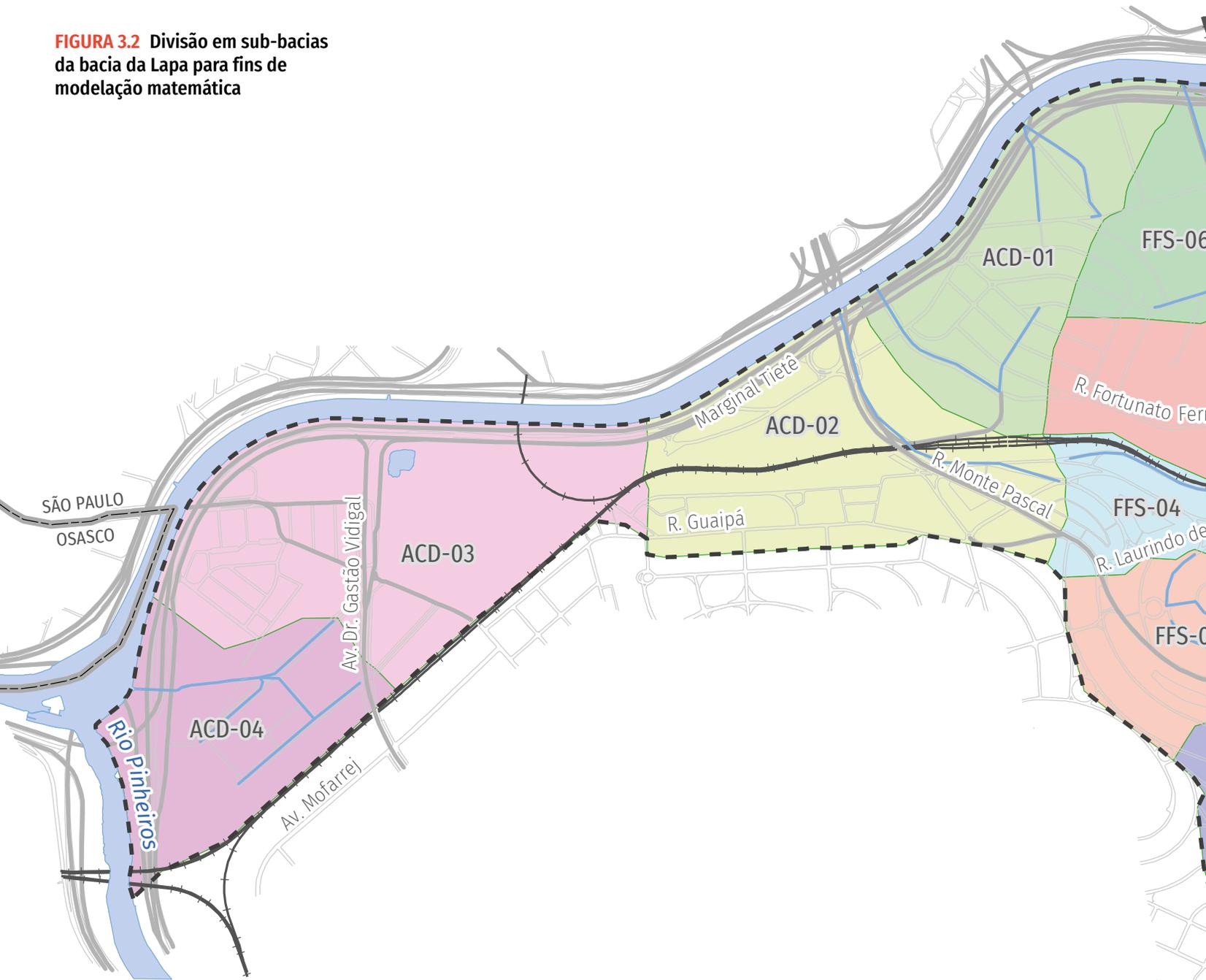
A **TABELA 3.3** indica as principais características físicas de cada sub-bacia.

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

TABELA 3.3 Principais características físicas das sub-bacias

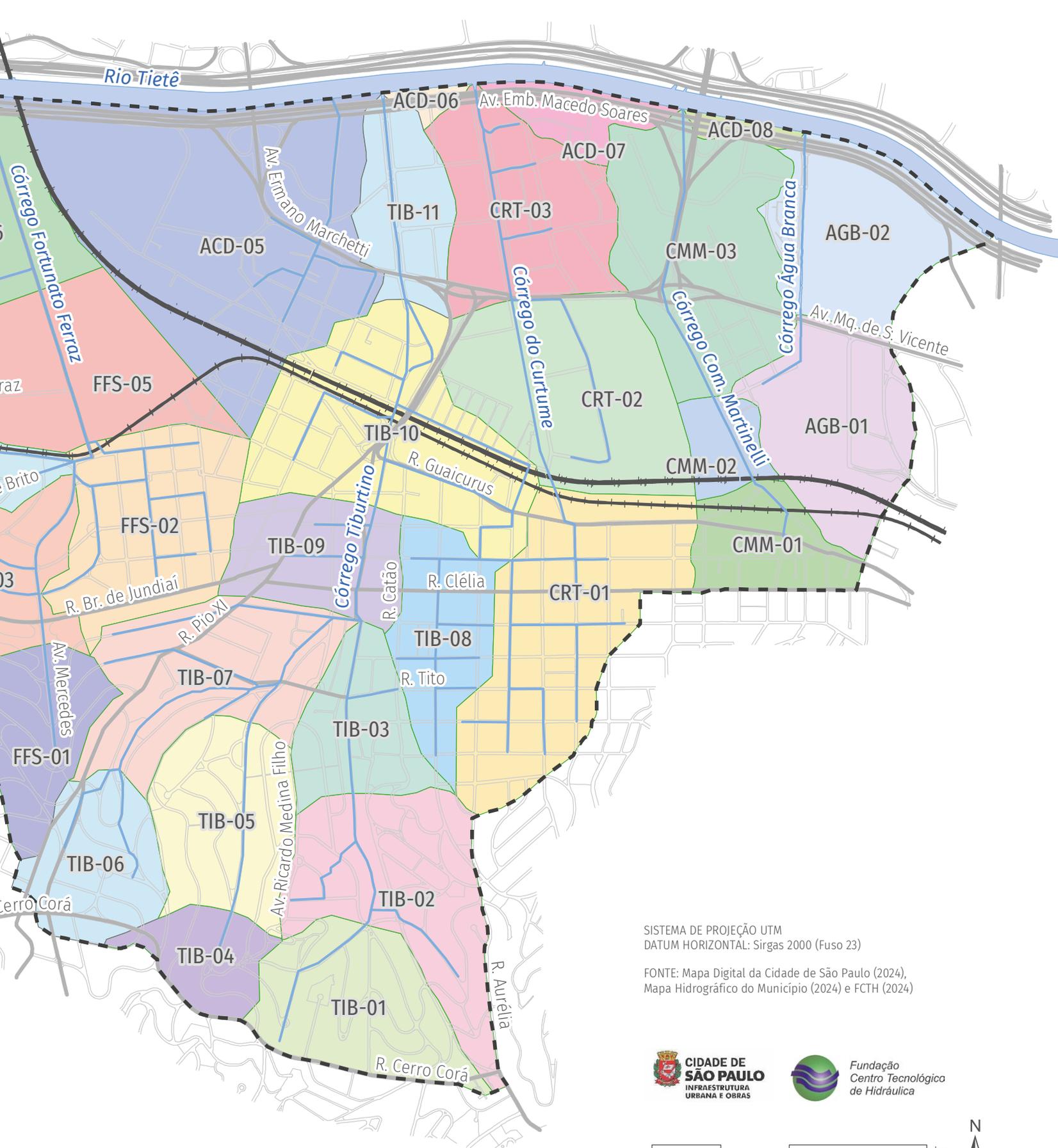
Sub-bacia	Área (km ²)	Declividade média (%)	Comprimento do talvegue (m)	Sub-bacia	Área (km ²)	Declividade média (%)	Comprimento do talvegue (m)
ACD-01	574,94	3,92	550	FFS-01	240,98	12,05	844
ACD-02	705,36	6,34	765	FFS-02	348,71	6,76	800
ACD-03	99,32	2,74	926	FFS-03	37,12	6,76	681
ACD-04	543,27	5,98	780	FFS-04	243,56	4,02	720
ACD-05	93,27	2,91	1.150	FFS-05	693,75	4,02	641
ACD-06	28,39	7,33	100	FFS-06	34,08	2,41	770
ACD-07	94,60	3,81	100	TIB-01	360,28	20,92	560
ACD-08	44,03	8,92	100	TIB-02	428,68	15,48	467
AGB-01	355,37	3,03	885	TIB-03	224,78	11,07	632
AGB-02	371,85	3,03	655	TIB-04	152,72	18,20	364
CMM-01	182,97	1,74	420	TIB-05	321,35	16,60	700
CMM-02	93,11	1,74	330	TIB-06	558,91	12,42	1.353
CMM-03	522,09	1,74	1.100	TIB-07	465,73	5,34	405
CRT-01	417,08	2,25	820	TIB-08	254,88	5,34	405
CRT-02	527,37	2,25	520	TIB-09	451,97	3,06	717
CRT-03	422,09	2,25	830	TIB-10	314,43	1,69	820

FIGURA 3.2 Divisão em sub-bacias da bacia da Lapa para fins de modelação matemática



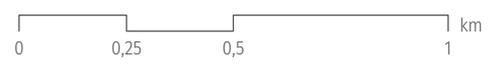
Convenção

-  Bacia da Lapa
-  Sub-bacia
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Limite municipal
-  Linha férrea



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)



3.3 IMPERMEABILIZAÇÃO DA BACIA

A área impermeável atual foi estimada por meio de fotointerpretação de imagens aéreas disponíveis para a região de estudo¹⁴. Essa avaliação consistiu na identificação das áreas permeáveis, ou espaços abertos, e impermeáveis, de acordo com cada uso do solo identificado na bacia.

Para essa avaliação, foram selecionadas quadras com tipologias de uso do solo homogêneas e analisadas todas as tipologias presentes na bacia 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 da bacia; as áreas edificadas, que incluem as edificações e as áreas pavimentadas; e uma categoria denominada “outros”, que engloba as áreas restantes, normalmente localizadas nas bordas de edificações e terrenos. Para cada uma das classes, foram adotados valores médios de impermeabilidade, conforme apresentado na **TABELA 3.4**.

A impermeabilização resultante para cada tipologia de uso do solo na bacia da Lapa, por sua vez, é apresentada na **TABELA 3.5**.

TABELA 3.4 Valor médio de impermeabilidade adotado na segmentação das imagens

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

TABELA 3.5 Impermeabilização resultante por tipologia de uso do solo

Uso do solo	% Impermeável
Comércio e serviços	92,7%
Equipamento urbano	77,6%
Espaços abertos	24,4%
Indústria e armazém	91,9%
Residencial, comércio e serviços	88,0%
Residencial horizontal baixo padrão	93,3%
Residencial horizontal médio alto padrão	83,2%
Residencial vertical baixo padrão	78,6%
Residencial vertical médio alto padrão	80,6%

Assim, os valores de impermeabilização atual da bacia da Lapa 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 bacia.

¹⁴. Como base dessa análise, foram utilizadas as ortofotos de alta resolução do Mapa Digital da Cidade (2017).

A metodologia adotada para a estimativa da impermeabilização máxima permitida para a bacia partiu dos limites para a taxa de permeabilidade mínima, estabelecidos pela Lei nº 16.402/2016 (Quadro 3A), que disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação do solo no Município de São Paulo. Os valores da taxa de permeabilidade para cada perímetro de qualificação ambiental foram apresentados na **TABELA 2.3**.

Assim, respeitando os valores exigidos, a taxa de impermeabilização máxima 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**.

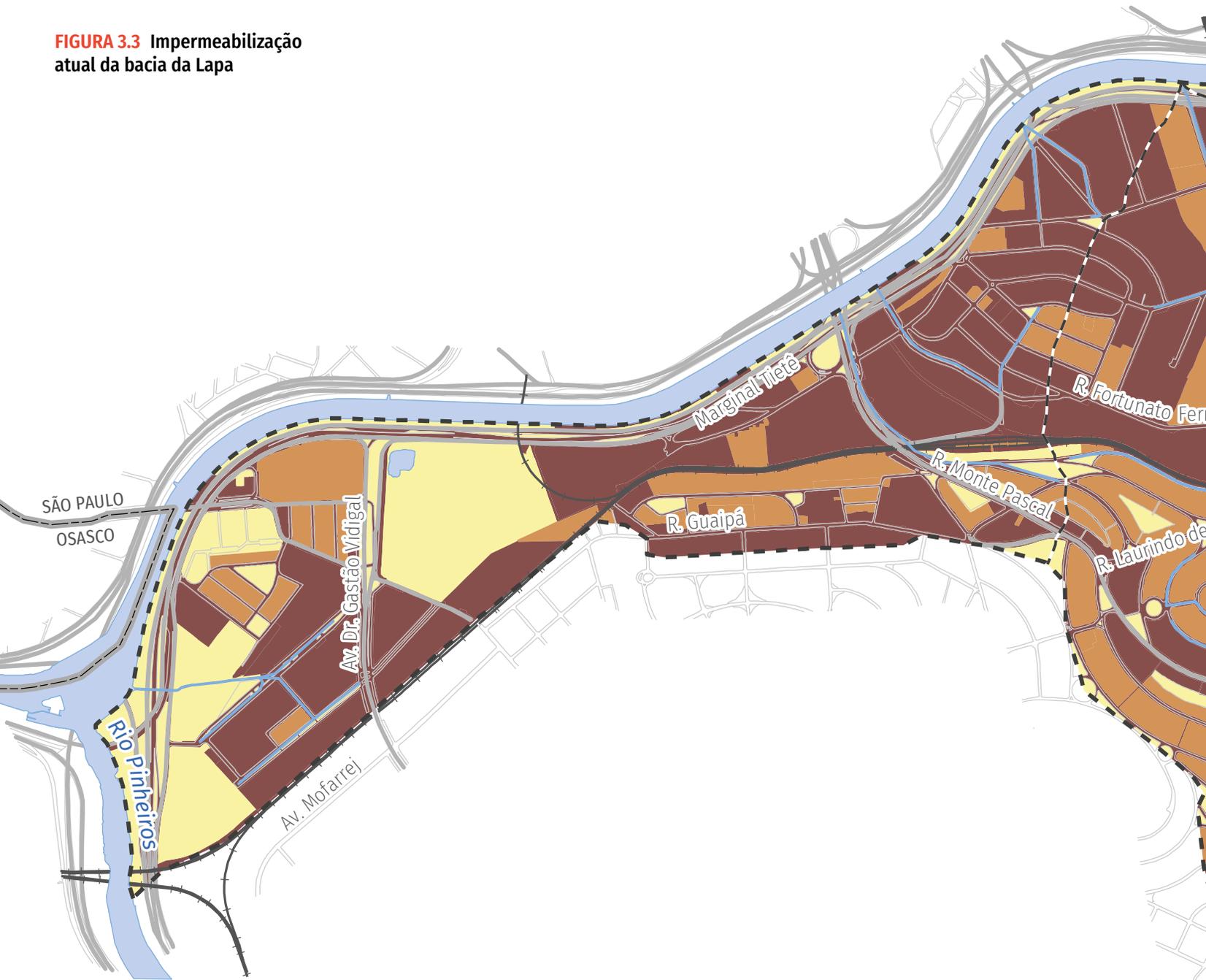
A **TABELA 3.6** indica a parcela de área impermeável de cada sub-bacia da bacia

da Lapa, para a condição atual e a máxima permitida por lei.

No total das 32 sub-bacias, 26 delas já apresentam taxa de impermeabilidade maior do que a máxima permitida, 6 sub-bacias apresentam valores iguais ou de 10% a 20% abaixo da taxa 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 83,5%, e a permitida, de 80,9%. Analisando esse resultado hidrologicamente, tem-se que os valores estimados podem produzir alterações pouco significativas nos hidrogramas.

FIGURA 3.3 Impermeabilização atual da bacia da Lapa



Convenção

Área impermeável atual (%)



Bacia da Lapa



0 - 34



Rede de drenagem



35 - 74



Quadra viária



75 - 84



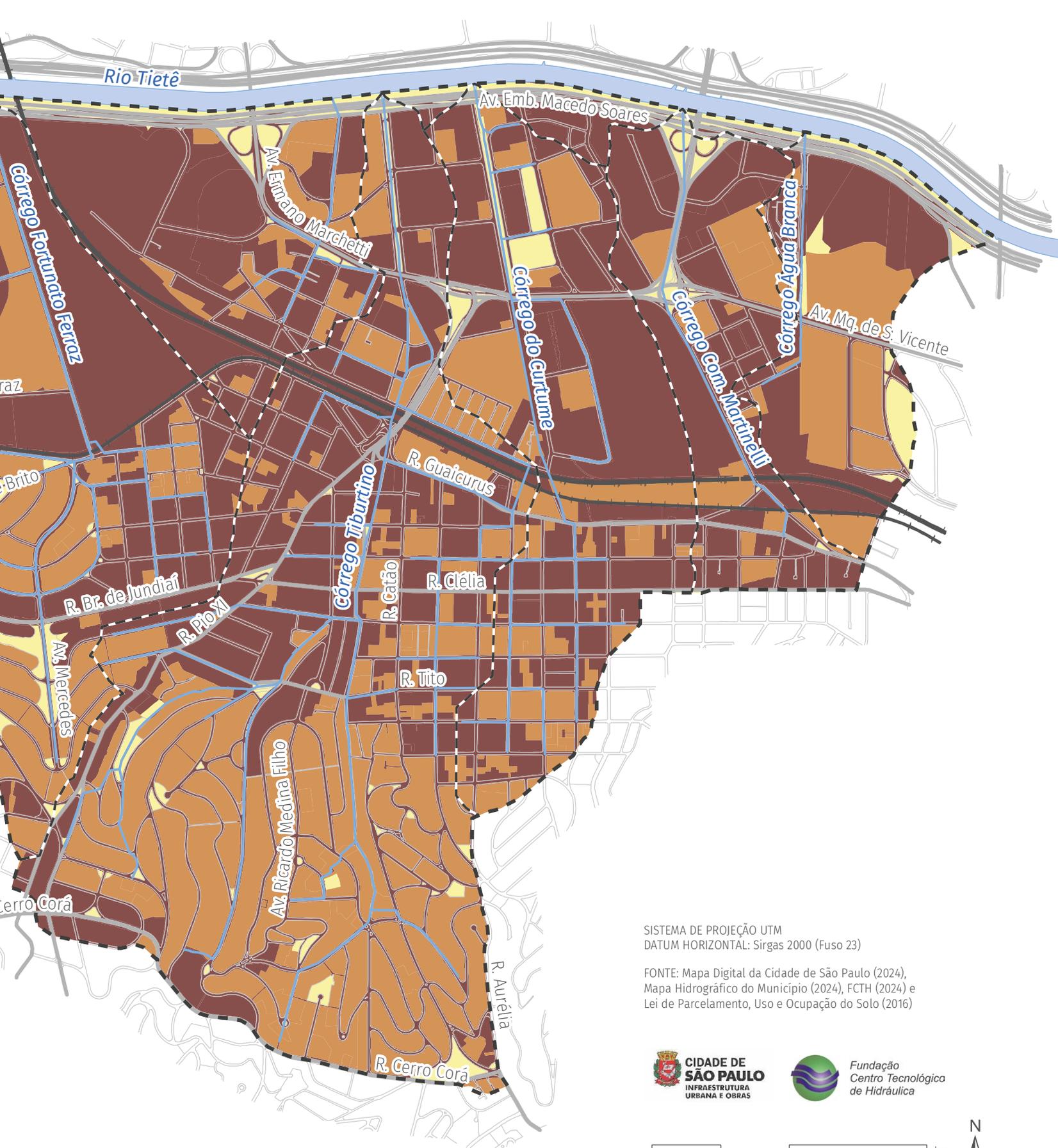
Limite municipal



85 - 100



Linha férrea

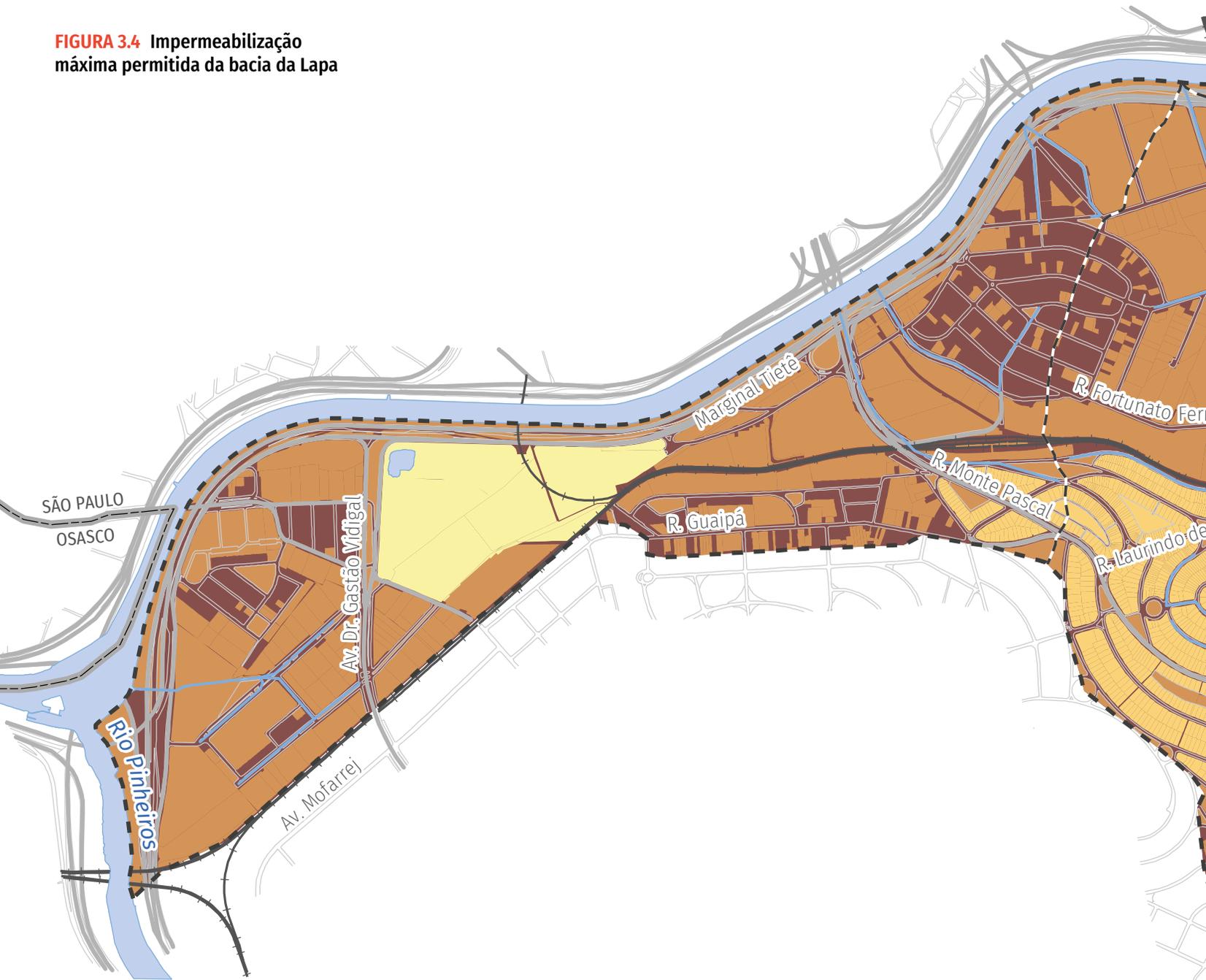


SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

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)



FIGURA 3.4 Impermeabilização máxima permitida da bacia da Lapa

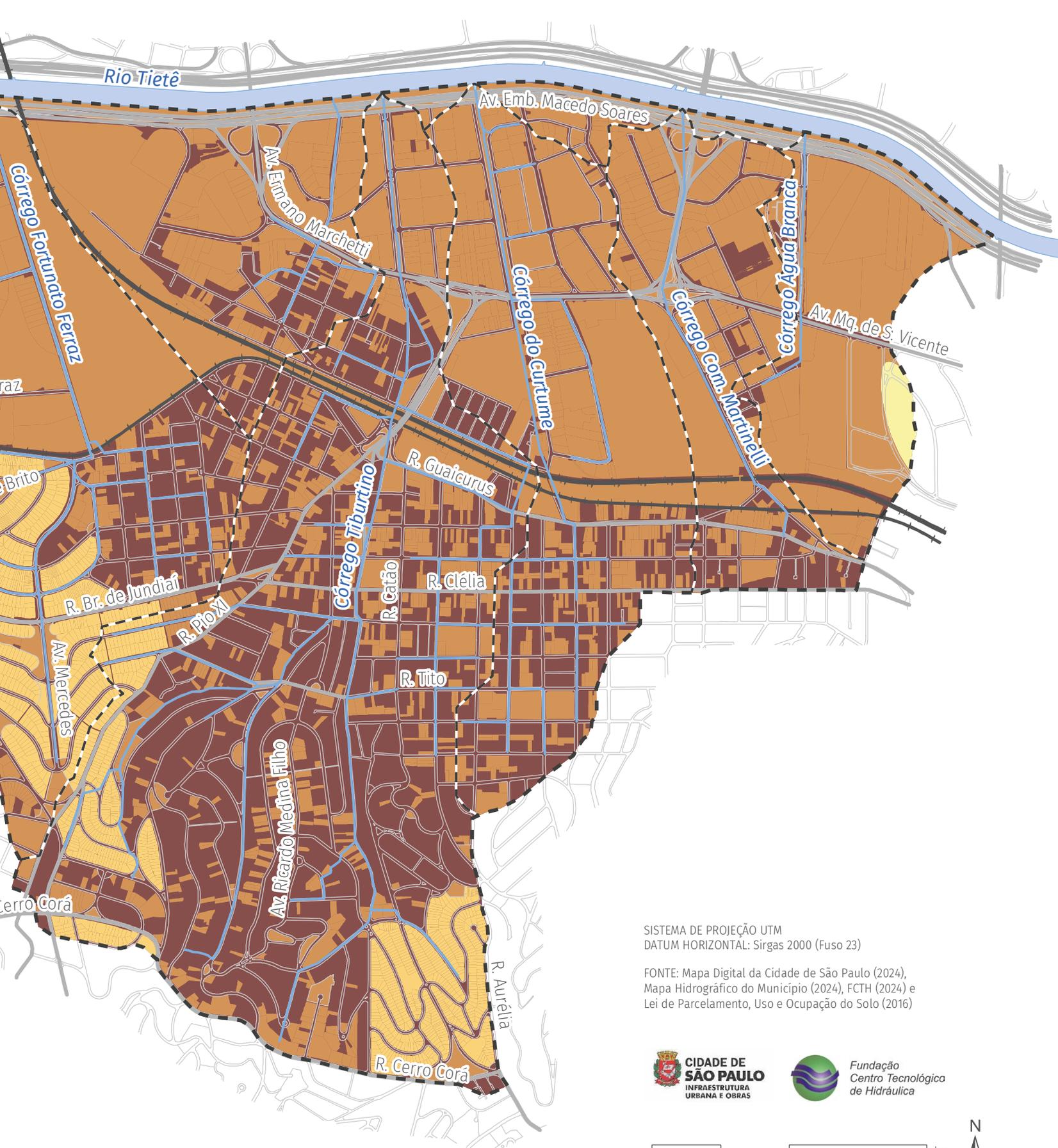


Convenção

-  Bacia da Lapa
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Limite municipal
-  Linha férrea

Área impermeável máxima permitida por lei (%)

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



Rio Tietê

Av. Emb. Macedo Soares

Córrego Fortunato Ferraz

Av. Emmano Marchetti

Córrego do Curtume

Córrego Com. Martinelli

Córrego Água Branca

Av. Mq. de S. Vicente

raz

Brito

R. Br. de Jundiá

Córrego Tiburino

R. Guaicurus

R. Catão

R. Clélia

Av. Mercedes

R. Pio XI

R. Tito

Cerro Corá

Av. Ricardo Medina Filho

R. Aurélia

R. Cerro Corá

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)

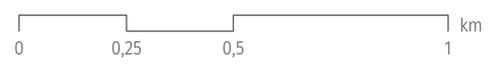


TABELA 3.6 Área impermeável atual e a máxima permitida por lei

Sub-bacia	Área impermeável (%)		Sub-bacia	Área impermeável (%)	
	Atual	Máxima permitida		Atual	Máxima permitida
ACD-01	86,6%	86,6%	FFS-01	80,8%	77,1%
ACD-02	85,3%	81,4%	FFS-02	89,3%	81,7%
ACD-03	68,1%	63,3%	FFS-03	82,6%	76,7%
ACD-04	58,3%	83,7%	FFS-04	79,9%	78,8%
ACD-05	86,8%	80,8%	FFS-05	90,0%	79,4%
ACD-06	68,6%	88,0%	FFS-06	89,8%	79,6%
ACD-07	82,5%	82,8%	TIB-01	81,7%	80,6%
ACD-08	69,1%	82,6%	TIB-02	84,5%	82,7%
AGB-01	81,2%	74,0%	TIB-03	86,6%	85,4%
AGB-02	82,3%	77,8%	TIB-04	87,1%	84,4%
CMM-01	89,6%	84,1%	TIB-05	84,4%	84,9%
CMM-02	89,6%	78,9%	TIB-06	86,5%	82,9%
CMM-03	87,4%	79,8%	TIB-07	87,2%	83,2%
CRT-01	88,1%	82,9%	TIB-08	90,0%	83,8%
CRT-02	89,1%	78,7%	TIB-09	90,6%	83,7%
CRT-03	81,7%	79,8%	TIB-10	86,1%	80,2%
Média				83,5%	80,9%

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 da bacia da Lapa. Esse mapa considera as áreas inundáveis associadas ao risco hidrológico, o risco de inundação, o sistema viário estrutural e os 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.

Para os córregos da Lapa, há que se considerar a influência do nível do Rio Tietê nas inundações das bacias.

Foram avaliados os cenários com níveis registrados no Posto Rio Tietê – Ponte do Piqueri, da rede telemétrica do SAISP, localizado na

altura da foz do córrego Tiburtino. A condição mais crítica de nível d'água do Rio Tietê registrada historicamente é de 721,65 m, com uma única ocorrência em todo o período de monitoramento.

A cota de extravasamento do Tietê no local de monitoramento, 720,98 m, foi igualada ou superada ao menos cinco vezes durante os dezesseis anos de observação da área. Nas simulações do modelo hidráulico, níveis d'água inferiores a esse valor não atingiram a área de jusante das bacias. Por esse motivo, entende-se que, para níveis do Rio Tietê abaixo dessa cota, a precipitação que ocorre nas bacias predomina nas inundações resultantes.

Quando observados os estudos do PDMAT, com a conclusão das obras de segunda camada desse plano, prevê-se no trecho em questão do Tietê um nível d'água de 720,0 m.

Frente a essas informações, foi selecionado o evento do histórico que mais se aproxima da condição do Rio Tietê a 721,26 m. Além disso, foi aplicada a variação

de nível ao longo do rio em toda a extensão do limite de jusante da Área de Contribuição Direta, obtida a partir da linha-d'água estimada entre os postos Tietê – Ponte do Limão (P6) e Barragem Móvel Montante (P1000847).

A regulamentação do uso das áreas inundáveis, conforme já apontado no Plano Municipal de Gestão do Sistema de Águas Pluviais de São Paulo, componente do Plano Diretor de Drenagem (PDD), 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.

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, com o nível do Tietê a uma cota de 721,26 m, conforme mostra a

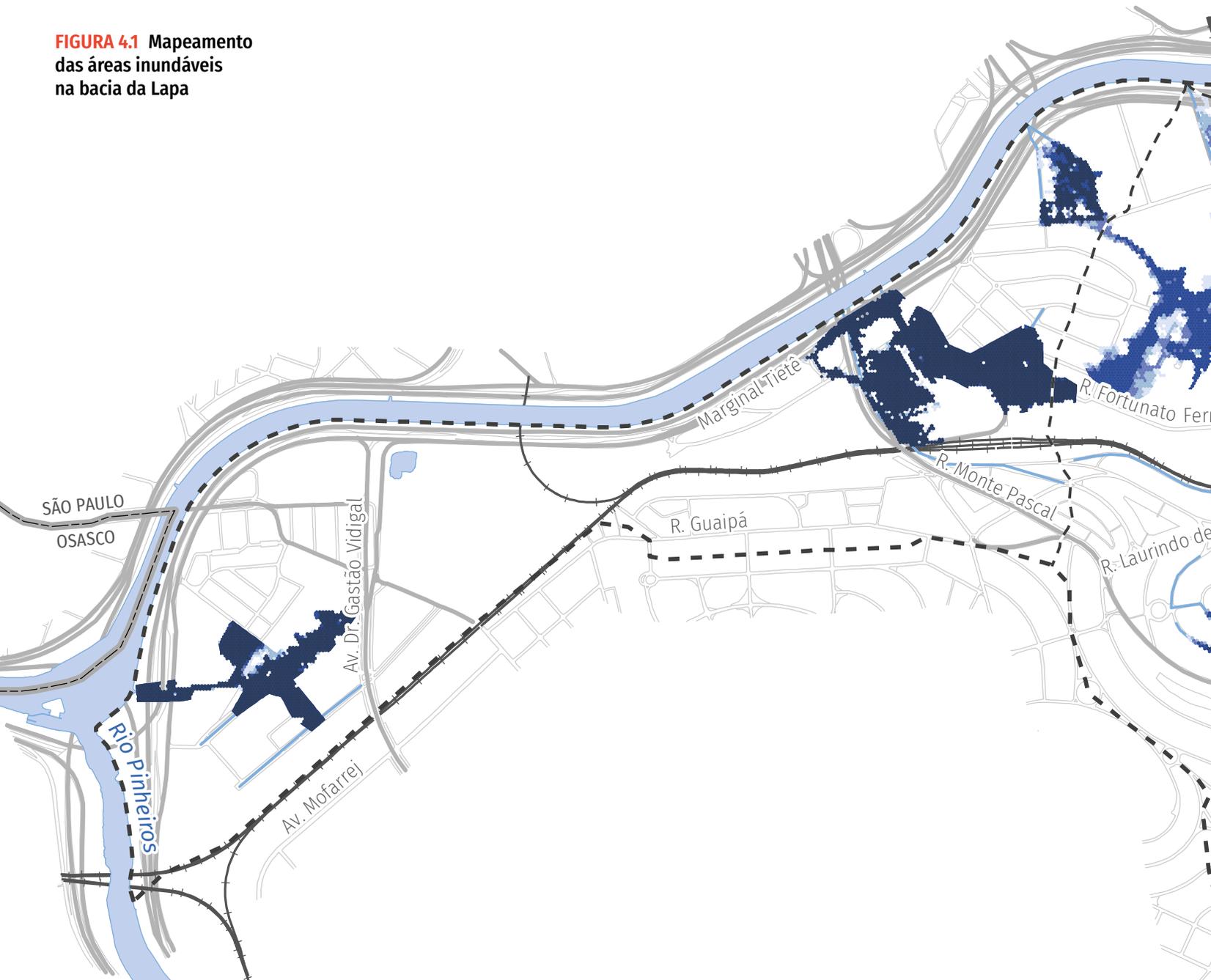
FIGURA 4.1.

Rio Tietê (traçado atual)



Mapeamento de 1930 - Sara Brasil: região da Lapa (imagens disponíveis no GeoSampa)

FIGURA 4.1 Mapeamento das áreas inundáveis na bacia da Lapa



Convenção

Período de retorno (anos)



Bacia da Lapa



2



Rede de drenagem



5



Quadra viária



10



Limite municipal



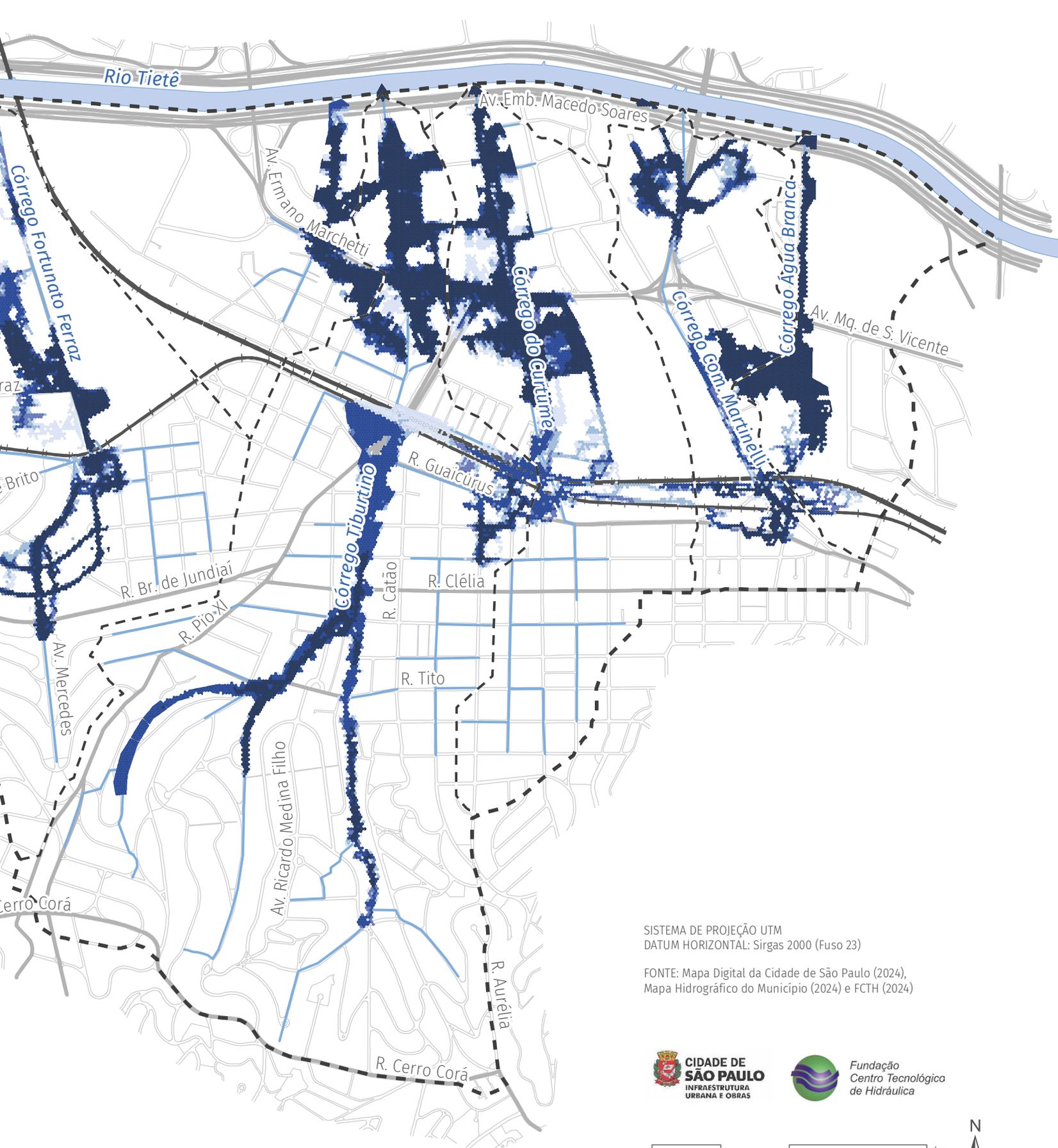
25



Linha férrea



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)



4.2 ÁREAS CRÍTICAS

O mapa de áreas críticas foi elaborado a partir da sobreposição das áreas sensíveis da bacia próximas aos córregos. Dentre essas áreas, foram considerados os equipamentos urbanos vulneráveis, cortiços e favelas, o sistema viário 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, 2004¹⁵).

