

Proposta de implantação  
de *wetland* no afluente  
do Jd. Varginha



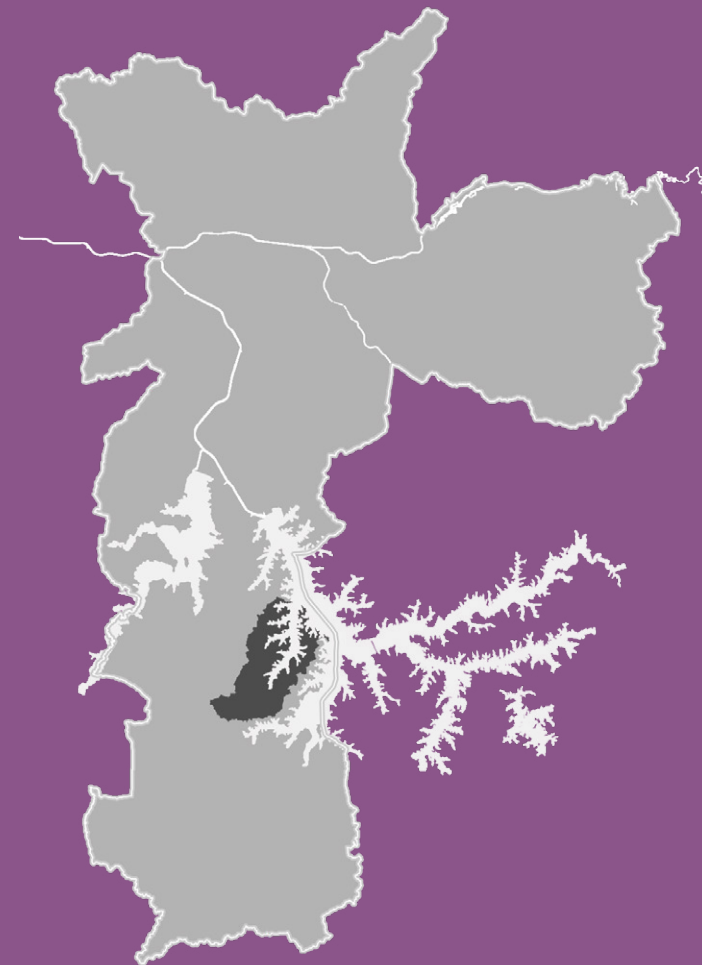
BACIA DO RIBEIRÃO VARGINHA

CADERNO DE BACIA HIDROGRÁFICA



CADERNO DE BACIA HIDROGRÁFICA

## BACIA DO RIBEIRÃO VARGINHA



BACIA DO RIBEIRÃO VARGINHA









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

CADERNO DE BACIA HIDROGRÁFICA

# **BACIA DO RIBEIRÃO VARGINHA**

São Paulo, 2025



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

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

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

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

C122 Caderno de bacia hidrográfica: bacia do Ribeirão Varginha / Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica – São Paulo: FCTH/SIURB, 2025. 236 p.  
 ISBN 978-65-89429-30-2  
 1. Bacia hidrográfica – São Paulo (SP) 2. Varginha (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



**PREFEITURA DE  
SÃO PAULO**



# Sumário

<b>Apresentação .....</b>	<b>9</b>	<b>5. Estudos e projetos existentes para a bacia .....</b>	<b>141</b>
<b>1. Definição de diretrizes básicas dos estudos .....</b>	<b>13</b>	<b>5.1</b> Plano Municipal de Áreas Protegidas, Áreas Verdes e Espaços Livres.....	141
Plano Diretor Estratégico – PDE .....	15	<b>6. Alternativas propostas .....</b>	<b>145</b>
<b>2. Caracterização da bacia .....</b>	<b>23</b>	<b>6.1</b> Alternativa 1 .....	148
<b>2.1</b> Localização .....	23	<b>6.2</b> Alternativa 2 .....	156
<b>2.2</b> Histórico da bacia .....	26	<b>6.3</b> Localização e principais características das obras de reservação .....	162
<b>2.3</b> Hidrografia.....	29	<b>6.4</b> Vistas e perspectivas das medidas propostas nas alternativas .....	166
<b>2.4</b> Monitoramento hidrológico .....	53	<b>6.5</b> Medidas complementares.....	174
<b>2.5</b> Relevo .....	61	<b>6.6</b> Medidas não estruturais.....	174
<b>2.6</b> Carta geotécnica .....	66	<b>6.7</b> Medidas de drenagem sustentáveis .....	188
<b>2.7</b> Uso do solo .....	70	<b>7. Etapas de implantação das alternativas .....</b>	<b>207</b>
<b>2.8</b> Zoneamento urbano.....	76	<b>7.1</b> Desempenho das intervenções da 1ª etapa .....	214
<b>2.9</b> População.....	90	<b>8. Custo estimado .....</b>	<b>219</b>
<b>2.10</b> Divisão administrativa municipal.....	98	<b>9. Indicadores de drenagem urbana .....</b>	<b>227</b>
<b>2.11</b> Sistema de esgotamento sanitário .....	98	<b>10. Considerações finais.....</b>	<b>231</b>
<b>2.12</b> Sistema viário.....	104	<b>Glossário.....</b>	<b>233</b>
<b>3. Critérios para o estudo .....</b>	<b>109</b>		
<b>3.1</b> Chuva de projeto .....	110		
<b>3.2</b> Sub-bacias hidrográficas.....	116		
<b>3.3</b> Impermeabilização da bacia.....	120		
<b>4. Mapeamento de áreas críticas .....</b>	<b>129</b>		
<b>4.1</b> Áreas inundáveis .....	129		
<b>4.2</b> Áreas críticas.....	134		







# Lista de abreviaturas e siglas

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



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



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

**ZPI**      Zona Predominantemente Industrial

**ZPR**      Zona Predominantemente Residencial



# Apresentação

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

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

Para a elaboração deste Caderno, foi realizada a Consulta Pública SIURB/ATNP-001/2025 (Processo SEI nº 6022.2025/0003431-7), com o objetivo de colher contribuições da sociedade civil para o aprimoramento dos estudos. Os documentos foram disponibilizados para consulta entre 9 de maio de 2025 e 8 de junho de 2025 e, no dia 13 de maio de 2025, ocorreu uma Audiência Pública Presencial no CEU Cidade Dutra, na Avenida Interlagos, 7.350, Interlagos – São Paulo/SP. Durante o evento, foram apresentados os principais dados da bacia analisada, além da oportunidade para esclarecimento de dúvidas e recebimento de sugestões.

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 do ribeirão Varginha, localizada na margem esquerda da Represa Billings, na região Sul do Município de São Paulo.

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

No Capítulo 2, é apresentado o diagnóstico da bacia com a caracterização física e urbanística, o levantamento de inundações e o mapeamento das zonas inundáveis associado ao risco. Ainda neste capítulo, apresenta-se o Memorial Fotográfico, mostrando alguns dos principais problemas de inundação 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 três etapas: a primeira etapa é delineada para proteger as áreas críticas da bacia contra chuvas mais recorrentes; a segunda protege a bacia para chuvas com Tr 25 anos; e a terceira etapa, por sua vez, protege a bacia para chuvas



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

O Capítulo 7 expõe o sistema implantado em etapas e seu comportamento em cada etapa quando submetido a chuvas de Tr 100 anos. Uma verificação do desempenho

individual das medidas de controle de cheias consideradas na primeira etapa foi realizada, levando em conta a redução da mancha de inundação quando essas medidas forem submetidas a uma chuva de 5 anos de recorrência.

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

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

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





## Definição de diretrizes básicas dos estudos

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

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

- Dotar a prefeitura do município de um instrumento de planejamento que possibilite minimizar, em um prazo predefinido, os graves problemas de inundação que assolam a cidade, com definição de:
  - Cenário de projeto para a ocupação máxima permitida pela Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (LPUOS – Lei nº 16.402/2016).
  - Metas de curto, médio e longo prazos.
- Reduzir paulatinamente os riscos de inundação na bacia até o nível correspondente a precipitações de Tr 100 anos;

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

outros planos de infraestrutura sejam considerados na elaboração de medidas de controle do escoamento superficial. É o caso, por exemplo, do Plano Diretor Estratégico (Lei nº 16.050/2014), do Código de Obras e Edificações (COE – Lei nº 16.642/2017), do Plano Municipal de Habitação – PMH (PMSP/SEHAB, 2011)<sup>1</sup>, 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)<sup>2</sup>; o Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (FUSP, 2009)<sup>3</sup>, 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)<sup>4</sup>; entre outros.

## PLANO DIRETOR ESTRATÉGICO – PDE

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

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

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

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

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

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

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



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

**1.** Macrozona de estruturação e qualificação urbana – apresenta grande diversidade de padrões de uso e ocupação do solo. Dentre seus objetivos, estão a promoção da convivência mais equilibrada entre a urbanização e a conservação ambiental e a redução das situações de vulnerabilidade urbana.

- Macroárea de estruturação metropolitana – abrange áreas das planícies fluviais dos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí, com articulação com o Centro e prolongamento junto a importantes avenidas.
- Macroárea de urbanização consolidada – caracterizada por um padrão elevado de urbanização, forte saturação viária e elevada concentração de empregos e serviços.
- Macroárea de qualificação da urbanização – é caracterizada pela existência de usos residenciais e não residenciais instalados em edificações horizontais e verticais, com um padrão médio de urbanização e de oferta de serviços e equipamentos.

- Macroárea de redução da vulnerabilidade urbana – caracteriza-se pela existência de elevados índices de vulnerabilidade social e baixos índices de desenvolvimento humano. É ocupada por uma população predominantemente de baixa renda que se instala em assentamentos precários e irregulares.

**2.** Macrozona de proteção e recuperação ambiental – é um território ambientalmente frágil devido a suas características geológicas e geotécnicas, à presença de mananciais de abastecimento hídrico e à significativa biodiversidade, demandando cuidados especiais para sua conservação. Tem dentre seus objetivos a conservação e a recuperação dos serviços ambientais existentes.

- Macroárea de redução da vulnerabilidade e recuperação ambiental – caracteriza-se pela predominância de elevados índices de vulnerabilidade socioambiental, baixos índices de desenvolvimento humano e assentamentos precários e irregulares.
- Macroárea de controle e qualificação urbana e ambiental – caracterizada pela existência de vazios intraurbanos com ou sem cobertura vegetal e áreas urbanizadas com distintos padrões de ocupação.

- Macroárea de contenção urbana e uso sustentável – caracterizada pela existência de fragmentos significativos de vegetação nativa, entremeados por atividades agrícolas, sítios e chácaras de recreio que protegem e/ou impactam, em graus distintos, a qualidade dos recursos hídricos.
- Macroárea de preservação de ecossistemas naturais – é caracterizada pela existência de sistemas ambientais cujos elementos e processos ainda conservam suas características naturais. Predominam áreas de remanescentes florestais naturais, várzeas preservadas, cabeceiras de drenagem, nascentes e cursos d'água ainda pouco impactados por atividades antrópicas.

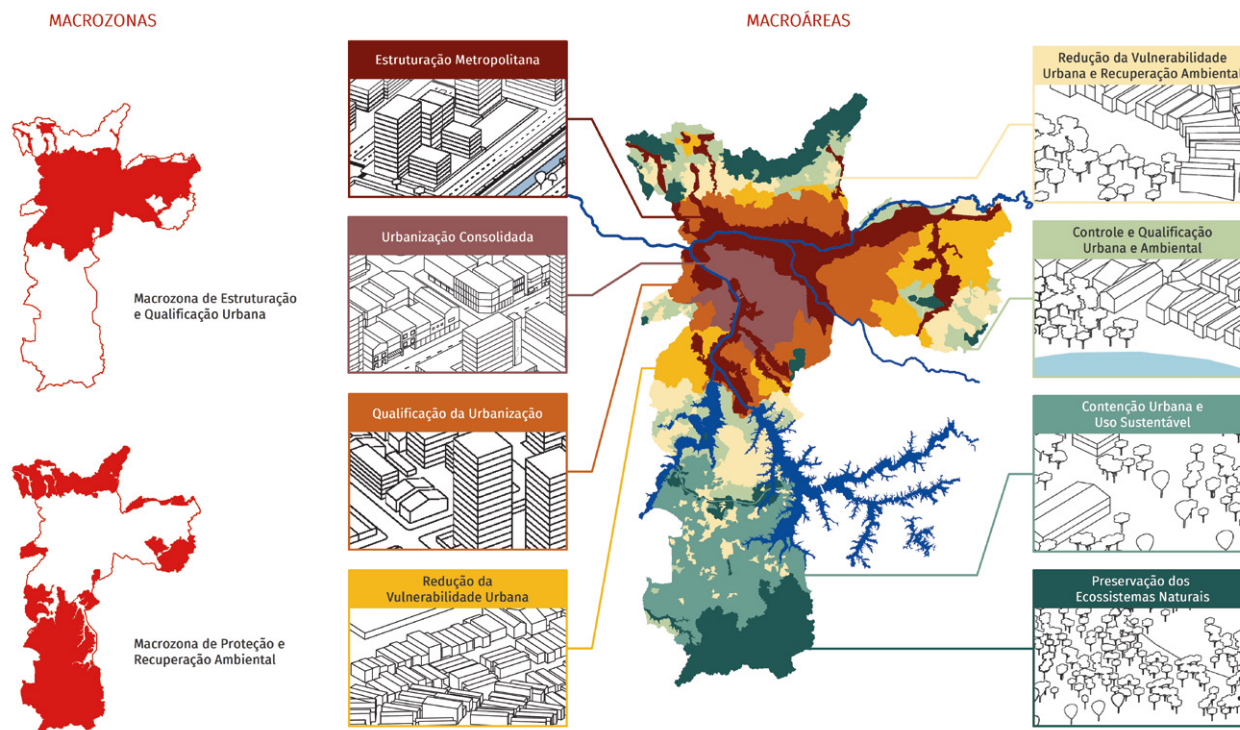
A **FIGURA 1.1** apresenta as macrozonas e macroáreas, elementos estruturantes do ordenamento territorial.

A rede de estruturação e transformação urbana é composta, entre outros elementos, da rede hídrica e ambiental que, por sua vez, se constitui pelo conjunto de cursos d'água, cabeceiras de drenagem, nascentes, olhos-d'água, represas e lagos naturais e artificiais, planícies aluviais, águas subterrâneas e pelo conjunto de parques, unidades de conservação, áreas verdes e áreas

protegidas. Dentre os objetivos urbanísticos e ambientais estratégicos relacionados à recuperação e proteção da rede hídrica e ambiental, estão:

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

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



O PDE traz a integração de políticas e dos sistemas urbanos e ambientais para as questões do ordenamento territorial, e cita como diretrizes da política ambiental (Art. 195): a conservação e recuperação da qualidade ambiental dos recursos hídricos e das bacias hidrográficas; a redução de enchentes; a minimização dos efeitos das ilhas de calor e da impermeabilização do solo; a criação de incentivos fiscais e urbanísticos às construções sustentáveis; e o

aumento da permeabilidade do solo, entre outras práticas.

O sistema de drenagem é definido, na Lei nº 16.050/2014 (Art. 213), como o conjunto formado pelas características geológico-geotécnicas e do relevo e pela infraestrutura de macro e microdrenagem instalada, sendo composto por:

- Fundos de vale, linhas e canais de drenagem, planícies aluviais e talwegues;



- Elementos de microdrenagem, como vias, sarjetas, meio-fio, bocas-de-lobo, galerias de água pluvial, entre outros;
- Elementos de macrodrenagem, como canais naturais e artificiais, galerias e reservatórios de retenção ou contenção;
- Sistema de áreas protegidas, áreas verdes e espaços livres, em especial os parques lineares.

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

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

- Elaborar o Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais, consideradas as ações de limpeza urbana previstas no Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos;

- Criar um órgão municipal de planejamento e gestão de drenagem e dos recursos hídricos;
- Elaborar mapeamento e cartografia georreferenciados das áreas de risco de inundações e aprimorar os sistemas de alerta e de emergência;
- Elaborar mapeamento e cartografia georreferenciados dos elementos de macrodrenagem, incluindo canais naturais e artificiais, galerias e reservatórios de retenção ou contenção;
- Implantar sistemas de detenção ou retenção temporária das águas pluviais que contribuam para a melhoria do espaço urbano, da paisagem e do meio ambiente;
- Implantar o Programa de Recuperação Ambiental de Fundos de Vale, composto por intervenções urbanas nos fundos de vale, articulando ações de saneamento e drenagem, a implantação de parques lineares e a urbanização de favelas. Um de seus principais objetivos é a ampliação progressiva das áreas verdes ao longo dos fundos de vale;
- Desassorear os cursos d'água, canais, galerias, reservatórios e demais elementos do sistema de drenagem;
- Revisar a legislação referente aos sistemas de retenção de águas pluviais;

- Implementar medidas de drenagem sustentáveis em áreas privadas e públicas;
- Adotar medidas que minimizem a poluição difusa carregada para os corpos hídricos;
- Adotar pisos drenantes nas pavimentações de vias locais e passeios de pedestres.

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

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

Os cadernos de Bacia Hidrográfica estão sendo desenvolvidos de acordo com as premissas e diretrizes apontadas pelo PDE na concepção de ações para o sistema de drenagem, conforme segue:

- Consideram a bacia hidrográfica uma unidade territorial de análise para diagnóstico, planejamento, monitoramento e elaboração de projetos;
- Consideram o impacto do uso e da ocupação do solo na impermeabilização da bacia hidrográfica;
- Estimulam e apontam áreas potenciais para a implantação de medidas de drenagem sustentáveis;
- Respeitam as capacidades hidráulicas dos corpos d'água, impedindo vazões excessivas;
- Utilizam tecnologia avançada de modelagem hidrológica e hidráulica, que permite o mapeamento das áreas de risco de inundação;
- Produzem o mapeamento georreferenciado dos elementos de macrodrenagem, incluindo canais naturais e artificiais, galerias e reservatórios de retenção ou contenção;
- Propõem sistemas de 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 do ribeirão Varginha está localizada na zona Sul do Município de São Paulo, a sul da bacia do ribeirão Cocaia e a noroeste da bacia do Rio Curucutu.

É composta por uma bacia principal e por uma área de contribuição direta à margem esquerda da Represa Billings. A área de drenagem abrange 35,1 km<sup>2</sup>, correspondente a 2,31% da área total do município. Desse total, são 33,8 km<sup>2</sup> de área cobertos pela bacia hidrográfica e 1,4 km<sup>2</sup> cobertos pela bacia de contribuição direta.

O mapa da **FIGURA 2.1** apresenta a localização da bacia do ribeirão Varginha no Município de São Paulo.

Convenção

Área de drenagem

Rede de drenagem

Quadra viária

Área de drenagem: 35,1 km²

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

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





**FIGURA 2.1** Localização da  
bacia do ribeirão Varginha





## 2.2 HISTÓRICO DA BACIA

A bacia do ribeirão Varginha está inserida, em quase toda sua totalidade, no distrito do Grajaú, localizado na zona Sul do Município de São Paulo. Suas características territoriais, portanto, estão diretamente vinculadas ao processo de urbanização e ao padrão de ocupação dessa região ao longo do tempo. No Município de São Paulo, as modificações nessa bacia acompanharam a história da região onde hoje está localizada a subprefeitura da Capela do Socorro.

No início do século XIX, a área que viria a se tornar a Capela do Socorro apresentava um caráter predominantemente rural, sendo composta por plantações, sítios e fazendas. A partir de 1827, a política de imigração atraiu colonos alemães para a região de Parelheiros. Eles, então, passaram a ocupar terras devolutas conhecidas atualmente como Colônia<sup>5</sup>.

Ao longo do século XX, esse processo se intensificou com a construção das barragens da Light, resultando na formação da Represa Guarapiranga, em 1907, e da Represa Billings,

em 1924. Atualmente, ambas são essenciais para o abastecimento hídrico da Região Metropolitana de São Paulo. A construção da Represa Billings teve início em 1925, e sua configuração atual foi concluída em 1949. A implantação dessa represa não apenas impulsionou o processo de industrialização, mas também fomentou a ocupação do Grajaú, favorecendo a criação de chácaras, sítios e áreas de lazer nas décadas de 1950 e 1960<sup>6</sup>.

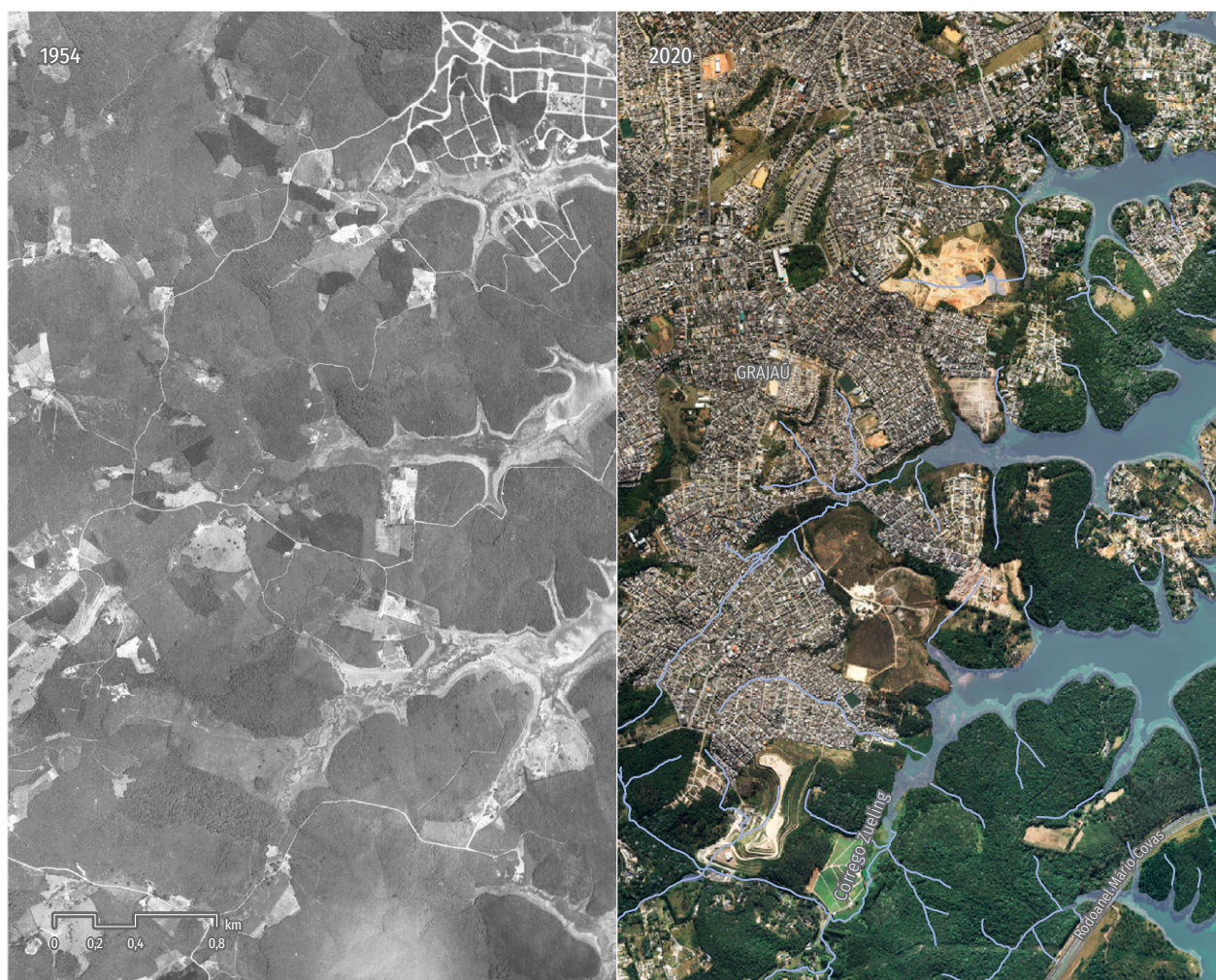
O crescimento da especulação imobiliária na região no final da década de 1920 estimulou a abertura de loteamentos em áreas mais afastadas do centro. Em 1928, a inauguração da autoestrada Washington Luiz facilitou o acesso a Interlagos, que foi loteado entre 1931 e 1933. A construção do Autódromo de Interlagos, em 1939, contribuiu ainda mais para a urbanização local, levando à formação de bairros industriais como Socorro e Veleiros, ao longo do canal Jurubatuba nos anos 1940.

A denominação Capela do Socorro surgiu em 1938, quando a área foi oficialmente reconhecida como bairro, em alusão a uma

5. São Paulo (Município). Subprefeitura da Capela do Socorro. **81 anos de Capela do Socorro**, 9 out. 2019. Disponível em: [https://prefeitura.sp.gov.br/web/capela\\_do\\_socorro/w/noticias/99468](https://prefeitura.sp.gov.br/web/capela_do_socorro/w/noticias/99468). Acesso em: 15 set. 2025.

6. São Paulo (Município). Subprefeitura da Capela do Socorro. **Conheça um pouco de história da Capela do Socorro**, 13 mar. 2021. Disponível em: [https://prefeitura.sp.gov.br/web/capela\\_do\\_socorro/w/noticias/3832](https://prefeitura.sp.gov.br/web/capela_do_socorro/w/noticias/3832). Acesso em: 17 set. 2025.





**FIGURA 2.2** Modificações na ocupação do território em 1954 e em 2020 (imagens disponíveis no GeoSampa)

pequena capela construída dois anos antes em homenagem a Nossa Senhora do Perpétuo Socorro. Antes disso, a região era apenas um ponto de parada de bondes, cuja linha havia sido estendida a partir de Santo Amaro em 1913. Naquele período, a Capela do Socorro abrangia uma área maior do que a abrangida atualmente, incluindo os territórios dos atuais distritos de Parelheiros e Marsilac.

A partir da década de 1950, a região consolidou-se como um importante polo industrial e habitacional, com a proliferação de loteamentos populares em áreas de mananciais.<sup>7</sup>

Em 2012, por meio do Decreto Municipal nº 52.973, foi criado o Parque Natural Municipal Varginha (PNMV), totalizando aproximadamente 4,8 milhões de metros quadrados. A implantação do parque esteve vinculada ao processo de licenciamento ambiental das obras do trecho sul do Rodoanel Mário Covas, tendo como objetivo principal compensar os impactos sobre os fragmentos florestais da Mata Atlântica. A consolidação do PNMV ocorreu em um

período de intensa transformação urbana, com expansão de área construída no local. Esse processo resultou na abertura de diversos loteamentos populares, como o Jardim Marilda, o Jardim Varginha e a Chácara do Sol, na porção norte da área da bacia. Esses loteamentos passaram a pressionar os remanescentes de vegetação e os recursos hídricos daquela área.<sup>8</sup>

Atualmente, a região administrativa da Capela do Socorro ocupa uma área aproximada de 134 km<sup>2</sup>, correspondendo a cerca de 8% do território municipal. Trata-se de uma das subprefeituras mais populosas de São Paulo, abrigando aproximadamente 700 mil habitantes, sendo quase 400 mil apenas no Grajaú, que se destaca como o distrito mais populoso da cidade.

Atualmente, o Grajaú apresenta uma paisagem diversa, na qual o intenso crescimento urbano trouxe desafios estruturais e sociais, como ocupações irregulares em áreas de mananciais e a necessidade de investimentos em infraestrutura e em saneamento básico.

---

7. WANDERMUREM, I. Grajaú: 5 curiosidades sobre o distrito do extremo sul de SP. **Terra**, 8 ago. 2023. Disponível em: <https://www.terra.com.br/visao-do-corre/grajau-5-curiosidades-sobre-o-distrito-do-extremo-sul-de-sp,cda-c6165a8f83b7e0aa9dc901290a6c8k2g420wl.html>. Acesso em: 17 set. 2025.

8. São Paulo (Município). Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente. **Parque Natural Municipal Varginha**, 1º out. 2025. Disponível em: [https://prefeitura.sp.gov.br/web/meio\\_ambiente/w/unid\\_de\\_conservacao/parques\\_naturais/42077](https://prefeitura.sp.gov.br/web/meio_ambiente/w/unid_de_conservacao/parques_naturais/42077). Acesso em: 17 set. 2025.

## 2.3 HIDROGRAFIA

A hidrografia principal da bacia em estudo é composta pelo ribeirão Varginha e pelo córrego Zueling, além de pequenos afluentes de primeira ordem. Quanto à extensão, o ribeirão apresenta 7.319 m, e o córrego, 4.380 m, sendo que ambos se encontram, em grande parte, em estado natural.

O ribeirão Varginha nasce próximo ao cruzamento entre as ruas Jacob Guilger Reimberg e Visconde de Montalegre, no extremo sul da bacia. Depois desse trecho, o ribeirão segue seu curso paralelamente aos logradouros Rua Visconde de Montalegre, Rua Henrique Reimberg, Estrada Itaim A Colônia Velha, Avenida Kayo Okamoto e Rua Yoshio Matsumura, indo até o cruzamento da última com a Avenida Paulo Guilguer Reimberg, onde o ribeirão deságua no lago da Represa Billings.

Quanto ao córrego Zueling, sua nascente está localizada a leste da área em estudo,

próxima ao Parque Natural Municipal do Itaim. Seu curso, por sua vez, segue para o norte, cortando dois eixos viários que estruturam a bacia, o Rodoanel Mário Covas e a Avenida Paulo Guilguer Reimberg, desaguardo, pouco depois, no lago da Represa Billings, na altura do Parque Natural Municipal Varginha.

O mapa hidrográfico da bacia do ribeirão Varginha é apresentado na **FIGURA 2.3**. O traçado desse mapa leva em consideração a situação atual dos cursos d'água 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. Na imagem, é possível verificar que a maior parte dos cursos d'água dessa bacia se encontra a céu aberto.

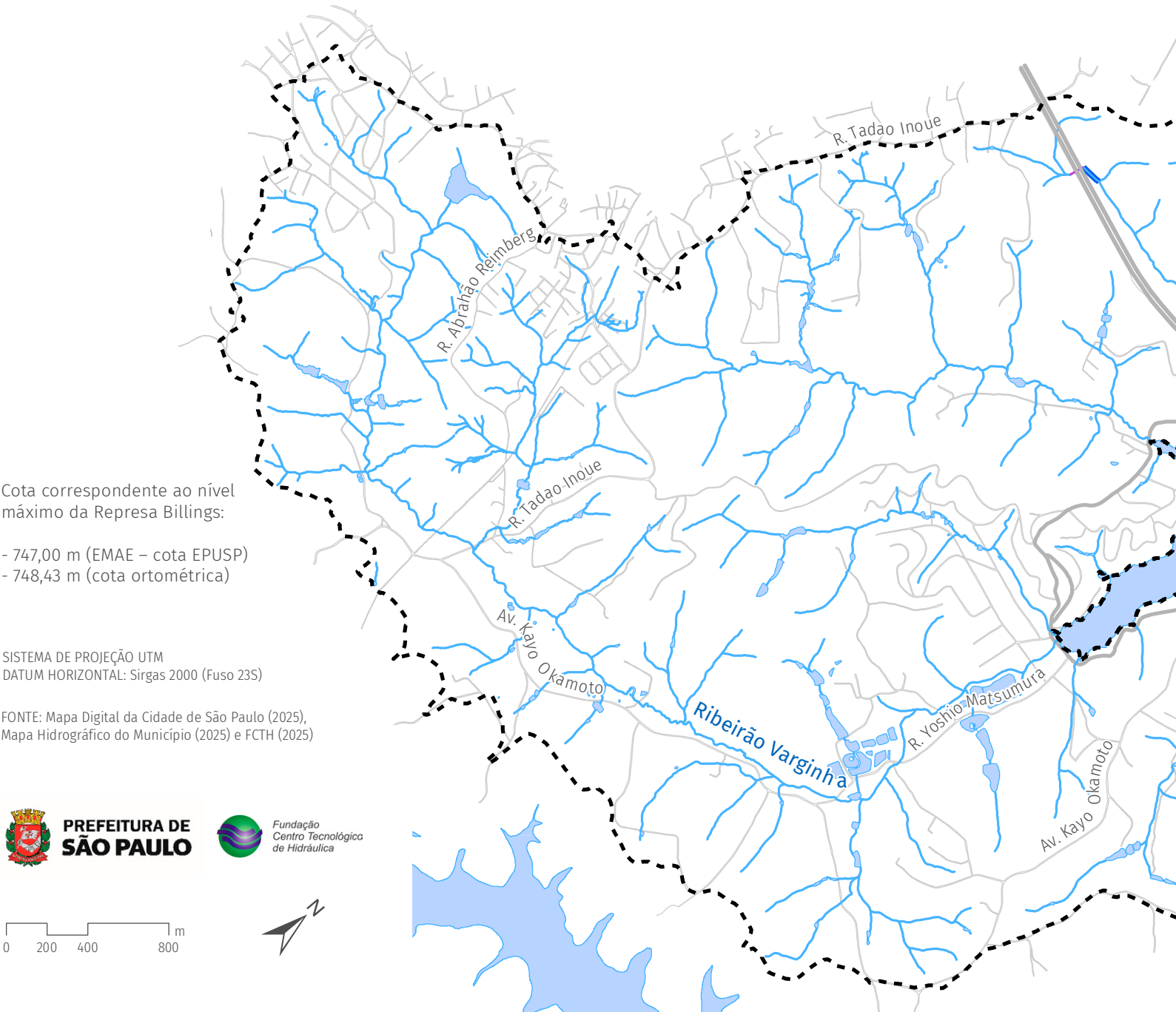
A **FIGURA 2.4** indica as dimensões das principais galerias da bacia do ribeirão Varginha, assim como a localização das galerias secundárias disponíveis no cadastro do Geoconvias.

Convenção

- Área de drenagem
- Quadra viária

Rede de drenagem

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



Cota correspondente ao nível máximo da Represa Billings:

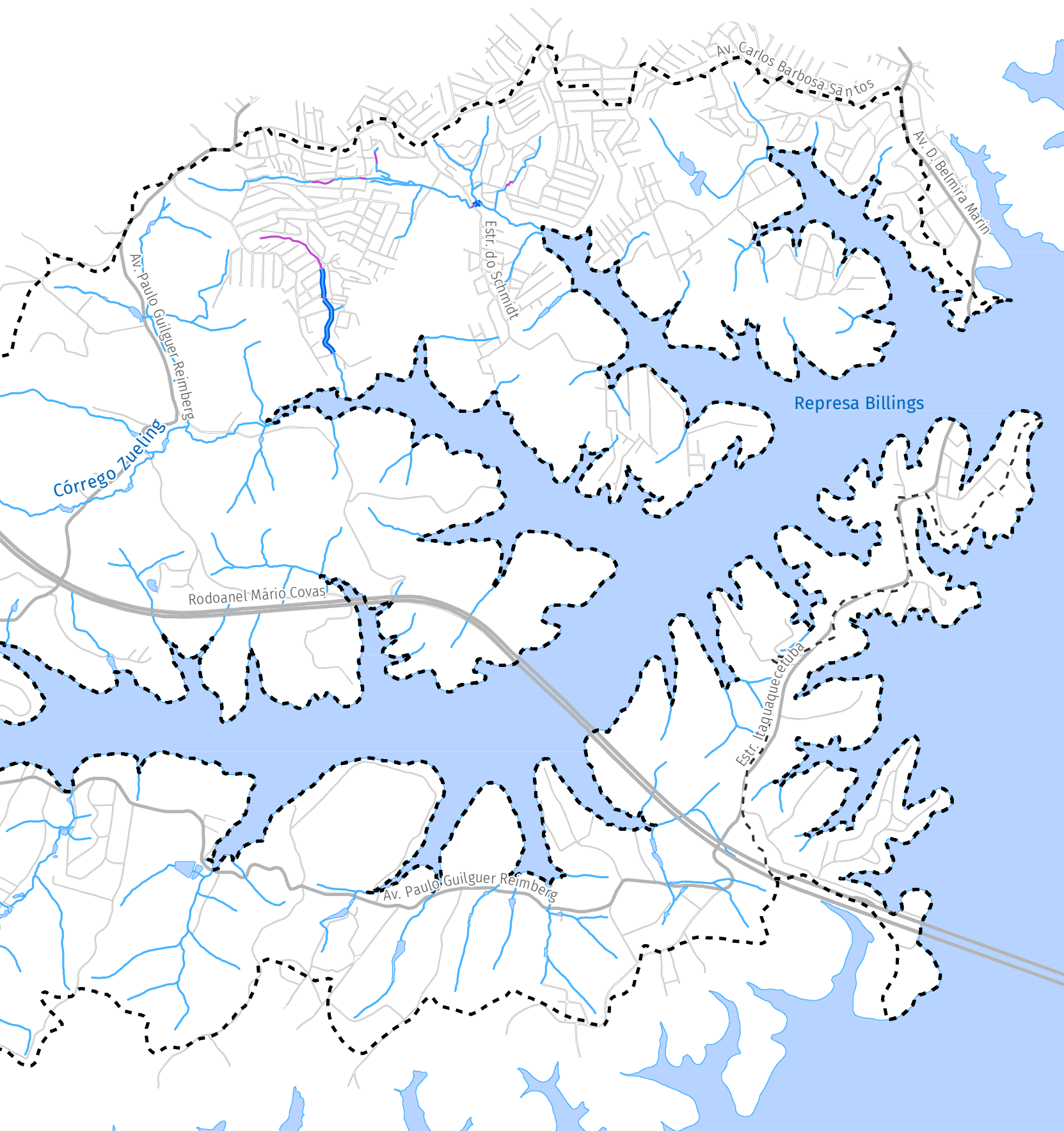
- 747,00 m (EMAE – cota EPUSP)
- 748,43 m (cota ortométrica)

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

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



**FIGURA 2.3** Rede hídrica principal da bacia do ribeirão Varginha





Convenção

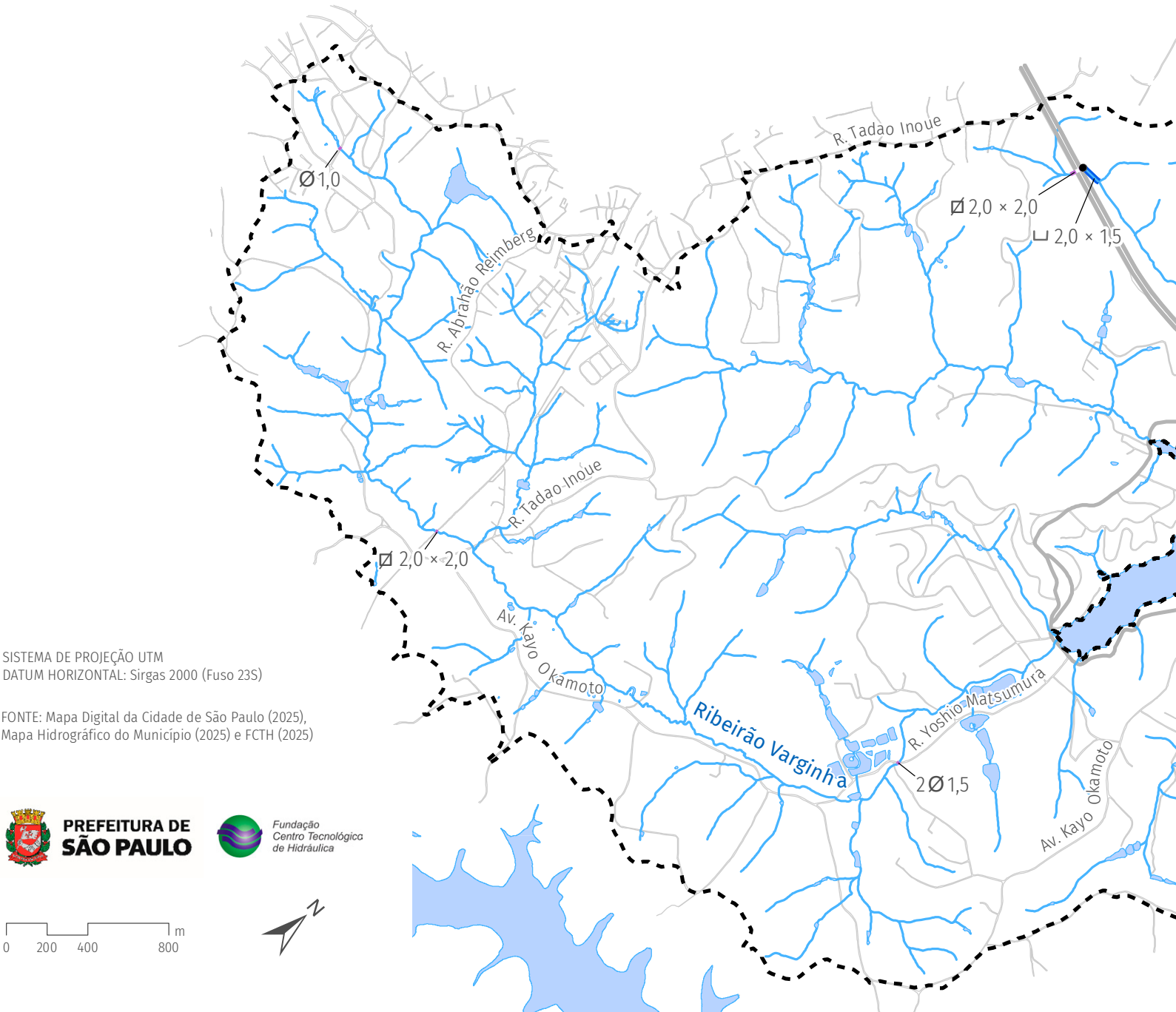
- Área de drenagem
- Quadra viária

Dimensões em metros

- Seção retangular aberta
- Seção retangular
- Seção circular

Rede de drenagem

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



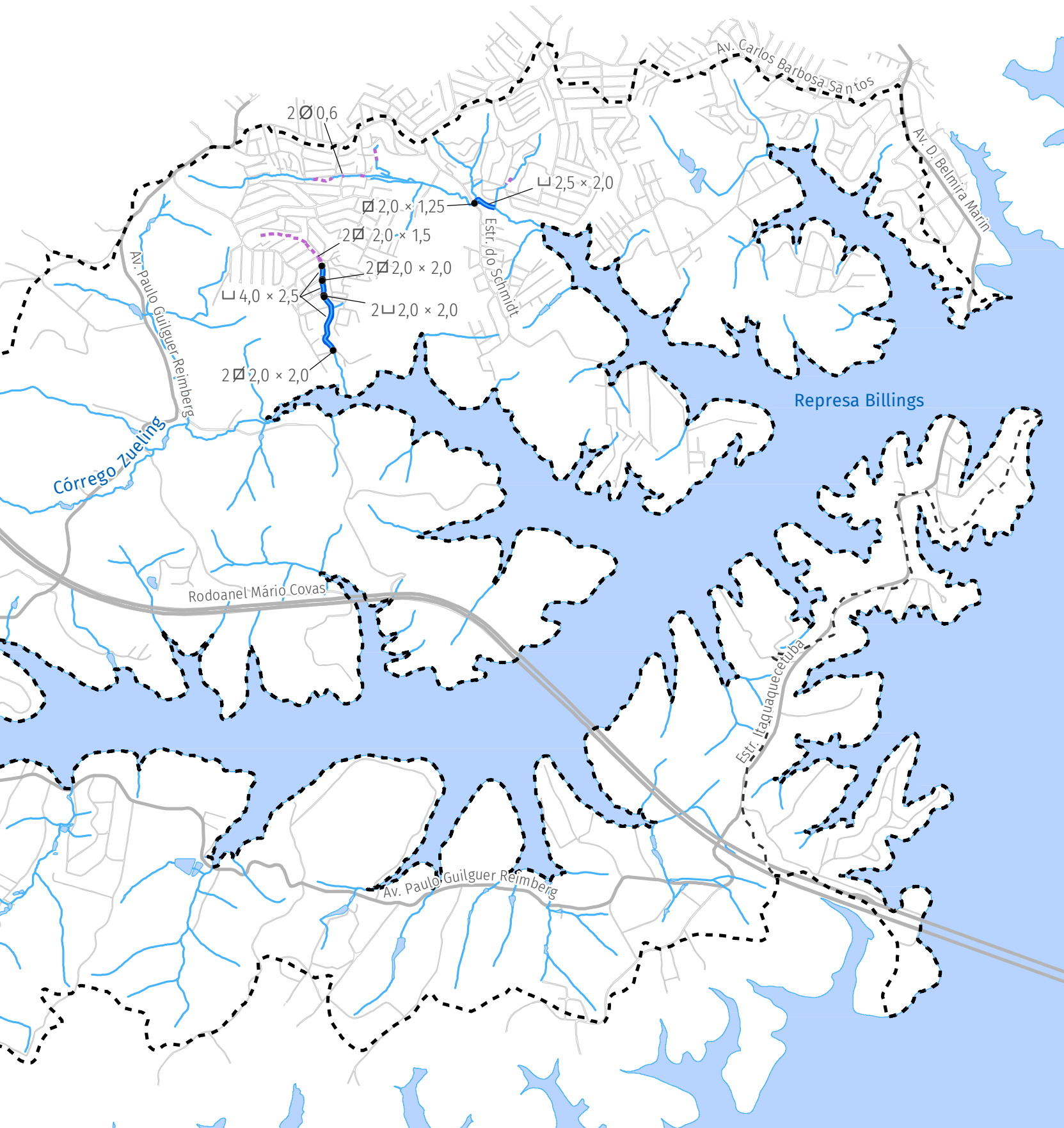
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM  
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

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



0 200 400 800 m





### 2.3.1 O SISTEMA DE DRENAGEM ATUAL DA BACIA

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

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

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

Apesar de já existirem iniciativas e diversas soluções de drenagem sustentáveis implantadas na cidade de São Paulo<sup>9</sup>, os sistemas de drenagem existentes no município ainda são majoritariamente convencionais. Contudo, há que se destacar um dispositivo implantado no sistema de macrodrenagem, que é o sistema de vertimento controlado nos lagos dos parques da Aclimação, Cidade de Toronto e Alberto Löfgren (conhecido como Horto Florestal), além do presente na Lagoa Aliperti. O vertimento controlado apresenta benefício direto no abatimento das cheias a jusante desses locais, mantendo as características principais de lazer e a fauna e a flora aquáticas desses espaços.

Vale lembrar que os processos resultantes da ocupação desordenada e acelerada, a intensa impermeabilização do solo urbano e a implantação do sistema de drenagem das

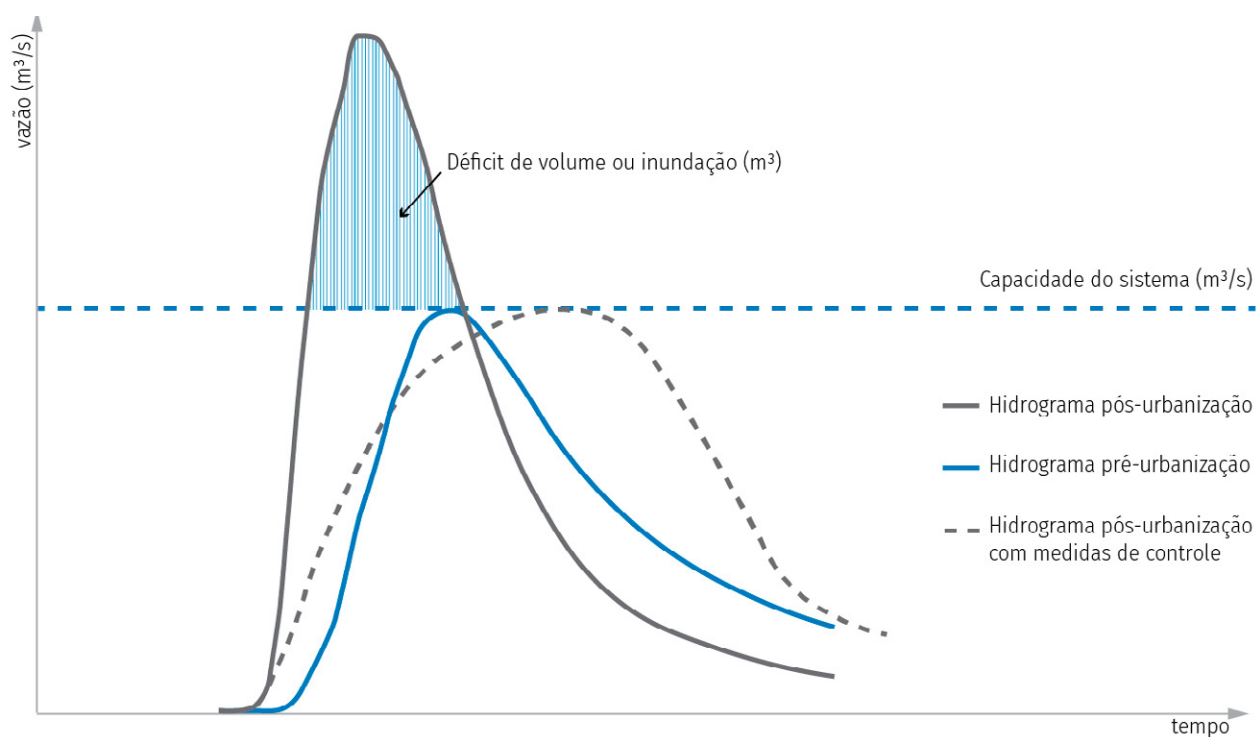
9. São Paulo (Município). Secretaria Municipal Especial de Comunicação. **Prefeitura de São Paulo ultrapassa a marca de 200 jardins de chuva na cidade**, 23 set. 2022. Disponível em: <https://www.capital.sp.gov.br/noticia/prefeitura-de-sao-paulo-ultrapassa-a-marca-de-200-jardins-de-chuva-na-cidade>.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

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 2.5**.

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

Atualmente, as bacias do município já se encontram na condição do hidrograma pós-urbanização. Para mitigar os impactos



**FIGURA 2.5** Hidrograma hipotético do efeito da urbanização

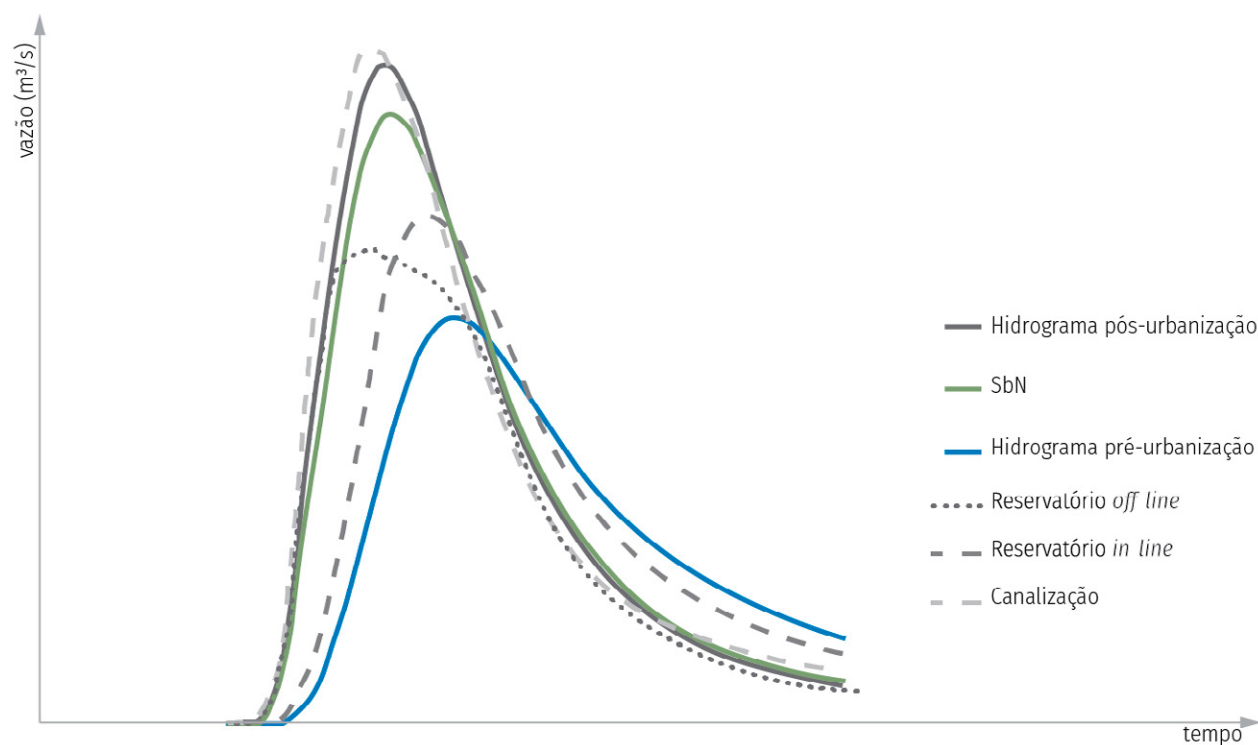
dessa situação, torna-se necessária a implantação de uma combinação de medidas convencionais e soluções de drenagem sustentáveis, com o objetivo de aproximar os escoamentos das condições de um hidrograma amortecido, compatível com a capacidade do sistema.

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

das vazões afluentes, o que aumenta os picos dos hidrogramas, como indicado a seguir.

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

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



**FIGURA 2.6** Hidrograma representativo da ação das medidas de controle

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

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

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

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

A análise do diagrama evidencia que, em diversos trechos da rede de drenagem, a capacidade das galerias é insuficiente para escoar as vazões máximas afluentes. Por exemplo, travessias sob o ribeirão Varginha e seus principais afluentes, como o próprio córrego Zueling, já operam em carga.

Nas travessias localizadas nas regiões média e de montante do ribeirão Varginha, observa-se um déficit de escoamento de aproximadamente 20 m<sup>3</sup>/s em relação à vazão solicitante. Outros pontos com capacidade inferior à demanda incluem as travessias da Rua Mariano Larsen e da Estrada do Schmidt, que cruzam um afluente do braço da Represa Billings na área da bacia do ribeirão Varginha. Nesses locais, as diferenças entre capacidade e vazão solicitante atingem, respectivamente, 4 m<sup>3</sup>/s e 6 m<sup>3</sup>/s. Por fim, no córrego Zueling, a travessia com a Avenida Paulo Guilguer Reimberg apresenta uma vazão solicitante superior à capacidade da galeria em 6 m<sup>3</sup>/s.



FIGURA 2.7 Diagrama unifilar de vazões da bacia do ribeirão Varginha (situação atual)

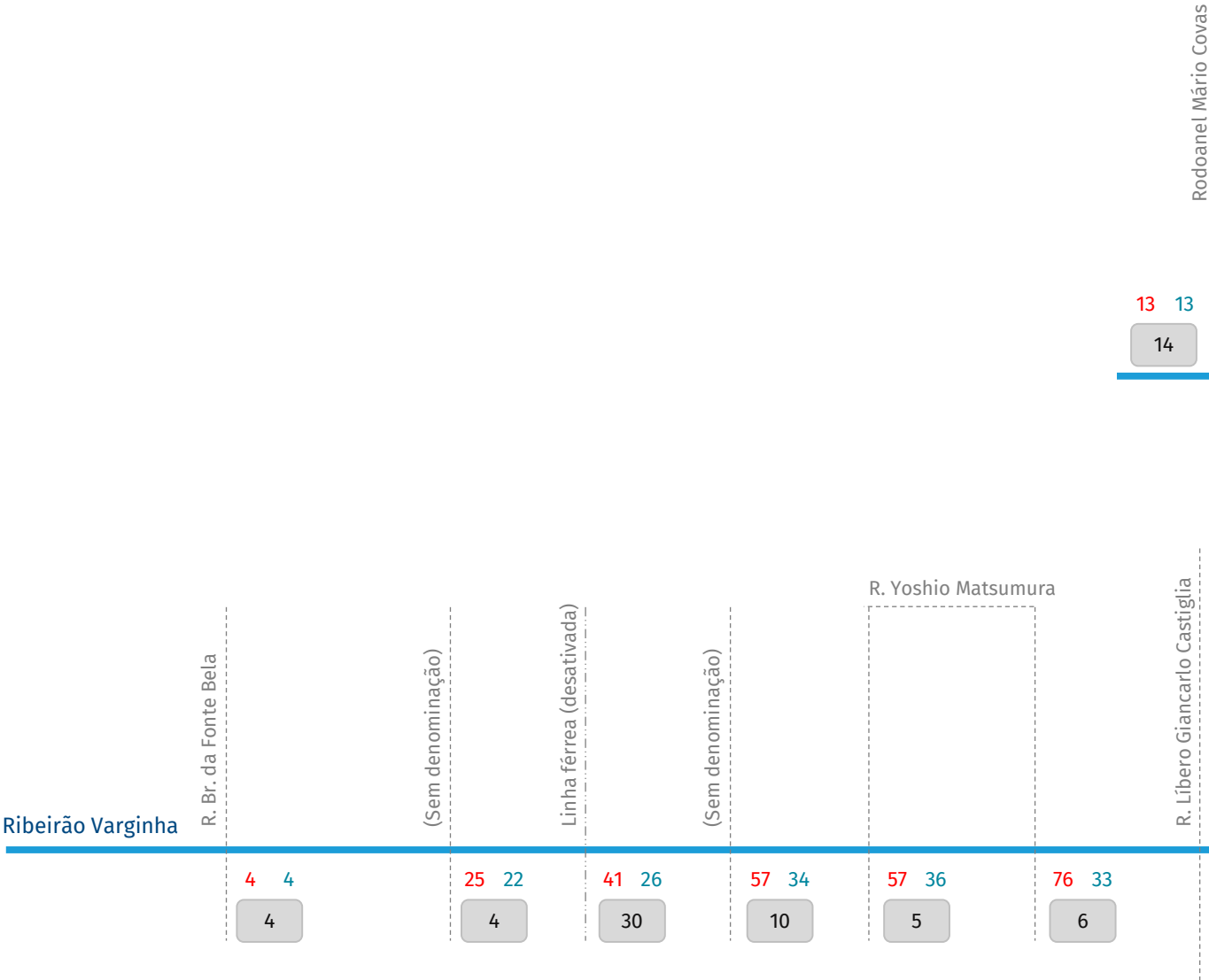
Vazões hidrológicas Tr 100 anos (m³/s)

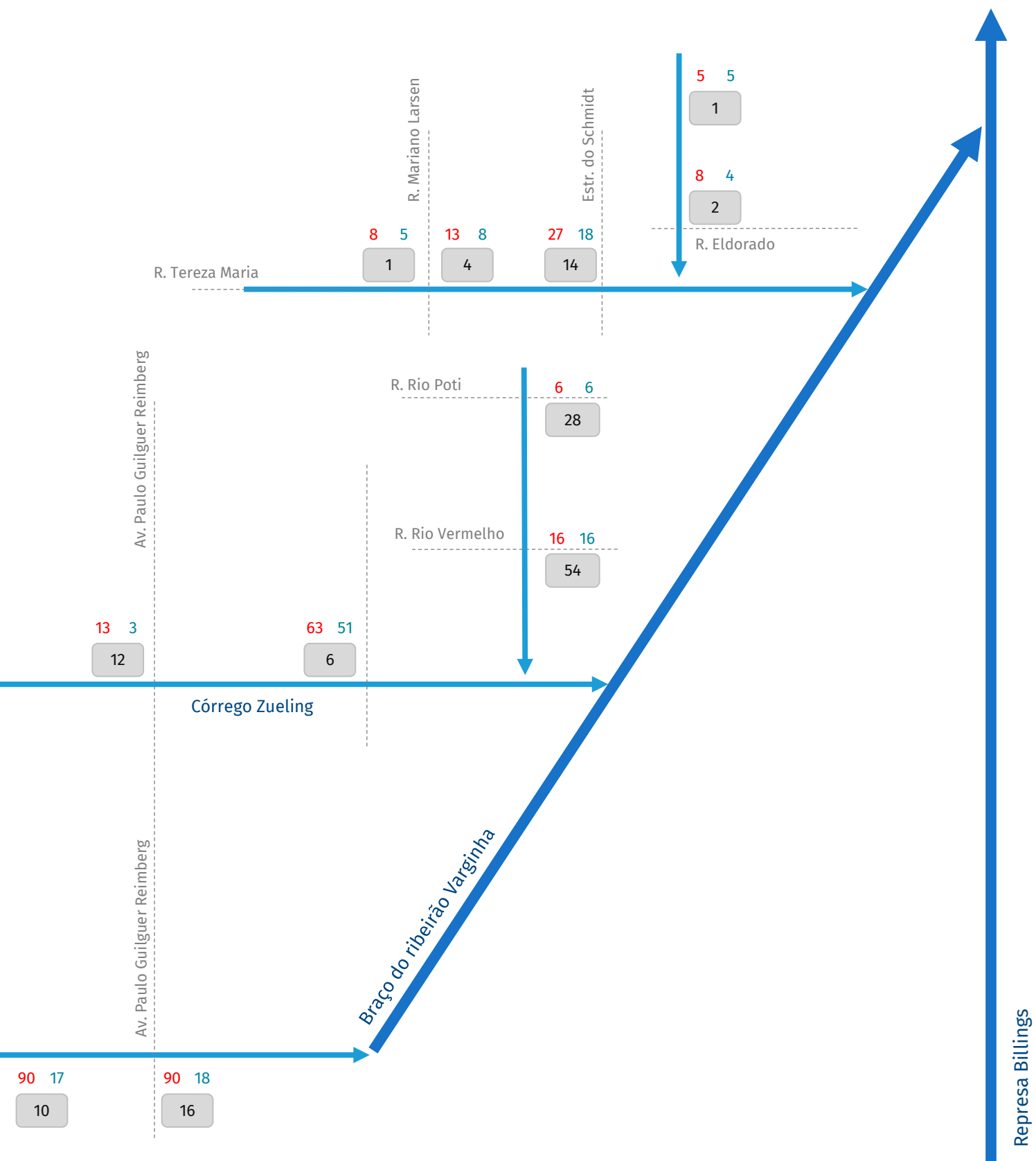
Capacidade máxima da seção (m³/s)

Vazões Tr 100 anos (m³/s)

REDE EXISTENTE

→ Rede de drenagem





### 2.3.2 INUNDAÇÕES NA BACIA DO RIBEIRÃO VARGINHA

Na bacia do ribeirão Varginha, 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. No caso dessa bacia, embora os córregos permaneçam majoritariamente em estado natural, a ocupação irregular nas áreas de várzea desses cursos, especialmente de seus afluentes, contribui para a ocorrência de diversos pontos de inundação.

