

Proposta de parque linear junto ao córrego Suzano, na Av. Jacinto Menezes Palhares



CADERNO DE BACIA HIDROGRÁFICA

BACIA DO CÓRREGO DA MOOCA



CADERNO DE BACIA HIDROGRÁFICA
**BACIA DO CÓRREGO
DA MOOCA**



BACIA DO CÓRREGO DA MOOCA



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

CADERNO DE BACIA HIDROGRÁFICA

BACIA DO CÓRREGO DA MOOCA

São Paulo, 2024



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica



CIDADE DE
SÃO PAULO
INFRAESTRUTURA
URBANA E OBRAS

| EQUIPE TÉCNICA | |
|--------------------------------------|----------------------|
| Nome | Função |
| Flavio Conde | Coordenador de Área |
| André Sandor Kajdacsy Balla Sosnoski | Engenheiro Civil |
| Erika Naomi de Souza Tominaga | Engenheira Ambiental |
| Pedro Luiz de Castro Algodoal | Engenheiro Civil |
| Rodrigo Martins Lucci | Engenheiro Civil |
| Sara Martins Pion | Engenheira Civil |
| Caio Gama de Camilo | Pesquisador |
| Danila Rodrigues | Pesquisadora |
| Filipe Chaves Gonçalves | Pesquisador |
| João Pedro Coelho Belini | Pesquisador |
| Lucas Alves da Costa | Pesquisador |
| Luiz Filipe Rodrigues Moreira | Pesquisador |
| Vinicius Lino e Silva | Pesquisador |
| Larissa Silvestre Santos de Bessa | Estagiária |
| Mariana Keiko Yamasaki Rodrigues | Estagiária |

Realização: Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica

Projeto gráfico, capa e diagramação: Mayara Menezes do Moinho

Revisão de texto: Simone Oliveira

Foto da capa: FCTH

C122 Caderno de bacia hidrográfica: bacia do córrego da Mooca / Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica – São Paulo: FCTH/SIURB, 2024. 270 p.

ISBN 978-65-89429-15-9

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

CDD 627.12



Sumário

| | | | |
|---|------------|---|------------|
| Apresentação | 9 | 4. Mapeamento de áreas críticas | 139 |
| 1. Definição de diretrizes básicas dos estudos | 13 | 4.1 Áreas inundáveis | 139 |
| Plano Diretor Estratégico – PDE | 15 | 4.2 Áreas críticas..... | 144 |
| 2. Caracterização da bacia | 23 | 5. Estudos e projetos existentes para a bacia | 151 |
| 2.1 Localização | 23 | 6. Alternativas propostas | 165 |
| 2.2 Histórico da bacia | 26 | 6.1 Alternativa 1 | 168 |
| 2.3 Hidrografia..... | 28 | 6.2 Alternativa 2..... | 176 |
| 2.4 Monitoramento hidrológico | 64 | 6.3 Localização e principais características das obras de reservação | 184 |
| 2.5 Relevo | 74 | 6.4 Vistas e perspectivas do parque linear PMO-1..... | 193 |
| 2.6 Carta geotécnica..... | 78 | 6.5 Medidas complementares..... | 210 |
| 2.7 Uso do solo | 78 | 6.6 Medidas não estruturais..... | 210 |
| 2.8 Zoneamento urbano..... | 86 | 6.7 Medidas de drenagem sustentáveis..... | 223 |
| 2.9 População..... | 100 | 7. Etapas de implantação das alternativas | 231 |
| 2.10 Divisão administrativa municipal..... | 108 | 7.1 Desempenho das intervenções da 1ª etapa | 242 |
| 2.11 Sistema de esgotamento sanitário..... | 108 | 8. Custo estimado | 249 |
| 2.12 Sistema viário..... | 109 | 9. Indicadores de drenagem urbana | 261 |
| 3. Critérios para o estudo | 119 | 10. Considerações finais | 265 |
| 3.1 Chuva de projeto | 120 | Glossário | 267 |
| 3.2 Sub-bacias hidrográficas..... | 125 | | |
| 3.3 Impermeabilização da bacia | 130 | | |

Lista de abreviaturas e siglas

| | |
|----------------|---|
| AC | Clubes Esportivos Sociais |
| CCOI | Centro de Controle Operacional Integrado |
| CDC | Clube da Comunidade |
| CEE | Centro Educacional e Esportivo |
| CET | Companhia de Engenharia de Tráfego |
| CGE | Centro de Gerenciamento de Emergência |
| CienTec | Parque da Ciência e Tecnologia da Universidade de São Paulo |
| CN | Curve Number |
| COE | Código de Obras e Edificações |
| COMDEC | Coordenadoria Municipal de Defesa Civil |
| CRHi | Coordenadoria de Recursos Hídricos |
| CTB | Código de Trânsito Brasileiro |
| DAEE | Departamento de Águas e Energia Elétrica |
| EPA | Environmental Protection Agency |

| | | | |
|---------------|--|---------------|---|
| EPUSP | Escola Politécnica da Universidade de São Paulo | PERH | Plano Estadual de Recursos Hídricos |
| FCTH | Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica | PHA | Departamento de Engenharia Hidráulica |
| FLU | Fluviométrico | PLU | Pluviométrico |
| FUSP | Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo | PMAPSP | Plano Municipal de Gestão do Sistema de Águas Pluviais de São Paulo |
| GPRS | General Packet Radio Service | PMH | Plano Municipal de Habitação |
| GSM | Global System for Mobile Communications | PMSP | Prefeitura do Município de São Paulo |
| IAG | Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas | PPCV | Plano Preventivo Chuvas de Verão |
| IDF | Intensidade-duração-frequência | PROCAV | Programa de Canalização de Córregos e Construção de Avenidas de Fundo de Vale |
| IPVS | Índice Paulista de Vulnerabilidade Social | QA | Quota Ambiental |
| LPUOS | Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo | RMO | Reservatório Mooca |
| MDC | Mapa Digital da Cidade | RMSP | Região Metropolitana de São Paulo |
| MPCA | Minnesota Pollution Control Agency | SAISP | Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo |
| NUDEC | Núcleos de Defesa Civil | SbN | Soluções baseadas na Natureza |
| ODS | Objetivos do Desenvolvimento Sustentável | SEHAB | Secretaria Municipal de Habitação |
| ONU | Organização das Nações Unidas | SF | Secretaria Municipal da Fazenda |
| PA | Perímetro de Qualificação Ambiental | SIURB | Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras |
| PCSWMM | Personal Computer Storm Water Management Model | SMADS | Secretaria Municipal de Assistência e Desenvolvimento Social |
| PDD | Plano Diretor de Drenagem | SMDU | Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano |
| PDE | Plano Diretor Estratégico | | |
| PDMAT | Plano Diretor de Macrodrenagem do Alto Tietê | | |

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

Apresentação

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

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

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

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

Este Caderno refere-se à bacia hidrográfica do córrego da Mooca, localizada na margem direita do Rio Tamanduateí, na região Leste 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 quatro etapas: a primeira etapa é delimitada para proteger as áreas críticas da bacia contra chuvas mais recorrentes; a segunda protege a bacia para chuvas com Tr 10 anos; a terceira etapa foi dimensionada para chuvas com Tr 25 anos; e a quarta etapa, por sua vez, protege a bacia para chuvas com Tr 100 anos. Esse capítulo aborda ainda a necessidade de adoção de medidas não estruturais, como o zoneamento de inundações e sua regulamentação; o desenvolvimento do plano de contingência para atuar em situações de emergência de inundações; e o sistema de alerta no Município de São Paulo. Também apresenta a aplicabilidade das medidas de drenagem sustentáveis em função da declividade e da geologia da bacia, indicando seu potencial de implantação.