A partir desse conceito, foi realizada a estimativa do risco de inundação considerando a combinação de três componentes: a probabilidade de ocorrência de dano, o elemento do risco e a vulnerabilidade (Equação 2).

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

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

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

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

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

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

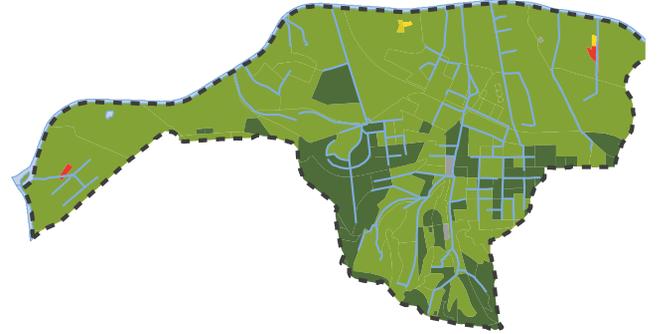
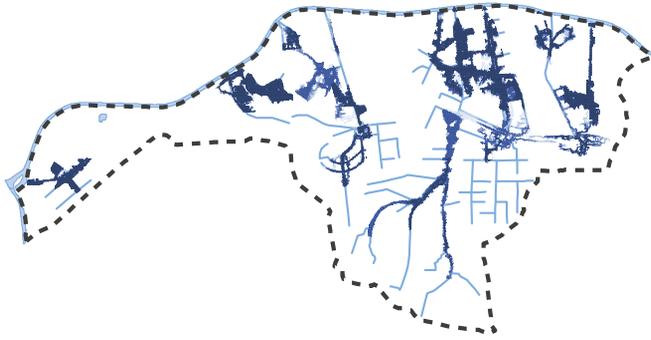
Em seguida, a **FIGURA 4.3** indica o infográfico com os dados utilizados para a obtenção do mapa de áreas críticas, e o mapa de áreas críticas resultante dessa análise é apresentado na **FIGURA 4.4**.

TABELA 4.1 Graus de risco de inundação		
Grau de risco	Escala*	% da área de risco
Baixo	0 – 0,002	2,0
Médio	0,002 – 0,01	22,2
Alto	0,01 – 0,04	31,1
Muito alto	0,04 – 1	44,7

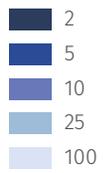
* Essa escala foi adotada em função da análise para o Município de São Paulo.

FIGURA 4.2 Dados utilizados na obtenção do risco de inundação

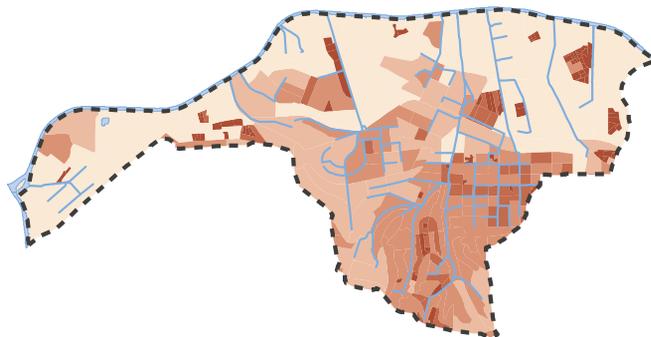
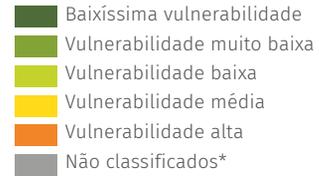
Convenção
— Rede de drenagem
- - - Bacia hidrográfica
□ Quadra viária



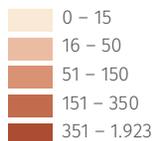
Período de retorno (anos)



Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS)



Densidade demográfica (hab/ha)



Nº de habitantes: 96 mil (IBGE, 2022)

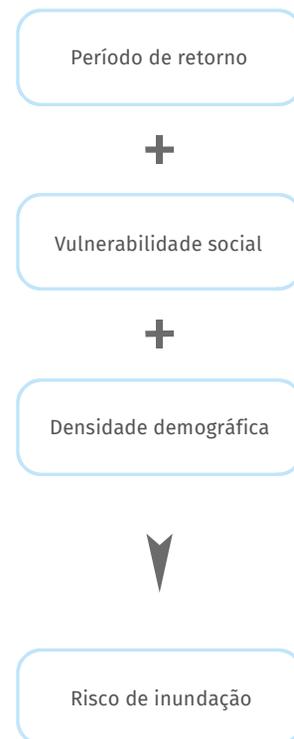


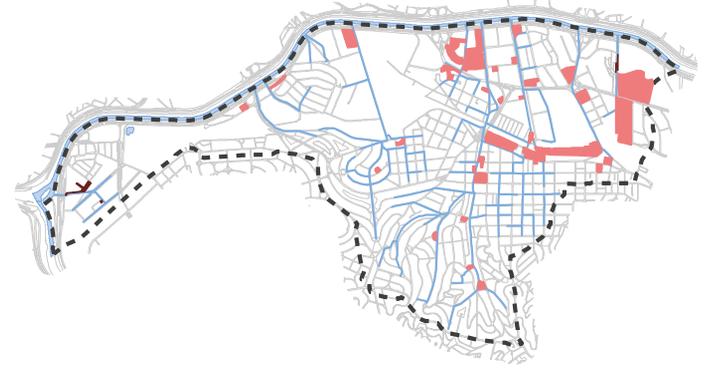
FIGURA 4.3 Dados utilizados na obtenção das áreas críticas

Convenção
— Rede de drenagem
- - - - - Bacia hidrográfica
□ Quadra viária



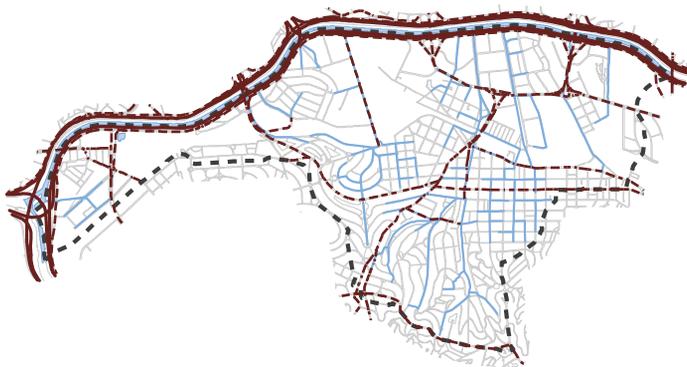
Risco de inundação

- Baixo
- Médio
- Alto
- Muito alto



Áreas vulneráveis

- Equipamento urbano vulnerável
- Favela



Sistema viário

- VTR – Via de Trânsito Rápido e
- - - - - Via arterial

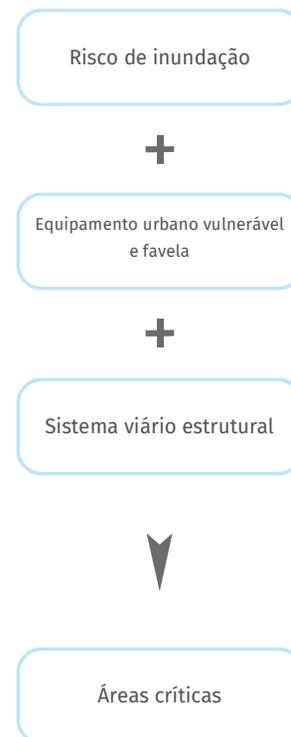
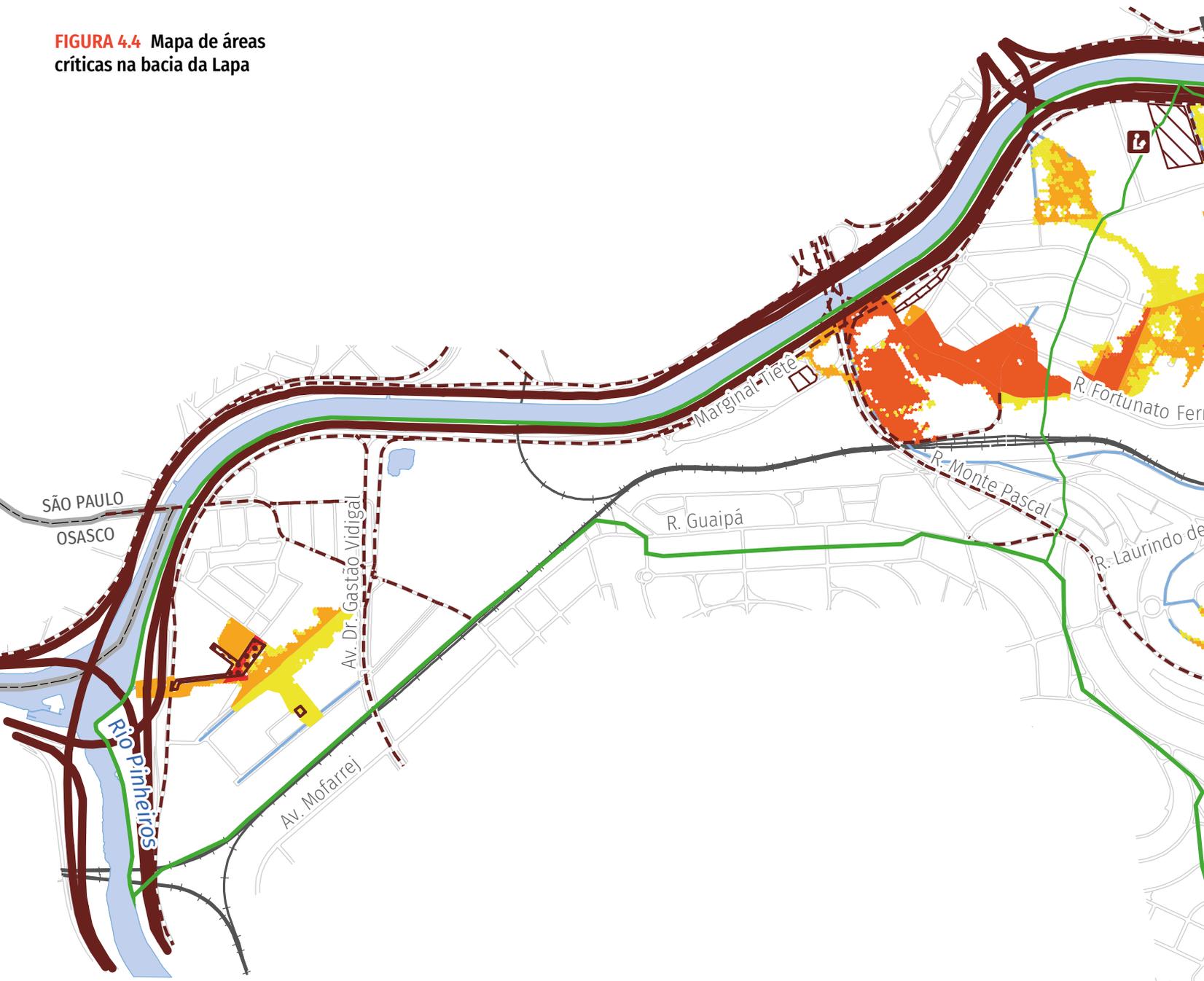


FIGURA 4.4 Mapa de áreas críticas na bacia da Lapa



Convenção

-  Bacia da Lapa
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Limite municipal
-  Linha férrea

Sistema viário estrutural

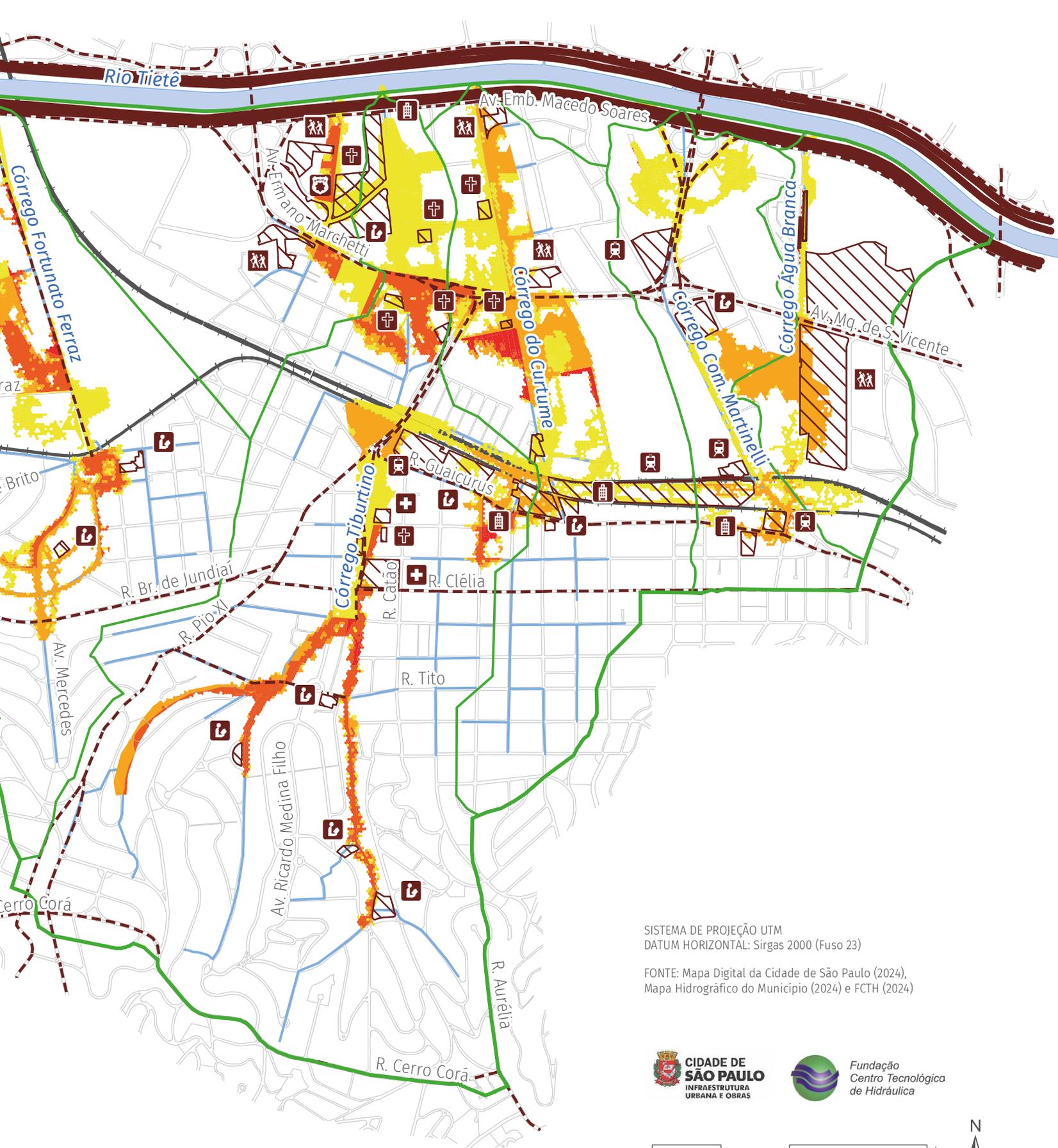
-  VRT – Via de Trânsito Rápido e rodovia
-  Via arterial
-  Favela
-  Equipamento urbano vulnerável

Áreas críticas

Risco de inundação

-  Baixo
-  Médio
-  Alto
-  Muito alto

-  Serviço de saúde
-  Unidade de ensino
-  Segurança Pública
-  Centro cultural, esportivo ou de lazer
-  Estação metroviária/ferroviária/rodoviária
-  Administração pública
-  Igreja



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)



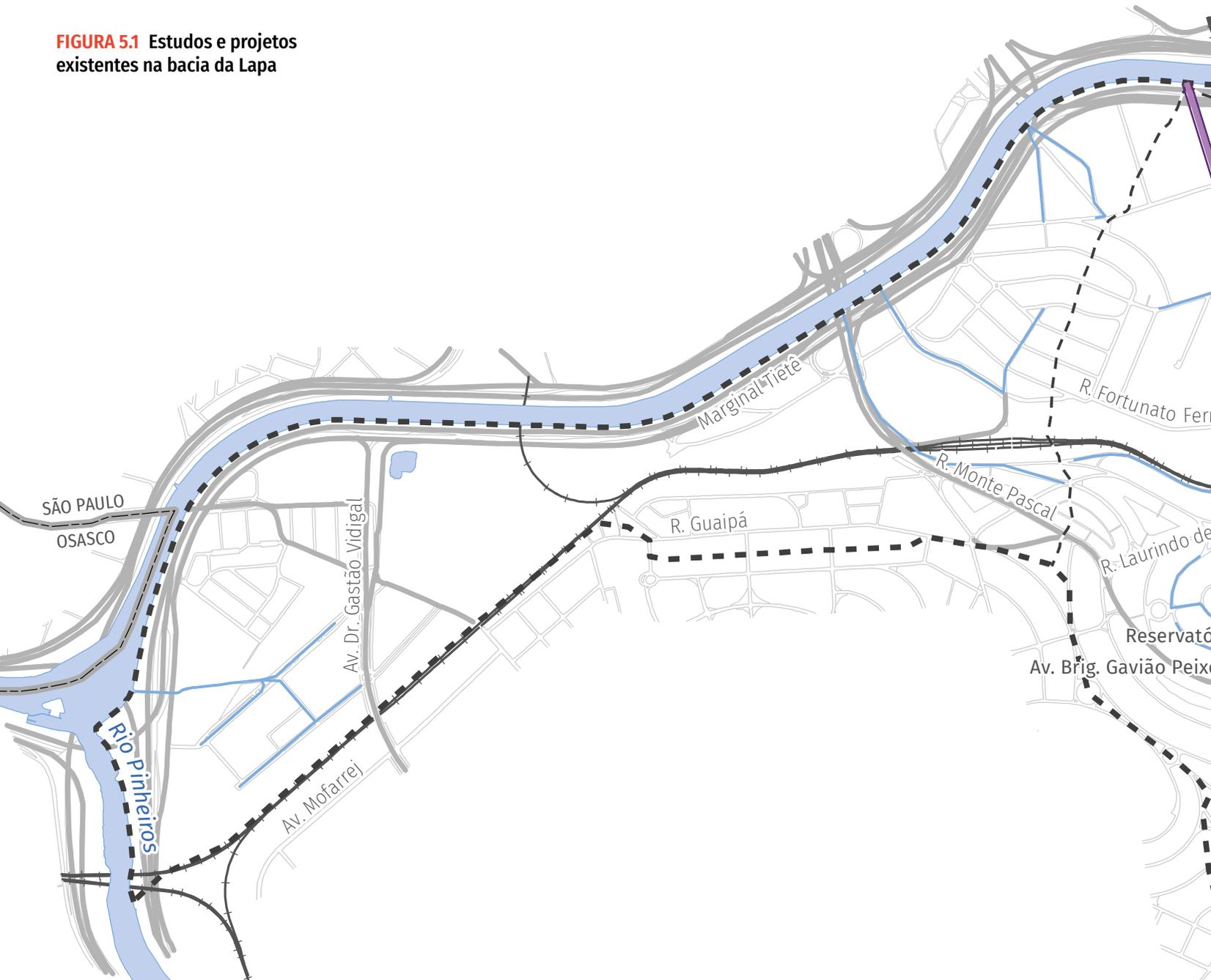
5

Estudos e projetos existentes para a bacia

O sistema de macrodrenagem da bacia da Lapa vem sendo desenvolvido ao longo dos anos, pelo interesse em reduzir os impactos de inundação nos fundos de vale, nas áreas de várzea do Rio Tietê e em vias de tráfego essenciais para o transporte e o deslocamento de veículos e pessoas.

Os projetos existentes para o controle de cheias nessa bacia constam no acervo da SIURB. Além desses projetos, foram avaliadas outras propostas de entidades locais. Esses projetos e propostas abrangem uma variedade de estudos sobre possíveis medidas estruturais para o controle de cheias, como o alargamento de seções transversais de galerias, galerias adicionais, parques lineares e reservatórios para a detenção de cheias. A localização de cada intervenção proposta e os detalhes dos projetos existentes são apresentados no mapa da **FIGURA 5.1** e descritos detalhadamente nos itens subsequentes.

FIGURA 5.1 Estudos e projetos existentes na bacia da Lapa



Convenção

-  Bacia da Lapa
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Limite municipal
-  Linha férrea

Projetos

-  Projeto Engenharia
Canalização
-  Consórcio Viário Lapa-Pirituba
Reforço de galeria
-  Conduto reservatório
-  Reservatório

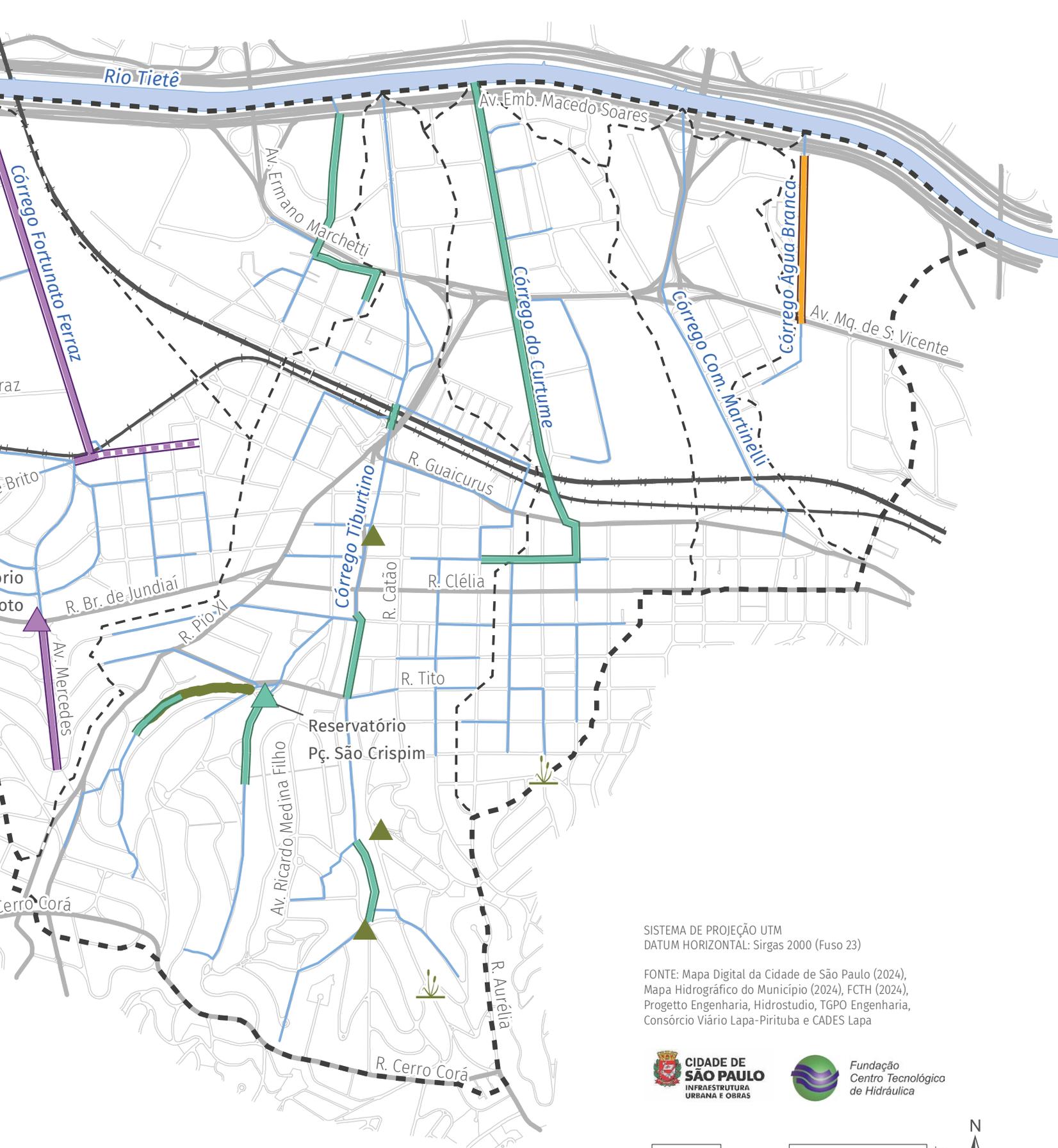
Hidrostudio e TGPO Engenharia

-  Reforço de galeria
-  Reservatório

CADES Lapa – drenagem participativa

-  Drenagem sustentável e SbN*
-  Parque linear
-  Reservatório

* Jardins de chuva existentes na bacia (PMSP, 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),
 Progetto Engenharia, Hidrostudio, TGPO Engenharia,
 Consórcio Viário Lapa-Pirituba e CADES Lapa

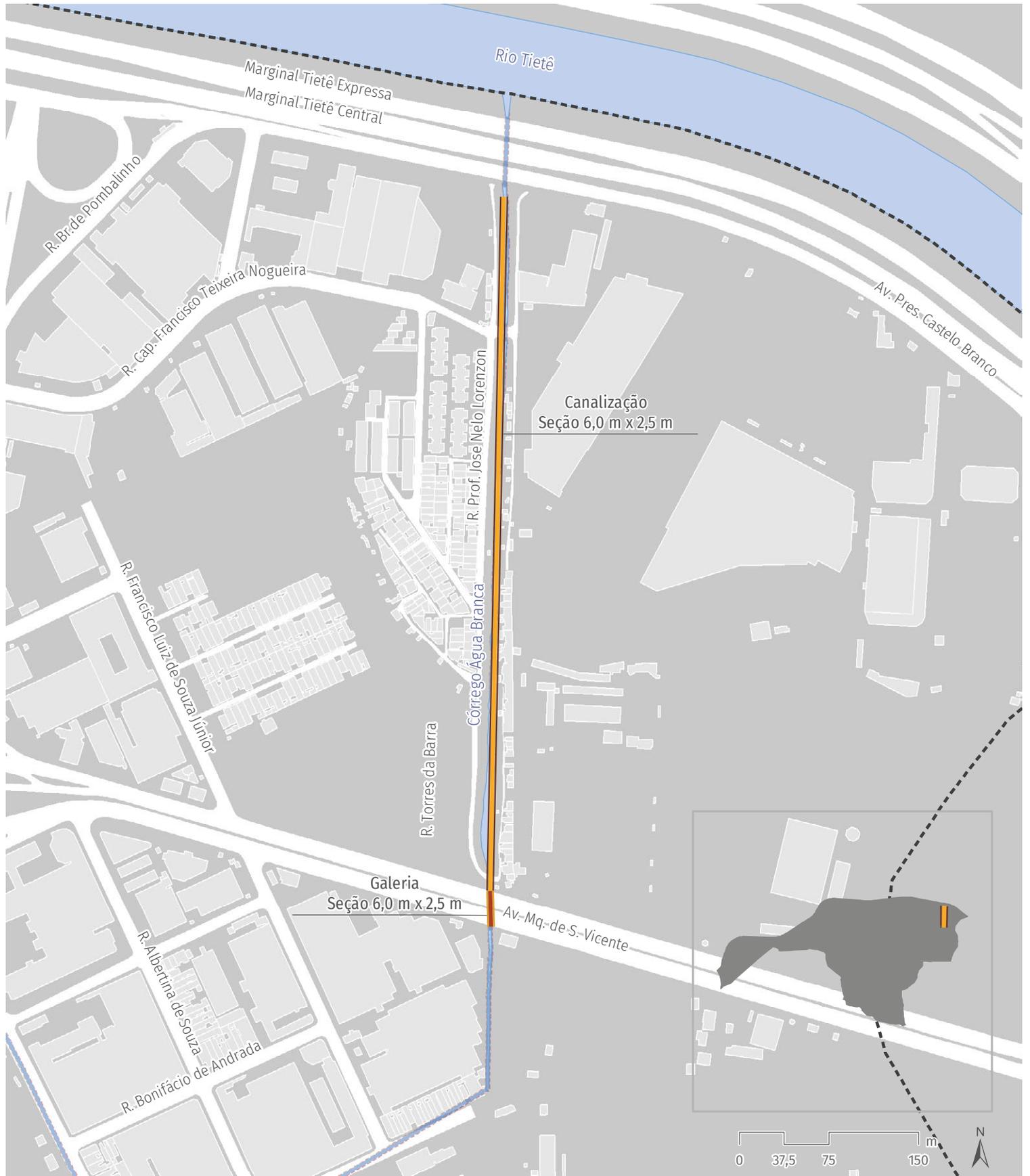


5.1 CÓRREGO ÁGUA BRANCA

A intervenção tem como objetivo a canalização do trecho do córrego ao longo da Rua José Nelo Lorenzon, entre a Avenida Presidente Castelo Branco (Marginal Tietê) e o trecho entre a Avenida Marquês de São Vicente e a Rua Capitão Francisco Teixeira Nogueira. No total, é proposta a canalização de 453 m do canal entre as vias citadas, sendo 22,74 m de comprimento em galeria de 6,0 m de largura por 2,5 m de altura, sob a Avenida Marquês de São Vicente, e 430,36 m de comprimento de canal retangular aberto de 6,0 m de largura por 2,5 m de altura mais declividade média de 0,0023 m/m (Progetto Engenharia, 2010).

A **FIGURA 5.2** apresenta a identificação do projeto para o córrego Água Branca.

FIGURA 5.2 Projetos para o córrego Água Branca (Progetto Engenharia, 2010)



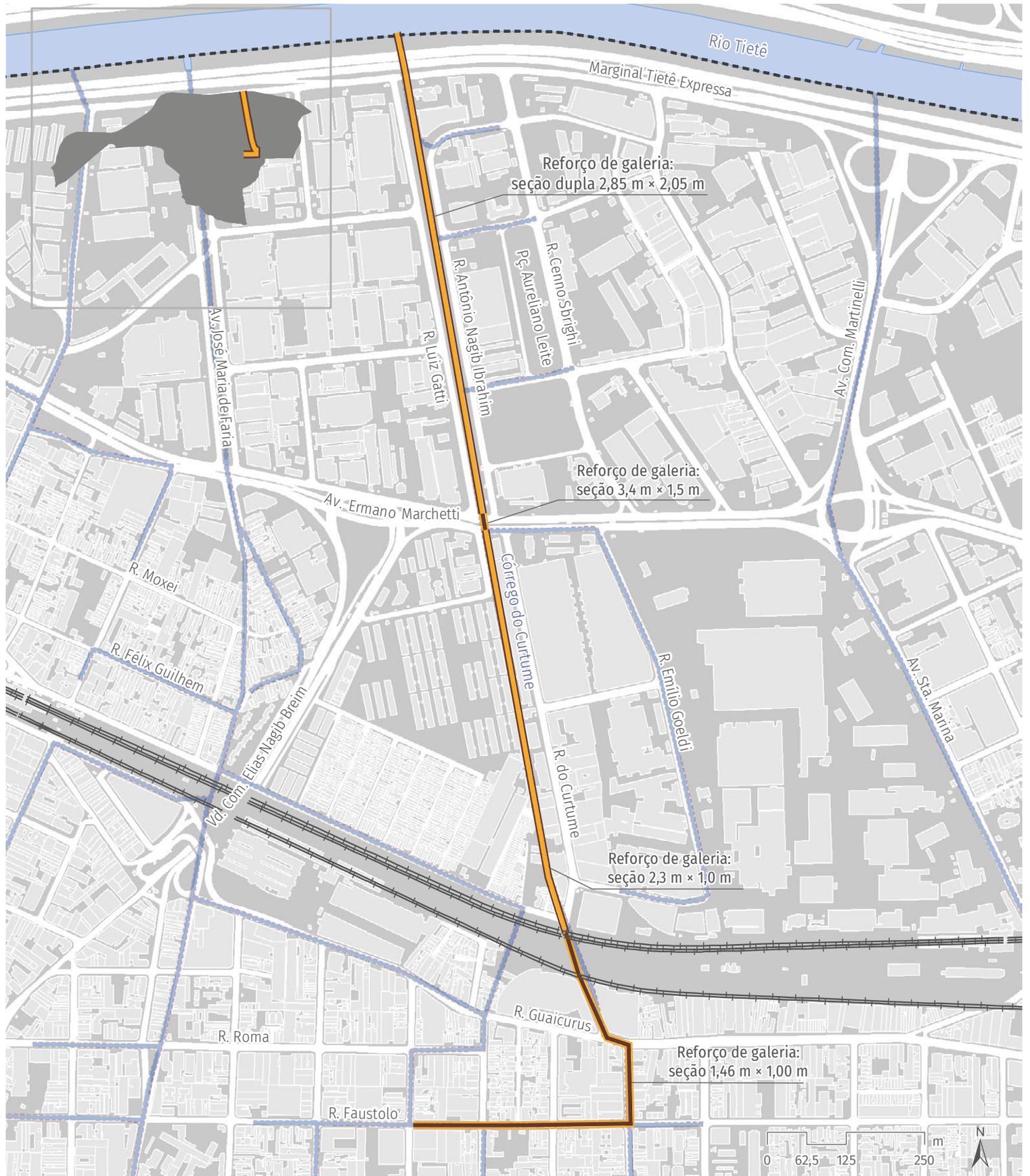
5.2 CÔRREGO DO CURTUME

Para o córrego do Curtume, foram levantados projetos propostos pela Hidrostudio (2007), que elaborou estudo hidrológico, hidráulico e de alternativas, e pela TGPO Engenharia (2012), que apresentou projeto executivo de reforço de galerias.

O estudo de alternativas indicou uma proposta de reforço das galerias em três trechos, a montante da Avenida Ermano Marchetti. Foram propostos reforços em galerias retangulares de dimensões de 1,46 m × 1,0 m, 2,3 m × 1,0 m, e nas sob a Avenida Ermano Marchetti, com uma seção retangular de 3,4 m × 1,5 m. A jusante desse trecho, considerou-se que a galeria já seria suficiente para transmitir vazões de Tr 25 anos com uma galeria de seção dupla de 2,85 m × 2,05 m, ao longo da Rua do Curtume.

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

FIGURA 5.3 Projetos para o córrego do Curtume (TGPO Engenharia, 2012; Hidrostudio, 2007)



5.3 CÔRREGO TIBURTINO

Para o córrego Tiburtino, no sentido de montante para jusante, foram levantados projetos como o reforço de galerias, em pontos da bacia com insuficiência de capacidade de escoamento, e a inclusão de um reservatório de detenção de 28.000 m³. As propostas foram elaboradas por estudos da Hidrostudio (2007).

As propostas de reforço de galeria iniciam-se pela galeria proposta nas proximidades da Rua Francisco Alves e da Rua Jaricunas, encaminhando-se por aproximadamente 320 metros a jusante.

Ao longo da Avenida Ricardo Medina Filho, entre as ruas Búlgara e Ponta Porã, foi levantada a proposta de reforço de galeria com seção variando de galeria circular simples de 1,2 m de diâmetro a galeria circular dupla de 1,2 m de diâmetro.

Foi planejado também um reforço de galeria a partir da Praça Doutor Otavio Perez Velasco, através da Passagem Hotelo Telles de Andrade até a altura da Rua Marapuama,

com seção simples e circular de 1,0 m de diâmetro. Esse trecho se encontra a montante do local proposto para a instalação de um reservatório de detenção, na região da Praça São Crispim, com aproximadamente 28.000 m³ de armazenamento. Essa proposta é apresentada na **FIGURA 5.4**.

Outro reforço de galeria indicado está localizado na Rua Francisco Alves, desde a Rua Tito até o cruzamento com a Rua Coriolano. Esse trecho teve as dimensões propostas de uma galeria circular de 1,5 m a montante, até a Rua Fábria, e a partir dali com seção alterada para galeria retangular de 1,6 m × 1,5 m.

Por fim, outro ponto crítico importante na bacia foi compreendido pela proposta: o de modificação da travessia sob os trilhos da linha férrea, entre as ruas John Harrison e William Speers. Esse trecho tem as dimensões propostas de seção circular com diâmetro de 2,0 m e em método não destrutivo.