O levantamento das ocorrências de inundação reuniu dados históricos disponibilizados pela SIURB, registros de pontos de alagamento realizados pela CET/CGE entre 2018 e 2024 e cadastros de áreas de risco – hidrológicas e geológicas – elaborados pela Defesa Civil de São Paulo. Também foram incorporados no conjunto de dados levantamentos recentes da FCTH feitos nas regiões mais críticas, obtidos por meio de levantamento topográfico das áreas de inundações, que foram delimitadas a partir de entrevistas com moradores e usuários locais. Além

de mapear a situação atual, esses estudos buscaram verificar se os pontos de inundação identificados historicamente permanecem ativos.

As inundações mais severas se concentram na porção urbanizada, com destaque para o afluente do córrego Zueling, nas proximidades da Viela São Paulo e das ruas Samuel Scott e Doze. Outro ponto crítico está ao longo da Rua Tereza Maria, entre a Rua Camilo Cortellini e as imediações da Travessa Varginha.

Nessas áreas, as construções situadas nas margens dos córregos provocaram alterações significativas na condição natural desses cursos d'água, acarretando despejos de efluentes domésticos e poluição por resíduos sólidos, além de expor moradores ao risco de inundações. A **FIGURA 2.8**, obtida dos relatórios de áreas de risco hidrológico elaborados pela Defesa Civil da Cidade de São Paulo, exemplifica a situação nesses locais.

A **FIGURA 2.9** traz o mapa de inundações na bacia do ribeirão Varginha.

Moradias nas margens de um afluente do córrego Zueling, nas proximidades da Vla. São Paulo



Residência sobre o córrego na R. Tereza Maria



**FIGURA 2.8** Áreas de risco hidrológico na bacia do ribeirão Varginha, com residências construídas nas margens dos córregos (fonte: Defesa Civil da Cidade de São Paulo)

Convenção

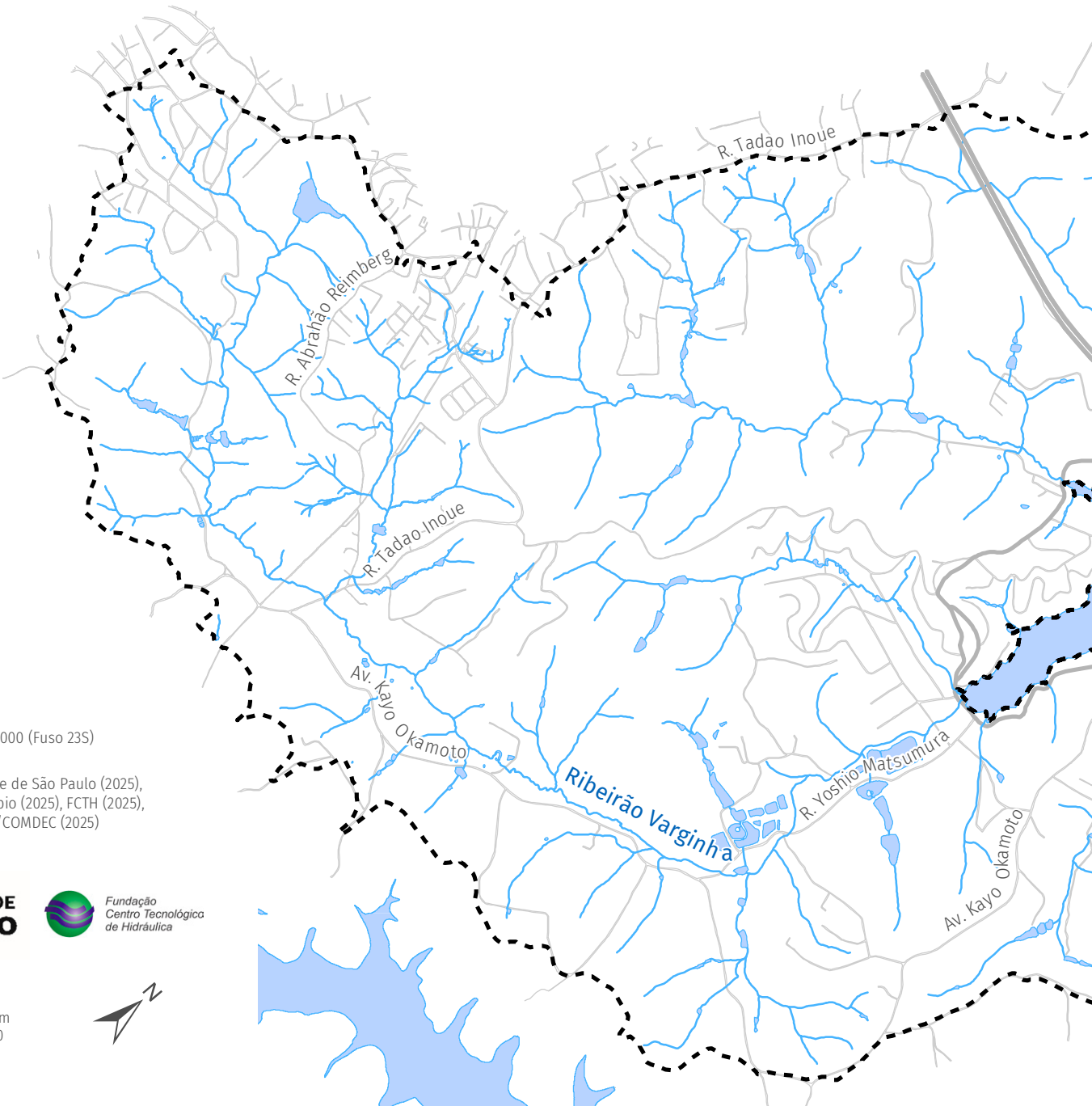
- Área de drenagem
- Rede de drenagem
- Quadra viária

Pontos de alagamento CET/CGE (2004-2025)

- Transitável
- Levantamento de inundações/alagamentos
- Levantamento FCTH
- SMSU/COMDEC
- Área de risco geológico (solapamento)
- Área de risco hidrológico

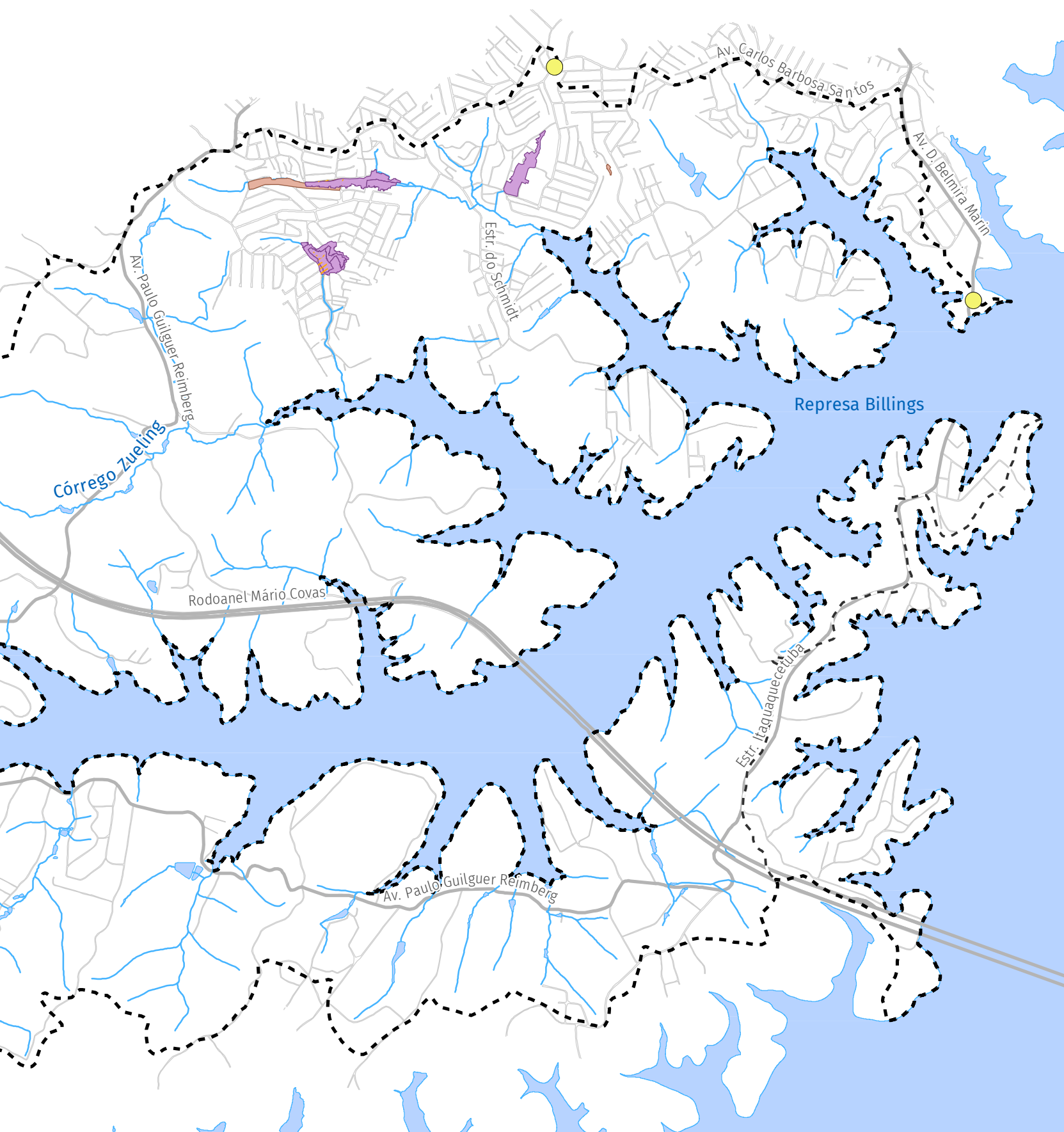
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM  
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

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





**FIGURA 2.9** Diagnóstico das inundações na bacia do ribeirão Varginha





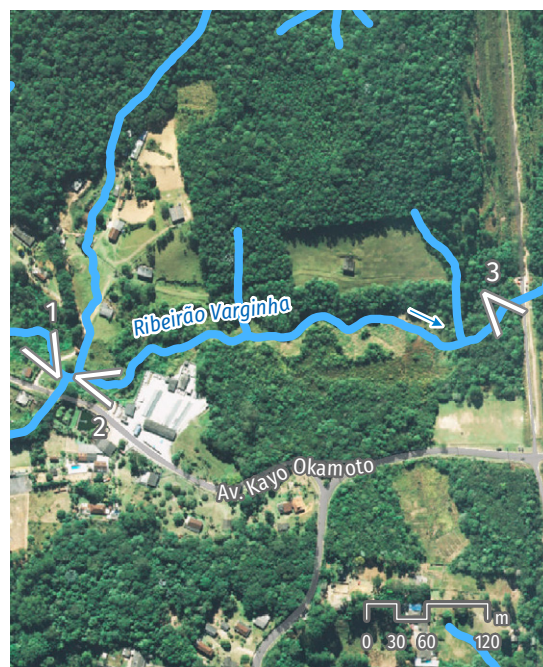
### 2.3.3 MEMORIAL FOTOGRÁFICO

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

- Região de montante do ribeirão Varginha, nas imediações da Rua Henrique Reimberg e na travessia com uma linha férrea desativada (**FIGURA 2.10**);
- Região média do ribeirão Varginha, em travessias com a Rua Yoshio Matsumura (**FIGURA 2.11**);
- Região de jusante do ribeirão Varginha, nas travessias com a Rua Líbero Giancarlo Castiglia e com a Avenida Paulo Guilguer Reimberg (**FIGURA 2.12**);
- Região de montante do córrego Zueling, nas travessias com o Rodoanel Mário

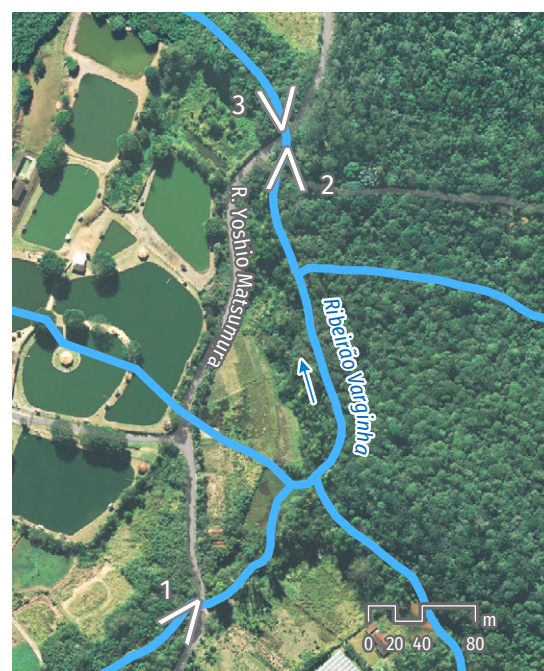
Covas e com a Avenida Paulo Guilguer Reimberg (**FIGURA 2.13**);

- Região de montante de um afluente do córrego Zueling, com levantamento de áreas inundáveis em região de risco hidrológico, nas imediações da Rua Samuel Scott (**FIGURA 2.14**);
- Região de jusante de um afluente do córrego Zueling, nas imediações das ruas Projetada e Arca de Noé. Nessa região, é possível observar grande presença de lixo no leito do córrego (**FIGURA 2.15**);
- Região de montante de um córrego do Jardim Varginha, com levantamento de áreas inundáveis em região de risco hidrológico, nas imediações das ruas Adriano Alves de Oliveira e Mariano Larsen (**FIGURA 2.16**);
- Região de jusante do córrego do Jardim Varginha, nas imediações da Estrada do Schmidt. A área apresenta obras de canalização do córrego e nela é proposta a construção de uma *wetland* (**FIGURA 2.17**).



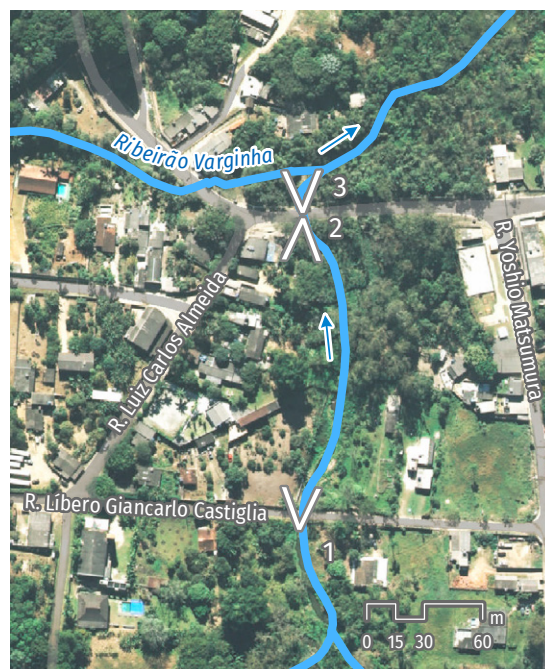
**FIGURA 2.10** Região de montante do ribeirão Varginha, nas imediações da R. Henrique Reimberg e na travessia com uma linha férrea desativada





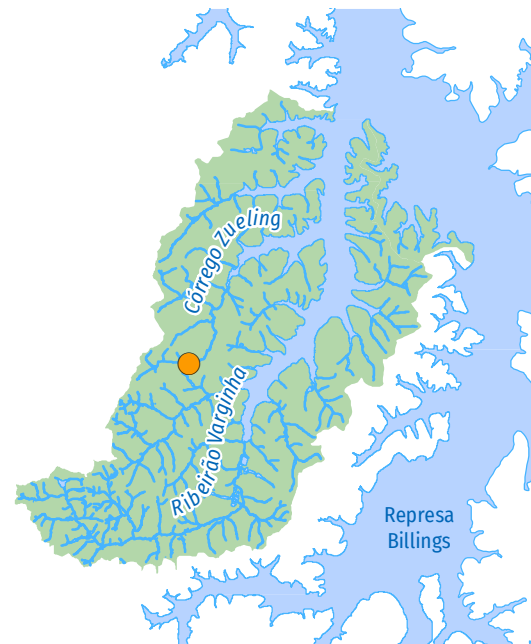
**FIGURA 2.11** Região média do ribeirão Varginha, em travessias com a R. Yoshio Matsumura





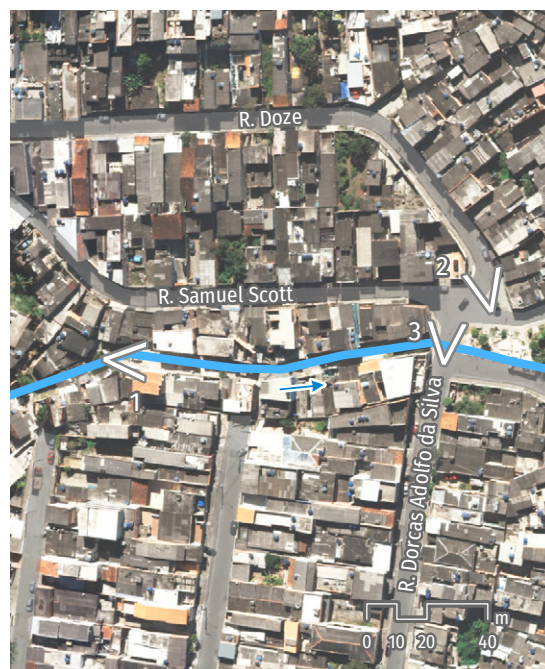
**FIGURA 2.12** Região de jusante do ribeirão Varginha, nas travessias com a R. Líbero Giancarlo Castiglia e com a Av. Paulo Guilguer Reimberg





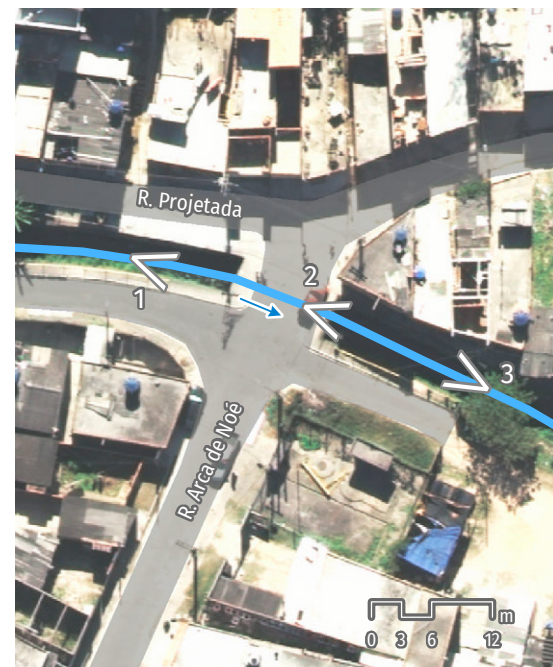
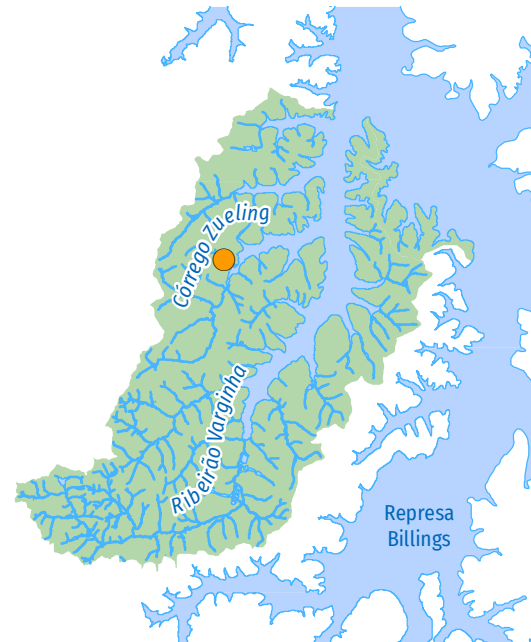
**FIGURA 2.13** Região de montante do córrego Zuelling, nas travessias com o Rodoanel Mário Covas e com a Av. Paulo Guilguer Reimberg





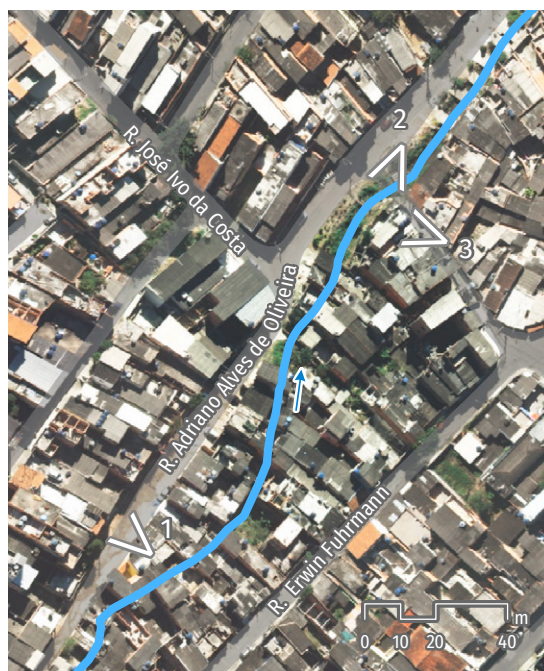
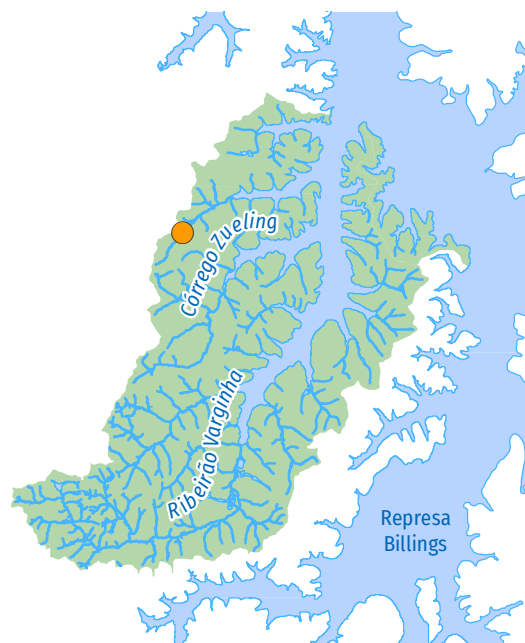
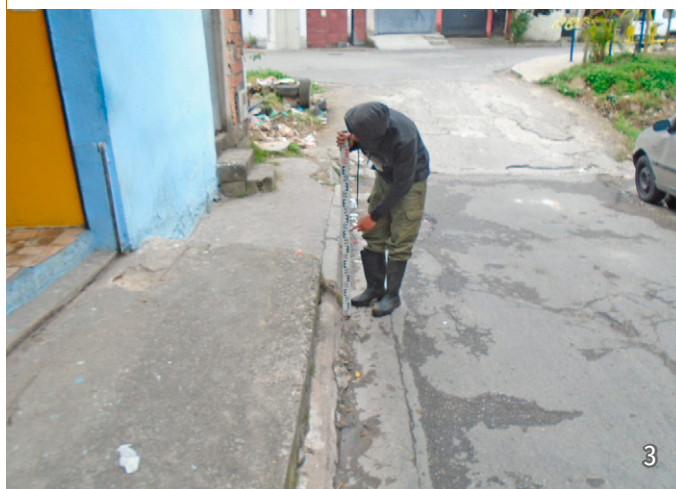
**FIGURA 2.14** Região de montante de um afluente do córrego Zueling, com levantamento de áreas inundáveis em região de risco hidrológico, nas imediações da R. Samuel Scott





**FIGURA 2.15** Região de jusante de um afluente do córrego Zuelling, nas imediações da Vla. São Paulo





**FIGURA 2.16** Região de montante de um córrego do Jd. Varginha, com levantamento de áreas inundáveis em região de risco hidrológico, nas imediações das ruas Adriano Alves de Oliveira e Mariano Larsen





**FIGURA 2.17** Região de jusante do córrego do Jd. Varginha, nas imediações da Estr. do Schmidt

## 2.4 MONITORAMENTO HIDROLÓGICO

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

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

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

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

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

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

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

Atualmente, a bacia do ribeirão Varginha não conta com postos da rede telemétrica instalados. Durante a elaboração deste Caderno, foram avaliados pontos ao longo do ribeirão para definição de um local adequado para uma futura instalação, conforme indicado na **FIGURA 2.18**. Como referência complementar, foram utilizados os dados do posto localizado na Barragem da Pedreira, ao norte da bacia, a partir do qual foram analisadas as séries de chuva e nível da represa. A série histórica do posto 554 – Pedreira

(estação UHE Henry Borden – barramento Billings) tem início em janeiro de 2014.

A **FIGURA 2.18** apresenta a localização proposta para instalação do posto na bacia, bem como o posto existente na Barragem da Pedreira, utilizado como referência. Na **FIGURA 2.19**, é exibida a série histórica dos dados pluviométricos e fluviométricos registrados no posto 554, com intervalo de 10 minutos. Em seguida, a **FIGURA 2.20** mostra as precipitações médias mensais correspondentes a esse mesmo posto.





Posto telemétrico da Pedreira, estação UHE  
Henry Borden – barramento Billings (foto: FCTH)



Convenção

Área de drenagem

Rede de drenagem

Quadra viária

Estação automática – SAISP

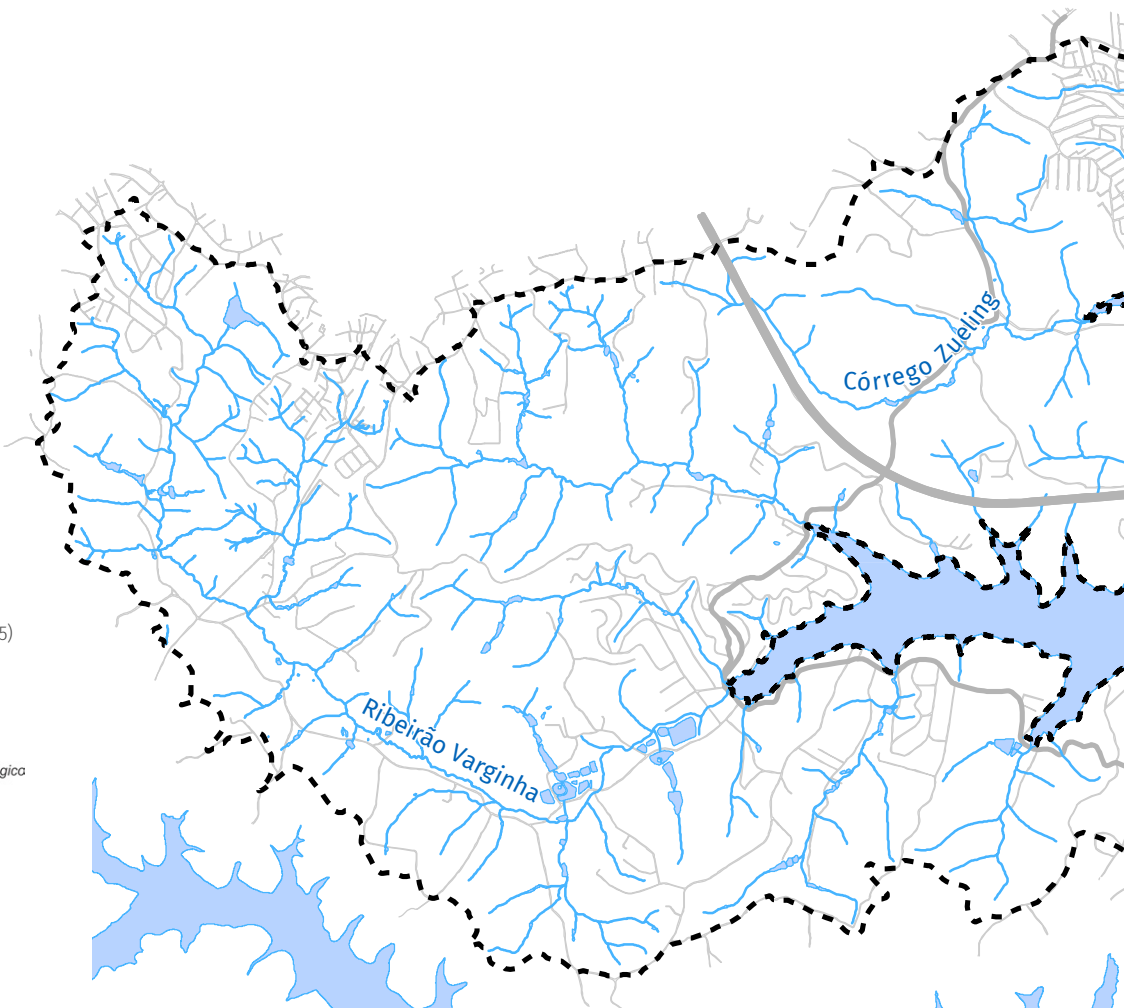
Estação proposta

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

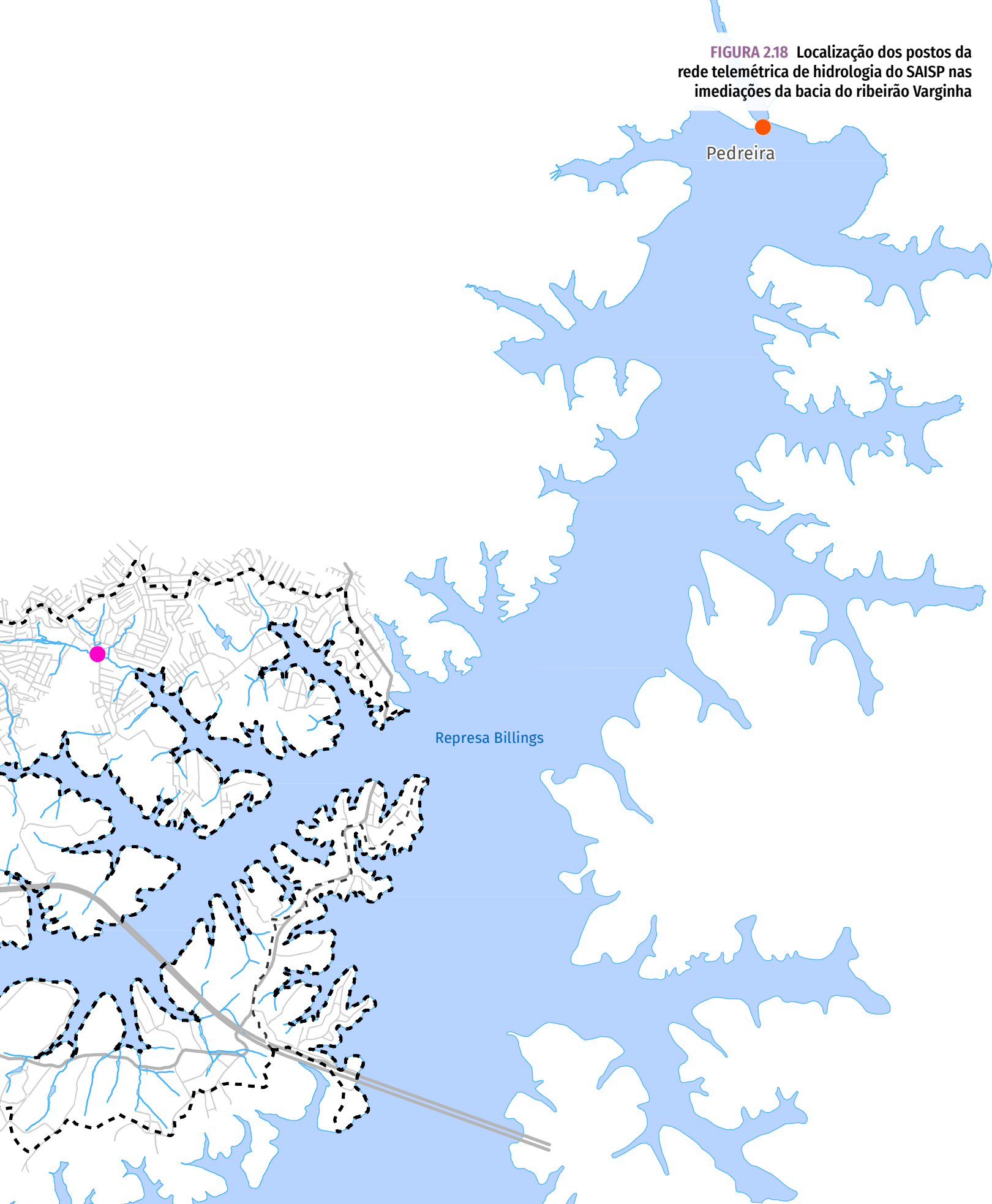
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),  
Mapa Hidrográfico do Município (2025) e FCTH/SAISP (2025)



0 400 800 1.600 m

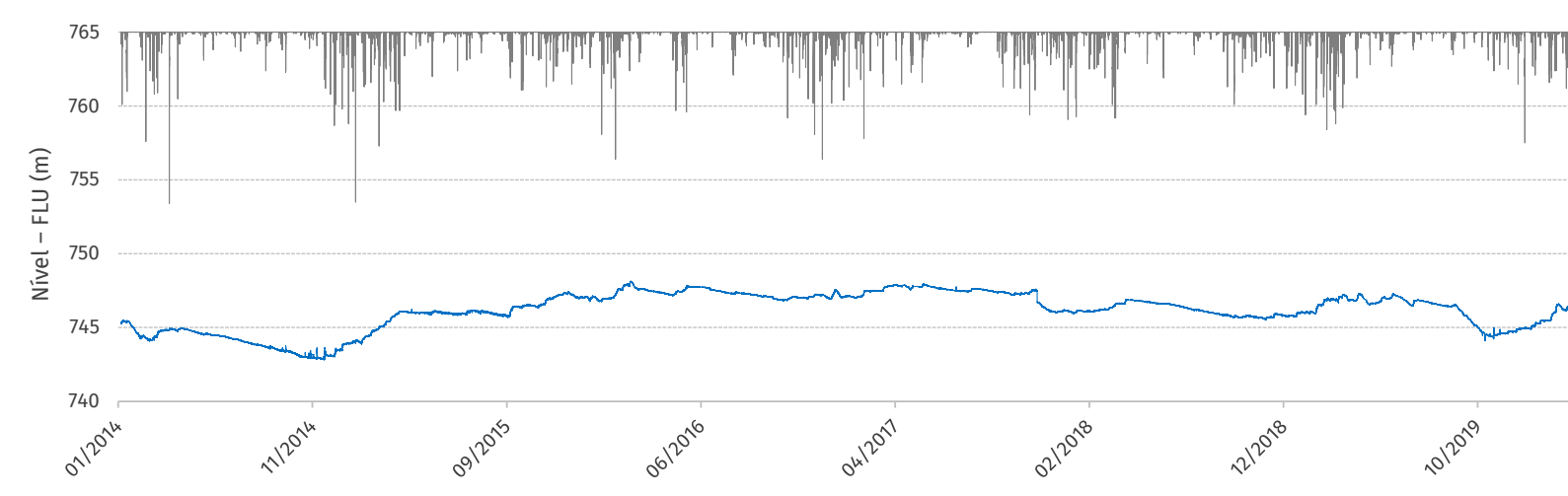


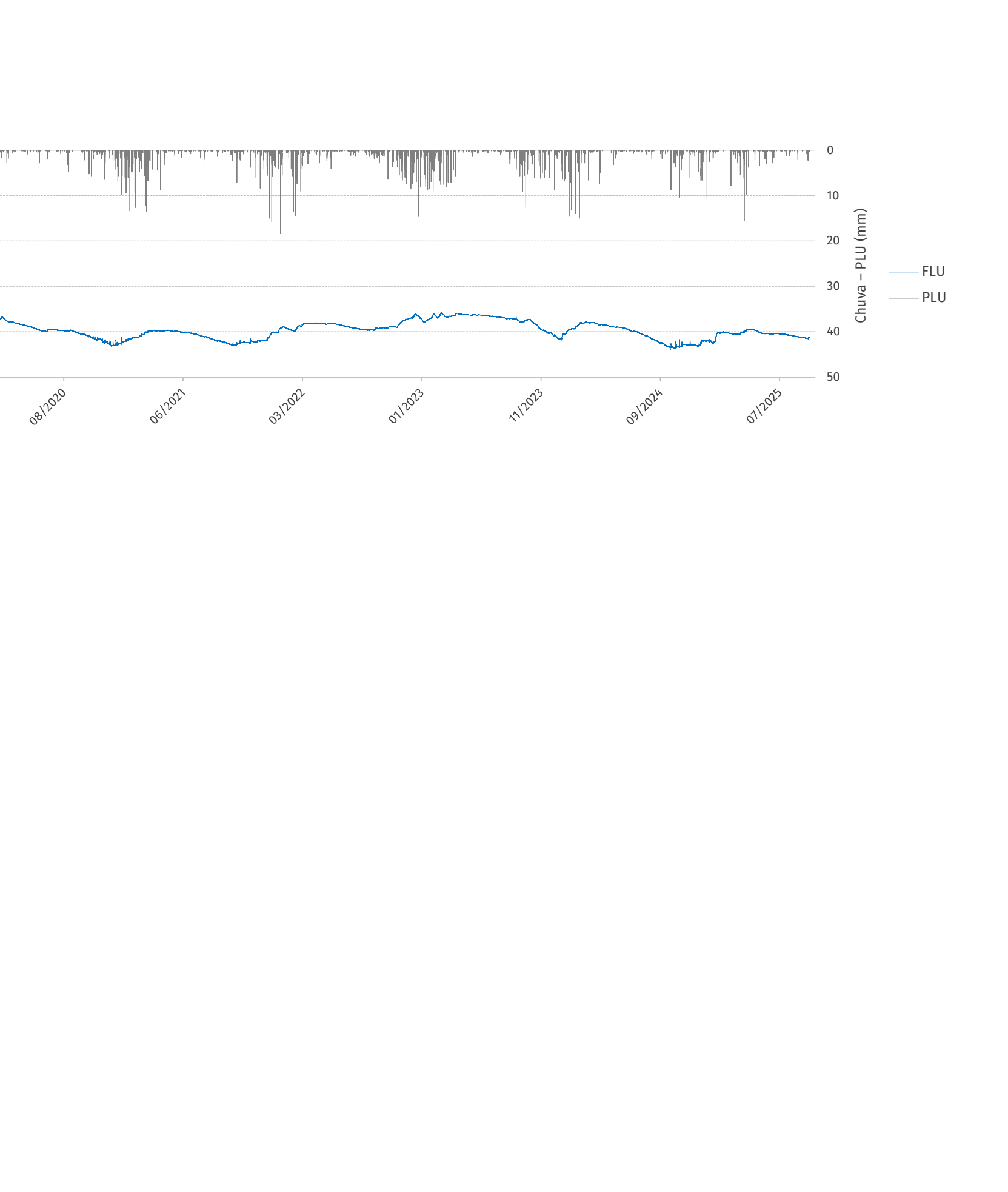
**FIGURA 2.18** Localização dos postos da rede telemétrica de hidrologia do SAISP nas imediações da bacia do ribeirão Varginha



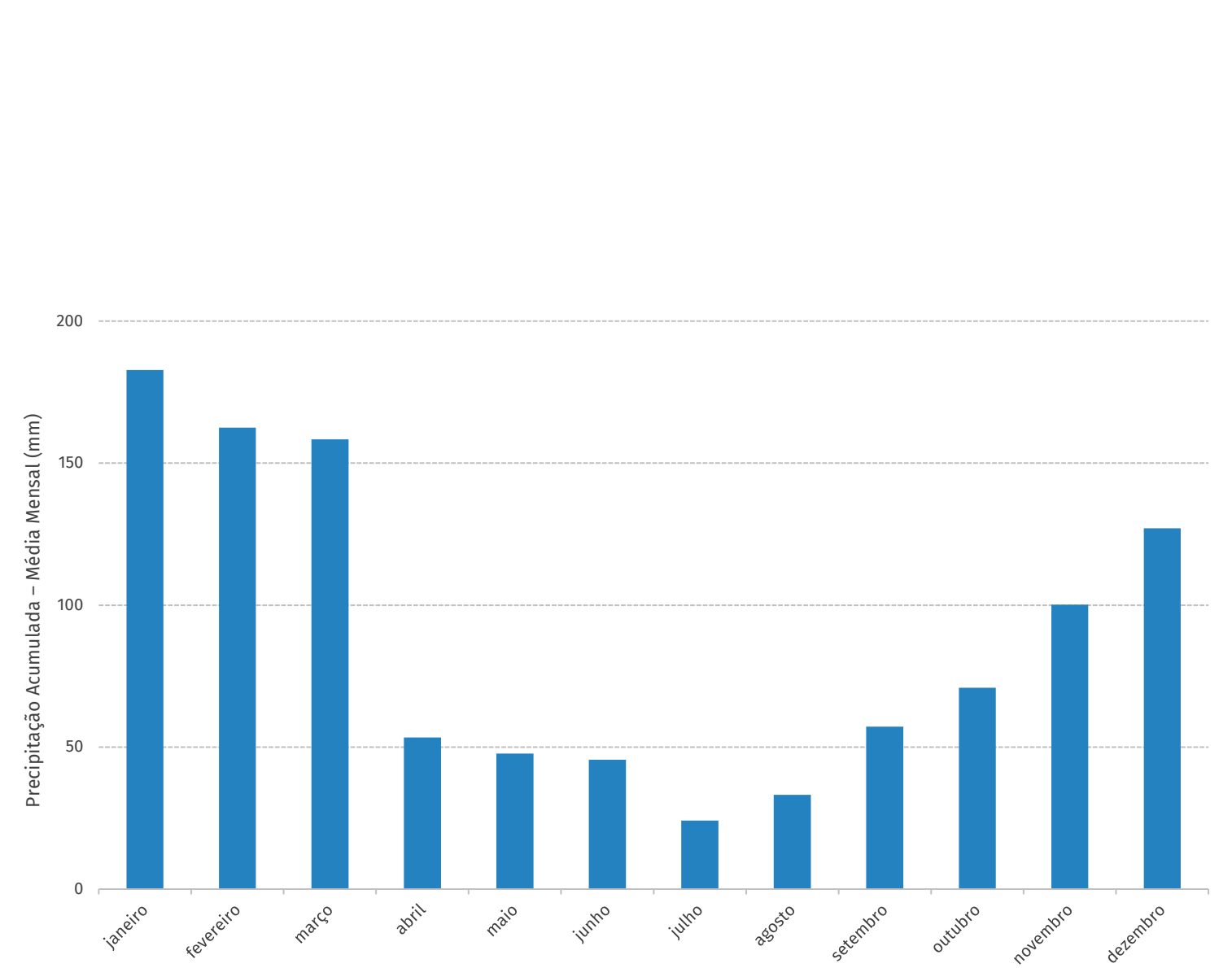


**FIGURA 2.19** Fluviograma histórico do Posto 554 – Pedreira (estação UHE Henry Borden – barramento Billings)





**FIGURA 2.20** Precipitação média mensal no Posto 554 – Pedreira (estação UHE Henry Borden – barramento Billings)





## 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.

Em sua morfologia, o Município de São Paulo é caracterizado pela zona de Planalto Paulistano, que pode ser dividida em duas subzonas: a Morraria do Embu e as Colinas de São Paulo. A região onde a bacia do ribeirão Varginha está inserida é na subzona Morraria do Embu, demarcada ao sul pelo Rio Pinheiros<sup>10</sup>. Assim, a bacia apresenta características dessa subzona, marcada por

altas declividades e pela presença de rochas mais suscetíveis à erosão. Esses atributos, quando associados à ocupação urbana, favorecem a ocorrência de escorregamentos, inundações e processos erosivos intensos<sup>11</sup>.

Na **FIGURA 2.21** é apresentado o perfil longitudinal do ribeirão Varginha. Em média, sua declividade é de 0,006 m/m.

O mapa hipsométrico com as elevações da bacia do ribeirão Varginha é apresentado na **FIGURA 2.22**. Ele foi desenvolvido por meio de informações de elevação do Mapa Digital da Cidade (MDC). O ponto mais alto da área em estudo, na cota de 865 m, está localizado em seu extremo sul, próximo à fronteira com a bacia do ribeirão Colônia. Já o ponto mais baixo encontra-se no norte da bacia, na cota de 745 m, próximo à divisa com o Município de São Bernardo do Campo.

10. PONÇANO, W. L. (coord.). **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo – escala 1:500.000**. São Paulo: IPT, 1981.

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

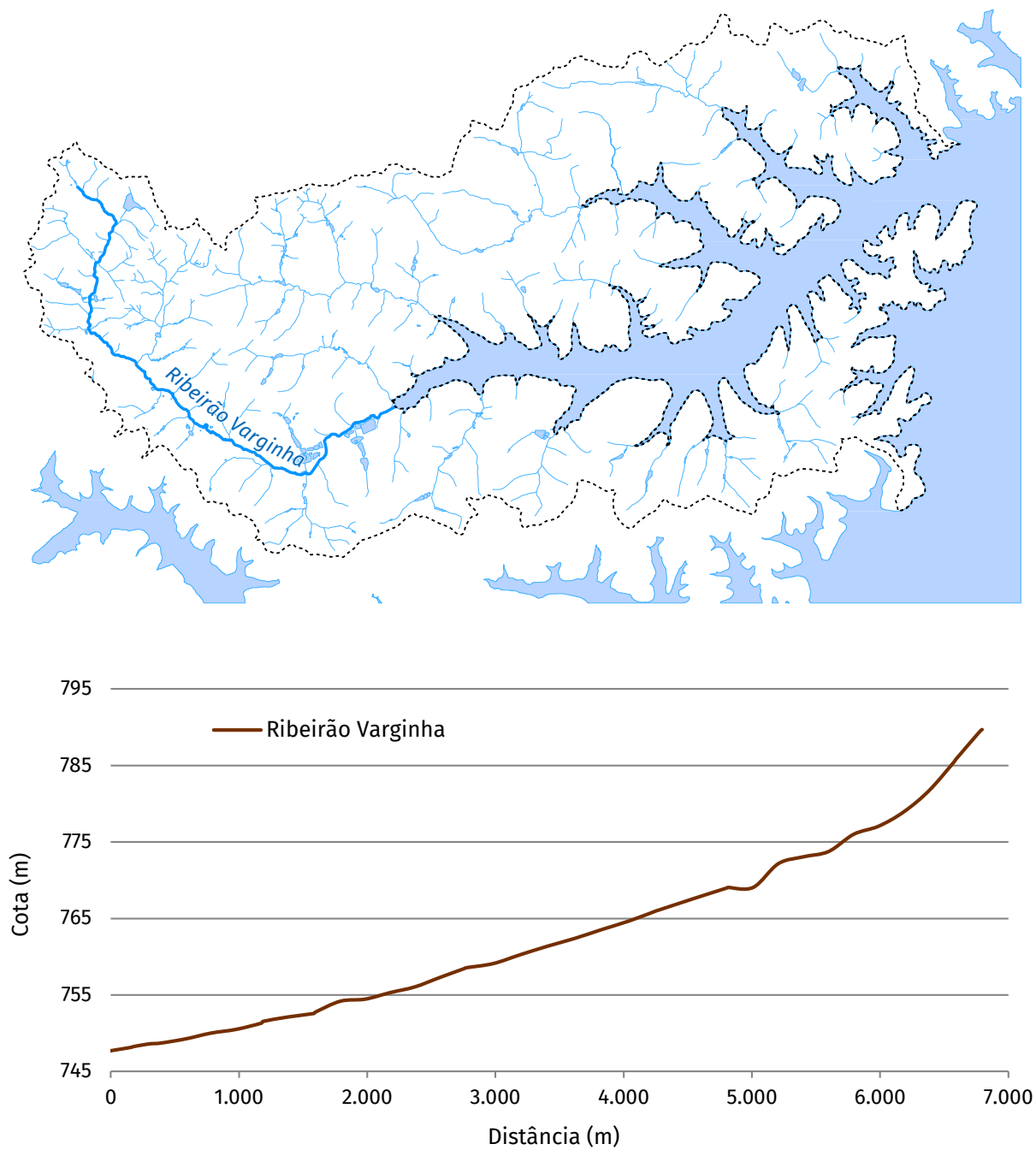


FIGURA 2.21 Perfil longitudinal do ribeirão Varginha





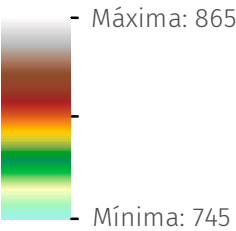
Córrego Zuelling, vista para montante, nas imediações da Av. Paulo Guilguer Reimberg (foto: FCTH)



Convenção

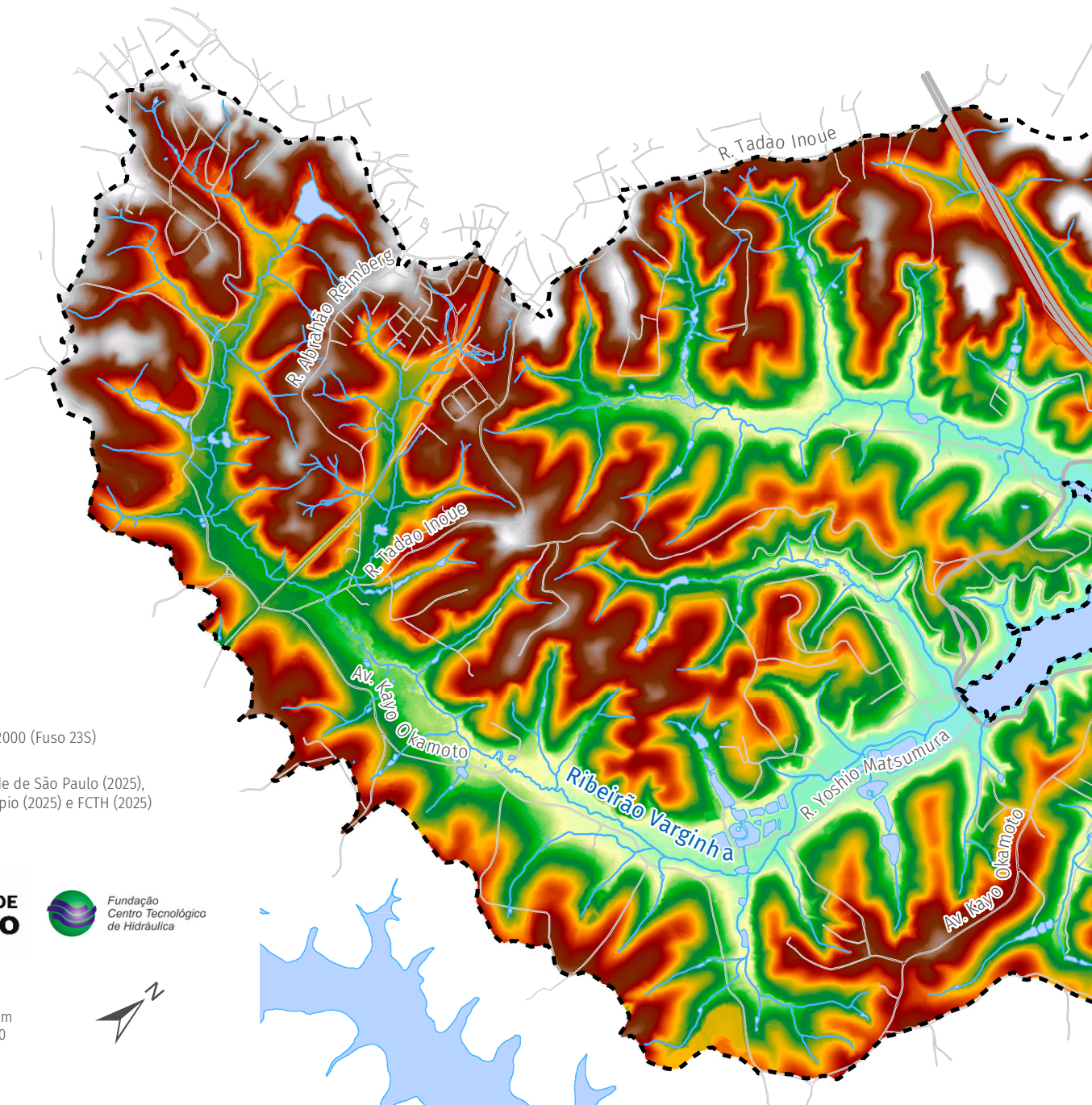
- Área de drenagem
- Rede de drenagem
- Quadra viária

Elevação (m)



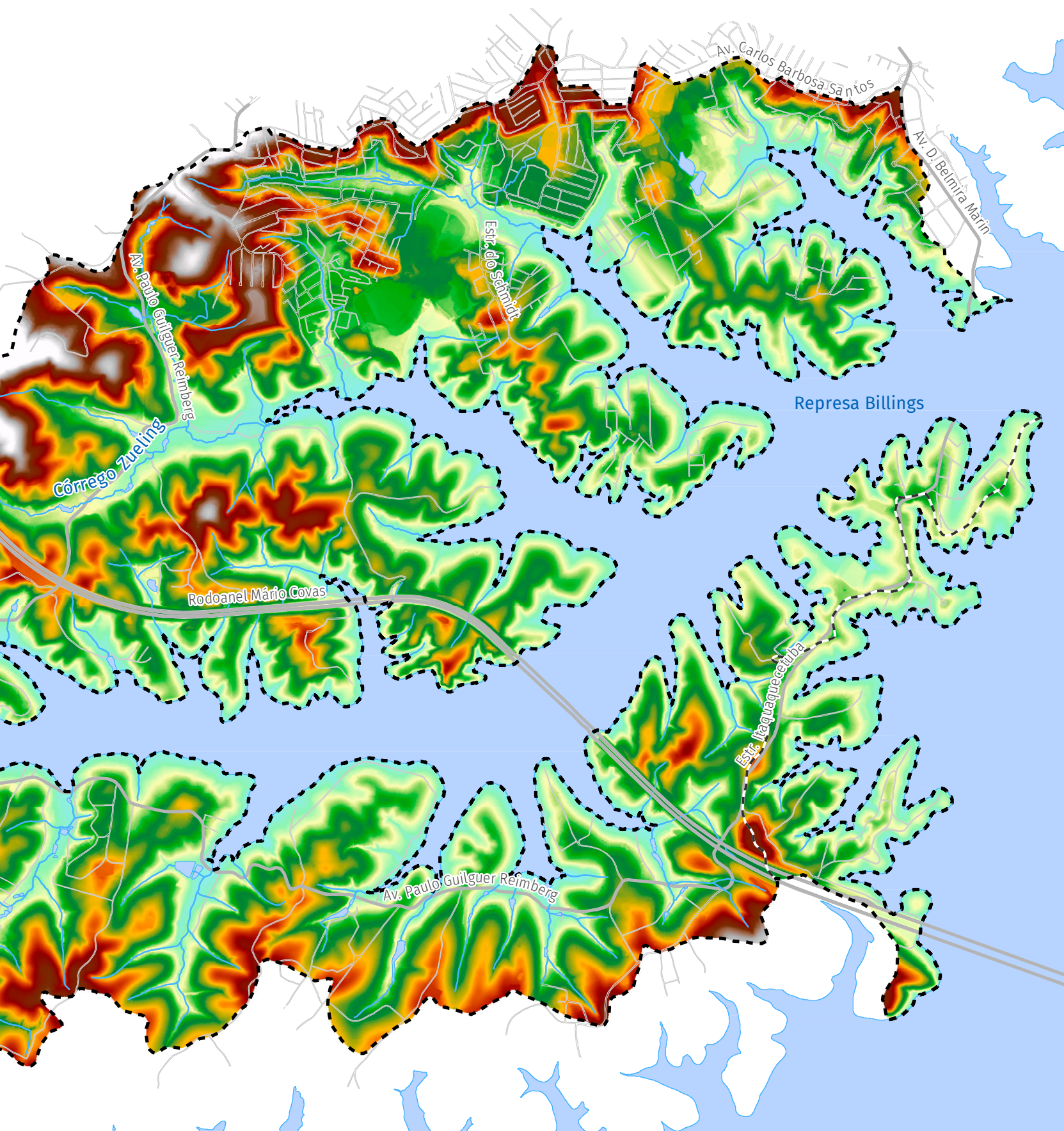
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM  
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

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





**FIGURA 2.22** Mapa hipsométrico da bacia do ribeirão Varginha



## 2.6 CARTA GEOTÉCNICA

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

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

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

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

A **FIGURA 2.23** apresenta a carta geotécnica da área da bacia do ribeirão Varginha e suas unidades geológicas. Destaca-se nesse mapa a predominância de xistos micáceos nas regiões de montante e por toda a porção direita da bacia, além da presença de granito e de granitoides pela margem esquerda e a jusante dessa bacia.

Com menor predominância, a bacia do ribeirão Varginha é composta ainda por



gnaisse, migmatitos, metabásicas e meta-ultrabásica, além de sedimentos aluviais em toda a área da Represa Billings que a intersecta.