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

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

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

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

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



Foto aérea da região do Pq. Profª Lydia Natalizio Diogo (foto: FCTH)

Definição de diretrizes básicas dos estudos

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

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

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

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

O planejamento da drenagem urbana deve se articular com entidades municipais, estaduais e federais, para que os diversos aspectos legais e técnicos relacionados a outros planos de infraestrutura sejam considerados na elaboração de medidas de controle do escoamento superficial. É o caso,

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

PLANO DIRETOR ESTRATÉGICO – PDE

O Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo, de 31 de julho de 2014, é uma lei municipal que orienta o desenvolvimento

e o crescimento da cidade até 2029. Esse plano encontra-se atualmente em revisão.

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

Em 8 de julho de 2023, entrou em vigor o novo texto do Plano Diretor, decorrente da Revisão Intermediária do Plano Diretor (Lei n. 17.975/2023). Essa lei abrange a revisão intermediária do PDE envolvendo ajustes e adequações nos instrumentos da Política de Desenvolvimento Urbano. Com isso, essa política passa a ser orientada pelos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, da Organização das Nações Unidas (ONU) para o Desenvolvimento Sustentável, bem como pelas ações para o enfrentamento das mudanças climáticas, em conformidade com acordos internacionais.

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

-
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.

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 da rede hídrica ambiental (constituída pelo conjunto de cursos d'água, cabeceiras de drenagem, nascentes,

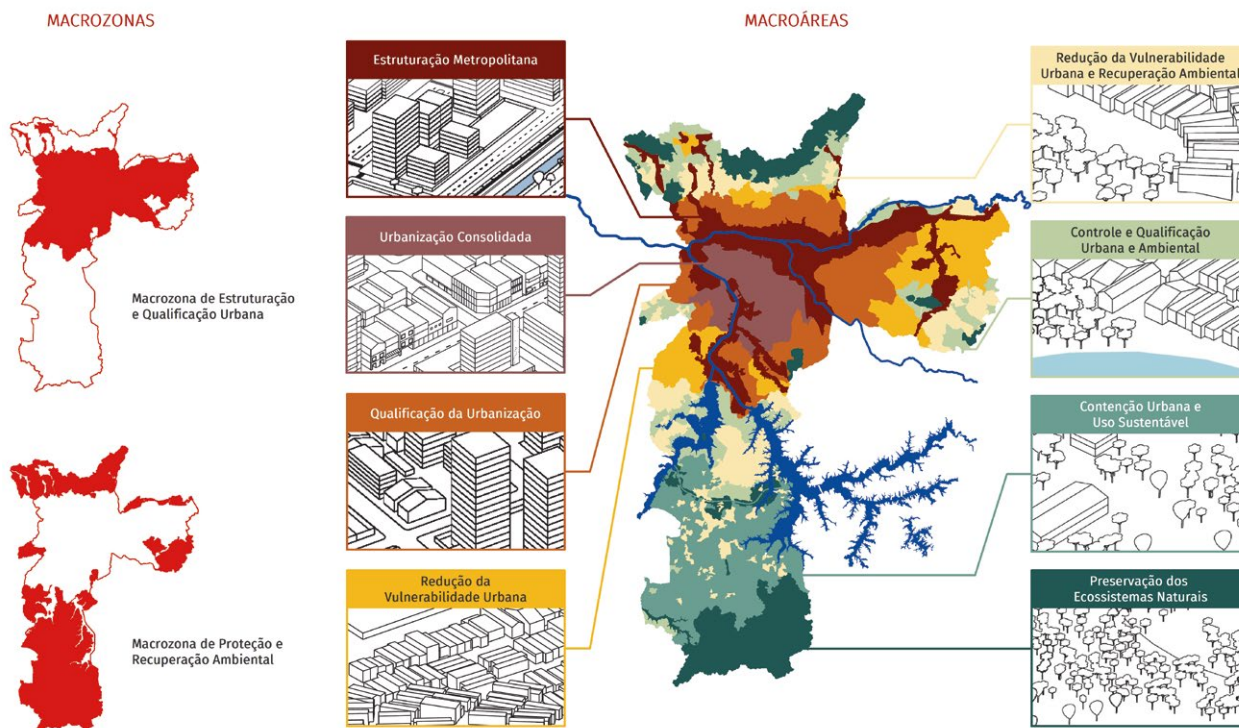


FIGURA 1.1 Elementos estruturantes do ordenamento territorial: macrozonas e macroáreas (modificado de PDE, 2014)

olhos-d'água e planícies aluviais) e dos parques urbanos, lineares e naturais, com áreas verdes significativas e áreas protegidas. Dentre os objetivos urbanísticos e ambientais estratégicos relacionados à recuperação e proteção da rede hídrica 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;
- Ampliar os parques urbanos e lineares para equilibrar a relação entre o ambiente construído e as áreas verdes e livres e, assim, garantir espaços de lazer e recreação para a população;
- Proteger nascentes, olhos-d'água, cabeceiras de drenagem e planícies aluviais;
- Articular, por meio de caminhos de pedestres e ciclovias, preferencialmente nos fundos de vale, as áreas verdes significativas, os espaços livres e os parques urbanos e lineares;
- Adotar Soluções baseadas na Natureza (SbN) nas intervenções, especialmente as do Sistema de Saneamento Ambiental, com o intuito de melhorar a qualidade urbanística e ambiental das bacias hidrográficas.

O PDE traz a integração de políticas e dos sistemas urbanos e ambientais para as questões do ordenamento territorial, e cita como diretrizes da política ambiental (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 retenção 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 como uma unidade territorial de análise para diagnóstico, planejamento, monitoramento e elaboração de projetos;

- Consideram o impacto do uso e da ocupação do solo na impermeabilização da bacia hidrográfica;
- Estimulam e apontam áreas potenciais para a implantação de infraestrutura sustentável, como as medidas de drenagem sustentáveis;
- Respeitam as capacidades hidráulicas dos corpos d'água, impedindo vazões excessivas;
- Utilizam tecnologia avançada de modelagem hidrológica e hidráulica, que permite o mapeamento das áreas de risco de inundação;
- Produzem o mapeamento georreferenciado dos elementos de macrodrenagem, incluindo canais naturais e artificiais, galerias e reservatórios de retenção ou contenção;
- Propõem sistemas de detenção, retenção e infiltração das águas pluviais, visando a redução das inundações e a melhoria do espaço urbano, da paisagem e do meio ambiente, adotando critérios urbanísticos e paisagísticos que possibilitem a integração harmônica das infraestruturas com o meio ambiente urbano;
- Adotam os parques lineares em fundos de vale como parte integrante do sistema de controle de cheias, destacando sua função de equilibrar a relação entre

o ambiente construído e as áreas verdes e livres e garantir espaços de lazer e recreação para a população.