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

FIGURA 5.4 Reservatório proposto para o córrego Tiburtino (Hidrostudio, 2007)

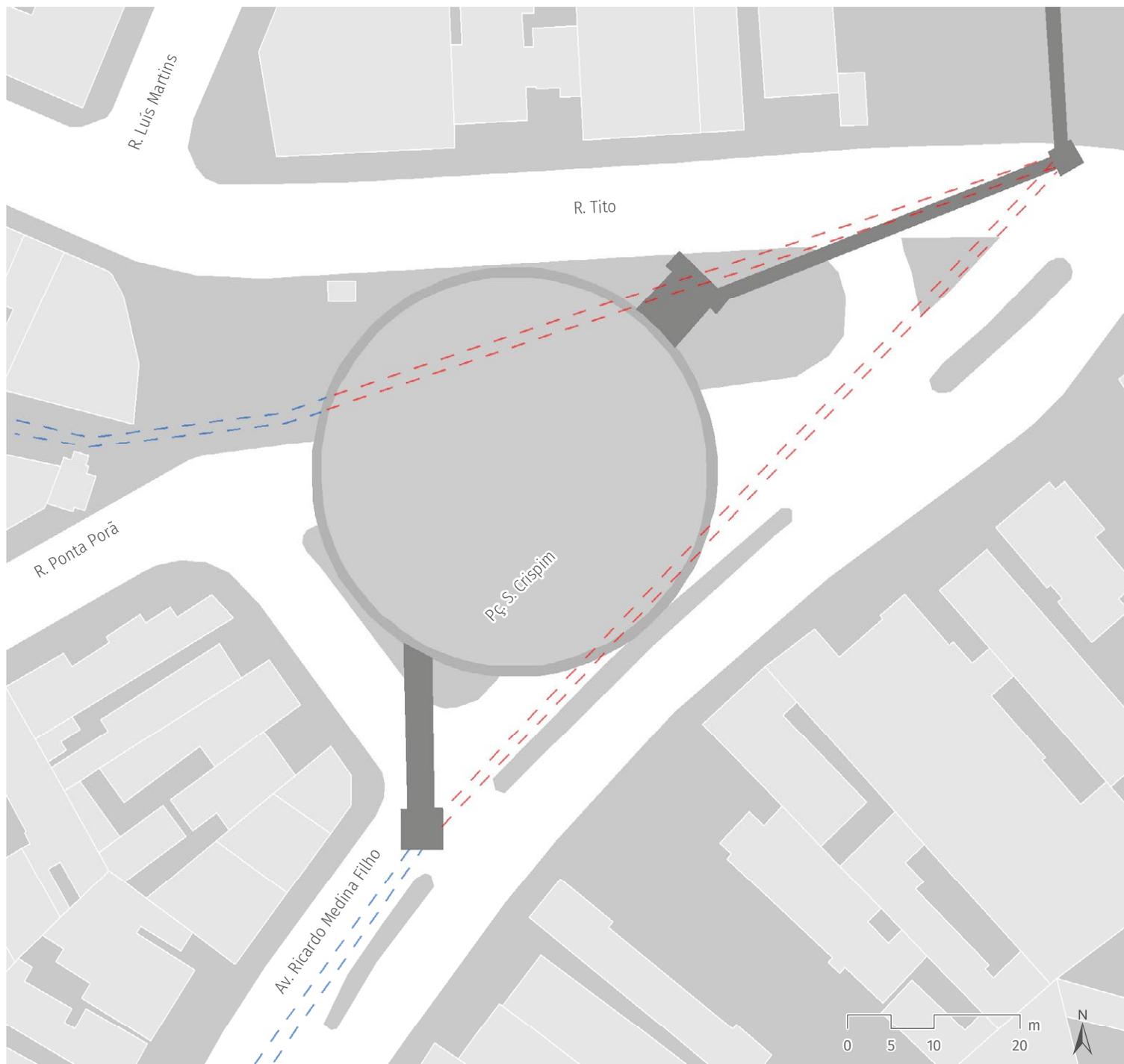


FIGURA 5.5 Projetos para o córrego Tiburtino (Hidrostudio, 2007)

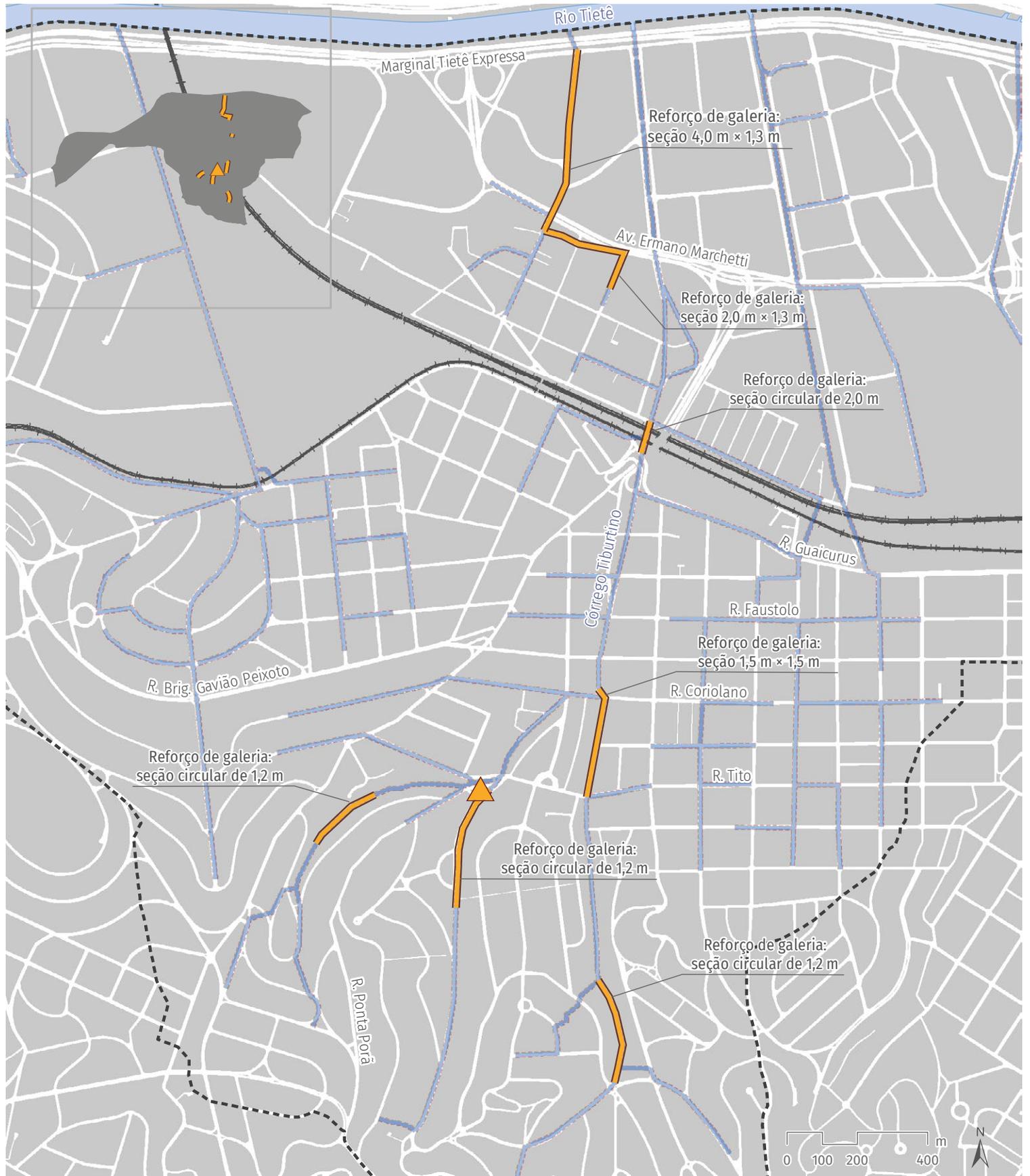
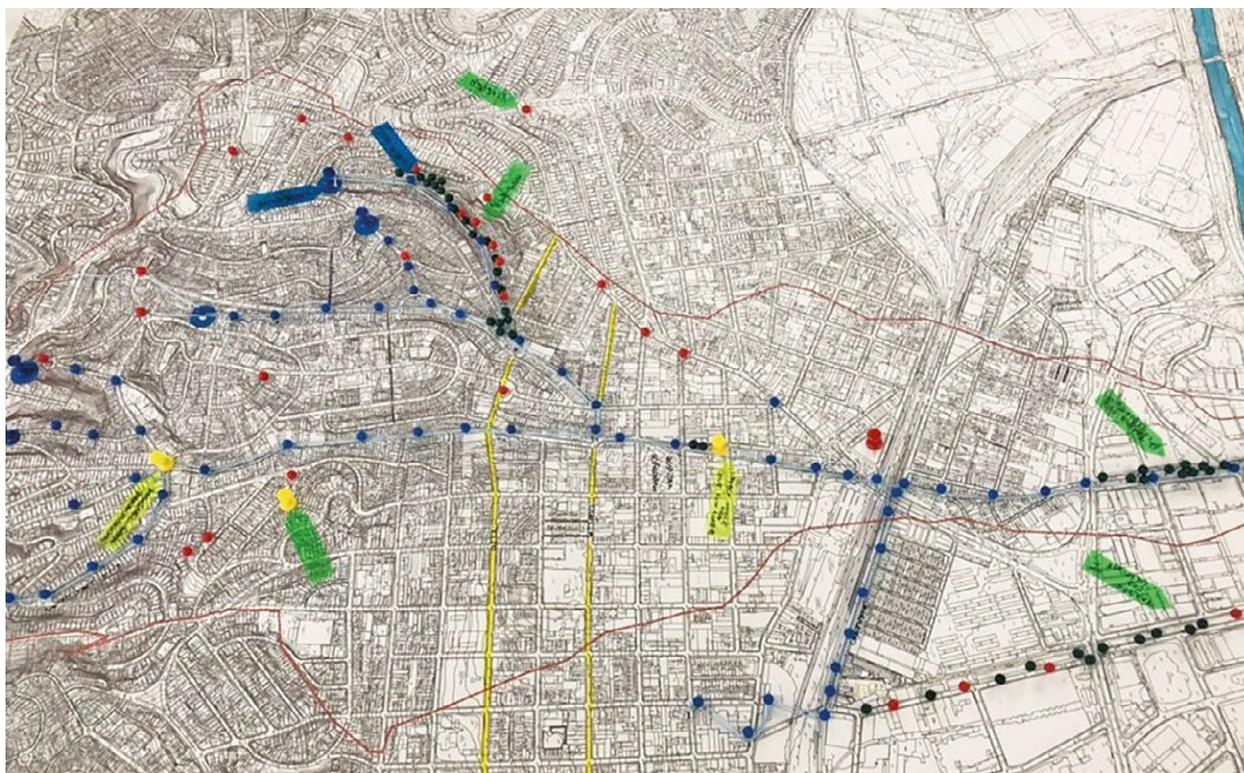


FIGURA 5.6 Foto da maquete colaborativa (Cades Lapa, 2023)

Há também que se destacar a contribuição do Cades Lapa (2023) na elaboração de estudos e diretrizes para a implantação de drenagem sustentável com SbN na área da bacia¹⁶. Esse documento foi elaborado a partir de debates, pesquisas,

participação em seminários e em audiências públicas, realização de reuniões internas com a comunidade e com técnicos da prefeitura e da criação de uma maquete colaborativa sobre a qual as propostas para o bairro foram organizadas (**FIGURA 5.6**).

16. CADES LAPA (Conselho Regional do Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Cultura de Paz da Subprefeitura da Lapa). Grupo de trabalho de água e arborização – Cades Lapa; subgrupo Drenagem Sustentável do córrego Tiburtino com Soluções baseadas na Natureza. **Aspectos urbano-ambientais da bacia do Tiburtino e diretrizes de implantação de drenagem sustentável com Soluções baseadas na Natureza.** Relatório final. São Paulo, ago. 2023.

Entre as propostas estudadas, além da implementação extensiva de algumas tipologias de SbN, foi incorporada a este caderno a proposta de integração das praças São Crispim e Doutor Otávio Perez Velasco (Praça Araçatuba) e da Passagem Hotelo Telles de

Andrade (**FIGURA 5.7**). A proposta original tinha como objetivo, entre outros aspectos, reconectar ecologicamente as duas praças, criar espaços culturais, melhorar a qualidade ambiental e de vida no bairro, além de abrir pontos de visualização do rio.



FIGURA 5.7 Proposta de integração das praças São Crispim e Dr. Otávio Perez Velasco. Elaboração: Renata Priore Lima (Cades Lapa, 2023)

Os reservatórios das praças Nicola Festa e Engenheiro Arão Sahm e da Rua Jaricunas também resultaram das interações com o CADES Lapa, onde foram sugeridas áreas para reservação de volumes ao longo das calhas principais dos córregos que contribuem para o Tiburtino. Estas propostas foram consideradas da mesma forma que os demais projetos, sendo sujeitas a um dimensionamento específico para cada local.

Apresentam-se também os estudos projetuais que resultaram de exercícios desenvolvidos na disciplina “Projeto Urbano e Paisagístico Espaço Aberto”, ministrada nos 3º e 4º semestres do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Paulista (Unip), nos *campi* Marquês e Tatuapé, nos anos de 2020 e 2023. Além disso, esses estudos também se originaram de atividades de extensão que promoveram a interação entre a comunidade externa e o corpo docente e discente da Unip.

A proposta surgiu a partir de uma demanda da comunidade local e do Movimento Preserve a Praça São Crispim. Esse

movimento busca implantar Soluções baseadas na Natureza (SbN) na bacia do córrego Tiburtino, em vez de depender exclusivamente de infraestruturas tradicionais. O objetivo é adaptar as cidades às mudanças climáticas e aproveitar o potencial paisagístico do bairro da Lapa, onde a bacia hidrográfica em questão está inserida.

As atividades foram coordenadas pela professora doutora Renata Priore Lima e incluíram o estabelecimento de contato entre a comunidade interna e externa da universidade; o levantamento e o diagnóstico urbano da área; a elaboração de diretrizes de intervenção focadas nas demandas socioambientais; além da realização de trabalhos em ateliês e *workshops* do projeto. Durante essas atividades, houve aulas e palestras ministradas por docentes e convidados. Os resultados foram sistematizados e analisados por meio de desenhos técnicos, diagramas, maquetes e, posteriormente, apresentados e debatidos com técnicos da prefeitura e membros da comunidade acadêmica e da sociedade civil.

FIGURA 5.10 Estudo projetual para a Pç. Nicola Festa, desenvolvido por Ângelo de Aquino T. Júnior, Bianca Batista de Souza, Matheus Henrique da Silva e Matheus Monteiro de Souza (Unip)

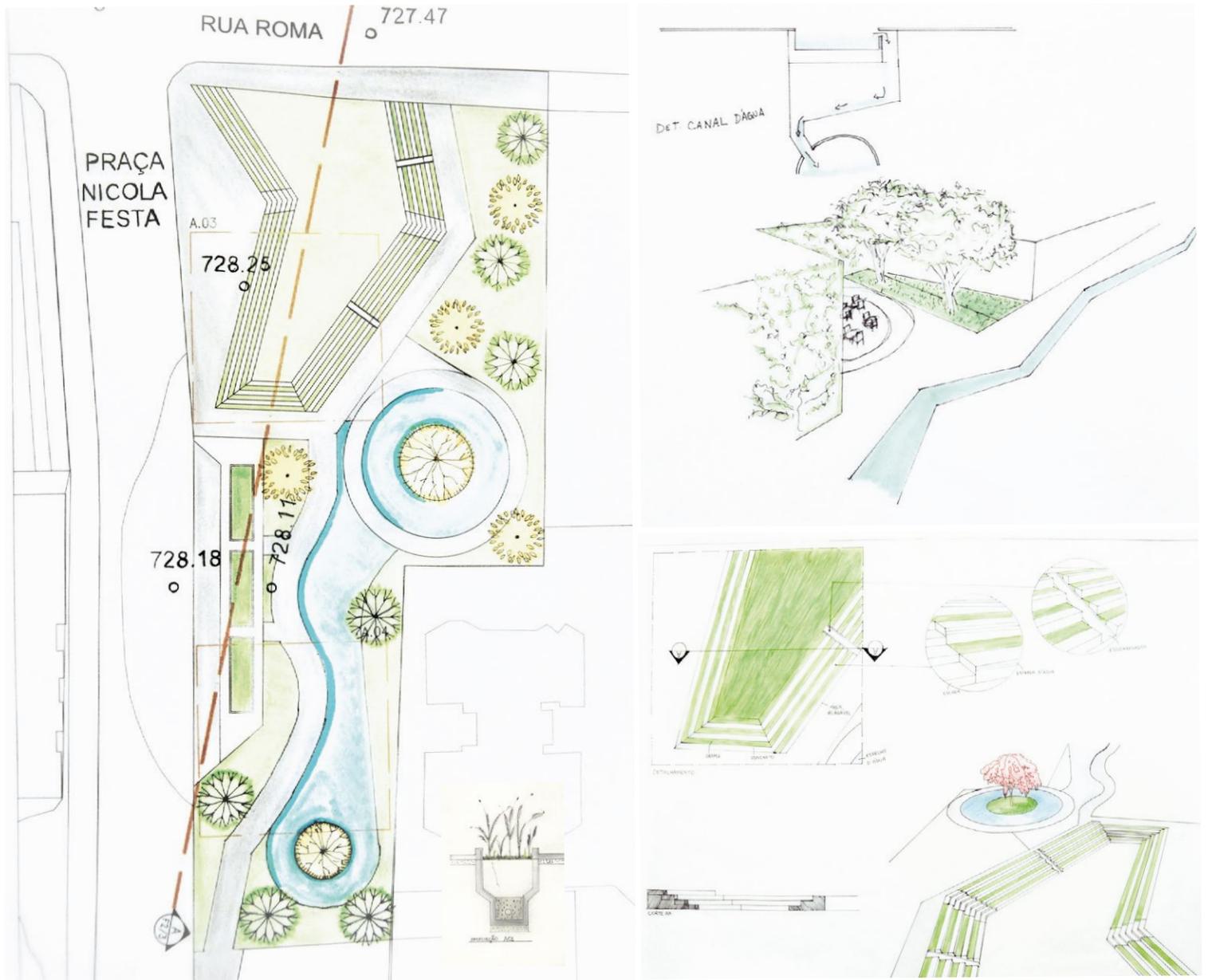
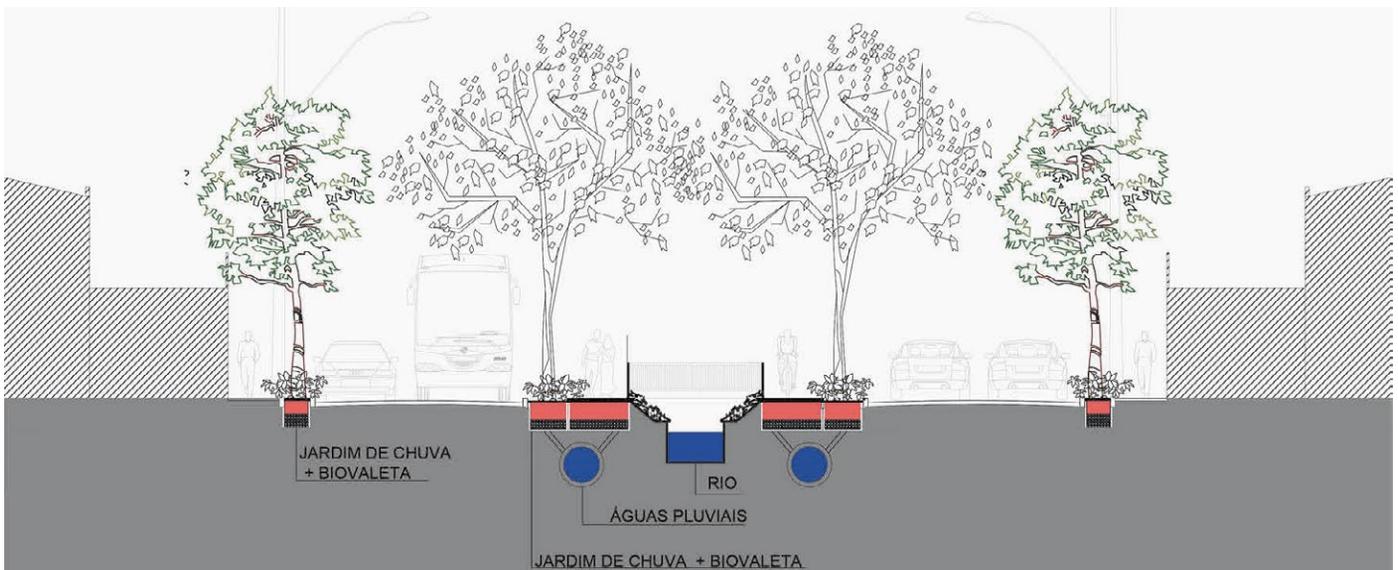
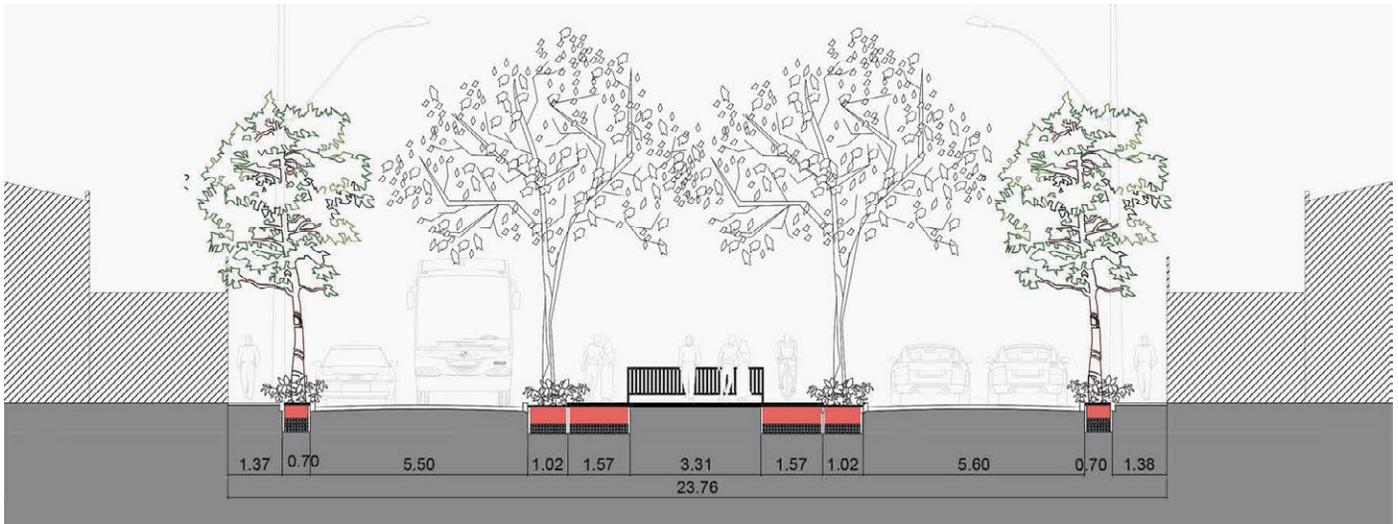


FIGURA 5.12 Estudo projetual para a R. Ricardo Medina (Unip)



Por fim, a SPUrbanismo propõe a implantação de dispositivos de drenagem sustentável no entorno do Mercado da Lapa, incluindo dispositivos de retenção vegetados, jardins de chuva e vagas permeáveis. As depressões vegetadas de retenção serão instaladas nos canteiros entre as ruas Nossa

Senhora da Lapa e Guaicurus. O objetivo é controlar o fluxo do escoamento superficial retendo e tratando uma parcela deste volume. Essa iniciativa também valorizará o entorno do mercado, fomentando a criação de espaços verdes urbanos.



FIGURA 5.13 Localização dos dispositivos de retenção propostos (proposta preliminar adaptada de SPUrbanismo, 2024)

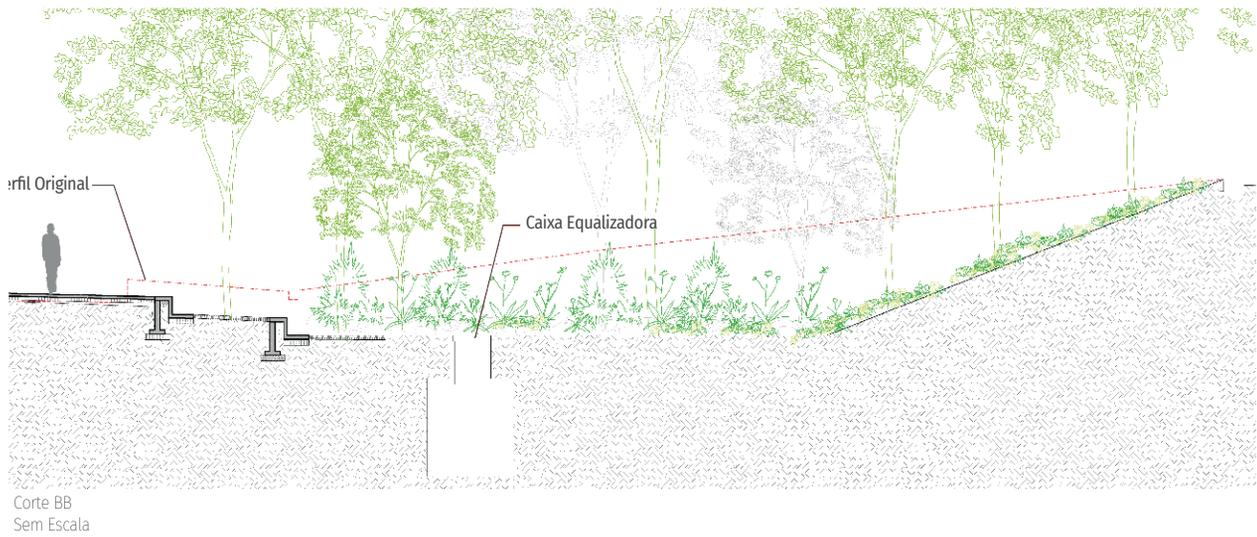


FIGURA 5.14 Cortes dos dispositivos de retenção propostos (proposta preliminar adaptada de SPUrbanismo, 2024)

5.4 CÓRREGO FORTUNATO FERRAZ

Para o córrego Fortunato Ferraz, no sentido de montante para jusante, foram levantados projetos que propõem diversas galerias de interligação com uma galeria dupla, de 3,0 m de diâmetro, executada em *tunnel liner* sob a linha da CPTM, nas proximidades das ruas Diogo Ortiz e Gago Coutinho. Outra opção seria a construção, também em *tunnel liner*, de uma galeria dupla de 2,4 m de diâmetro.

O projeto propõe ainda uma galeria retangular em concreto, com base de 5,5 m e altura de 2,5 m (ou 6,5 m de largura e 2 m de altura), alocada no trecho antes da Avenida Raimundo Pereira de Magalhães, estendendo-se até ela.

A partir desse local, é proposto ao longo de aproximadamente 1.100 m da Avenida Raimundo Pereira de Magalhães um reforço de canalização em galeria de concreto, com 4 m de largura e 2,5 m de altura, mantendo a galeria dupla existente de 2,8 m × 1,4 m. Para tanto, foi proposta uma caixa de transição interceptando as galerias existentes com a nova projetada.

No último trecho, sob a Marginal Tietê, com extensão aproximada de 67 m, foi projetada uma galeria dupla executada em *tunnel liner* de 2,4 m de diâmetro, com revestimento

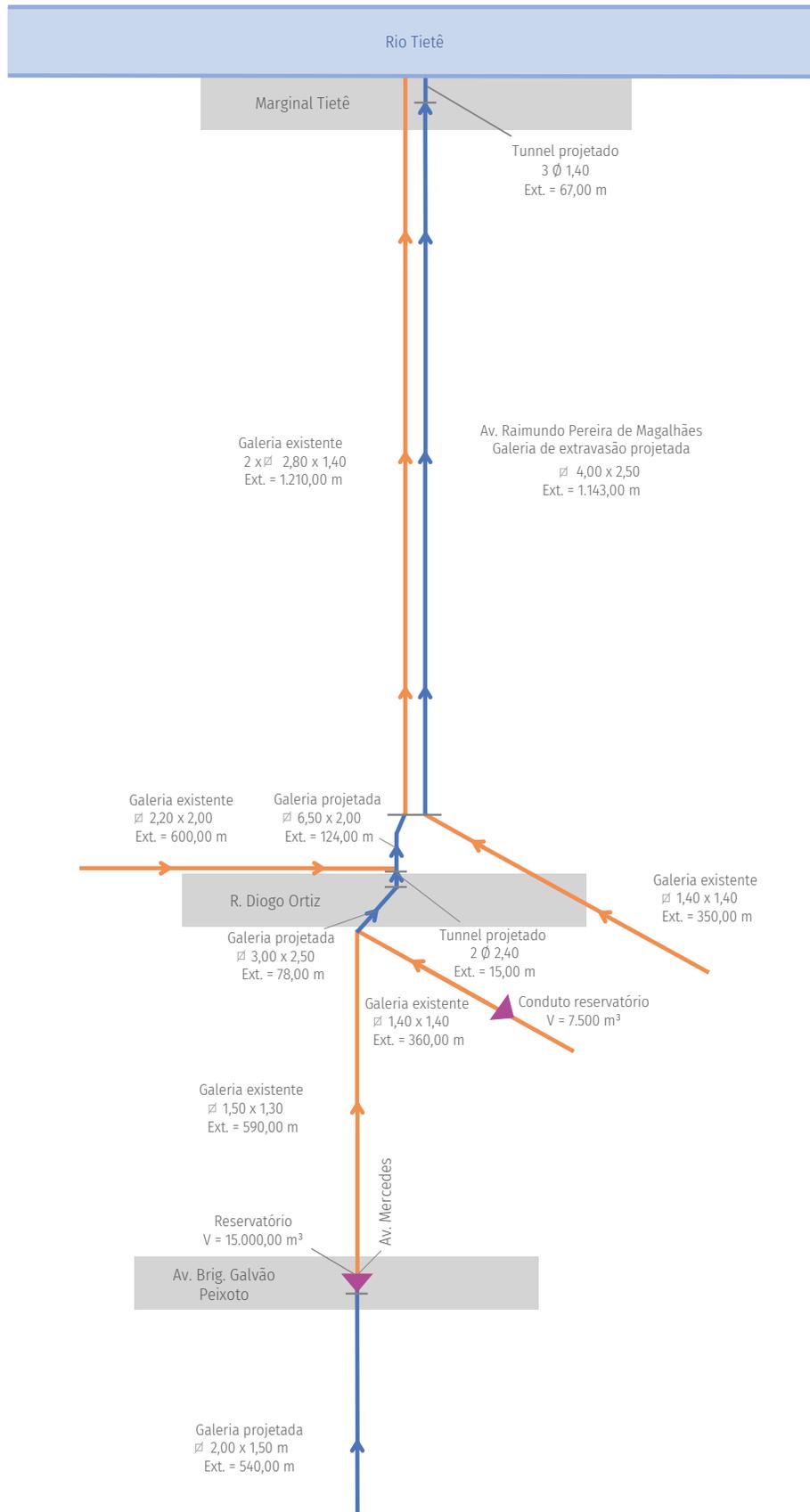
interno em concreto e execução em método não destrutivo, para não haver interrupção no trânsito. Outra solução imaginada que melhor se adaptaria às condições do local e reduziria a interferência com a rede de esgoto da Sabesp seria a construção de uma galeria tripla de 1,4 m de diâmetro, também com o método não destrutivo.

Em uma segunda etapa, seriam implantados uma galeria celular tamponada de seção 2 m × 1,5 m, desde a confluência da Rua Saldanha da Gama com a Avenida Mercedes, totalizando 540,0 m de extensão; e dois reservatórios de detenção fechados nas imediações da Rua Sacadura Cabral, com capacidade de armazenamento da ordem de 15.000 m³ (área de aproximadamente 6.000 m²).

Por último, com a função de armazenar e conduzir as vazões, foi sugerida a implantação de um reservatório ou de um conduto reservatório, com capacidade de 7.500 m³, no trecho entre as ruas Dom João V e Francisco Mainardi. Essa implantação poderia ser feita na forma de aduelas pré-moldadas, junto aos sistemas viários, a partir da confluência das ruas.

A **FIGURA 5.13** expõe as soluções propostas para o córrego Fortunato Ferraz.

FIGURA 5.13 Projetos para o córrego Fortunato Ferraz (Consórcio Viário Lapa-Pirituba, 2019)



6

Alternativas propostas

Este capítulo apresenta duas alternativas para o controle de cheias.

No intuito de conceder à bacia o grau de proteção de 100 anos, as intervenções foram dimensionadas para o cenário crítico de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica, adotando-se para cada sub-bacia o maior valor de impermeabilização do terreno entre a situação atual de uso e a ocupação máxima permitida por lei.

As alternativas consistem no controle do escoamento superficial por meio de ações estruturais situadas nos córregos que compõe a bacia da Lapa. 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 da Lapa, foi considerada a possibilidade de implantação de reservatórios de armazenamento

- fechados, com maior possibilidade de integração com as estruturas urbanas existentes;
- 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 Tietê. Um pôlder é constituído por um dique, que evita que o transbordamento das águas do curso principal – no caso, do Rio Tietê – atinja a área a ser protegida; um sistema de microdrenagem da área protegida; e um reservatório com sistema de esgotamento por bombas;
 - 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;
 - 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 melhoria da qualidade da água. Além disso, fornece diversos serviços ecossistêmicos, como a criação de habitat para a vida silvestre, a oferta de áreas de recreação e contemplação, e a valorização da paisagem urbana;

- Ampliação de galeria – trata-se da substituição de trechos de galeria existentes por uma nova galeria, com seções transversais maiores.

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

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

Para o Caderno da bacia da Lapa, a primeira etapa de obras se constituiu pelas caracterizadas como prioritárias e/ou por aquelas com projetos previamente aprovados ou 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 à bacia proteção hidrológica para chuvas de Tr 100 anos. Desse modo, para eventos hidrológicos extraordinários de Tr maiores que 100 anos, a bacia não estará protegida.

As medidas de controle de cheias foram propostas considerando a condição máxima permitida de uso e ocupação do solo da bacia, conforme indicada na Lei nº 16.402/2016, porém, a situação atual de ocupação da bacia já se encontra em níveis superiores aos indicados pela lei. Dessa forma, para o dimensionamento das medidas propostas, foi utilizado o índice de ocupação atual.

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 da bacia estudada, a solução proposta distribuiu o volume reservado necessário em múltiplos reservatórios, preferencialmente nas cabeceiras dos córregos Comendador Martinelli, do Curtume, Tiburtino e Fortunato Ferraz. A alternativa prevê também a implantação de medidas de contenção das cheias na região da foz dos córregos, priorizando propostas de pôlderes quando o nível do Rio Tietê estiver alto.

Nessa alternativa, é contemplada a implantação de nove reservatórios de armazenamento (251.000 m³), em configuração *off line*; dois parques lineares, ampliação de galeria (2.200 m) e galeria de reforço (1.250 m); e cinco pôlderes.

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 da Lapa a partir das intervenções propostas na Alternativa 1.