Convenção

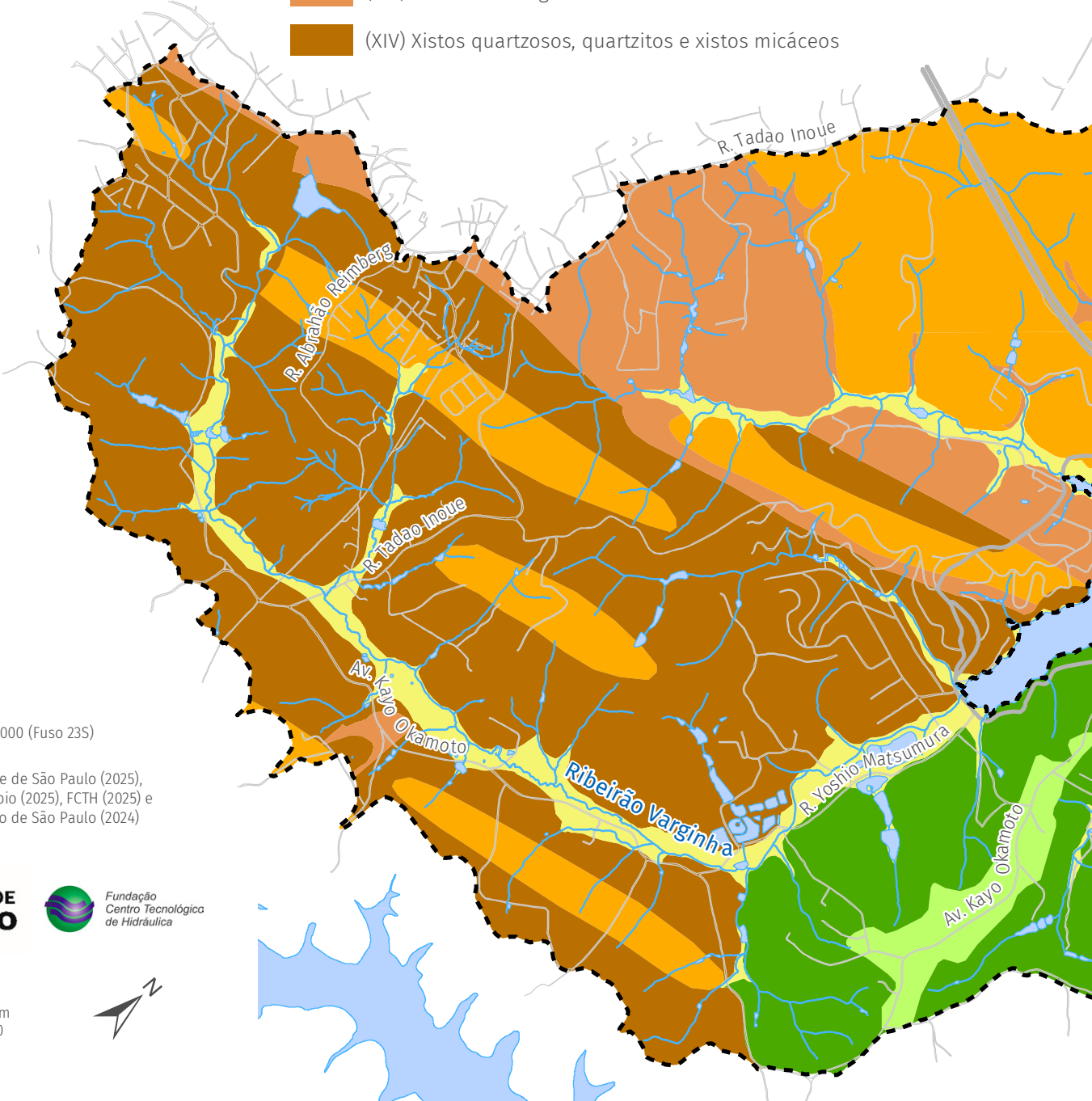
- Área de drenagem
- Rede de drenagem
- Quadra viária

Carta geotécnica (Unidade Geotécnica – UG): característica geológica

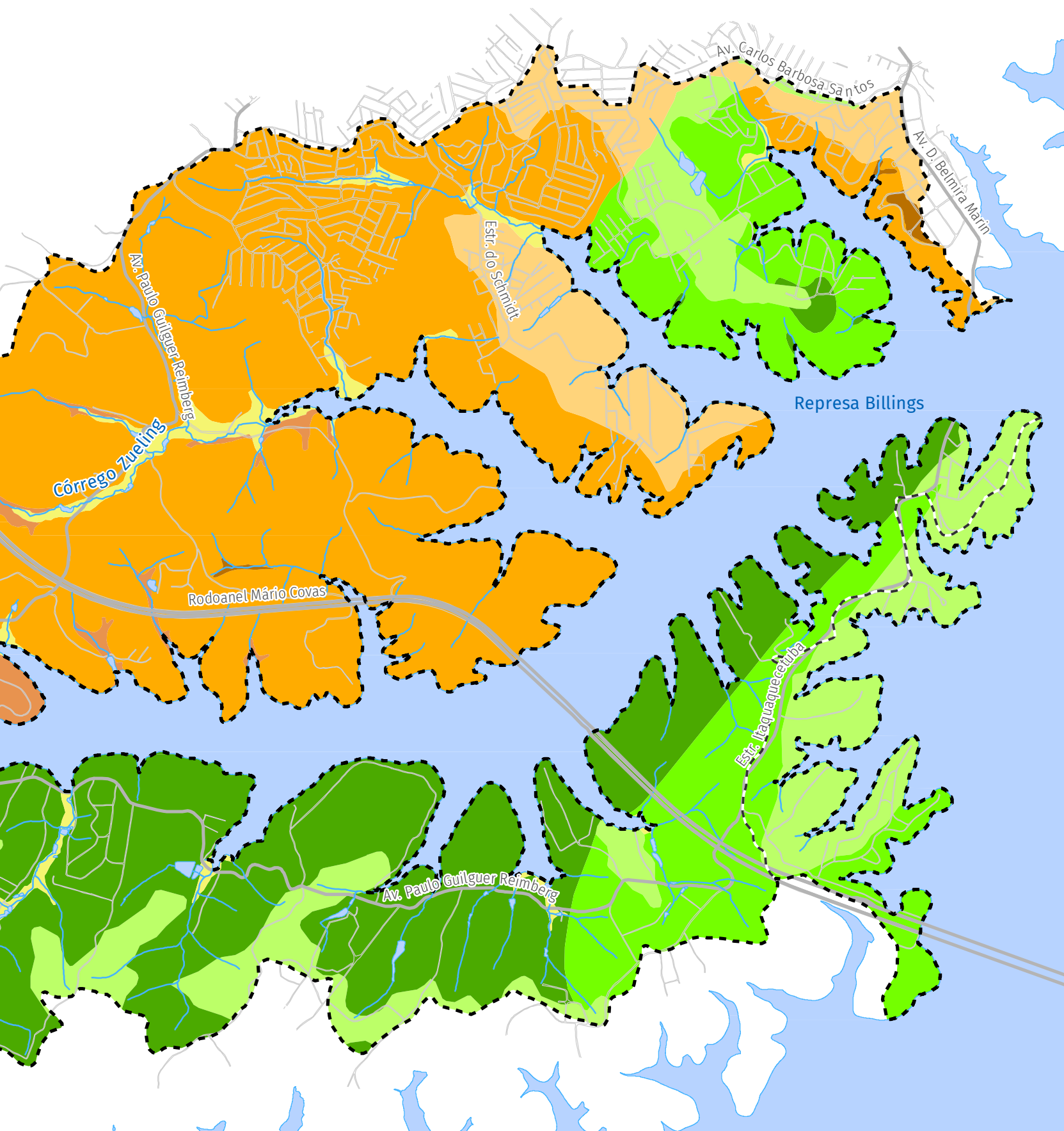
- (I) Sedimentos aluviais inconsolidados com espessura variada, contendo areias, argilas e cascalhos; e substrato constituído por maciços de rochas cristalinas diversas e/ou maciços sedimentares
- (IV) Arenitos grossos e conglomeráticos, siltitos e argilitos; e lamitos seixosos, conglomerados e diamictitos
- (V) Granitos e granitoides
- (VII) Xistos micáceos, xistos quartzosos e quartzitos
- (XI) Lamitos arenosos e arenitos; e lamitos seixosos, conglomerados e diamictitos
- (XII) Granitos e granitoides
- (XIII) Gnaisses e migmatitos
- (XIV) Xistos quartzosos, quartzitos e xistos micáceos

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

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



**FIGURA 2.23** Carta geotécnica da  
área da bacia do ribeirão Varginha





## 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 do solo observados na bacia do ribeirão Varginha, com suas respectivas porcentagens em relação à área total da bacia. O mapa dos usos predominantes do solo é apresentado na **FIGURA 2.24**.

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 do ribeirão Varginha são apresentados no mapa da **FIGURA 2.25**.

TABELA 2.1 Usos do solo registrados na bacia do ribeirão Varginha

Usos do solo	Área (km <sup>2</sup> )	Área da bacia (%)
Mata	25,82	73,93
Residencial horizontal baixo padrão	3,43	9,82
Residencial horizontal médio alto padrão	2,90	8,32
Pavimento	1,30	3,73
Espaços abertos	0,87	2,51
Massa d'água	0,26	0,75
Equipamento urbano	0,13	0,37
Indústria e armazém	0,08	0,23
Residencial e comércio e serviços	0,06	0,18
Comércio e serviços	0,05	0,16
Comércio, serviços, indústria e armazém	0,001	0,002
<b>Total</b>	<b>34,92</b>	<b>100,00</b>

Convenção

- Área de drenagem
- Rede de drenagem
- Quadra viária

Uso do solo

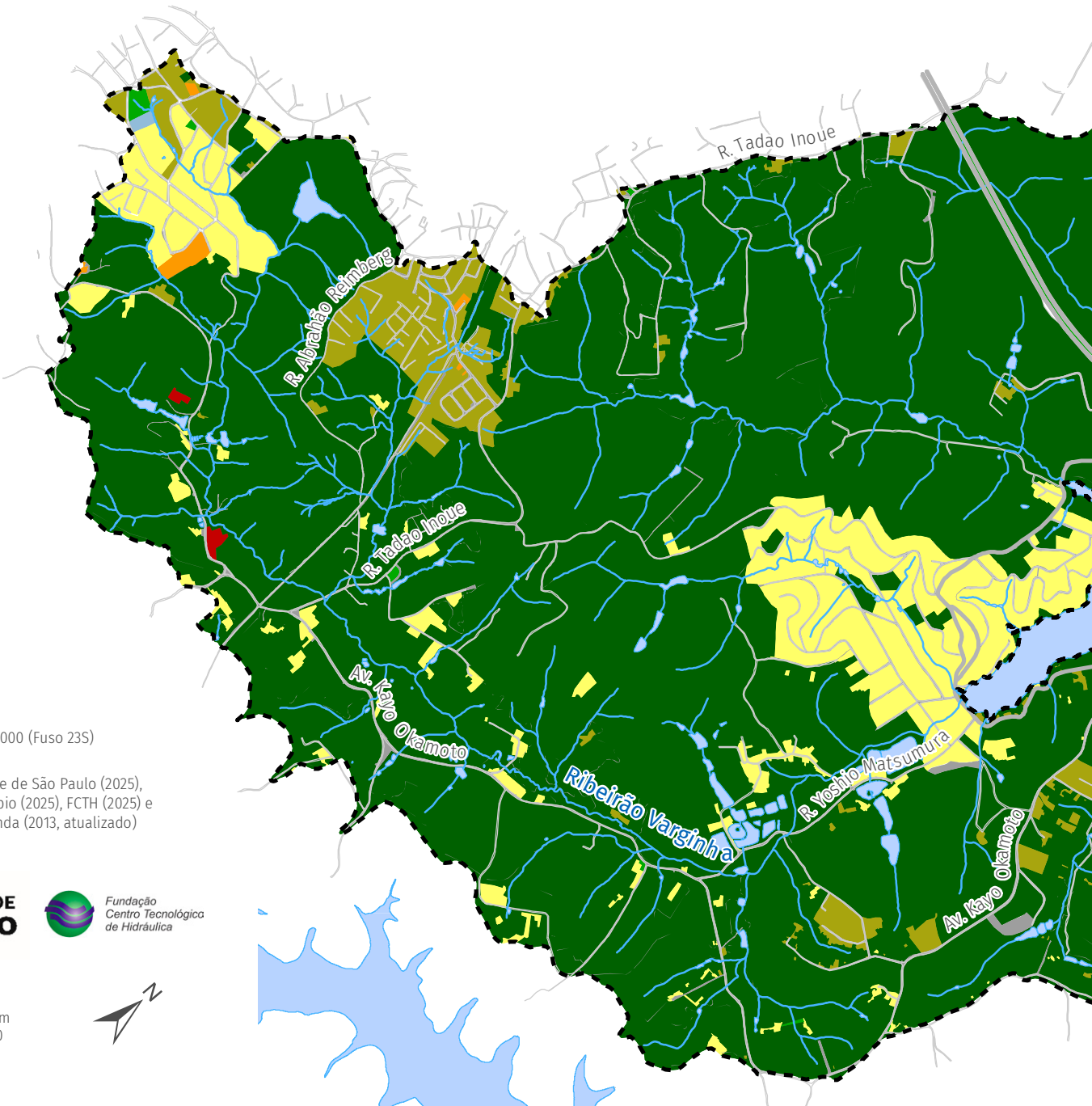
- Comércio, serviços, indústria e armazém
- Residencial horizontal baixo padrão
- Residencial horizontal médio e alto padrão
- Residencial, comércio e serviços
- Comércio e serviços
- Equipamento urbano
- Espaço aberto
- Indústria e armazém
- Massa d'água
- Mata
- Pavimento

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

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

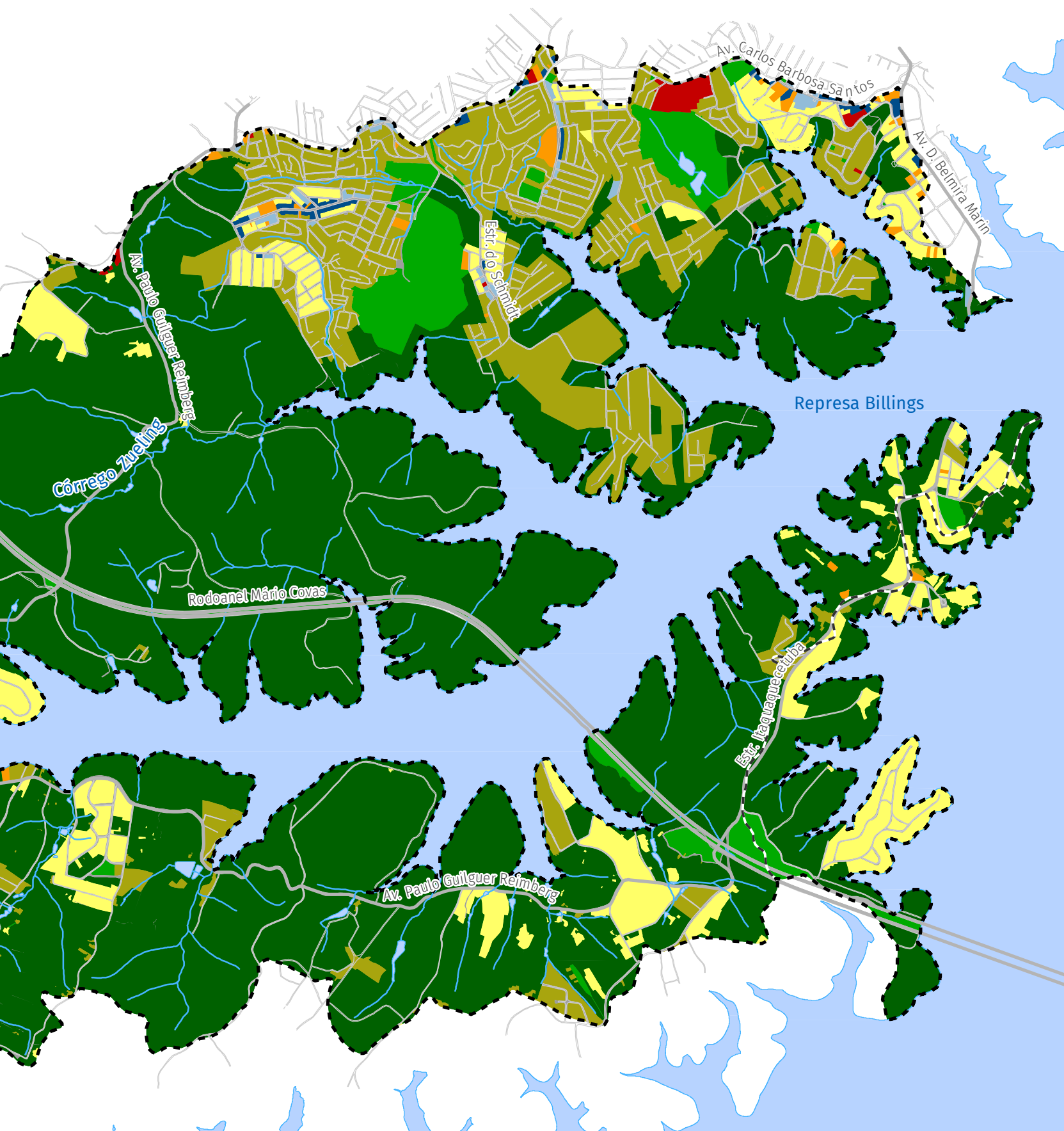


0 200 400 800 m





**FIGURA 2.24** Mapeamento  
do uso do solo na bacia  
do ribeirão Varginha



Convenção

- Área de drenagem
- Rede de drenagem
- Quadra viária

Parques municipais

- Existente
- Proposto (parques e RPPN)
- Floresta municipal
- Existente

Outros

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

\* 99,84% da bacia corresponde a Área de Proteção Ambiental (APA)

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),  
Mapa Hidrográfico do Município (2025), FCTH (2025),  
Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (2016),  
SVMA (2024), CGPABI (2024) e DGUC (2024)



0 200 400 800 m

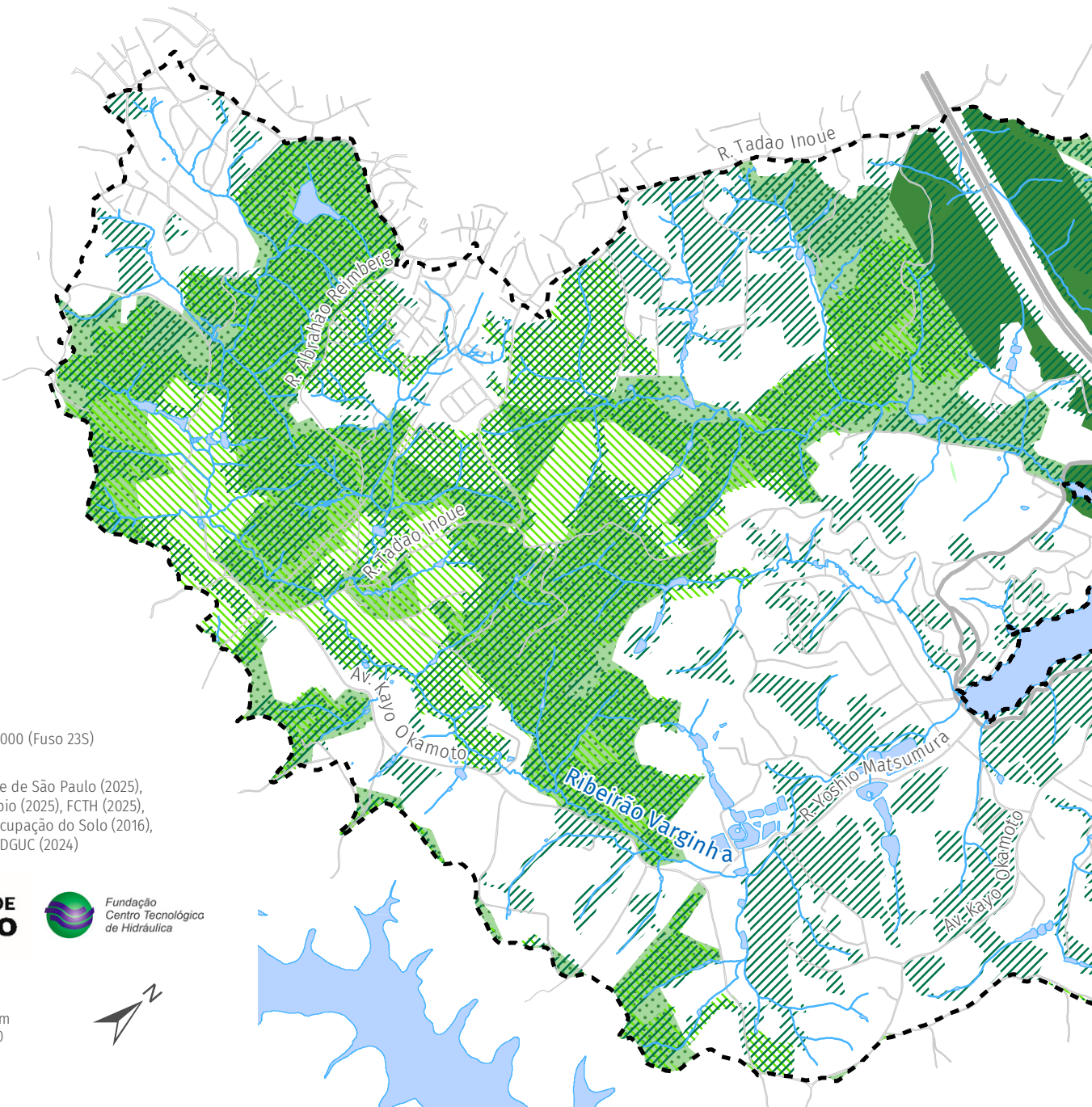
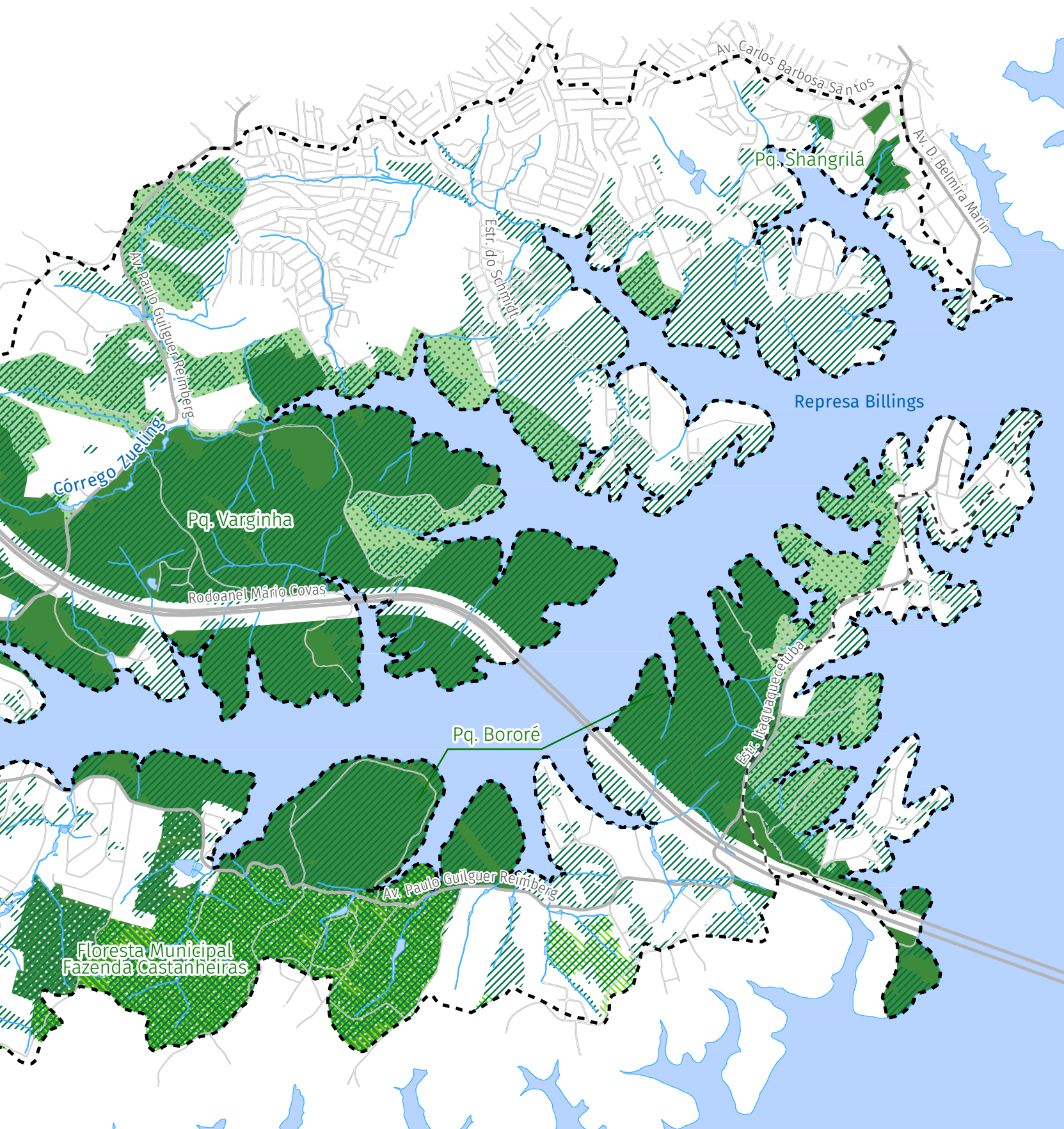




FIGURA 2.25 Parques e áreas verdes na bacia do ribeirão Varginha





## 2.8 ZONEAMENTO URBANO

O zoneamento da bacia do ribeirão Varginha se insere no contexto do Plano Regional das subprefeituras de Parelheiros e da Capela do Socorro.

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:** objetivavam 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 do ribeirão Varginha está inserida nas macroáreas de controle e qualificação urbana e ambiental, de contenção urbana e uso sustentável, de preservação dos ecossistemas naturais e de redução da vulnerabilidade urbana e de recuperação

ambiental, conforme pode ser visualizado na **FIGURA 2.26**.

Além disso, apresenta seu zoneamento classificado conforme mostrado na **FIGURA 2.27**.

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 16.402/2016, a QA corresponde a um conjunto de regras de ocupação dos lotes, objetivando qualificá-los ambientalmente, tendo como referência uma medida da eficácia ambiental para cada lote, expressa por um índice que agrega os indicadores Cobertura Vegetal (V) e Drenagem (D).

A lei estabelece, em seu artigo 76, que, nos processos de licenciamento de edificações novas ou de reformas com alteração de área construída superior a 20%, será exigida uma pontuação mínima de QA, em função da localização e do tamanho do lote, conforme Quadro 3A da referida lei. O segundo parágrafo do mesmo artigo cita que lotes com área total menor ou igual a 500 m<sup>2</sup> estão isentos de aplicação da QA.

O artigo 79 adverte que, em lotes com área total superior a 500 m<sup>2</sup>, 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

Convenção

- Área de drenagem
- Rede de drenagem
- Quadra viária

Macroárea

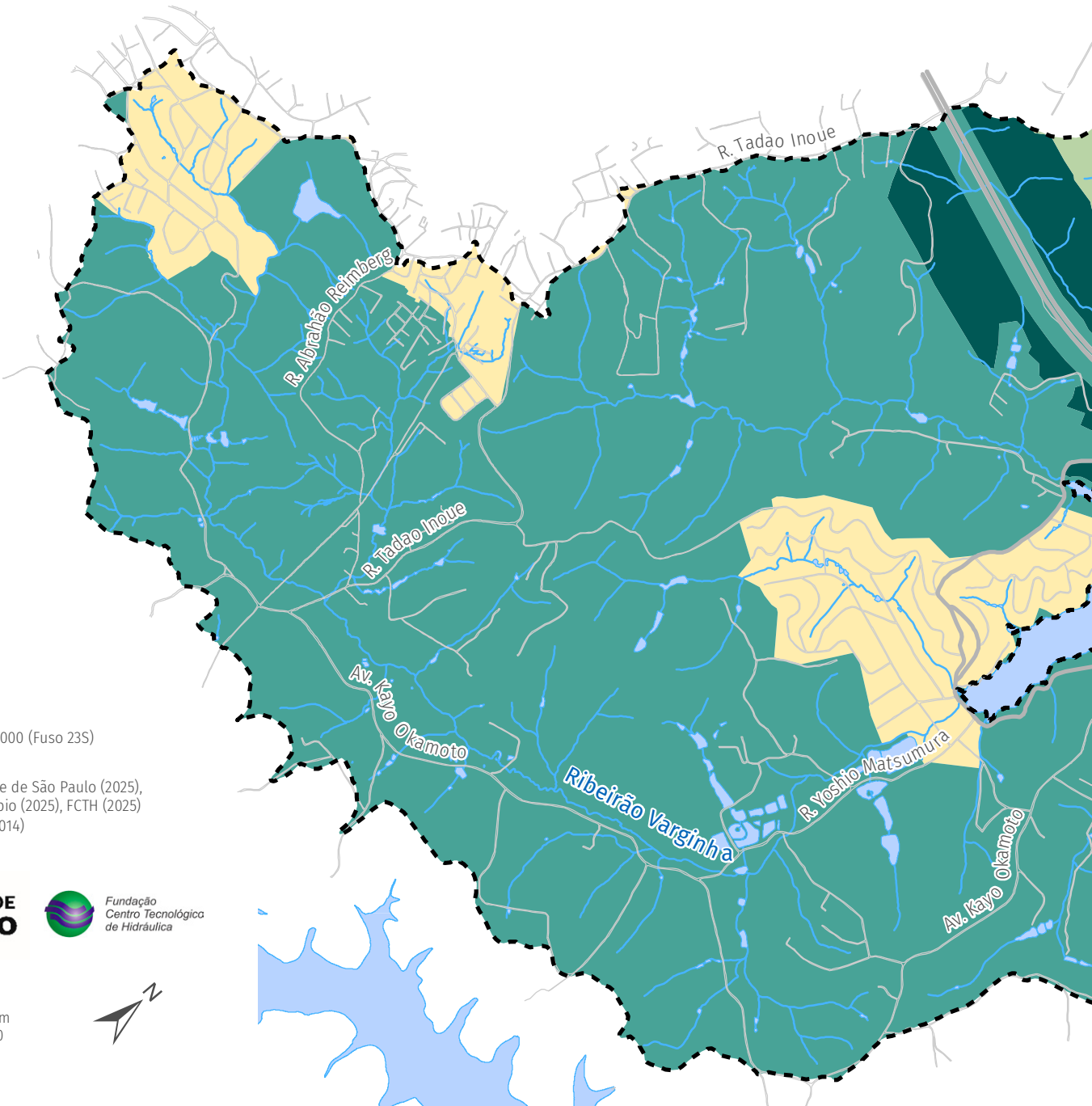
- Macroárea de Contenção Urbana e Uso Sustentável
- Macroárea de Controle e Qualificação Urbana e Ambiental
- Macroárea de Preservação dos Ecossistemas Naturais
- Macroárea de Redução da Vulnerabilidade Urbana e Recuperação Ambiental

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

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

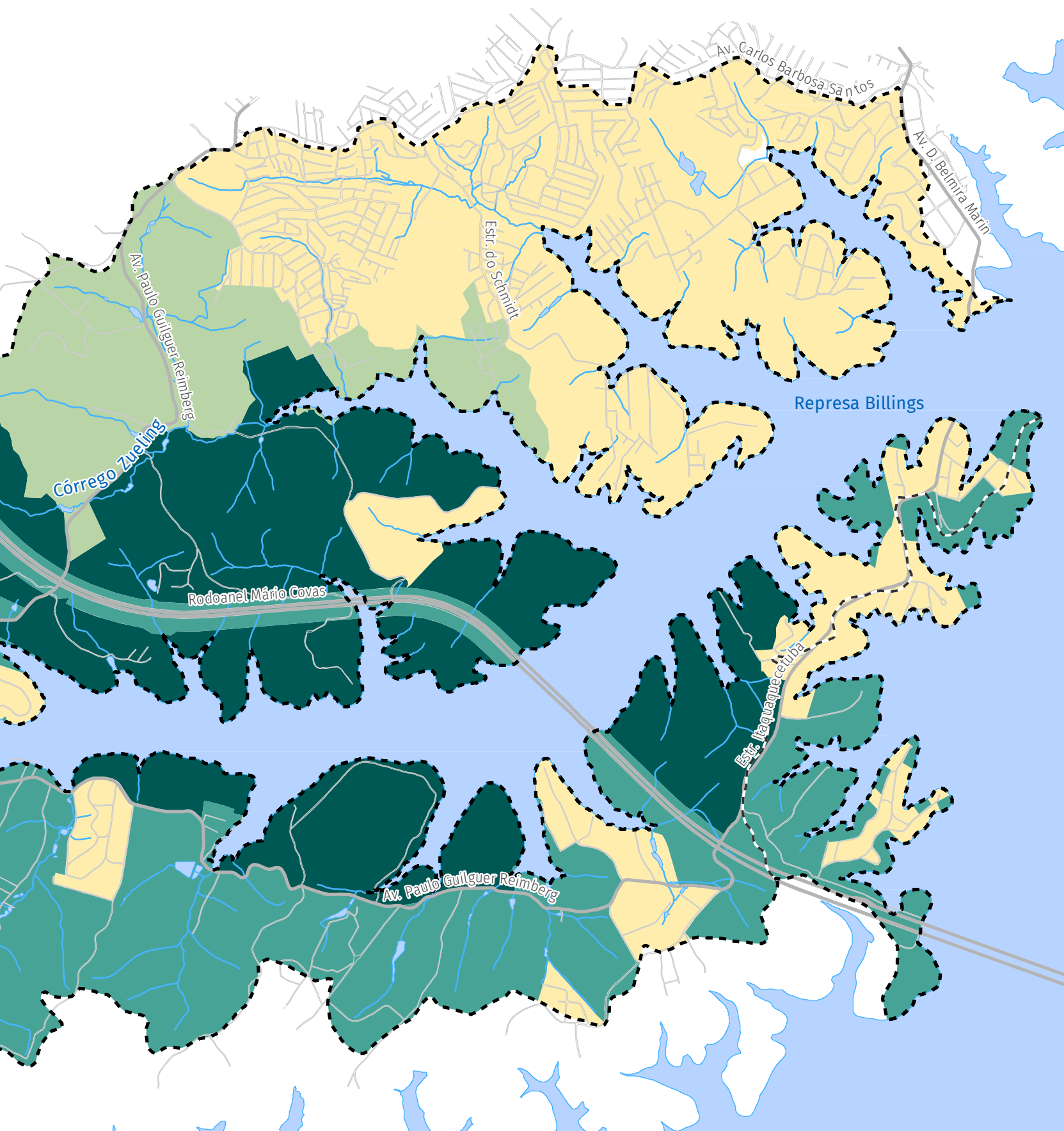


0 200 400 800 m





**FIGURA 2.26** Macroáreas de uso e ocupação do solo – PDE (Lei nº 16.050/2014) na bacia do ribeirão Varginha



Convenção

- Área de drenagem
- Rede de drenagem
- Quadra viária

Zoneamento

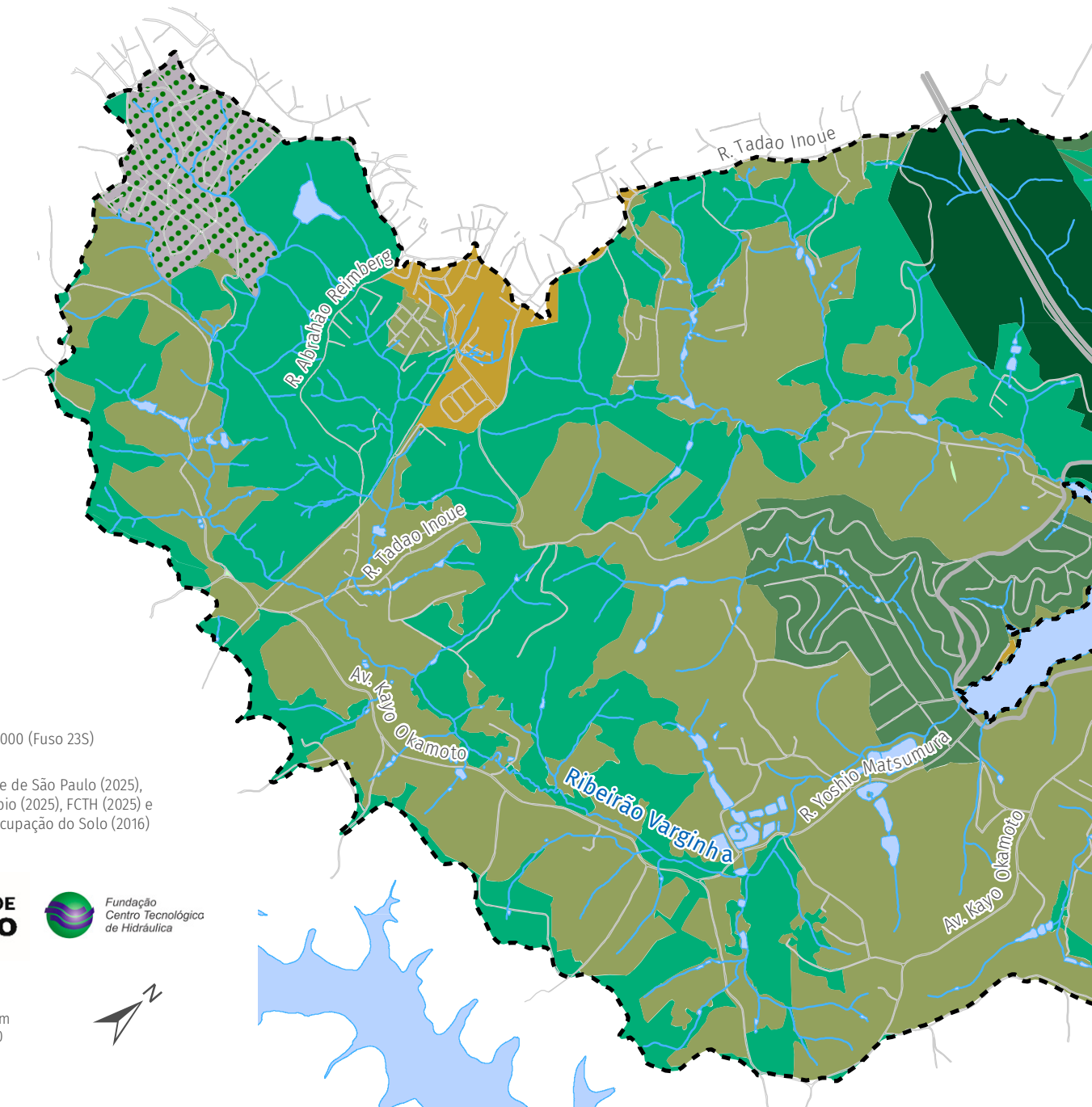
- Praça e canteiro
- Veto
- ZEIS-1
- ZEIS-4
- ZEP
- ZEPAM
- ZEUPa
- ZMa
- ZPDS
- ZPDSr

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

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



0 200 400 800 m



**FIGURA 2.27** Zoneamento urbano na bacia do ribeirão Varginha

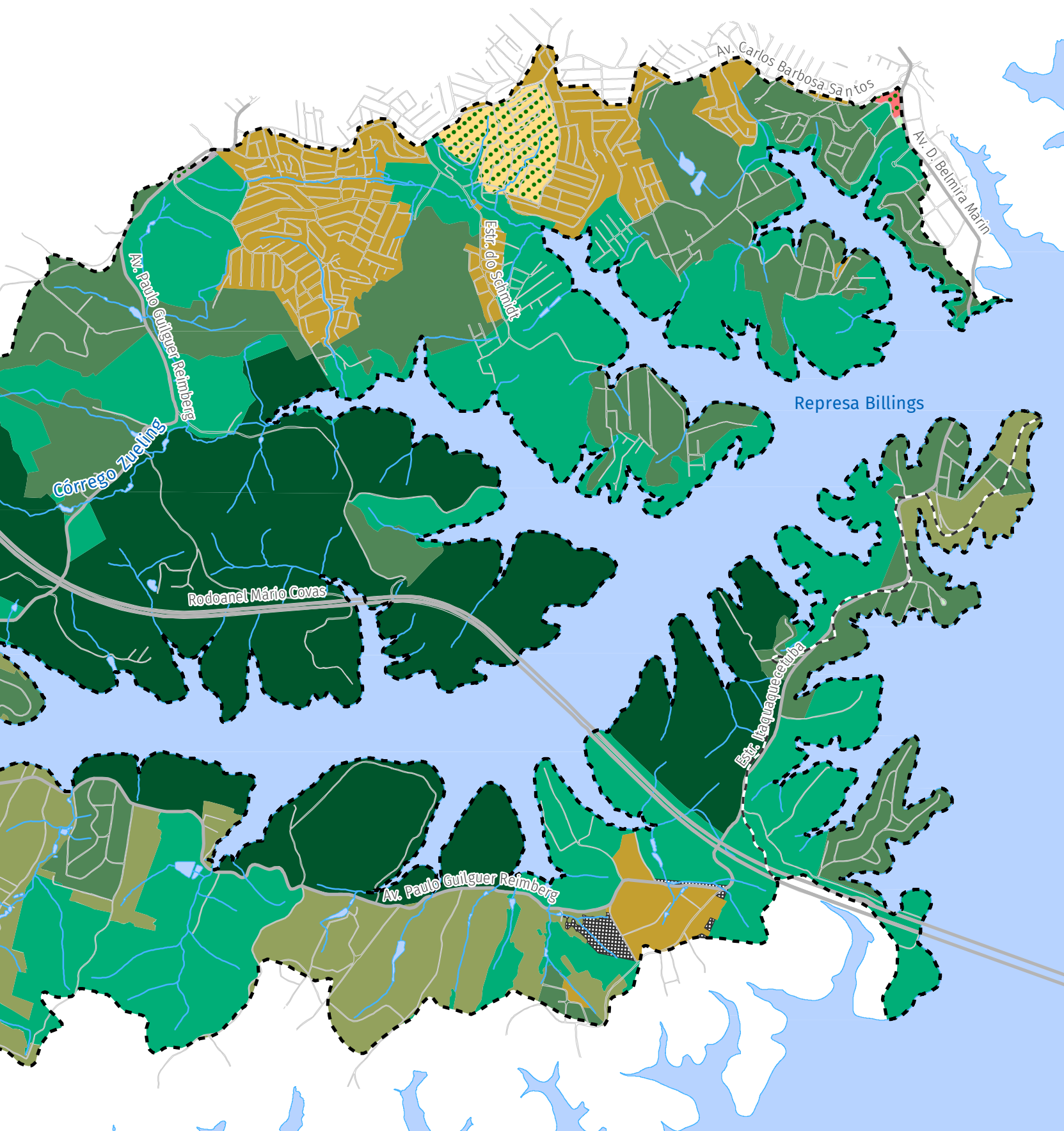




TABELA 2.2 Descrição das zonas de uso e ocupação do solo na bacia do ribeirão Varginha

Zonas	Sigla	Área da bacia (%)
Zona Especial de Proteção Ambiental	ZEPAM	33,38
Zona de Preservação e Desenvolvimento Sustentável da Zona Rural	ZPDSr	24,65
Zona Especial de Preservação	ZEP	19,06
Zona de Preservação e Desenvolvimento Sustentável	ZPDS	14,66
Zona Especial de Interesse Social 1	ZEIS-1	5,91
Zona Mista Ambiental	ZMa	1,30
Zona Especial de Interesse Social 4	ZEIS-4	0,80
Vetados	Veto	0,19
Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana Previsto Ambiental	ZEUPa	0,04
Praça e canteiro	PracaCant	0,01

notas, obteve-se que perímetros com baixo desempenho ambiental e alto potencial de transformação teriam exigências maiores em termos de QA, assim como perímetros com alto desempenho ambiental e baixo potencial de transformação teriam exigências menores em termos de QA<sup>12</sup>.

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 do ribeirão Varginha, estão incluídos os PAs 10, 11, 12 e 13. Foram atribuídas para essas áreas taxas de permeabilidade mínima em função do tamanho dos lotes, se menor ou igual a 500 m<sup>2</sup> ou se maior que 500 m<sup>2</sup>, conforme os valores da

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

A **FIGURA 2.28** indica os perímetros de qualificação ambiental existentes na bacia do ribeirão Varginha, e a **FIGURA 2.29** mostra a taxa de permeabilidade mínima estabelecida por perímetro ambiental e por zonas específicas.

O zoneamento urbano da bacia em estudo indica que as zonas ZEPAM e ZPDS, 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.

---

12. 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 <sup>(a)</sup>	
	Lote ≤ 500 m²	Lote > 500 m²
PA1	0,15	0,25
PA2	0,15	0,25
PA3	0,15	0,25
PA4	0,15	0,25
PA5	0,15	0,25
PA6	0,15	0,20
PA7	0,15	0,20
PA8	0,15	0,20
PA9	0,10	0,15
PA10	0,20	0,25
PA11	0,20	0,30
PA12	0,20	0,30
PA13 <sup>(b)</sup>	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.





Córrego Zueling, nas imediações da  
Av. Paulo Guilguer Reimberg (foto: FCTH)



Convenção

- Área de drenagem
- Rede de drenagem
- Quadra viária

Perímetro Ambiental

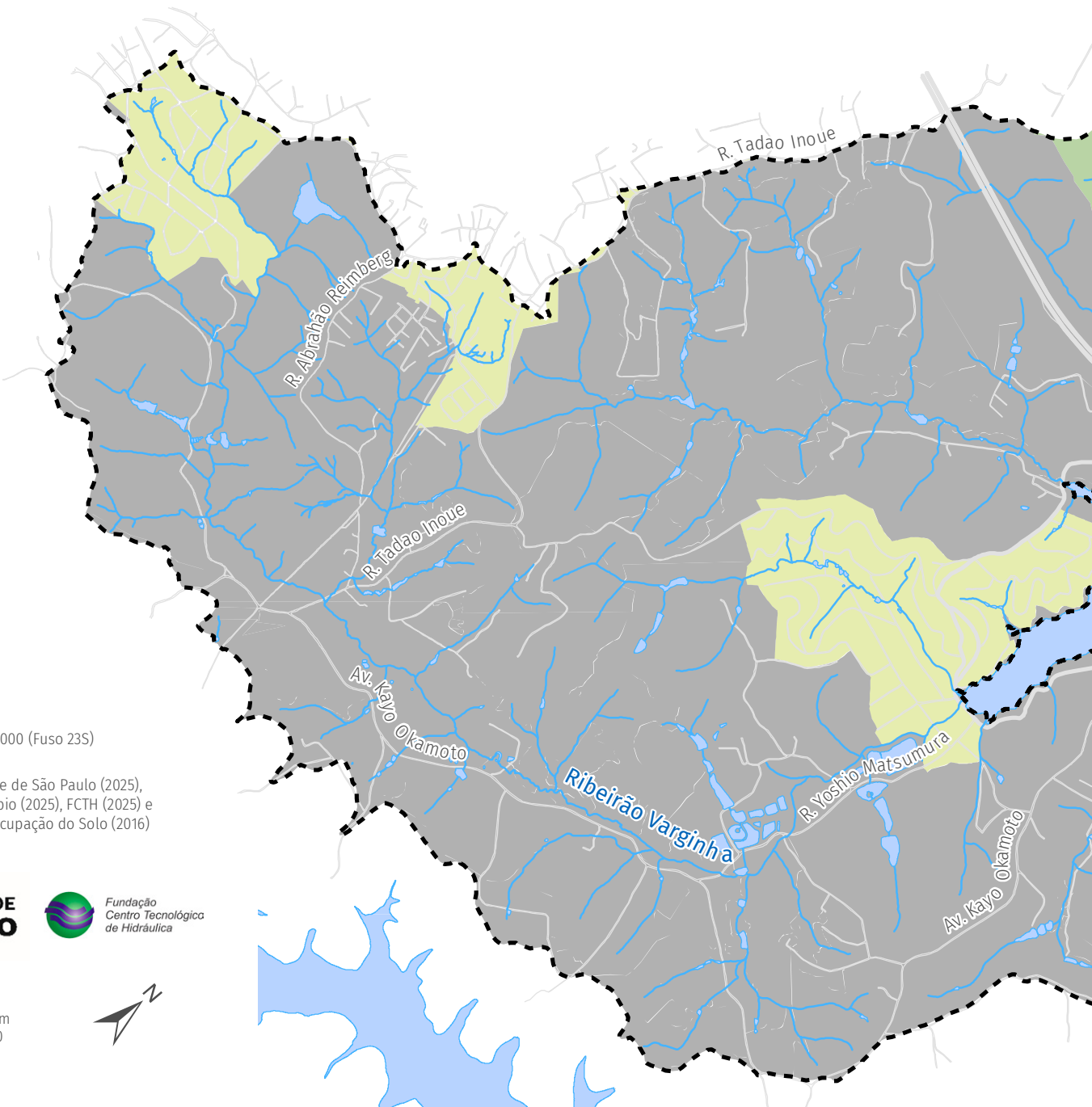
- PA 10
- PA 11
- PA 12
- PA 13

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

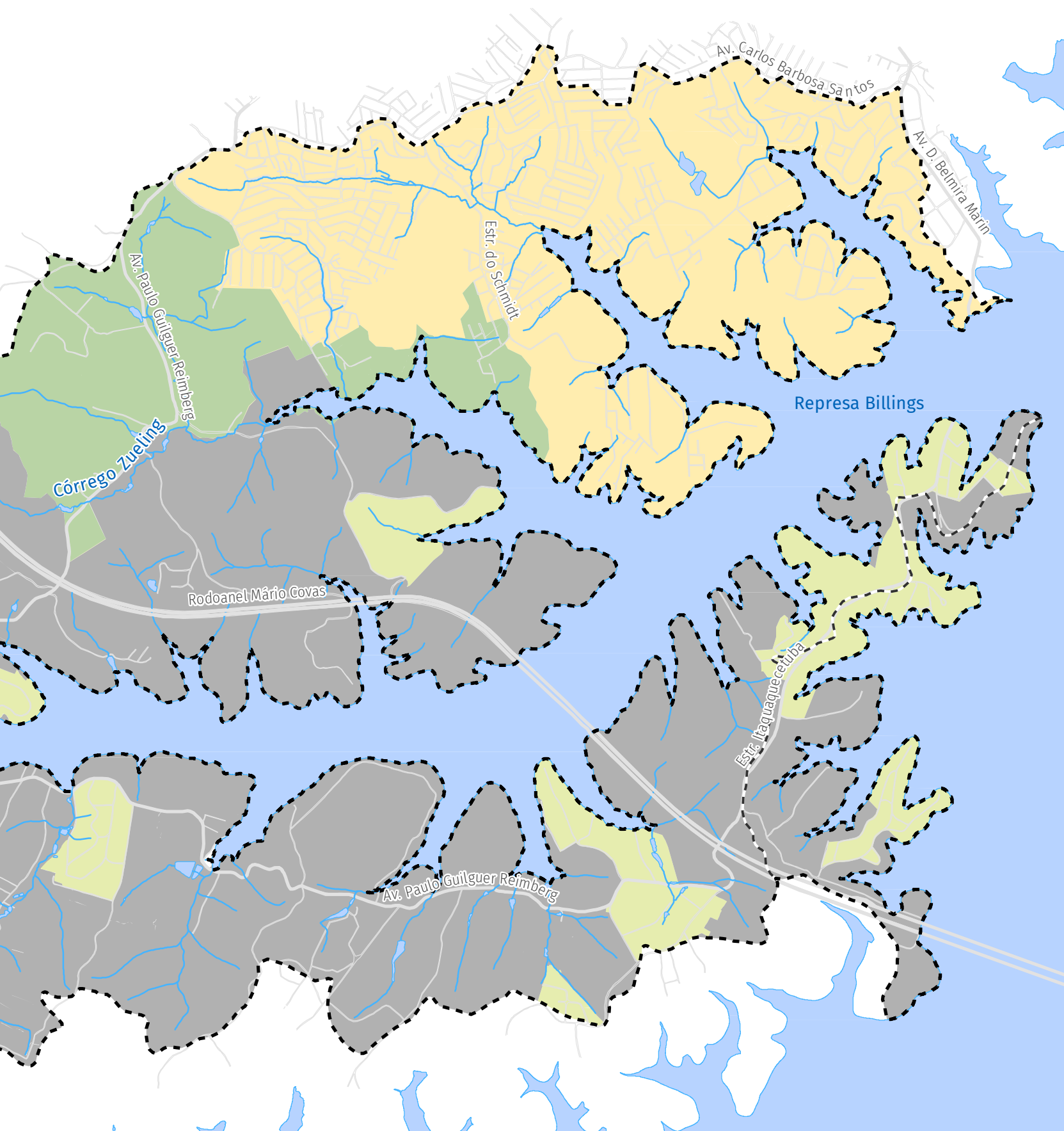
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),  
Mapa Hidrográfico do Município (2025), FCTH (2025) e  
Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (2016)



0 200 400 800 m



**FIGURA 2.28** Perímetro de qualificação ambiental na bacia do ribeirão Varginha



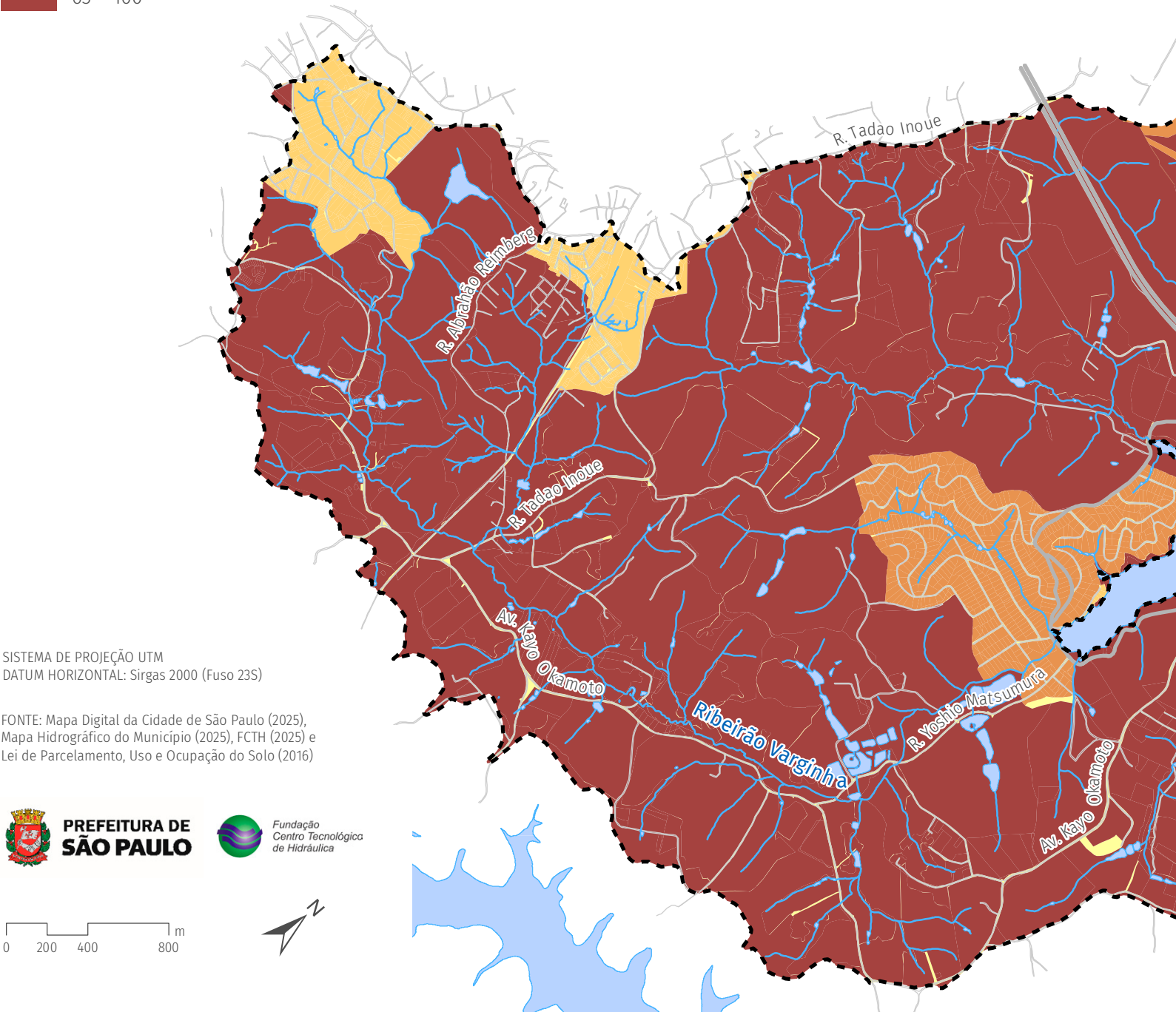


Convenção

- Área de drenagem
- Rede de drenagem
- Quadra viária

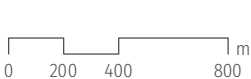
Área permeável mínima requerida por lei (%)

- 0 – 14
- 15 – 34
- 35 – 64
- 65 – 100

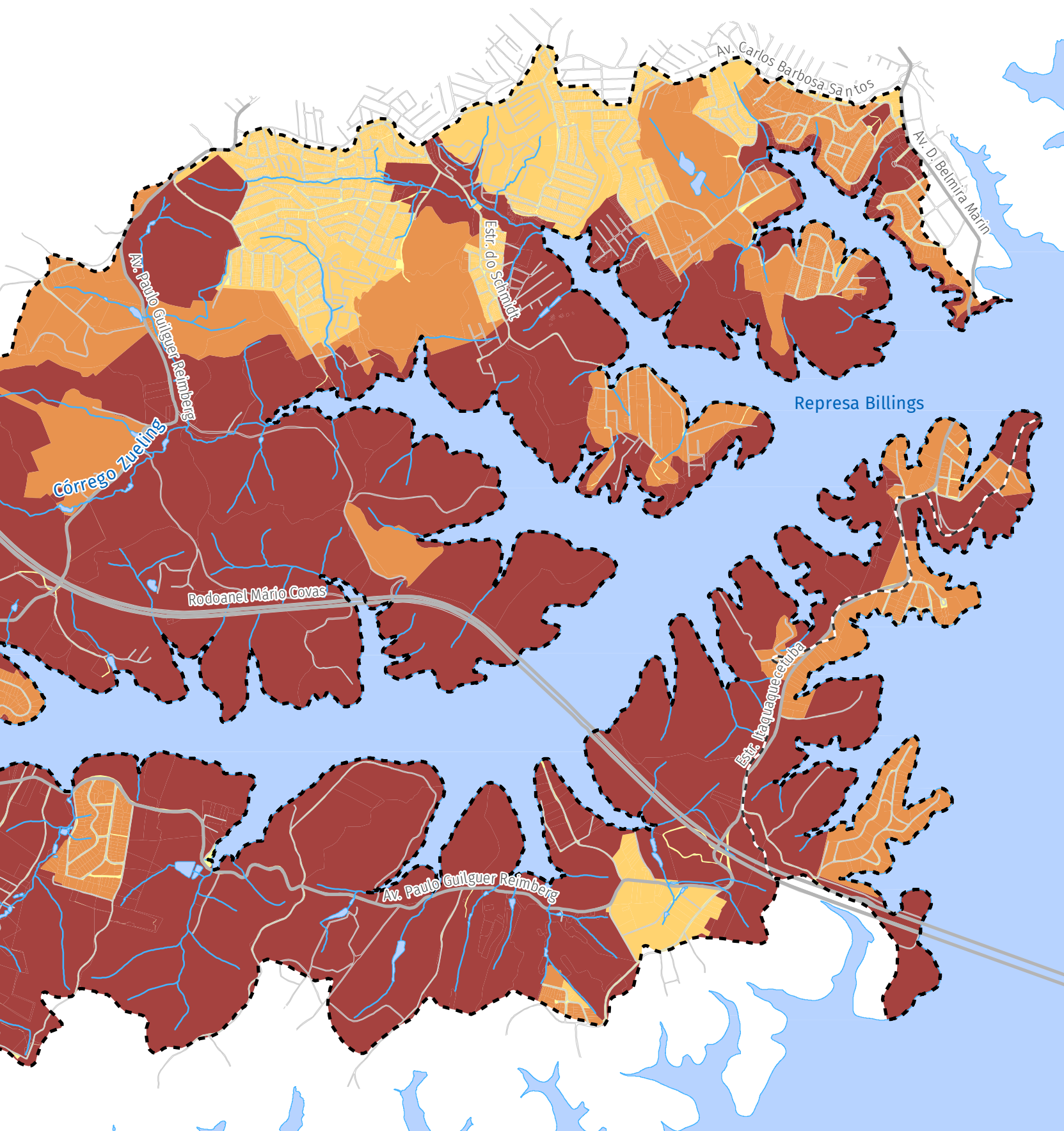


SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM  
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

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



**FIGURA 2.29** Taxa de permeabilidade mínima na bacia do ribeirão Varginha



## 2.9 POPULAÇÃO

### 2.9.1 DENSIDADE DEMOGRÁFICA

A **FIGURA 2.30** apresenta a densidade populacional da bacia do ribeirão Varginha, onde residem 55 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)<sup>13</sup>.

### 2.9.2 ÍNDICE PAULISTA DE VULNERABILIDADE SOCIAL – IPVS

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

Na formulação do índice, assume-se o conceito de que a vulnerabilidade de um indivíduo, família ou grupo social refere-se a sua maior ou menor capacidade de controlar os fatos que afetam seu bem-estar.

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

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

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

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

13. 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.



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

O IPVS consiste em uma tipologia de situações de exposição à vulnerabilidade, agregando aos indicadores de renda outros referentes ao ciclo de vida familiar e à escolaridade, no espaço intraurbano, como aglomerado subnormal (favela) e sua localização (urbana ou rural). Assim sendo, o IPVS é composto por dois fatores, o socioeconômico e o demográfico. Ao fator socioeconômico estão associadas as variáveis: renda domiciliar *per capita*, proporção de domicílios com renda domiciliar *per capita* de até meio salário-mínimo, proporção de domicílios com renda domiciliar *per capita* de até um quarto do salário-mínimo, rendimento médio da mulher responsável pelo domicílio e proporção de pessoas responsáveis alfabetizadas. Ao fator demográfico

estão associadas as variáveis: proporção de pessoas responsáveis de 10 a 29 anos, proporção de mulheres responsáveis de 10 a 29 anos, idade média das pessoas responsáveis e proporção de crianças de 0 a 5 anos de idade.

A **TABELA 2.4** indica a classificação dos grupos do IPVS 2010 para a bacia do ribeirão Varginha. Na **FIGURA 2.31**, 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 específico do ribeirão Varginha, corresponde a 44,69% da área da bacia.