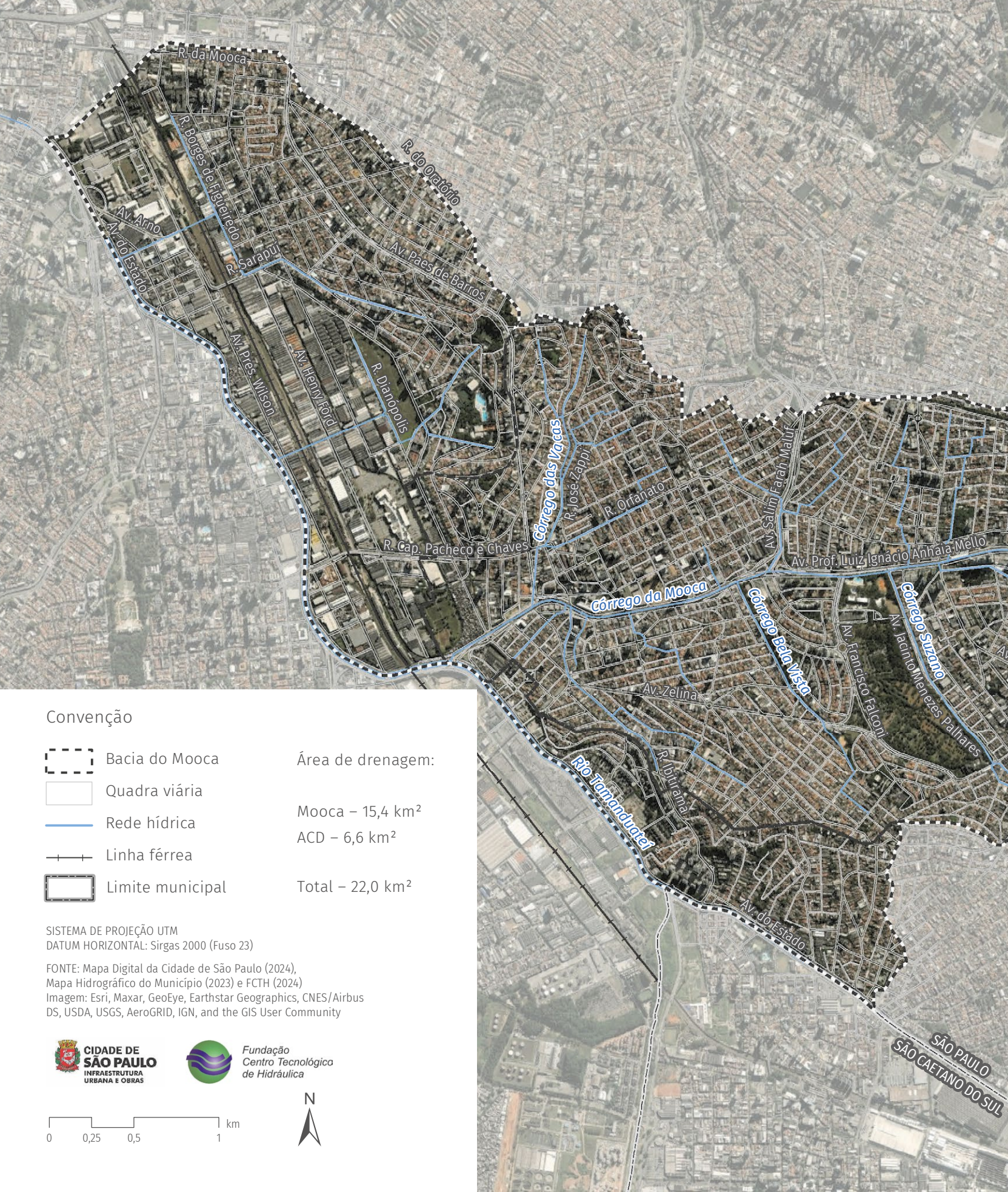
Essa ação está de acordo com um dos objetivos do Programa de Recuperação Ambiental de Fundos de Vale, que é a ampliação de áreas verdes a partir da criação de parques lineares, aumentando a infiltração das águas pluviais no solo e criando áreas inundáveis, depressões e lagos para sua retenção, quando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

Caracterização da bacia

2.1 LOCALIZAÇÃO

A bacia do córrego da Mooca, localizada na zona Leste do Município de São Paulo, abrange uma área de 22 km² (bacia do Mooca: 15,4 km²; e Área de Contribuição Direta: 6,6 km²), correspondente a 1,4% da área total do município. Essa bacia é afluente da margem direita do Rio Tamanduateí e situa-se entre a bacia do córrego Coberá, a montante, e a bacia do córrego Cassandoca, a jusante.

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



Convenção

- | | | |
|--|------------------|------------------------------|
|  | Bacia do Mooca | Área de drenagem: |
|  | Quadra viária | Mooca – 15,4 km ² |
|  | Rede hídrica | ACD – 6,6 km ² |
|  | Linha férrea | Total – 22,0 km ² |
|  | Limite municipal | |

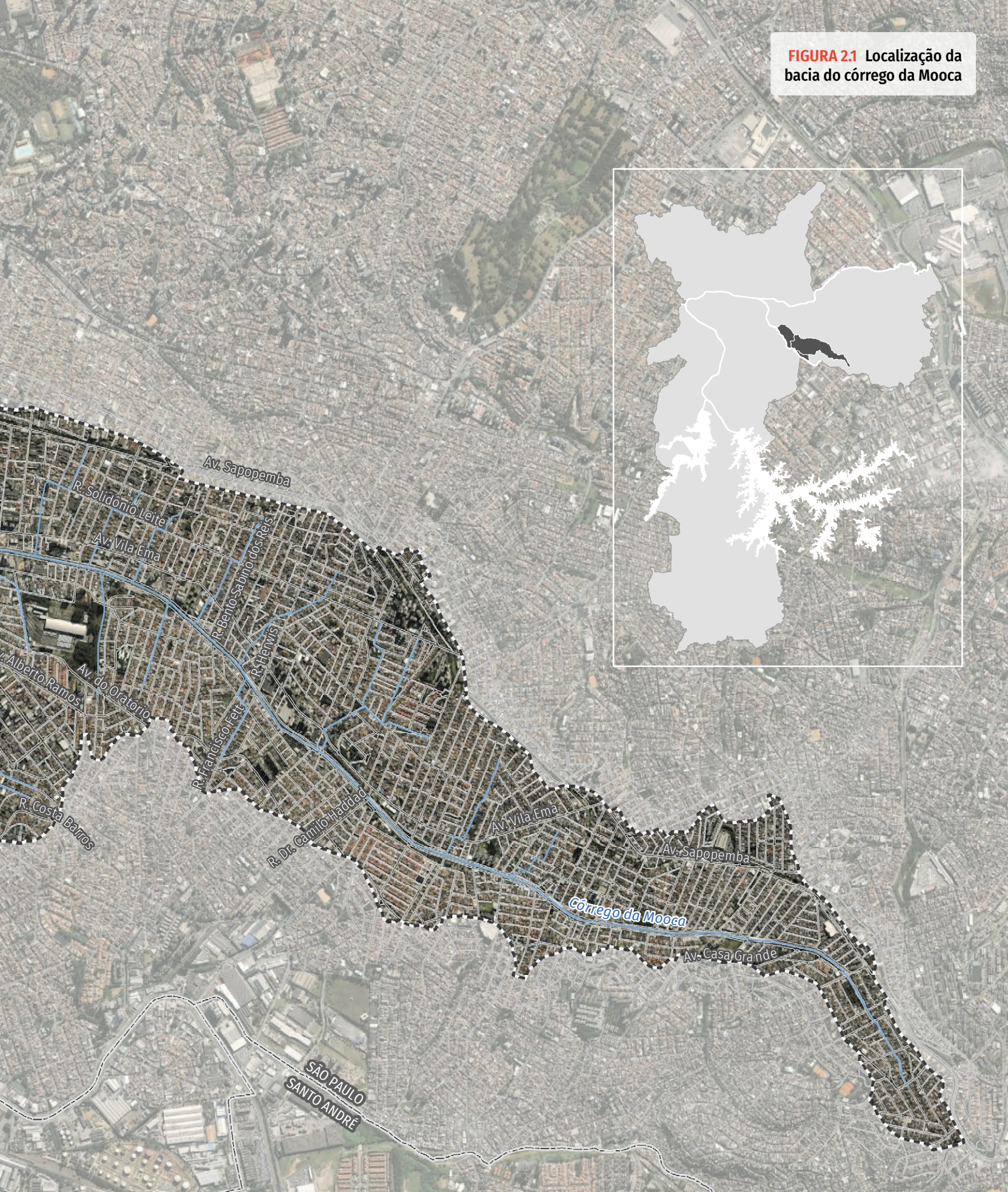
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
 Mapa Hidrográfico do Município (2023) e FCTH (2024)
 Imagem: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus
 DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community



SÃO PAULO
 SÃO CAETANO DO SUL

FIGURA 2.1 Localização da
bacia do córrego da Mooca



2.2 HISTÓRICO DA BACIA

A bacia do córrego da Mooca se insere no contexto de expansão urbana da zona Leste do Município de São Paulo, especificamente do bairro da Vila Prudente. A ocupação da região teve início no fim do século XIX, quando se estabeleceram, a jusante da bacia, os primeiros núcleos industriais, em razão da proximidade do local com a estação Ipiranga da estrada de ferro São Paulo Railway. Os irmãos Falchi, responsáveis pelas primeiras fábricas da região, solicitaram ao engenheiro Antônio Prudente de Moraes – primo do então presidente do estado de São Paulo, Prudente de Moraes – que fizesse um estudo preliminar para lotear toda a área⁵, formando, assim, um conjunto de arruamentos no entorno de um núcleo industrial para a produção de chocolates e confeitos.