TABELA 6.1 Medidas de controle da Alternativa 1

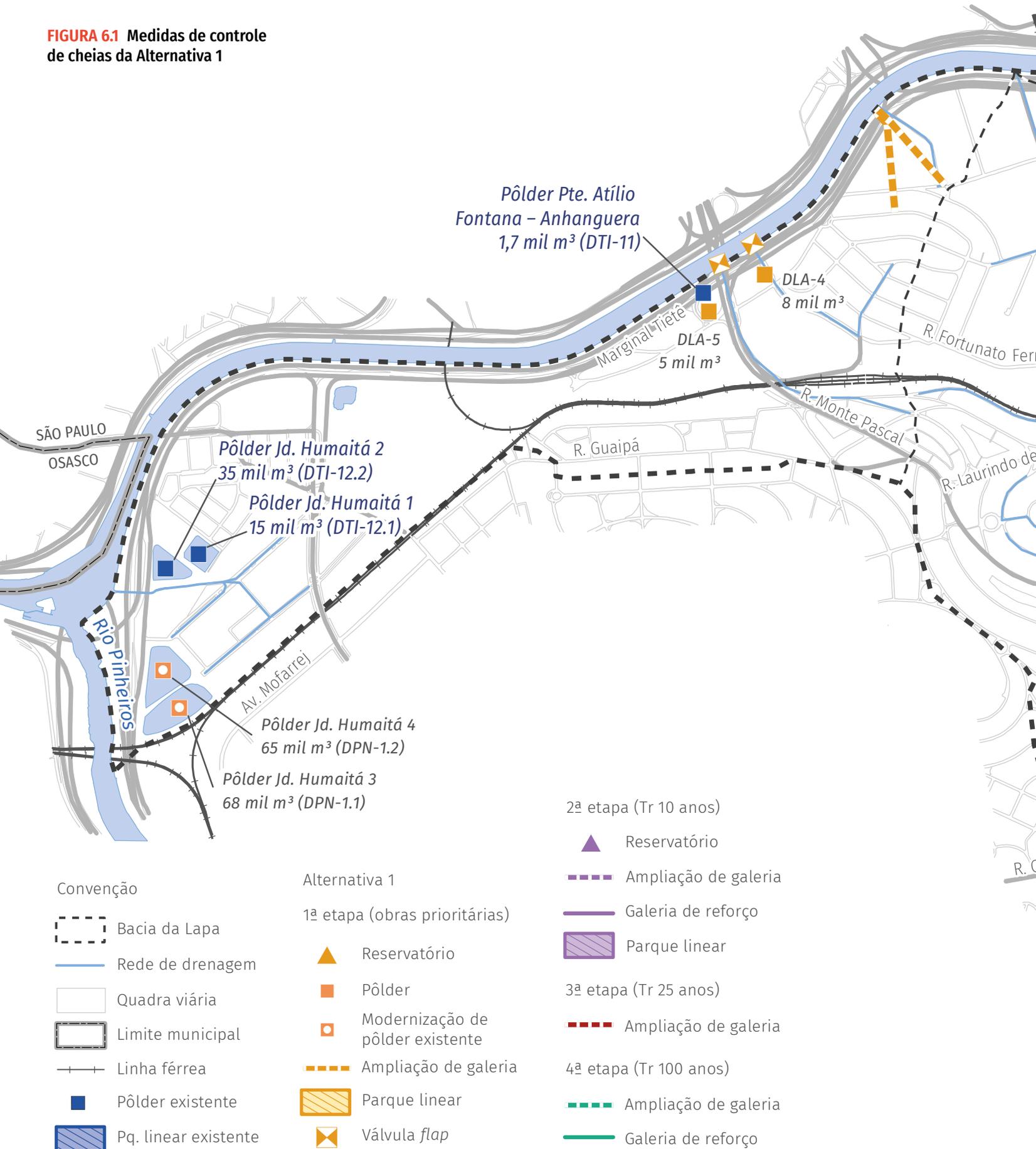
Etapa	Local	Intervenção	Referência	Dimensões			
				Extensão (m)	Área da seção (m²)	Área em planta (m²)	Volume (m³)
1ª Etapa	Córrego Água Branca	Válvula <i>flap</i>	Marginal Tietê	-	-	-	-
	Córrego Comendador Martinelli	Reservatório (RCM-1)	Av. Sta. Marina	-	-	1.000	11.700
		Válvula <i>flap</i>	Marginal Tietê	-	-	-	-
		Pôlder (DLA-1)	R. Vde. de Nanique	-	-	2.500	9.800
	Córrego do Curtume	Válvula <i>flap</i>	R. Faustolo × R. Aurélia	-	-	-	-
		Reservatório (RCT-1)	R. Nicolau Perrone	-	-	4.000	55.800
		Ampliação de galeria	R. Caio Graco	715	4,90	-	-
		Pôlder (DLA-2)	R. Luiz Gatti	-	-	2.800	22.000
		Válvula <i>flap</i>	Marginal Tietê	-	-	-	-
	Córrego Tiburtino	Reservatório (RTB-2)	Pç. Eng. Arão Sahm	-	-	3.300	44.500
		Reservatório (RTB-5)	R. Roma	-	-	1.500	22.500
		Parque linear (PTB-1)	Pas. Hotelo Telles de Andrade	650	3,00	2.800	2.000
		Ampliação de galeria	R. John Harrison	85	3,00	-	-
		Pôlder (DLA-3)	Av. José Maria de Faria	-	-	5.300	47.000
		Válvula <i>flap</i>	Marginal Tietê	-	-	-	-
	Córrego Fortunato Ferraz	Reservatório (RFF-2)	Av. Mercedes	-	-	3.000	43.000
	Área de Contribuição Direta (ACD)	Ampliação de galeria	R. Benedito Campos Morais	380	2,00	-	-
		Ampliação de galeria	R. Caiapós	390	3,20	-	-
		Pôlder (DLA-4)	R. Fortunato Ferraz	-	-	1.400	7.600
		Válvula <i>flap</i>	Marginal Tietê	-	-	-	-
		Pôlder (DLA-5)	Av. Ernesto Igel	-	-	1.400	4.600
Válvula <i>flap</i>		Marginal Tietê	-	-	-	-	

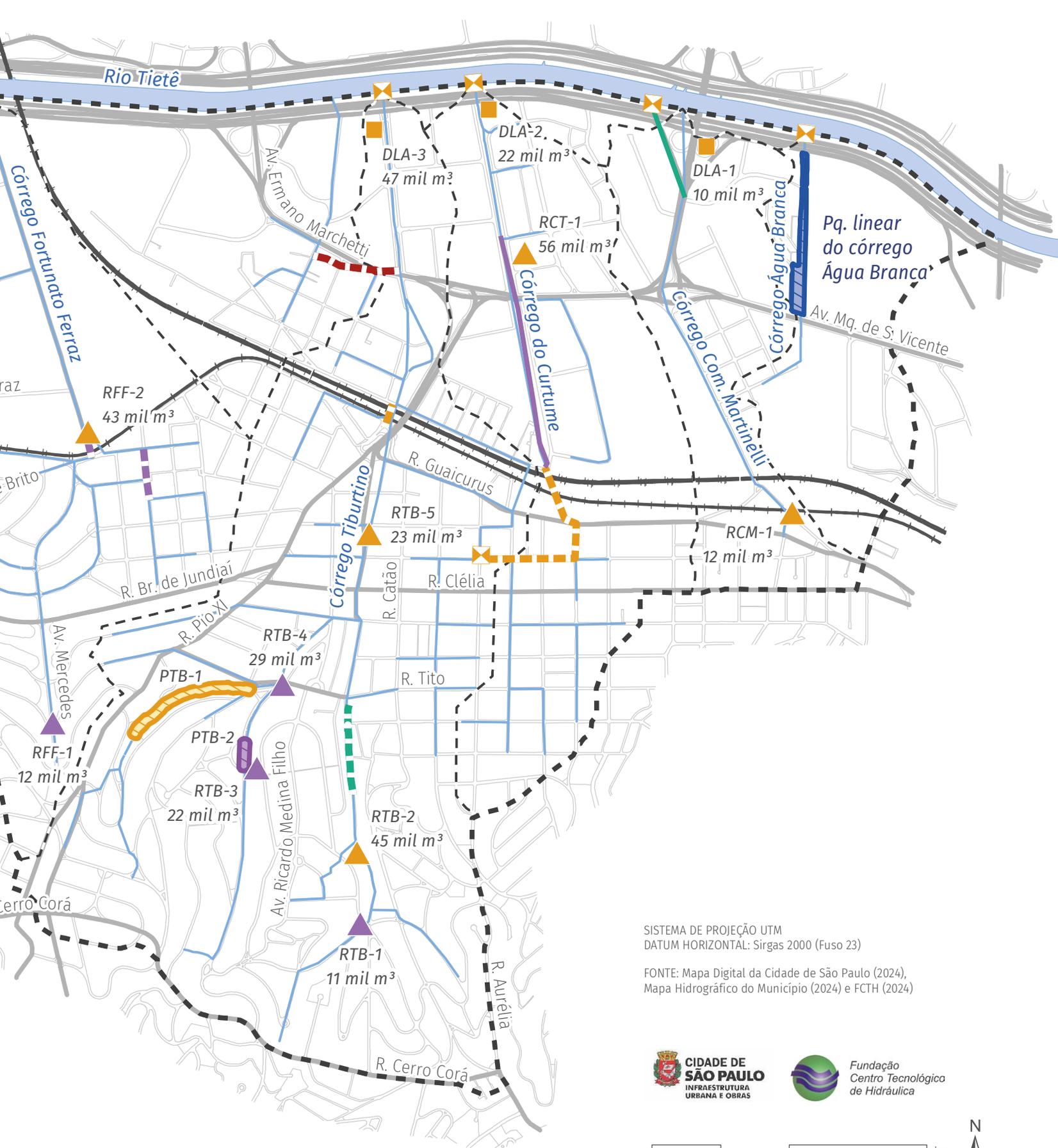
TABELA 6.1 Medidas de controle da Alternativa 1

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Dimensões			
				Extensão (m)	Área da seção (m²)	Área em planta (m²)	Volume (m³)
1ª Etapa	Área de Contribuição Direta (ACD)	Modernização de polder* (DPN-1.1)	Av. Eng. Roberto Zuccolo × Av. Dra. Ruth Cardoso	-	-	24.800	68.000
		Modernização de polder* (DPN-1.2)	Av. Eng. Roberto Zuccolo × Av. Dra. Ruth Cardoso	-	-	23.300	65.000
2ª Etapa	Córrego do Curtume	Galeria de reforço	R. do Curtume	860	5,25	-	-
	Córrego Tiburtino	Reservatório (RTB-1)	R. Jaricunas	-	-	900	11.000
		Reservatório (RTB-3)	Pç. Tcheco	-	-	1.200	22.000
		Parque linear (PTB-2)	Pç. Tcheco	76	2,50 a 7,00	700	-
		Reservatório (RTB-4)	Pç. S. Crispim	-	-	1.600	28.500
	Córrego Fortunato Ferraz	Ampliação de galeria	R. D. João V	184	2,80	-	-
		Reservatório (RFF-1)	Av. Mercedes	-	-	900	12.000
Ampliação de galeria		R. Gago Coutinho	54	11,20	-	-	
3ª Etapa	Córrego Tiburtino	Ampliação de galeria	Pç. Sebastião Jaime Pinto	325	3,24	-	-
4ª Etapa	Córrego Comendador Martinelli	Galeria de reforço	R. Vde. de Nanique	375	6,50	-	-
	Córrego Tiburtino	Ampliação de galeria	R. Francisco Alves	360	3,24	-	-

* Sem alteração do volume existente.

FIGURA 6.1 Medidas de controle de cheias da Alternativa 1



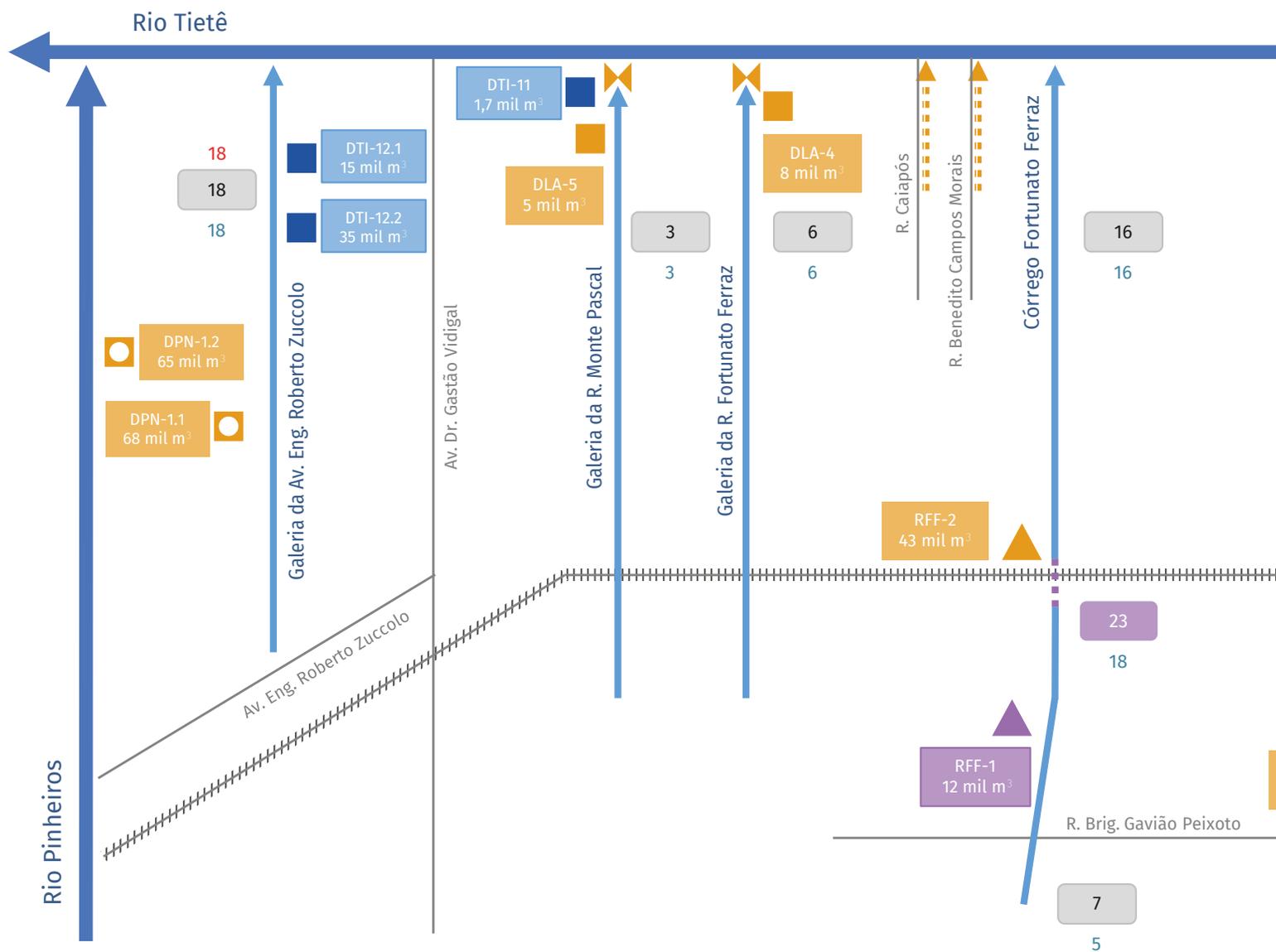


SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

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



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



INTERVENÇÕES NA 1ª ETAPA
(obras prioritárias)

▲ Reservatório

■ Pôlder

◻ Modernização de pôlder existente

← Ampliação de galeria

▬ Parque linear

✂ Válvula flap

INTERVENÇÕES NA 2ª ETAPA
(Tr 10 anos)

▲ Reservatório

▬ Galeria de reforço

← Ampliação de galeria

▬ Parque linear

EXISTENTE

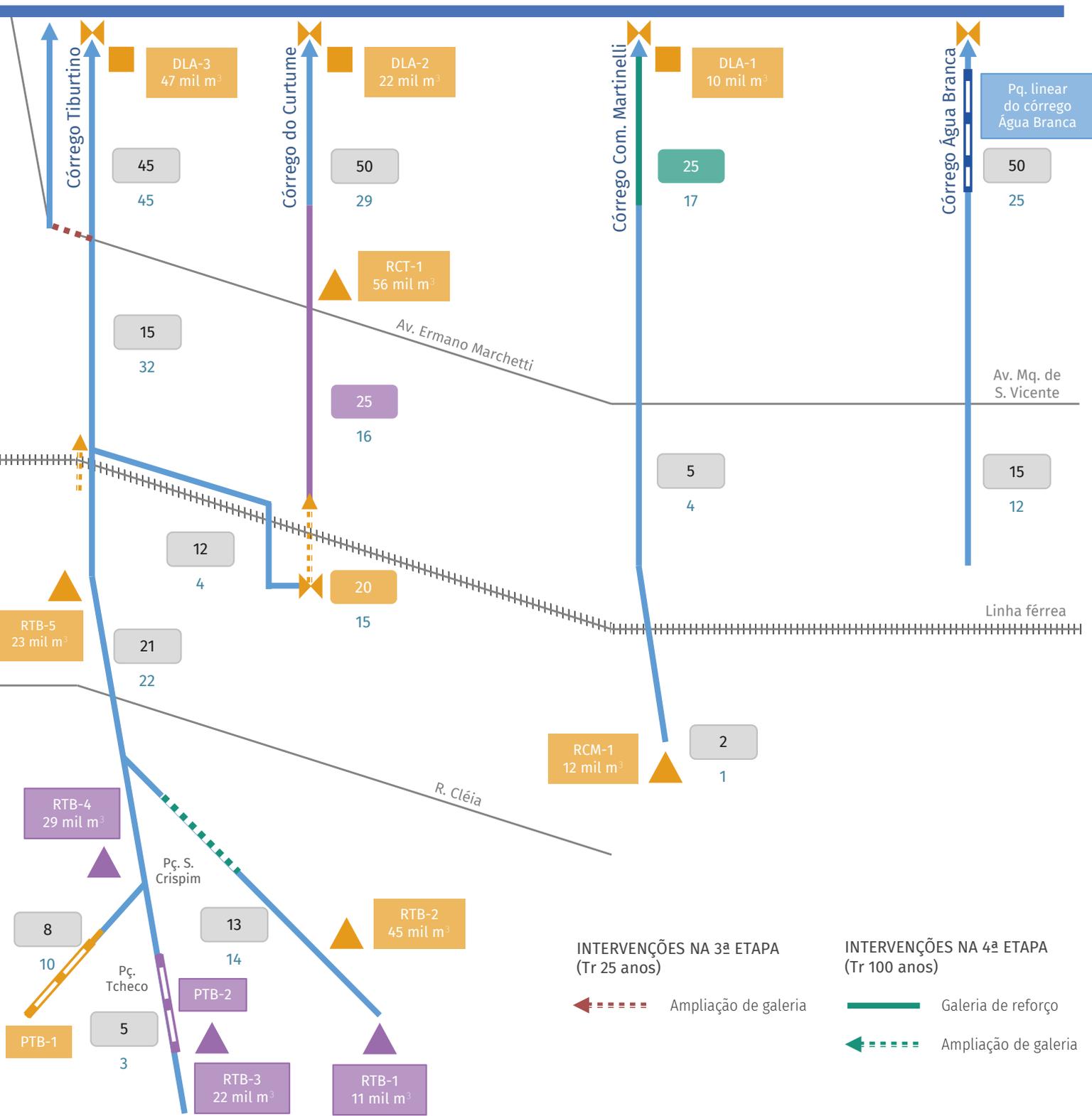
← Rede de drenagem

■ Pôlder

▬ Parque linear

Capacidade máxima da seção (m³/s)

Vazões Tr 100 anos (m³/s)



6.2 ALTERNATIVA 2

A Alternativa 2 foi concebida utilizando as mesmas premissas de implantação de medidas de armazenamento e reforço ou de substituição de galerias de drenagem.

A alternativa mantém as medidas estruturais de reservatórios de armazenamento localizados em terrenos com pouca ou nenhuma ocupação, minimizando interferências e custos associados à desapropriação de lotes. Em razão da ocupação da bacia estudada, a solução proposta distribuiu o volume reservado necessário em múltiplos reservatórios, preferencialmente nas cabeceiras dos córregos Comendador Martinelli, do Curtume, Tiburtino e Fortunato Ferraz.

Nessa alternativa, por sua vez, é contemplada a implantação de oito dos reservatórios de armazenamento da Alternativa 1, também em configuração *off line*, porém, com a alteração de alguns volumes de armazenamento (196,8 mil m³). As intervenções de uma etapa complemen-

tar, que engloba medidas de requalificação urbanística abrangendo 2,36 km² da área da bacia da Lapa, ampliam a capacidade de infiltração e retenção do escoamento na bacia e geram a redução nas dimensões das medidas propostas na Alternativa 1.

São mantidas ainda as propostas dos pôlderes, dos dois parques lineares e da galeria de reforço (1.250 m). Já a ampliação de galeria é de 3.700 m.

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.



Inundação na R. Francisco Luiz de Souza Júnior e córrego Água Branca (fotos cedidas pelo GGOUCAB)

TABELA 6.2 Medidas de controle da Alternativa 2

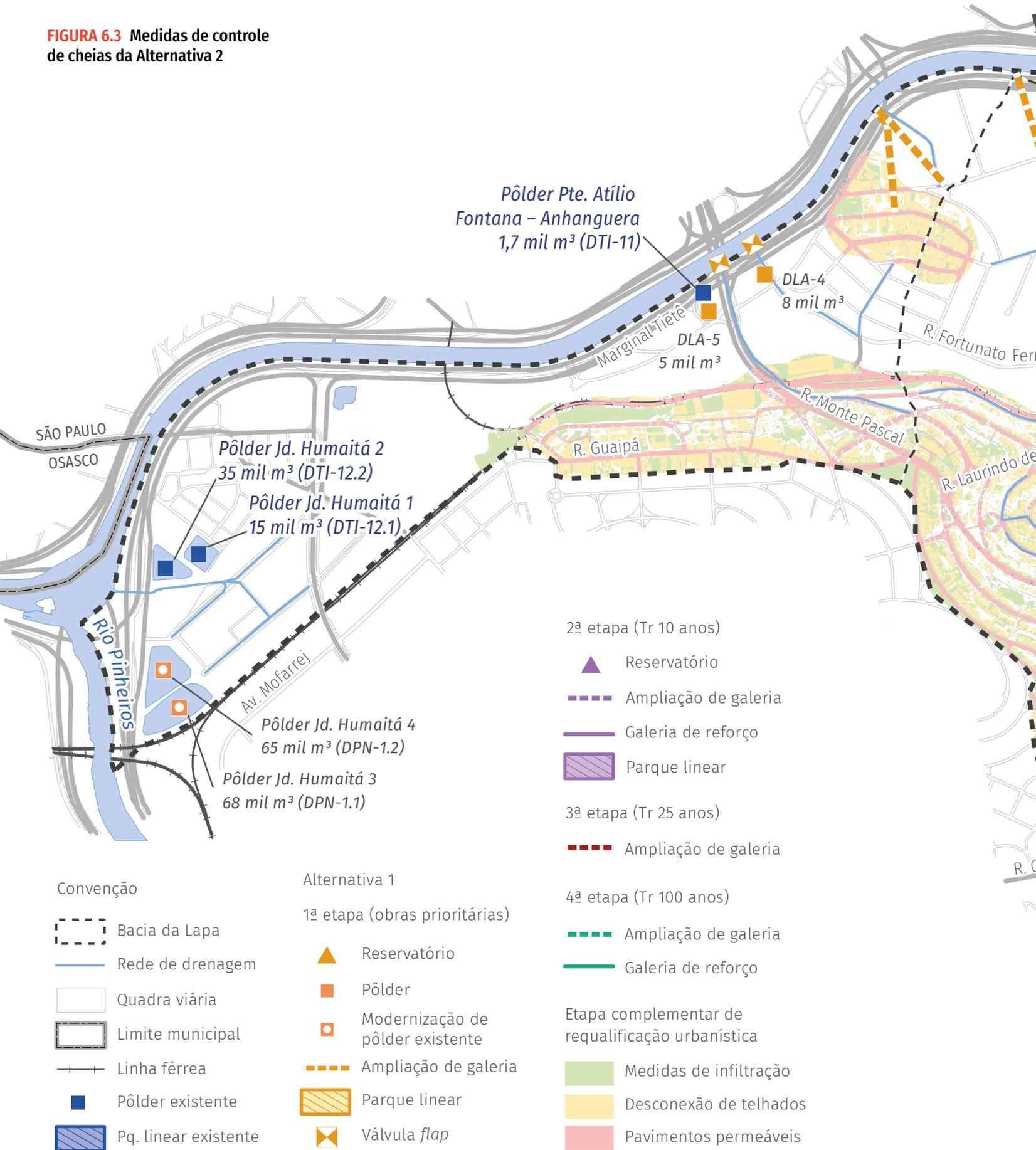
Etapa	Local	Intervenção	Referência	Dimensões			
				Extensão (m)	Área da seção (m²)	Área em planta (m²)	Volume (m³)
1ª Etapa	Bacia da Lapa	SbN	-	-	-	2.360.000	-
	Córrego Água Branca	Válvula <i>flap</i>	Marginal Tietê	-	-	-	-
	Córrego Comendador Martinelli	Reservatório (RCM-1)	Av. Sta. Marina	-	-	1.000	10.900
		Válvula <i>flap</i>	Marginal Tietê	-	-	-	-
		Pôlder (DLA-1)	R. Vde. de Nanique	-	-	2.500	9.800
	Córrego do Curtume	Válvula <i>flap</i>	R. Faustolo × R. Aurélia	-	-	-	-
		Reservatório (RCT-1)	R. Nicolau Perrone	-	-	4.000	54.200
		Ampliação de galeria	R. Caio Graco	715	4,90	-	-
		Pôlder (DLA-2)	R. Luiz Gatti	-	-	2.800	20.200
		Válvula <i>flap</i>	Marginal Tietê	-	-	-	-
	Córrego Tiburtino	Reservatório (RTB-2)	Pç. Eng. Arão Sahm	-	-	3.300	40.800
		Reservatório (RTB-5)	R. Roma	-	-	1.500	21.000
		Parque linear (PTB-1)	Pas. Hotelo Telles de Andrade	650	3,00	2.800	2.000
		Ampliação de galeria	R. John Harrison	85	3,00	-	-
		Pôlder (DLA-3)	Av. José Maria de Faria	-	-	5.300	47.000
		Válvula <i>flap</i>	Marginal Tietê	-	-	-	-
	Córrego Fortunato Ferraz	Ampliação de galeria	Av. Raimundo Pereira de Magalhães	1200	20,00	-	-
	Área de Contribuição Direta (ACD)	Ampliação de galeria	R. Benedito Campos Morais	380	2,00	-	-
		Ampliação de galeria	R. Caiapós	390	3,20	-	-
		Pôlder (DLA-4)	R. Fortunato Ferraz	-	-	1.400	7.600

TABELA 6.2 Medidas de controle da Alternativa 2

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Dimensões			
				Extensão (m)	Área da seção (m ²)	Área em planta (m ²)	Volume (m ³)
1ª Etapa	Área de Contribuição Direta (ACD)	Válvula <i>flap</i>	Marginal Tietê	-	-	-	-
		Pôlder (DLA-5)	Av. Ernesto Igel	-	-	1.400	4.600
		Válvula <i>flap</i>	Marginal Tietê	-	-	-	-
		Modernização de pôlder* (DPN-1.1)	Av. Eng. Roberto Zuccolo × Av. Dra. Ruth Cardoso	-	-	24.800	68.000
		Modernização de pôlder* (DPN-1.2)	Av. Eng. Roberto Zuccolo × Av. Dra. Ruth Cardoso	-	-	23.300	65.000
2ª Etapa	Córrego do Curtume	Galeria de reforço	R. do Curtume	860	5,25	-	-
	Córrego Tiburtino	Reservatório (RTB-1)	R. Jaricunas	-	-	900	9.200
		Reservatório (RTB-3)	Pç. Tcheco	-	-	1.200	20.200
		Parque linear (PTB-2)	Pç. Tcheco	76	2,50 a 7,00	-	-
		Reservatório (RTB-4)	Pç. S. Crispim	-	-	1.600	28.500
	Córrego Fortunato Ferraz	Ampliação de galeria	R. D. João V	184	2,80	700	-
		Reservatório (RFF-1)	Av. Mercedes	-	-	900	12.000
Ampliação de galeria		R. Gago Coutinho	54	11,20	-	-	
3ª Etapa	Córrego Tiburtino	Ampliação de galeria	Pç. Sebastião Jaime Pinto	325	3,24	-	-
4ª Etapa	Córrego Comendador Martinelli	Galeria de reforço	R. Vde. de Nanique	375	6,50	-	-
	Córrego Tiburtino	Ampliação de galeria	R. Francisco Alves	360	3,24	-	-

* Sem alteração do volume existente.

FIGURA 6.3 Medidas de controle de cheias da Alternativa 2





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)

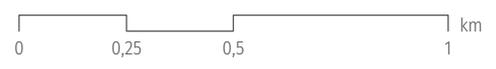
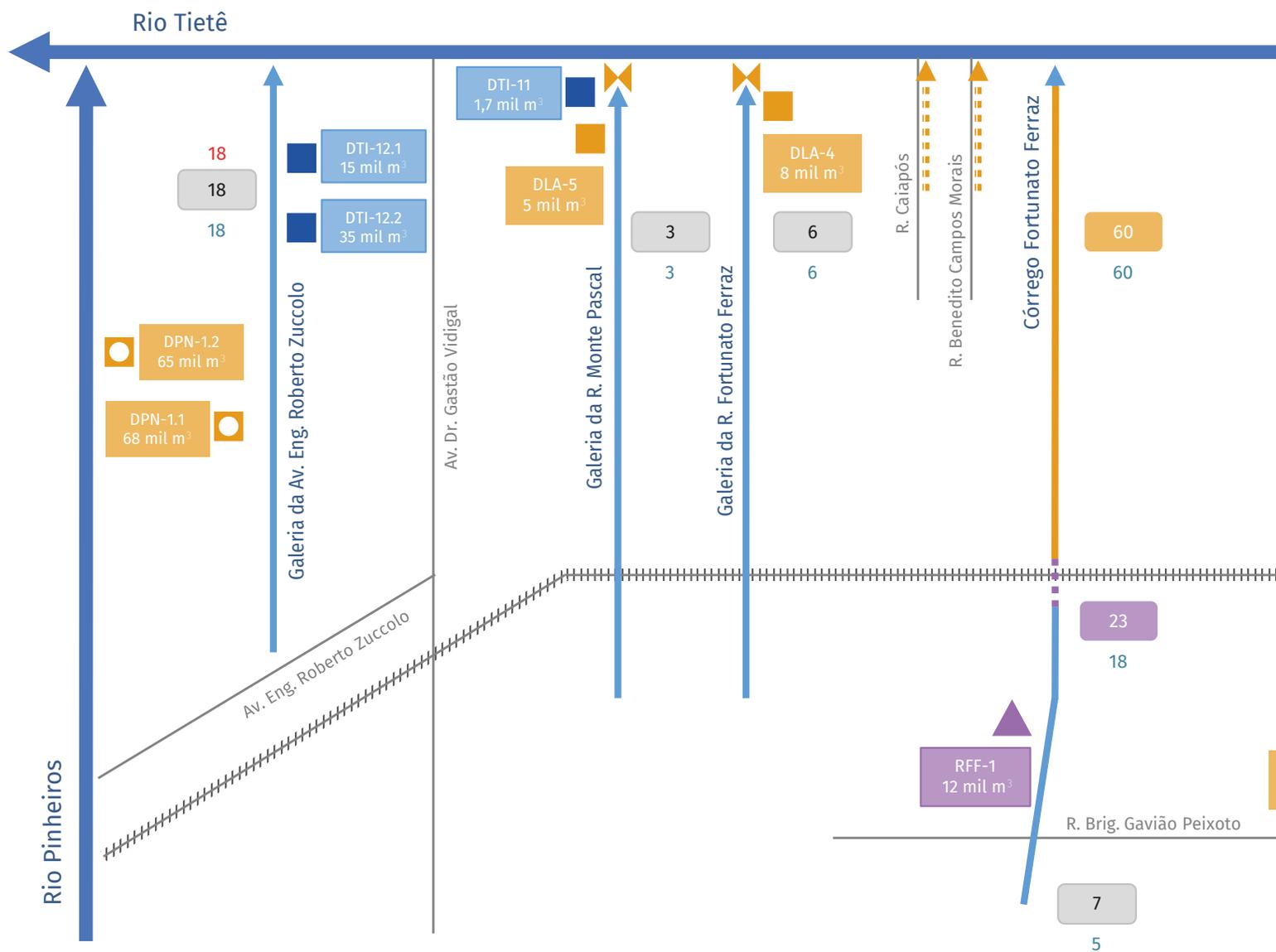


FIGURA 6.4 Diagrama unifilar de vazões – Alternativa 2 com as obras da 1ª, 2ª, 3ª e 4ª etapas



INTERVENÇÕES NA 1ª ETAPA
(obras prioritárias)

- Reservatório
- Pôlder
- Modernização de pôlder existente
- Ampliação de galeria
- Parque linear
- Válvula flap

INTERVENÇÕES NA 2ª ETAPA
(Tr 10 anos)

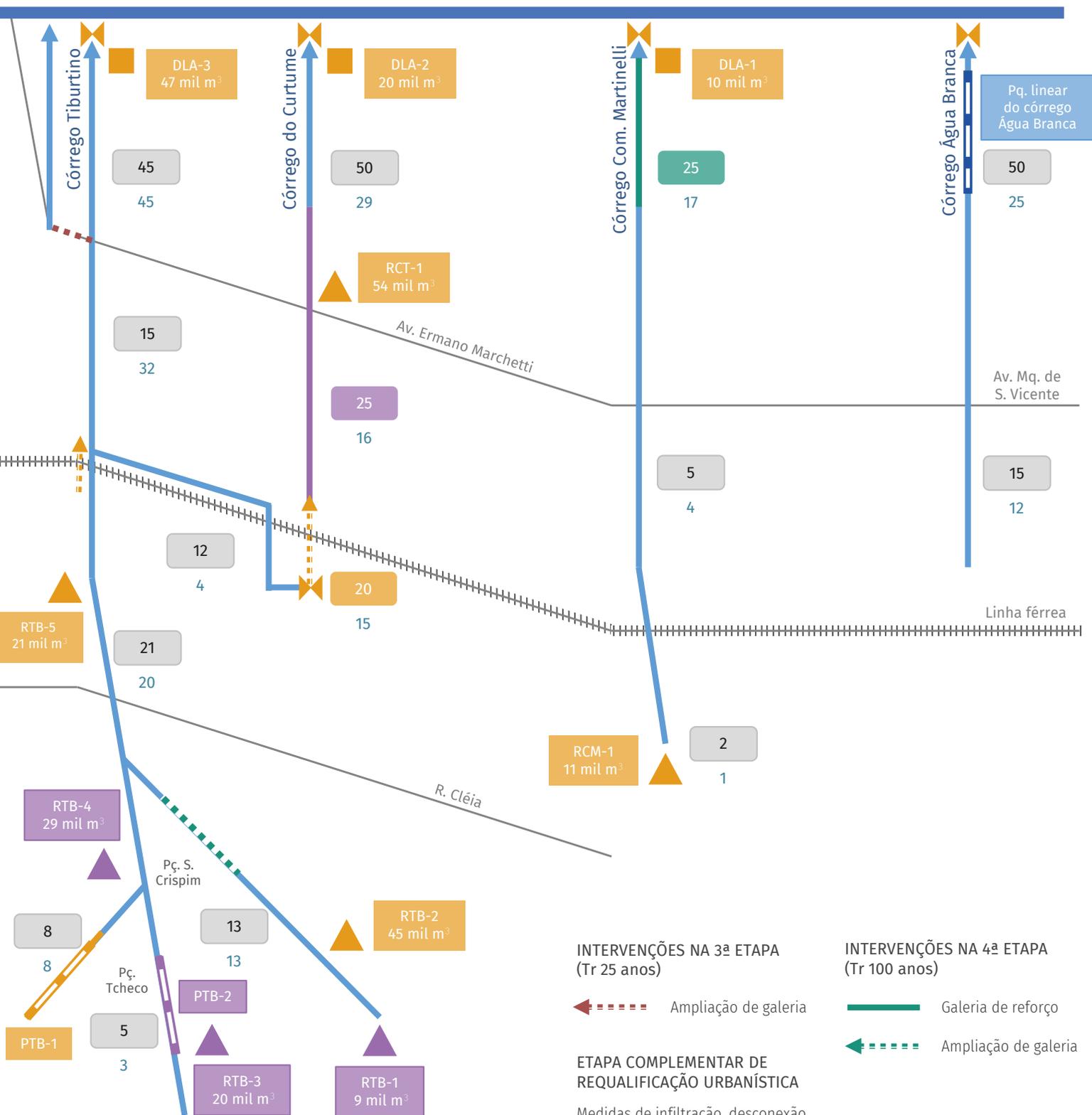
- Reservatório
- Galeria de reforço
- Ampliação de galeria
- Parque linear

EXISTENTE

- Rede de drenagem
- Pôlder
- Parque linear

Capacidade máxima da seção (m³/s)

Vazões Tr 100 anos (m³/s)



**INTERVENÇÕES NA 3ª ETAPA
(Tr 25 anos)**

Ampliação de galeria

**ETAPA COMPLEMENTAR DE
REQUALIFICAÇÃO URBANÍSTICA**

Medidas de infiltração, desconexão de telhados e pavimentos permeáveis

**INTERVENÇÕES NA 4ª ETAPA
(Tr 100 anos)**

Galeria de reforço

Ampliação de galeria

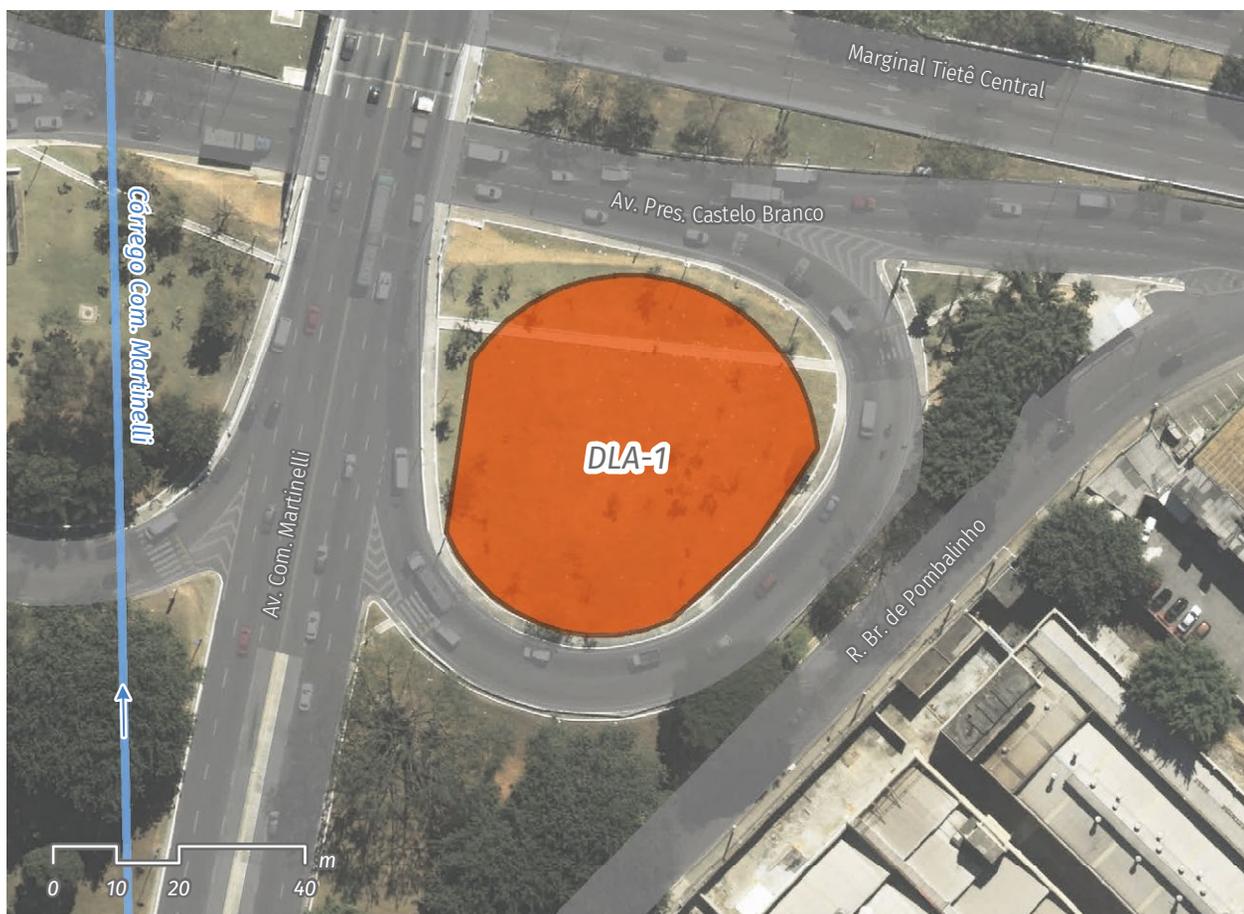
6.3 LOCALIZAÇÃO E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS DE RESERVAÇÃO E PARQUES LINEARES

Este item indica as localizações das áreas e as principais características dos cinco pôlderes, dos nove reservatórios e dos dois parques lineares propostos nas alternativas apresentadas. No caso dos reservatórios, ressalta-se que foram utilizadas sondagens para definir a profundidade das estruturas.