TABELA 2.4 Grupos do IPVS na bacia do ribeirão Varginha

Grupo	IPVS 2010	Situação socioeconômica	Ciclo de vida familiar	Situação e tipo de setores por grupo	Classificação IPVS (% área)
0	Não classificado	–	–	–	72,26
1	Baixíssima vulnerabilidade	Muito alta	Famílias jovens, adultas e idosas	Urbanos e rurais não especiais e subnormais	–
2	Vulnerabilidade muito baixa	Média	Famílias adultas e idosas	Urbanos e rurais não especiais e subnormais	0,19
3	Vulnerabilidade baixa	Média	Famílias jovens	Urbanos e rurais não especiais e subnormais	1,57
4	Vulnerabilidade média	Baixa	Famílias adultas e idosas	Urbanos não especiais e subnormais	13,36
5	Vulnerabilidade alta	Baixa	Famílias jovens em setores urbanos	Urbanos não especiais	12,04
6	Vulnerabilidade muito alta	Baixa	Famílias jovens residentes em aglomerados subnormais	Urbanos subnormais	0,58
7	Altíssima vulnerabilidade	Baixa	Famílias idosas, adultas e jovens em setores rurais	Rurais	–





Afluentes da margem esquerda do braço do ribeirão Varginha, nas proximidades da Estr. do Schmidt (foto: FCTH)



Convenção

- Área de drenagem
- Rede de drenagem
- Quadra viária

Densidade demográfica (hab/ha)

- 0 – 15
- 16 – 50
- 51 – 150
- 151 – 350
- 351 – 479

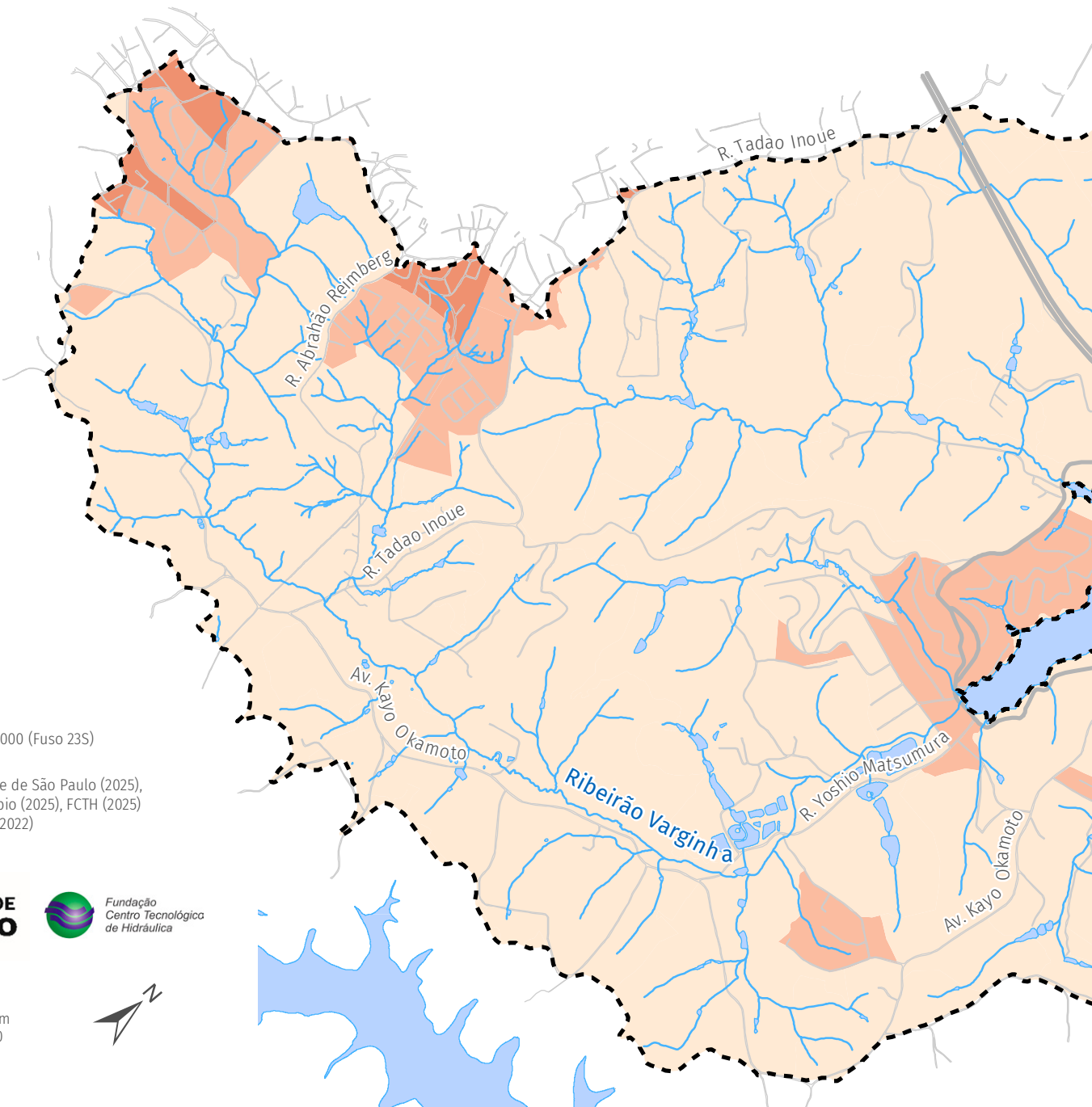
Nº de habitantes: 55 mil (IBGE, 2022)

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

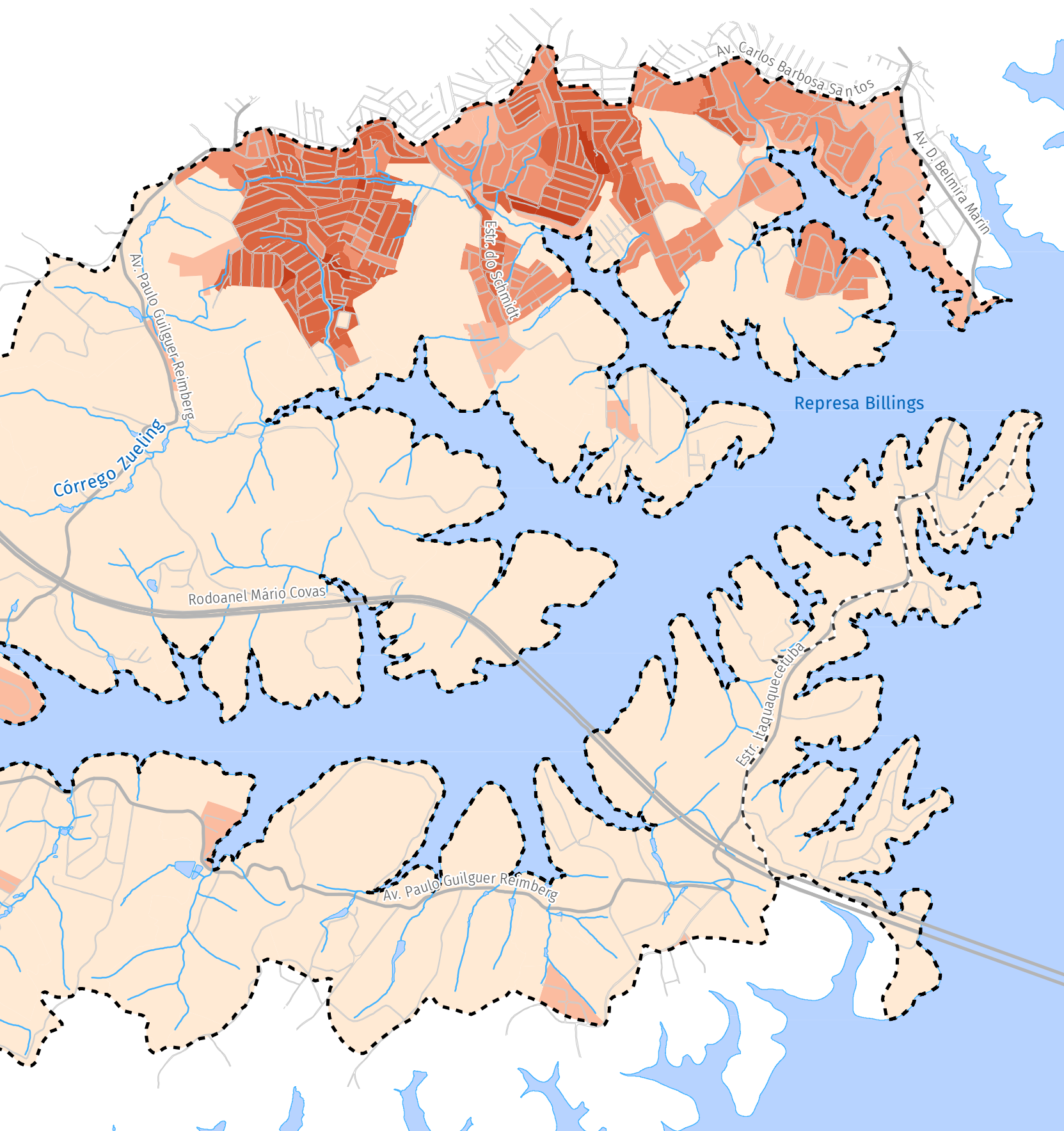
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),  
Mapa Hidrográfico do Município (2025), FCTH (2025)  
e Censo Demográfico – IBGE (2022)



0 200 400 800 m



**FIGURA 2.30** Densidade demográfica da bacia do ribeirão Varginha



Convenção

- Área de drenagem
- Rede de drenagem
- Quadra viária

Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS)

- Vulnerabilidade muito baixa
- Vulnerabilidade baixa
- Vulnerabilidade média
- Vulnerabilidade alta
- Vulnerabilidade muito alta
- Não classificados\*

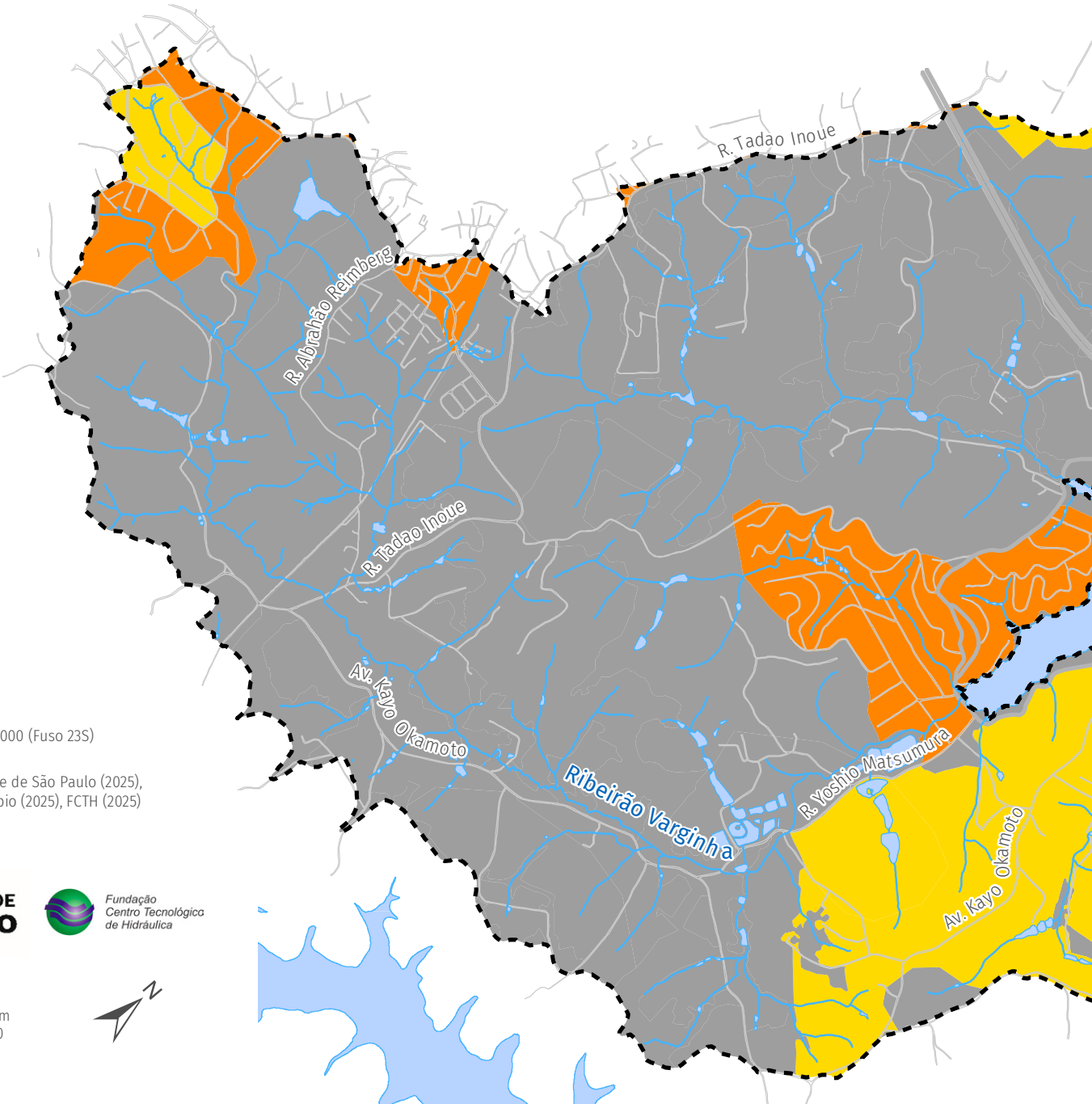
\* Setores sem população residente ou com menos de 50 domicílios particulares permanentes

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

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

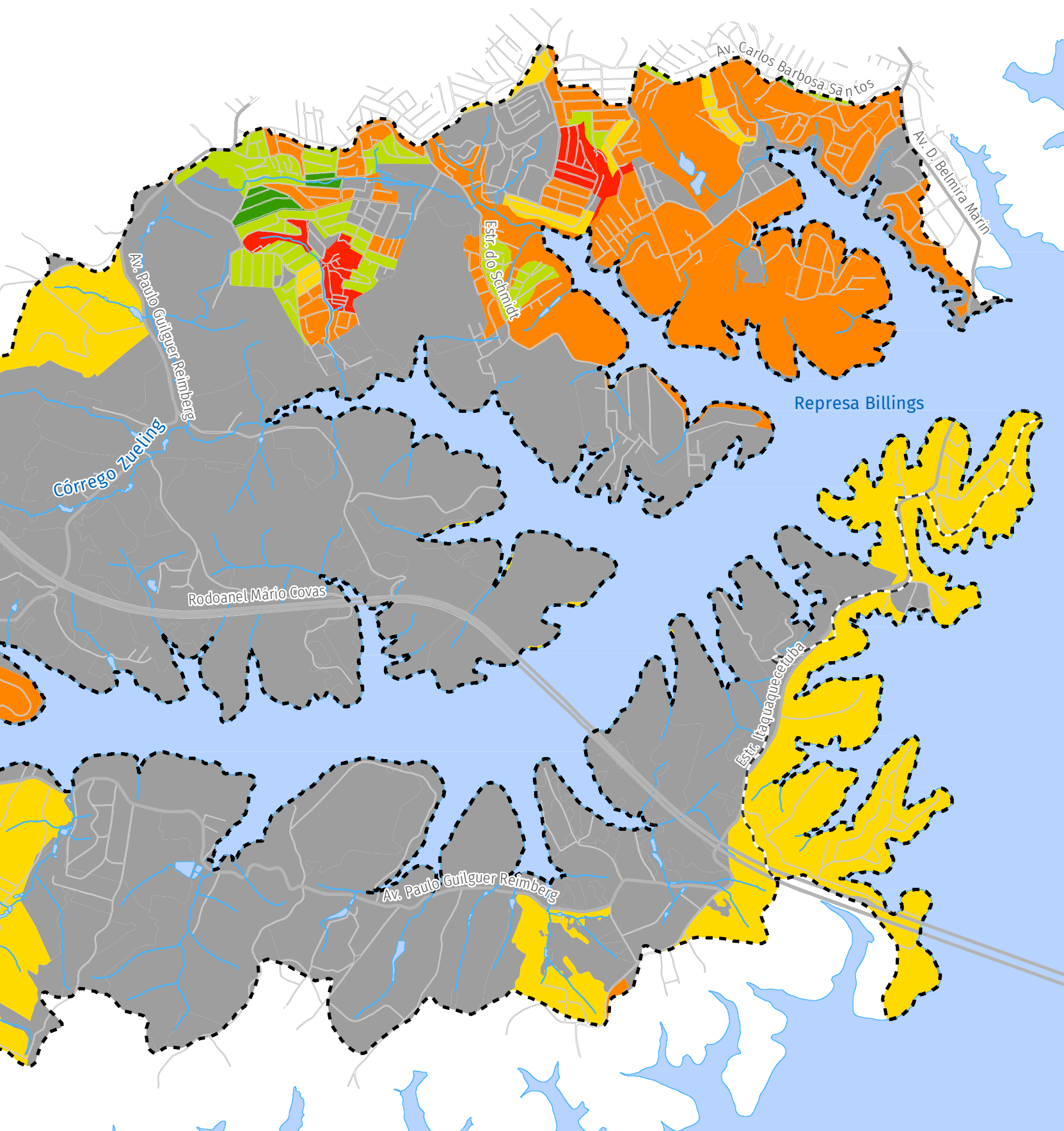


0 200 400 800 m





**FIGURA 2.31** Índice Paulista de Vulnerabilidade Social da bacia do ribeirão Varginha



## 2.10 DIVISÃO ADMINISTRATIVA MUNICIPAL

A administração territorial da bacia do ribeirão Varginha se dá pelas subprefeituras de Parelheiros e da Capela do Socorro.

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 2.32** indica a divisão territorial administrativa da bacia do ribeirão Varginha.

## 2.11 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O sistema de esgotamento sanitário é composto pelos sistemas necessários ao afastamento e tratamento dos efluentes sanitários, incluindo as infraestruturas e instalações de coleta, desde as ligações prediais, o afastamento, o tratamento e a disposição final de esgotos<sup>14</sup>. A implantação e a operação adequadas do sistema de esgotamento sanitário adquirem uma importância ainda maior na bacia do ribeirão Varginha, pelo fato de ela estar inserida em uma área de

manancial, onde a proteção da qualidade da água é fundamental para garantir a segurança hídrica da população.

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 2.33** apresenta a rede e os coletores de esgoto existentes e previstos na bacia do ribeirão Varginha. Ressalta-se a

<sup>14</sup>. Art. 209 da Lei nº 16.050/2014.

necessidade de implementar ações com o objetivo de controlar a poluição hídrica na bacia, tais como: complementação da rede de esgotos, com especial atenção a descontinuidades; procura por ligações clandestinas de esgotos na rede de drenagem ou operação caça-esgoto; e controle da poluição difusa.



Convenção

Área de drenagem

Rede de drenagem

Quadra viária

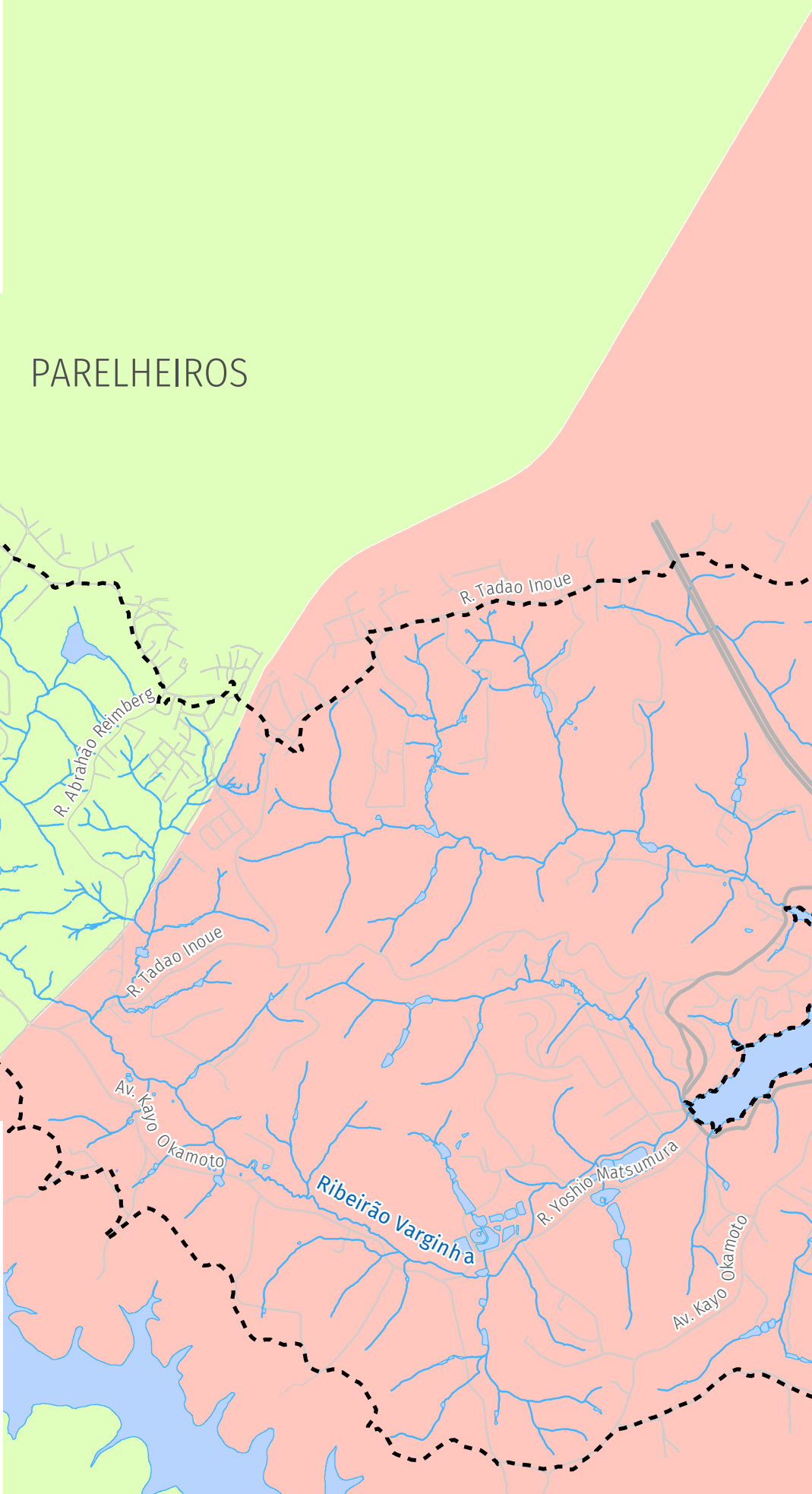
PARELHEIROS

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

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

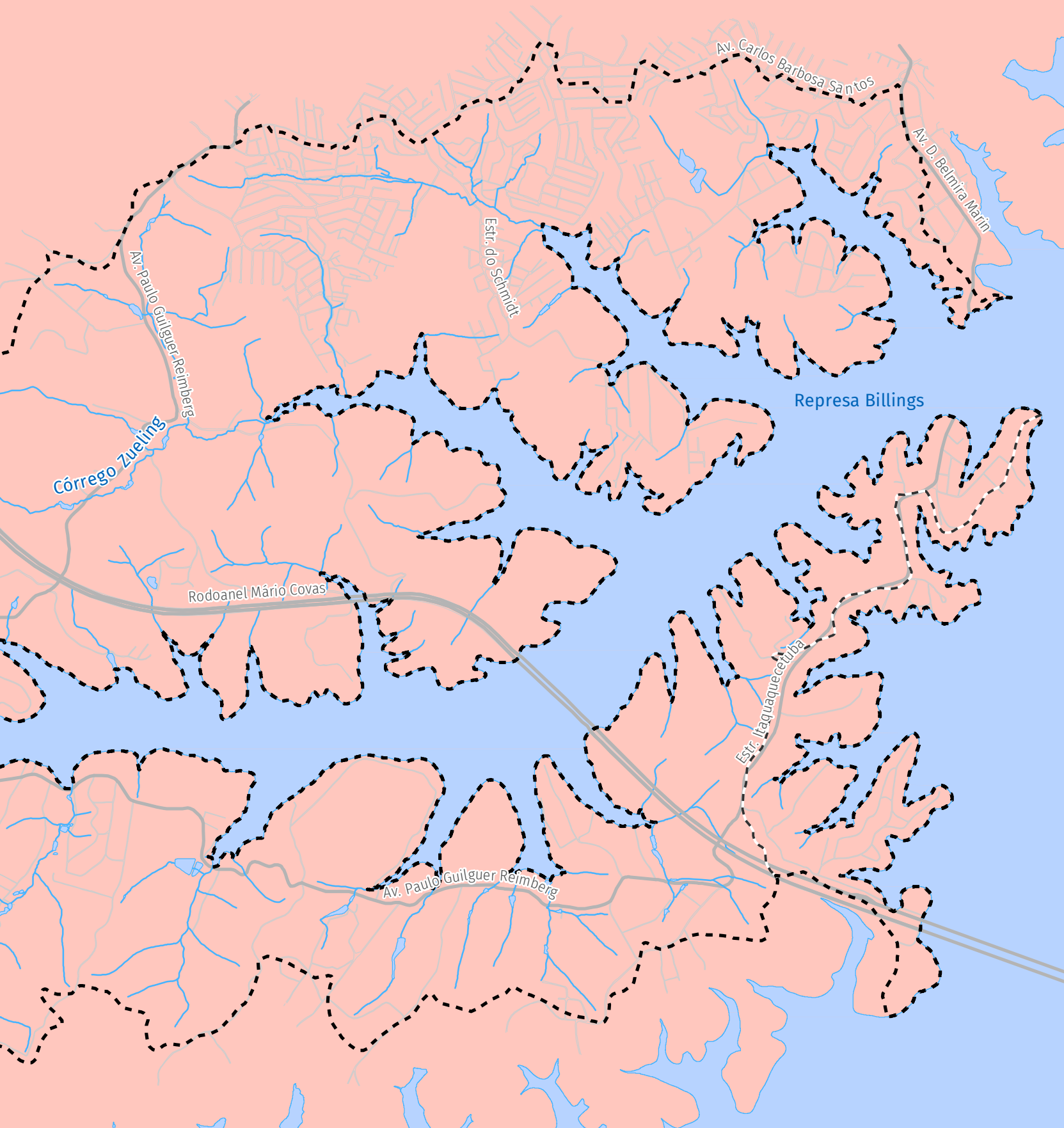


0 200 400 800 m



**FIGURA 2.32** Divisão territorial administrativa da bacia do ribeirão Varginha

CAPELA DO SOCORRO

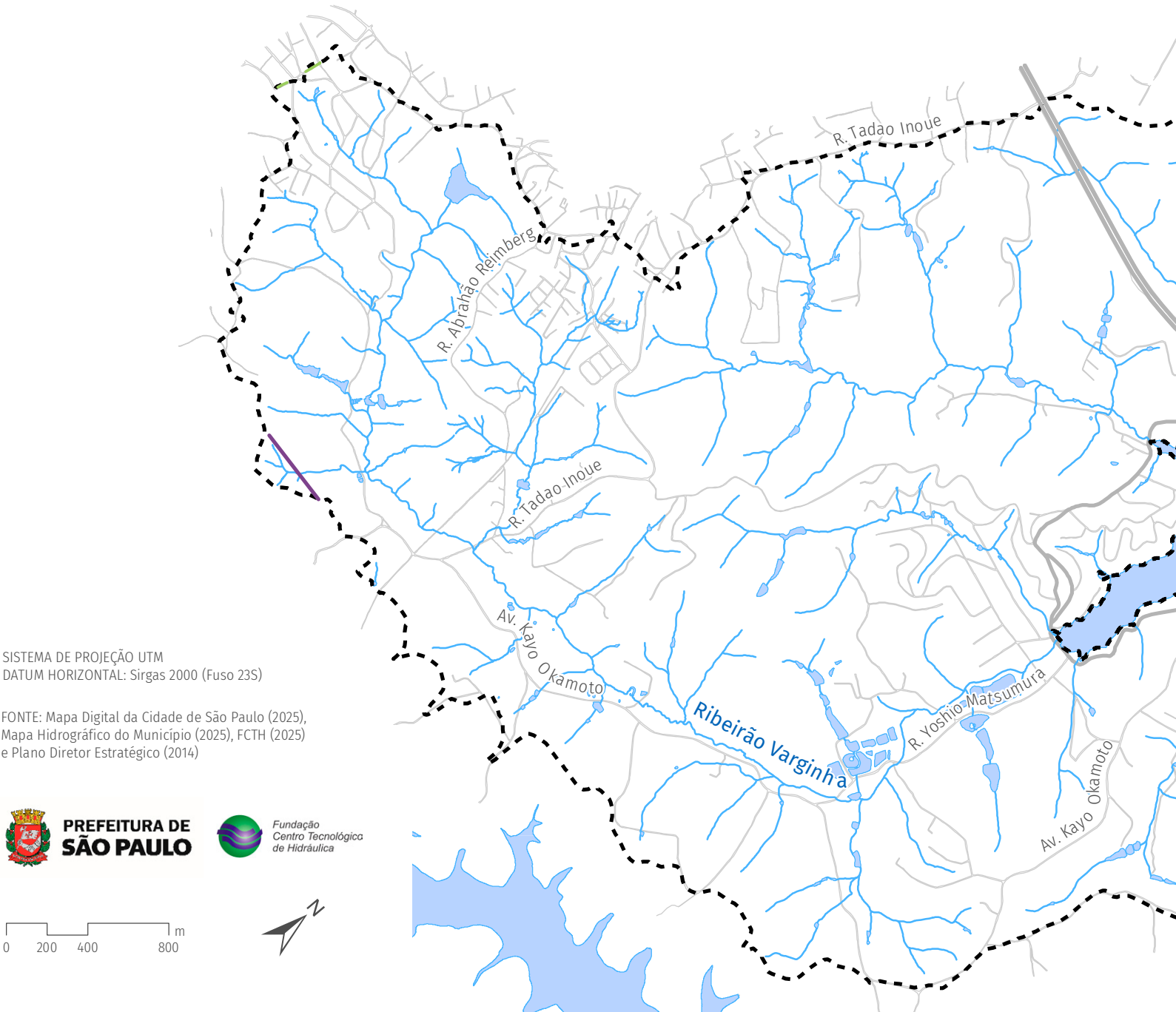


Convenção

- Área de drenagem
- Rede de drenagem
- Quadra viária

Esgotamento sanitário

- Coletor tronco existente
- Rede de esgoto existente



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

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

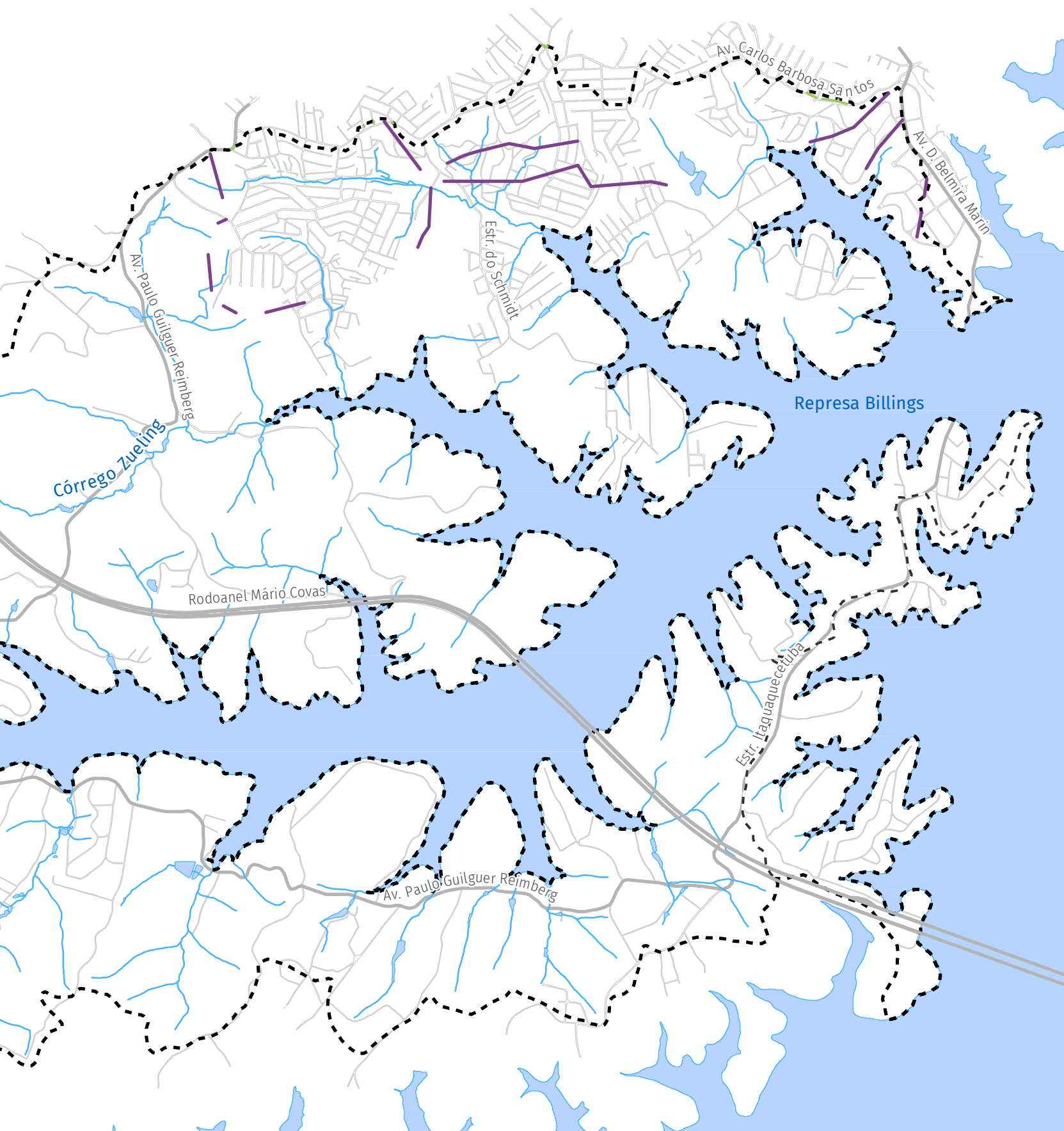


0 200 400 800 m





**FIGURA 2.33** Sistema de  
esgotamento sanitário da  
bacia do ribeirão Varginha



## 2.12 SISTEMA VIÁRIO

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

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

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.

No caso da bacia do ribeirão Varginha, ela é estruturada de acordo com os seguintes eixos viários:

I – VTR e rodovias: Rodoanel Mário Covas, que a corta transversalmente, de sudoeste a nordeste, desde as proximidades do Parque Natural Municipal do Itaim até o Município de São Bernardo do Campo;

II – Vias arteriais: Estrada de Itaquaquecetuba, ao longo do limite entre a bacia e a área de contribuição direta à Represa Billings; e Avenida Paulo Guilguer Reimberg, que vai no sentido sudeste, desde o extremo oeste da bacia, próximo à Unidade de Valorização de Resíduos de Construção Civil Grajaú, até a Rua Jorge Leal Gonçalves Pereira. A partir daí, tem seu sentido alterado para nordeste, até encontrar a Estrada de Itaquaquecetuba, próximo ao Parque Natural Municipal Bororé.

A **FIGURA 2.34** apresenta o sistema viário da bacia do ribeirão Varginha.





Rodoanel Mário Covas, junto ao braço do ribeirão Varginha na Represa Billings (foto: FCTH)

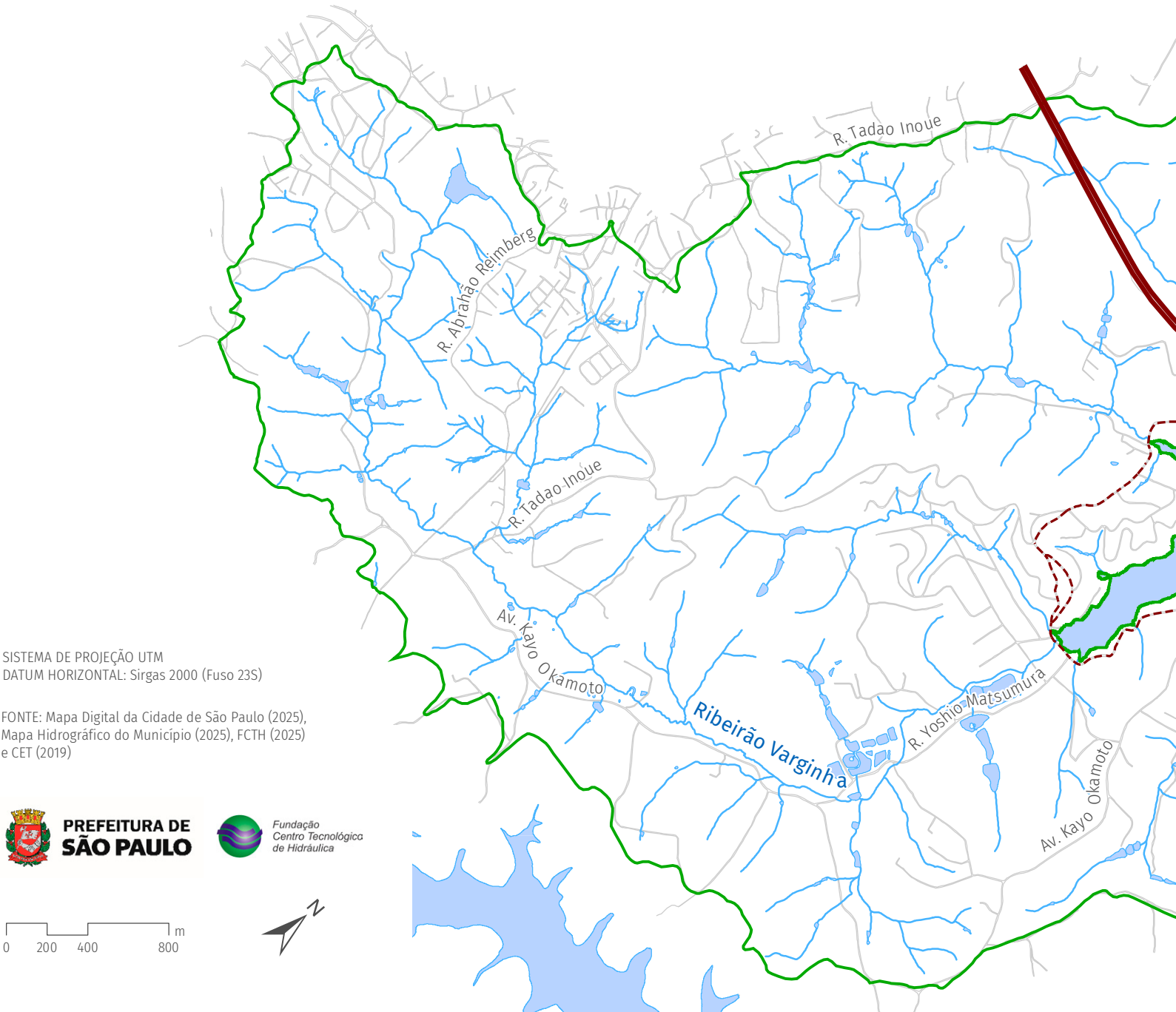


Convenção

- Área de drenagem
- Rede de drenagem
- Quadra viária

Sistema viário

- Rodovia
- Via arterial

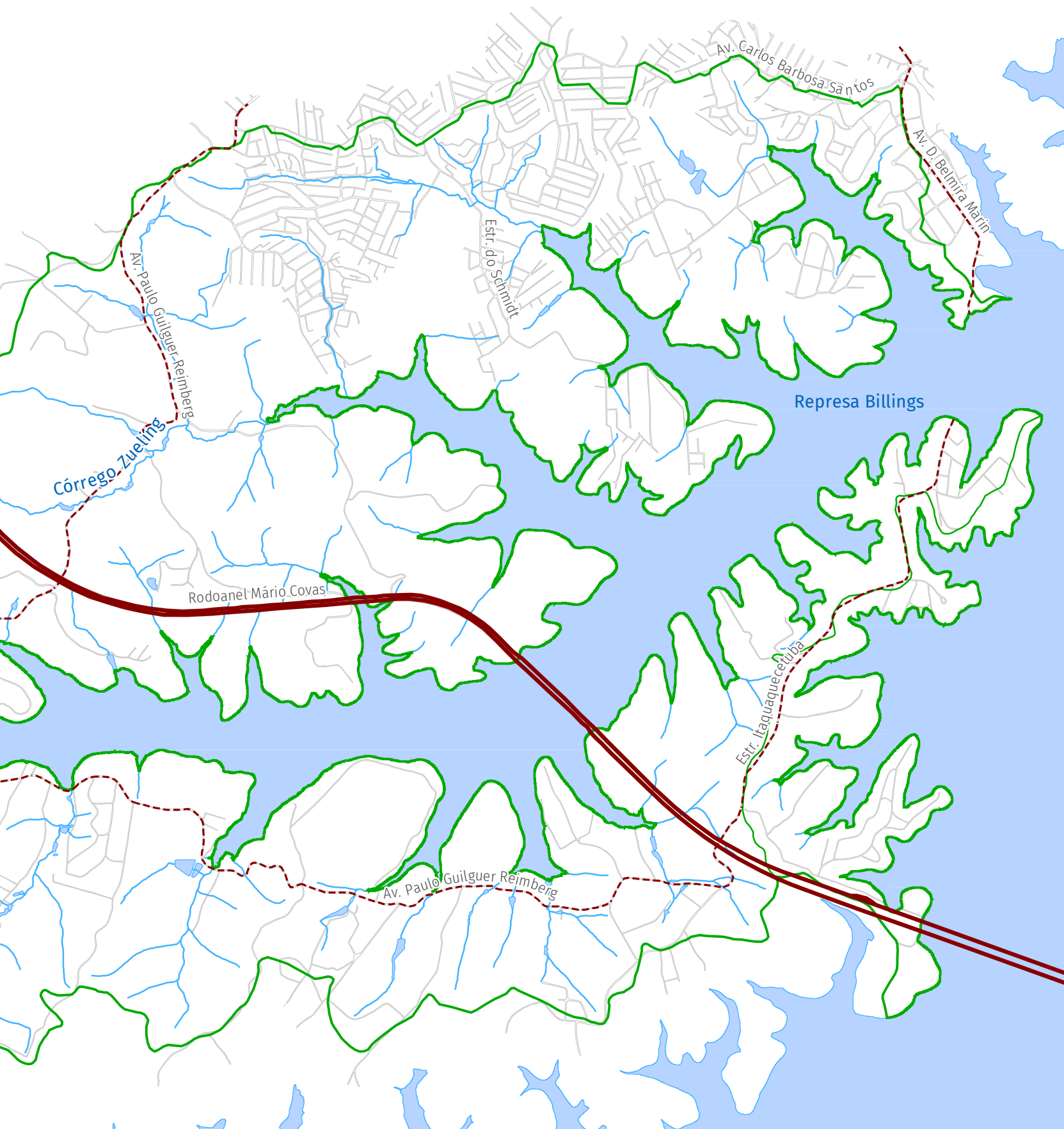


SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM  
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

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



FIGURA 2.34 Sistema viário da  
bacia do ribeirão Varginha







## Critérios para o estudo

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

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

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

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

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

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

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

### 3.1 CHUVA DE PROJETO

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

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

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

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

As chuvas intensas para a região da bacia do ribeirão Varginha 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)<sup>15</sup>.

---

15. 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 2 horas.

Desse modo, foram calculadas as precipitações para diferentes períodos de retorno e duração da chuva de 2 horas, 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)<sup>16</sup>, em que a precipitação é desagregada em passos de tempo discretizados pela duração total, os blocos de altura de chuva em cada passo são rearranjados de forma que a maior altura de precipitação seja colocada no centro de duração, e os blocos seguintes são posicionados de forma decrescente e alternados (direita e esquerda) do bloco central; e distribuição de Huff (Huff, 1967)<sup>17</sup>, em que foram analisados eventos extremos de precipitação na região de Illinois, a precipitação é classificada em quartis e determina-se,

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

17. 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	8,5	11,6	13,6	16,2	20,0
20	10,9	14,9	17,5	20,8	25,7
30	9,3	12,6	14,8	17,6	21,7
40	7,8	10,6	12,5	14,8	18,3
50	4,9	6,7	7,9	9,4	11,6
60	3,1	4,2	5,0	5,9	7,3
70	1,9	2,6	3,0	3,6	4,4
80	1,0	1,4	1,6	1,9	2,4
90	0,6	0,8	0,9	1,1	1,4
100	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
110	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
120	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
Precipitação total acumulada	48,4	66,0	77,5	92,2	113,9

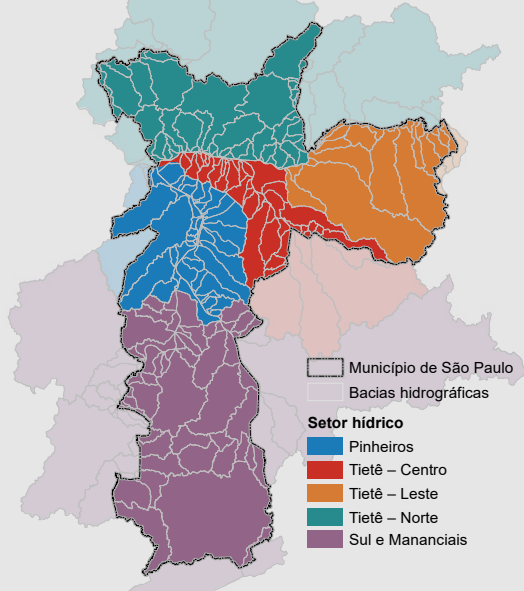
para cada quartil, as curvas de probabilidade de excedência da precipitação sobre uma precipitação adimensional.

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

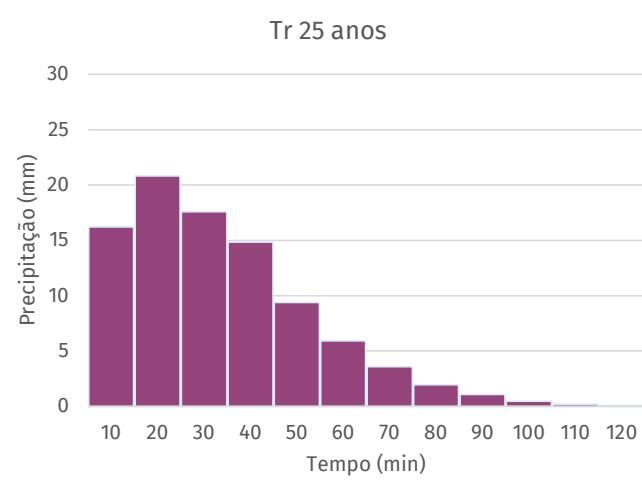
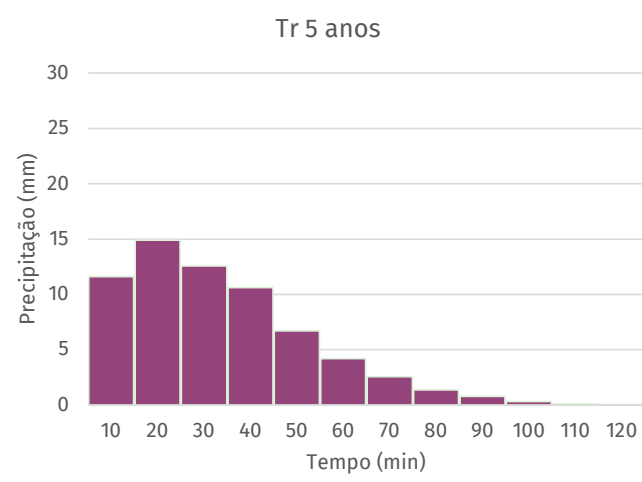
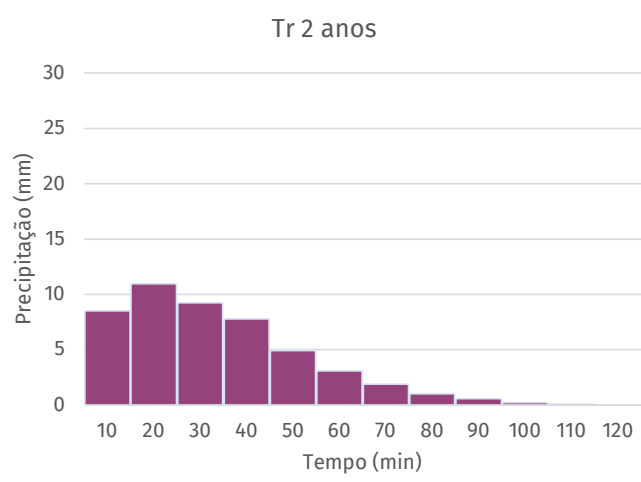
telemétricos nos respectivos domínios. A **TABELA 3.2** mostra a quantidade de postos analisados para cada um dos setores.

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, localizada no setor hídrico Tietê – Norte, foram analisados 3.677 eventos com duração de 1 a 2 horas.

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

TABELA 3.2 Número de postos telemétricos analisados em cada setor hídrico		
Setor	Número de postos	Mapa dos setores
Pinheiros	30	 <p>Município de São Paulo Bacias hidrográficas</p> <p><b>Setor hídrico</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Pinheiros</li><li>Tietê – Centro</li><li>Tietê – Leste</li><li>Tietê – Norte</li><li>Sul e Mananciais</li></ul>
Tietê – Centro	41	
Tietê – Leste	26	
Tietê – Norte	29	
Mananciais e áreas de proteção	17	





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

### 3.2 SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS

Para fins de modelagem, a bacia do ribeirão Varginha foi dividida em 42 sub-bacias, obedecendo à contribuição dos afluentes principais. A **TABELA 3.3** indica as principais características físicas de cada sub-bacia.

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

TABELA 3.3 Principais características físicas das sub-bacias									
Sub-bacia	Área (km²)	Declividade média da sub-bacia (%)	Declividade média do talvegue (m/m)	Comprimento do talvegue (m)	Sub-bacia	Área (km²)	Declividade média da sub-bacia (%)	Declividade média do talvegue (m/m)	Comprimento do talvegue (m)
ACD-01	1,37	15,0	0,07	295	VRG-21	1,03	24,8	0,05	1.726
VRG-01	0,13	25,5	0,16	452	VRG-22	0,79	19,5	0,09	612
VRG-02	0,59	22,9	0,02	541	VRG-23	0,15	23,2	0,13	414
VRG-03	1,02	21,1	0,01	860	VRG-24	0,29	19,8	0,02	492
VRG-04	0,59	18,2	0,01	851	VRG-25	0,09	19,4	0,03	397
VRG-05	1,30	21,9	0,03	1.837	VRG-26	0,11	22,1	0,14	226
VRG-06	1,59	18,6	0,00	1.718	VRG-27	0,81	21,2	0,05	466
VRG-07	1,79	16,6	0,01	1.003	VRG-28	0,76	17,1	0,08	508
VRG-08	1,02	18,1	0,00	1.351	VRG-29	0,10	14,0	0,14	80
VRG-09	1,21	20,2	0,03	2.146	VRG-30	0,27	28,3	0,09	707
VRG-10	0,28	19,1	0,09	433	VRG-31	0,14	22,1	0,02	369
VRG-11	1,75	18,3	0,03	2.052	VRG-32	0,40	17,8	0,01	577
VRG-12	3,79	21,5	0,02	2.842	VRG-33	0,20	23,2	0,10	517
VRG-13	0,92	22,4	0,04	707	VRG-34	0,13	16,6	0,06	541
VRG-14	1,72	16,5	0,03	1.167	VRG-35	0,10	13,1	0,05	455
VRG-15	1,09	27,0	0,08	800	VRG-36	0,08	15,7	0,08	380
VRG-16	1,03	15,7	0,03	1.000	VRG-37	0,78	21,0	0,07	797
VRG-17	1,93	18,4	0,06	894	VRG-38	0,77	15,3	0,09	441
VRG-18	1,28	16,9	0,04	492	VRG-39	0,33	14,0	23,85	296
VRG-19	0,40	19,5	0,02	780	VRG-40	1,52	15,5	0,03	1.297
VRG-20	1,46	23,1	0,02	1.960	VRG-41	0,04	14,0	0,05	60

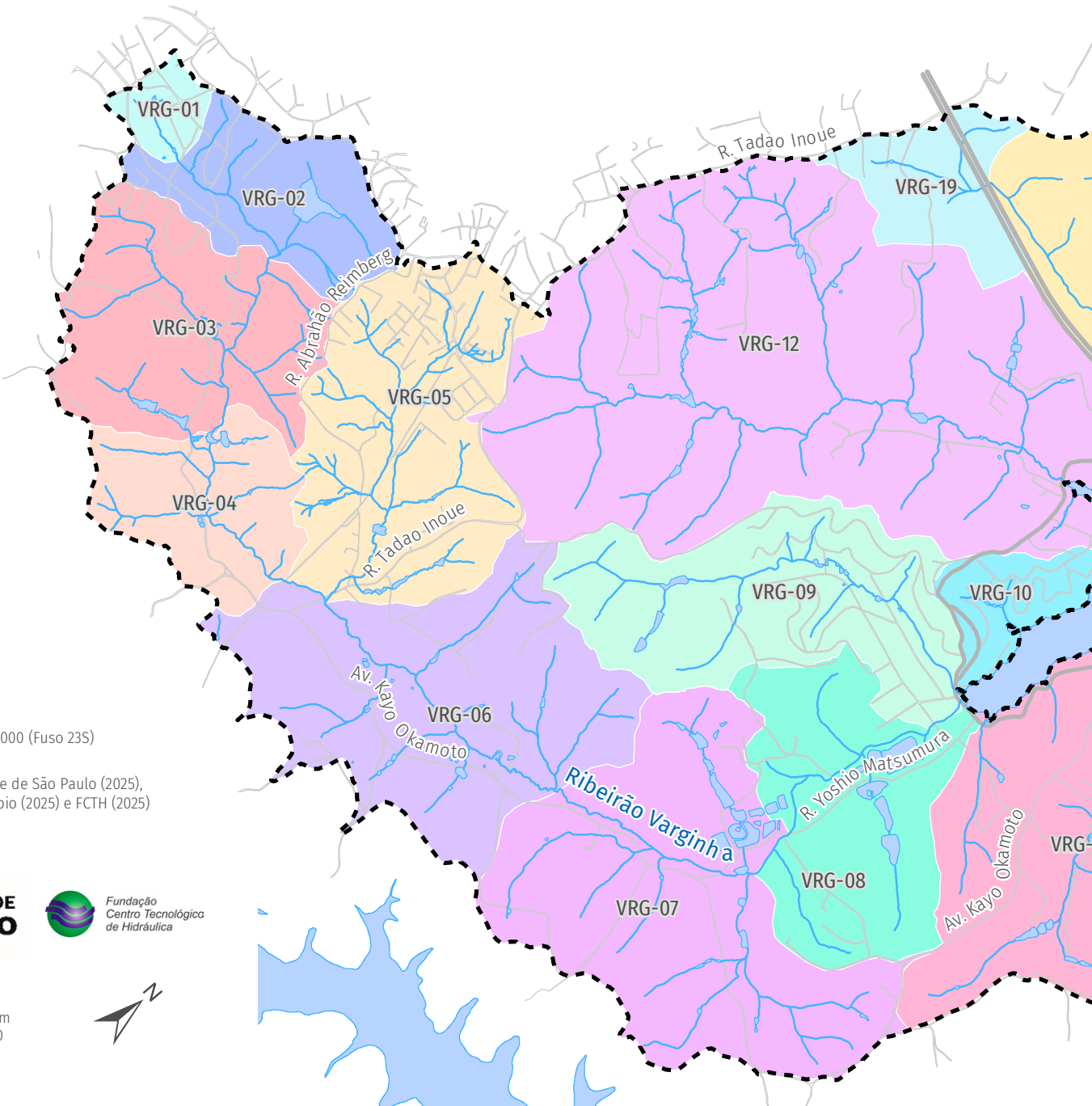


Convenção

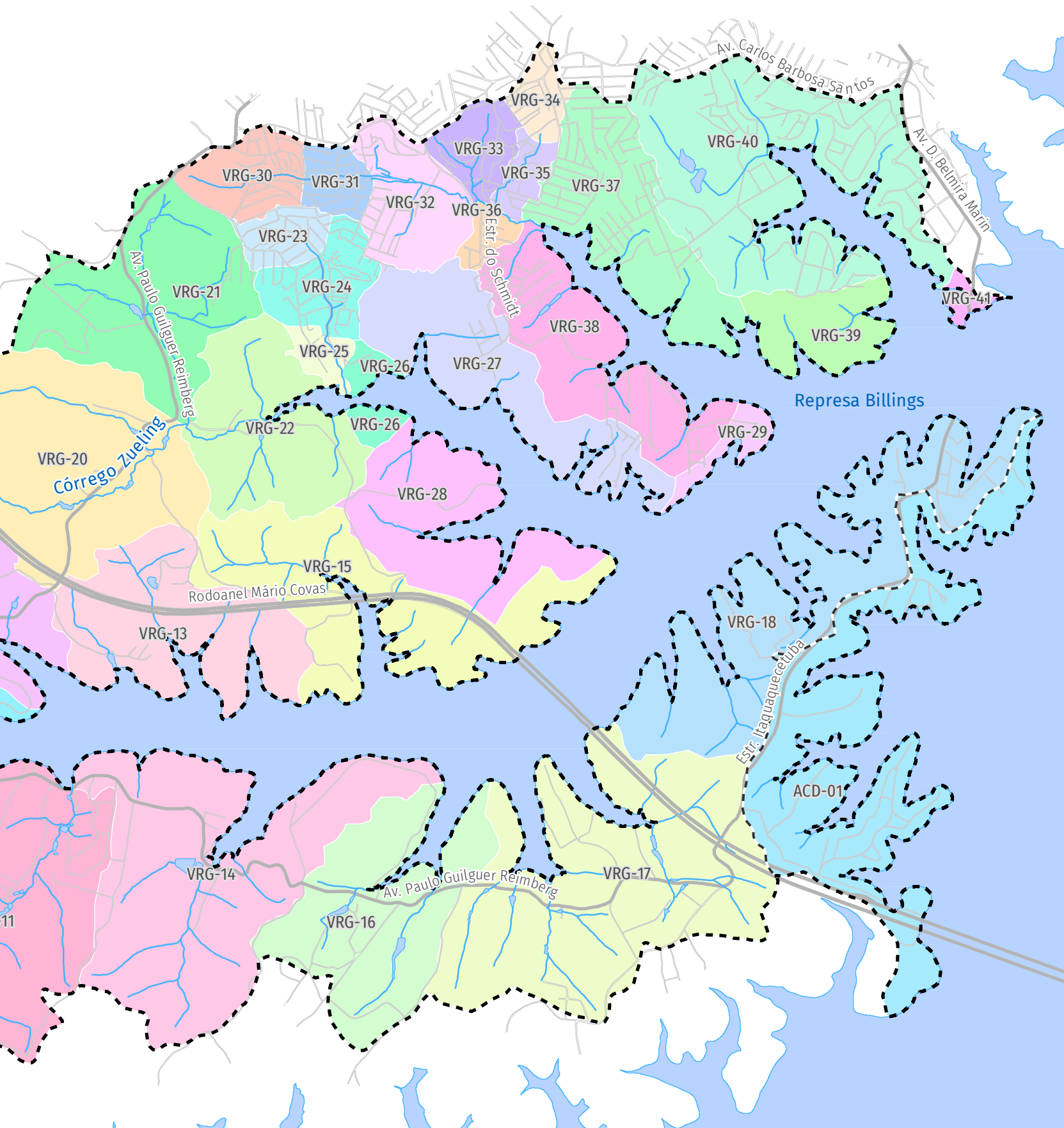
- Área de drenagem
- Rede de drenagem
- Quadra viária

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

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



**FIGURA 3.2** Divisão em sub-bacias do ribeirão Varginha para fins de modelação matemática



3.3 IMPERMEABILIZAÇÃO DA BACIA

A área impermeável atual foi estimada por meio de fotointerpretação de imagens aéreas disponíveis para a região de estudo<sup>18</sup>. 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 de solo 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 do ribeirão Varginha 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, serviços, indústria e armazém	77,3
Comércio e serviços	83,0
Equipamento urbano	48,8
Espaços abertos	15,8
Indústria e armazém	71,6
Pavimento	94,8
Residencial, comércio e serviços	69,4
Residencial horizontal baixo padrão	83,8
Residencial horizontal médio alto padrão	55,8
Mata	5,0

Assim, os valores de impermeabilização atual da bacia do ribeirão Varginha foram obtidos considerando as tipologias de uso do solo e as respectivas porcentagens de

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



área impermeável. A **FIGURA 3.3** ilustra a impermeabilização atual da bacia.