Até o início do século XX, o uso industrial da região era predominante. Apenas a partir de 1930 novos bairros residenciais começaram a ser construídos no entorno da Vila

Prudente, como a Vila Zelina, a Vila Alpina e a Vila Santa Clara⁶. A expansão da zona urbana ocorreu de forma desconectada do planejamento urbano da cidade, tanto em termos de transporte e mobilidade quanto de infraestrutura básica (abastecimento de água, sistema de coleta de esgoto, drenagem de águas pluviais, entre outros).

Esse processo se intensificou entre as décadas de 1940 e 1960, devido à industrialização, ao aumento populacional relacionado à transferência da população do campo para a cidade, à atração de imigrantes pelo grande crescimento da economia de São Paulo, à abertura de loteamentos e à substituição do transporte ferroviário pelo rodoviário⁷. Até 1970, as modificações se deram exclusivamente na região de jusante da bacia, com preservação das áreas de cabeceira e uso predominantemente rural dos terrenos lindeiros.

Os vales do córrego da Mooca e de seus afluentes deram espaço ao sistema viário a partir da década de 1970, priorizando a circulação de transporte em detrimento da

5. ZADRA, N. **Vila Prudente do bonde a burro ao metrô: um relato histórico sobre o grande bairro paulistano**. São Paulo: Atrativa, 2010.

6. MENDES, R. da S. Os bairros da zona Sul e os bairros ocidentais. In: AZEVEDO, A. de. (org.) **A cidade de São Paulo**. v. 3. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1958.

7. BERGES, B. **Geomorfologia urbana histórica aplicada à análise das inundações na bacia hidrográfica do córrego da Mooca**. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.



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

preservação dos cursos d'água. O talvegue principal equivale ao traçado da Avenida Professor Luiz Ignácio Anhaia Mello, com extensão de 10 km. A construção de avenidas, por sua vez, potencializou o processo de urbanização e ocupação da região nas décadas de 1980 e 1990, uma vez que o novo sistema viário facilitou o acesso e a mobilidade na região.

O mesmo se observou vinte anos depois, notadamente após a inauguração da estação do Metrô Vila Prudente, que serviu de atrativo para a construção de edifícios comerciais e residenciais de médio e alto padrão no entorno da estação.

Verifica-se, dessa forma, que a bacia do córrego da Mooca é um exemplo típico da relação direta entre a mudança de ocupação do território e a implantação de novos sistemas de transporte.

No entanto, a ausência de planejamento de tal ocupação teve efeitos deletérios sobre a drenagem das águas pluviais, com a alteração das características naturais dos cursos d'água, a impermeabilização e o assoreamento de canais pelo transporte de sedimentos provenientes da erosão do solo. Isso culminou no aumento das vazões afluentes nas épocas chuvosas e, conseqüentemente, dos problemas relacionados a inundações.

2.3 HIDROGRAFIA

A hidrografia principal da bacia em estudo é composta pelo córrego da Mooca e afluentes de primeira ordem e pequena extensão – se comparados ao córrego principal. Desse, merece destaque o córrego das Vacas, afluente do córrego da Mooca pela margem direita, já próximo à foz no Rio Tamanduateí. A extensão total do talvegue principal é de 10.100 m.

O córrego da Mooca tem sua nascente no Jardim Planalto, bairro da zona Leste de São Paulo. Hoje, essa nascente é ocupada por quadras de uso e ocupação essencialmente comercial e está próxima à estação elevatória da Sabesp em Sapopemba. O córrego está canalizado em galerias sob a Rua Flávio Tambelini, e sua continuação segue pela Avenida João Tobias Rabelo até seu cruzamento com a Avenida Professor Luiz Ignácio Anhaia Mello. A partir desse ponto, as águas escoam pela galeria sob essa avenida em toda a sua extensão, desaguando no Rio Tamanduateí.

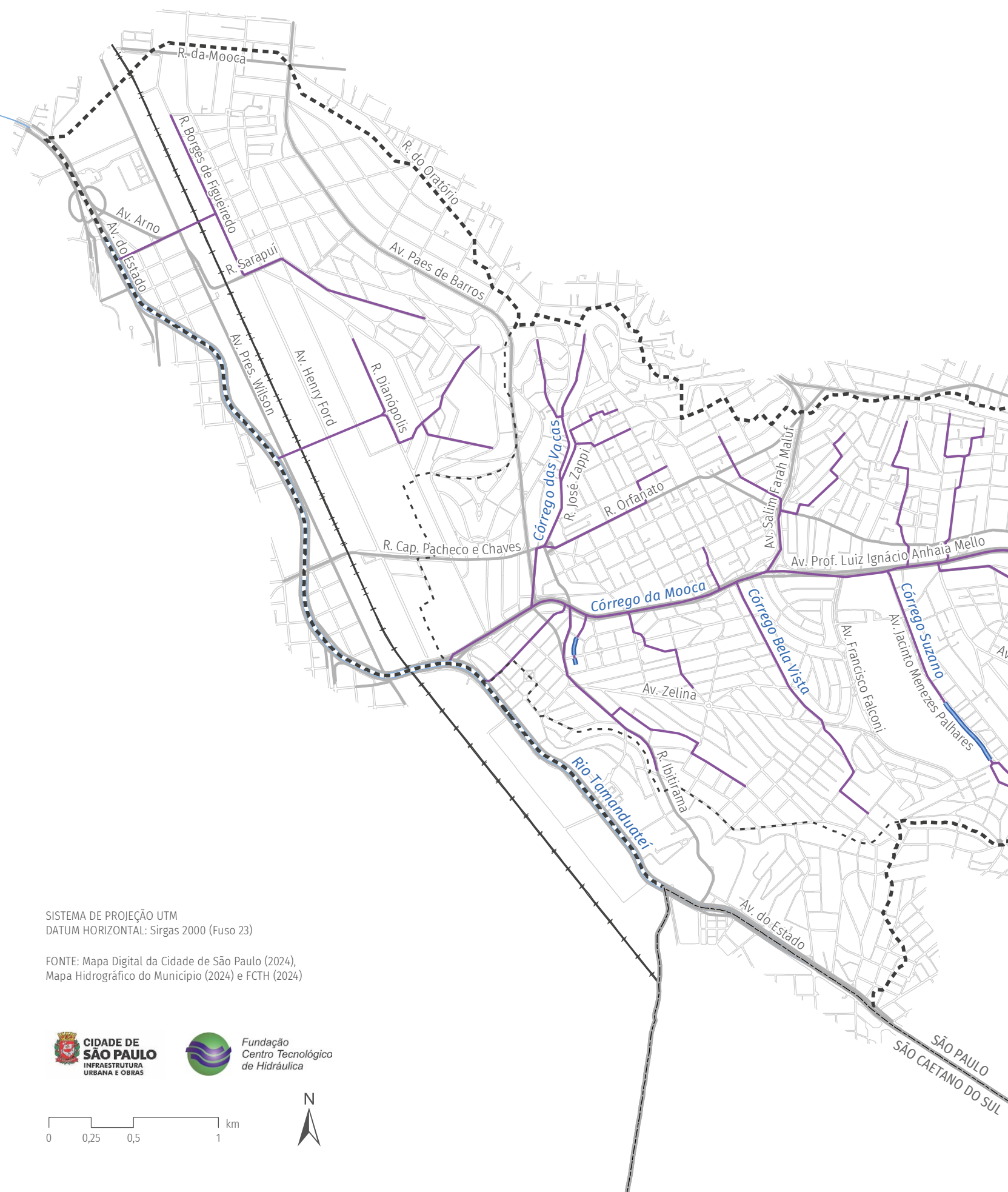
Já a galeria do córrego das Vacas se inicia na Rua do Oratório e percorre aproximadamente 1.125 m sob a Rua José Zappi e 165 m sob a Rua Ituverava, com seus 185 m finais sob a Avenida Paes de Barros. Ele deságua no córrego da Mooca imediatamente a jusante

do terminal rodoviário da Vila Prudente, a 600 m da foz do Mooca no Rio Tamanduatéi.