Vista aérea das imediações das ruas Votupoca e Jaricunas (foto: FCTH)

FIGURA 6.5 Localização do reservatório do pôlder DLA-1



Reservatório do pôlder – DLA-1

Alternativas 1 e 2 (2ª etapa)

Volume: 10 mil m³

Área: 2.500 m²

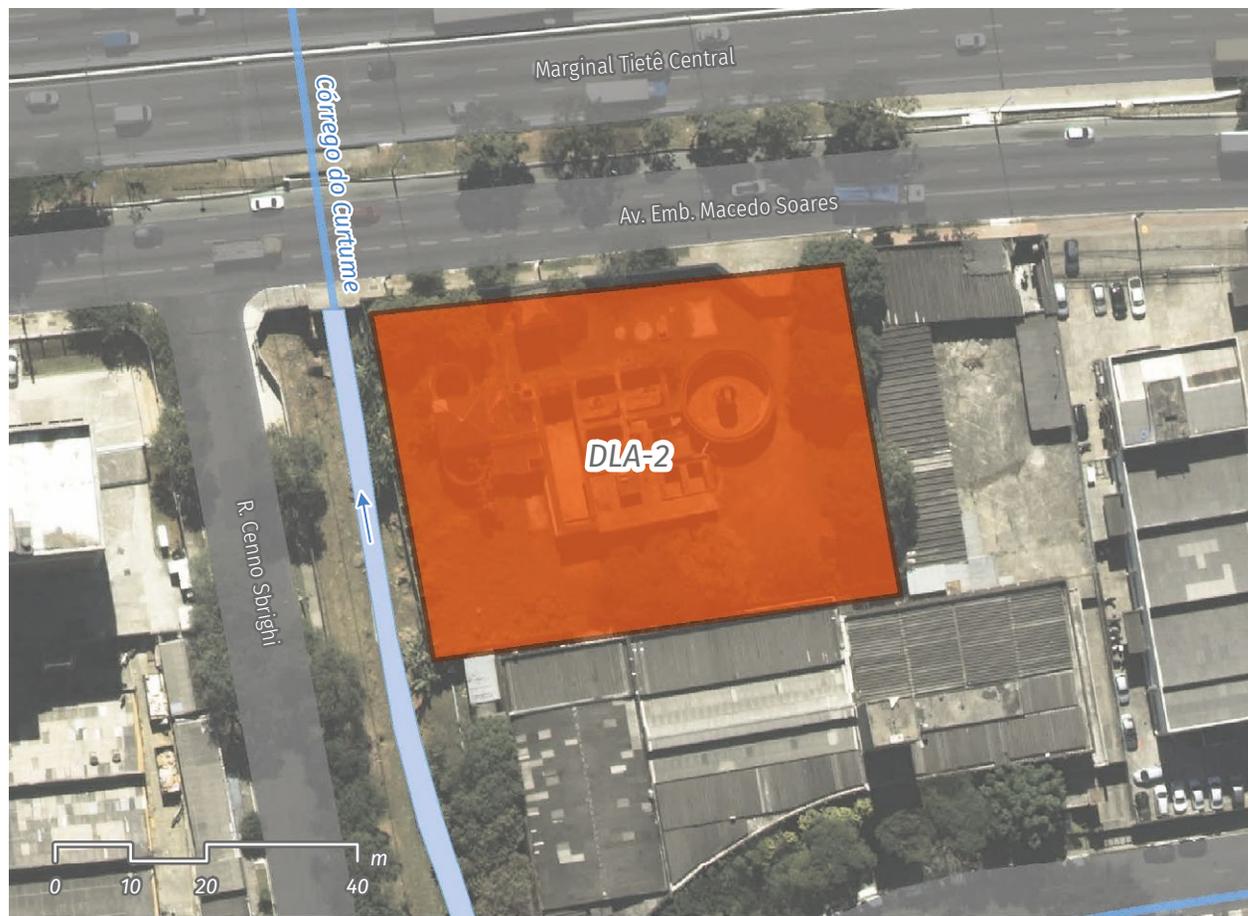
Profundidade: 4,0 m

Localização: R. Bar. de Pombalinho,
entre a Av. Pres. Castelo Branco e a
Av. Com. Martinelli

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

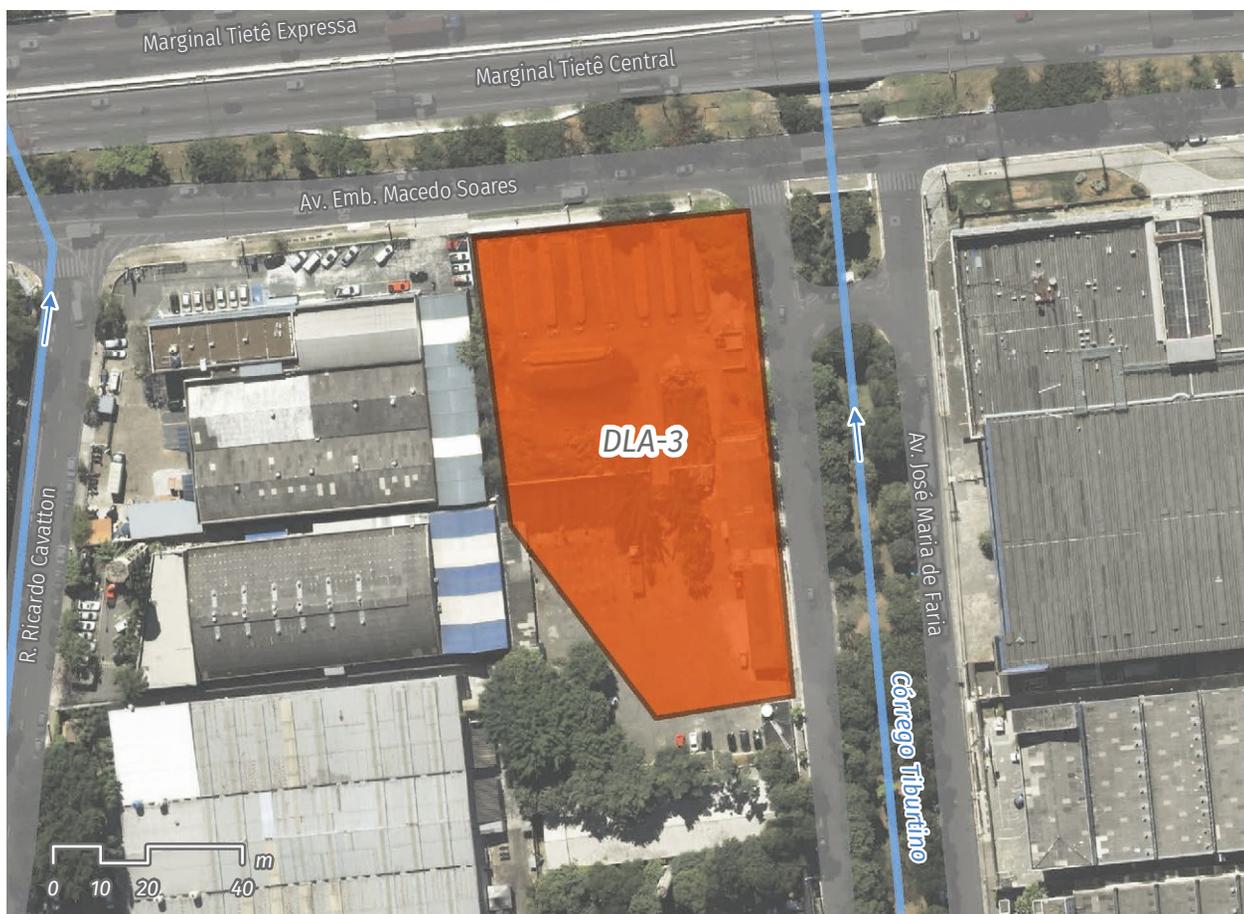


FIGURA 6.6 Localização do reservatório do pôlder DLA-2



Reservatório do pôlder – DLA-2
Alternativas 1 e 2 (2ª etapa)
Volume: 22 mil m³ (Alt. 1) e 20 mil m³ (Alt. 2)
Área: 2.800 m²
Profundidade: 7,9 m
Localização: Av. Emb. Macedo Soares
com a R. Luiz Gatti
Características: fechado em concreto,
off line e com esgotamento por bombas



FIGURA 6.7 Localização do reservatório do pôlder DLA-3

Reservatório do pôlder – DLA-3

Alternativas 1 e 2 (2ª etapa)

Volume: 47 mil m³

Área: 5.300 m²

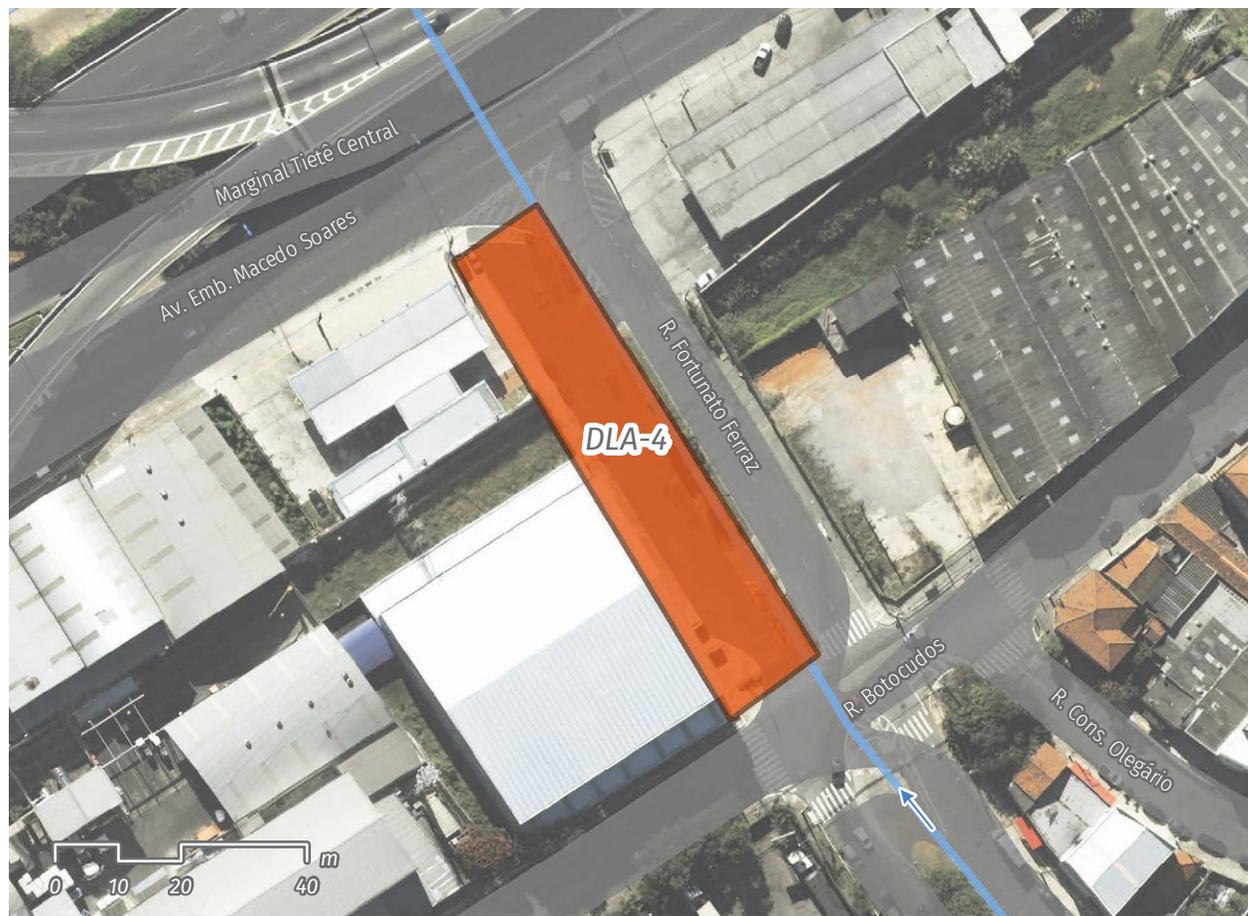
Profundidade: 8,9 m

Localização: Av. Emb. Macedo Soares
com a Av. José Maria de Faria

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



FIGURA 6.8 Localização do reservatório do pôlder DLA-4



Reservatório do pôlder – DLA-4

Alternativas 1 e 2 (2ª etapa)

Volume: 5 mil m³

Área: 1.400 m²

Profundidade: 3,6 m

Localização: R. Fortunato Ferraz, entre a R. Botocudos e a Av. Emb. Macedo Soares

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



FIGURA 6.9 Localização do reservatório do pôlder DLA-5

Reservatório do pôlder – DLA-5
 Alternativas 1 e 2 (2ª etapa)
 Volume: 8 mil m³
 Área: 1.400 m²
 Profundidade: 5,4 m
 Localização: R. Ernesto Igel, entre a
 R. Monte Pascal e a Av. Emb. Macedo Soares
 Características: fechado em concreto,
off line e com esgotamento por bombas



FIGURA 6.10 Localização do reservatório RCM-1



Reservatório – RCM-1

Alternativas 1 e 2 (2ª etapa)

Volume: 12 mil m³ (Alt. 1) e 11 mil m³ (Alt. 2)

Área: 1.000 m²

Profundidade: 12,0 m

Localização: Av. Sta. Marina

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



FIGURA 6.11 Localização do reservatório RCT-1

Reservatório – RCT-1

Alternativas 1 e 2 (2ª etapa)

Volume: 56 mil m³ (Alt. 1) e 54 mil m³ (Alt. 2)

Área: 4.000 m²

Profundidade: 14,0 m

Localização: Pç. Mal. Carlos Machado Bittencourt,
entre as ruas Renata Crespi e Luiz Gatti

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



FIGURA 6.12 Localização do reservatório RTB-1



Reservatório – RTB-1

Alternativas 1 e 2 (2ª etapa)

Volume: 11 mil m³ (Alt. 1) e 9 mil m³ (Alt. 2)

Área: 900 m²

Profundidade: 12,2 m

Localização: cruzamento entre as ruas Jaricunas, Acuruá, Paumari e Votupoca

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



FIGURA 6.13 Localização do reservatório RTB-2



Reservatório – RTB-2
 Alternativas 1 e 2 (1ª etapa)
 Volume: 45 mil m³ (Alt. 1) e 41 mil m³ (Alt. 2)
 Área: 3.300 m²
 Profundidade: 13,6 m
 Localização: R. Sepetiba com
 a R. Daniel Bitencourt
 Características: fechado em concreto,
off line e com esgotamento por bombas



FIGURA 6.14 Localização do reservatório RTB-3



Reservatório – RTB-3

Alternativas 1 e 2 (2ª etapa)

Volume: 22 mil m³ (Alt. 1) e 20 mil m³ (Alt. 2)

Área: 1.200 m²

Profundidade: 18,3 m

Localização: Pç. Tcheco, na Av. Ricardo Medina Filho

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



FIGURA 6.15 Localização do reservatório RTB-4

Reservatório – RTB-4

Alternativas 1 e 2 (2ª etapa)

Volume: 29 mil m³

Área: 1.600 m²

Profundidade: 18,1 m

Localização: Pç. S. Crispim, entre as ruas Tito e Ponta Porã

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



FIGURA 6.16 Localização do reservatório RTB-5



Reservatório – RTB-5

Alternativas 1 e 2 (1ª etapa)

Volume: 23 mil m³ (Alt. 1) e 21 mil m³ (Alt. 2)

Área: 1.500 m²

Profundidade: 15,3 m

Localização: Pç. Nicola Festa, entre as ruas Roma e Jeroaquara

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



FIGURA 6.17 Localização do reservatório RFF-1



Reservatório – RFF-1

Alternativas 1 e 2 (2ª etapa)

Volume: 12 mil m³

Área: 900 m²

Profundidade: 13,3 m

Localização: Pç. Alfredo Egidio Arruda Vilela,
na R. Duarte da Costa

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



FIGURA 6.18 Localização do reservatório RFF-2



Reservatório – RFF-2
Alternativa 1 (1ª etapa)
Volume: 43 mil m³
Área: 3.000 m²
Profundidade: 14,0 m
Localização: Av. Raimundo Pereira de Magalhães,
junto da linha férrea
Características: fechado em concreto,
off line e com esgotamento por bombas



FIGURA 6.19 Localização do parque linear PTB-1



Parque Linear – PTB-1

Alternativas 1 e 2 (1ª etapa)

Volume: 2 mil m³

Área: 2.800 m²

Localização: Pas. Hotelo Telles de Andrade

Características: abertura do córrego e
implantação de parque linear



FIGURA 6.20 Localização do parque linear PTB-2



Parque Linear – PTB-2

Alternativas 1 e 2 (2ª etapa)

Volume: sem reservação

Área: 700 m²

Localização: Pç. Tcheco

Características: abertura do córrego e
implantação de parque linear



6.4 VISTAS E PERSPECTIVAS DAS MEDIDAS PROPOSTAS NAS ALTERNATIVAS

Neste item, são apresentados esquemas ilustrativos, perspectivas, plantas e cortes das propostas paisagísticas elaboradas para a região de cabeceira do córrego Tiburtino, com o objetivo de aprimorar o espaço urbano, a paisagem e o meio ambiente.

As propostas paisagísticas foram formuladas a partir de critérios urbanísticos e paisagísticos que vislumbram a integração harmônica das infraestruturas de drenagem com o ambiente urbano. Durante o desenvolvimento dessas propostas, as ideias e necessidades tanto da sociedade civil como das instituições interessadas foram ouvidas e integradas aos projetos.

As intervenções ocorrem na Praça São Crispim, entre a Rua Tito e a Avenida Ricardo Medina Filho; na Passagem Hotelo Telles de Andrade, localizada nos fundos de lote da R. Araçatuba, onde passa um dos braços canalizados do córrego Tiburtino; e na Praça Tcheco, localizada também na Avenida Ricardo Medina Filho.

Na Praça São Crispim, é proposta a ampliação da área de praça, requalificando o viário que a divide atualmente. Com isso, é prevista a mudança do fluxo de carros no local, tornando a praça uma rotatória. Além

disso, um reservatório fechado é proposto no local, sob o viário da Rua Tito. É importante ressaltar que, com a ampliação da praça, haverá a abertura do córrego Tiburtino, o que permitirá o contato das pessoas com a água.

Também é proposto na praça um *play-ground* integrado ao entorno, com formas orgânicas e estética lúdica. Para as áreas de estar, é indicada a inclusão de bancos rochosos e mesas que serpenteiem a arborização e as áreas sombreadas do local. Essa intervenção preserva a arborização já existente, que passa a ser integrada ao paisagismo do projeto.

Considerando os possíveis fluxos do espaço, a nova praça é complementada com o traçado de caminhos e passarelas para pedestres integrados a elementos naturais como o próprio córrego Tiburtino aberto.

Ao longo da Passagem Hotelo Telles de Andrade, com o objetivo de reabrir o córrego e restaurar o contato das pessoas com os elementos naturais no ambiente urbano, se propõe a implantação de um parque linear com uma passarela metálica, apoiada nos taludes projetados ou existentes ou nos muros. Os acessos, que integram a passagem às ruas paralelas, e a conexão da Praça Araçatuba à Praça São Crispim serão preservados.

Nos muros existentes, propõe-se a inclusão de grafites, formando painéis artísticos ao longo do percurso, e de postes de iluminação, para maior segurança dos pedestres. As variações de seção ao longo da passagem no local são evidenciadas nos cortes, destacando-se os trechos que permaneceriam canalizados, em razão de sua largura, e as alterações nos trechos de abertura.

Na Praça Tcheco, é proposto um reservatório fechado que ocupará ambos os lados da via. Além disso, sugere-se a implementação de um parque linear sobre este reservatório, funcionando como um canteiro central da via. Assim como na Praça São Crispim, sugere-se a reabertura do córrego Tiburtino e a adoção dos conceitos de integração do pedestre com o ambiente e de mobiliário lúdico, interativo e com formas orgânicas, de modo a levar em consideração a existência da Emei Ricardo Gonçalves, situada junto à praça.

Para a vegetação proposta no projeto, é recomendado priorizar o uso de espécies nativas e de espécies arbóreas que não tenham raízes profundas ou agressivas. São sugeridas, assim, espécies frutíferas nativas, como a grumixama (*Eugenia brasiliensis*) e a uvaia (*Eugenia pyriformis*), e com floração, como o ipê-amarelo (*Handroanthus albus*) e a quaresmeira (*Tibouchina granulosa*).



FIGURA 6.21 Esquema geral das propostas paisagísticas nas praças S. Crispim e Tcheco e na Pas. Hotel Telles de Andrade



Pç. Araçatuba

Pas. Hotelo Telles de Andrade | Pq. linear

R. Ponte Poia

Av. Ricardo Medina Filho

R. Tito

Pç. S. Crispim

Reservatório

FIGURA 6.22 Planta com a localização das propostas paisagísticas nas praças S. Crispim e Tcheco e na Pas. Hotelo Telles de Andrade



Pas. Hotelo Telles de Andrade | Pq. Linear

Pç. Dr. Otávio Perez Velasco

Pç. Araçatuba

R. Ponte Preta

R. Dinieper



R. Tito

Pç. S. Crispim

Reservatório

R. Ponte Porã

R. Dinieper

Av. Ricardo Medina Filho

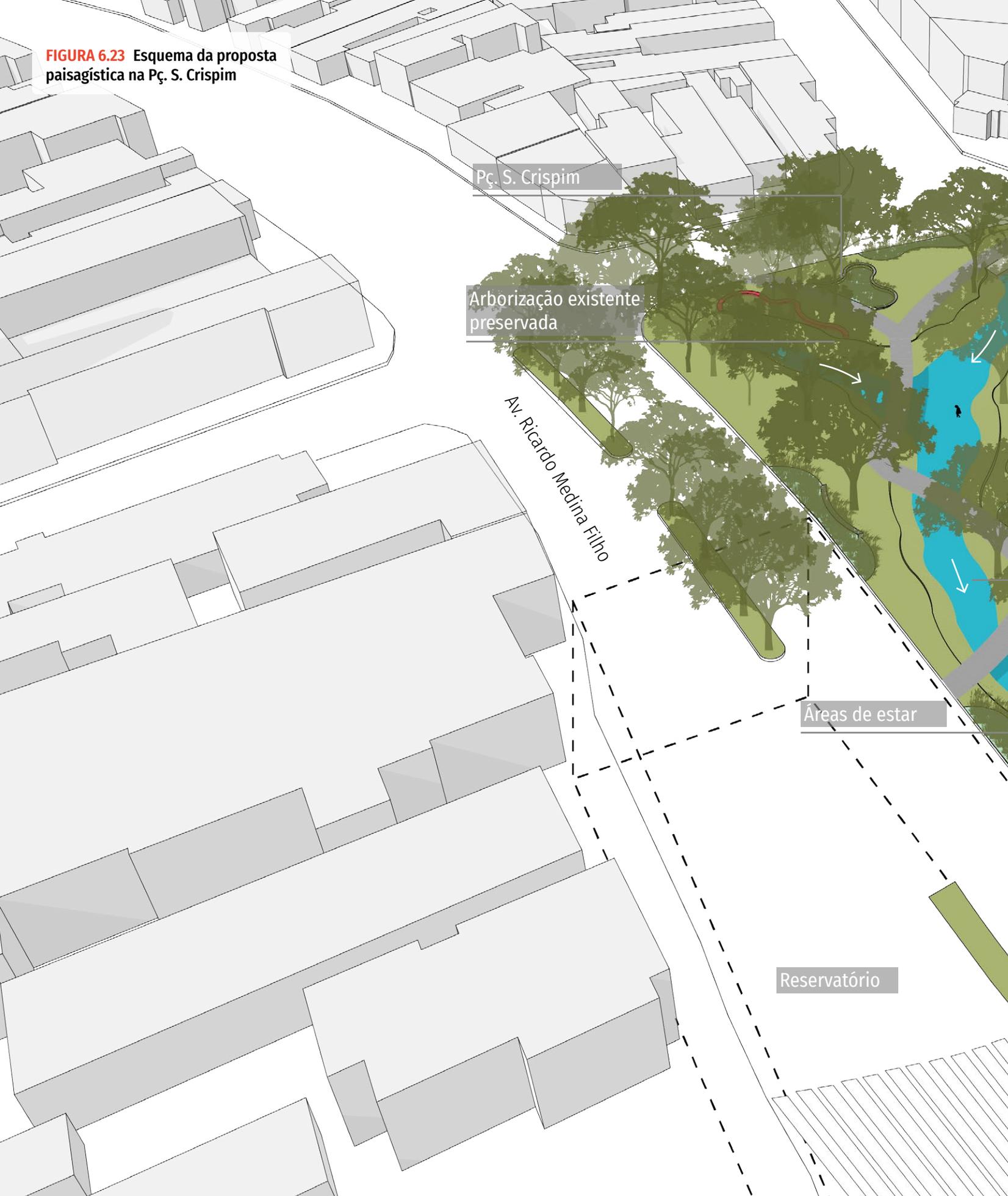
Reservatório

Pç. Tcheco | Pq. Linear

0 25 50 100m

N

FIGURA 6.23 Esquema da proposta paisagística na Pç. S. Crispim





Playground

Córrego Tiburtino

R. Tito

FIGURA 6.24 Planta de localização da proposta paisagística na Pç. S. Crispim





Reservatório

Av. Ricardo Medina Filho

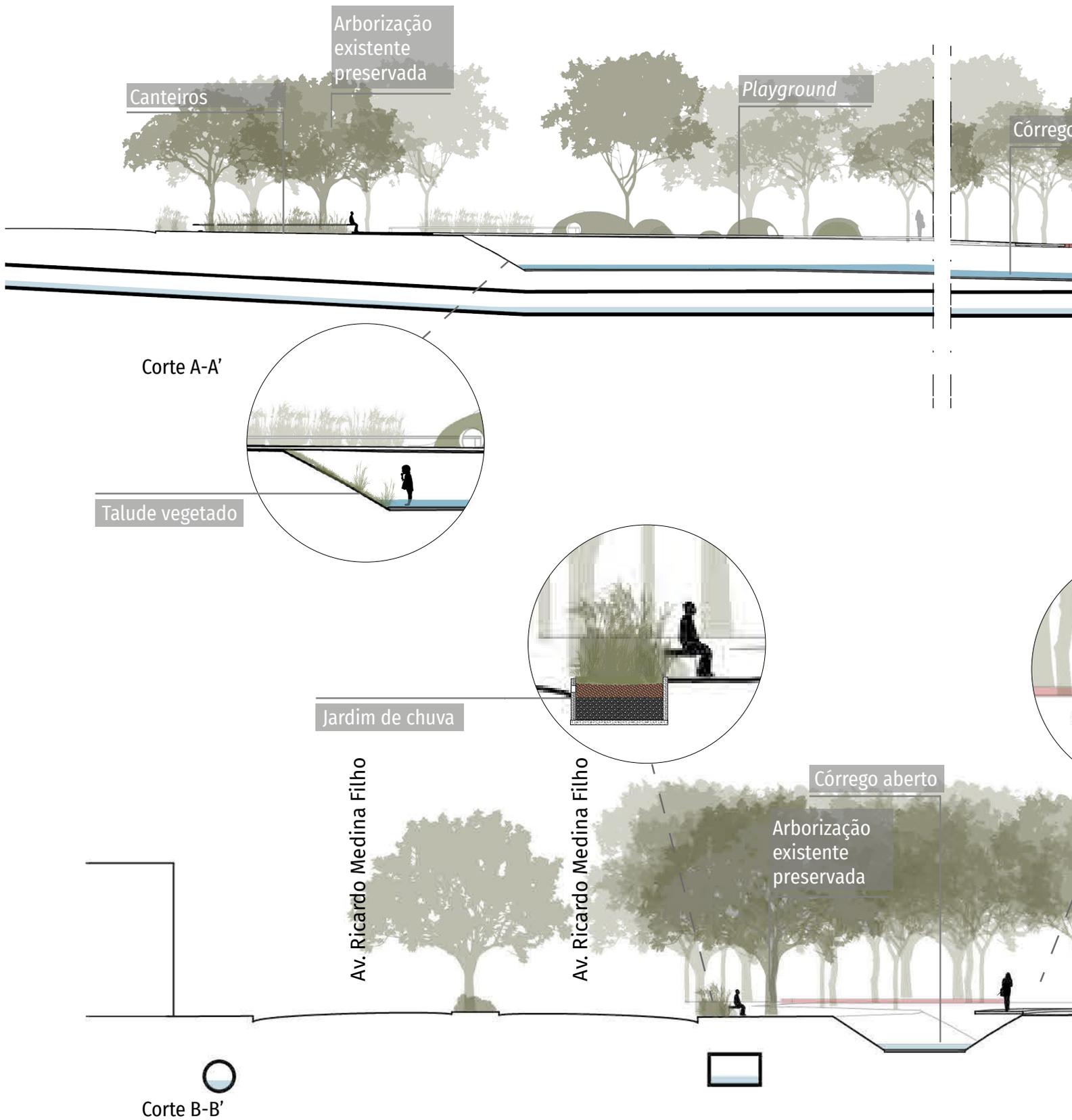
A

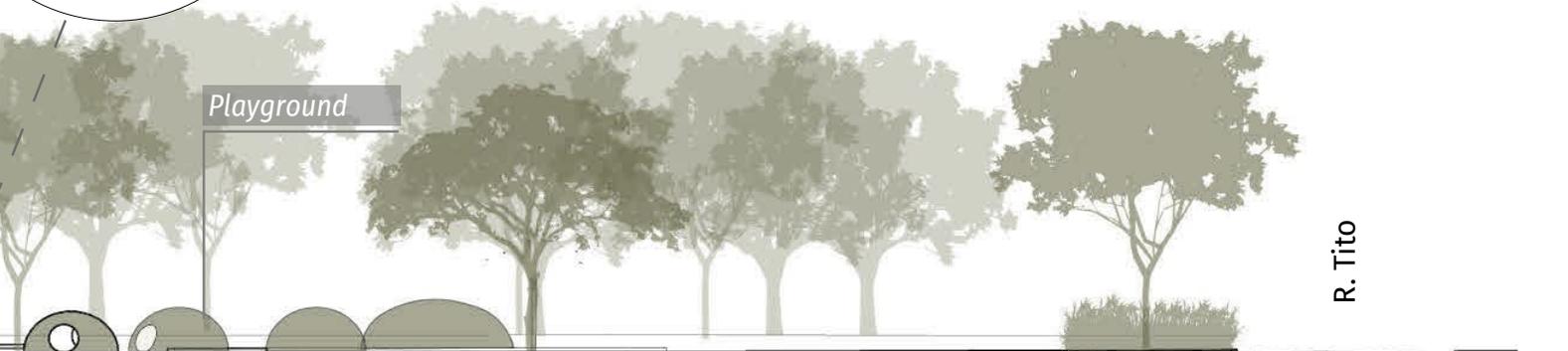
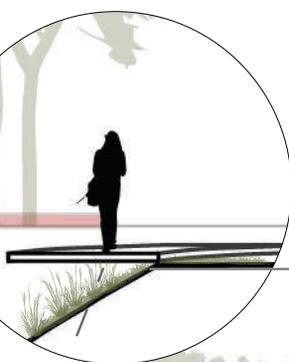
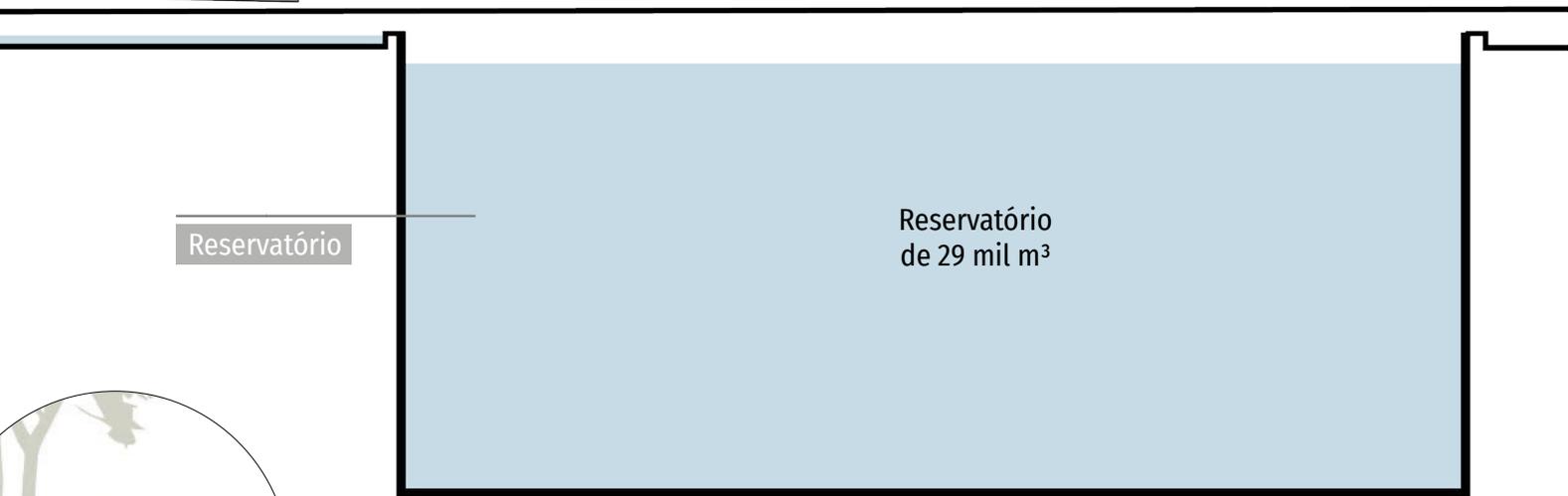
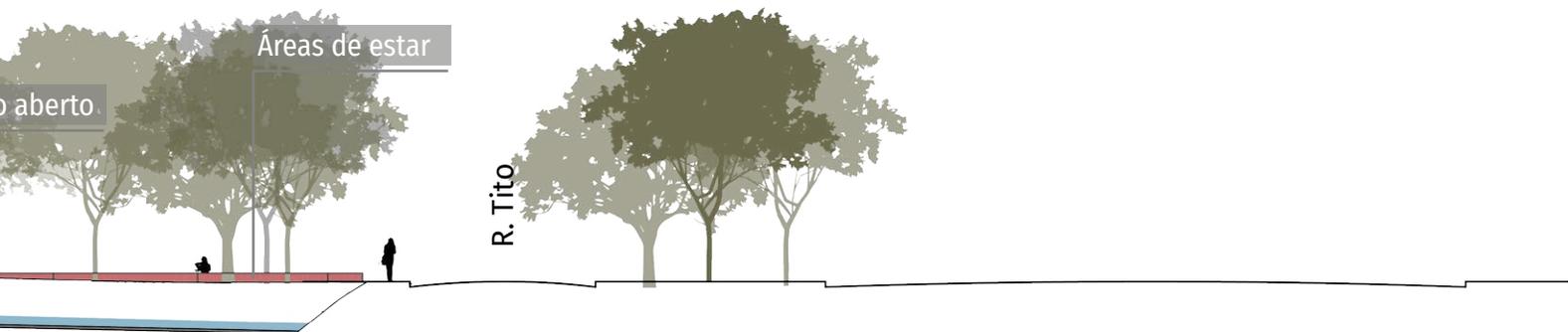
B

0 5 10 25m

N

FIGURA 6.25 Cortes da proposta paisagística na Pç. S. Crispim





0 2,5 5 15m

0 2,5 5 15m

FIGURA 6.26 Pç. S. Crispim, situação atual (montante)



FIGURA 6.27 Perspectiva da proposta paisagística na Pç. S. Crispim (montante)



FIGURA 6.28 Pç. S. Crispim, situação atual (jusante)



FIGURA 6.29 Perspectiva da proposta paisagística na Pç. S. Crispim (jusante)



FIGURA 6.30 Acesso para a Pas. Hotelo Telles de Andrade, situação atual



FIGURA 6.31 Perspectiva da proposta paisagística na Pas. Hotelo Telles de Andrade