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 no Município de São Paulo foi obtida através da normalização com a taxa de permeabilidade.

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

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

No total das 42 sub-bacias, 11 apresentam taxa de impermeabilidade maior do que a máxima permitida, e 19 das demais estão com valores iguais ou muito próximos do valor máximo permitido por lei.

Quando analisado o valor médio de área impermeável existente, observa-se que a ocupação atual representa uma situação crítica. A impermeabilização atual é de 32,4%, e a permitida é de 34,6%. A maior impermeabilidade é precursora de picos de vazão e de velocidade de escoamento superficial mais elevada, de modo que, em termos hidrológicos, o hidrograma para o cenário atual é mais crítico do que no cenário permitido por lei.

TABELA 3.6 Área impermeável atual e a máxima permitida por lei					
Sub-bacia	Área impermeável (%)		Sub-bacia	Área impermeável (%)	
	Atual	Máxima permitida		Atual	Máxima permitida
ACD-01	26,1	30,7	VRG-21	19,7	33,9
VRG-01	68,9	69,7	VRG-22	5,1	5,5
VRG-02	28,2	36,3	VRG-23	77,5	82,1
VRG-03	14,9	26,6	VRG-24	68,9	75,4
VRG-04	10,7	20,6	VRG-25	39,0	32,2
VRG-05	32,6	31,0	VRG-26	8,1	9,7
VRG-06	10,4	22,2	VRG-27	26,3	29,5
VRG-07	11,2	25,1	VRG-28	5,0	8,7
VRG-08	21,6	31,8	VRG-29	15,0	17,6
VRG-09	33,1	41,5	VRG-30	55,4	59,2
VRG-10	56,3	54,1	VRG-31	82,6	83,1
VRG-11	18,4	31,6	VRG-32	48,	54,3
VRG-12	9,0	20,8	VRG-33	82,1	57,9
VRG-13	10,3	0,6	VRG-34	77,2	78,9
VRG-14	13,6	13,0	VRG-35	66,1	66,8
VRG-15	8,6	0,4	VRG-36	48,1	53,4
VRG-16	9,3	19,3	VRG-37	56,8	47,4
VRG-17	24,9	23,5	VRG-38	58,2	28,8
VRG-18	16,9	15,8	VRG-39	8,5	15,2
VRG-19	13,8	7,3	VRG-40	49,9	49,0
VRG-20	8,8	14,8	VRG-41	17,8	27,6
Média				32,4	34,6





Afluente da margem esquerda do braço do ribeirão Varginha a montante da travessia da Estr. do Schmidt (foto: FCTH)



Convenção

- Área de drenagem
- Rede de drenagem
- Quadra viária

Área impermeável atual (%)

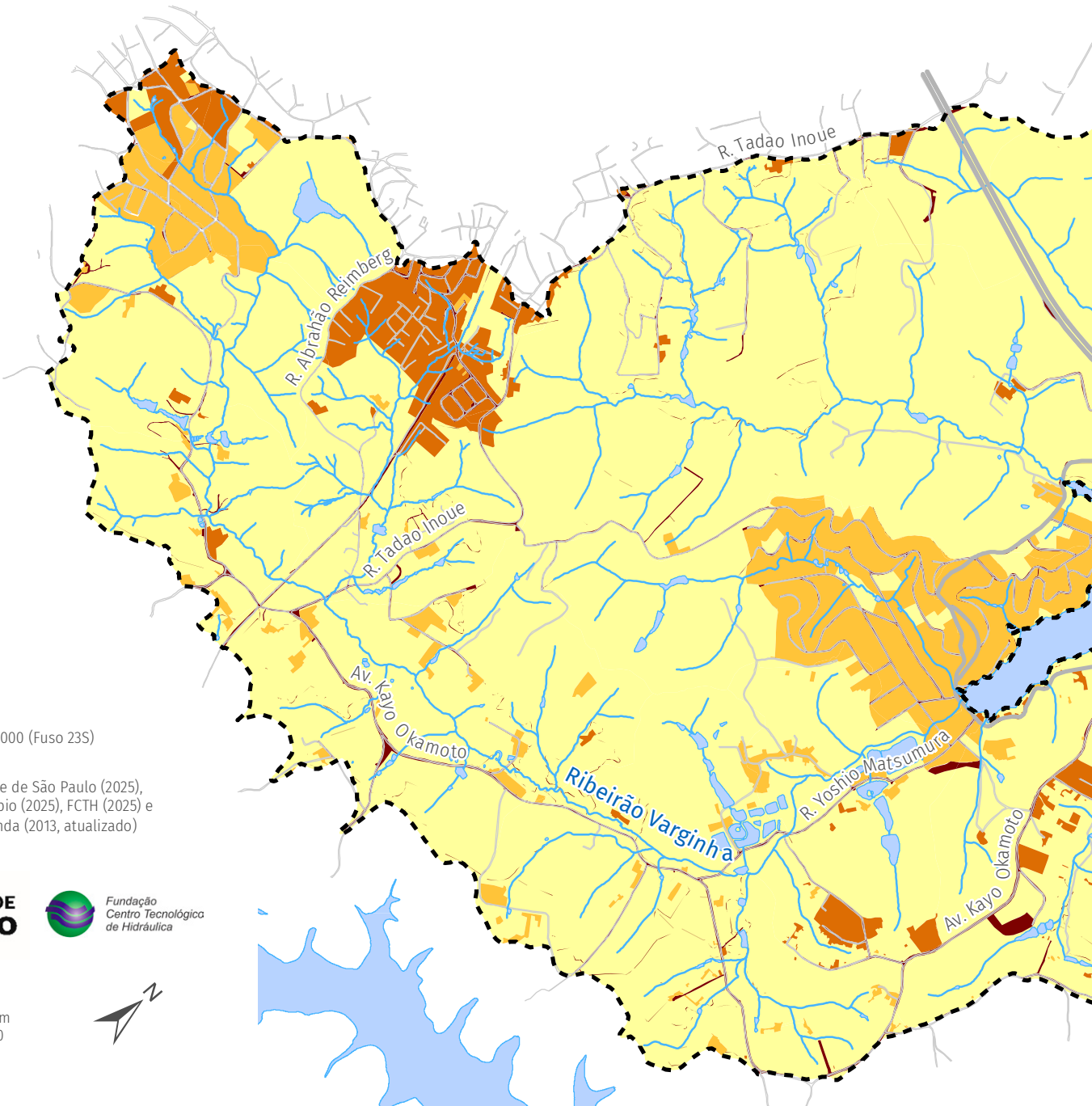
- 0 – 35
- 36 – 65
- 66 – 85
- 86 – 100

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

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

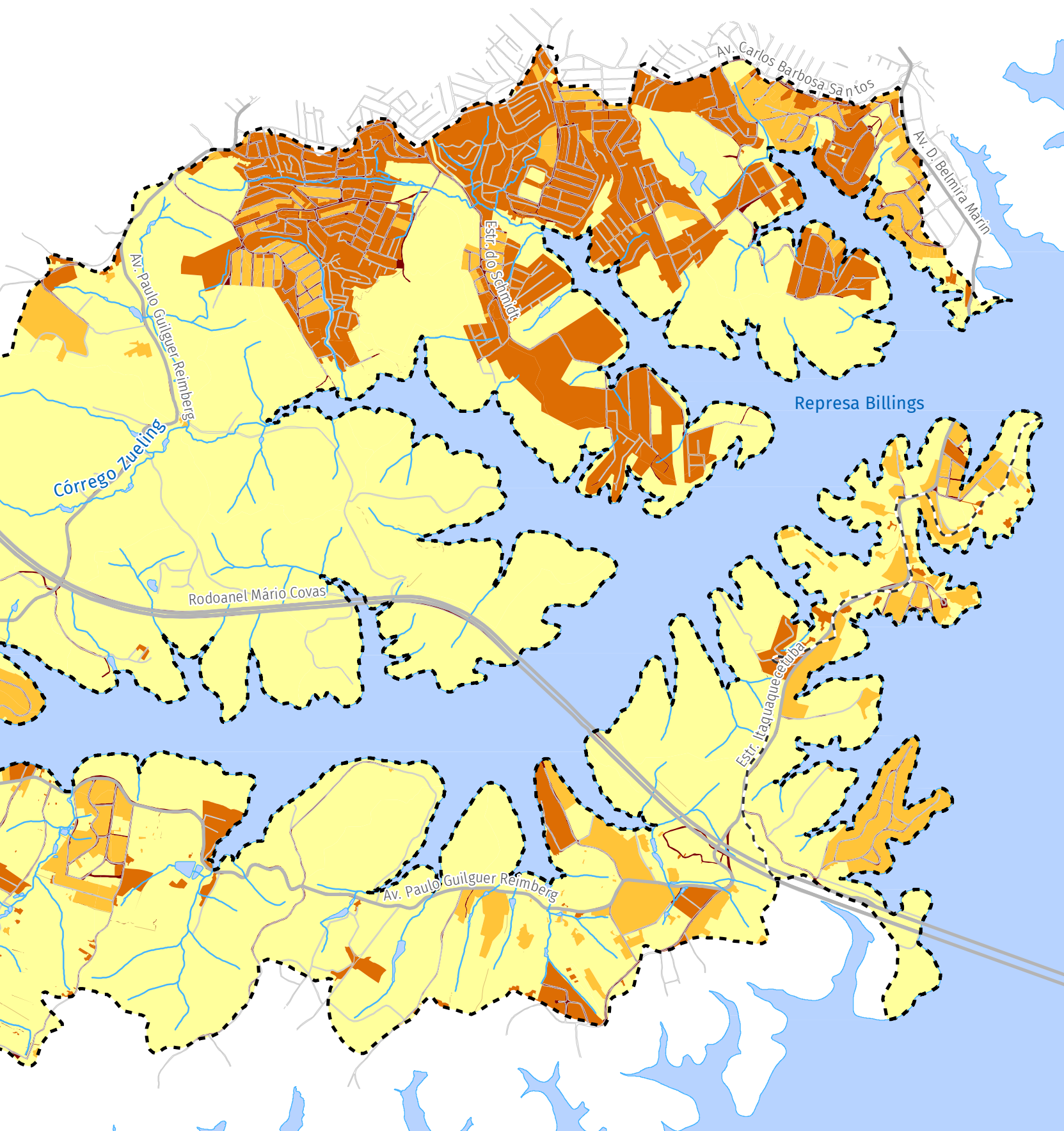


0 200 400 800 m





**FIGURA 3.3** Impermeabilização atual  
na bacia do ribeirão Varginha

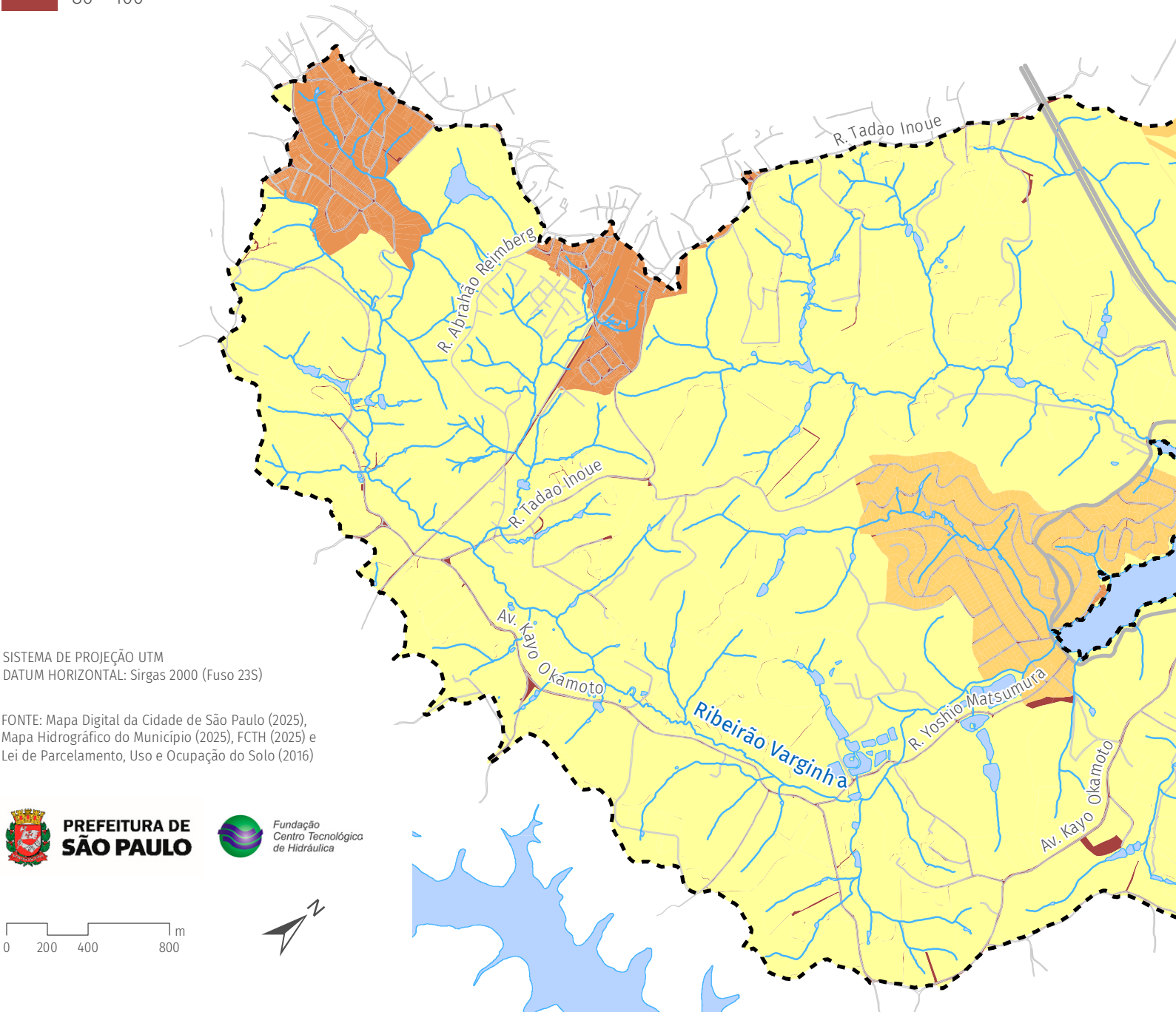


Convenção

- Área de drenagem
- Rede de drenagem
- Quadra viária

Área impermeável máxima permitida por lei (%)

- 0 – 35
- 36 – 65
- 66 – 85
- 86 – 100



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

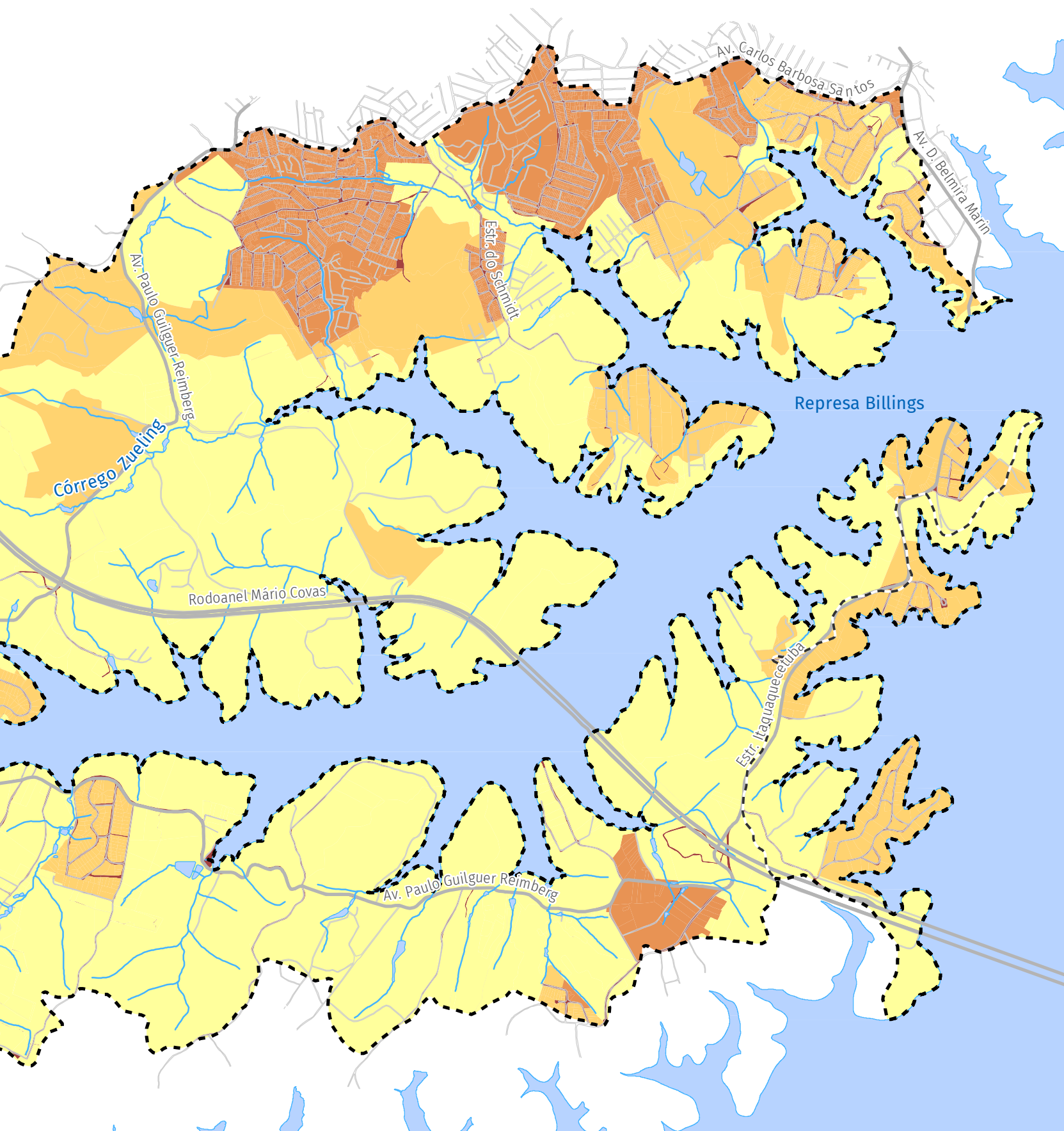
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),  
Mapa Hidrográfico do Município (2025), FCTH (2025) e  
Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (2016)



0 200 400 800 m



**FIGURA 3.4** Impermeabilização máxima permitida na bacia do ribeirão Varginha







## 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 do ribeirão Varginha. Esse mapa considera as áreas inundáveis associadas ao risco hidrológico, ao risco de inundação, ao sistema viário principal e aos equipamentos urbanos vulneráveis localizados em áreas inundáveis.

### 4.1 ÁREAS INUNDÁVEIS

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

No caso do ribeirão Varginha, há que se considerar nas ocorrências de inundação a influência do nível do corpo receptor, ou seja, da Represa Billings. Foram avaliados cenários com níveis registrados no Posto 554

– Pedreira da rede telemétrica do SAISP. A condição mais crítica de nível d'água historicamente registrado na Represa Billings, a partir de 2006, foi de 747,4 m, tendo ocorrido em quatro ocasiões durante todo o período analisado.

Nas porções próximas à foz dos córregos da bacia do ribeirão Varginha, a medida de extravasamento dos canais está na cota de 750,5 m, o que indica certa proteção para níveis mais altos atingidos na represa. Frente a essas informações, e a fim de simular um evento crítico na bacia em questão, uma cota de 746,7 m foi selecionada para o corpo receptor – um nível que é alcançado em cerca de 7% das medições.

Conforme já apontado no Plano Municipal de Gestão do Sistema de Águas Pluviais, componente do Plano Diretor de Drenagem de São Paulo (PDD), a regulamentação do uso das áreas inundáveis pode ocorrer a partir do zoneamento dos fundos de vale, de acordo com o risco hidrológico. Esse zoneamento permite o estabelecimento de regras para o uso e a ocupação das áreas em conformidade com o risco de inundação.





Ribeirão Varginha a jusante da Av. Paulo Guilguer Reimberg (foto: FCTH)



Convenção

- Área de drenagem
- Rede de drenagem
- Quadra viária

Período de retorno (anos)

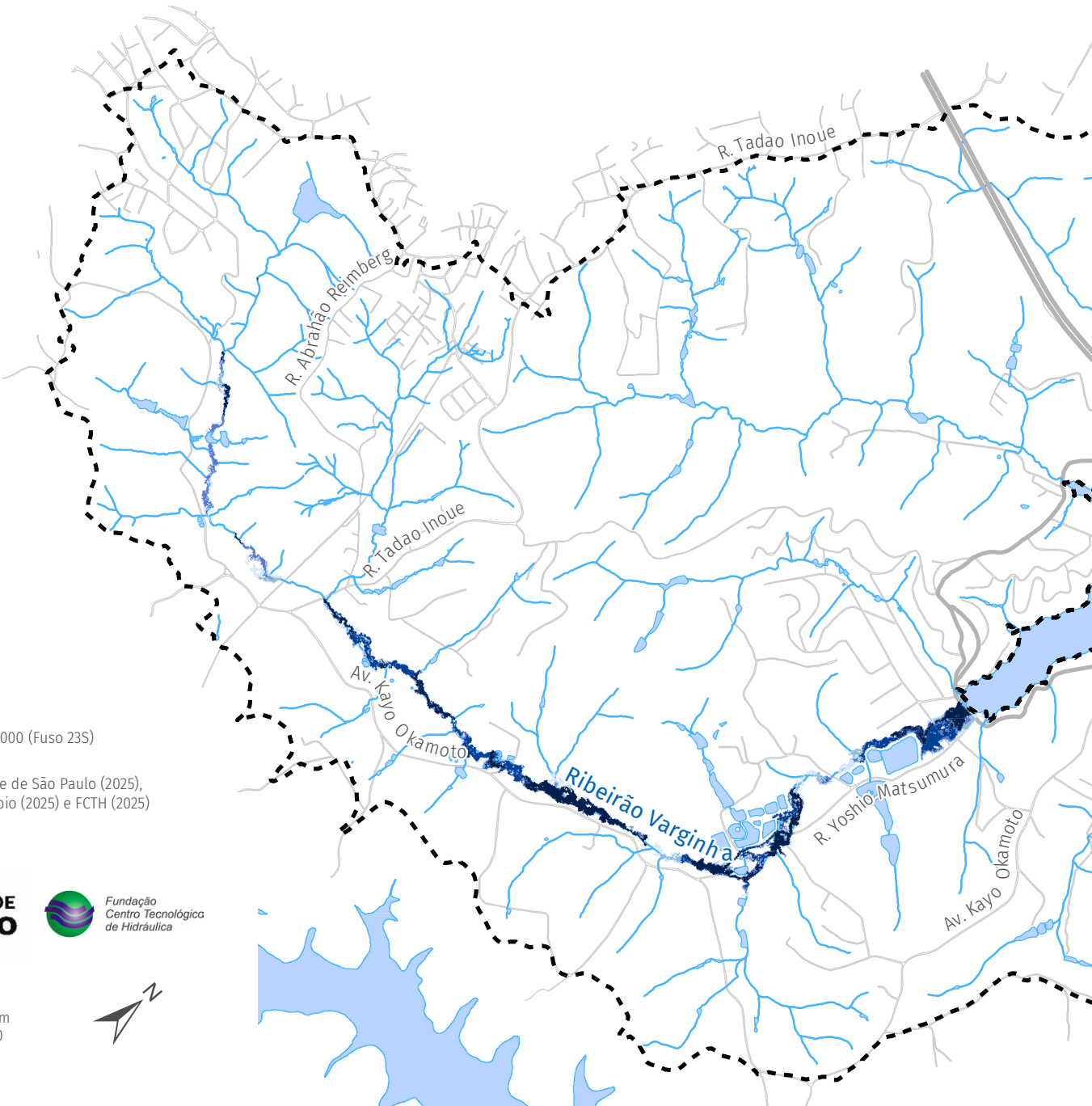
- 2
- 5
- 10
- 25
- 100

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

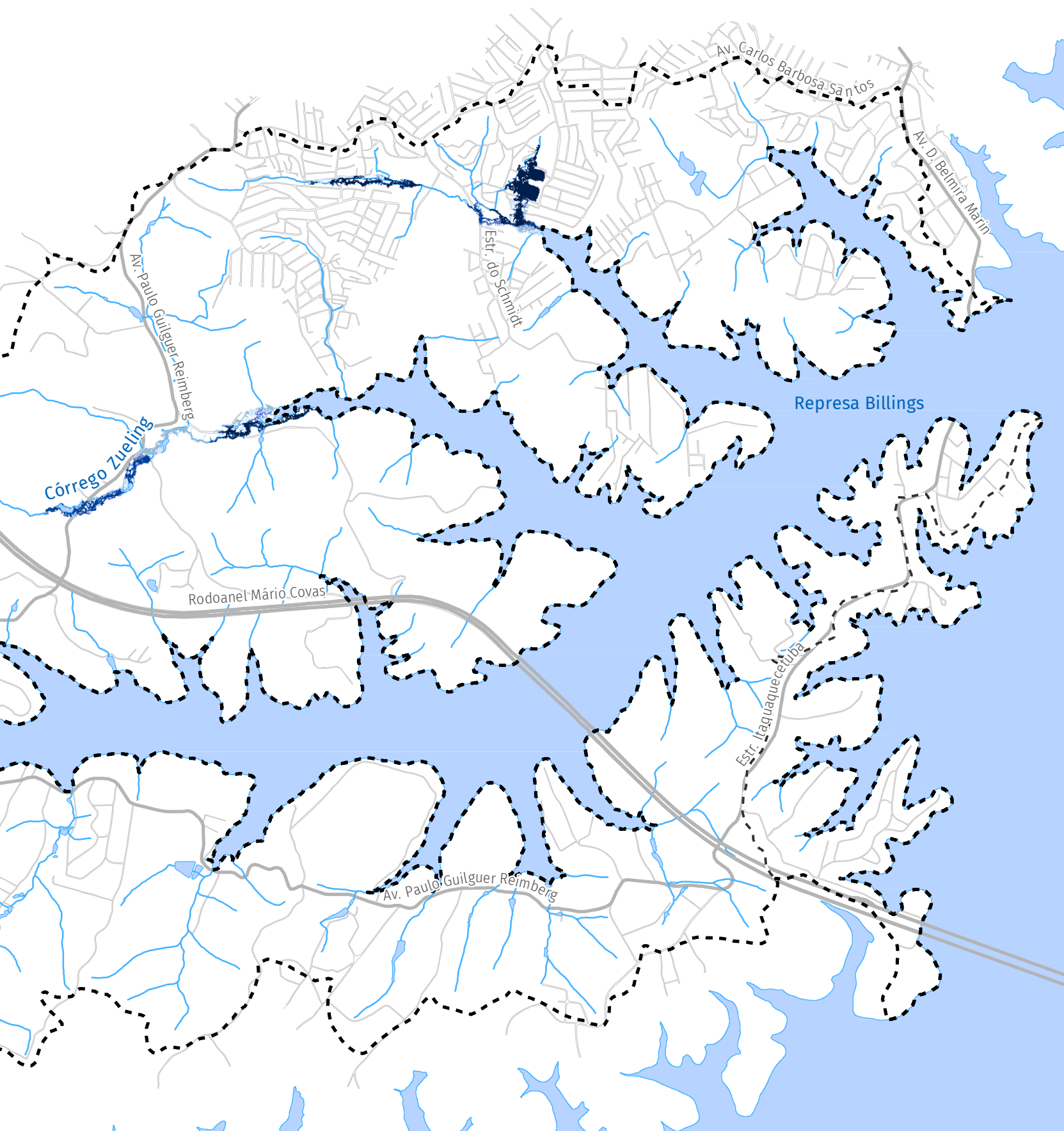
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),  
Mapa Hidrográfico do Município (2025) e FCTH (2025)



0 200 400 800 m



**FIGURA 4.1** Mapeamento das áreas inundáveis na bacia do ribeirão Varginha



## 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 (**FIGURA 2.34**) e as áreas de risco de inundação.

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

O conceito de risco é variável em função do contexto em que ele é aplicado, porém, está associado às perdas, sejam elas econômicas, sociais ou ambientais. Podemos definir o risco como a probabilidade de ocorrer danos ou perdas (econômicas, sociais ou ambientais) resultantes da interação entre perigos naturais e os sistemas humanos (UNDP, 2004<sup>19</sup>).

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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	77,4
Médio	0,002 – 0,01	5,2
Alto	0,01 – 0,04	8,8
Muito alto	0,04 – 1	8,6

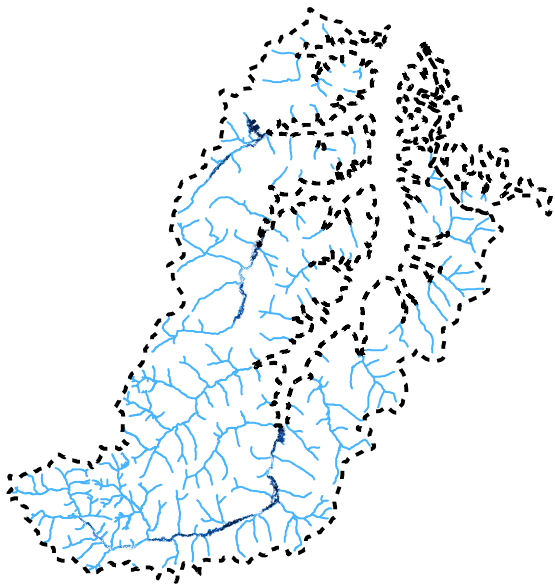
\* Essa escala foi adotada em função da análise para o Município de São Paulo.

FIGURA 4.2 Dados utilizados na obtenção do risco de inundação

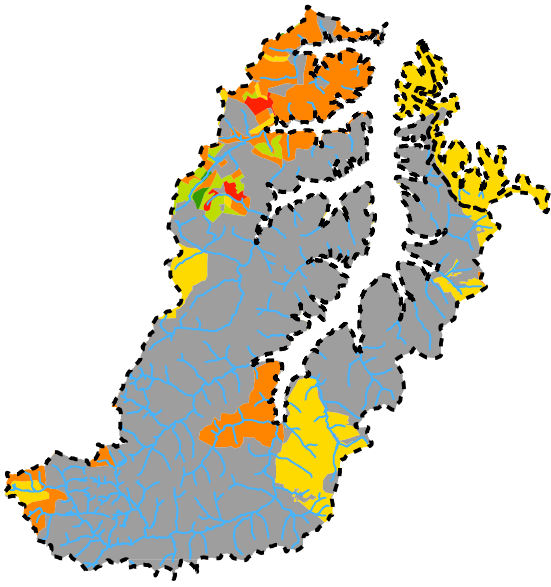
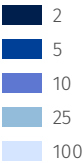
Convenção

— Rede de drenagem

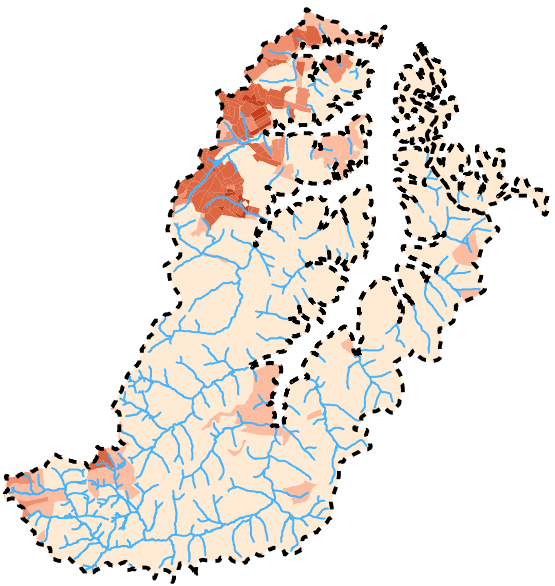
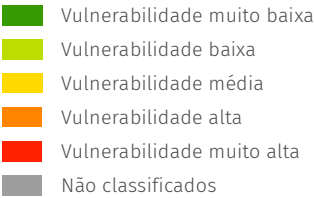
- - - Bacia hidrográfica



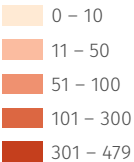
Período de retorno (anos)



Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS)



Densidade demográfica (hab/ha)



Nº de habitantes: 55 mil (IBGE, 2022)

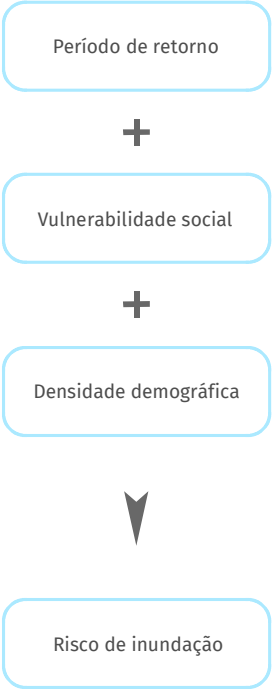
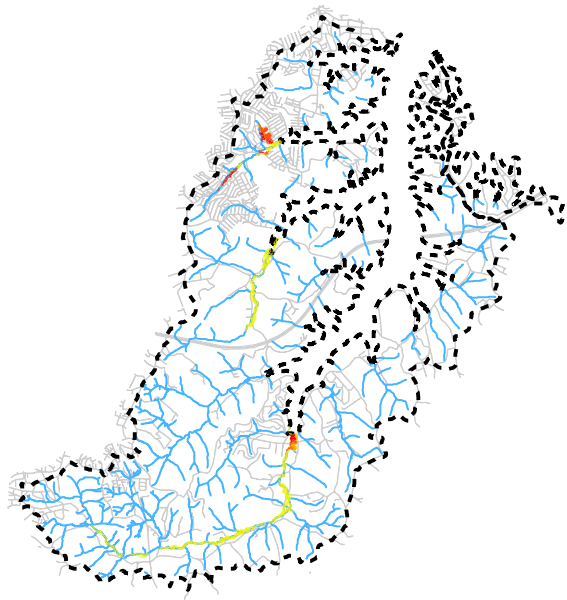


FIGURA 4.3 Dados utilizados na obtenção das áreas críticas

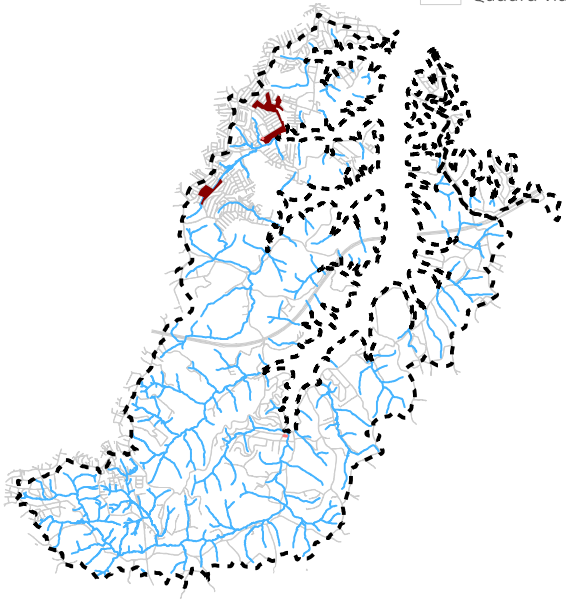
Convenção

- Rede de drenagem
- - - Bacia hidrográfica
- Quadra viária



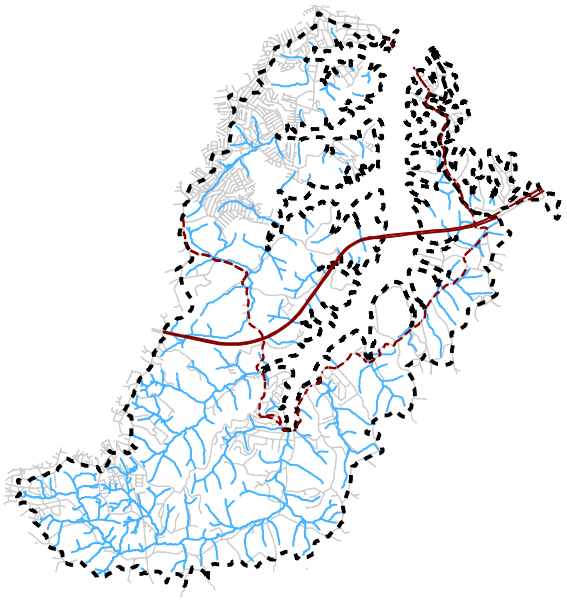
Risco de inundação

- Baixo
- Médio
- Alto
- Muito alto



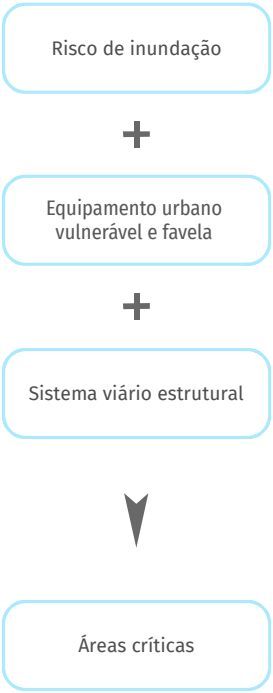
Áreas vulneráveis

- Equipamento urbano vulnerável
- Favela



Sistema viário

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





Convenção

- Área de drenagem
- Rede de drenagem
- Quadra viária

Áreas críticas

- Risco de inundação (classificação)
- Baixo
  - Médio
  - Alto
  - Muito alto

Sistema viário

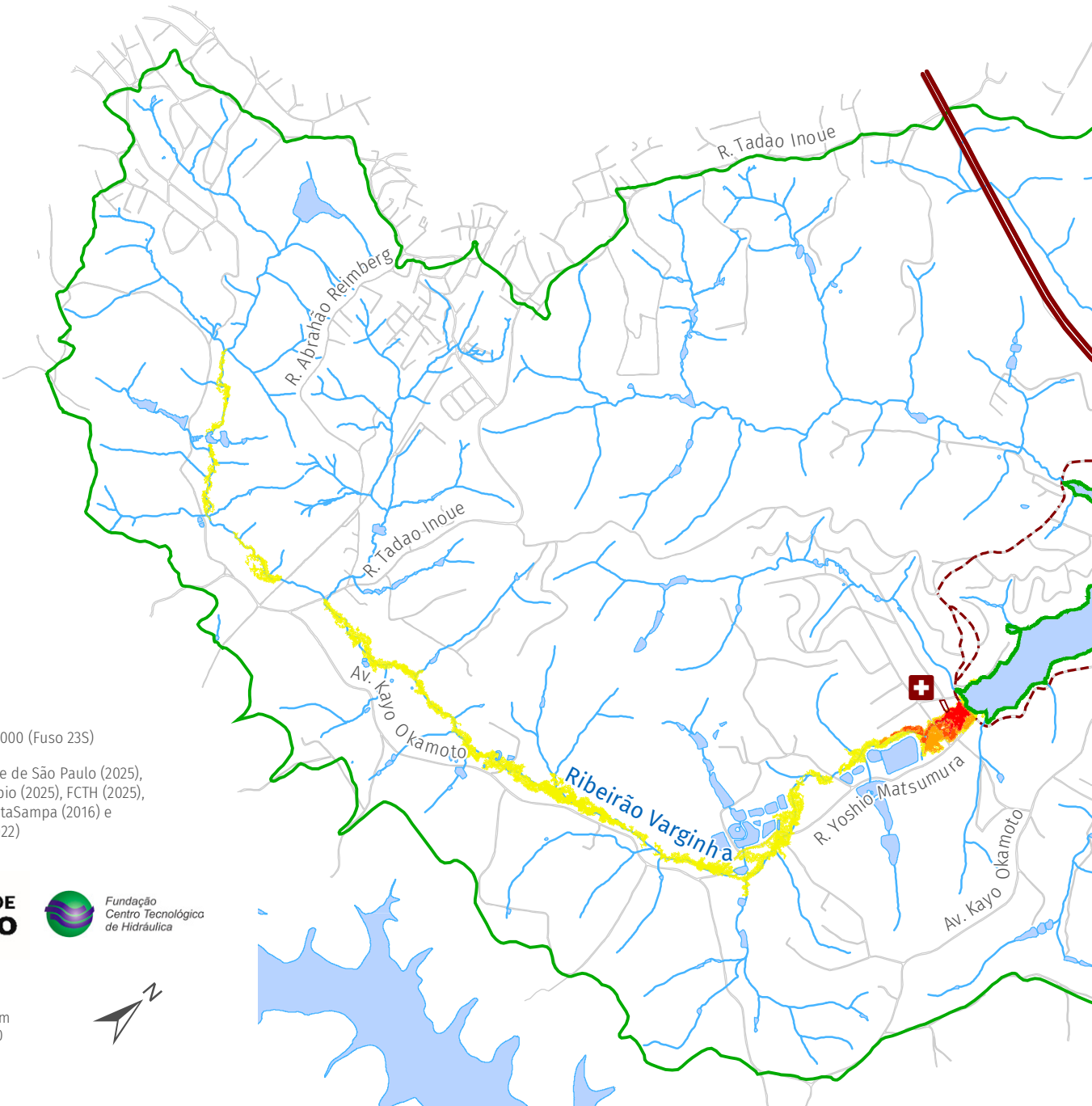
- Rodovia
- Via arterial
- Equipamento urbano vulnerável
- Favela

Equipamentos urbanos vulneráveis

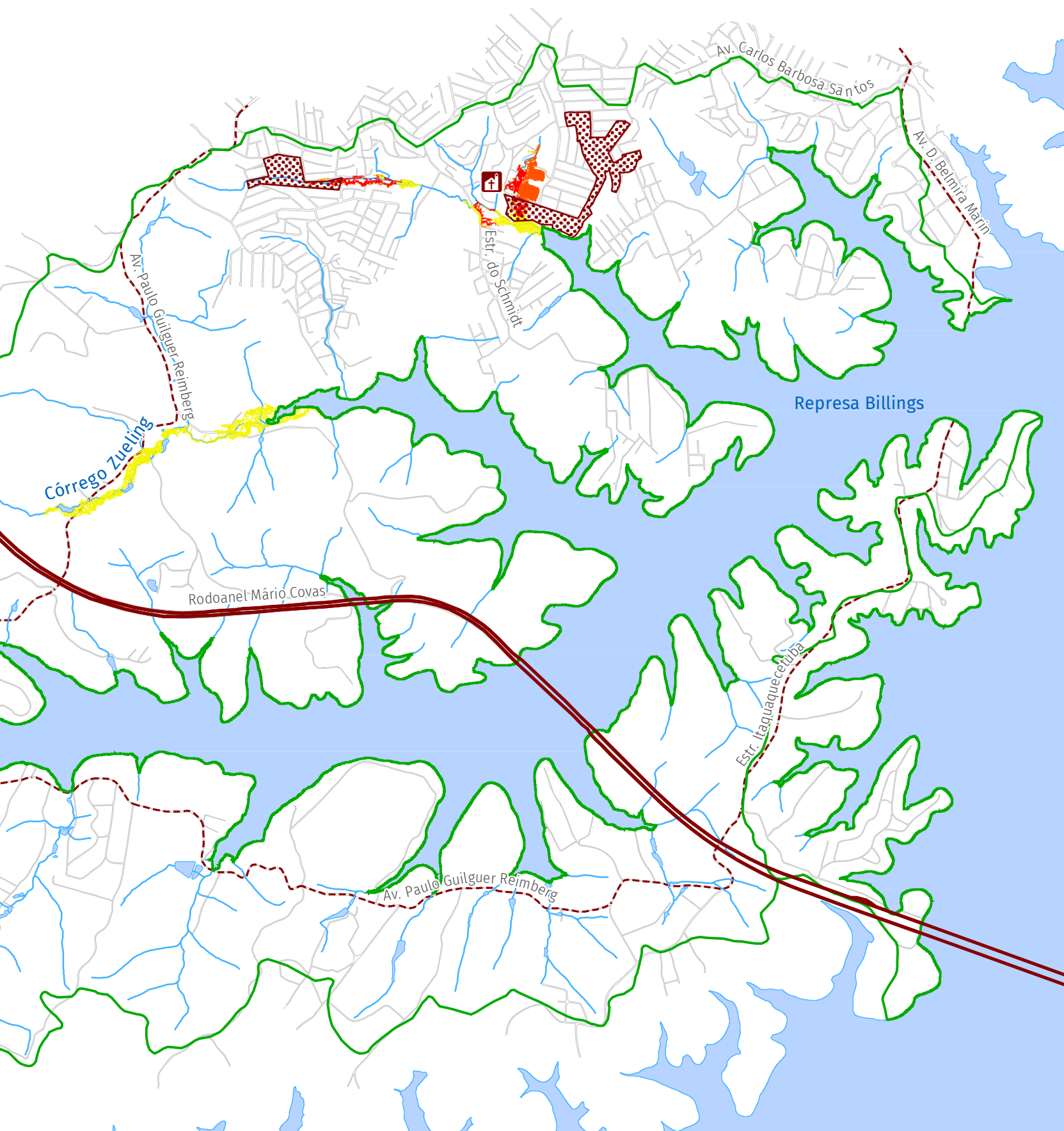
- Serviço de saúde
- Serviço religioso

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),  
Mapa Hidrográfico do Município (2025), FCTH (2025),  
SEADE (2023), CET (2019), HabitaSampa (2016) e  
Censo Demográfico - IBGE (2022)



**FIGURA 4.4** Mapa de áreas críticas na bacia do ribeirão Varginha







## Estudos e projetos existentes para a bacia

O sistema de macrodrenagem da bacia do ribeirão Varginha tem sido estruturado ao longo dos anos com foco na proteção das margens de rios e córregos, articulando-se ao objetivo mais abrangente de conservação dos ecossistemas naturais de elevada relevância ecológica, especialmente as áreas de mata nativa e demais formações vegetais. Dessa forma, destaca-se o Plano Municipal de Áreas Protegidas, Áreas Verdes e Espaços Livres (PLANPAVEL).

### **5.1 PLANO MUNICIPAL DE ÁREAS PROTEGIDAS, ÁREAS VERDES E ESPAÇOS LIVRES**

O PLANPAVEL é um dos instrumentos de gestão do Sistema de Áreas Protegidas, Áreas Verdes e Espaços Livres (SAPAVEL), previsto no Plano Diretor Estratégico de São Paulo (PDE, Lei nº 16.050/2014). O Plano Municipal de Áreas Protegidas, Áreas Verdes e Espaços Livres busca estruturar esse sistema multifuncional – composto por áreas protegidas, áreas verdes e

espaços livres –, garantindo sua integração com os demais sistemas urbanos<sup>20</sup>.

O plano se baseia em princípios do PDE (como função social da cidade, direito ao meio ambiente equilibrado, gestão democrática, cidade resiliente e saudável, entre outros) e nas metas dos ODS da ONU. Para isso, adota uma abordagem voltada aos serviços ecossistêmicos, reconhecendo os benefícios da biodiversidade para o planejamento urbano e enfrentando desafios como mudanças climáticas, urbanização e desigualdade na distribuição das áreas verdes.

Seu objetivo geral é estabelecer uma política de gestão e provisão de áreas verdes e de proteção ambiental que assegure o bem-estar e a saúde da população, a redução das desigualdades territoriais, a oferta de espaços de lazer e cidadania, a proteção da biodiversidade, a resiliência climática, a melhoria da qualidade ambiental, a produção de água e alimentos e soluções sustentáveis de drenagem e de mobilidade.

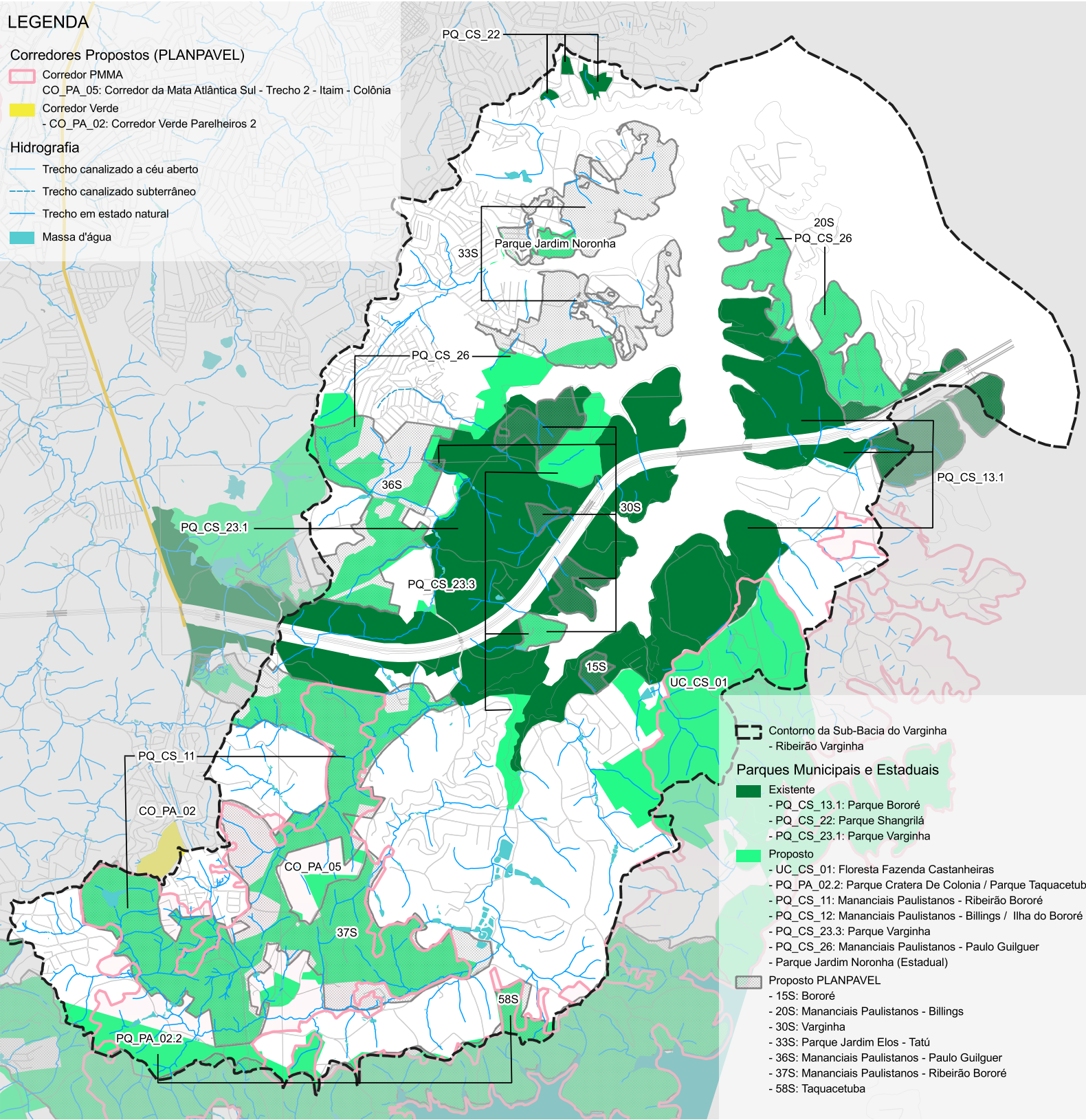
Para atingir esses propósitos, o PLANPAVEL define cinco objetivos específicos:

- Ampliar e qualificar as áreas verdes e protegidas, com melhor distribuição territorial.
- Maximizar os serviços ecossistêmicos por meio da conservação, da recuperação e da expansão dos benefícios ambientais.
- Minimizar os impactos da urbanização, preservando a vegetação nativa, recuperando áreas degradadas e controlando ocupações desordenadas.
- Aprimorar a governança e a gestão, fortalecendo as políticas públicas, a transparência e a participação social.
- Promover equilíbrio socioambiental e economia sustentável, reduzindo vulnerabilidades sociais, melhorando a qualidade de vida urbana e estimulando a geração de renda.

A **FIGURA 5.1** indica os parques e corredores verdes propostos pelo plano para a área da bacia do ribeirão Varginha.

20. São Paulo (Município). Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente. **PLANPAVEL – Plano Municipal de Áreas Protegidas, Áreas Verdes e Espaços Livres: sumário executivo**. São Paulo, 2022. Disponível em: [https://drive.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio\\_ambiente/arquivos/Planpavel/PLANPAVEL-SUMARIO-EXECUTIVO.pdf](https://drive.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/Planpavel/PLANPAVEL-SUMARIO-EXECUTIVO.pdf). Acesso em: 18 set. 2025.

FIGURA 5.1 Parques e corredores verdes propostos na bacia do Varginha (Fonte: SVMA)





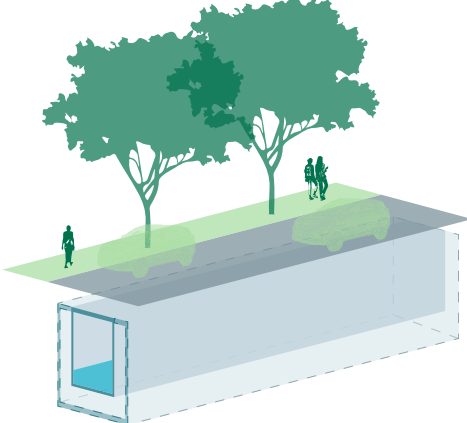
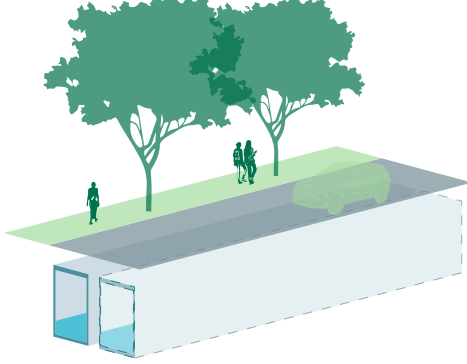
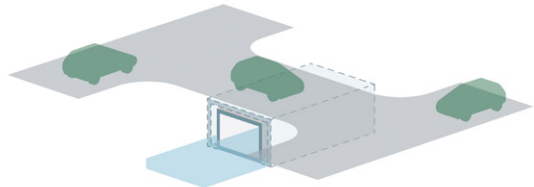


## Alternativas propostas

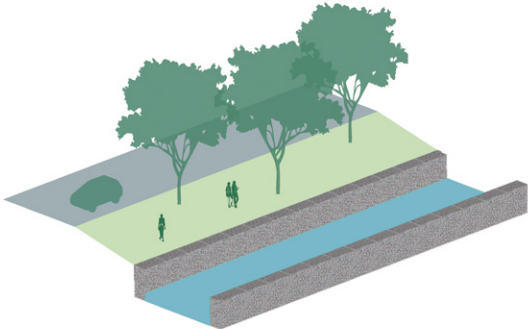
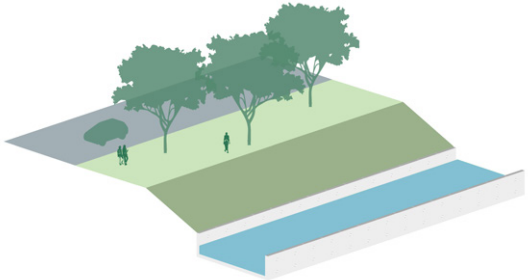
No intuito de conceder à bacia o grau de proteção de 100 anos, propõem-se duas alternativas de controle de cheias para a bacia do ribeirão Varginha. As intervenções foram dimensionadas para o cenário crítico de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica. Além disso, considerou-se o possível aumento da vazão do ribeirão Varginha e dos afluentes diretos à Represa Billings, uma vez que esta última apresenta capacidade operacional e de armazenamento para lidar com volumes adicionais.

As alternativas consistem no controle do escoamento superficial por meio de ações estruturais situadas na bacia do ribeirão Varginha. As ações estruturais sugeridas tiveram como premissa a possibilidade de serem intercambiáveis entre as alternativas propostas, não restringindo sua aplicação a um único conjunto de ações.

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

QUADRO 6.1 Medidas de controle propostas	
Medida	Descrição
<p><b>Substituição de galeria</b></p>  Diagrama 3D que ilustra a substituição de uma galeria existente por uma nova estrutura de maior dimensão. A nova galeria é mostrada em corte, com uma abertura maior que a anterior. Acima da galeria, há uma representação do terreno com árvores e pedestres, indicando a integração com o ambiente urbano.	<p>Consiste na substituição de trechos existentes de galeria por uma nova estrutura de maior dimensão, com o objetivo de aumentar sua capacidade hidráulica e melhorar o escoamento do sistema de drenagem.</p>
<p><b>Galeria de reforço</b></p>  Diagrama 3D que ilustra a implantação de uma nova galeria para reforço. A nova galeria é mostrada em corte, com uma abertura maior que a anterior. Acima da galeria, há uma representação do terreno com árvores e pedestres, indicando a integração com o ambiente urbano.	<p>Trata-se da ampliação da capacidade de escoamento de um trecho do córrego, com a implantação de uma nova galeria para complementar a capacidade de escoamento do sistema de drenagem.</p>
<p><b>Adequação de travessia</b></p>  Diagrama 3D que ilustra a adequação de uma travessia. A travessia é mostrada em corte, com uma abertura maior que a anterior. Acima da travessia, há uma representação do terreno com árvores e pedestres, indicando a integração com o ambiente urbano.	<p>Uma travessia é uma estrutura hidráulica fechada, composta geralmente por galerias ou aduelas. Ela viabiliza a transposição de um viário sobre um curso d'água. Dependendo das necessidades do projeto, a travessia pode ser reforçada, por meio da construção de uma ou mais galerias novas, ou completamente substituída, para atender aos requisitos hidráulicos e estruturais.</p>



QUADRO 6.1 Medidas de controle propostas	
Medida	Descrição
<p><b>Canalização em gabião</b></p> 	<p>Implantação ou substituição de canais com dimensões definidas para aumentar a capacidade de escoamento e reduzir o solapamento das margens do córrego. Esses canais podem ter suas seções revestidas em concreto ou gabião ou serem mistas, dependendo das características do local e dos objetivos do projeto. Seções em gabião apresentam maior rugosidade se comparadas à solução em concreto, e isso implica em um menor impacto sobre as velocidades do escoamento. Porém, as seções em gabião permitem uma melhor integração com o ambiente. As seções mistas, por sua vez, combinam leito revestido com taludes vegetados, proporcionando estabilidade estrutural na base e integração paisagística nas margens, além de favorecerem a dissipação de energia e a melhoria da qualidade da água por processos naturais.</p>
<p><b>Canalização em seção mista</b></p> 	

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

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

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

## 6.1 ALTERNATIVA 1

A Alternativa 1 foi concebida com foco na ampliação das travessias viárias sobre o ribeirão Varginha e o córrego Zueling, além da implantação de trechos de canalização em gabião nos afluentes dos bairros Jardim Varginha e Jardim Porto Velho. A proposta

também prevê a demarcação de um perímetro de áreas verdes inundáveis ao longo desses mesmos cursos d'água, áreas essas correspondentes às planícies naturais de inundação que permanecem suscetíveis a cheias mesmo após a implantação das medidas estruturais propostas. Essas áreas não são destinadas à reserva artificial, mas cumprem um papel fundamental na dissipação das cheias e na conservação da dinâmica natural dos rios. Por esse motivo, a recomendação é que permaneçam livres de ocupação urbana e sejam preservadas como faixas de proteção ambiental, integradas ao sistema de drenagem e de espaços livres do território.

Em grande parte do ribeirão Varginha, essas áreas verdes inundáveis coincidem com o perímetro do Parque Mananciais Paulistanos – Ribeirão Bororé, proposto no PLANPAVEL (ver Capítulo 5), sobretudo na margem esquerda. Já no caso do córrego Zueling, as áreas verdes inundáveis se inserem dentro dos limites do Parque Natural Municipal Varginha, o que reforça a coerência entre as ações de controle de cheias e as diretrizes de conservação ambiental. Assim, a preservação dessas planícies inundáveis se articula naturalmente com a manutenção das Áreas de Preservação Permanente (APPs), que, no trecho do ribeirão Varginha, coincidem em grande parte com as áreas

verdes delimitadas. Essa compatibilidade evidencia a integração entre os objetivos do controle de cheias e de proteção dos recursos naturais.

Nessa alternativa, contemplam-se: nove adequações de travessias, com ampliação e/ou alteamento do greide das vias; canalização em seção mista (810 m); galeria de reforço (210 m); áreas verdes inundáveis sem função de reservação (146550 m<sup>2</sup>); e uma *wetland* na chegada do afluente do Jardim Varginha na Represa Billings.