O mapa hidrográfico da bacia do córrego da Mooca é apresentado na **FIGURA 2.3**. O traçado desse mapa leva em consideração a situação atual dos córregos existentes na bacia, tendo sido elaborado com base em cadastros disponíveis na Prefeitura de São Paulo e no Mapa Hidrográfico da Cidade de São Paulo. Na imagem, é possível verificar

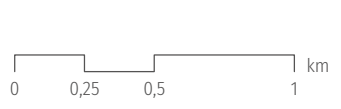
que os córregos dessa bacia se encontram totalmente canalizados em galerias, suprimidos da paisagem urbana para dar espaço à urbanização, às grandes avenidas e aos sistemas de transporte.

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



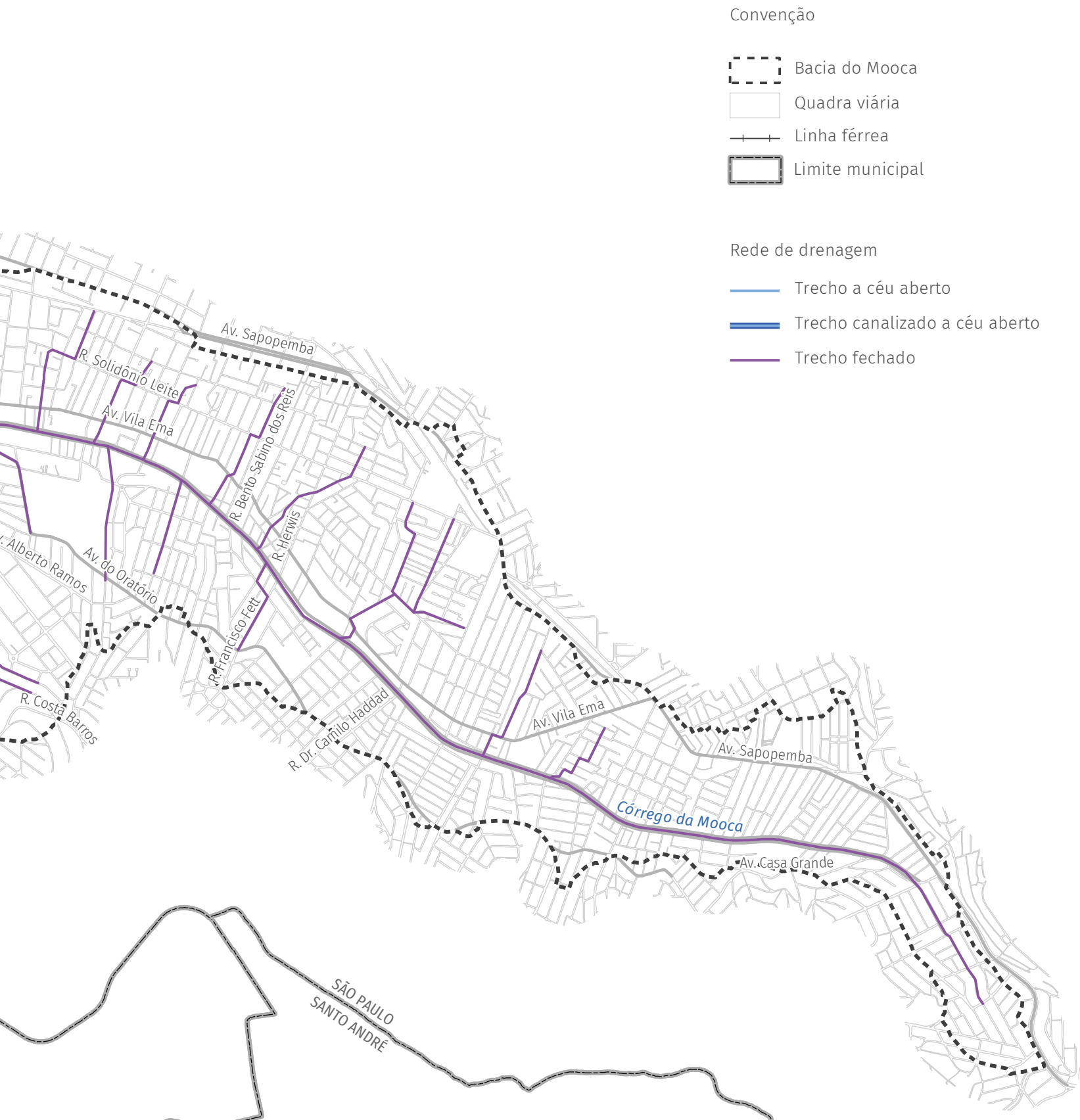
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

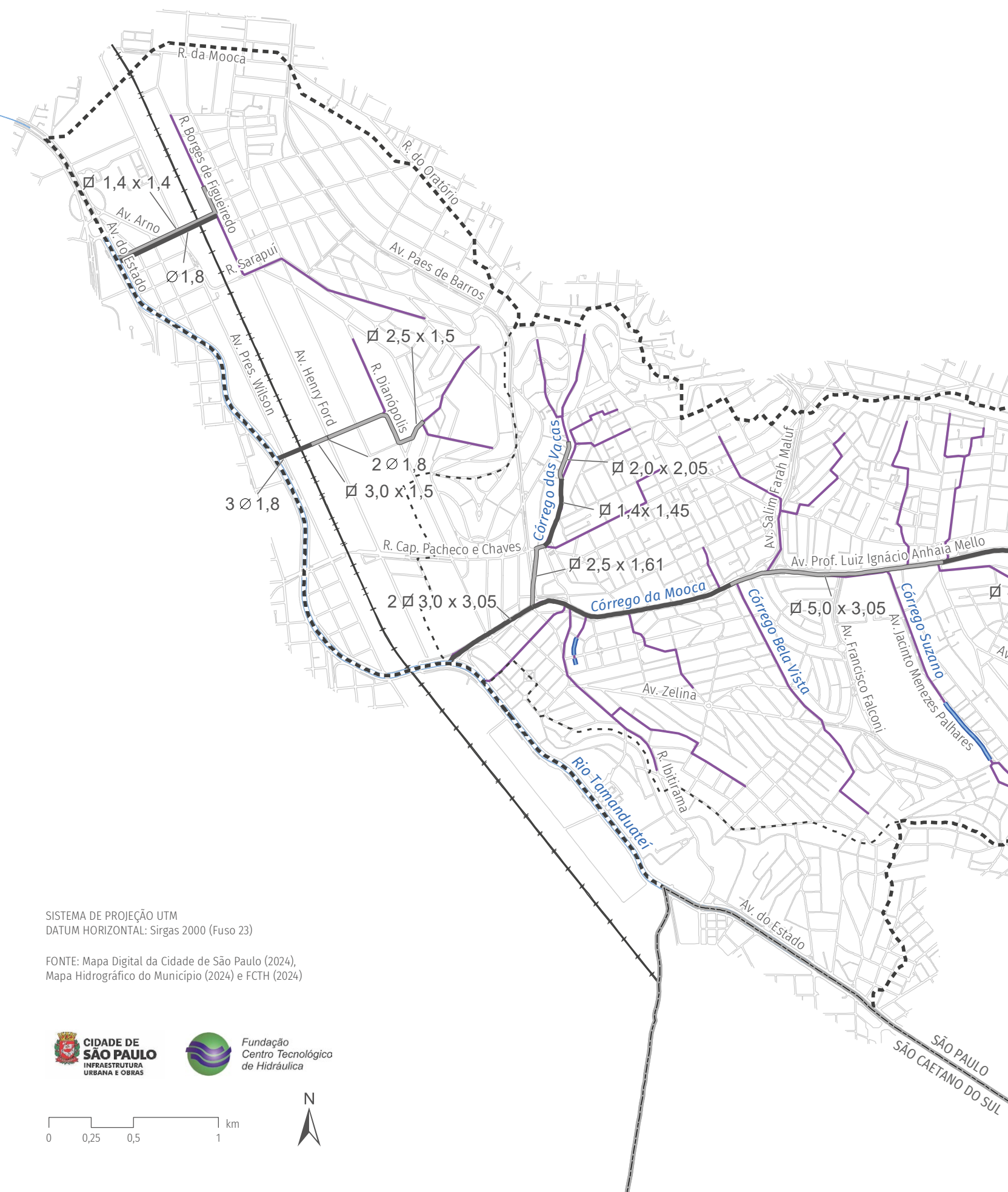
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
Mapa Hidrográfico do Município (2024) e FCTH (2024)