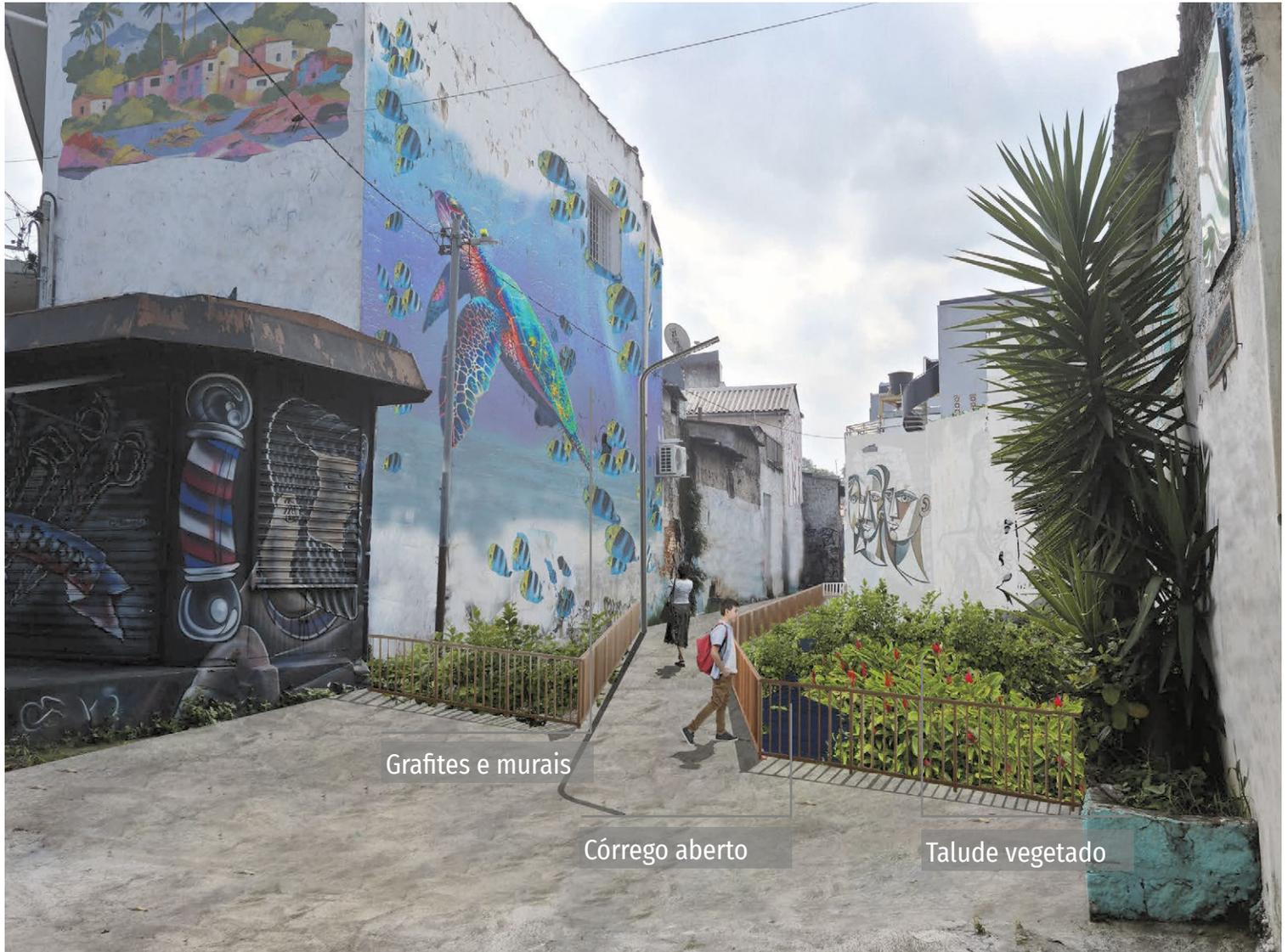
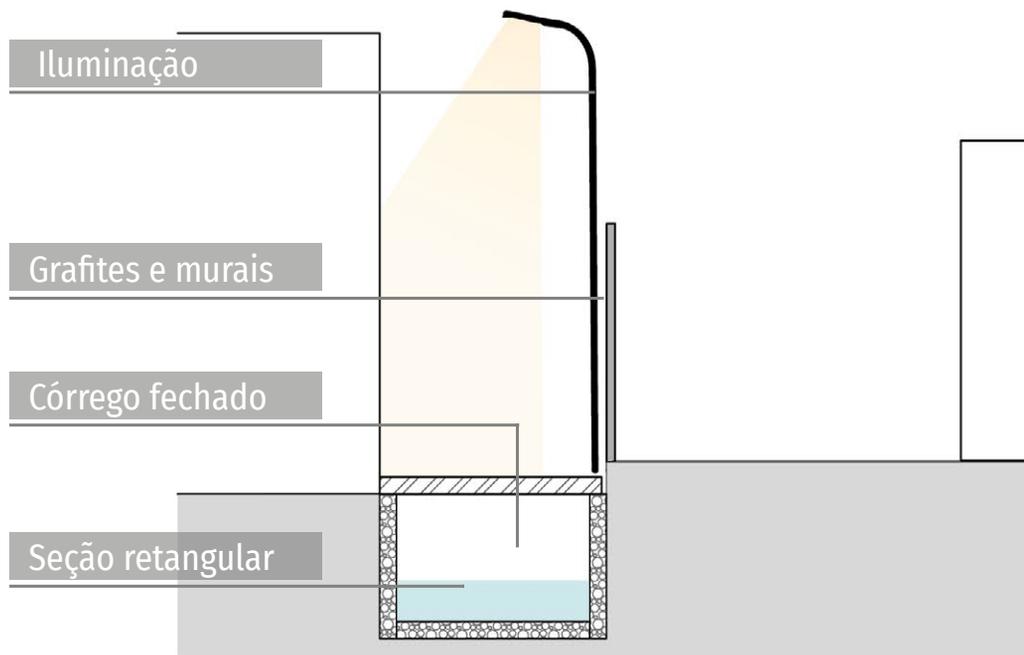
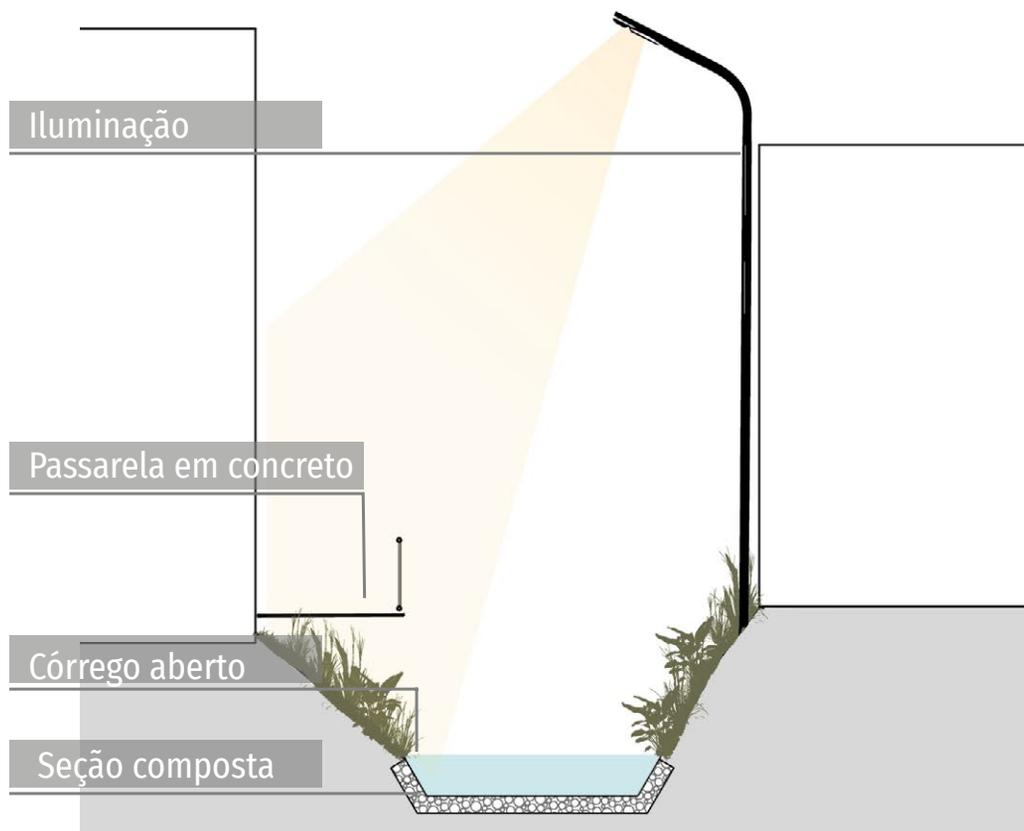


FIGURA 6.32 Planta e cortes na Pas. Hotel Telles de Andrade (jusante)





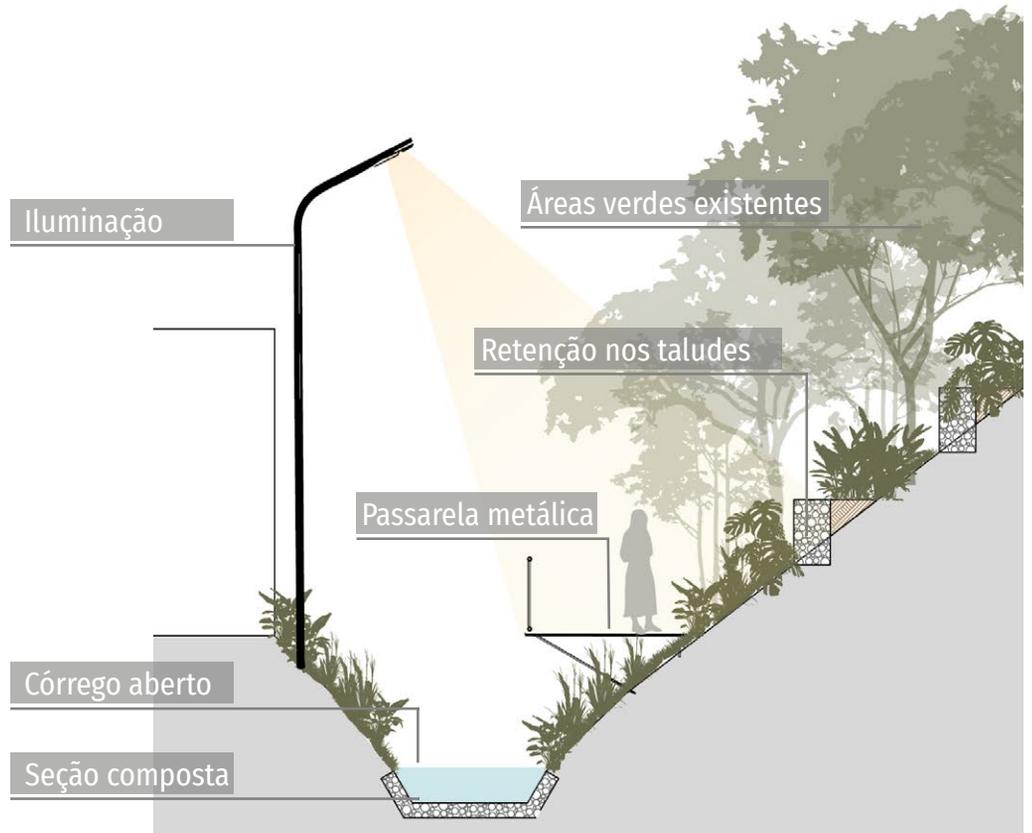
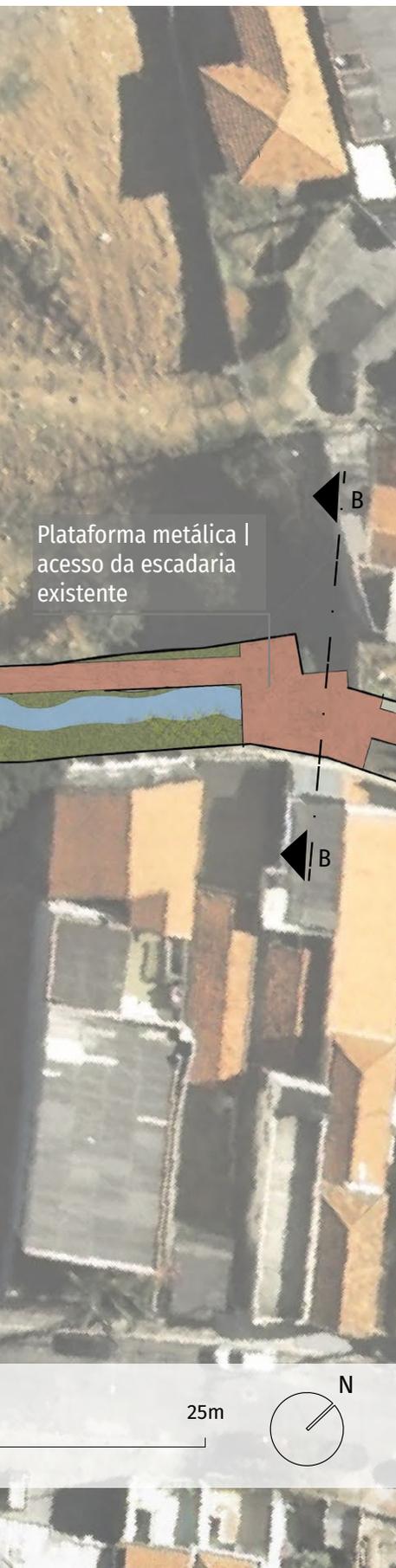
Corte A-A'



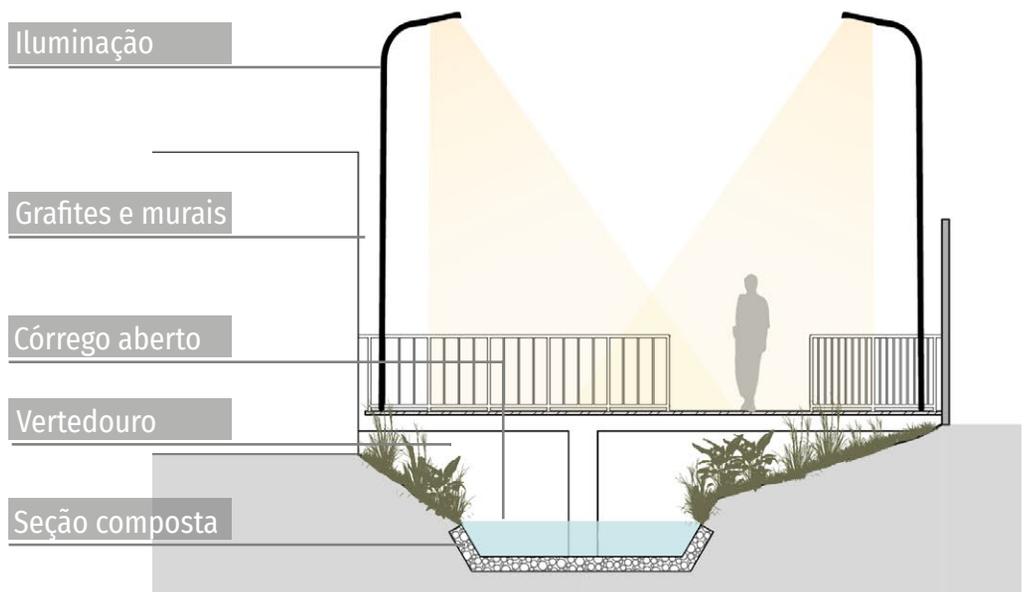
Corte B-B'

FIGURA 6.33 Planta e cortes na Pas. Hotel Telles de Andrade (montante)





Corte A-A'



Corte B-B'

FIGURA 6.34 Pas. Hotelo Telles de Andrade, situação atual (trecho médio)



FIGURA 6.35 Perspectiva da proposta paisagística na Pas. Hotelo Telles de Andrade (trecho médio)



FIGURA 6.36 Pç. Araçatuba, situação atual



FIGURA 6.37 Perspectiva da proposta paisagística na Pç. Araçatuba



FIGURA 6.38 Esquema da proposta paisagística do parque linear na Pç. Tcheco



Córrego aberto

Pç. Tcheco

Mobiliário interativo

Caramanchão

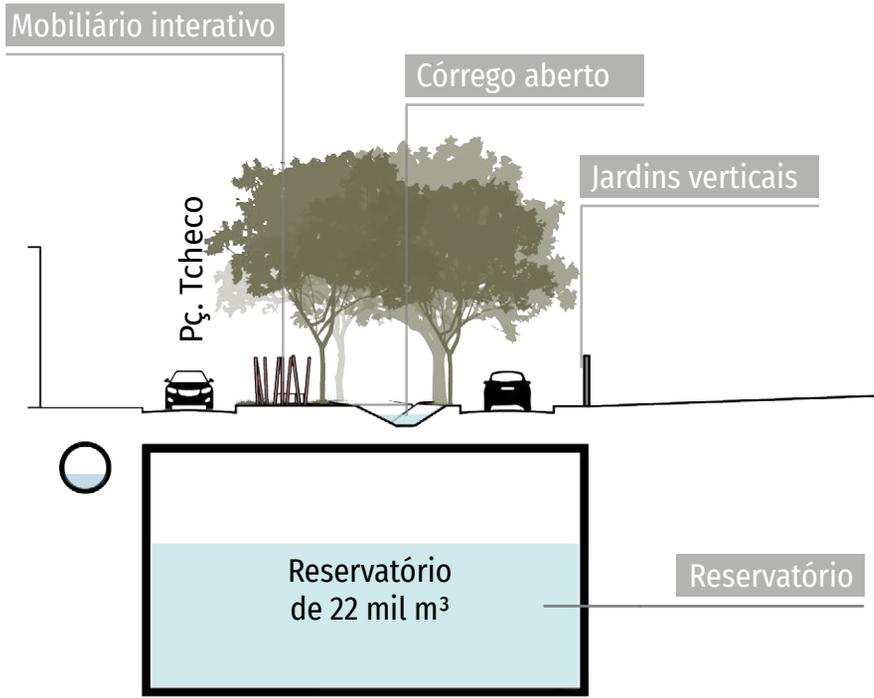
Áreas de estar

Reservatório

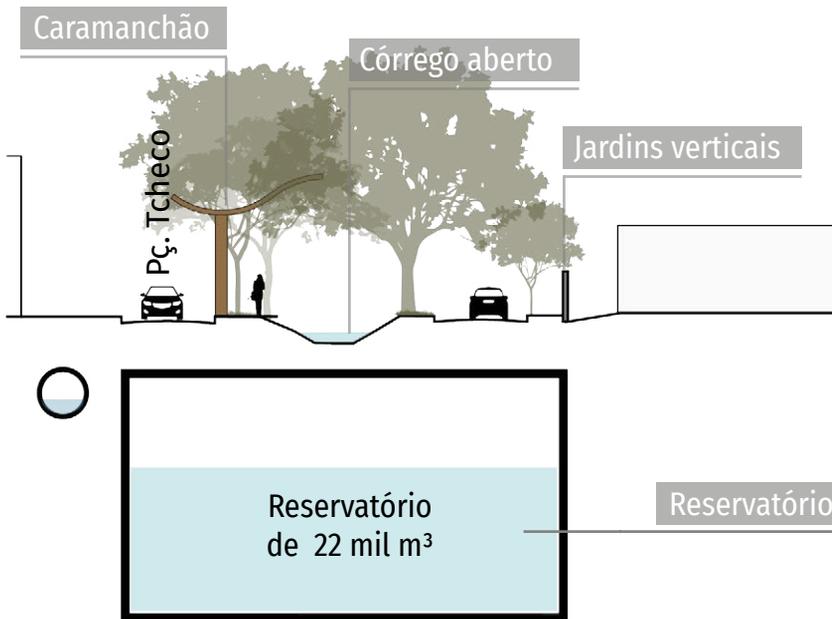


FIGURA 6.39 Planta e cortes da proposta paisagística do parque linear na Pç. Tcheco





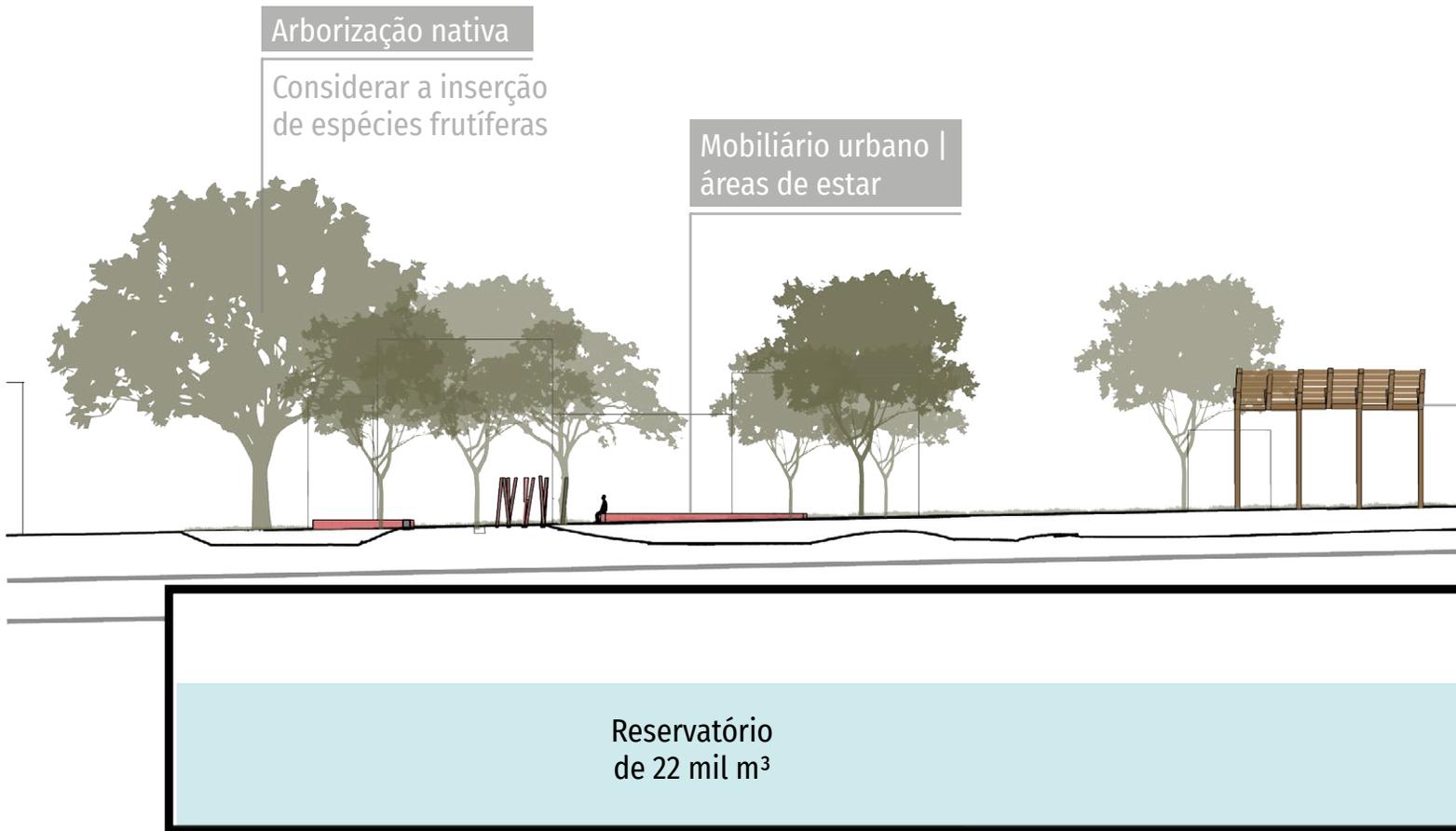
Corte A-A'



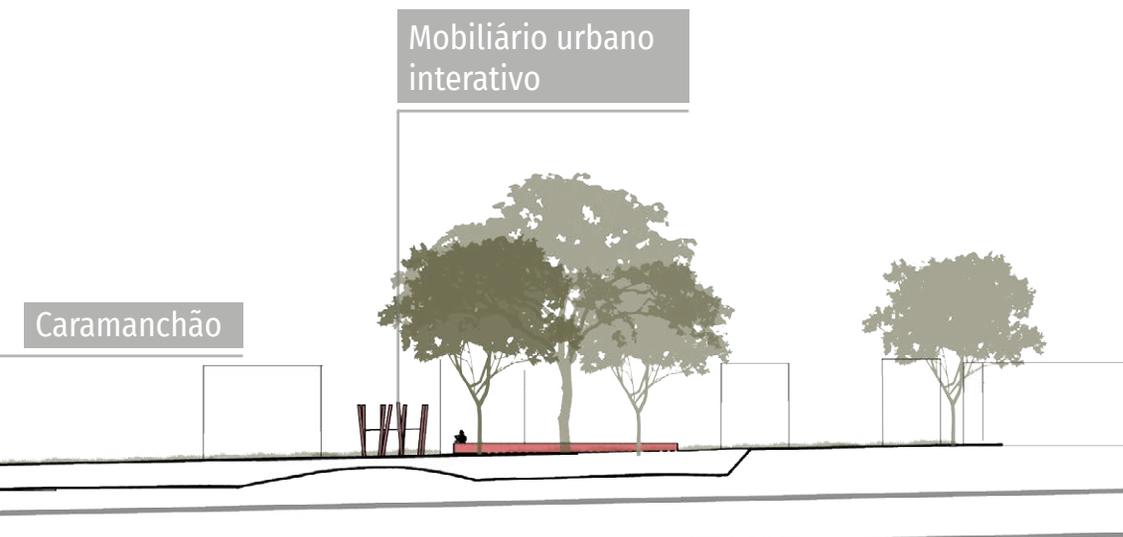
Corte B-B'



FIGURA 6.40 Corte longitudinal da proposta paisagística do parque linear na Pç. Tcheco



Corte longitudinal



Reservatório



6.5 MEDIDAS COMPLEMENTARES

Como medida complementar, recomenda-se a realização de inspeção ao longo das galerias já instaladas nos córregos Água Branca, Comendador Martinelli, do Curtume, Tiburtino e Fortunato Ferraz, assim como nas áreas de contribuição direta para o Rio Tietê, que podem apresentar pontos de desmoronamento, obstruções e colapso.

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

Sugere-se também a manutenção das estruturas dos pôlderes na região do Jardim Humaitá (**FIGURA 6.41**). Elas têm função de controle de cheias especificamente para os rios Pinheiros e Tietê, e apenas com o bom funcionamento dessas estruturas haverá proteção para a Área de Contribuição Direta.

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

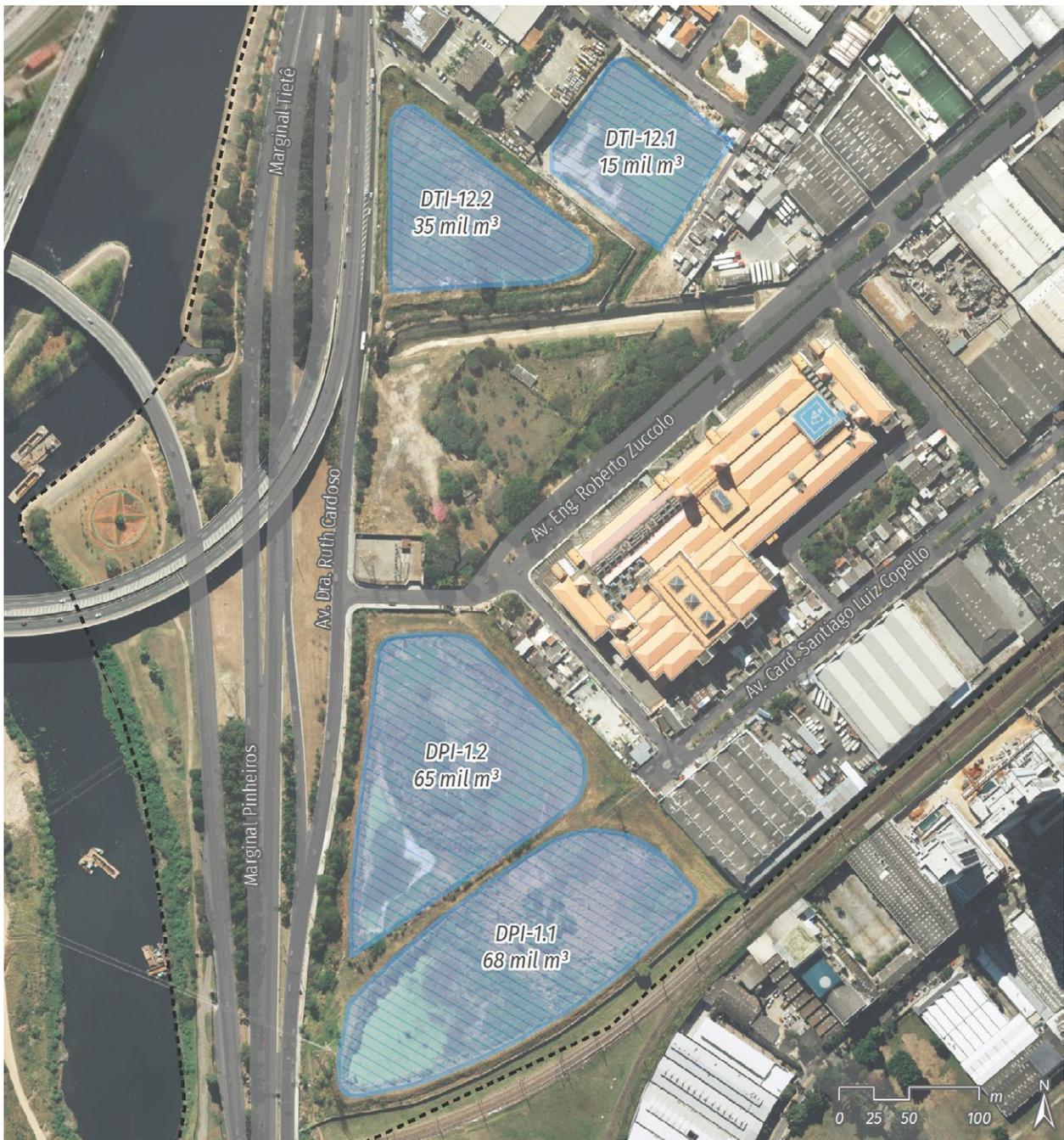


FIGURA 6.41 Localização dos pôlderes existentes no Jd. Humaitá

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 dar orientação aos proprietários da região para a adaptação dos espaços. Para isso, são estabelecidos critérios para construções à prova de enchentes, conforme segue¹⁷:

- Estabelecimento de um piso com nível superior à linha-d'água estimada;
- Prever o transporte de material de valor para pisos superiores;
- 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 contato com a água;

17. TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. (Org). **Inundações Urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hidricos, 2003.

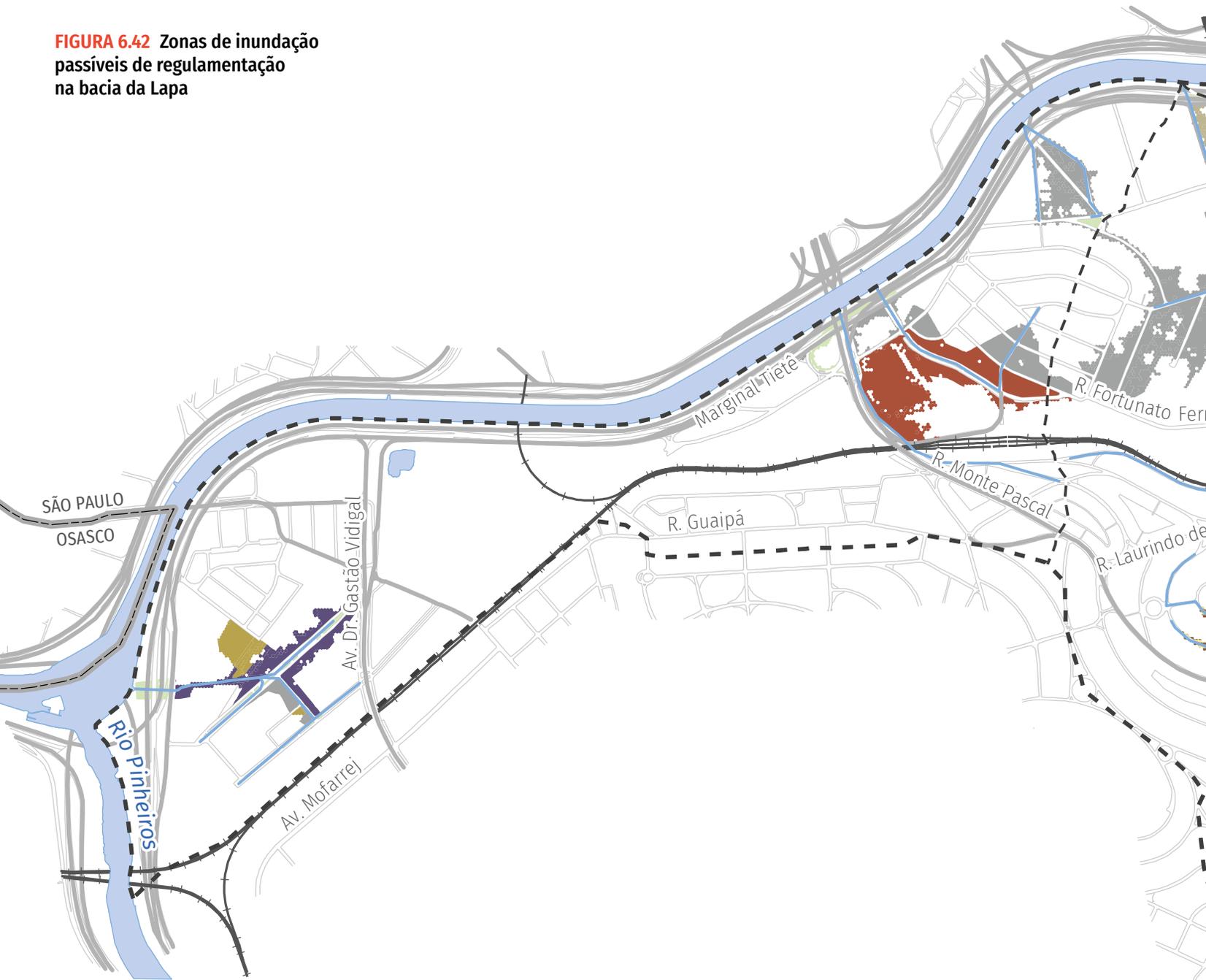
- Estanqueidade e reforço das paredes de porões e de pisos sujeitos à inundaçãõ;
- Ancoragem de paredes contra deslizamentos, uma técnica de engenharia utilizada para estabilizar e reforçar paredes em áreas suscetíveis a deslizamentos;
- Em áreas baixas, considerar o refluxo das águas provenientes de cheias do curso principal através dos canais e galerias projetados, a fim de proteger as áreas afetadas;
- As construções devem ser projetadas para resistir à pressão hidrostática, a empuxos, a momentos e à erosão;
- Para os pavimentos de edificações com risco de inundaçãõ, prever o escoamento através da estrutura, evitando o desmoronamento de paredes.

A **FIGURA 6.42** indica as zonas de uso que devem passar por regulamentação junto à Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (LPUOS). Para as zonas originais indicadas na Figura, deve ser mantido o tipo de uso e acrescentada a condição de restrição.

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

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

FIGURA 6.42 Zonas de inundação passíveis de regulamentação na bacia da Lapa

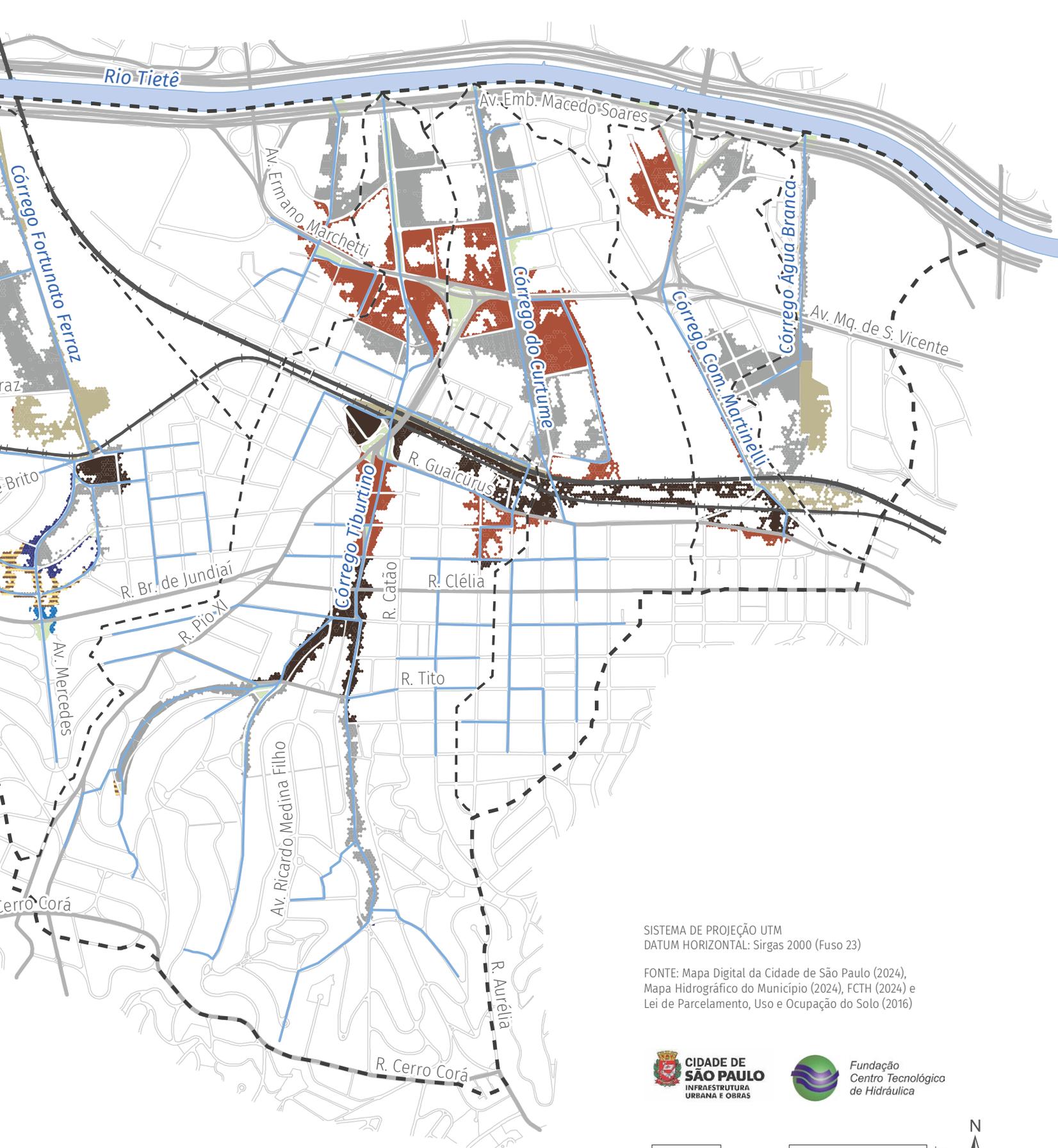


Convenção

-  Bacia da Lapa
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Limite municipal
-  Linha férrea

Zoneamento

-  ZEM
-  ZCOR-1
-  ZCOR-2
-  ZM
-  ZEIS-1
-  ZPI-1
-  ZOE
-  ZC
-  ZER-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)



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

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

- Secretaria Municipal 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 6.43**.