Todas as intervenções foram pré-dimensionadas partindo do cenário de

impermeabilização máxima. A **TABELA 6.1** elenca 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, com as três etapas de implantação das ações. Já na **FIGURA 6.2** está indicado o diagrama unifilar de vazões escoadas para uma chuva de Tr 100 anos e, também, a capacidade de escoamento do sistema de drenagem das áreas de drenagem 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)
1ª etapa	Ribeirão Varginha	Adequação de travessia	R. Líbero Giancarlo Castiglia	9	12,0	360,0
		Adequação de travessia	Av. Paulo Guilguer Reimberg	11	13,5	
	Afluente do Jd. Varginha	Canalização em gabião	Nas proximidades da R. Tereza Maria, entre a R. Camilo Ortellini e as proximidades da Trav. Erwin Fuhrmann	520	3,6	
		Adequação de travessia	R. Mariano Larsen	9	4,0	
		Reforço de galeria	Estr. do Schmidt	208	4,0	
	Afluente do Jd. Porto Velho	Canalização em gabião	Nas proximidades da R. Três Corações	290	2,0	
		Substituição de galeria	Nas proximidades da R. Eldorado	273	4,0	
2ª etapa	Ribeirão Varginha	Adequação de travessia	R. Yoshio Matsumura	11	8,0	671,0
		Adequação de travessia	R. Yoshio Matsumura	14	9,0	1190,0
		Adequação de travessia	Nas proximidades da Av. Kayo Okamoto	8	6,0	120,0
	Córrego Zueling	Adequação de travessia	Av. Paulo Guilguer Reimberg	14	4,0	
		Adequação de travessia	Nas proximidades da Av. Paulo Guilguer Reimberg	10	12,0	570,0
3ª etapa	Ribeirão Varginha	Adequação de travessia	Nas proximidades da R. Henrique Reimberg	8	6,0	400,0
Etapa complementar	Ribeirão Varginha	Área verde inundável	Ao longo do ribeirão Varginha			146550,0





Parque Natural Municipal Varginha na  
bacia do córrego Zueling (foto: FCTH)



Convenção

- Área de drenagem
- Quadra viária

Rede de drenagem

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

Alternativa 1

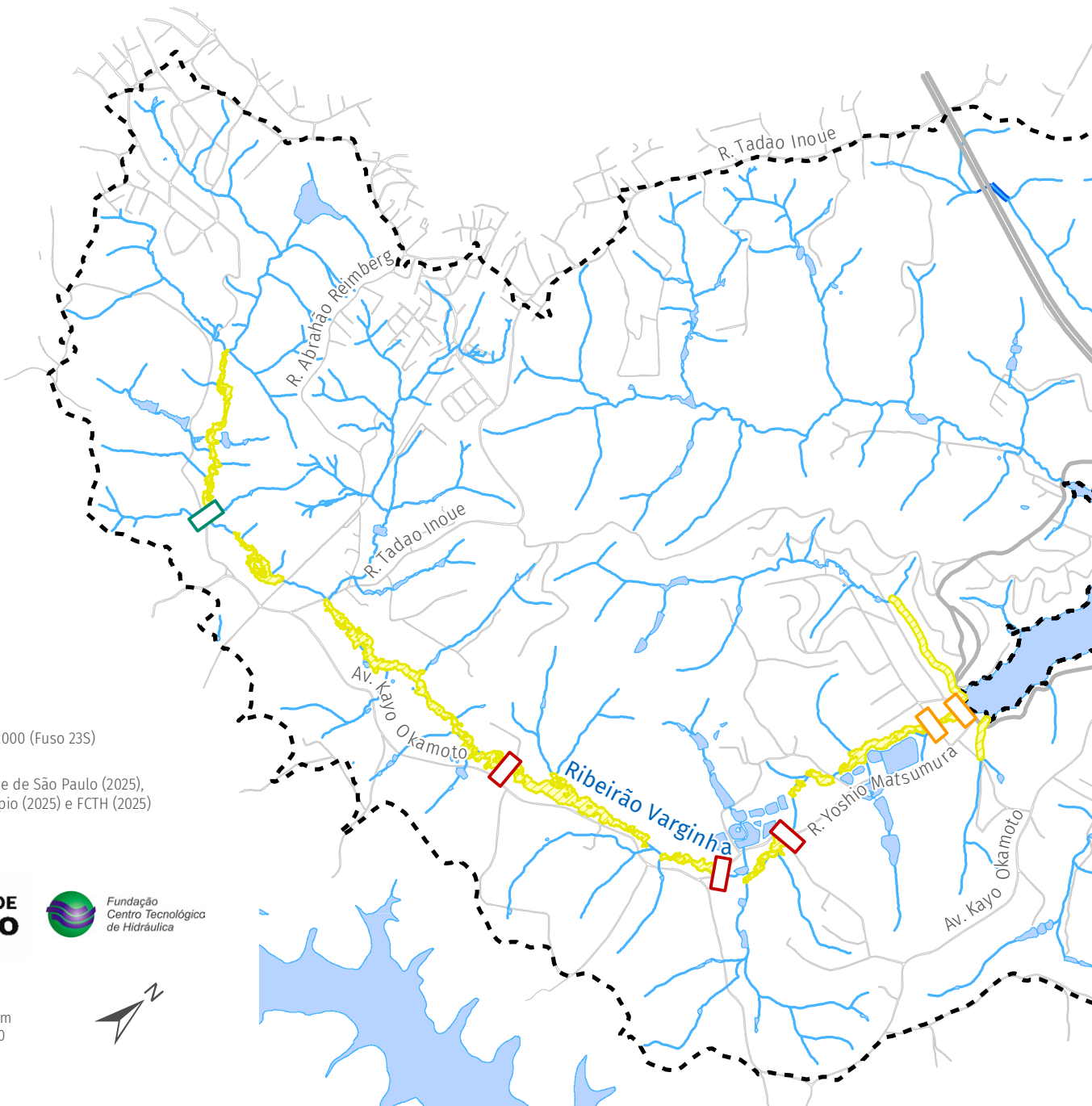
- Etapa complementar de requalificação urbanística
- Área verde inundável/ Revitalização
- Wetland

1ª etapa (Obras prioritárias)

- Adequação de travessia
- Canalização em gabião
- Reforço de galeria
- Substituição de galeria

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

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





2ª etapa (Tr 25 anos)

3ª etapa (Tr 100 anos)

FIGURA 6.1 Medidas de controle de cheias da Alternativa 1

- Adequação de travessia
- Adequação de travessia

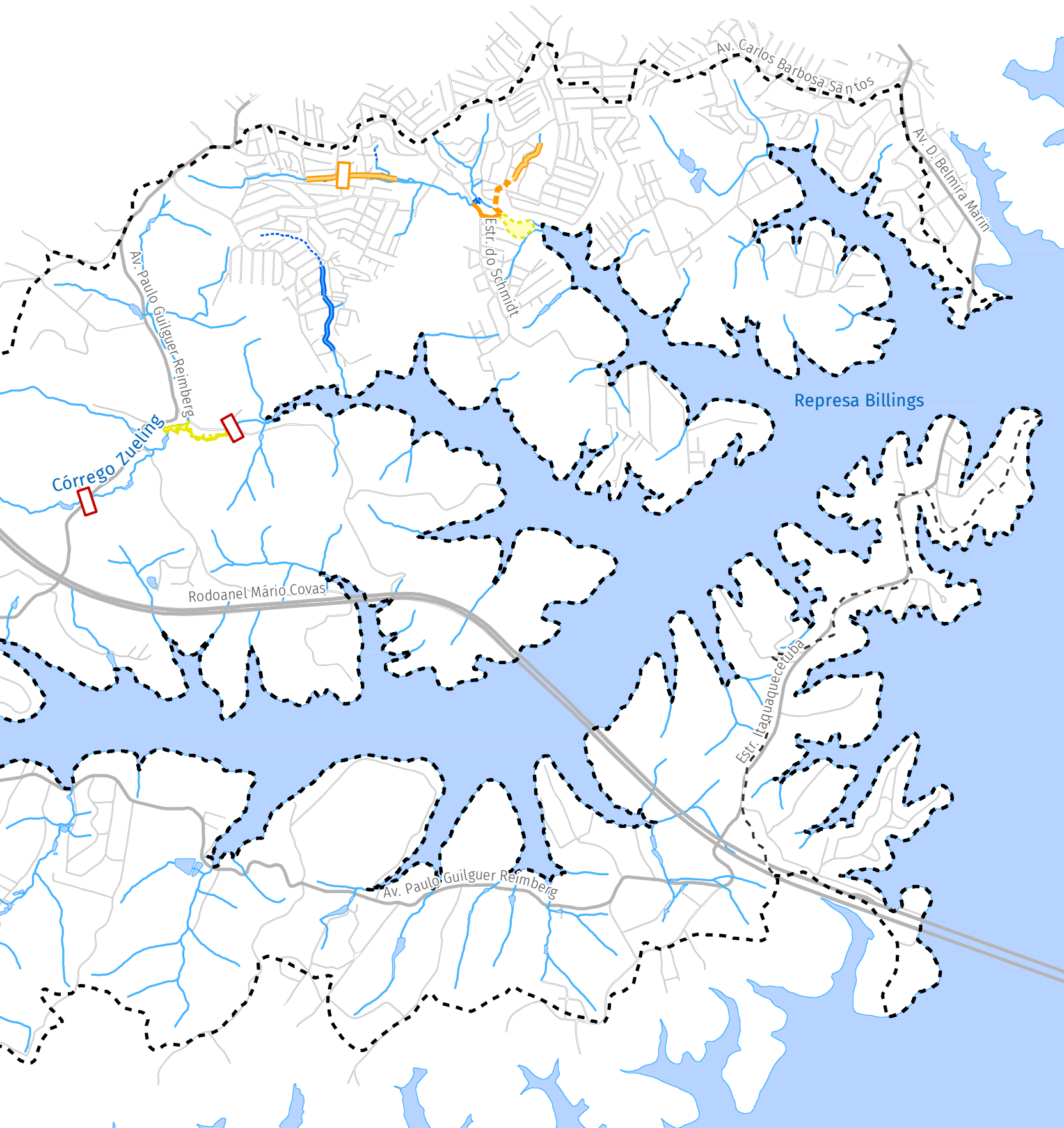
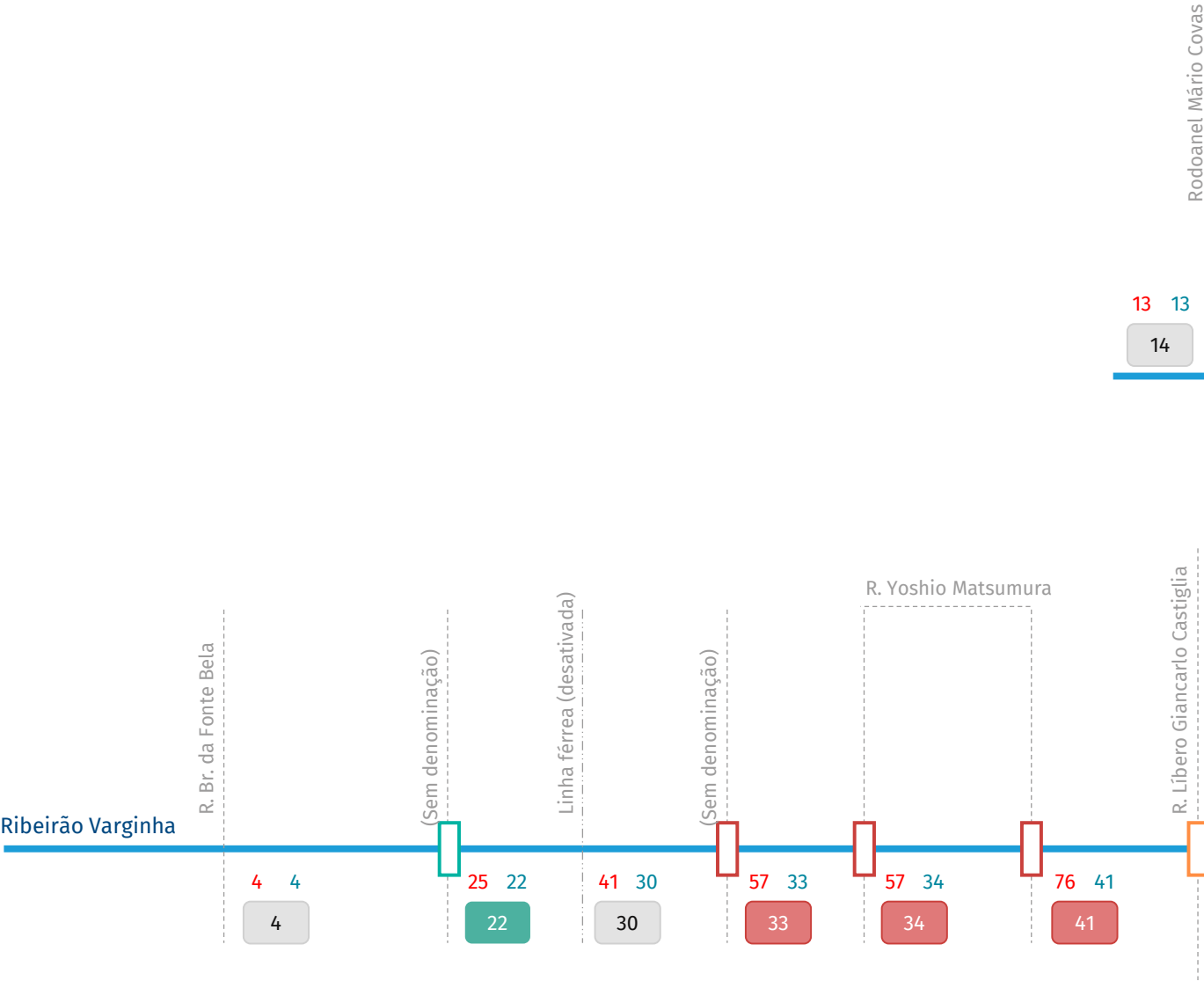
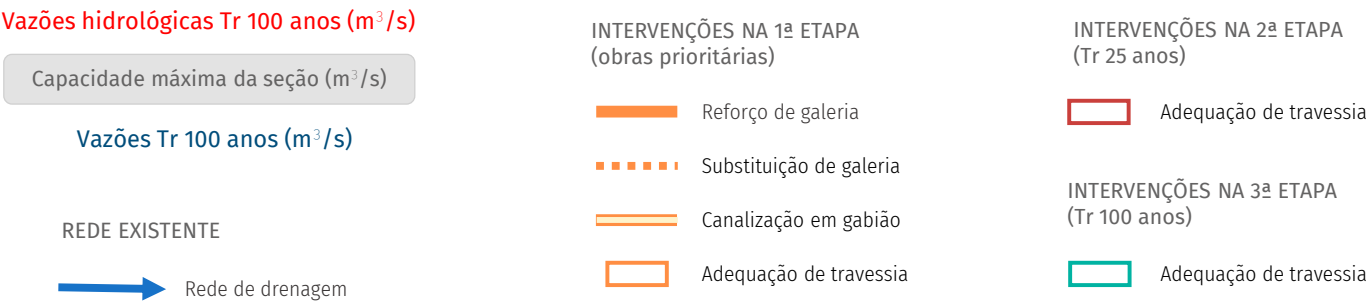
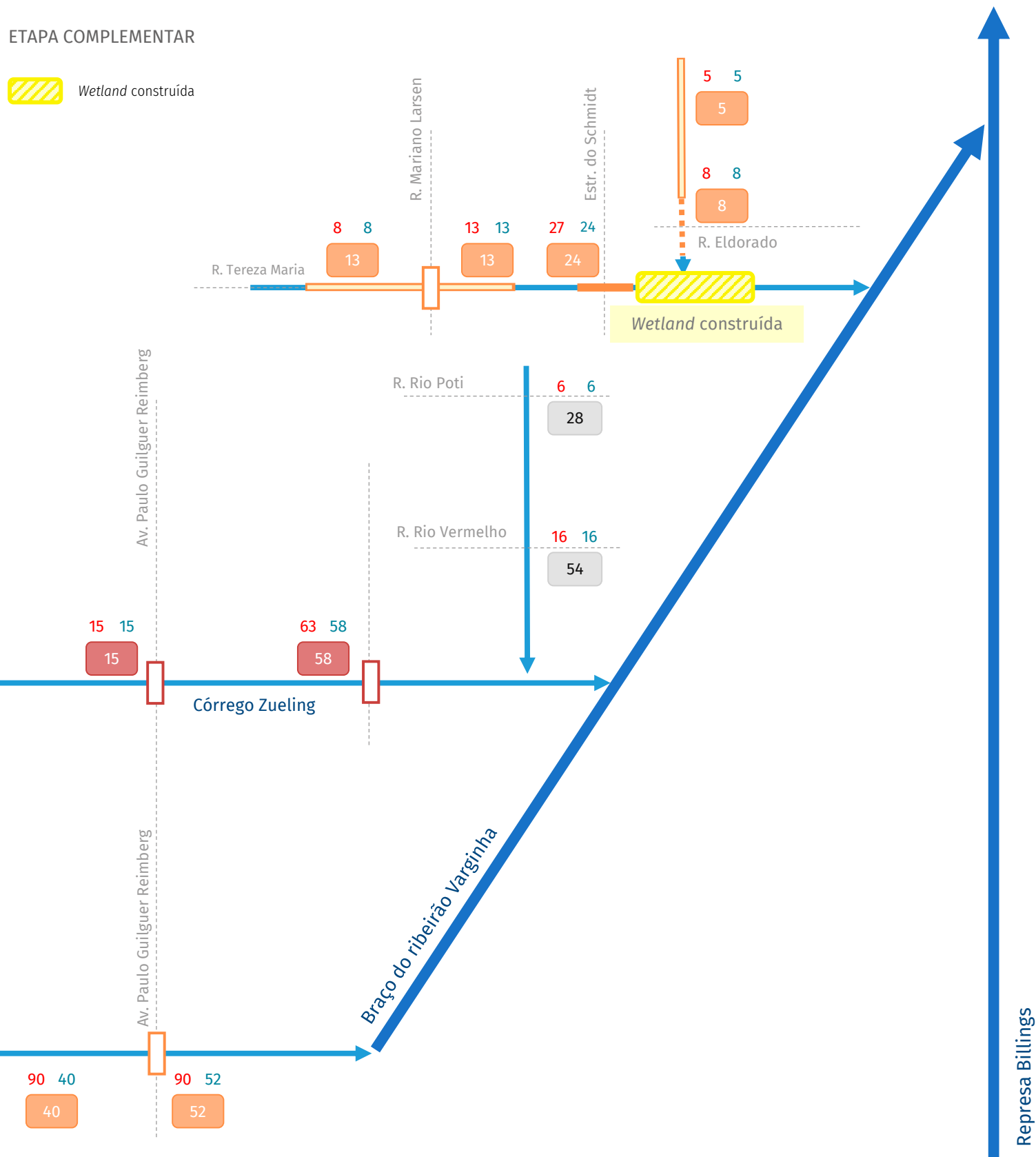


FIGURA 6.2 Diagrama unifilar de vazões – Alternativa 1 com as obras da 1ª, 2ª e 3ª etapas



ETAPA COMPLEMENTAR

 Wetland construída



## 6.2 ALTERNATIVA 2

A Alternativa 2 mantém a concepção geral da Alternativa 1, preservando as diretrizes de ampliação das travessias viárias sobre o ribeirão Varginha e o córrego Zueling, bem como a implantação de áreas verdes inundáveis destinadas à conservação da dinâmica natural dos cursos d'água. A principal diferença entre esta segunda alternativa e a primeira consiste no tipo de revestimento adotado para os canais, que passam a ser executados em gabião com taludes vegetados, em substituição aos trechos totalmente canalizados em gabião previstos na Alternativa 1. A adoção desse tipo de seção busca reduzir a velocidade do escoamento, minimizando impactos hidráulicos. As demais intervenções e diretrizes estabelecidas na Alternativa 1 permanecem inalteradas nessa proposta.

Nessa alternativa, contemplam-se: nove adequações de travessias, com ampliação e/ou alteamento do greide das vias; canalização em seção mista (810 m); galeria de reforço (210 m); áreas verdes inundáveis sem função de reservação (146.550 m<sup>2</sup>); e uma *wetland* na chegada do afluente do Jardim Varginha na Represa Billings.

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

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



TABELA 6.2 Medidas de controle da Alternativa 2							
Etapa	Local	Intervenção	Referência	Dimensões			
				Extensão (m)	Área da seção (m²)		Área em planta (m²)
					Canal/galeria	Talude vegetado	
1ª etapa	Ribeirão Varginha	Adequação de travessia	R. Líbero Giancarlo Castiglia	11	8,0		360
		Adequação de travessia	Av. Paulo Guilguer Reimberg	14	9,0		
	Afluentes do Jd. Varginha	Adequação de travessia	Nas proximidades da R. Tereza Maria, entre a R. Camilo Ortellini e as proximidades da Trav. Erwin Fuhrmann	9	12,0		
		Adequação de travessia	R. Mariano Larsen	11	13,5		
		Adequação de travessia	Estr. do Schmidt	14	4,0		
	Afluentes do Jd. Porto Velho	Adequação de travessia	Nas proximidades da R. Três Corações	10	12,0		
		Canalização em seção mista	Nas proximidades da R. Eldorado	520	1,1	3,6	
2ª etapa	Ribeirão Varginha	Adequação de travessia	R. Yoshio Matsumura	9	4,0		671
		Reforço de galeria	R. Yoshio Matsumura	208	4,0		1.190
		Canalização em seção mista	Nas proximidades da Av. Kayo Okamoto	290	1,0	1,6	120
	Córrego Zueling	Substituição de galeria	Av. Paulo Guilguer Reimberg	273	4,0		
		Adequação de travessia	Nas proximidades da Av. Paulo Guilguer Reimberg	8	6,0		570
3ª etapa	Ribeirão Varginha	Adequação de travessia	Nas proximidades da R. Henrique Reimberg	8	6,0		400
Etapa complementar	Ribeirão Varginha	Área verde inundável	Ao longo do ribeirão Varginha				146.550

Convenção

- Área de drenagem
- Quadra viária

Rede de drenagem

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

Alternativa 1

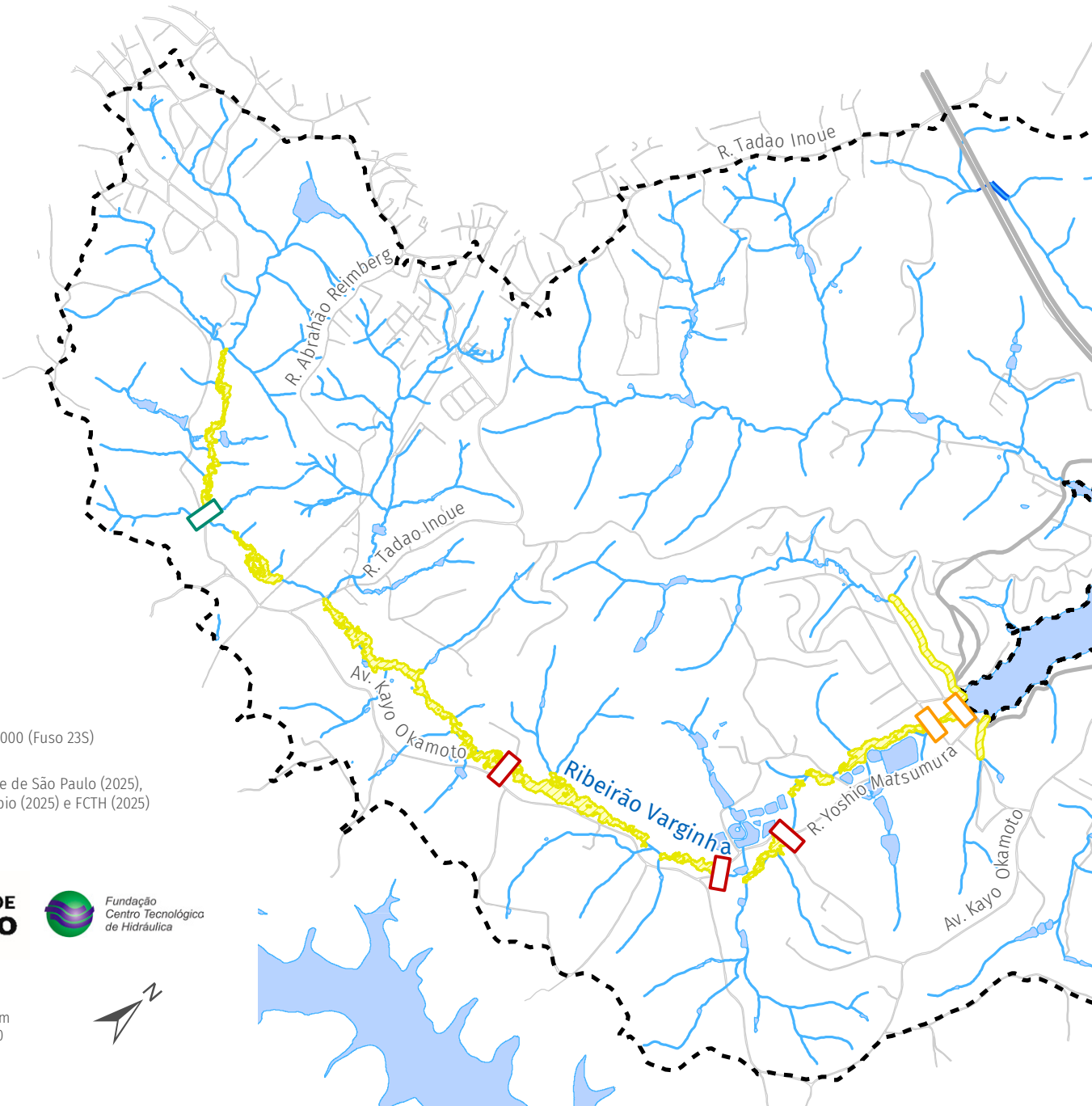
- Etapa complementar de requalificação urbanística
- Área verde inundável/ Revitalização
- Wetland

1ª etapa (Obras prioritárias)

- Adequação de travessia
- Canalização em seção mista
- Reforço de galeria
- Substituição de galeria

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

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



2ª etapa (Tr 25 anos)

3ª etapa (Tr 100 anos)

FIGURA 6.3 Medidas de controle de cheias da Alternativa 2

Adequação de travessia

Adequação de travessia

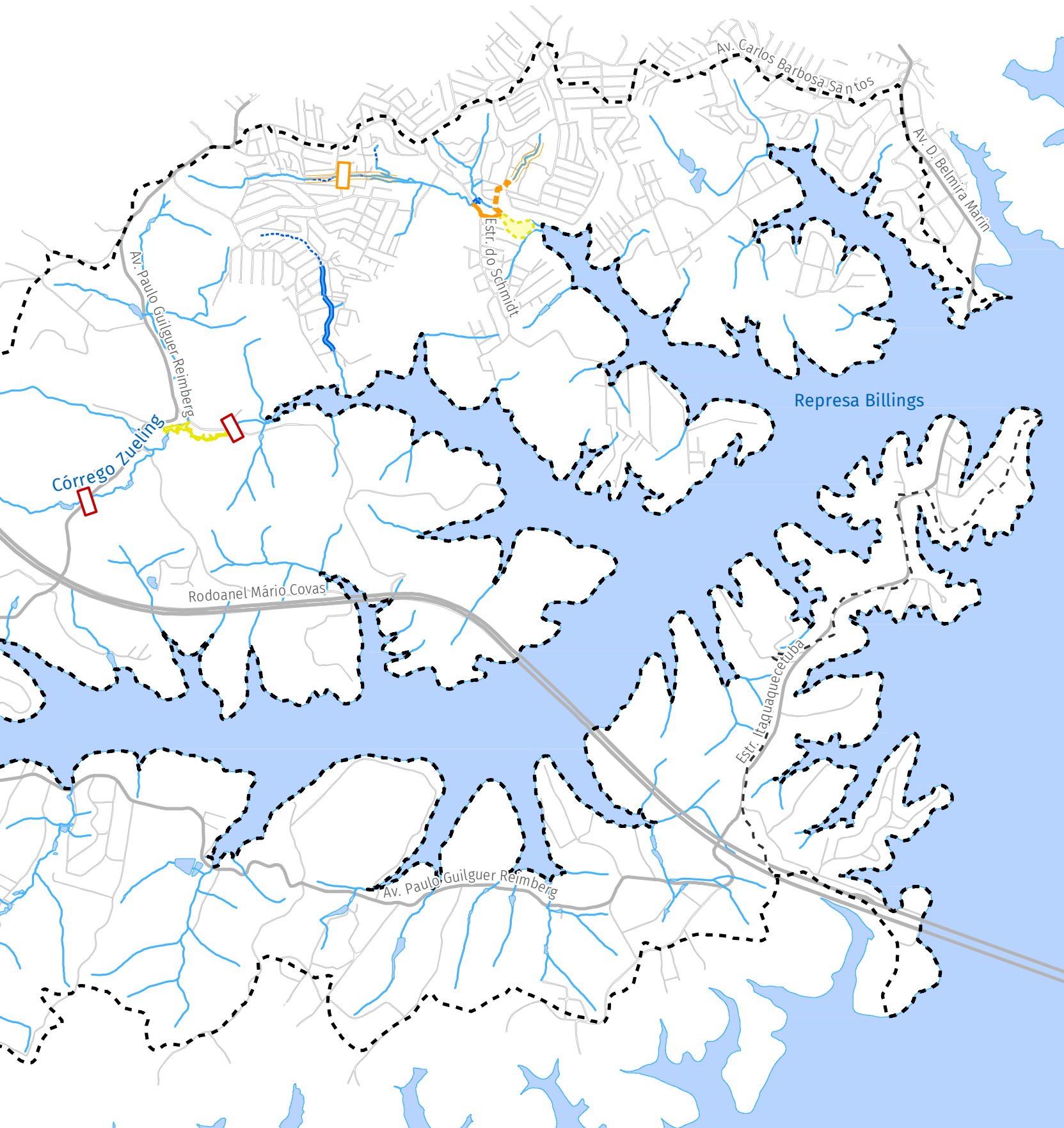
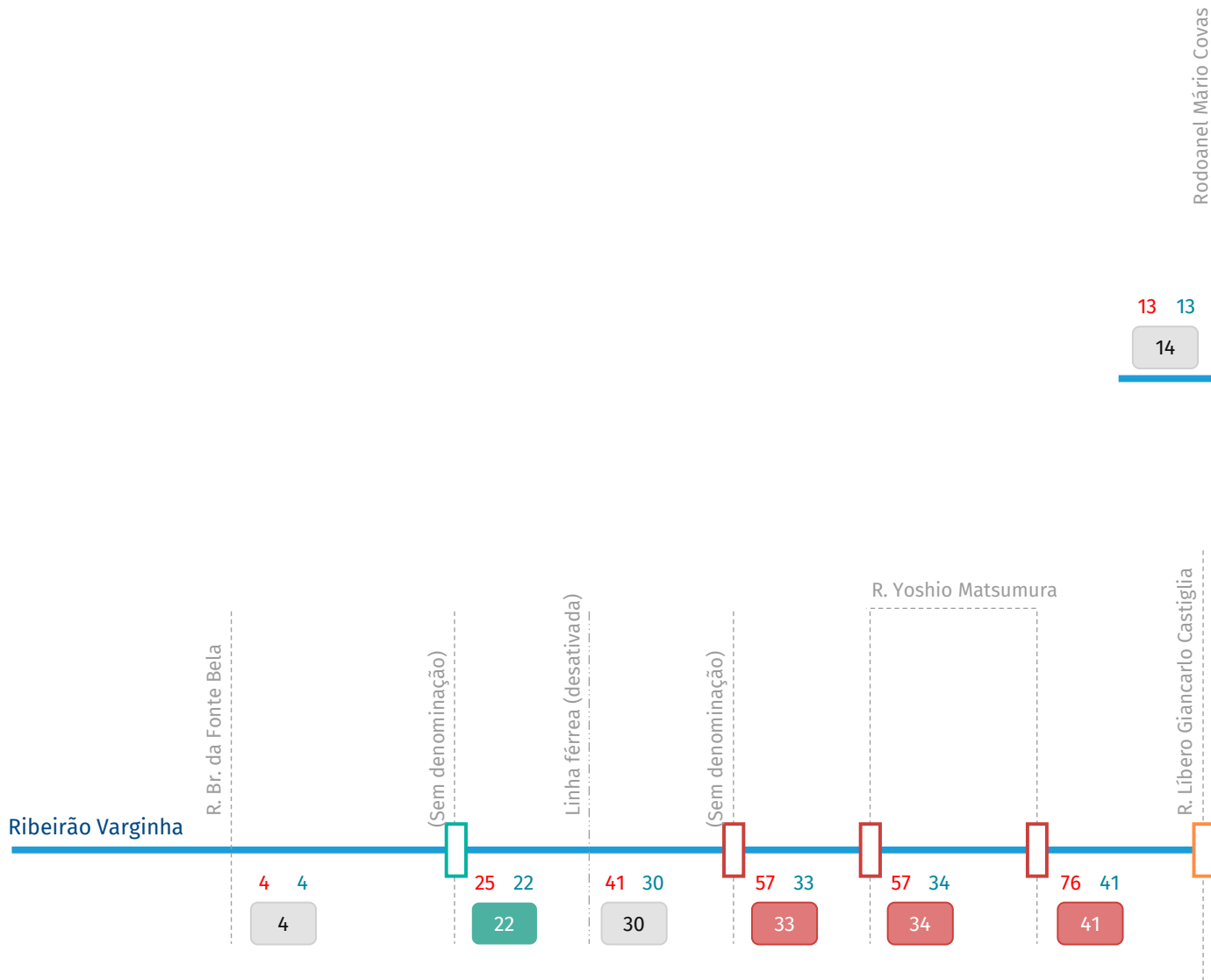
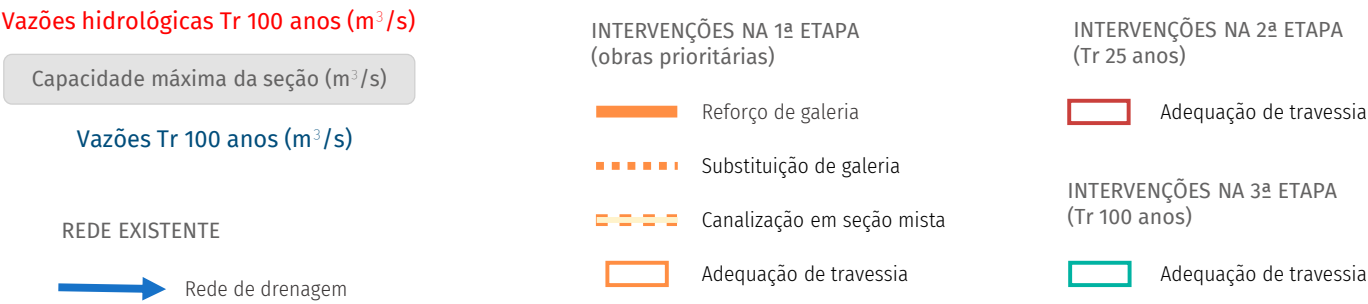


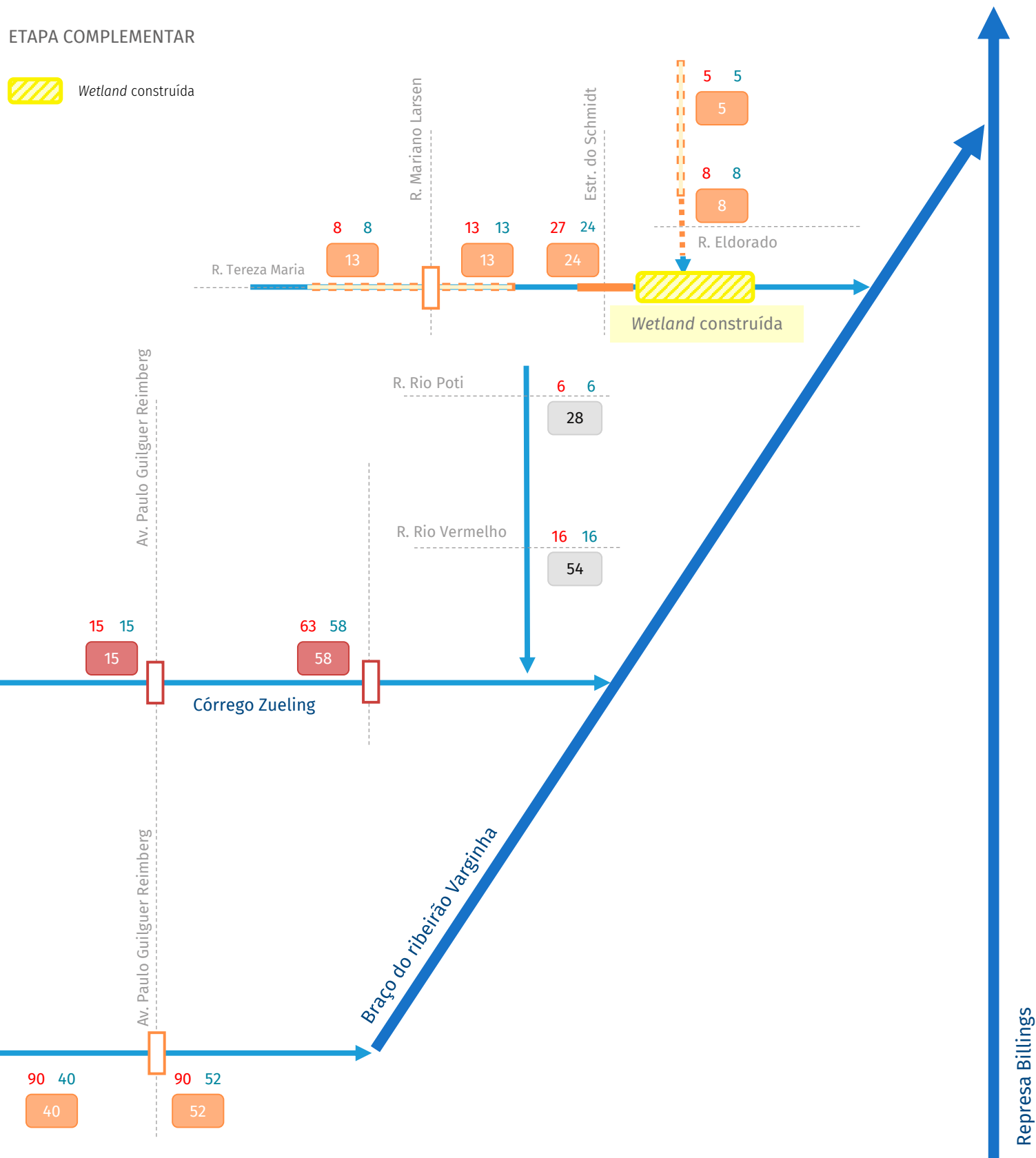
FIGURA 6.4 Diagrama unifilar de vazões – Alternativa 2 com as obras da 1ª, 2ª e 3ª etapas





ETAPA COMPLEMENTAR

 Wetland construída



### **6.3 LOCALIZAÇÃO E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS DE RESERVAÇÃO**

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



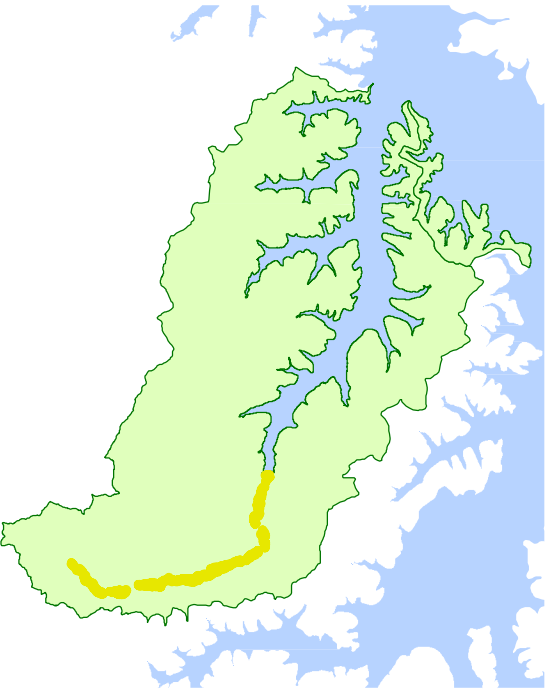


Afluente da margem esquerda do braço do ribeirão Varginha, próximo à sua foz na Represa Billings (foto: FCTH)



**FIGURA 6.5** Localização da área verde inundável sem função de reservação – Alternativas 1 e 2

Alternativas 1 e 2 (Etapa complementar)  
Área: 146.550 m<sup>2</sup>  
Localização: Ao longo do ribeirão Varginha



**PREFEITURA DE  
SÃO PAULO**

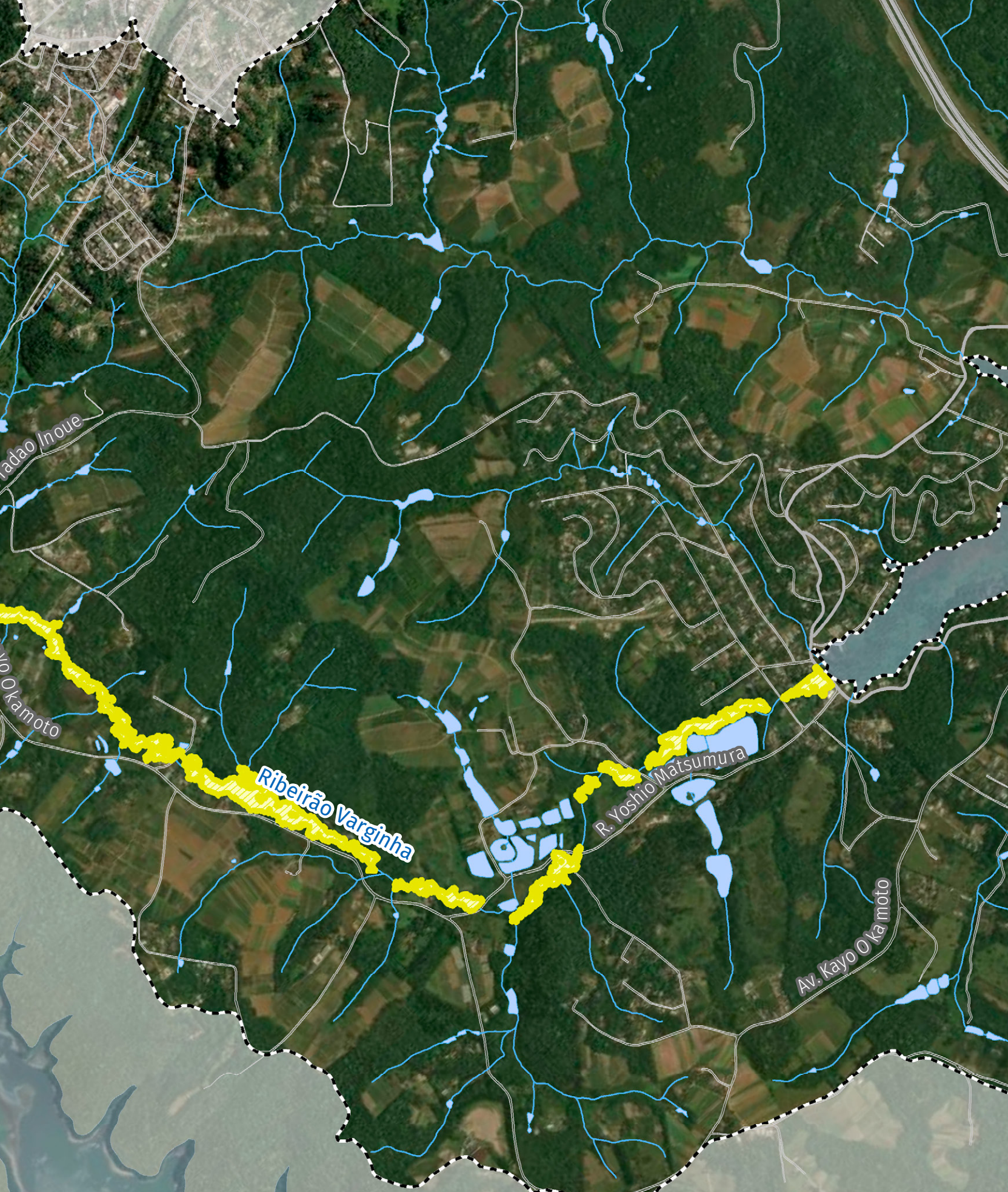


Fundação  
Centro Tecnológico  
de Hidráulica

0 300 600 m







R. Inoue

R. Okamoto

Ribeirão Varginha

R. Yoshio Matsumura

Av. Kayo Okamoto



## 6.4 VISTAS E PERSPECTIVAS DAS MEDIDAS PROPOSTAS NAS ALTERNATIVAS

Dentre as alternativas propostas para a bacia do ribeirão Varginha, destaca-se, nesta seção, a implantação de um sistema de *wetland* localizado no afluente do Jardim Varginha, nas proximidades da Estrada do Schmidt. A solução proposta busca integrar ações de caráter quantitativo e qualitativo, com ênfase no tratamento da qualidade da água dos corpos hídricos antes de seu aporte à Represa Billings.

As *wetlands* são sistemas de áreas úmidas e alagadas, que podem ser naturais ou construídas. As *wetlands* construídas têm como objetivo reproduzir as funções e características das áreas naturais, promovendo a melhoria da qualidade das águas. Essas estruturas possibilitam o tratamento de parte da vazão de base dos córregos, que é posteriormente reconduzida ao curso d'água com melhor qualidade. É importante destacar que tais soluções devem ser implementadas de forma complementar aos sistemas convencionais de tratamento, contribuindo para o aumento da resiliência do sistema hídrico, além de oferecer serviços ecossistêmicos e valorização paisagística.

Nesse contexto, as *wetlands* construídas operam com um sistema hidráulico

controlado, permitindo um tratamento mais intensivo da água e garantindo elevado desempenho na remoção de poluentes. No entanto, demandam intervenções estruturais, como a implantação de sistemas de captação parcial da vazão do córrego, modificações topográficas, composição de camadas construtivas com substrato e materiais filtrantes, além do plantio de vegetação adequada.

As *wetlands* naturais, por sua vez, promovem um tratamento extensivo das águas, aproveitando das condições naturais existentes da área. Para potencializar sua eficiência, são propostas intervenções de requalificação ambiental, como o controle e remoção de espécies exóticas, bem como o enriquecimento com vegetação nativa adequada ao tratamento da qualidade da água.

Diante desse cenário, propõe-se um sistema complementar de tratamento, que integra de forma articulada, uma *wetland* construída e uma *wetland* natural. A *wetland* construída está localizada na margem direita do afluente do Jardim Varginha, em trecho próximo à Represa Billings. A **FIGURA 6.6** apresenta a implantação geral do sistema e a delimitação entre os dois tipos de *wetland* — construída e natural.

Conforme ilustrado na **FIGURA 6.7**, na *wetland* construída a água é inicialmente captada por meio de um ponto de desvio controlado e direcionada a uma caixa de

retenção de sedimentos, responsável pela remoção de sólidos grosseiros e sedimentos, reduzindo a carga poluente afluente ao sistema. Em seguida, o escoamento é conduzido à *wetland*, onde ocorre o tratamento por meio de processos físicos, químicos e biológicos, associados à presença de vegetação macrófita, favorecendo a melhoria da qualidade da água. A jusante, a água tratada é reconduzida ao curso principal por meio de canal em pedra argamassada, garantindo estabilidade hidráulica e adequada integração ao sistema existente. A **FIGURA 6.8** apresenta cortes esquemáticos e detalhes construtivos que evidenciam as soluções

adotadas para a entrada, permanência e saída da água no sistema.

Além de sua função hidráulica e ambiental, a *wetland* é integrada ao entorno urbano por meio da implantação de novos acessos, áreas de lazer, playgrounds e pontos de apoio, reforçando seu caráter de infraestrutura verde multifuncional (ver **FIGURA 6.9**). O desenho inclui ainda uma ilha central e passeios internos, que possibilitam o acesso para manutenção, bem como áreas destinadas à contemplação e ao contato direto com a vegetação, representados na **FIGURA 6.10**.



**FIGURA 6.6** Implantação do sistema de wetlands na bacia do ribeirão Varginha



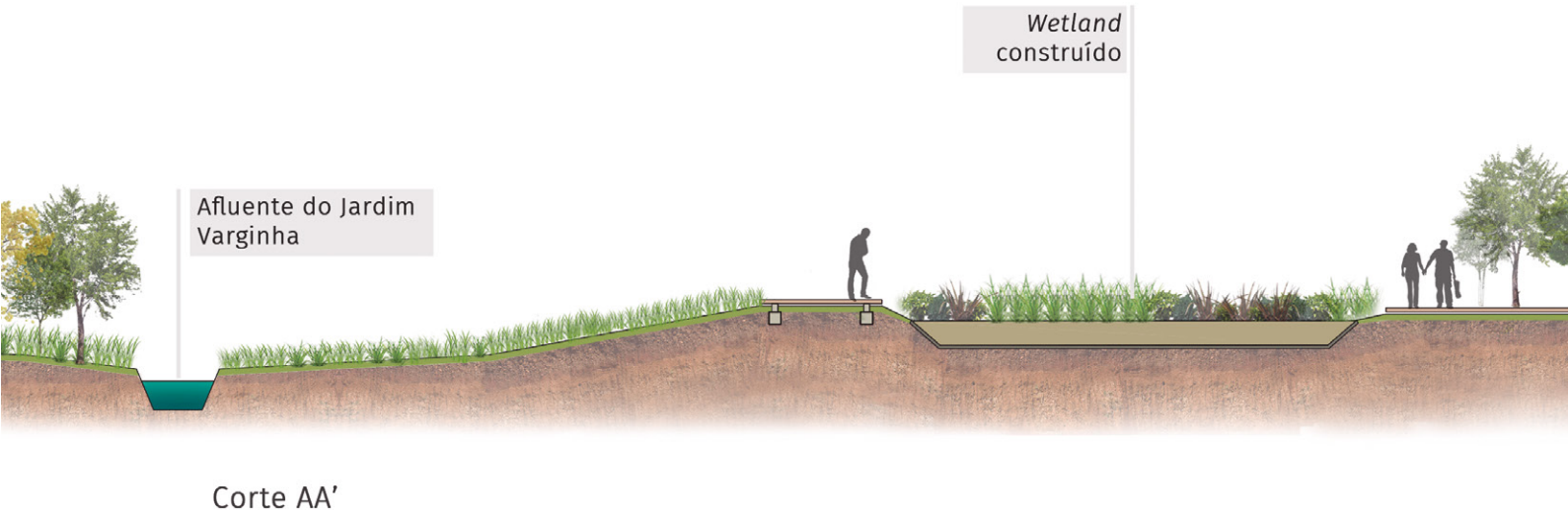
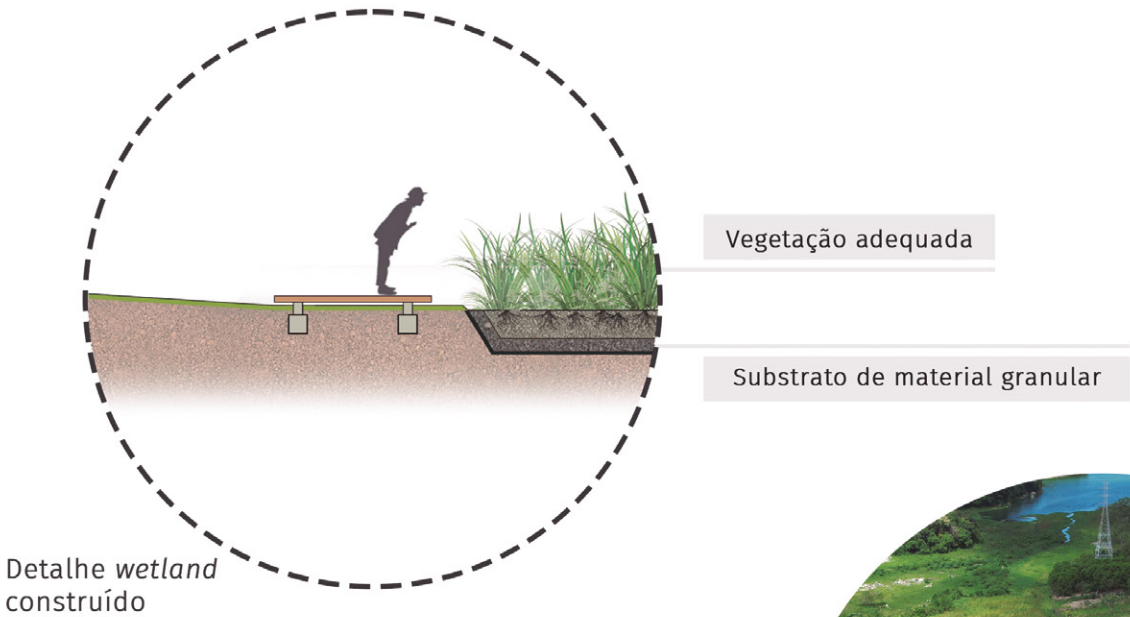


**FIGURA 6.7** Implantação da wetland construída ao longo do afluente do Jd. Varginha

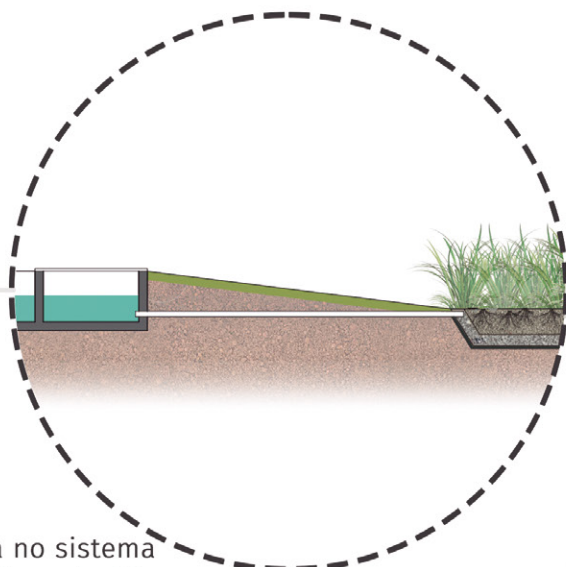




FIGURA 6.8 Cortes esquemáticos e detalhes da wetland construída

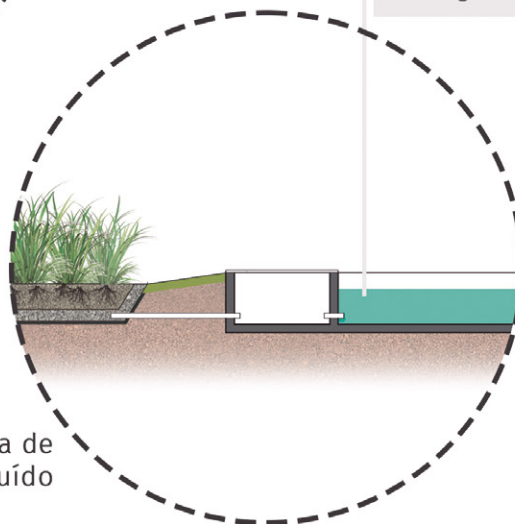


Canal de captação  
da vazão de base



Detalhe 01 - Entrada no sistema  
de *wetland* construído

Canal em pedra  
argamassada

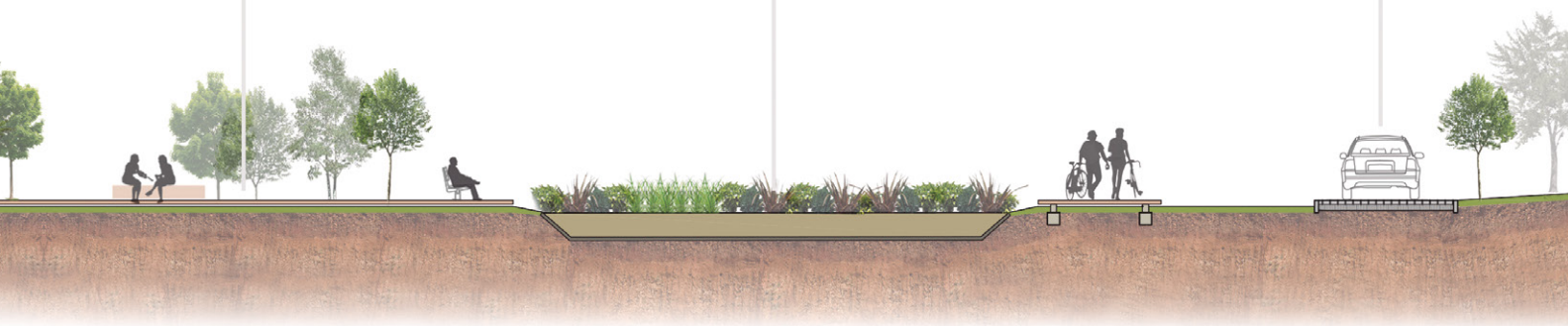


Detalhe 02 - Saída do sistema de  
*wetland* construído

Área de lazer e  
contemplação

*Wetland*  
construído

Acesso a  
*Wetland*



0 2 5 10m



**FIGURA 6.9** Perspectiva aérea da wetland construída





**FIGURA 6.10** Vista da integração paisagística ao longo do sistema



## 6.5 MEDIDAS COMPLEMENTARES

Como medida complementar, recomenda-se a inspeção ao longo dos canais e das galerias do ribeirão Varginha e de seus afluentes e, também, ao longo dos cursos d'água afluentes da Represa Billings e localizados na área da bacia, com vistas a identificar e remover eventuais pontos de obstrução, bem como eliminar o acúmulo de resíduos, sedimentos e vegetação que possa comprometer a eficiência do sistema de drenagem.

Além disso, é fundamental inspecionar as redes de microdrenagem, especialmente nas proximidades das ruas Samuel Scott e Doze (área de afluente do córrego Zueling), onde há o mapeamento de uma área de risco hidrológico. Nessa região, embora o canal principal apresente capacidade superior às vazões solicitantes de Tr 100 anos, a ausência ou deficiência dos dispositivos de captação do escoamento superficial tem sido responsável por alagamentos recorrentes.

Por fim, na região da foz do afluente do Jardim Varginha, como parte da etapa complementar, está prevista a implantação de uma *wetland*. Essa estrutura tem como objetivo principal a melhoria da qualidade da água que deságua na Represa Billings por meio de processos físicos e biológicos de tratamento. Também como parte da etapa complementar, propõe-se a requalificação

do leito de afluentes da Chácara Santo Amaro. Essa intervenção envolve a contenção das margens dos cursos d'água, a abertura de faixa para implantação de coletores de esgoto e para o acesso destinado à manutenção dos córregos, além da recomposição arbórea da mata ciliar.

## 6.6 MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS

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

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

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

### 6.6.1 ZONEAMENTO DAS ÁREAS INUNDÁVEIS

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

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

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

- Áreas livres de risco de inundação, não ensejando qualquer tomada de decisão adicional além da legislação em vigor;

- Áreas com ocupação parcialmente restrita, cabendo a definição dos tipos de usos e edificações compatíveis com a situação de cada área por meio de decreto;
- Áreas com restrição total à ocupação, cabendo sua utilização apenas para áreas verdes inundáveis e parques lineares, campos de esportes não impermeabilizados etc., conforme definido em decreto.

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

Ao considerar as restrições à ocupação, a legislação deve orientar os proprietários da região na adaptação dos espaços. Para isso, são estabelecidos critérios para construções resilientes a inundações, conforme segue<sup>16</sup>:

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

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



de pessoas e armazenamento de materiais de valor;

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

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

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

A **FIGURA 6.11** 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.