SÃO PAULO
SÃO CAETANO DO SUL

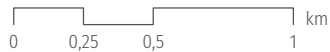
FIGURA 2.3 Rede hídrica principal da bacia do córrego da Mooca





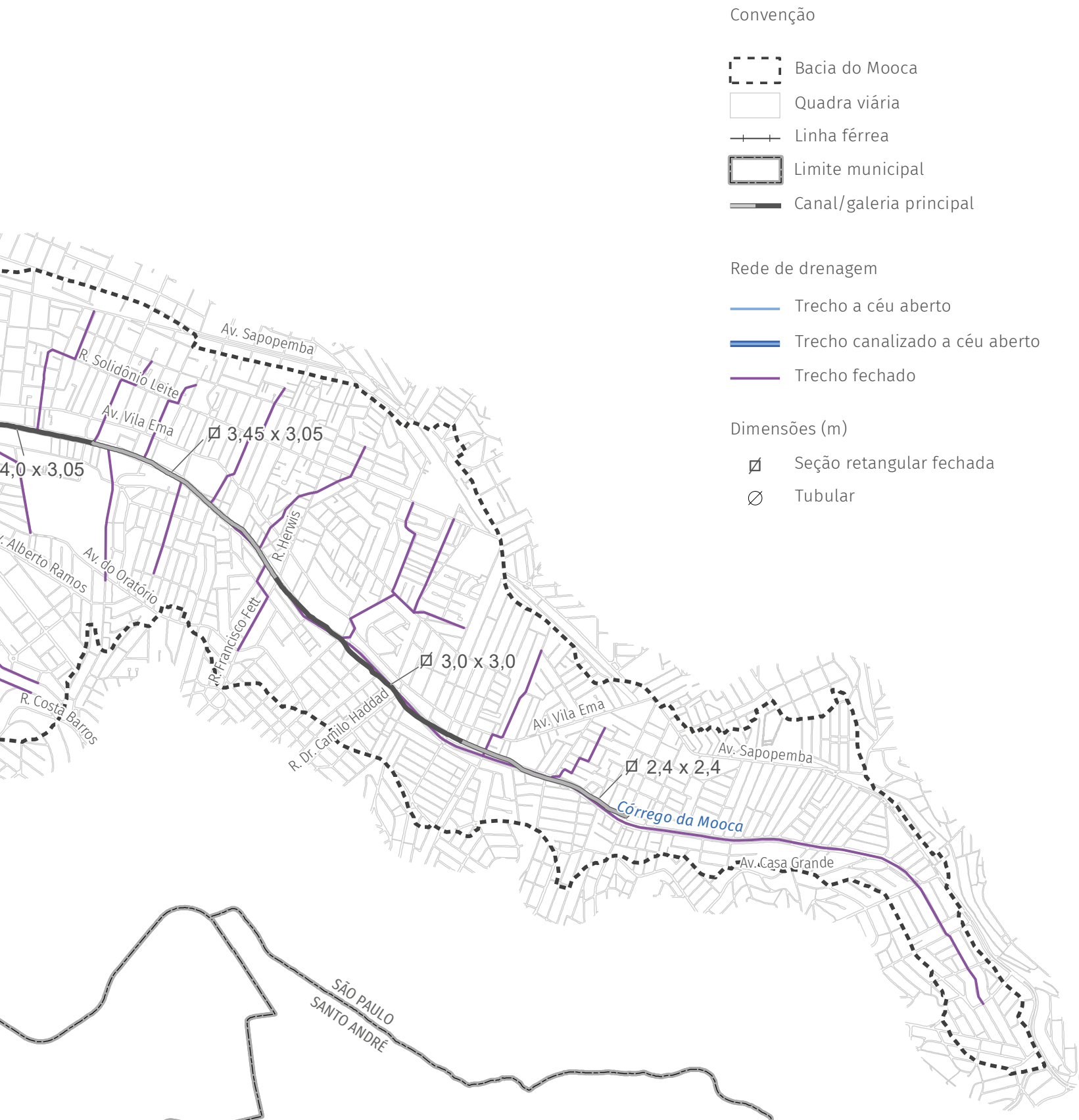
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

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



SÃO PAULO
 SÃO CAETANO DO SUL

FIGURA 2.4 Dimensões das principais galerias de drenagem da bacia do córrego da Mooca



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 de urbanização sobre o sistema de drenagem. Entre tais medidas, há as tradicionalmente utilizadas – e necessárias –,

como reforço de galeria, canalizações, reservatórios de armazenamento e pôlderes, assim como medidas consideradas mais sustentáveis, como parques lineares com ou sem reservação, abertura de canais, revitalização de cursos d'água, infraestrutura verde, convivência com as cheias e sistema de alerta a inundação.

Apesar de já existirem iniciativas e diversas soluções de drenagem sustentáveis implantadas na cidade de São Paulo⁸, os sistemas de drenagem existentes no município ainda são majoritariamente convencionais. Contudo, há que se destacar um dispositivo, implantado no sistema de macrodrenagem, que é o sistema de vertimento controlado do lago do Parque da Aclimação, com benefício direto no abatimento das cheias a jusante do parque, mantendo as características principais de lazer e a fauna e a flora aquáticas locais.

Vale lembrar que os processos resultantes da ocupação desordenada e acelerada, a intensa impermeabilização do solo urbano e a implantação do sistema de drenagem das vias têm impacto significativo no aumento do escoamento superficial e das vazões nos corpos hídricos receptores. A ampliação do

8. 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.

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.