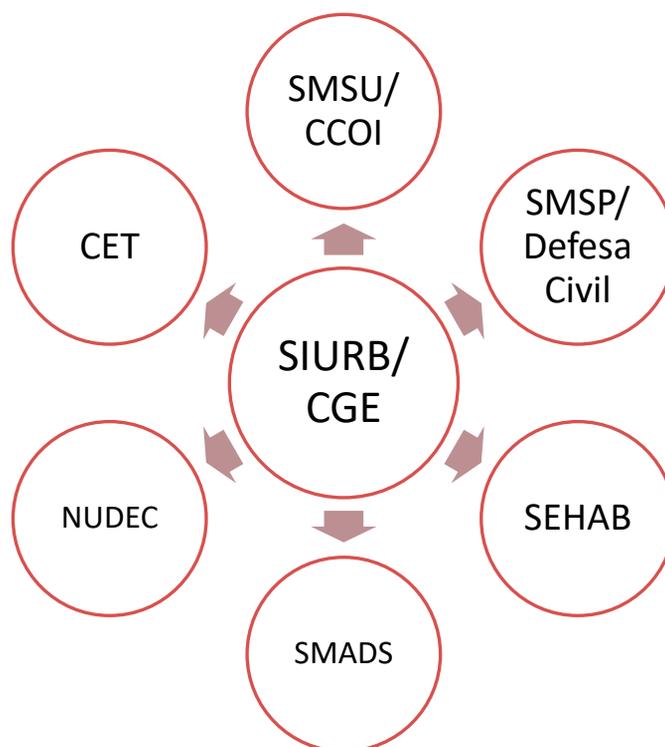


FIGURA 6.43 Articulação institucional em situações de emergência

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.

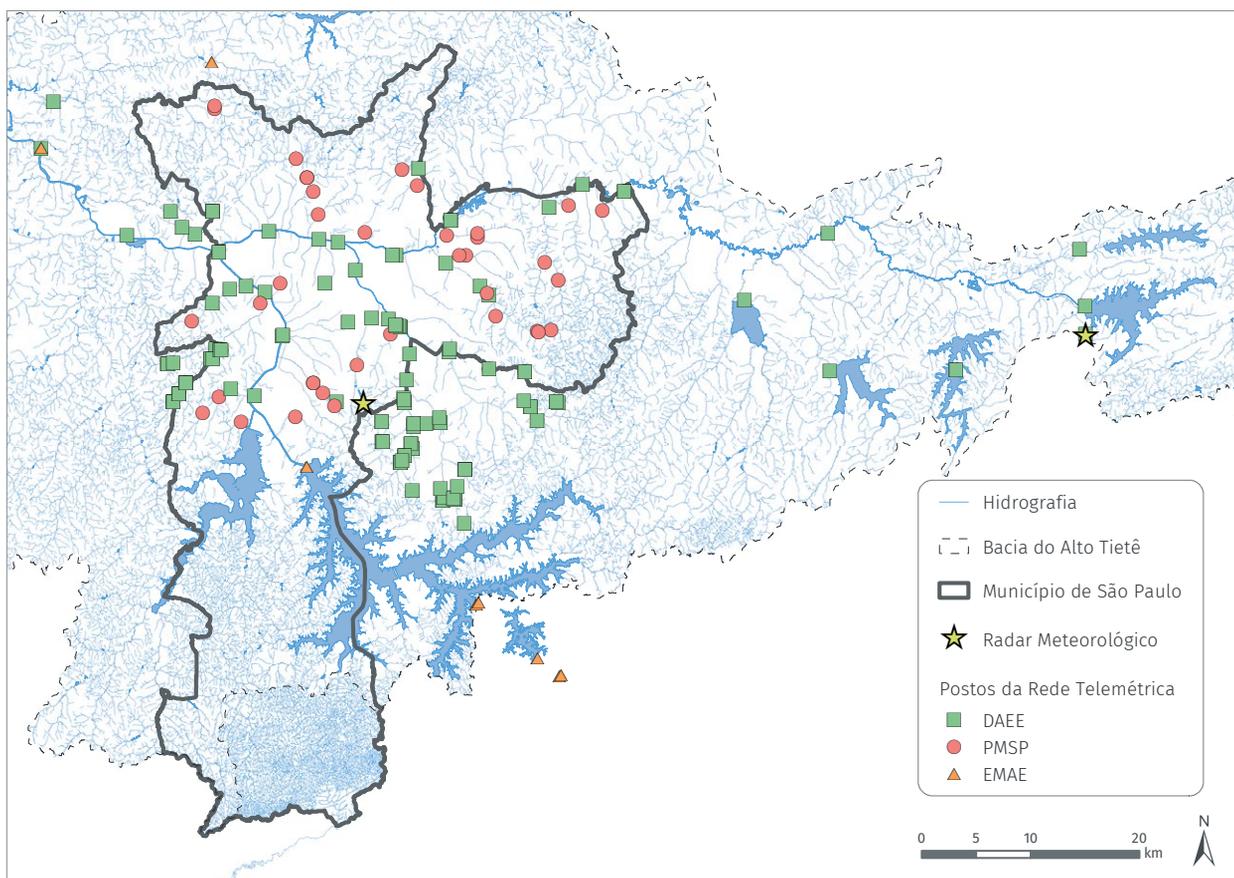


FIGURA 6.44 Postos da rede telemétrica do SAISP

O mapa da **FIGURA 6.45** 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.

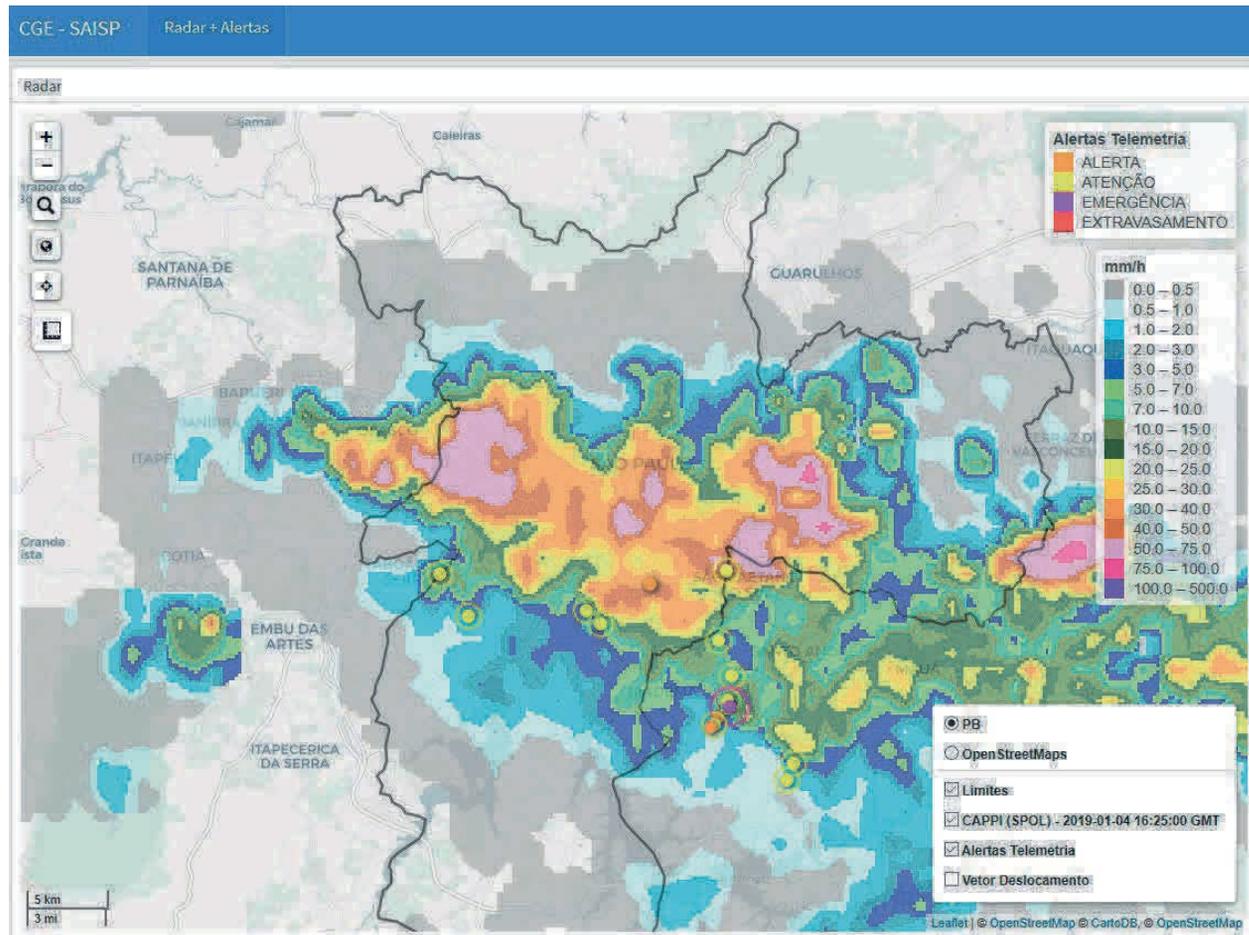


FIGURA 6.45 Mapa de chuva observada e alertas da telemetria

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 6.47** indica o nível do Rio Tietê durante a passagem da onda de cheia no evento do dia 11 de março de 2019 e seus níveis de criticidade.

6.6.3.2 CENTRO DE GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIA (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.

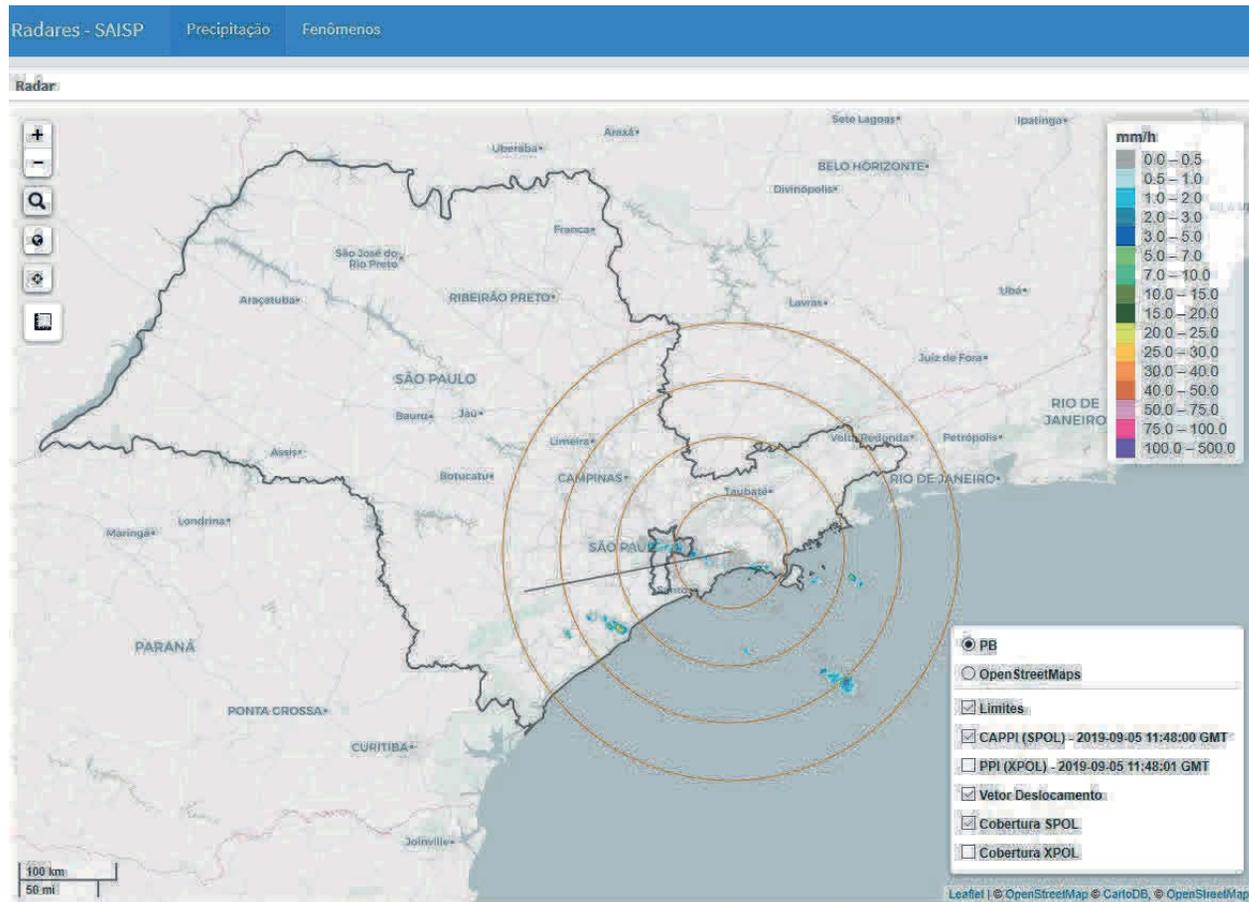


FIGURA 6.46 Área de cobertura do radar meteorológico do DAEE

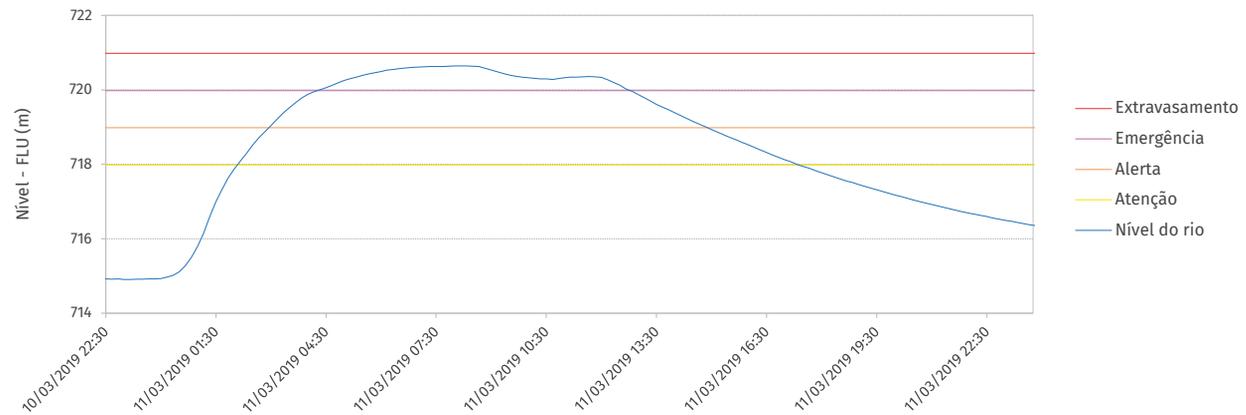


FIGURA 6.47 Nível do posto 296 - Rio Tietê - Ponte do Piqueri

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 biodiversidade¹⁸.

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.

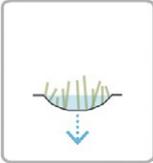
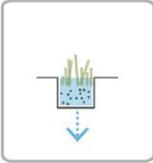
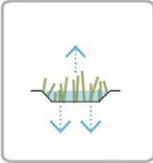
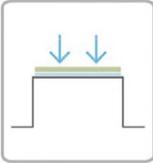
O controle da quantidade se baseia na retenção/detenção, na infiltração, no transporte e na captação da água superficial. O controle da qualidade da água se dá a partir da sedimentação, adsorção, filtração e biodegradação. Fundamentalmente, os dispositivos de drenagem sustentáveis reproduzem os processos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

18. 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, 2012¹⁹; UACDC, 2010²⁰ e MPCA, 2019²¹)

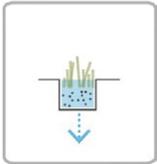
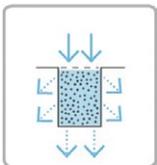
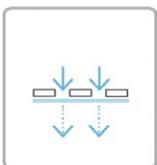
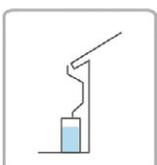
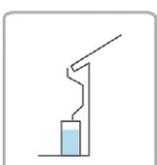
Medida	Descrição
<p>Jardim de chuva (biorretenção)</p> 	<p>Função: filtração, infiltração e detenção (SbN)</p> <p>São estruturas simples constituídas por depressão pouco profunda e revestidas com uma camada de substrato (solo preparado para plantio) e plantas. Possuem alta eficiência na remoção de poluentes e contribuem para a valorização do espaço urbano com o incremento de áreas verdes</p>
<p>Canteiro pluvial (biorretenção)</p> 	<p>Função: filtração, infiltração e detenção (SbN)</p> <p>Estruturas de biorretenção semelhantes aos jardins de chuva. São geralmente mais profundas e podem apresentar uma configuração linear, sendo possível a implantação ao longo de vias e passeios. Essas estruturas também possuem alta eficiência na remoção de poluentes e contribuem para a valorização do espaço urbano</p>
<p>Biovaleta</p> 	<p>Função: condução, filtração e detenção (SbN)</p> <p>Esses dispositivos correspondem a estruturas simples, sendo necessárias apenas escavações, de maneira a conformar depressões com uma direção preponderante de escoamento. É também um dispositivo de biorretenção, pois, enquanto conduz o escoamento superficial, realiza o tratamento das águas pluviais</p>
<p>Telhado verde</p> 	<p>Função: filtração e detenção (SbN)</p> <p>Esse é outro tipo de biorretenção composto por uma camada drenante (colchão drenante) sob uma camada de substrato vegetado. Além de reter e filtrar as águas das chuvas, poderá criar um espaço de lazer e contemplação. Essas estruturas também contribuem para a regulação das temperaturas internas do edifício</p>

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

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

21. 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, 2012¹⁹; UACDC, 2010²⁰ e MPCA, 2019²¹)**

Medida	Descrição
<p>Trincheiras de infiltração</p> 	<p>Função: filtração e infiltração</p> <p>Valas de infiltração com material poroso sobre solo permeável são implantadas na superfície ou em pequenas profundidades, e têm por objetivo recolher as águas pluviais de afluência perpendicular a seu comprimento. Podem ser instaladas ao longo do sistema viário ou, ainda, junto a estacionamentos, praças e parques</p>
<p>Poço de infiltração</p> 	<p>Função: filtração e infiltração</p> <p>Dispositivo de infiltração das águas pluviais bastante semelhante às trincheiras de infiltração. Trata-se de um poço escavado no solo e preenchido com material poroso, como pedregulhos e cascalhos, e revestido com manta geotêxtil. É um sistema com estrutura pontual e vertical, sendo ideal para áreas urbanizadas, por ocupar pouco espaço</p>
<p>Pavimento permeável</p> 	<p>Função: filtração e infiltração</p> <p>Pavimentos dotados de revestimentos superficiais permeáveis ou semipermeáveis. Possibilitam a redução da velocidade do escoamento superficial, a retenção temporária e a infiltração, quando possível, das águas pluviais. Esses dispositivos podem ser estanques e funcionar como reservatórios de amortecimento de águas pluviais</p>
<p>Cisterna</p> 	<p>Função: detenção/retenção</p> <p>Estruturas de armazenamento implantadas em lotes, conectadas aos telhados, que armazenam volumes de água da chuva. Esses volumes podem ser esvaziados ou utilizados no período sem chuvas. O uso concomitante dessas estruturas para fins de reúso e abatimento de cheias deve ser considerado durante seu dimensionamento</p>
<p>Microrreservatório</p> 	<p>Função: detenção/retenção</p> <p>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</p>

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

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

No que tange à aplicabilidade das medidas de drenagem sustentáveis, é apresentado na **FIGURA 6.48** um mapa que, em função da declividade e da geologia da bacia, indica o potencial de implantação das medidas indicadas na bacia da Lapa. Salienta-se que, na região da planície aluvial, não é indicada a implantação de medidas infiltrantes, uma vez que esse tipo de terreno geralmente é pouco permeável, e o nível do lençol freático é elevado.

Foram consideradas quatro classes potenciais de implantação de medidas de controle na bacia, de acordo com as seguintes características:

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

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

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

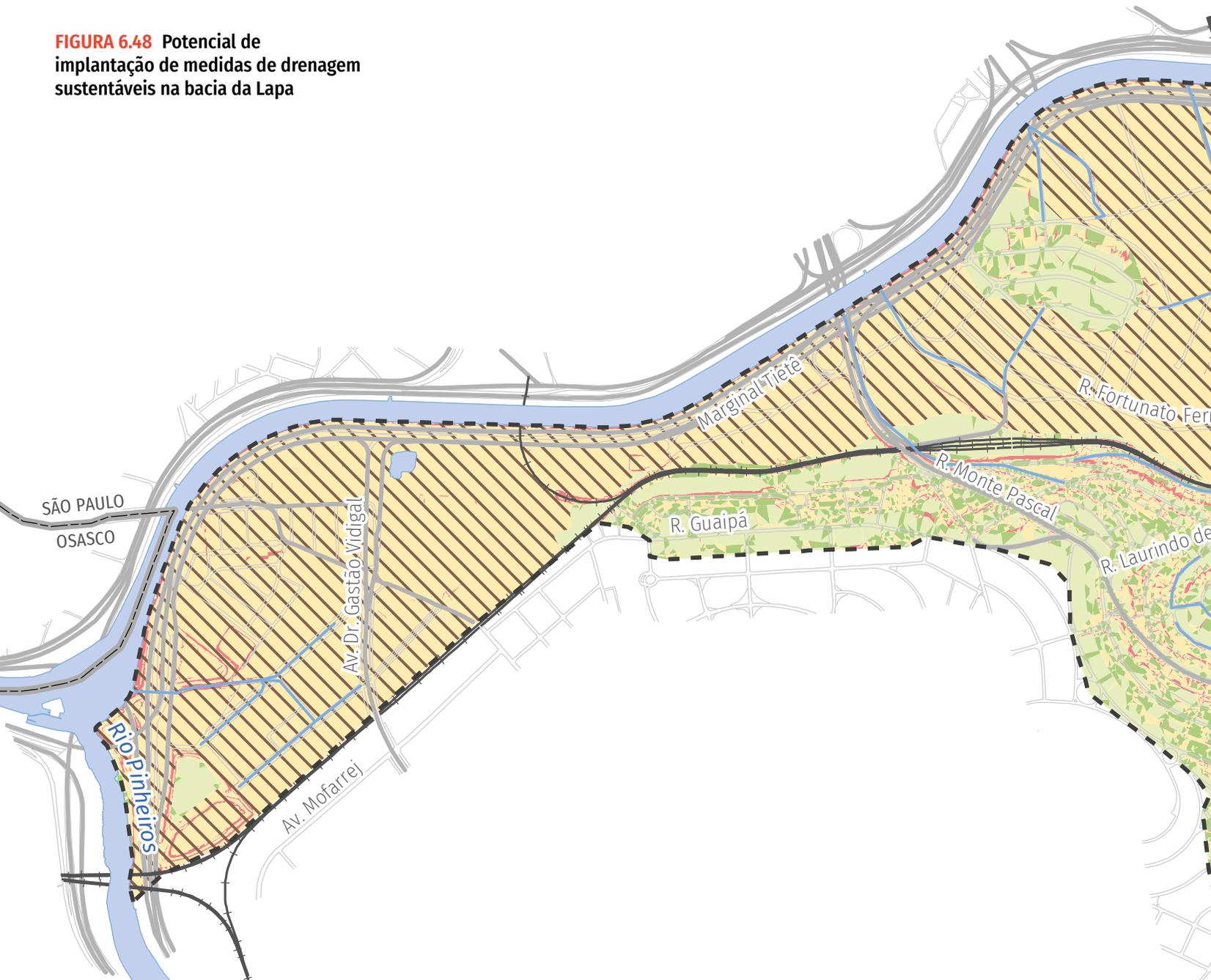
fiscalização constante do crescimento da cidade e da ocupação de áreas de forma irregular, bem como da aplicação das legislações e normas vigentes.

Verifica-se que a bacia da Lapa apresenta alta potencialidade para a implantação de medidas de drenagem sustentáveis, de forma que os dispositivos, desde que implantados de maneira extensiva e

com a manutenção adequada, podem ser contemplados como parte das alternativas para o controle de cheias na bacia. A aplicação das medidas aqui relacionadas, conjuntamente com os sistemas de drenagem convencionais, conduz a uma gestão sustentável da drenagem urbana no Município de São Paulo.



FIGURA 6.48 Potencial de implantação de medidas de drenagem sustentáveis na bacia da Lapa

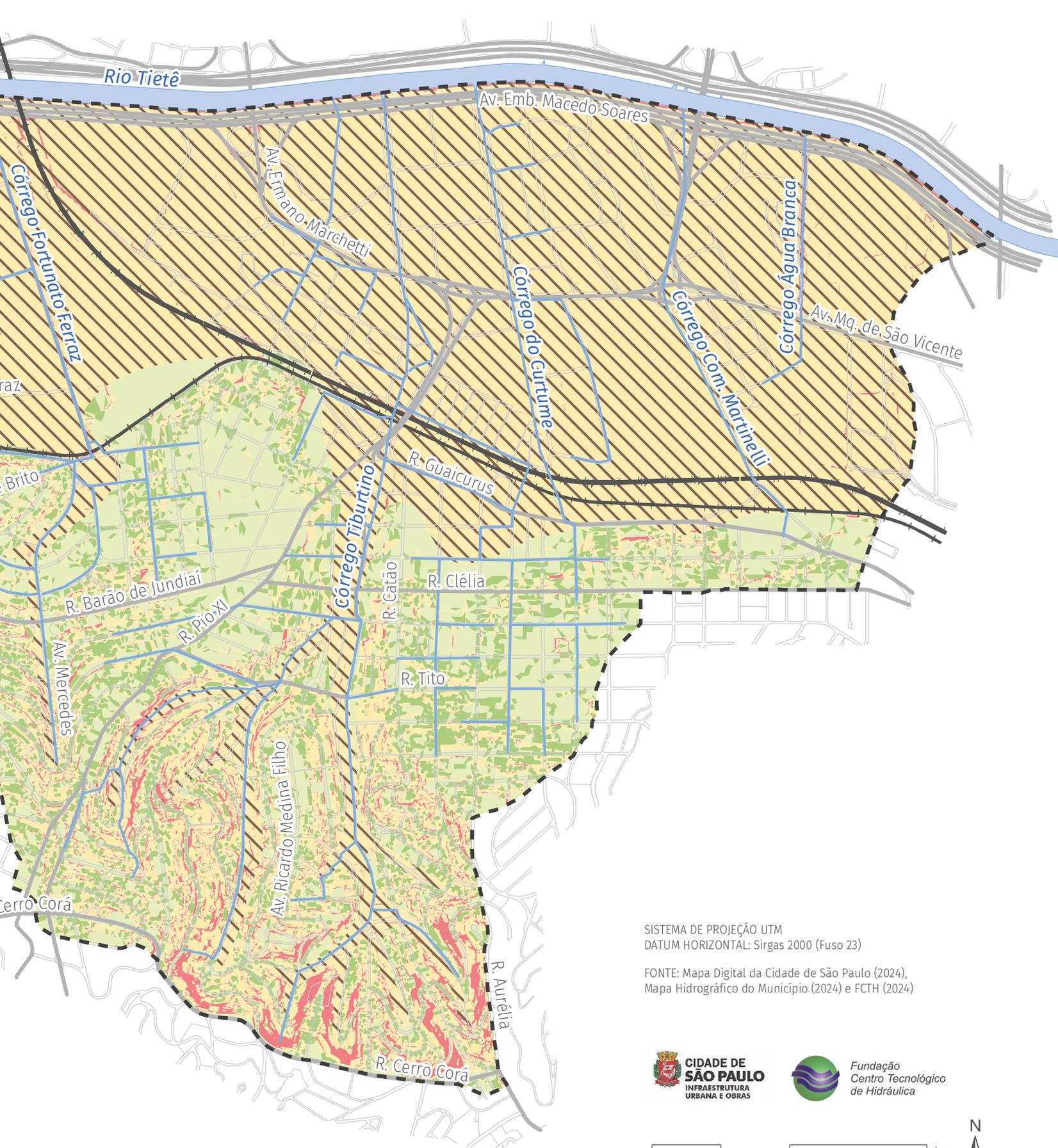


Convenção

-  Bacia da Lapa
-  Rede de drenagem
-  Quadra viária
-  Limite municipal
-  Linha férrea
-  Planície aluvial

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) e FCTH (2024)



Etapas de implantação das alternativas

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

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

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

A **FIGURA 7.1** ilustra a mancha de inundação originada de uma chuva de Tr 5 anos para a situação atual e após implantação das obras de 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 de Tr 100 anos para a condição sem intervenções e para as quatro etapas da Alternativa 1. 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 de Tr 100 anos. Destaca-se que, para eventos hidrológicos com períodos de retorno maiores que 100 anos, ocorrerão inundações.

TABELA 7.1 Efeitos das alternativas 1 e 2 sobre a bacia

Etapa	Alternativa	Impactos	
		Área inundada (km ²)	Lotes atingidos
Atual	Sem intervenção	0,89	1.998
1ª etapa (obras prioritárias)	Alternativa 1	0,19	771
	Alternativa 2	0,19	864
2ª etapa (Tr 10 anos)	Alternativa 1	0,09	273
	Alternativa 2	0,06	160
3ª etapa (Tr 25 anos)	Alternativa 1	0,03	101
	Alternativa 2	0,02	44
4ª etapa (Tr 100 anos)	Alternativa 1	0	0
	Alternativa 2	0	0

Sem intervenção – chuva de Tr 5 anos

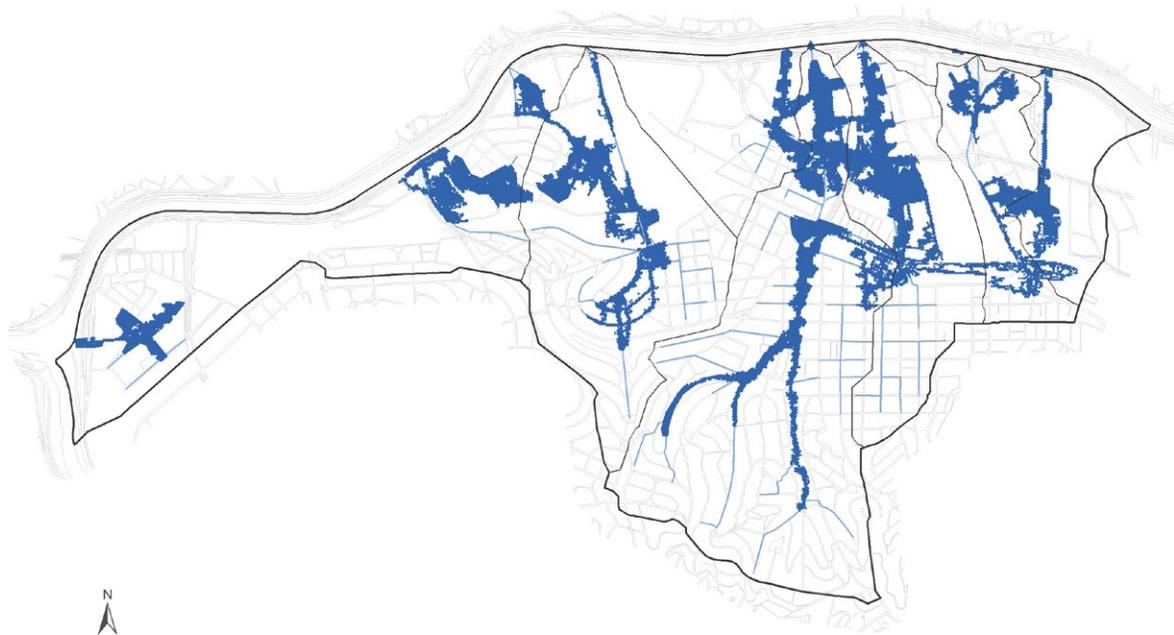


1ª etapa das alternativas – chuva de Tr 5 anos



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

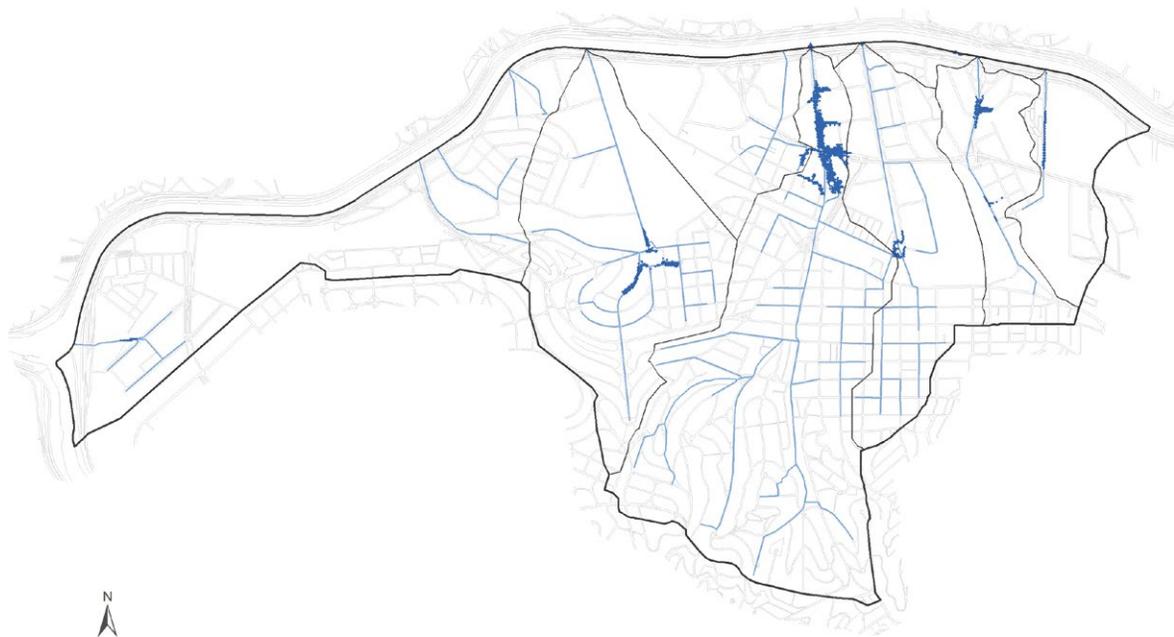
Sem intervenção – chuva de Tr 100 anos



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



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

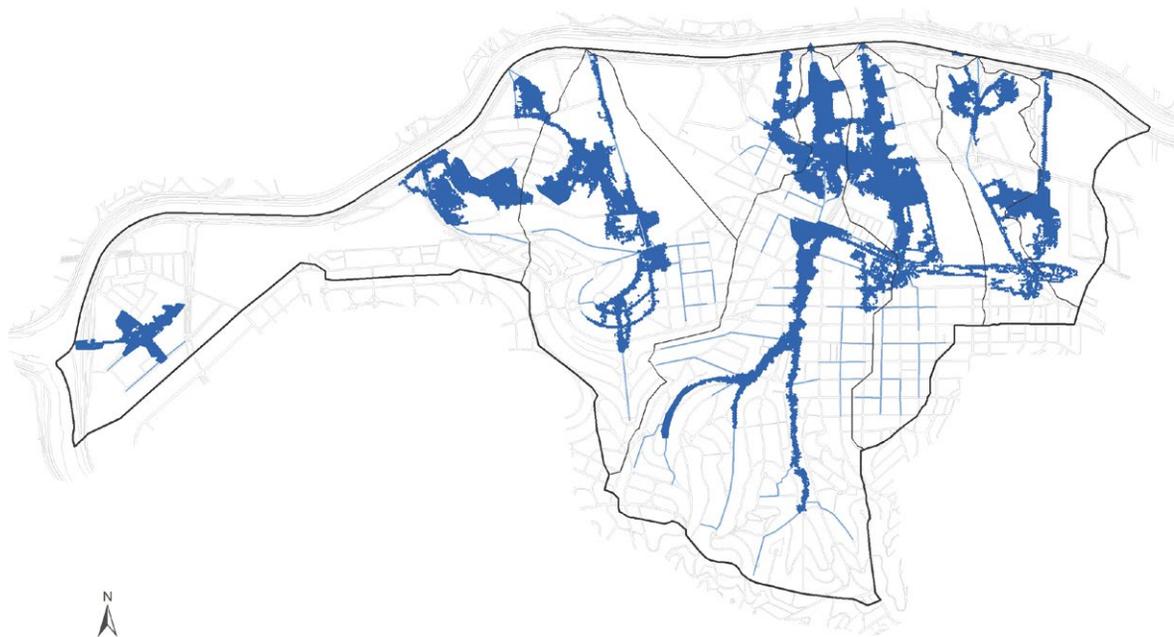


Alternativa 1 – 3ª etapa, chuva de Tr 100 anos

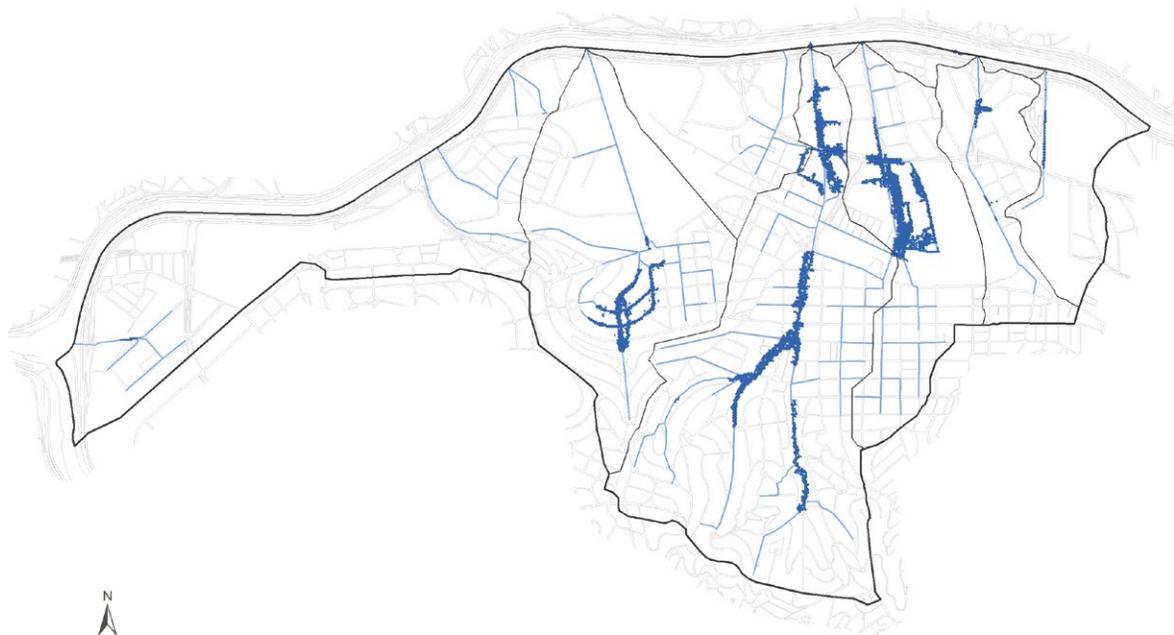


FIGURA 7.2 Áreas sujeitas a inundações para chuvas de Tr 100 anos: cenário sem intervenção e com as obras da 1ª, 2ª e 3ª etapas da Alternativa 1

Sem intervenção – chuva de Tr 100 anos



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



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



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



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

7.1 DESEMPENHO DAS INTERVENÇÕES DA 1ª ETAPA

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

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

A área da mancha de inundação na configuração da rede atual para uma chuva de Tr 5 anos na bacia é de 0,60 km².