Ribeirão Varginha a montante da  
R. Líbero Giancarlo Castiglia (foto: FCTH)



Convenção

- Área de drenagem
- Rede de drenagem
- Quadra viária

Zoneamento

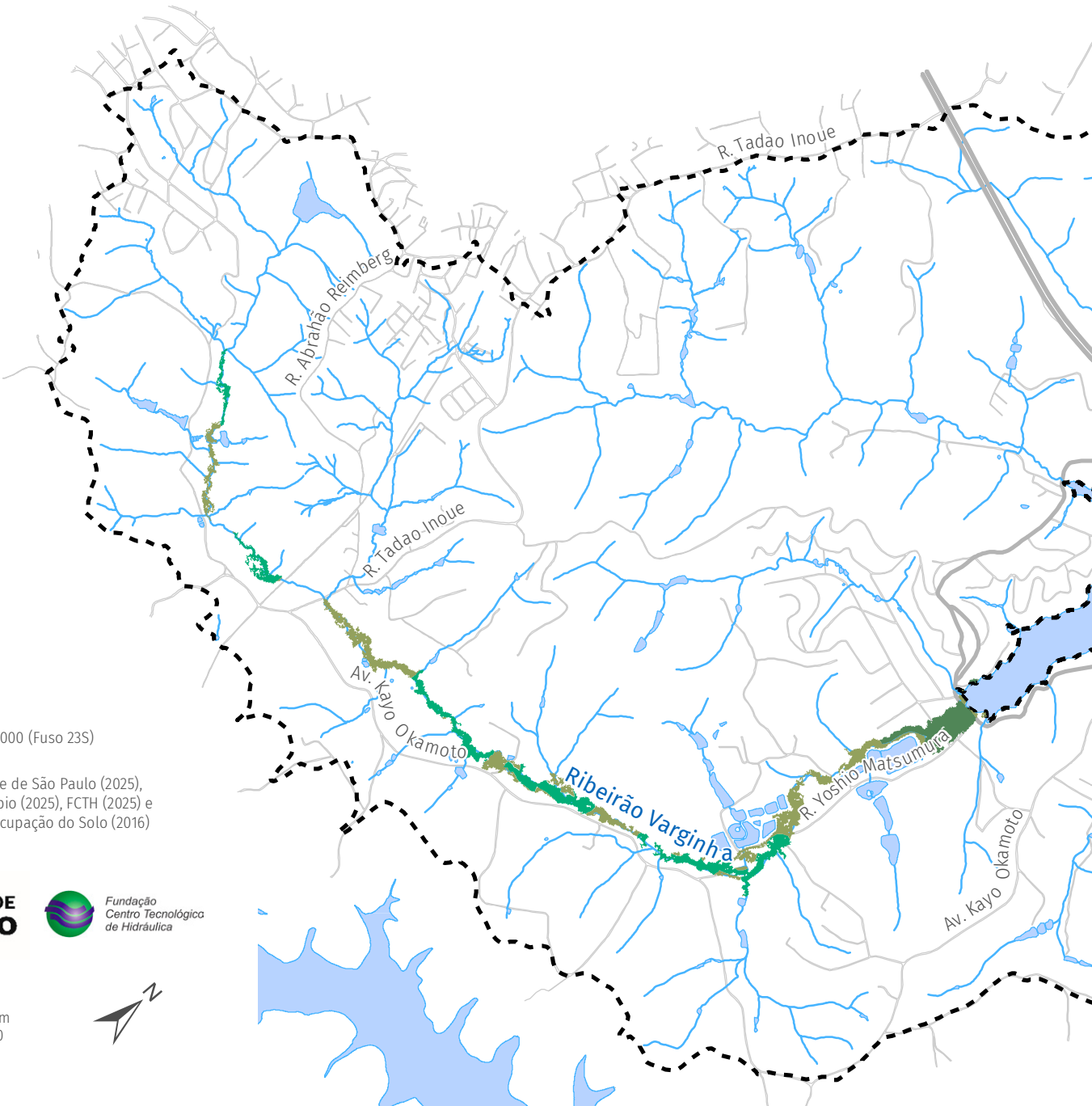
- ZEIS-1
- ZEIS-4
- ZEP
- ZEPAM
- ZPDS
- ZPDSr

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

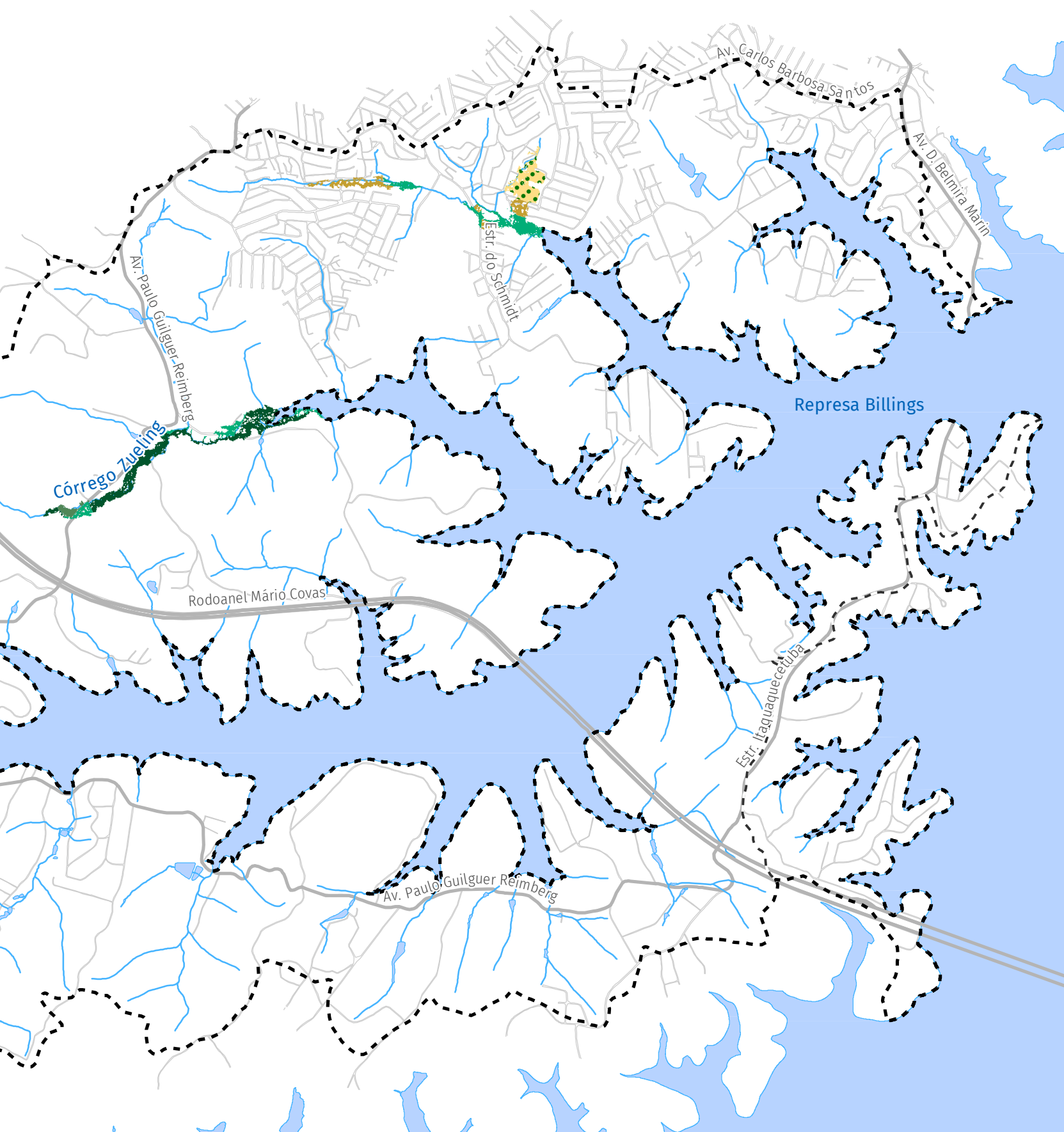
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),  
Mapa Hidrográfico do Município (2025), FCTH (2025) e  
Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (2016)



0 200 400 800 m



**FIGURA 6.11** Zonas de inundação passíveis de regulamentação na bacia do ribeirão Varginha





### 6.6.2 DIRETRIZES DO PLANO PLANO DE CONTINGÊNCIA

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

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

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

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

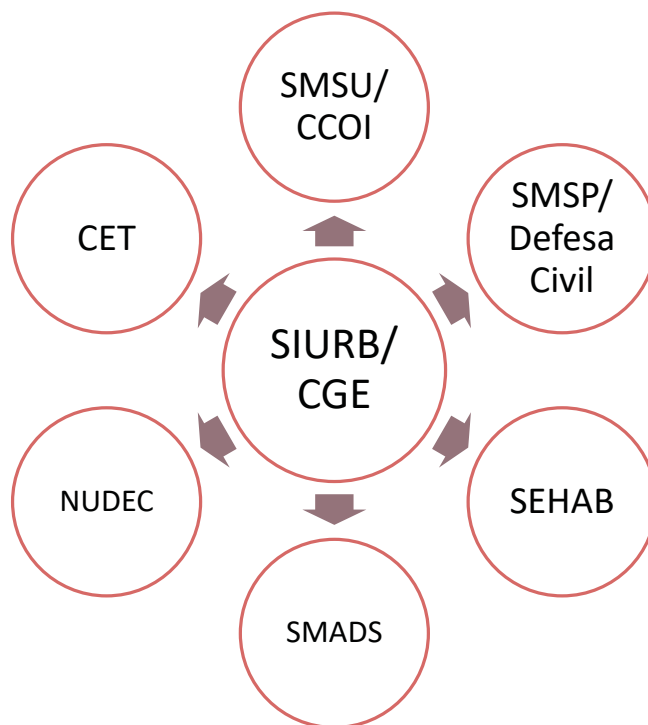
- Secretaria Municipal de Coordenação das Subprefeituras (SMSP). Ao identificar emergências, mobiliza recursos humanos e materiais alocados nas subprefeituras para o atendimento de ocorrências previamente avaliadas pelas equipes precursoras de campo. As subprefeituras costumam ser acionadas através de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

de bens e pessoas afetados pelas inundações, a SEHAB proporciona soluções que podem ser adotadas para preservar a segurança e o bem-estar das populações atingidas pelas inundações;

- Secretaria Municipal de Assistência e Desenvolvimento Social (SMADS). Atua diretamente na assistência da população quando necessário, compreendendo medidas como a alocação temporária de desabrigados e a prestação de assistência com recursos para a preservação da saúde pública.

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

A articulação entre as instituições envolvidas nas ações emergenciais do Município de São Paulo é representada na **FIGURA 6.12**.



**FIGURA 6.12** 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.

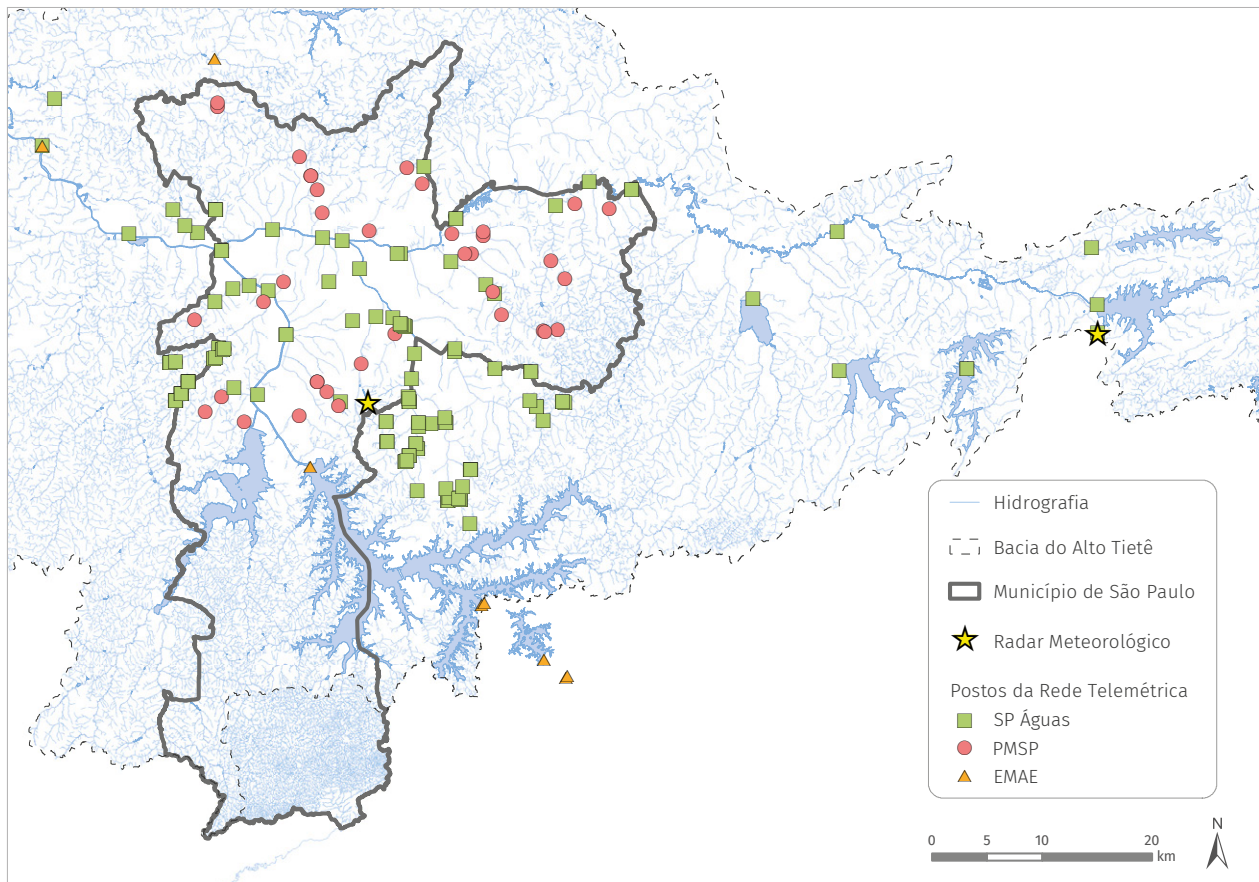
#### 6.6.3.1 SISTEMA DE ALERTA DE INUNDAÇÕES DE SÃO PAULO (SAISP)

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 da SP Águas (substituta do DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo); e da PMSP; pelo Radar Meteorológico de São Paulo, também da SP Águas; e pelo Radar Meteorológico de alta resolução da FCTH, localizado no Parque da Ciência e Tecnologia (CienTec), da Universidade de São Paulo (USP).

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

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





**FIGURA 6.13** Postos da rede telemétrica do SAISP

O mapa da **FIGURA 6.14** 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.

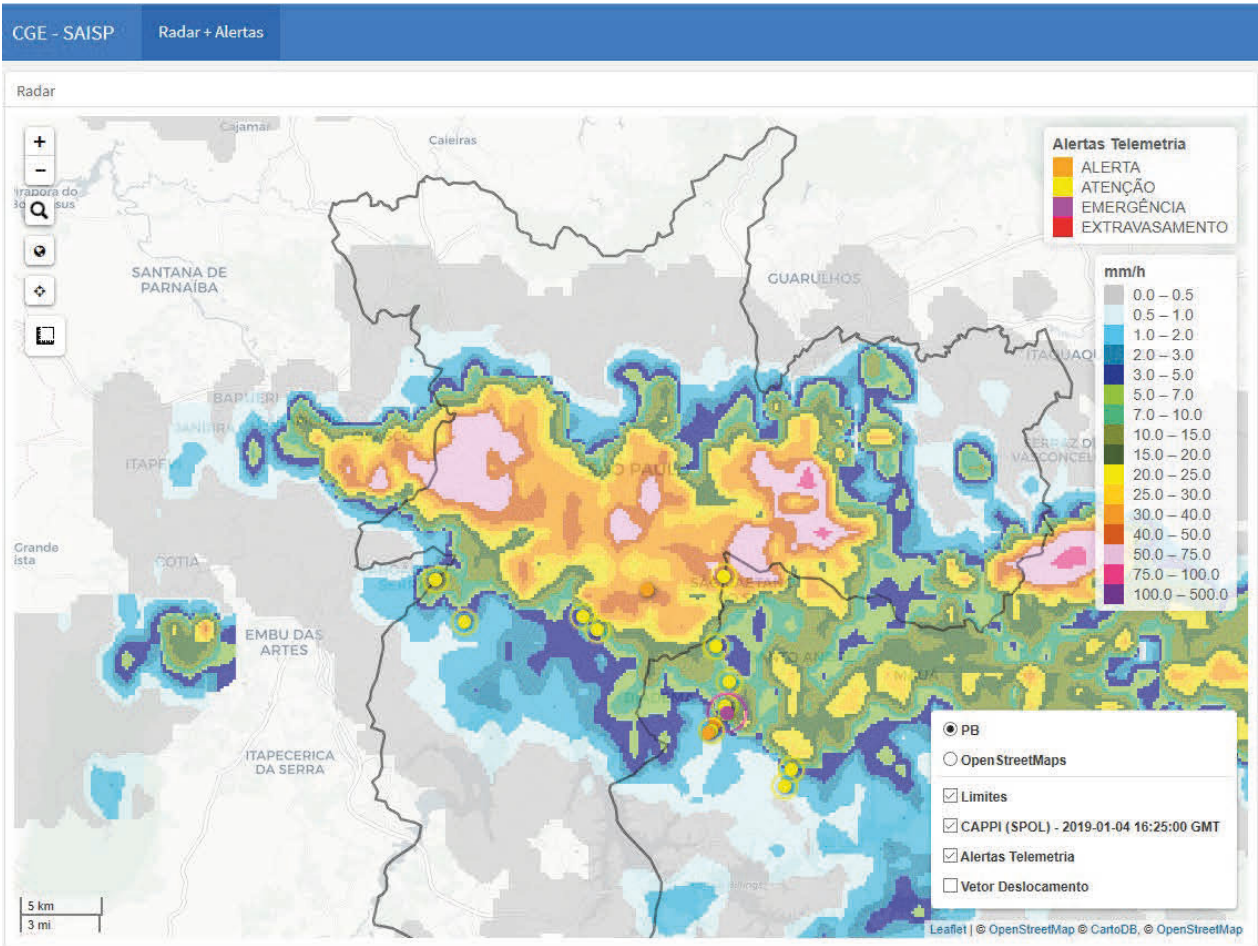
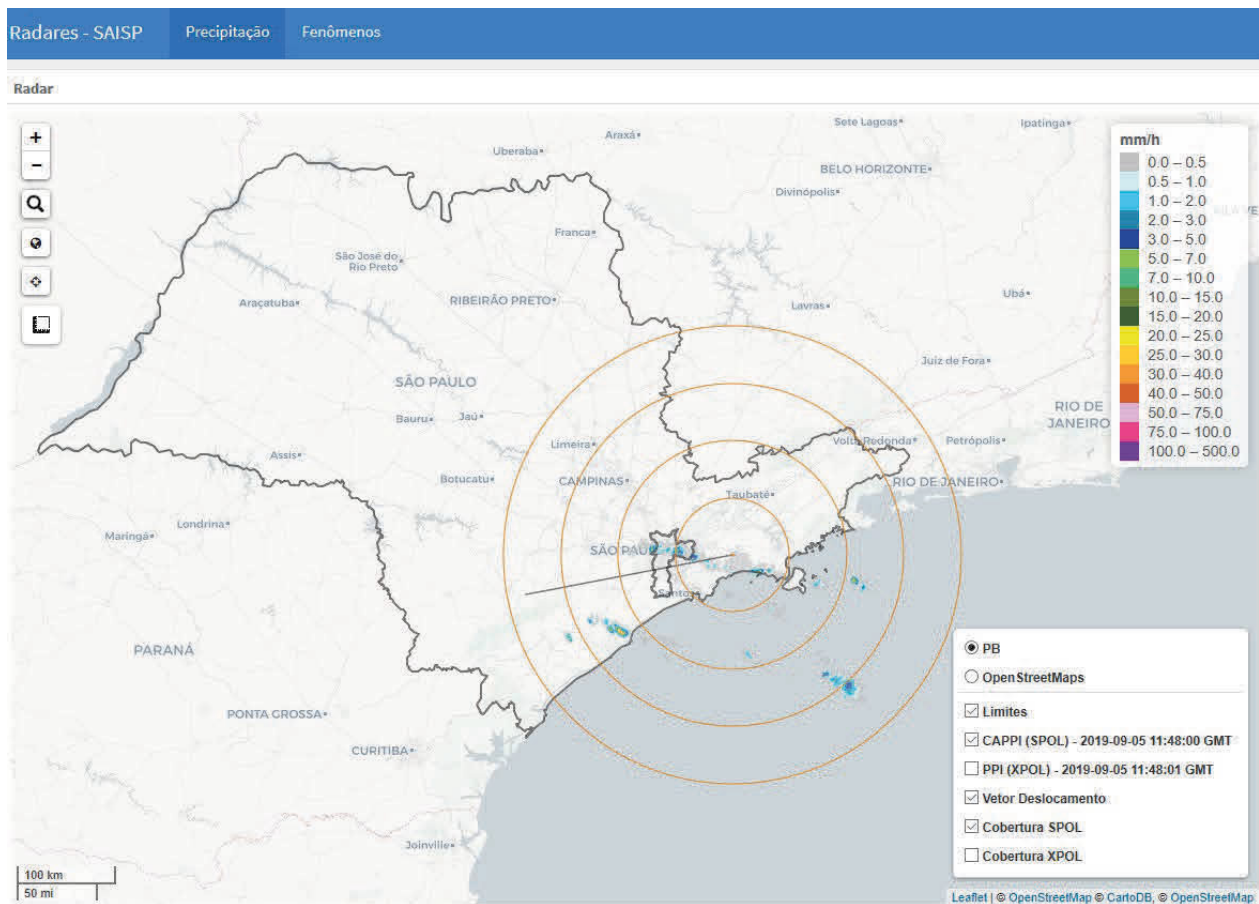


FIGURA 6.14 Mapa de chuva observada e alertas da telemetria



**FIGURA 6.15** Área de cobertura do radar meteorológico da SP Águas



### Rede telemétrica

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

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

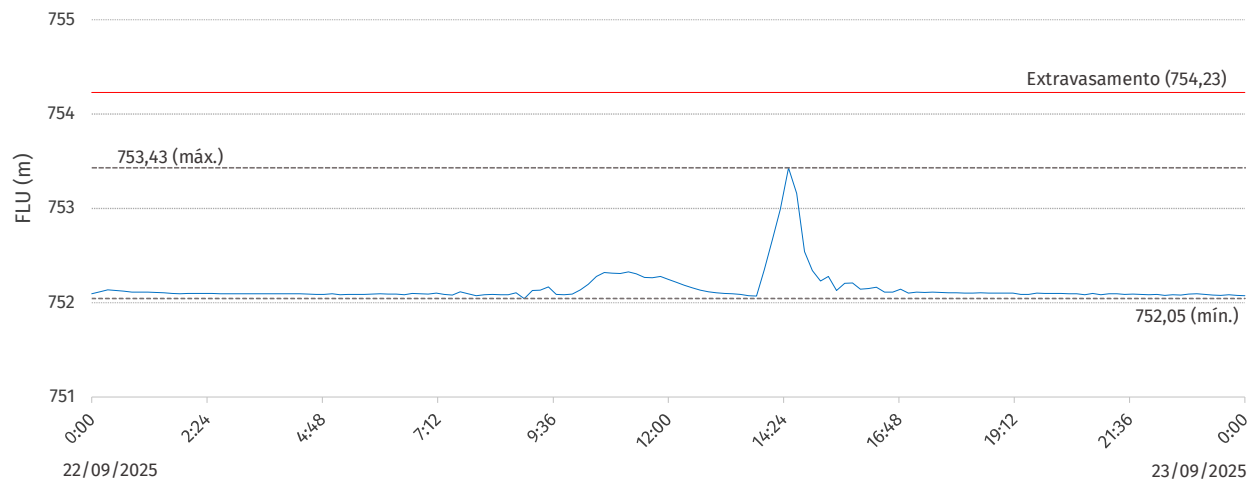
O fluviograma apresentado na **FIGURA 6.16** indica o nível do ribeirão Cocaia durante um evento no dia 22 de setembro de 2025 e seu nível de extravasamento.

### 6.6.3.2 CENTRO DE GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIAS CLIMÁTICAS (CGE)

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

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

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



**FIGURA 6.16** Nível do ribeirão Cocaia no dia 22 de setembro de 2025

## 6.7 MEDIDAS DE DRENAGEM SUSTENTÁVEIS

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

Incluídas nesse conjunto de medidas estão também as Soluções baseadas na Natureza (SbN), que constituem dispositivos que se valem da natureza e de suas funções ecossistêmicas para proteger, preservar, restaurar, utilizar de maneira sustentável e gerenciar ecossistemas terrestres e aquáticos. Essas soluções têm o propósito de enfrentar os desafios sociais, econômicos e ambientais de forma eficaz e adaptável, ao mesmo tempo em que fomentam o bem-estar humano, os serviços ecossistêmicos, a resiliência e os benefícios para a biodiversidade<sup>17</sup>.

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

urbanização sobre a quantidade e a qualidade das águas urbanas.

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

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

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

**QUADRO 6.2.**

---

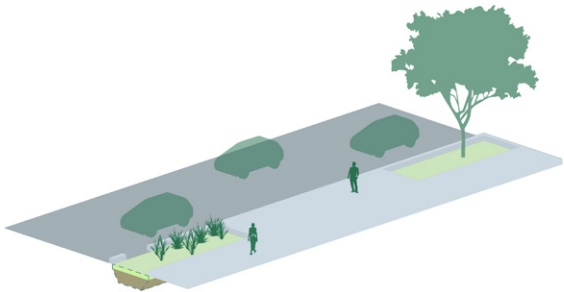
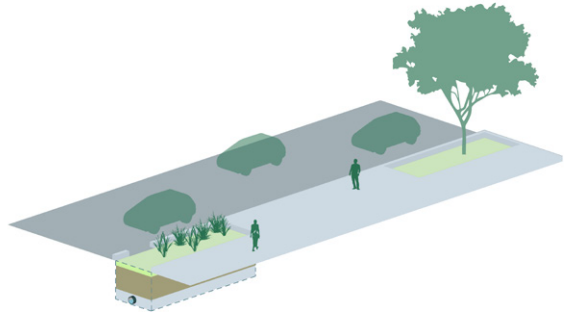
17. UNEP (United Nations Environment Programme). **Nature-based Solutions: Opportunities and Challenges for Scaling Up**. Nairobi: UNEP, 2022.





Ribeirão Varginha, próximo à sua  
foz na Represa Billings (foto: FCTH)



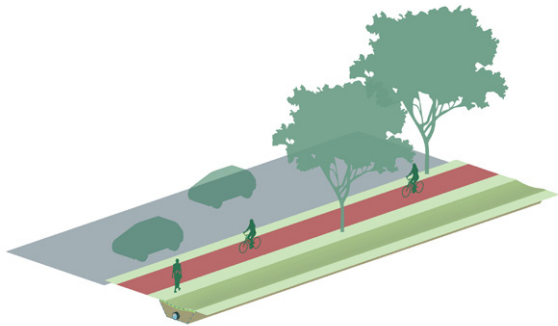
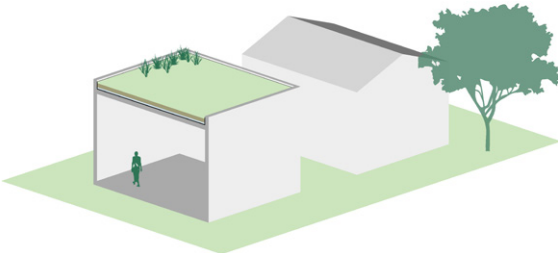
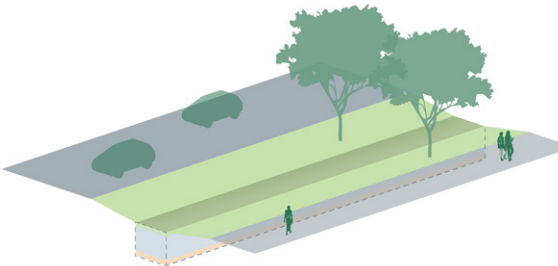
QUADRO 6.2 Tipologia das principais medidas de drenagem sustentáveis (PMSP, 2012 <sup>18</sup> , UACDC, 2010 <sup>19</sup> e MPCA, 2019 <sup>20</sup> )	
Medida	Descrição
<p><b>Jardim de chuva (biorretenção)</b></p> 	<p><b>Função:</b> filtração, infiltração e retenção (SbN)</p> <p>São estruturas simples 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><b>Canteiro pluvial (biorretenção)</b></p> 	<p><b>Função:</b> filtração, infiltração e retenção (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>

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

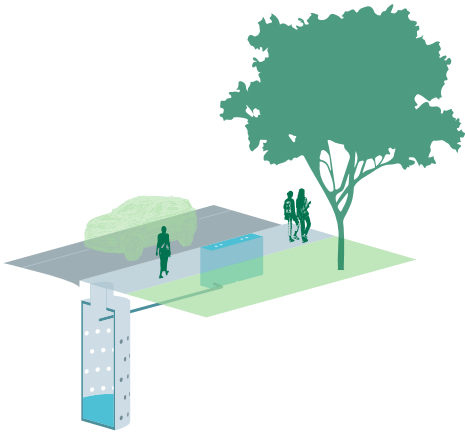
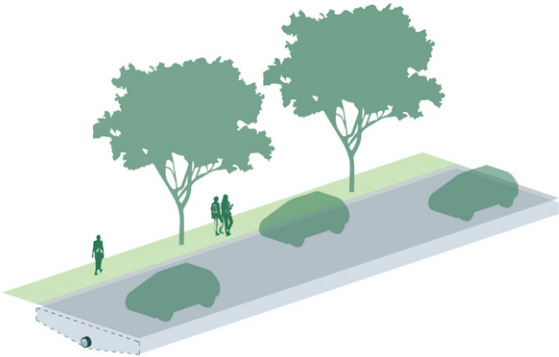
19. UACDC (University of Arkansas Community Design Center). **Low Impact Development, a design manual for urban areas**. Fayetteville, Arkansas: UACDC, 2010.

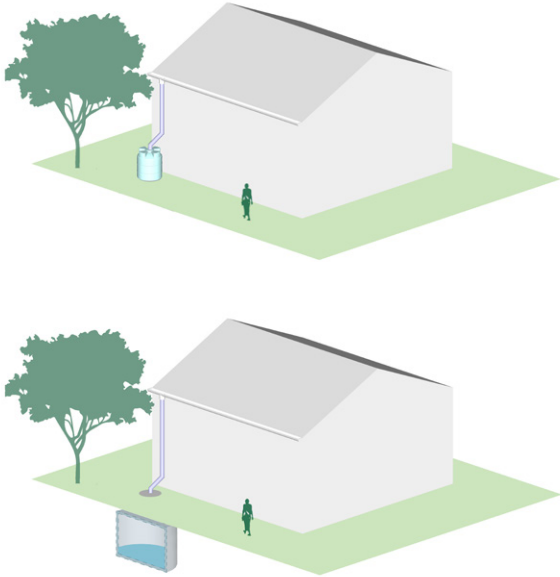
20. MPCA (Minnesota Pollution Control Agency). **Green Infrastructure for stormwater management – Minnesota Stormwater Manual**, 2019. Disponível em: <https://stormwater.pca.state.mn.us>. Acesso em: 2 set. 2019.

**QUADRO 6.2** Tipologia das principais medidas de drenagem sustentáveis  
(PMSP, 2012<sup>18</sup>, UACDC, 2010<sup>19</sup> e MPCA, 2019<sup>20</sup>)

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



QUADRO 6.2 Tipologia das principais medidas de drenagem sustentáveis (PMSP, 2012 <sup>18</sup> , UACDC, 2010 <sup>19</sup> e MPCA, 2019 <sup>20</sup> )	
Medida	Descrição
<p>Poço de infiltração</p> 	<p><b>Função:</b> 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><b>Função:</b> 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>

QUADRO 6.2 Tipología das principais medidas de drenagem sustentáveis (PMSP, 2012 <sup>18</sup> , UACDC, 2010 <sup>19</sup> e MPCA, 2019 <sup>20</sup> )	
Medida	Descrição
<p><b>Microrreservatório</b></p> 	<p><b>Função:</b> detenção/retenção</p> <p>Estruturas de armazenamento implantadas em lotes, conectadas aos telhados, que armazenam volumes de água da chuva. Esses volumes podem ser esvaziados ou utilizados no período sem chuvas. O uso concomitante dessas estruturas para fins de reúso e abatimento de cheias deve ser considerado durante seu dimensionamento. A implantação desse sistema disseminou-se no Município de São Paulo para atender à Lei nº 12.526/2007, que estabelece a obrigatoriedade de captação e retenção de águas pluviais coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos em lotes edificadas ou não e com área impermeabilizada superior a 500 m².</p>

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

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

No que tange à aplicabilidade das medidas de infiltração, é apresentado na **FIGURA 6.17** um mapa que, em função da declividade e da geologia da bacia, indica o potencial de implantação das medidas indicadas na bacia do ribeirão Varginha e de suas áreas adjacentes. Salienta-se que, na região da planície aluvial, são indicadas medidas de controle do escoamento superficial sem infiltração, uma vez que esse tipo de terreno é geralmente pouco infiltrante.

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

- Alto potencial: áreas com declividade entre 0% 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 10% e níveis baixos do lençol freático. Nos locais que não se enquadram nessas condições, a aplicabilidade dessas medidas de infiltração não é aconselhável, sendo mais indicadas medidas de retenção, como as chamadas “piscininhas”, ou a implantação de medidas de retenção escalonadas, de modo a manter a declividade de até 5% em cada patamar ou degrau.

A efetividade no uso dessas medidas depende da participação da população e da fiscalização constante do crescimento da cidade e da ocupação de áreas de



forma irregular, bem como da aplicação das legislações e normas vigentes.

A aplicação das medidas sustentáveis foi analisada apenas na sub-bacia do bairro Jardim Varginha, uma vez que trata-se da porção mais densamente urbanizada dentro dos limites da bacia do ribeirão Varginha. Nos demais trechos, correspondentes aos cursos principais desse ribeirão e do córrego Zuelling, predominam áreas de mata nativa, espaços abertos e ocupações de baixa densidade. Nesses locais, a adoção de medidas de drenagem sustentáveis em nível de lote ou de quadra é pouco representativa, sendo mais adequada a preservação das faixas de inundação natural, como proposto no conjunto de alternativas para essas bacias, e das APPs associadas aos cursos d'água. Como uma medida de drenagem sustentável, a conservação dessas faixas funciona ao: permitir o extravasamento controlado das cheias; favorecer a dissipação da energia do escoamento superficial; reduzir a carga poluente afluente aos corpos hídricos; e contribuir para a manutenção da morfologia fluvial e da conectividade entre o canal e sua planície de inundação, reforçando a resiliência do sistema de drenagem urbana.

A avaliação da implantação de medidas sustentáveis na bacia do ribeirão Varginha se vale das hipóteses apresentadas

anteriormente, de maneira que as medidas selecionadas estejam alinhadas à sua aplicabilidade no local. Cabe destacar que a análise apresentada tem caráter preliminar e, portanto, a viabilidade técnica de implantação das SbN deve sempre ser avaliada em campo, de forma a confirmar as premissas adotadas neste estudo. A análise não contempla as particularidades de cada quadra existente na bacia – que, mesmo não representadas nesse momento, não devem ser desconsideradas.

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

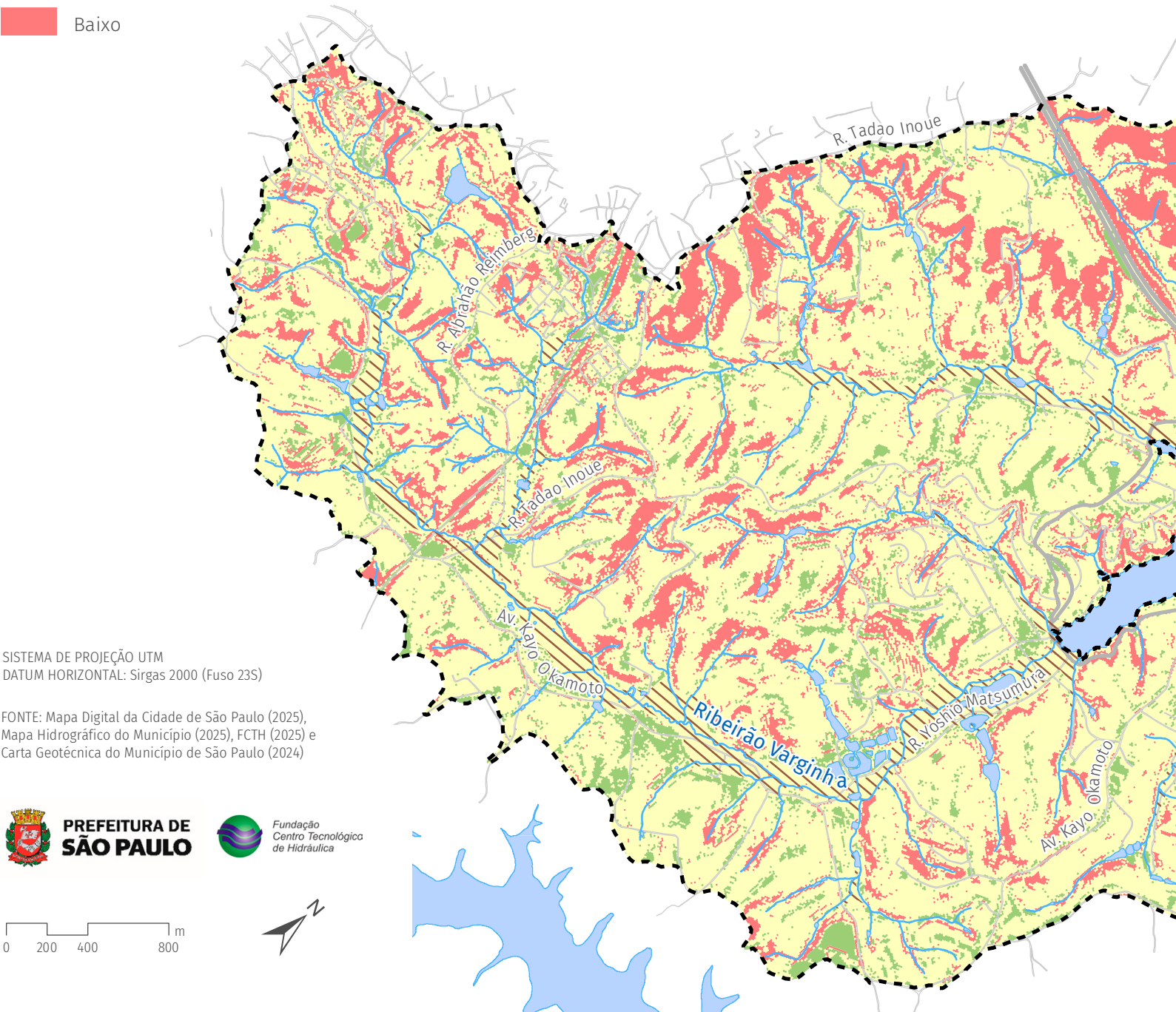
O padrão de ocupação do solo é determinante para o tipo de medida a ser adotada, uma vez que a viabilidade de implantação depende da disponibilidade de espaço, da existência e/ou da largura de calçadas e do viário, além das características das edificações, que são especialmente relevantes para medidas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

Convenção

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

Potencial de infiltração

- Alto
- Médio
- Baixo



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

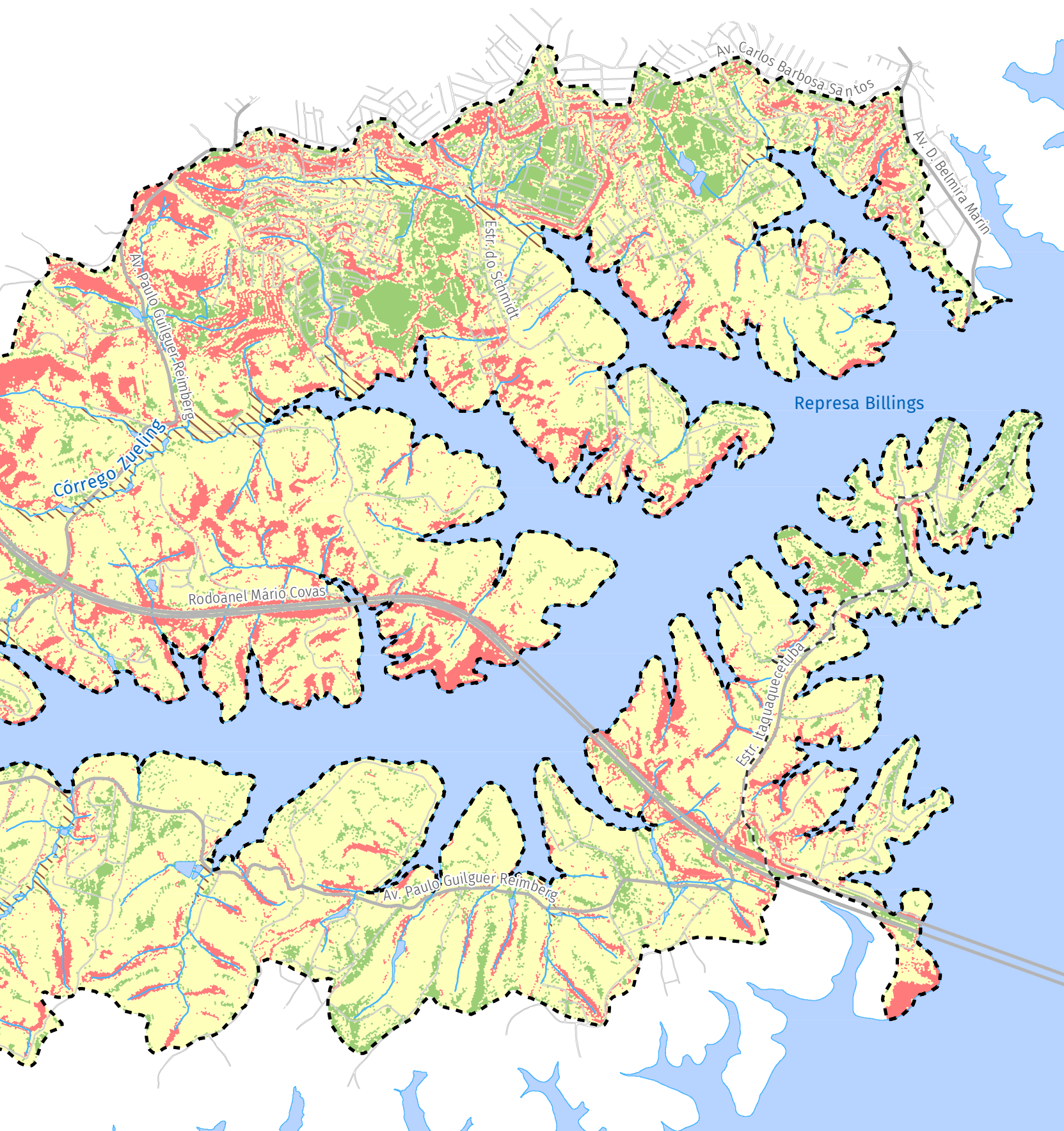
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2025),  
Mapa Hidrográfico do Município (2025), FCTH (2025) e  
Carta Geotécnica do Município de São Paulo (2024)



0 200 400 800 m



**FIGURA 6.17** Potencial de implantação de medidas de drenagem sustentáveis na bacia do ribeirão Varginha





ocupação do solo foram agrupados em duas categorias:

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

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

Como referência para a extensão de quadra, foi adotada a área máxima de quadra na zona urbana do município<sup>21</sup>, correspondente a 20.000 m<sup>2</sup>. O **QUADRO 6.3** apresenta os dados utilizados para a seleção do esquema de quadra verde, proposto para cada condição de ocupação e potencial de infiltração.

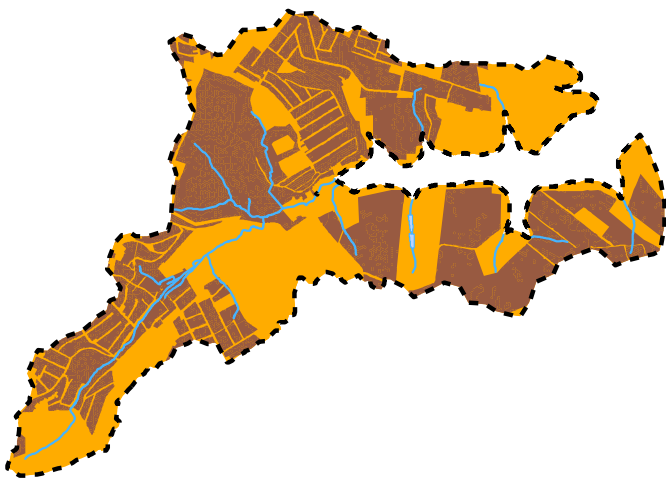
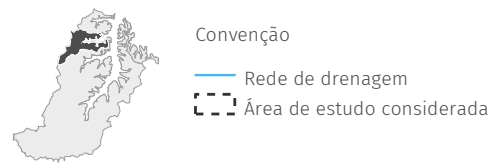
Ressalta-se que as áreas de mata foram excluídas da análise, por se tratar de áreas necessariamente preservadas. Considerando que parte das medidas propostas contempla áreas particulares, os esquemas foram concebidos a partir de um cenário realista de implantação das medidas sustentáveis, que poderão ser reavaliadas futuramente, caso haja avanços na sua implementação.

A **FIGURA 6.18** apresenta o infográfico com os dados utilizados para a obtenção do mapa de distribuição dos esquemas de quadra verde na sub-bacia do bairro Jardim Varginha, resultando no mapa da **FIGURA 6.19**. Destaca-se, nele, a predominância do tipo 2 de quadra verde (tanto para o esquema 1, quanto para o esquema 2). Observa-se que a maioria dessas quadras não inclui medidas de infiltração, em função do predomínio de áreas com potencial de infiltração classificado como baixo a médio.

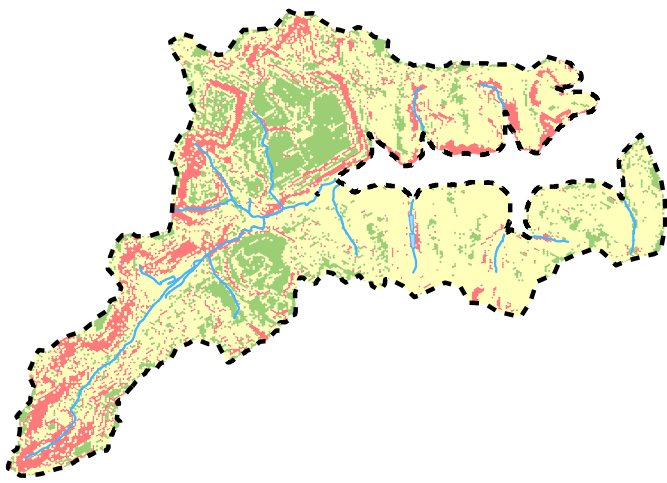
A **TABELA 6.3** resume os quantitativos estimados para cada tipo de medida sustentável aplicável na bacia, indicando que os poços de retenção e os reservatórios de pequeno porte correspondem à maior parcela das soluções propostas.

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

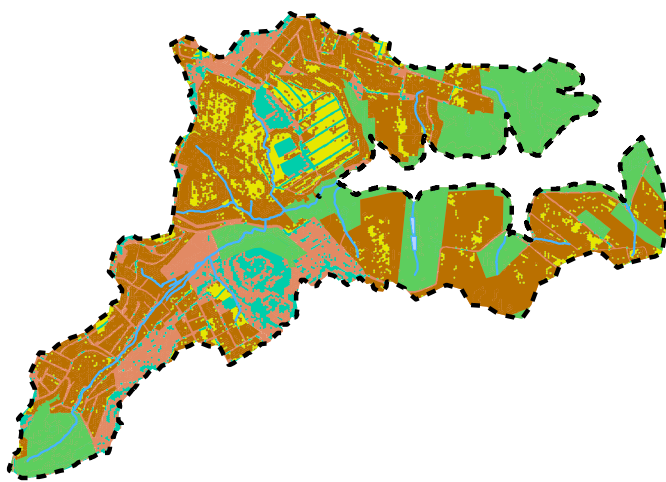
**FIGURA 6.18** Dados utilizados na determinação dos esquemas de quadra verde na sub-bacia do bairro Jardim Varginha



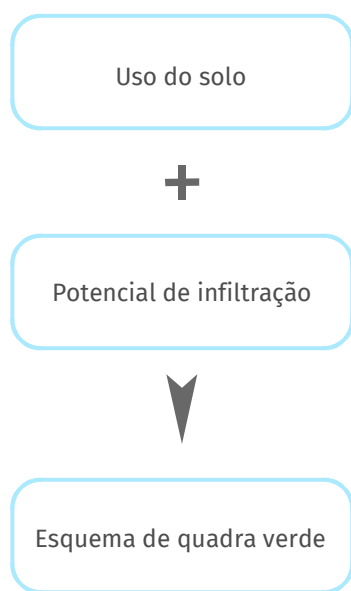
- Uso do solo
- Residencial horizontal baixo padrão
  - Outros usos



- Potencial de infiltração
- Alto
  - Médio
  - Baixo



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



QUADRO 6.3 Modelos de quadra verde		
Esquema de quadra verde	Características	Potencial de infiltração
<b>Esquema 1:</b> residencial horizontal baixo padrão	Menor disponibilidade de área e calçadas mais estreitas ou ausentes  Foco na retenção pontual e/ou infiltração em áreas reduzidas	<div>Sem medidas de infiltração</div> 
		<div>Com medidas de infiltração</div> 



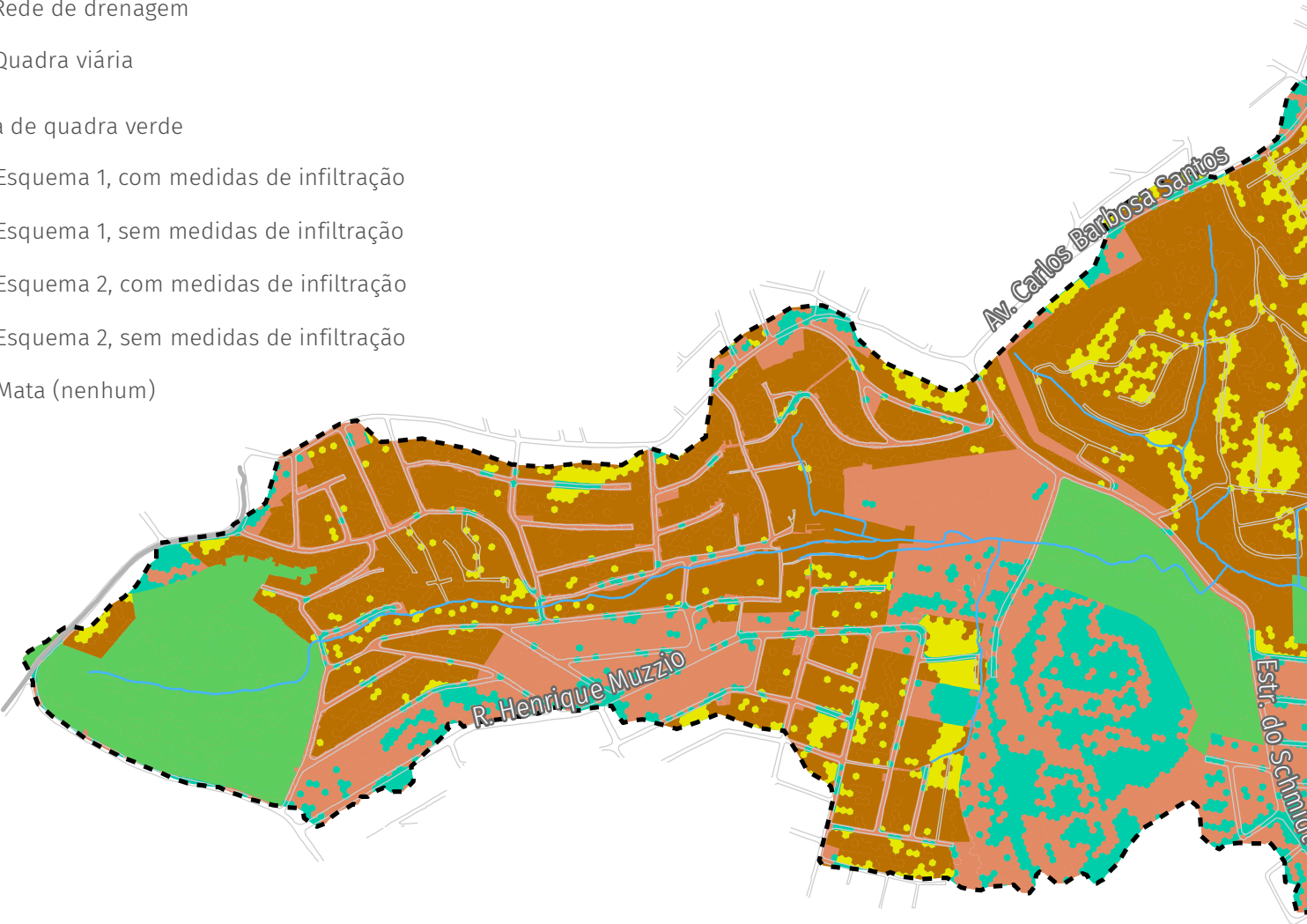
QUADRO 6.3 Modelos de quadra verde		
Esquema de quadra verde	Características	Potencial de infiltração
<b>Esquema 2:</b> outros usos (exceto mata)	Composição de medidas de infiltração e retenção, com maior abrangência	<div>Sem medidas de infiltração</div> 
		<div>Com medidas de infiltração</div> 

Convenção

- Área de drenagem
- Rede de drenagem
- Quadra viária

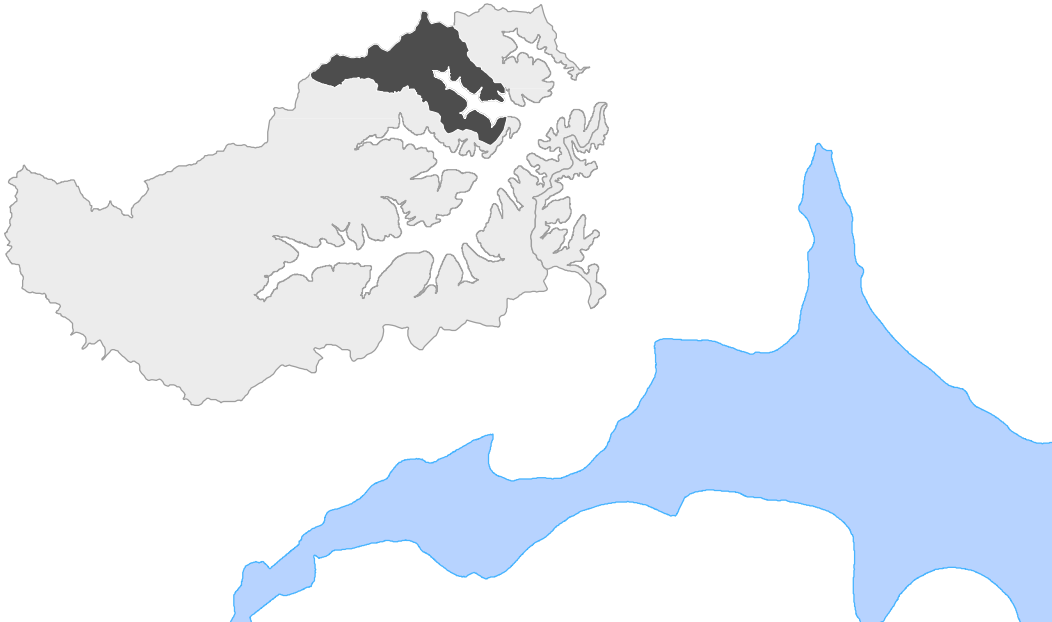
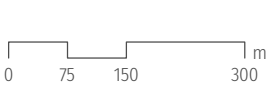
Esquema de quadra verde

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

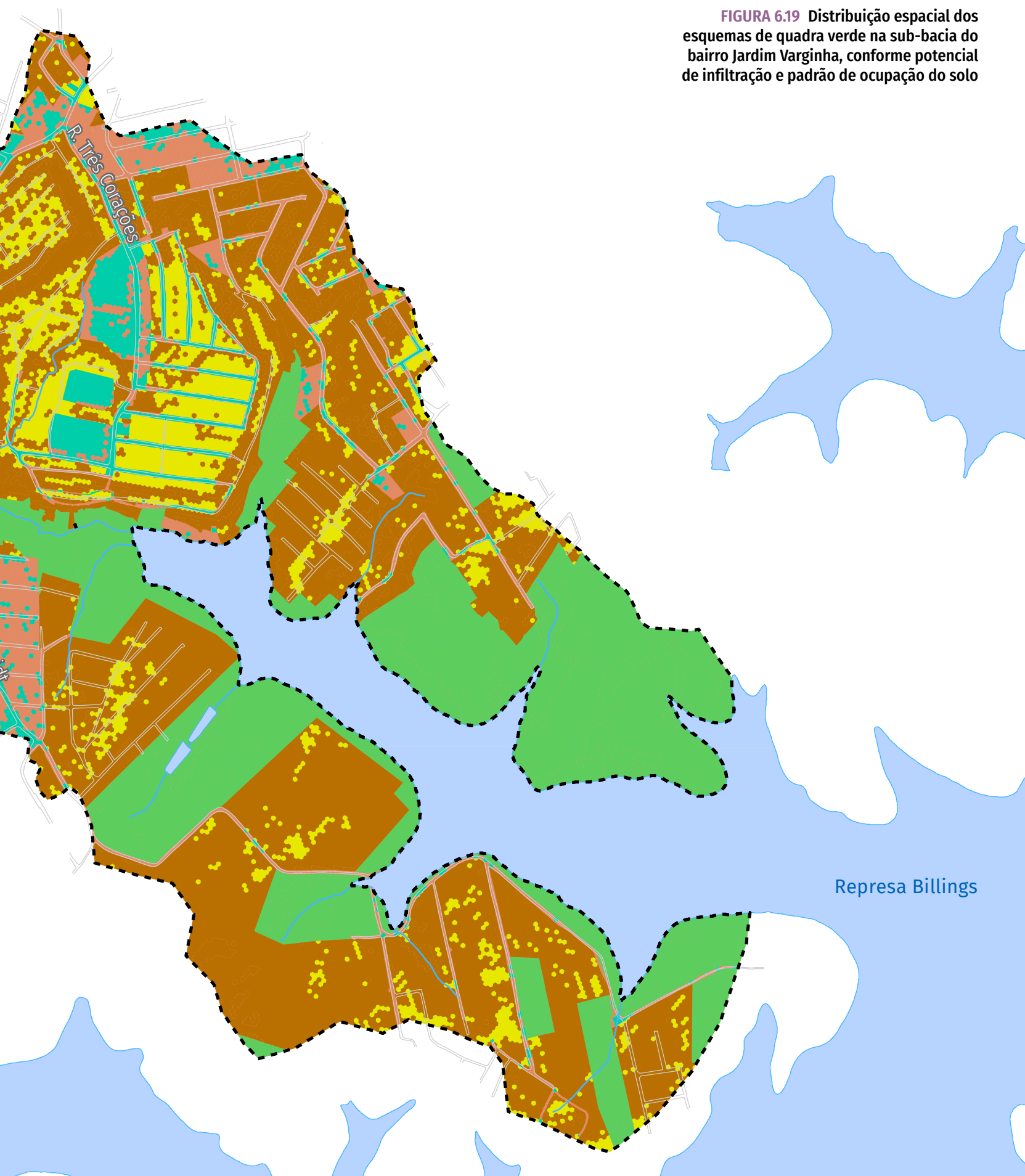


SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM  
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23S)

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



**FIGURA 6.19** Distribuição espacial dos esquemas de quadra verde na sub-bacia do bairro Jardim Varginha, conforme potencial de infiltração e padrão de ocupação do solo





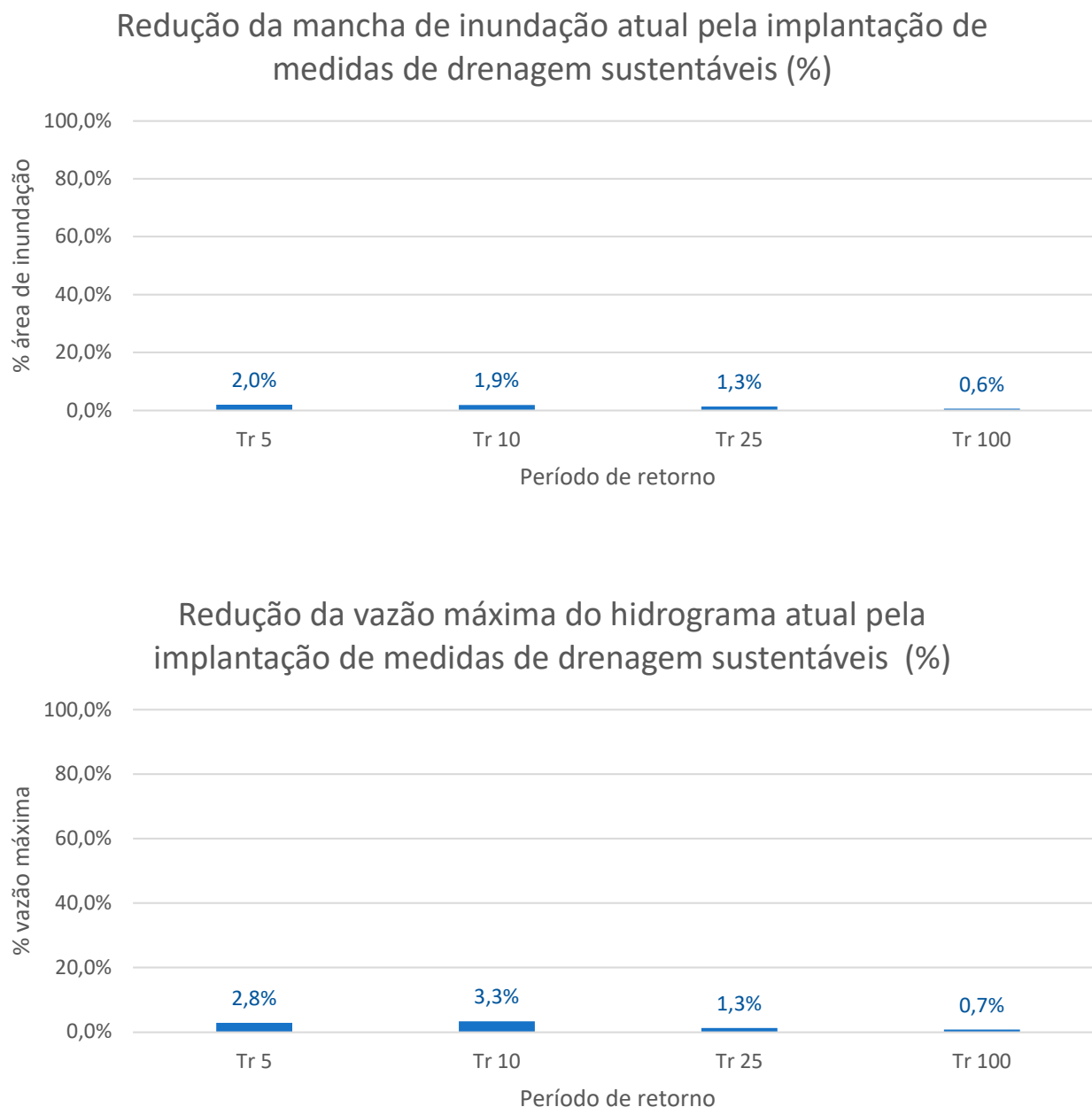
As medidas sustentáveis têm como um de seus objetivos aumentar a resiliência da rede de drenagem diante de eventos de precipitação intensa, contribuindo para a redução das vazões de pico e, consequentemente, da extensão das áreas sujeitas a inundações. Para estimar o efeito dessas medidas sobre a resiliência do sistema, foi realizada uma comparação entre as áreas inundáveis e as vazões a montante da travessia com a Estrada do Schmidt, na confluência do afluente do bairro Jardim Porto Velho no curso d’água principal do Jardim Varginha, tanto no cenário atual como em um cenário hipotético com a implantação integral das soluções indicadas na **TABELA 6.3**.