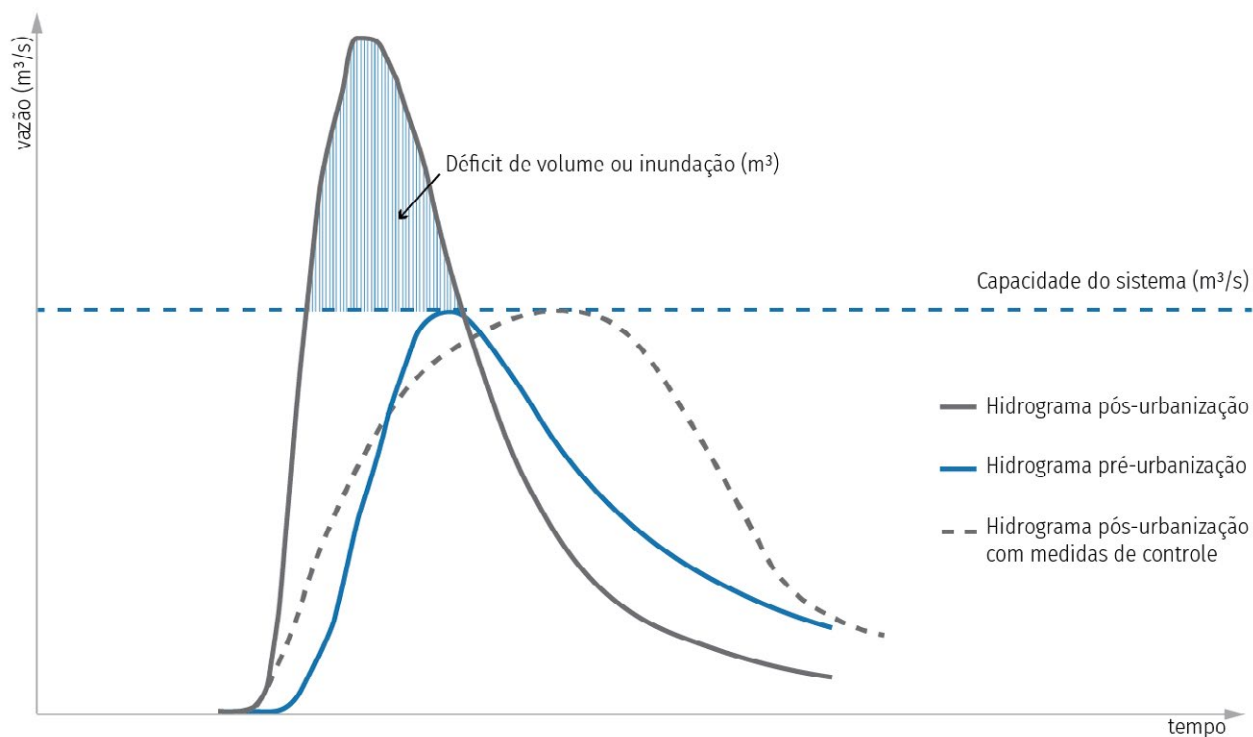


FIGURA 2.5 Hidrograma hipotético do efeito da urbanização

Atualmente, as bacias do município já se encontram na condição do hidrograma pós-urbanização, e a combinação da implantação de medidas convencionais e de soluções de drenagem sustentáveis visa aproximá-las das condições do hidrograma amortecido dentro da capacidade do sistema.

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

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

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

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

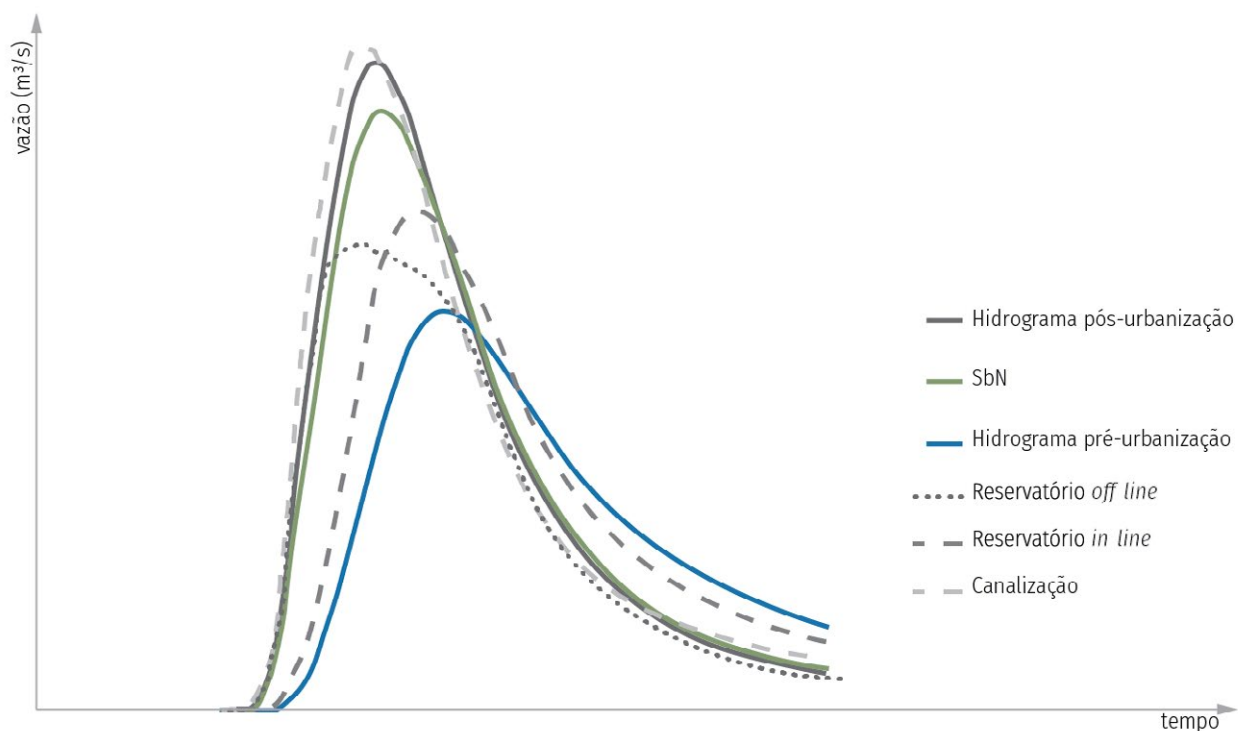


FIGURA 2.6 Hidrograma representativo da ação das medidas de controle

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.

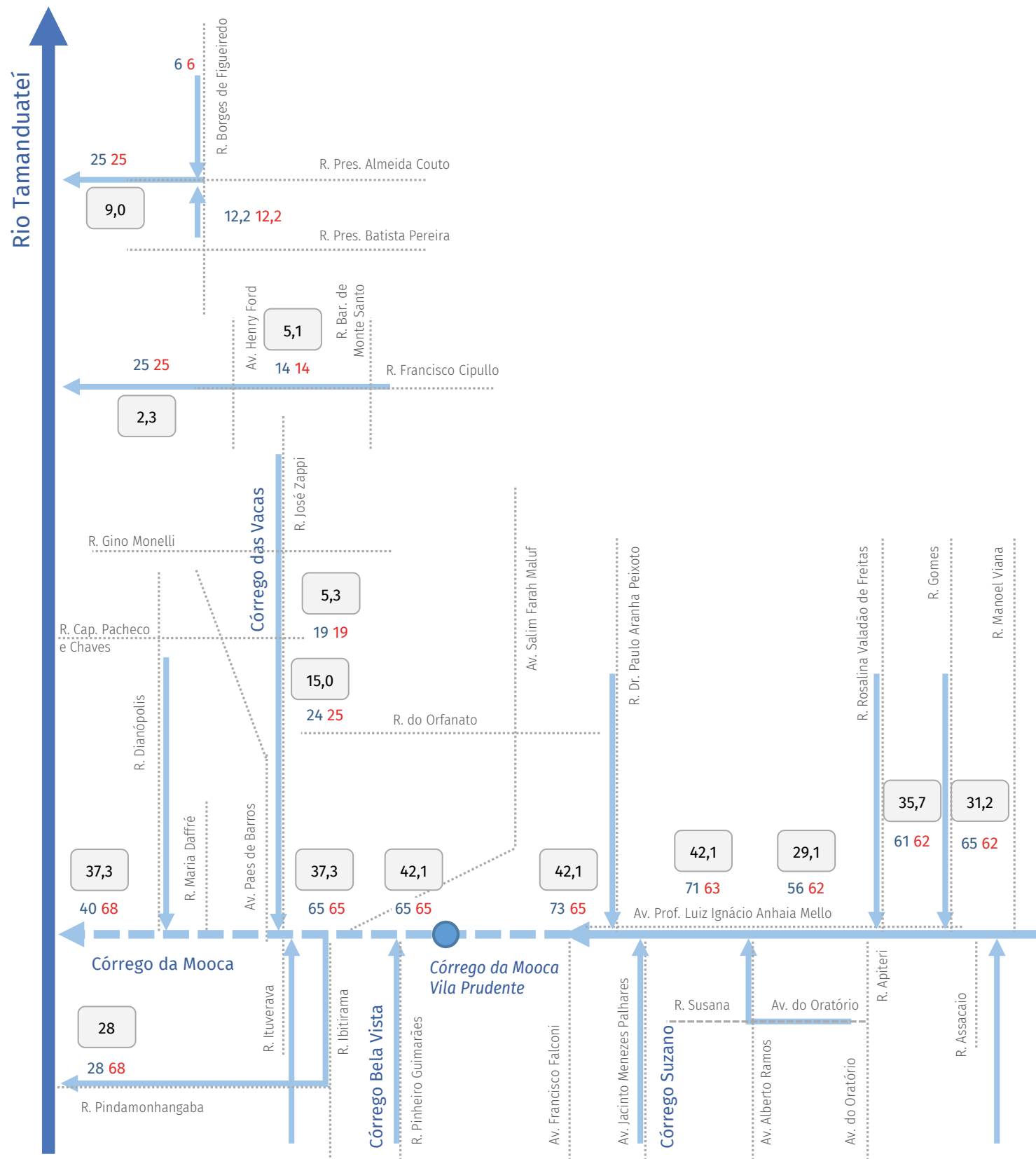
Outra forma de avaliar e representar o sistema de drenagem existente são os diagramas unifilares. Nesses esquemas sintéticos dos cursos d'água, são inseridos, de forma organizada, os principais elementos da rede hídrica na bacia hidrográfica, tais como afluentes e medidas de controle de cheias, o que 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 córrego da Mooca 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.