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

- Reservatório RCT-1 (55.800 m³);
- Reservatório RCM-1 (11.690 m³);
- Reservatório RTB-2 (44.500 m³);
- Reservatório RTB-5 (23.000 m³);
- Reservatório RFF-2 (43.000 m³);

- Galeria na Rua Caio Graco – córrego do Curtume (390 m);
- Parque linear – córrego Tiburtino (650 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.

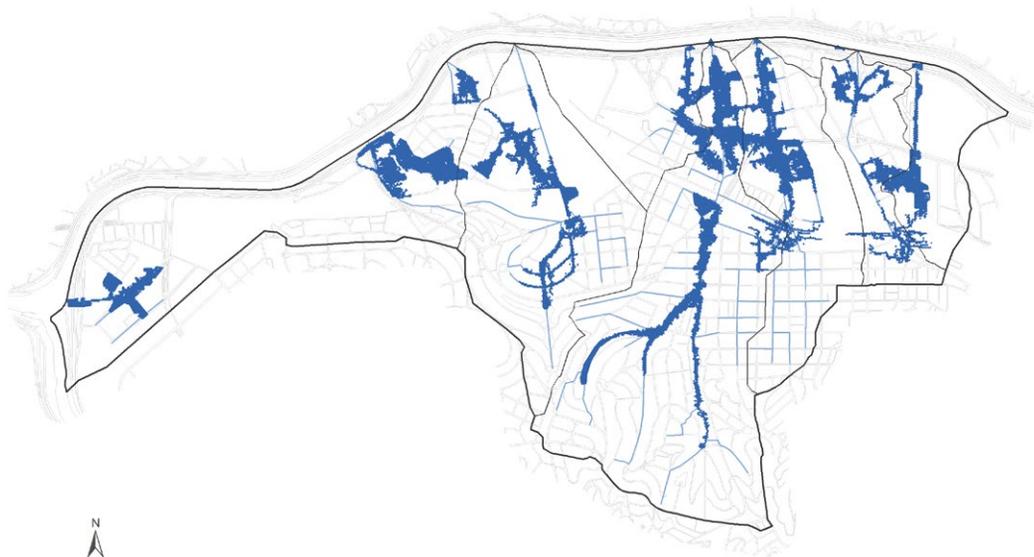
A seguir, é indicado na **FIGURA 7.4** o impacto isolado de cada obra da 1ª etapa para a chuva de Tr 5 anos. É importante destacar que em todas as simulações foi considerado que os sistemas de pôlderes e válvulas também foram implementados.

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.



Vista aérea das imediações da Pç. Tcheco (foto: FCTH)

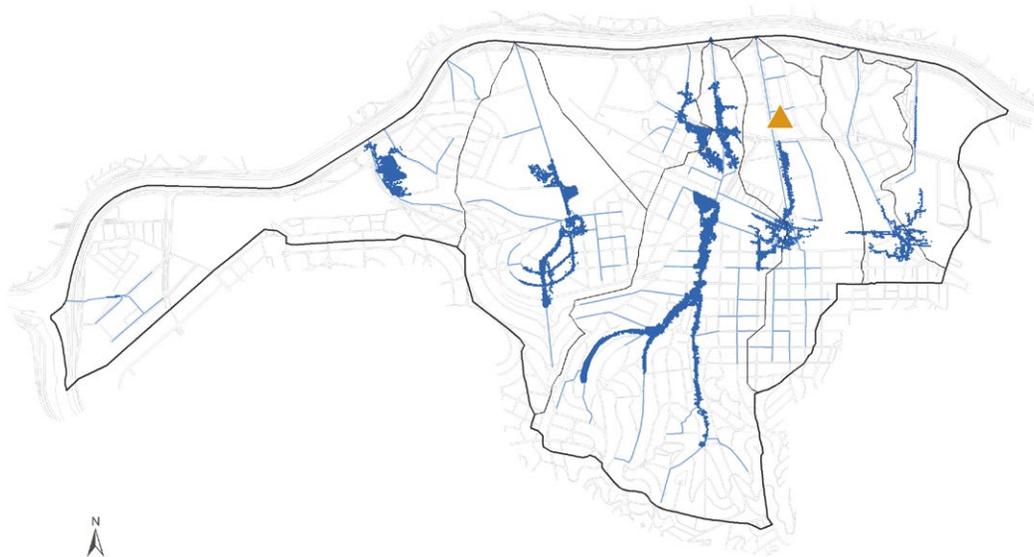
Mancha de inundação para a configuração da rede atual – Tr 5 anos



Área da mancha de inundação para chuva com Tr 5 anos

0,599 km²

Reservatório RCT-1



Descrição

Implantação de reservatório de armazenamento de cheias, com capacidade de reservação de 55.800 m³

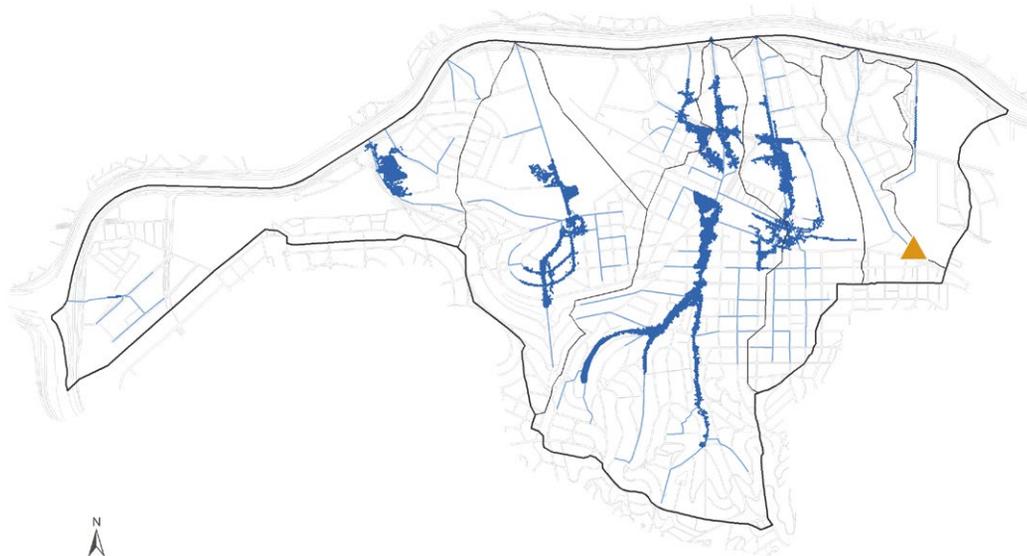
Área de redução da mancha de inundação para chuva com Tr 5 anos

0,084 km²

Custo estimado da medida

R\$ 100 milhões

Reservatório RCM-1



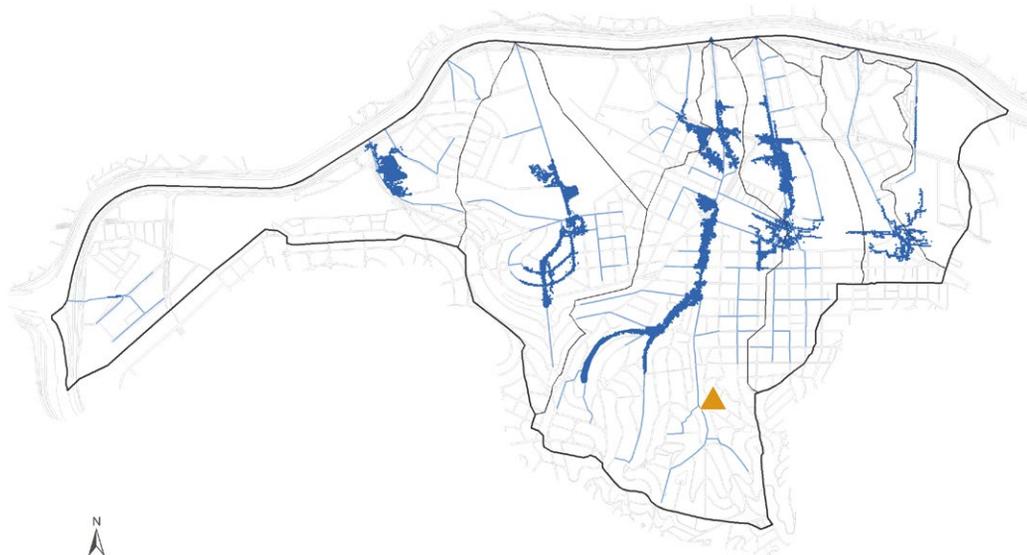
Descrição

Implantação de reservatório de armazenamento de cheias, com capacidade de reservação de 11.690 m³

Área de redução da mancha de inundação para chuva com Tr 5 anos
0,065 km²

Custo estimado da medida
R\$ 21 milhões

Reservatório RTB-2



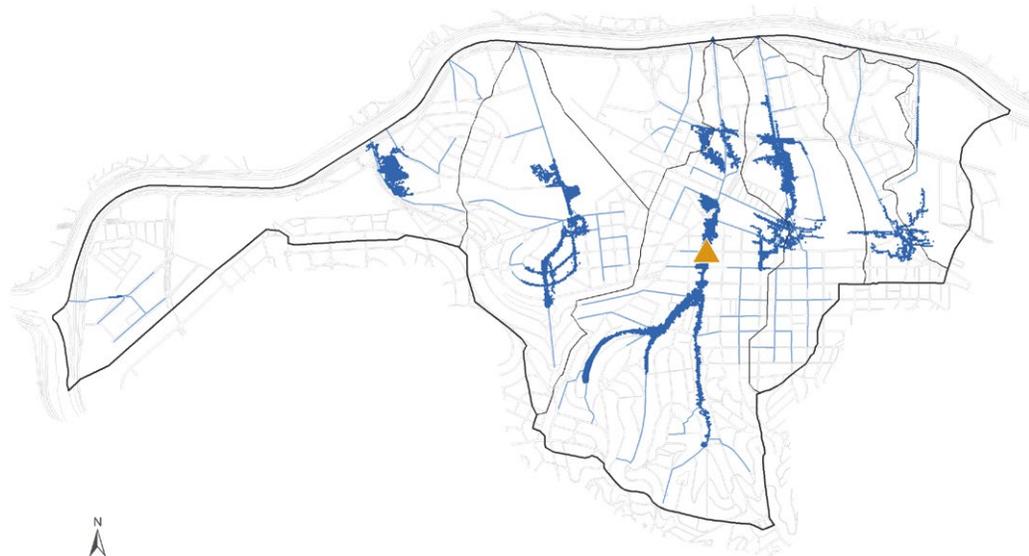
Descrição

Implantação de reservatório de armazenamento de cheias, com capacidade de reservação de 44.500 m³

Área de redução da mancha de inundação para chuva com Tr 5 anos
0,095 km²

Custo estimado da medida
R\$ 80 milhões

Reservatório RTB-5



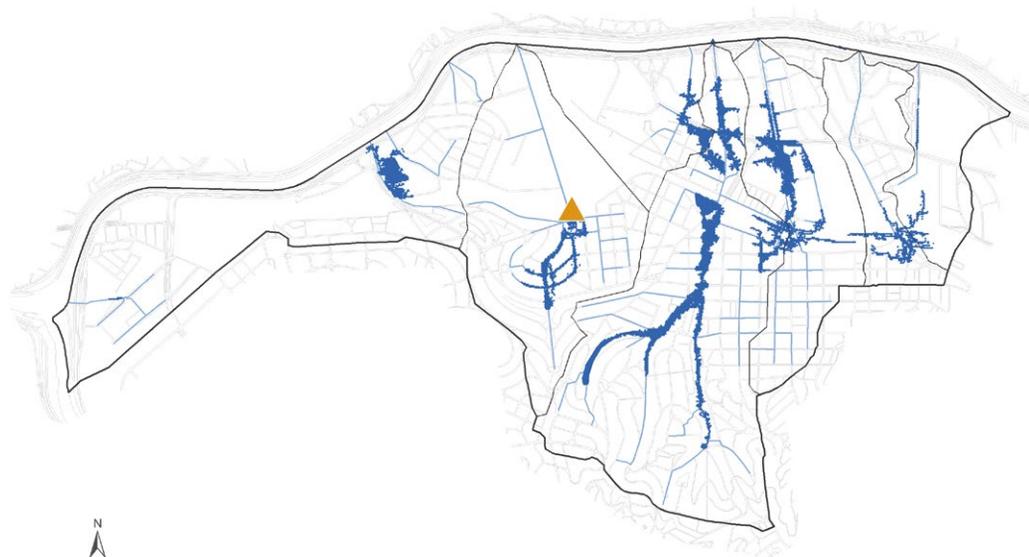
Descrição

Implantação de reservatório de armazenamento de cheias, com capacidade de reservação de 23.000 m³

Área de redução da mancha de inundação para chuva com Tr 5 anos
0,089 km²

Custo estimado da medida
R\$ 49 milhões

Reservatório RFF-2



Descrição

Implantação de reservatório de armazenamento de cheias, com capacidade de reservação de 43.000 m³

Área de redução da mancha de inundação para chuva com Tr 5 anos
0,037 km²

Custo estimado da medida
R\$ 85 milhões

Parque linear PTB-1



Descrição

Parque linear com função de reservação (650 m)

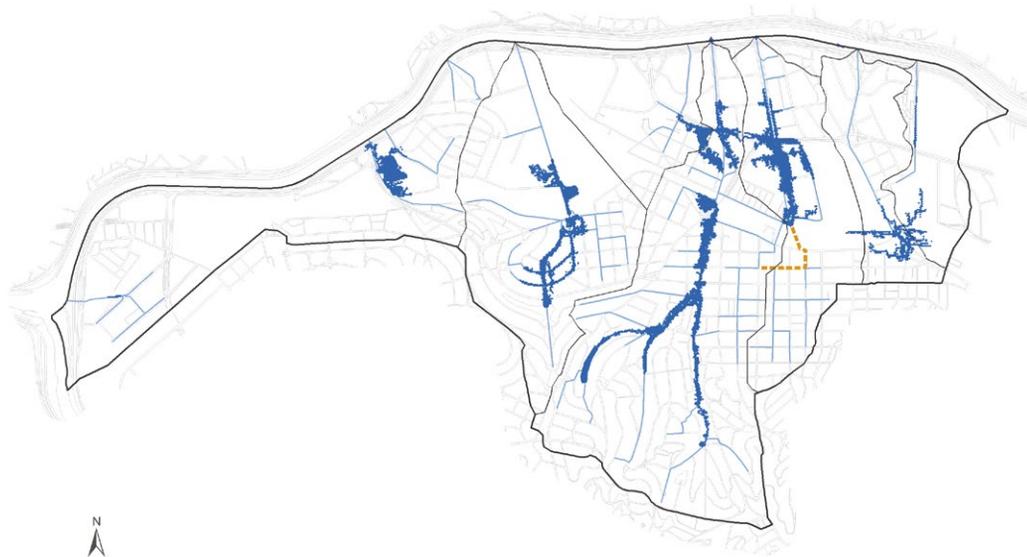
Área de redução da mancha de inundação para chuva com Tr 5 anos

0,087 km²

Custo estimado da medida

R\$ 6 milhões

Galeria da R. Caio Graco – córrego do Curtume



Descrição

Galeria de reforço adicional à rede existente (390 m)

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

0,151 km²

Custo estimado da medida

R\$ 15 milhões

8

Custo estimado

A estimativa de custo foi realizada no intuito de dar subsídios à análise de viabilidade econômica da implantação das alternativas propostas.

Os valores foram estimados com base em uma relação de valores de obras implantadas e em implantação pela PMSP. Os valores de desapropriação foram estimados pelo Núcleo de Desapropriações e Áreas Públicas da SIURB.

Para a composição de custos, foram considerados os seguintes tipos de intervenções:

- Reservatório fechados: 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 quando existente;
- Galeria: custo médio por m^3 de galeria em concreto armado moldada *in loco* e com método de construção a céu aberto.

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, quando existentes.

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 abril/2024)

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Custo de implantação (R\$)	Custo de desapropriação (R\$)	Custo total (R\$)
1ª Etapa	Córrego Água Branca	Válvula <i>flap</i>	Marginal Tietê	255.400,00	-	255.400,00
	Córrego Comendador Martinelli	Reservatório (RCM-01)	Av. Sta. Marina	21.060.000,00	-	21.060.000,00
		Válvula <i>flap</i>	Marginal Tietê	255.400,00	-	255.400,00
		Pôlder (DLA-1)	R. Vde. de Nanique	57.820.000,00	-	57.820.000,00
	Córrego do Curtume	Válvula <i>flap</i>	R. Faustolo x R. Aurélia	255.400,00	-	255.400,00
		Reservatório (RCT-01)	R. Nicolau Perrone	100.440.000,00	-	100.440.000,00
		Ampliação de galeria	R. Caio Graco	14.714.700,00	-	14.714.700,00
		Pôlder (DLA-2)	R. Luiz Gatti	39.600.000,00	10.127.600,00	49.727.600,00
		Válvula <i>flap</i>	Marginal Tietê	255.400,00	-	255.400,00
	Córrego Tiburtino	Reservatório (RTB-2)	Pç. Eng. Arão Sahn	80.100.000,00	-	80.100.000,00
		Reservatório (RTB-5)	R. Roma	40.500.000,00	8.691.400,00	49.191.400,00
		Parque linear (PTB-1)	Pas. Hotelo Telles de Andrade	5.885.000,00	-	5.885.000,00
		Ampliação de galeria	R. John Harrison	1.071.000,00	-	1.071.000,00
		Pôlder (DLA-3)	Av. José Maria de Faria	84.600.000,00	-	84.600.000,00
		Válvula <i>flap</i>	Marginal Tietê	255.400,00	-	255.400,00
	Córrego Fortunato Ferraz	Reservatório (RFF-2)	Av. Mercedes	77.400.000,00	7.542.263,47	84.942.263,47
	Área de Contribuição Direta (ACD)	Ampliação de galeria	R. Benedito Campos Morais	3.192.000,00	-	3.192.000,00
		Ampliação de galeria	R. Caiapós	5.241.600,00	-	5.241.600,00

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

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Custo de implantação (R\$)	Custo de desapropriação (R\$)	Custo total (R\$)
1ª Etapa	Área de Contribuição Direta (ACD)	Pôlder (DLA-4)	R Fortunato Ferraz	44.840.000,00	-	44.840.000,00
		Válvula <i>flap</i>	Marginal Tietê	255.400,00	-	255.400,00
		Pôlder (DLA-5)	Av. Ernesto Igel	27.140.000,00	-	27.140.000,00
		Válvula <i>flap</i>	Marginal Tietê	255.400,00	-	255.400,00
		Modernização de pôlder (DPN-1.1)	Av. Eng. Roberto Zuccolo × Av. Dra. Ruth Cardoso	36.720.000,00	-	36.720.000,00
		Modernização de pôlder (DPN-1.2)	Av. Eng. Roberto Zuccolo × Av. Dra. Ruth Cardoso	35.100.000,00	-	35.100.000,00
2ª Etapa	Córrego do Curtume	Galeria de reforço	R. do Curtume	18.963.000,00	-	18.963.000,00
	Córrego Tiburtino	Reservatório (RTB-1)	R. Jaricunas	19.800.000,00	-	19.800.000,00
		Reservatório (RTB-3)	Pç. Tcheco	39.600.000,00	-	39.600.000,00
		Parque linear (PTB-2)	Pç. Tcheco	1.224.000,00	-	1.224.000,00
		Reservatório (RTB-4)	Pç. São Crispim	51.300.000,00	-	51.300.000,00
	Córrego Fortunato Ferraz	Ampliação de galeria	R. D. João V	2.163.840,00	-	2.163.840,00
		Reservatório (RFF-1)	Av. Mercedes	21.600.000,00	-	21.600.000,00
Ampliação de galeria		R. Gago Coutinho	2.540.160,00	-	2.540.160,00	
3ª Etapa	Córrego Tiburtino	Ampliação de galeria	Pç. Sebastião Jaime Pinto	4.422.600,00	-	4.422.600,00
4ª Etapa	Córrego Comendador Martinelli	Galeria de reforço	R. Vde. de Nanique	10.237.500,00	-	10.237.500,00
	Córrego Tiburtino	Ampliação de galeria	R. Francisco Alves	4.898.880,00	-	4.898.880,00
Total				853.962.080,00	26.361.263,47	880.323.343,47

TABELA 8.2 Custo estimado das medidas de controle da Alternativa 2 (valores com data base de abril/2024)

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Custo de implantação (R\$)	Custo de desapropriação (R\$)	Custo total (R\$)
Etapa complementar de requalificação urbanística	Bacia da Lapa	SbN	-	999.575.000,00	-	999.575.000,00
1ª Etapa	Córrego Agua Branca	Válvula <i>flap</i>	Marginal Tietê	255.400,00	-	255.400,00
	Córrego Comendador Martinelli	Reservatório (RCM-01)	Av. Sta. Marina	19.620.000,00	-	19.620.000,00
		Válvula <i>flap</i>	Marginal Tietê	255.400,00	-	255.400,00
		Pôlder (DLA-1)	R. Vde. de Nanique	57.820.000,00	-	57.820.000,00
	Córrego do Curtume	Válvula <i>flap</i>	R. Faustolo × R. Aurélia	255.400,00	-	255.400,00
		Reservatório (RCT-1)	R. Nicolau Perrone	97.560.000,00	-	97.560.000,00
		Ampliação de galeria	R. Caio Graco	14.714.700,00	-	14.714.700,00
		Pôlder (DLA-2)	R. Luiz Gatti	36.360.000,00	10.127.600,00	46.487.600,00
		Válvula <i>flap</i>	Marginal Tietê	255.400,00	-	255.400,00
	Córrego Tiburtino	Reservatório (RTB-2)	Pç. Eng. Arão Sahm	73.440.000,00	-	73.440.000,00
		Reservatório (RTB-5)	R. Roma	37.800.000,00	8.691.400,00	46.491.400,00
		Parque linear (PTB-1)	Pas. Hotelo Telles de Andrade	5.885.000,00	-	5.885.000,00
		Ampliação de galeria	R. John Harrison	1.071.000,00	-	1.071.000,00
		Pôlder (DLA-3)	Av. José Maria de Faria	84.600.000,00	-	84.600.000,00
		Válvula <i>flap</i>	Marginal Tietê	255.400,00	-	255.400,00
	Córrego Fortunato Ferraz	Ampliação de galeria	Av. Raimundo Pereira de Magalhães	100.800.000,00	-	100.800.000,00

TABELA 8.2 Custo estimado das medidas de controle da Alternativa 2 (valores com data base de abril/2024)

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Custo de implantação (R\$)	Custo de desapropriação (R\$)	Custo total (R\$)
1ª Etapa	Área de Contribuição Direta (ACD)	Ampliação de galeria	R. Benedito Campos Morais	3.192.000,00	-	3.192.000,00
		Ampliação de galeria	R. Caiapós	5.241.600,00	-	5.241.600,00
		Pôlder (DLA-4)	R. Fortunato Ferraz	44.840.000,00	-	44.840.000,00
		Válvula <i>flap</i>	Marginal Tietê	255.400,00	-	255.400,00
		Pôlder (DLA-5)	Av. Ernesto Igel	27.140.000,00	-	27.140.000,00
		Válvula <i>flap</i>	Marginal Tietê	255.400,00	-	255.400,00
		Modernização de pôlder (DPN-1.1)	Av. Eng. Roberto Zuccolo × Av. Dra. Ruth Cardoso	36.720.000,00	-	36.720.000,00
Modernização de pôlder (DPN-1.2)	Av. Eng. Roberto Zuccolo × Av. Dra. Ruth Cardoso	35.100.000,00	-	35.100.000,00		
2ª Etapa	Córrego do Curtume	Galeria de reforço	R. do Curtume	18.963.000,00	-	18.963.000,00
	Córrego Tiburtino	Reservatório (RTB-1)	R. Jaricunas	16.560.000,00	-	16.560.000,00
		Reservatório (RTB-3)	Pç. Tcheco	36.360.000,00	-	36.360.000,00
		Parque linear (PTB-2)	Pç. Tcheco	1.224.000,00	-	1.224.000,00
		Reservatório (RTB-4)	Pç. S. Crispim	51.300.000,00	-	51.300.000,00
	Córrego Fortunato Ferraz	Ampliação de galeria	R. D. João V	2.163.840,00	-	2.163.840,00
		Reservatório (RFF-1)	Av. Mercedes	21.600.000,00	-	21.600.000,00
Ampliação de galeria		R. Gago Coutinho	2.540.160,00	-	2.540.160,00	
3ª Etapa	Córrego Tiburtino	Ampliação de galeria	Pç. Sebastião Jaime Pinto	4.422.600,00	-	4.422.600,00

TABELA 8.2 Custo estimado das medidas de controle da Alternativa 2 (valores com data base de abril/2024)

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Custo de implantação (R\$)	Custo de desapropriação (R\$)	Custo total (R\$)
4ª Etapa	Córrego Comendador Martinelli	Galeria de reforço	R. Vde. de Nanique	10.237.500,00	-	10.237.500,00
	Córrego Tiburtino	Ampliação de galeria	R. Francisco Alves	4.898.880,00	-	4.898.880,00
TOTAL				1.853.537.080,00	18.819.000,00	1.872.356.080,00

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	703,57	157,19	4,42	15,14	880,32
Alternativa 2	702,51	150,71	4,42	15,14	1.872,36
	999,58				

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. Os custos da Alternativa 2 devem ser observados com cautela, uma vez que não se consideraram os impactos e custos associados às interferências no sistema viário, bem como o custo de manutenção das medidas de drenagem sustentáveis, manutenção essa necessária para promover a eficiência do sistema ao longo dos anos.

Foram analisadas as curvas de investimento e da 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 80% da área de inundação de recorrência de 100 anos, o que representa em torno de 80% do custo total da Alternativa 1 e de 45% da Alternativa 2. Tal investimento se justifica, na prática, por se tratar de uma bacia de extensas áreas com elevada criticidade em termos de risco à inundação.

A distribuição de custos para que se cumpra a segunda, terceira e quarta etapas de obras (proteção de Tr 10 anos, Tr 25 anos e Tr 100 anos em toda a bacia) é de 18%, 1% e 2% do total na Alternativa 1 e de 21%, 14% e 21% do total na Alternativa 2.

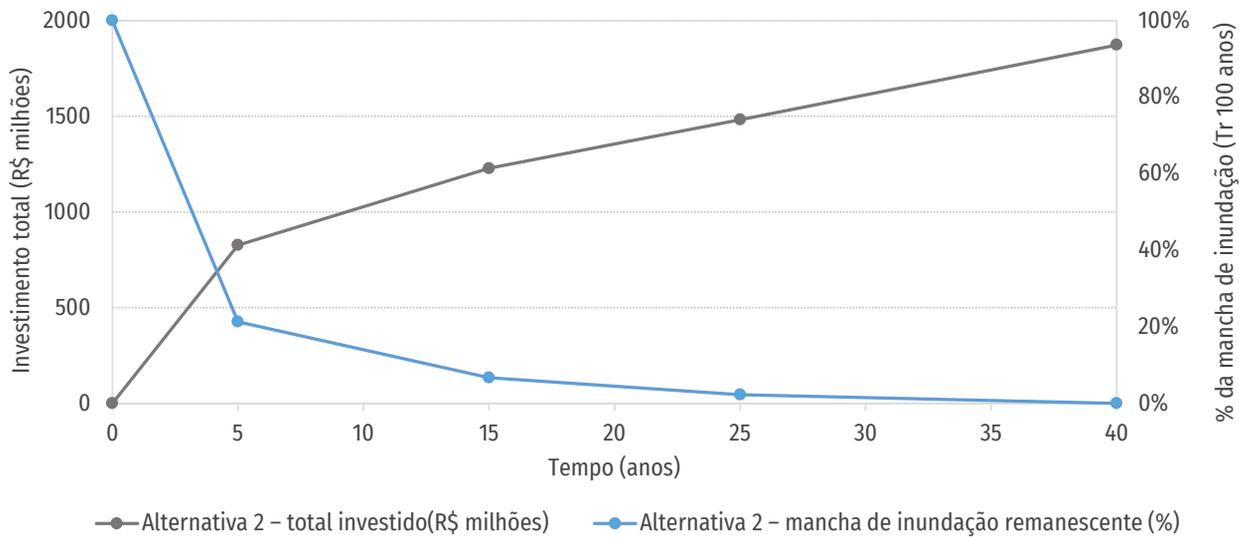
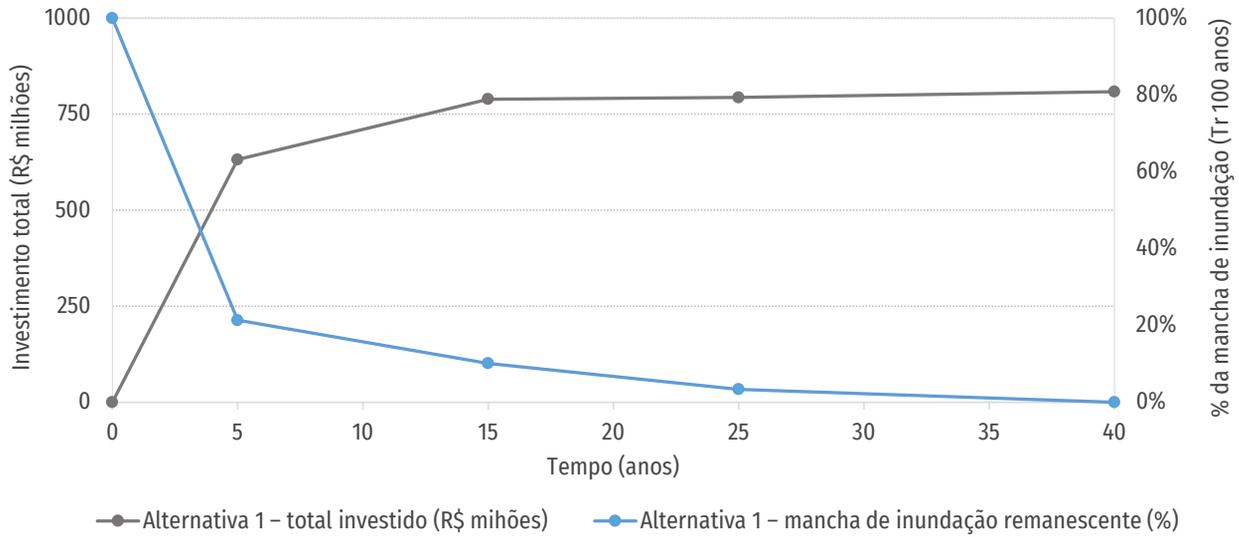


FIGURA 8.1 Curvas de investimento e de redução da mancha de inundação ao longo do tempo

Indicadores de drenagem urbana

O desenvolvimento urbano tem causado ao longo dos anos grandes alterações nas características originais das cidades. Como consequência disso, a gestão urbana tornou-se um tema bastante discutido e com relevante importância na minimização dos efeitos do desenvolvimento desordenado.

Em virtude das alterações no ambiente das cidades, a adequada gestão precisa de monitoramento constante, de modo a garantir o controle das intervenções realizadas sobre o meio. Assim, a busca por ferramentas que traduzam o comportamento do ambiente urbano é um fator essencial para o planejamento e a execução de ações, para o monitoramento das condições urbanas e sociais e, também, para a avaliação de programas e projetos.

Nesse contexto, os indicadores representam uma forma de avaliar a quantidade e a qualidade dos serviços de saneamento prestados à população, dentre os quais se encontram os serviços de drenagem urbana.

Os indicadores de desempenho do sistema de drenagem apresentam grande potencialidade para auxiliar as entidades envolvidas no processo de gestão e manejo das águas pluviais urbanas. Desse modo, é essencial

para a adequada gestão das águas pluviais do município a definição de indicadores urbanos que identifiquem o comportamento do sistema de drenagem, possibilitando, dessa forma, a avaliação e o acompanhamento do planejamento da drenagem por bacia hidrográfica.

Desse modo, para auxiliar o desenvolvimento de indicadores de drenagem, são apresentados na **TABELA 9.1** os principais parâmetros para a avaliação e o acompanhamento do desempenho do sistema de drenagem urbana da bacia da Lapa.

TABELA 9.1 Parâmetros para avaliação e acompanhamento do sistema de drenagem da bacia da Lapa

Parâmetro		Valor
Área da bacia		12,2 km ²
Perímetro da bacia		20,4 km
Extensão total de córregos		35,5 km
Extensão do curso principal		9,9 km
Extensão de córregos fechados		34,3 km
Declividade média do talvegue		0,01 m/m
Reservatórios e pôlderes existentes	Número de reservatórios	2 pôlderes
	Volume	184.700 m ³
Área inundável (situação atual)	Tr 5 anos	1,260 km ²
	Tr 10 anos	1,347 km ²
	Tr 25 anos	1,445 km ²
	Tr 100 anos	1,627 km ²
Risco de inundação	Muito alto	0,033 km ²
	Alto	0,361 km ²
	Médio	0,507 km ²
	Baixo	0,728 km ²
Área impermeável média	Atual	83,5%
	Máxima permitida	80,9%
Espaços abertos (% da área da bacia)		8,1%
Número de habitantes		96 mil habitantes
Vulnerabilidade média (excluídas as áreas não classificadas)		1,66 (baixa)

Considerações finais

O Caderno de Bacia Hidrográfica tem como objetivo formular uma série de alternativas para o controle de cheias, tendo em vista fornecer subsídios para futuras discussões que venham a ocorrer na Prefeitura de São Paulo quanto ao planejamento, à contratação de novos estudos e à gestão das bacias do município.

As propostas de controle de cheias partem de um diagnóstico detalhado da bacia e de estudos específicos, como o mapa de inundações, o risco de inundação e as áreas críticas.

As alternativas propostas foram desenvolvidas em nível de viabilidade, e, desse modo, constituem propostas a serem discutidas em nível de projeto básico e/ou executivo.

As medidas de controle estudadas abordaram soluções estruturais, como reservatórios, canalizações, parques lineares e o mapa do potencial de implantação de SbN, produzido tendo em vista o incentivo à adoção das medidas sustentáveis de controle de cheias na fonte. São citadas medidas não estruturais, como o zoneamento das áreas inundáveis no

processo de controle de cheias no Município de São Paulo, onde estudos específicos devem ser desenvolvidos

Foram avaliadas duas alternativas de controle de cheias para a bacia da Lapa. 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 SbN para a redução dos volumes propostos de reservação, o que alterou a extensão das canalizações necessárias.

As duas alternativas protegem a bacia para Tr 100 anos. Isso indica que, para eventos hidrológicos maiores que 100 anos, ocorrerão inundações, ou seja, a bacia 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 bacia para chuvas de Tr 10 anos; a terceira etapa foi composta por obras que protegem a bacia 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 da Lapa e de Pinheiros.

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 ambientais²².

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 d'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.

22. 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 posi-

cionamento 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.