Conforme ilustram os gráficos da **FIGURA 6.20**, as medidas sustentáveis demonstram

maior efetividade na atenuação das vazões e na redução das áreas inundáveis para eventos com menor período de retorno (Tr 5 e Tr 10 anos). Ou seja, quanto mais frequentes forem as chuvas, maior tende a ser a contribuição das soluções sustentáveis na mitigação dos impactos. Por outro lado, para eventos extremos, como aqueles com Tr 100 anos, o efeito isolado dessas medidas é significativamente reduzido, permanecendo cerca de 99% da área originalmente inundável a ser controlada por meio de soluções convencionais.

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

TABELA 6.3 Quantitativo estimado de medidas sustentáveis aplicáveis na sub-bacia do bairro Jd. Varginha, por tipo de solução adotada nos modelos de quadra verde					
Tipo de medida	Telhado verde (m²)	Número de reservatórios de pequeno porte	Pavimento permeável (m²)	Número de poços de retenção/ infiltração	Jardim de chuva (m²)
Totais de medidas sustentáveis	32.000	664	4.600	125	6.500
% de área da bacia tratada	1,12%	5,69%	0,16%	3,74%	0,23%



**FIGURA 6.20** Comparativo entre o cenário atual e o cenário com implantação integral das medidas sustentáveis, considerando diferentes períodos de retorno





## Etapas de implantação das alternativas

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

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

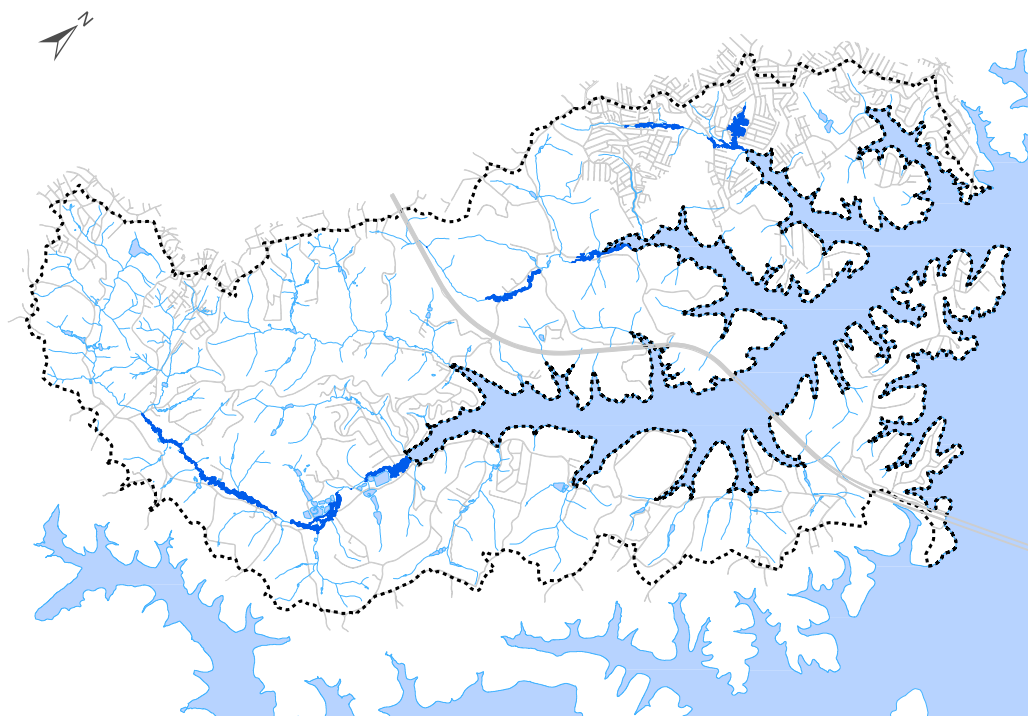
A **TABELA 7.1** apresenta os efeitos das alternativas na área e no número de lotes atingidos pelas inundações. Os dados referem-se à condição atual (sem intervenção) e à 1ª, 2ª e 3ª etapas de implantação de obras, quando submetidas à chuva de projeto de 100 anos.

TABELA 7.1 Efeitos das alternativas 1 e 2 sobre a área inundável			
Etapa	Alternativa	Impactos	
		Área inundável (km²)	Lotes atingidos
Atual	Sem intervenção	0,377	44
1ª etapa (Tr 5 anos)	Alternativa 1	0,281	18
	Alternativa 2	0,281	18
2ª etapa (Tr 10 anos)	Alternativa 1	0,163	16
	Alternativa 2	0,163	16
3ª etapa (Tr 100 anos)	Alternativa 1	0,147	14
	Alternativa 2	0,147	14

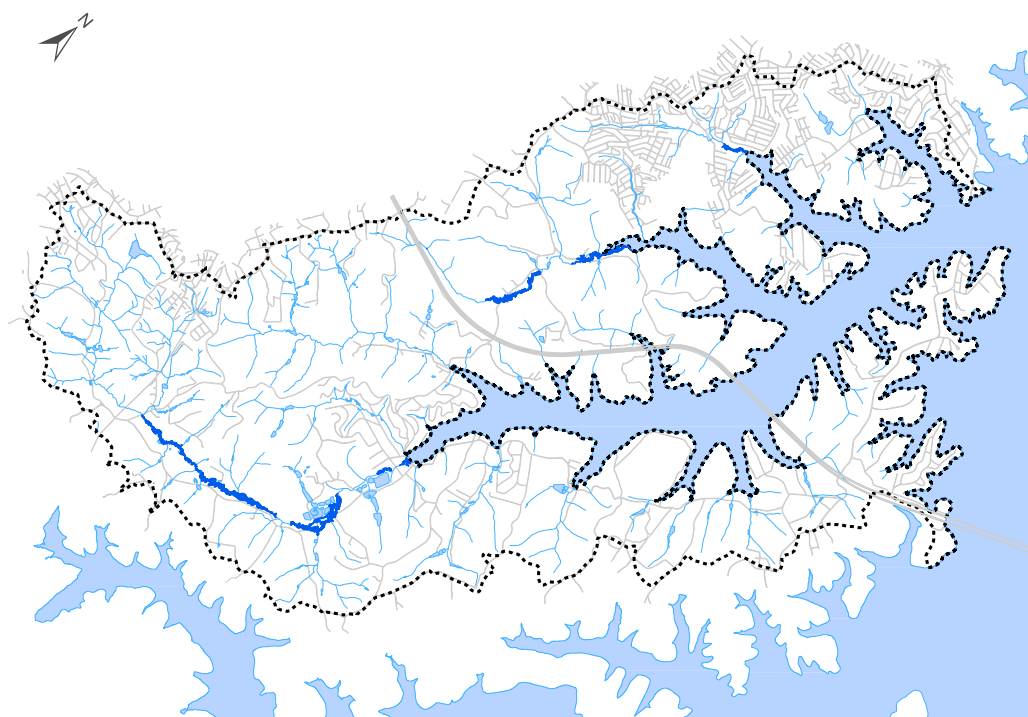
A **FIGURA 7.1** ilustra a mancha de inundação originada de uma chuva de Tr 5 anos para a situação atual e após a implantação das obras de 1ª etapa para as duas alternativas. Vale ressaltar que foi utilizado o período de retorno de 5 anos porque ele representa a chuva de projeto adotada pela prefeitura para mapear as manchas de inundação do município. A **FIGURA 7.2** apresenta as manchas de inundação resultantes de uma chuva Tr 100 anos para a condição

sem intervenções e para as três etapas da Alternativa 1. Já a **FIGURA 7.3** apresenta as mesmas informações para a Alternativa 2. As figuras ilustram o comportamento das manchas quando implantadas as obras previstas em cada etapa e quando submetidas a uma chuva com Tr 100 anos. Destaca-se que, para eventos hidrológicos com períodos de retorno maiores que 100 anos, ocorrerão inundações.

Sem intervenção – chuva de Tr 5 anos



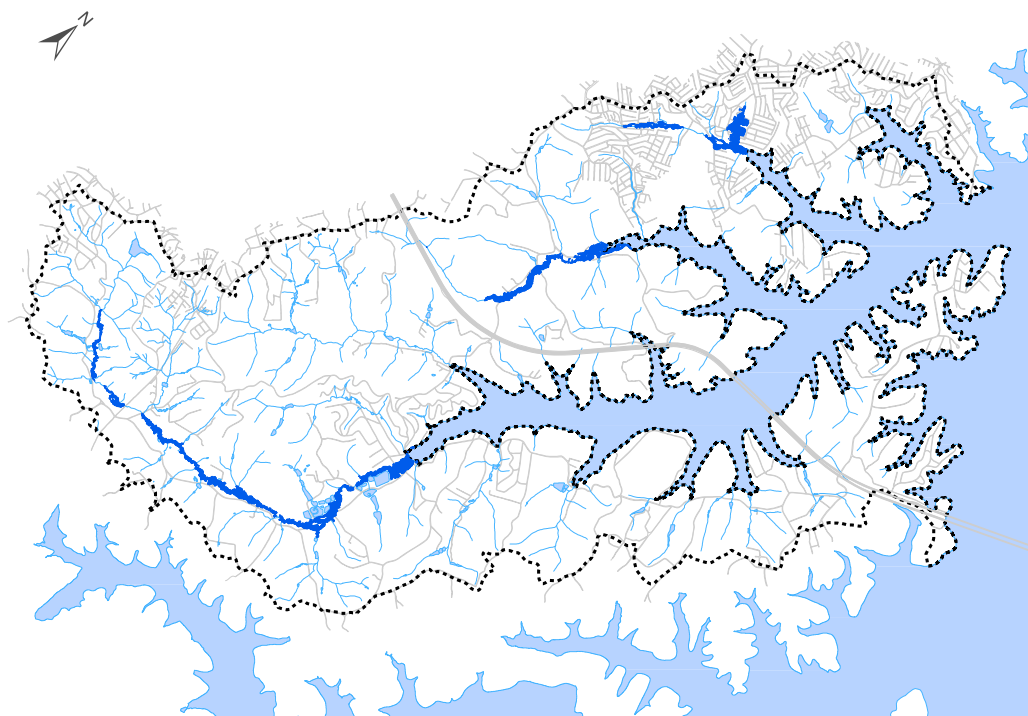
1ª etapa das alternativas – chuva de Tr 5 anos



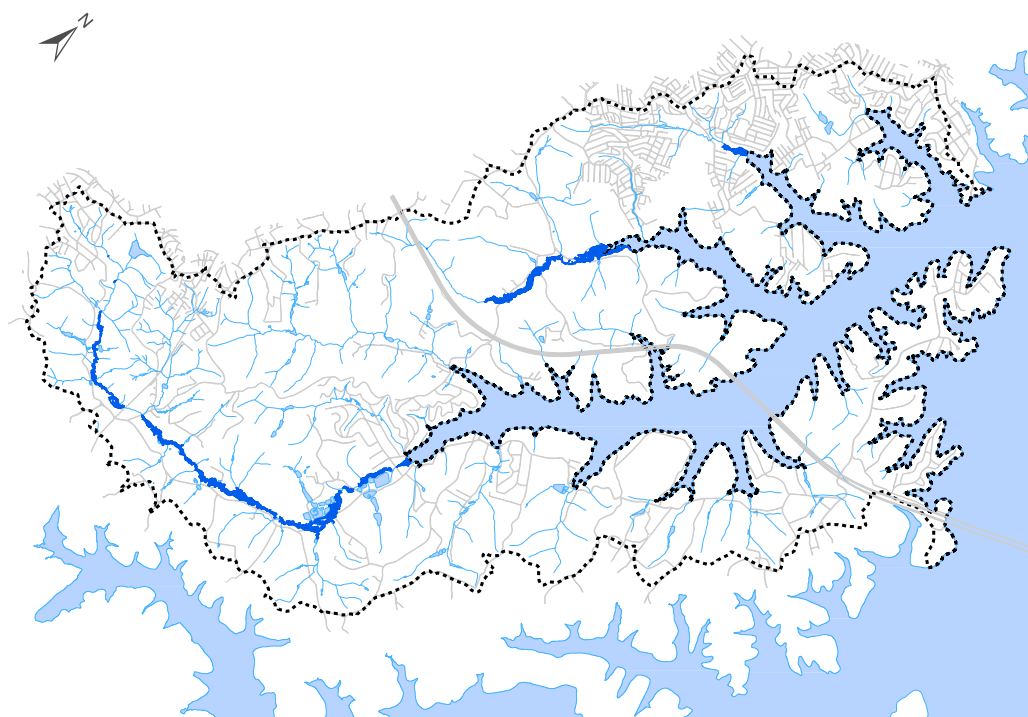
**FIGURA 7.1** Áreas sujeitas a inundações para chuvas de Tr 5 anos: cenário sem intervenção e com as obras da etapa inicial

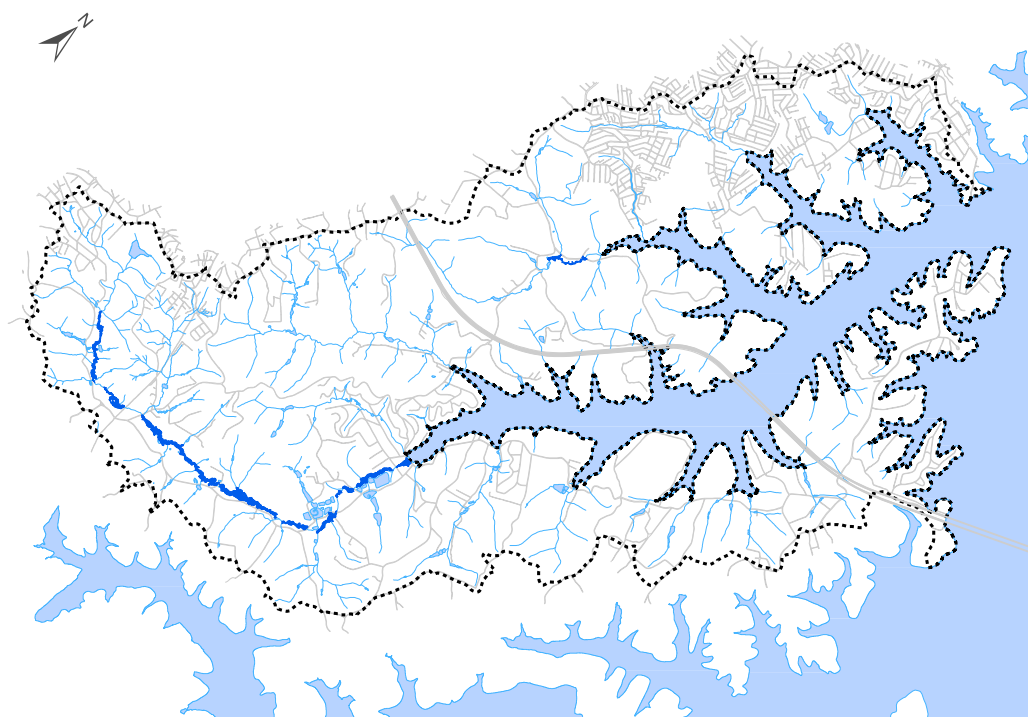
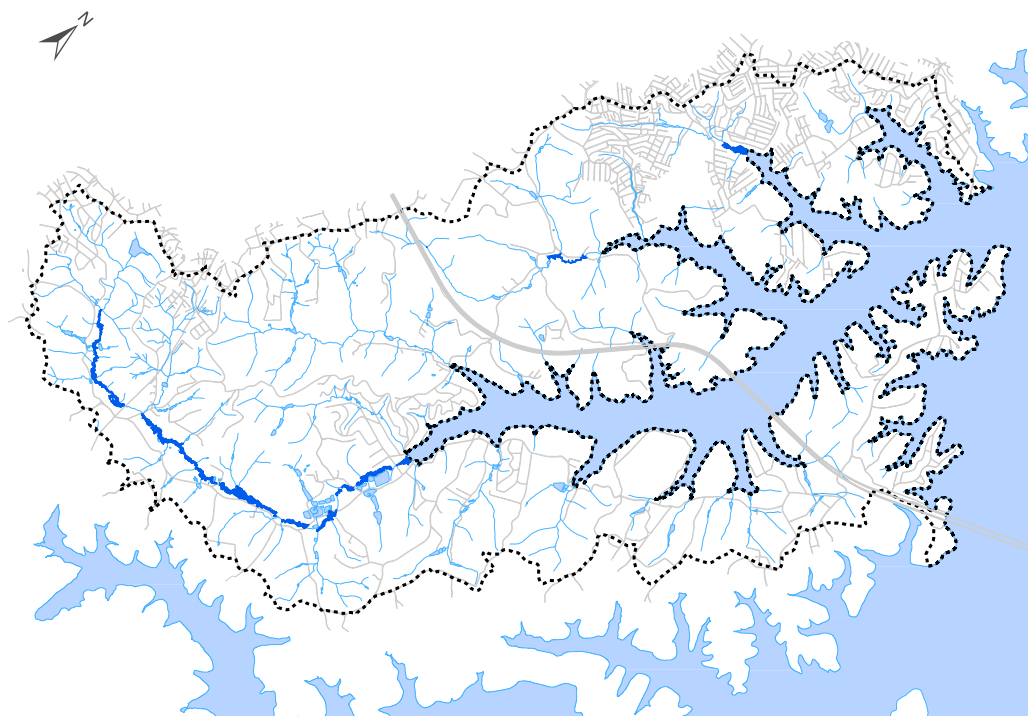


Sem intervenção – chuva de Tr 100 anos



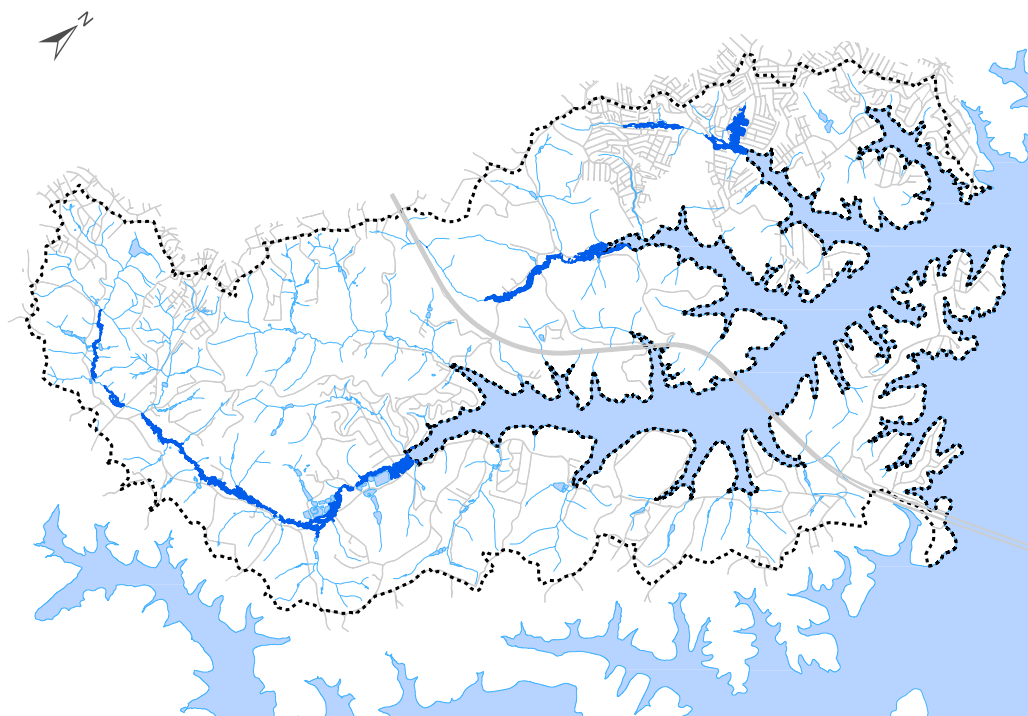
Alternativa 1 – 1ª etapa, chuva de Tr 100 anos



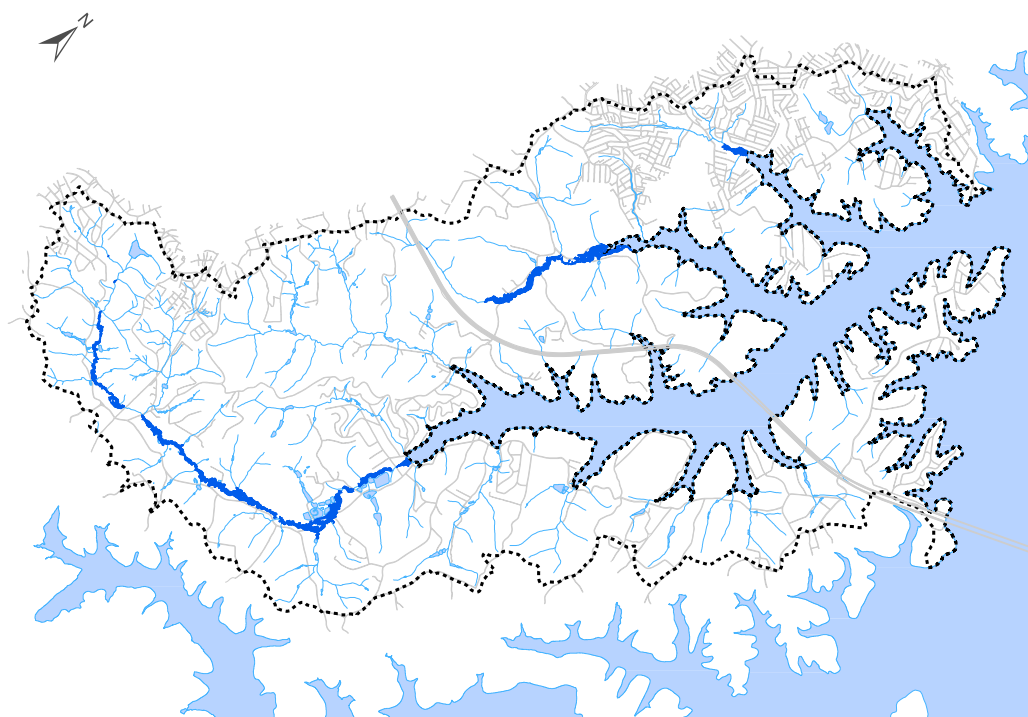


**FIGURA 7.2** Áreas sujeitas a inundações para chuvas de Tr 100 anos: cenário sem intervenção e com as obras da 1ª, 2ª e 3ª etapas da Alternativa 1

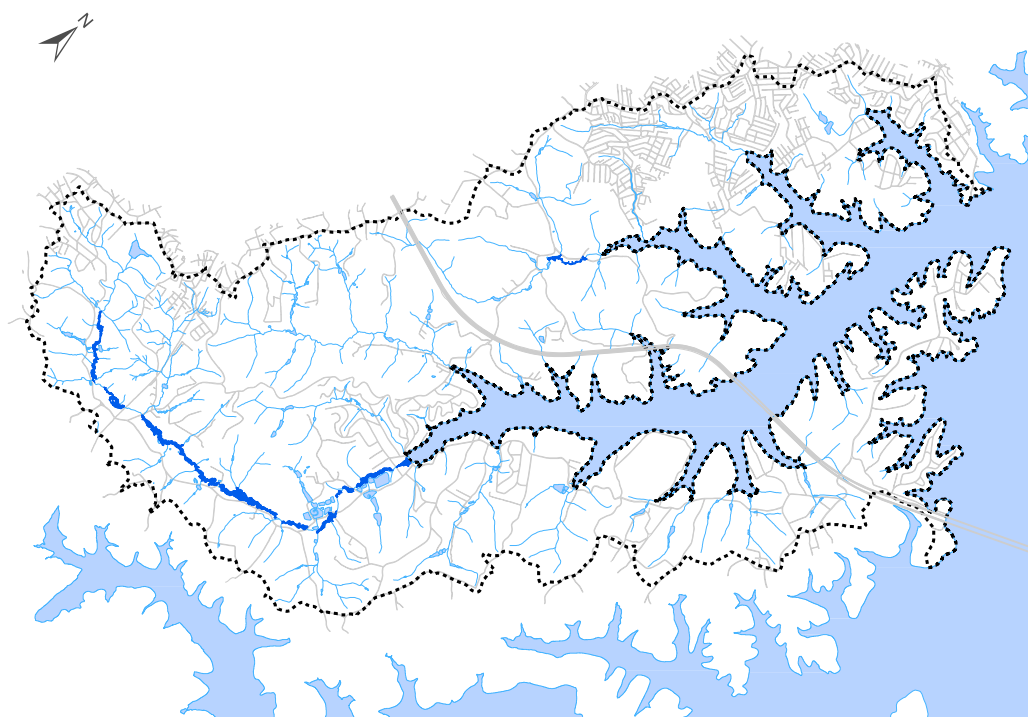
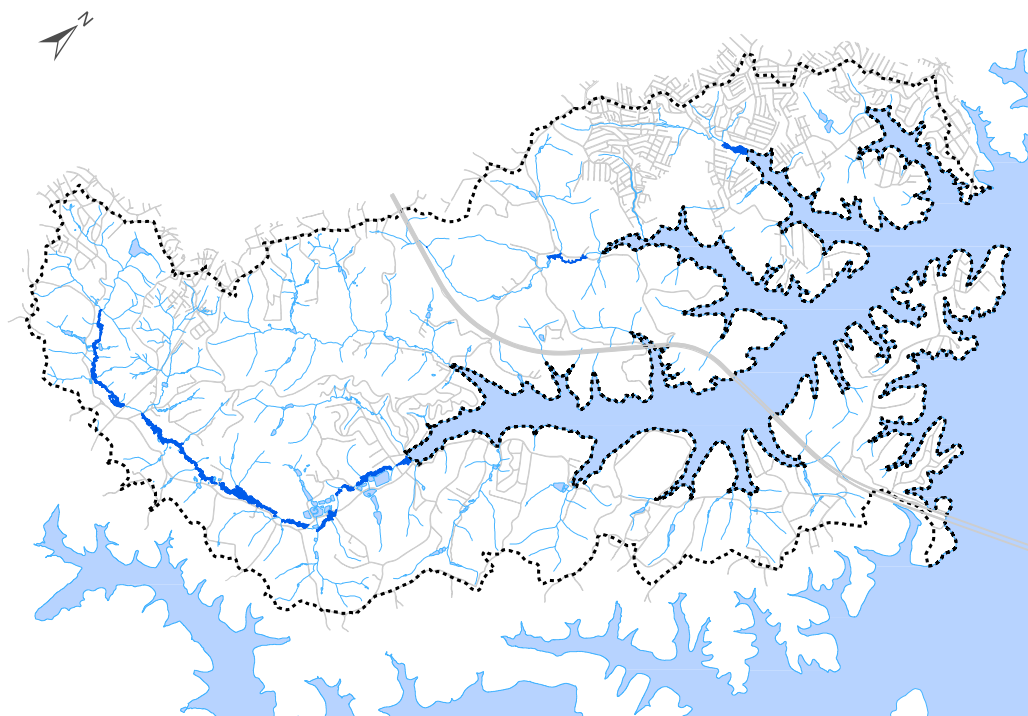
Sem intervenção – chuva de Tr 100 anos



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







**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 0,214 km<sup>2</sup>.

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

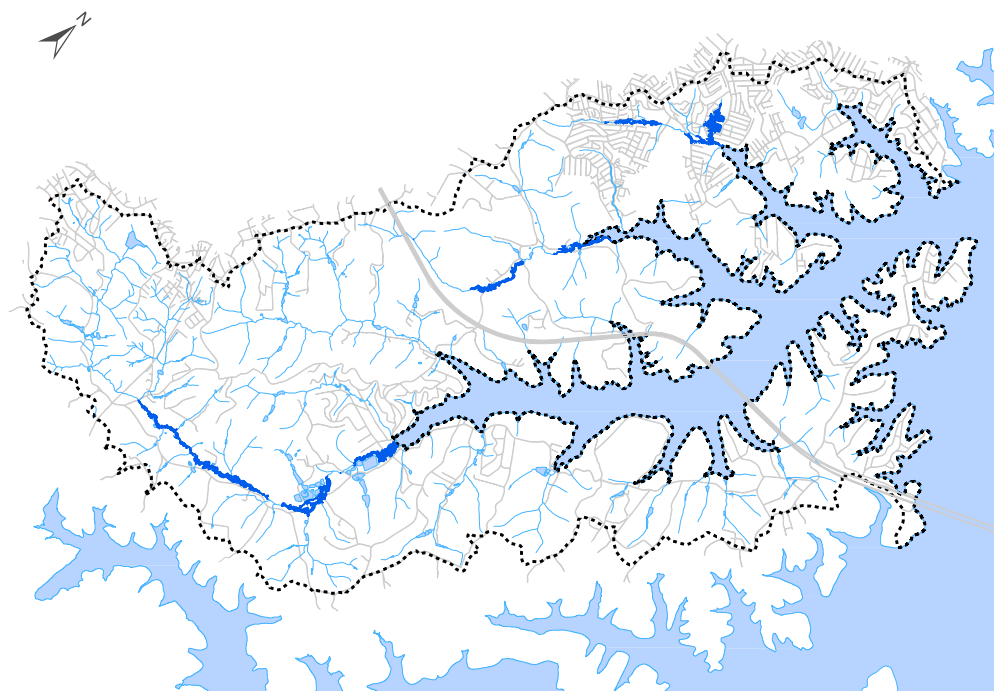
- Adequações de travessia na Rua Líbero Giancarlo Castiglia (9 m) e na Avenida Paulo Guilguer Reimberg (11 m);
- Canalização nas proximidades da Rua Tereza Maria (520 m) e adequação de travessia na Rua Mariano Larsen (9 m);
- Reforço de galeria na Estrada do Schmidt (210 m);
- Canalização nas proximidades da Rua Três Corações (290 m) e ampliação de seção nas proximidades da Rua Eldorado (186 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 uma chuva de Tr 5 anos.

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

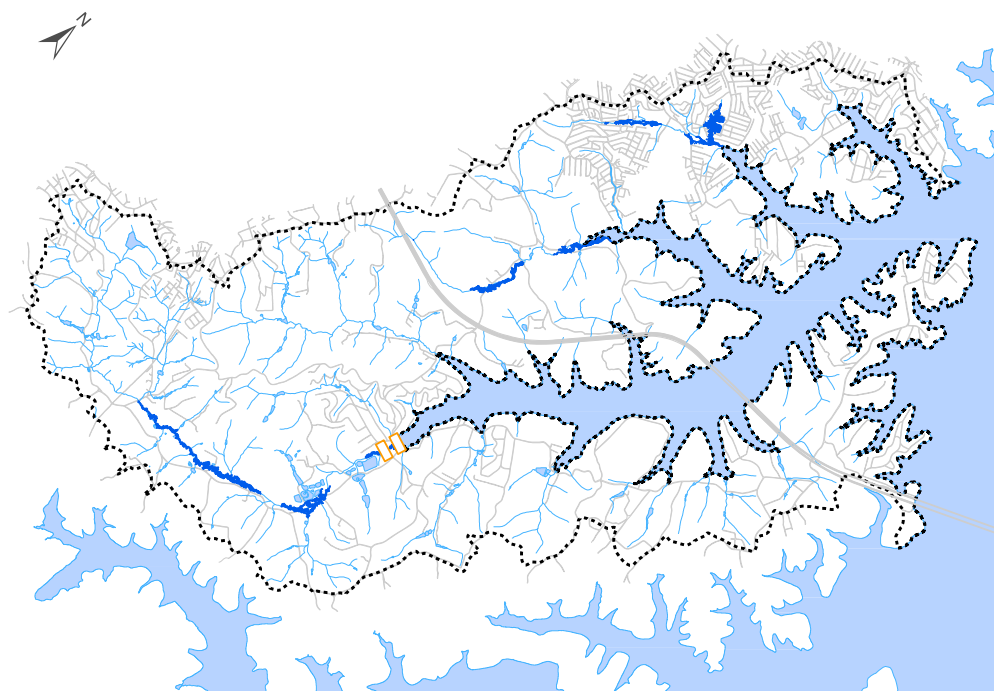
Mancha de inundação para a configuração da rede atual – Tr 5 anos



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

0,214 km<sup>2</sup>

Adequações de travessia na R. Líbero Giancarlo Castiglia e na Av. Paulo Guilguer Reimberg



**Descrição**

Ampliação de seções nas travessias da R. Líbero Giancarlo Castiglia, com 9 m (mais alteamento de greide da via de 360 m<sup>2</sup>), e da Av. Paulo Guilguer Reimberg, com 11 m

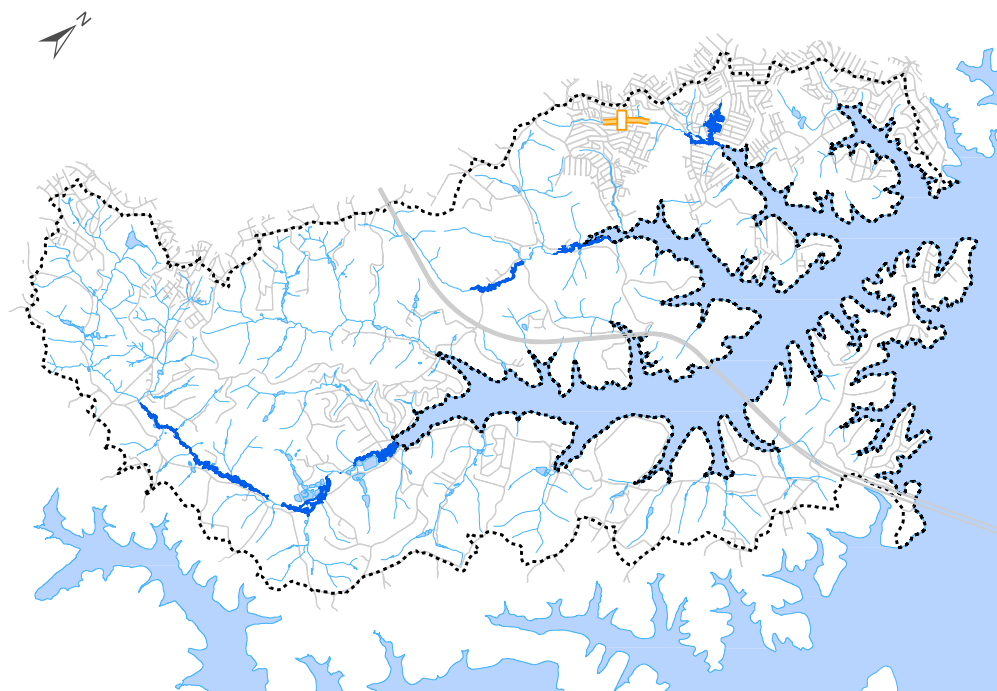
**Área de redução da  
mancha de inundação  
para chuva de Tr 5 anos**

0,011 km<sup>2</sup>

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



## Canalização nas proximidades da R. Tereza Maria e adequação de travessia na R. Mariano Larsen



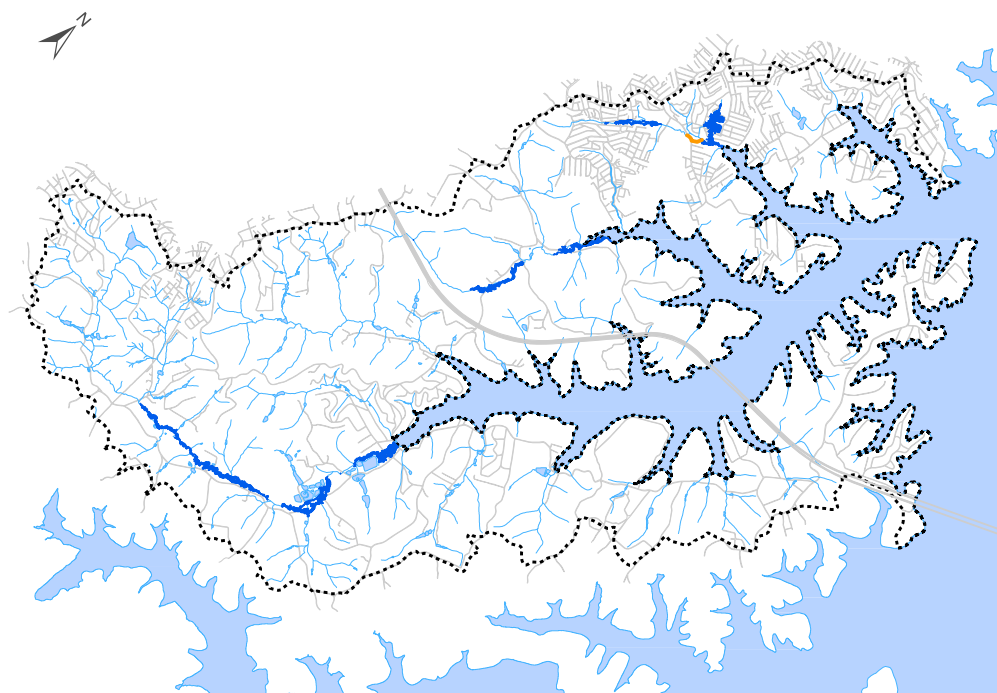
### Descrição

Canalização de 520 m nas proximidades da R. Tereza Maria e ampliação de seção na travessia da R. Mariano Larsen

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

0,012 km<sup>2</sup>

## Reforço de galeria na Estr. do Schmidt



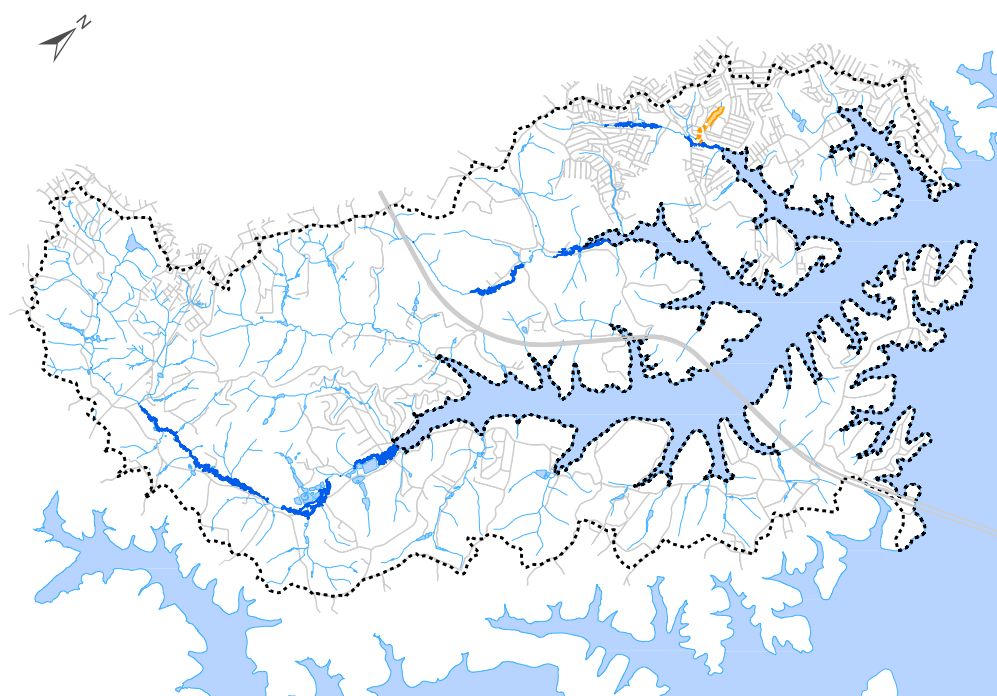
### Descrição

Reforço de galeria de 210 m na Estr. do Schmidt

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

0,003 km<sup>2</sup>

Canalização nas proximidades da R. Três Corações e ampliação de seção nas proximidades da R. Eldorado



**Descrição**

Canalização de 290 m nas proximidades da R. Três Corações e ampliação de seção de 186 m nas proximidades da R. Eldorado

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

0,032 km<sup>2</sup>

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





## Custo estimado

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

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

- Ampliação de travessia e/ou alteamento de ponte: custo por  $m^2$  de área superficial da travessia;
- Galeria: custo médio por  $m^3$  de volume de escoamento, considerando galerias retangulares e/ou circulares com revestimento em concreto armado;
- Canalização: custo médio por  $m^3$ , considerando canais abertos com revestimento em gabião ou seção mista.

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

Ressalta-se que, no caso das áreas verdes inundáveis sem função de reservação, por se tratar de medidas não estruturais, o custo total está relacionado apenas à desapropriação de lotes particulares situados nessas faixas, com o objetivo de prevenir sua ocupação por usos conflitantes com a dinâmica natural de inundação.

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

foi estimado pela hipótese de construção de novas Habitações de Interesse Social (HIS) para o reassentamento. Cabe ressaltar que ambos os estudos foram feitos adotando valor orientado por SEHAB. Informamos ainda que tais cenários não caracterizam o atendimento que necessariamente será ofertado pela PMSP, mas tão somente um estudo de viabilidade pela hipótese de atendimento mais frequente, para mensurar os custos.

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

Dessa forma, os aspectos ambientais mais relevantes considerados nos custos foram as áreas com potencial de contaminação, proximidade com áreas que integram o patrimônio arqueológico, histórico e/ou cultural, e a identificação de indivíduos arbóreos isolados e maciços vegetais nas áreas pretendidas, a fim de estimar os custos de medidas ambientalmente compensatórias

correspondentes, como o transplante de exemplares, a reposição de vegetação nativa e a proteção de espécies ameaçadas. Foram previstos, também, os custos para a elaboração dos estudos e licenciamentos ambientais.

A **TABELA 8.1** e a **TABELA 8.2** apresentam os custos estimados das alternativas 1 e 2.

Foram indicadas todas as ações previstas nas etapas de cada alternativa, distinguindo os valores estimados em desapropriações e remoções, quando existente, e o custo ambiental.

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



TABELA 8.1 Custo estimado das medidas de controle da Alternativa 1 (valores com data base de junho/2025)								
Etapa	Local	Intervenção	Referência	Custo de implantação (R\$)	Custo de desapropriação (R\$)	Custo de remoção (R\$)	Custo ambiental (R\$)	Custo total (R\$)
1ª etapa	Ribeirão Varginha	Adequação de travessia	R. Líbero Giancarlo Castiglia	3.160.000,00	0,00	0,00	0,00	3.160.000,00
		Adequação de travessia	Av. Paulo Guilguer Reimberg	730.000,00	0,00	0,00	0,00	730.000,00
	Afluente do Jd. Varginha	Canalização em gabião	Nas proximidades da R. Tereza Maria, entre a R. Camilo Ortellini e as proximidades da Trav. Erwin Fuhrmann	4.270.000,00	2.830.000,00	6.740.000,00	700.000,00	14.540.000,00
		Adequação de travessia	R. Mariano Larsen	180.000,00	0,00	0,00	0,00	180.000,00
		Reforço de galeria	Estr. do Schmidt	4.080.000,00	0,00	0,00	0,00	4.080.000,00
	Afluente do Jd. Porto Velho	Canalização em gabião	Nas proximidades da R. Três Corações	1.330.000,00	3.360.000,00	3.820.000,00	400.000,00	8.910.000,00
		Substituição de galeria	Nas proximidades da R. Eldorado	5.360.000,00	0,00	0,00	0,00	5.360.000,00
	2ª etapa	Ribeirão Varginha	Adequação de travessia	R. Yoshio Matsumura	5.330.000,00	0,00	0,00	0,00
Adequação de travessia			R. Yoshio Matsumura	9.310.000,00	0,00	0,00	0,00	9.310.000,00
Adequação de travessia			Nas proximidades da Av. Kayo Okamoto	1.120.000,00	0,00	0,00	0,00	1.120.000,00
Córrego Zueling		Adequação de travessia	Av. Paulo Guilguer Reimberg	280.000,00	0,00	0,00	0,00	280.000,00
		Adequação de travessia	Nas proximidades da Av. Paulo Guilguer Reimberg	4.750.000,00	0,00	0,00	0,00	4.750.000,00
3ª etapa	Ribeirão Varginha	Adequação de travessia	Nas proximidades da R. Henrique Reimberg	3.160.000,00	0,00	0,00	0,00	3.160.000,00
Etapa complementar	Ribeirão Varginha	Área verde inundável	Ao longo do ribeirão Varginha	0,00	3.670.000,00	0,00	0,00	3.670.000,00
Total				43.060.000,00	9.860.000,00	10.560.000,00	1.100.000,00	64.580.000,00

TABELA 8.2 Custo estimado das medidas de controle da Alternativa 2 (valores com data base de junho/2025)								
Etapa	Local	Intervenção	Referência	Custo de implantação (R\$)	Custo de desapropriação (R\$)	Custo de remoção (R\$)	Custo ambiental (R\$)	Custo total (R\$)
1ª etapa	Ribeirão Varginha	Adequação de travessia	R. Líbero Giancarlo Castiglia	3.160.000,00	0,00	0,00	0,00	3.160.000,00
		Adequação de travessia	Av. Paulo Guilguer Reimberg	730.000,00	0,00	0,00	0,00	730.000,00
	Afluentes do Jd. Varginha	Canalização em seção mista	Nas proximidades da R. Tereza Maria, entre a R. Camilo Ortellini e as proximidades da Trav. Erwin Fuhrmann	6.340.000,00	2.830.000,00	6.740.000,00	700.000,00	16.610.000,00
		Adequação de travessia	R. Mariano Larsen	180.000,00	0,00	0,00	0,00	180.000,00
		Reforço de galeria	Estr. do Schmidt	4.080.000,00	0,00	0,00	0,00	4.080.000,00
	Afluentes do Jd. Porto Velho	Canalização em seção mista	Nas proximidades da R. Três Corações	1.980.000,00	3.360.000,00	3.820.000,00	400.000,00	9.560.000,00
		Substituição de galeria	Nas proximidades da R. Eldorado	5.360.000,00	0,00	0,00	0,00	5.360.000,00
2ª etapa	Ribeirão Varginha	Adequação de travessia	R. Yoshio Matsumura	5.330.000,00	0,00	0,00	0,00	5.330.000,00
		Adequação de travessia	R. Yoshio Matsumura	9.310.000,00	0,00	0,00	0,00	9.310.000,00
		Adequação de travessia	Nas proximidades da Av. Kayo Okamoto	1.120.000,00	0,00	0,00	0,00	1.120.000,00
	Córrego Zueling	Adequação de travessia	Av. Paulo Guilguer Reimberg	280.000,00	0,00	0,00	0,00	280.000,00
		Adequação de travessia	Nas proximidades da Av. Paulo Guilguer Reimberg	4.750.000,00	0,00	0,00	0,00	4.750.000,00
3ª etapa	Ribeirão Varginha	Adequação de travessia	Nas proximidades da R. Henrique Reimberg	3.160.000,00	0,00	0,00	0,00	3.160.000,00
Etapa complementar	Ribeirão Varginha	Área verde inundável	Ao longo do ribeirão Varginha	0,00	3.670.000,00	0,00	0,00	3.670.000,00
Total				45.780.000,00	9.860.000,00	10.560.000,00	1.100.000,00	67.300.000,00

TABELA 8.3 Custo estimado por etapas das alternativas estudadas				
Alternativa	Etapa			TOTAL (milhões R\$)
	1ª (milhões R\$)	2ª (milhões R\$)	3ª (milhões R\$)	
Alternativa 1	36.960.000,0	20.790.000,0	6.830.000,0	64.580.000,0
Alternativa 2	39.680.000,0	20.790.000,0	6.830.000,0	67.300.000,0

É importante ressaltar que as estimativas apresentadas são avaliações preliminares de custos, que devem ser detalhados durante a elaboração dos projetos quando estes forem contratados.

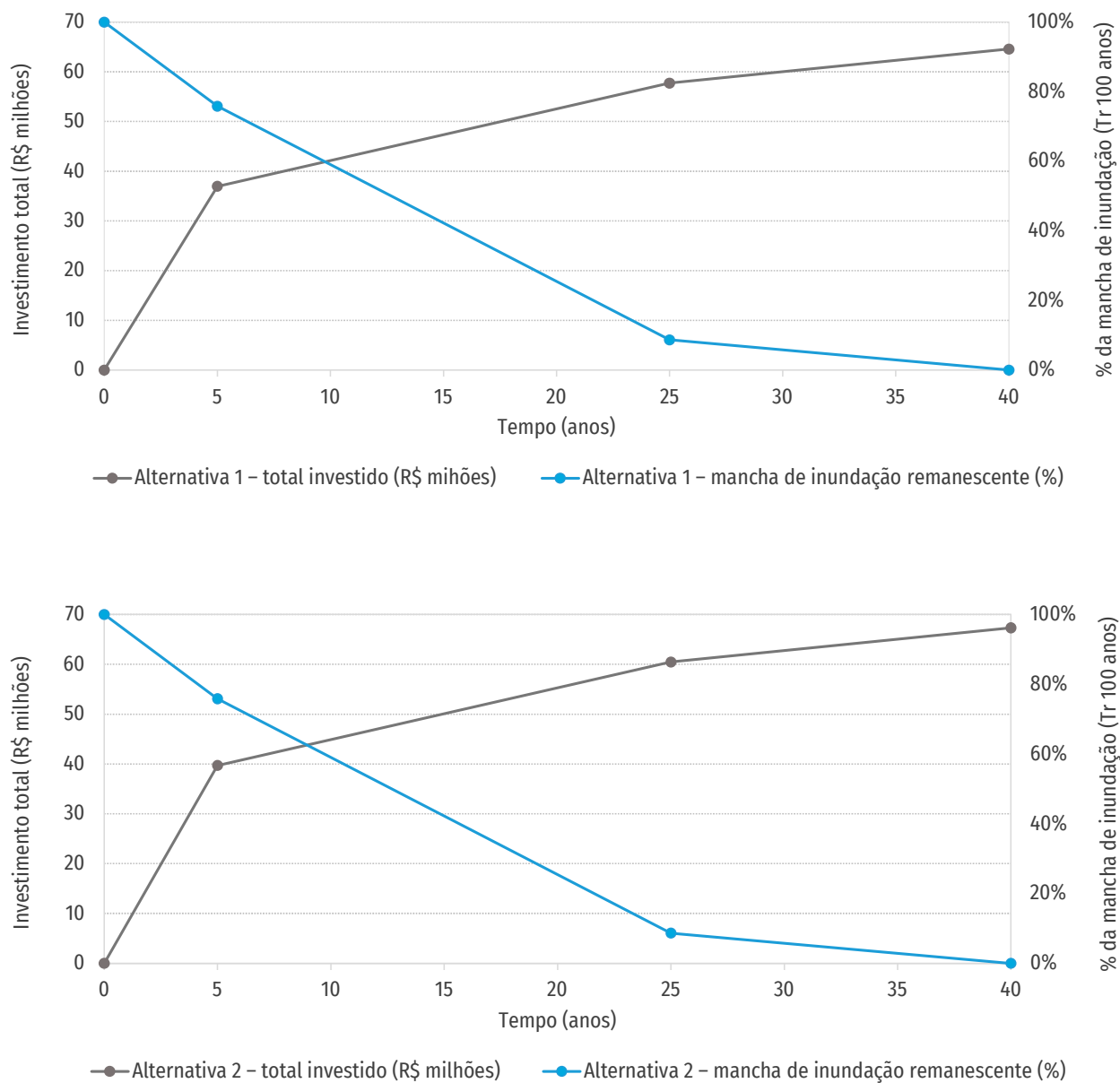
Foram analisadas as curvas de investimento e de redução da mancha de inundação ao longo do horizonte de planejamento de 40 anos, conforme os gráficos apresentados na **FIGURA 8.1**.

O investimento estimado para a primeira etapa proporcionaria reduções de aproximadamente 24% da área de inundação de

recorrência de 100 anos, excluindo a área que será mantida inundável, o que representa em torno de 58% dos custos totais das duas alternativas. Tal investimento se justifica, na prática, pela ampla área de alta criticidade dos locais em termos de risco de inundação.

Estima-se que o custo marginal para que se cumpra a terceira etapa, que proporcionará uma proteção de Tr 100 anos na área de drenagem, seja de aproximadamente 10% do total a ser investido para as alternativas 1 e 2.





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



## Indicadores de drenagem urbana

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

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

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

Os indicadores de desempenho do sistema de drenagem apresentam grande potencialidade para auxiliar as entidades envolvidas no

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

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



**TABELA 9.1 Parâmetros para avaliação e acompanhamento do sistema de drenagem da bacia do ribeirão Varginha**

Parâmetro		Valor
Área de drenagem da bacia do ribeirão Varginha		35,1 km <sup>2</sup>
Perímetro da área da bacia do ribeirão Varginha		89,4 km
Extensão total de córregos		106,0 km
Extensão dos cursos principais	Ribeirão Varginha	7,3 km
	Córrego Zueling	4,4 km
Extensão de córregos fechados		0,8 km
Declividade média do talvegue		0,006 m/m
Área inundável (situação atual)	Tr 5 anos	0,214 km <sup>2</sup>
	Tr 10 anos	0,264 km <sup>2</sup>
	Tr 25 anos	0,319 km <sup>2</sup>
	Tr 100 anos	0,377 km <sup>2</sup>
Risco de inundação	Muito alto	3,01 km <sup>2</sup>
	Alto	3,09 km <sup>2</sup>
	Médio	1,83 km <sup>2</sup>
	Baixo	27,21 km <sup>2</sup>
Área impermeável média	Atual	31,6%
	Máxima permitida	34,6%
Espaços abertos (% da área de drenagem)		2,50%
Mata (% da área de drenagem)		73,93%
Número de habitantes		55 mil habitantes
Vulnerabilidade média (excluídas as áreas não classificadas)		4,41 (alta)



## 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 canalizações e adequações de travessias. São citadas medidas não estruturais, como o zoneamento das áreas inundáveis no processo de controle de cheias no Município de São Paulo, e, nesse caso, estudos específicos devem ser desenvolvidos. O mapa do potencial de implantação de medidas infiltrantes foi produzido tendo em vista o incentivo

à adoção de medidas sustentáveis de controle de cheias.

Foram avaliadas duas alternativas de controle de cheias para a bacia do ribeirão Varginha. A Alternativa 1 prevê a ampliação nas travessias, canalizações em gabião e a manutenção de faixas naturalmente inundáveis pelos principais cursos d'água da bacia. A Alternativa 2 mantém a implantação dessas mesmas medidas, com a exceção de que propõe que algumas canalizações, previstas na Alternativa 1 em gabião, passem a adotar a estrutura de seção mista com taludes vegetados.

As duas alternativas protegem a bacia para Tr 100 anos. Cabe ressaltar 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 área de drenagem para chuvas de Tr 25 anos; e a terceira etapa, com obras para proteção de Tr 100 anos.

O desenvolvimento deste Caderno foi coordenado tecnicamente pela Secretaria Municipal de Infraestrutura e Obras – SIURB, a qual propiciou a articulação institucional das seguintes secretarias: Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente – SVMA, Secretaria Municipal de Habitação – SEHAB, Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento – SMUL e subprefeituras de Paraleiros e da Capela do Socorro.



# 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 ambientais<sup>22</sup>.

### **Dique**

Estrutura de contenção em margens de rios e de lagos, com a finalidade de evitar o extravasamento da água.

### **Escoamento Superficial Direto**

Parcela da água precipitada que não infiltra no solo e que escoar superficialmente até alcançar os corpos de água. O mesmo que *runoff* em inglês.

### **Inundação**

Transbordamento de água da calha de rios, lagos e reservatórios, provocado por chuva intensa, em áreas não habitualmente submersas.

### **Macro drenagem**

O sistema de macro drenagem é formado por um conjunto de obras hidráulicas necessárias para escoar e controlar as cheias. Em áreas urbanas, é um sistema fundamental para a mobilidade, preservação da integridade do patrimônio, proteção da saúde e defesa da vida da população. O sistema de macro drenagem é interligado ao sistema de micro drenagem, por isso os dois sistemas devem ser projetados em conjunto. Dentre as obras hidráulicas da macro drenagem, destacam-se: canais, reservatórios, diques, bombeamento de áreas baixas etc.

### **Micro drenagem**

O sistema de micro drenagem consiste num conjunto de obras hidráulicas necessário para escoar o excesso de chuva nas calçadas e ruas. Dentre essas obras, destacam-se: guias e sarjetas, captações (bocas-de-lobo e bocas-de-leão) etc., e a rede de galerias de águas pluviais. A principal função da micro drenagem é manter o sistema viário livre do escoamento superficial e evitar alagamentos que possam atingir imóveis e equipamentos urbanos.

---

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 posicionamento em relação ao canal que contribui para o reservatório.

O reservatório *in line* é posicionado ao longo do canal. Possui, em geral, uma estrutura de barramento dotada de um descarregador de fundo e extravasor. A capacidade do descarregador é limitada à capacidade do trecho de canal a jusante. O extravasor funciona como um dispositivo de segurança para vazões superiores à vazão de projeto.

O reservatório *off line* é implantado paralelamente ao canal e recebe a vazão excedente por um vertedor lateral. O nível da soleira do vertedor é definido em função do nível máximo admitido no canal, e as suas dimensões são determinadas em função da vazão excedente a ser lançada no reservatório. A descarga do reservatório lateral pode ser feita por gravidade, através de válvulas de retenção que se abrem quando o nível do canal abaixa. Pode também ser esvaziado por bombeamento.

Quando permanece seco na estiagem, o reservatório é chamado de reservatório (ou bacia) de detenção. Quando mantém um volume permanente de água (lago), é chamado de reservatório (ou bacia) de retenção.

### **Risco**

É a probabilidade de ocorrer um dano. Essa probabilidade é estimada em função dos fatores que interferem na ocorrência do dano. No caso de chuvas intensas, por exemplo, ele pode ser estimado em função do risco hidrológico (não controlável) e pela exposição ao risco (controlável).

### **Zoneamento de inundação**

Medida não estrutural de controle de cheias que mapeia as áreas inundáveis em função do risco. Essas áreas podem ter o seu uso e a sua ocupação disciplinados pelo Plano Diretor Estratégico da cidade.