No caso do córrego da Mooca, devido às elevadas taxas de impermeabilização decorrentes da densidade de ocupação da bacia, a capacidade das antigas galerias é insuficiente para escoar a vazão hidrológica afluente de TR100 anos, até em trechos mais a montante da rede de drenagem. Mesmo com o aumento do número de células das galerias de águas pluviais, a disparidade entre a vazão afluente e a capacidade de escoamento das galerias se agrava ao longo do córrego, à medida em que se aproxima a foz no rio Tamanduateí. Os maiores déficits se verificam na Avenida Professor Luiz Ignácio Anhaia Mello entre a Estação São Lucas e a Rua Bento Sabino dos Reis, e próximo ao Terminal Vila Prudente. A jusante, a galeria sob a Rua Pindamonhangaba, recém concluída, auxilia no controle das inundações, ainda que, isoladamente, não seja suficiente para solucionar a insuficiência do sistema de drenagem.

Situação análoga se verifica no Córrego das Vacas e nos córregos que escoam sob as ruas Borges de Figueiredo e Francisco Cípullo. Neste último caso, destaca-se que o conjunto de três galerias que desembocam no Rio Tamanduateí teve a sua capacidade reduzida em mais de 50%, uma vez que, no trecho próximo à foz, a célula esquerda se encontra integralmente bloqueada, a célula central parcialmente bloqueada por uma

FIGURA 2.7 Diagrama unifilar de vazões da bacia do córrego da Mooca (situação atual)

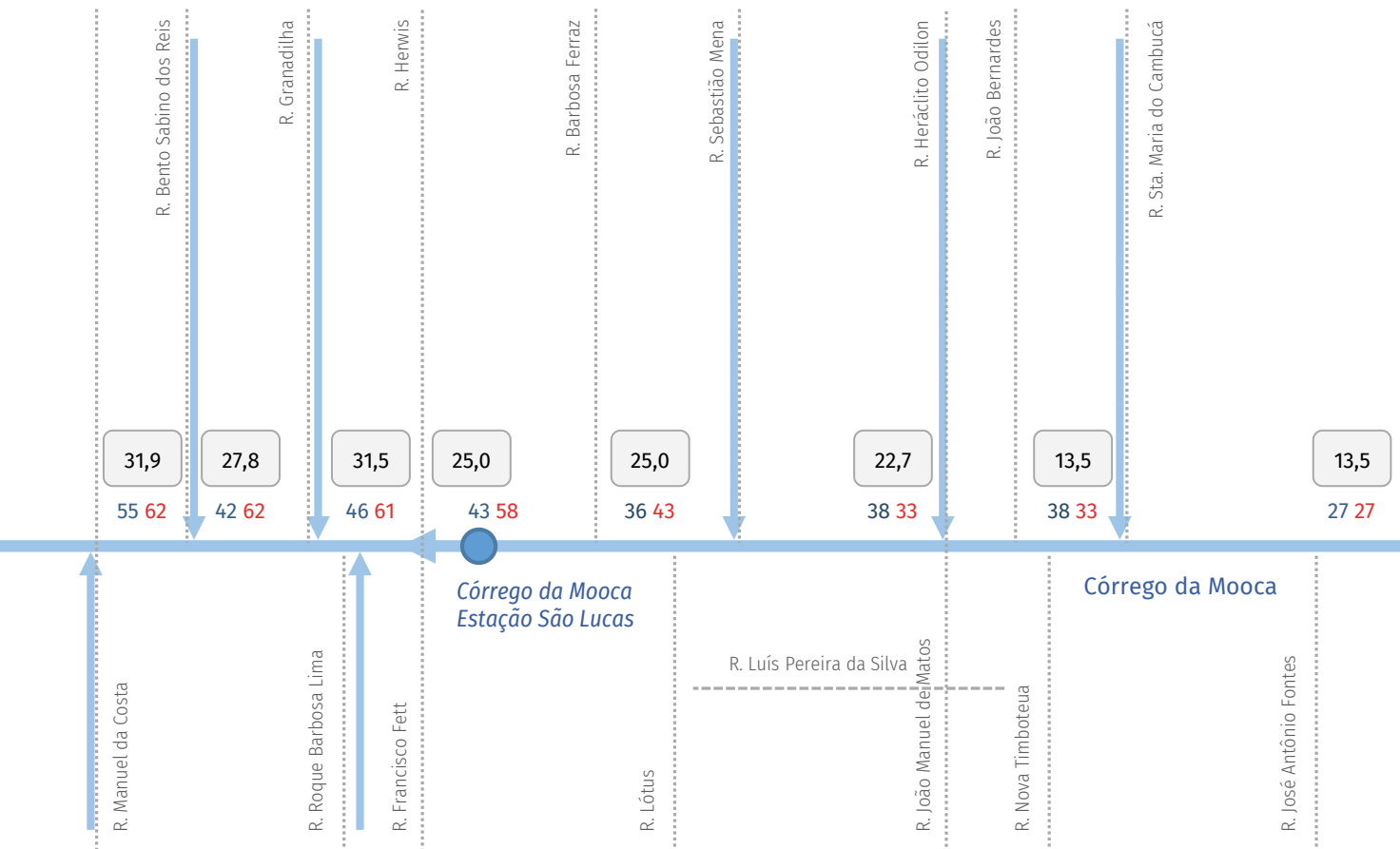


Vazões hidrológicas Tr 100 anos (m³/s)

Capacidade da seção (m³/s)

Vazões Tr 100 anos (m³/s)

REDE EXISTENTE



parede de alvenaria (resultando 30% de sua capacidade original) e apenas a célula da direita opera com seção plena.

2.3.2 INUNDAÇÕES NA BACIA DO CÓRREGO DA MOOCA

Na bacia do córrego da Mooca, a exemplo de outras áreas do Município de São Paulo, o sistema de drenagem não acompanhou a evolução da urbanização e da impermeabilização do solo urbano. No caso dessa bacia, os córregos foram totalmente canalizados sob o viário. O leito do córrego é ocupado hoje pela Avenida Professor Luiz Ignácio Anhaia Mello, e o pregresso córrego escoava por galerias de água pluviais, cuja capacidade hidráulica máxima é insuficiente para dar vazão ao escoamento durante eventos de precipitação intensa.

O levantamento de inundações na bacia do Mooca reuniu informações históricas disponibilizadas pela SIURB, cadastros dos pontos de alagamento realizados pela CET/CGE no período de 2018 a 2022 e, também, levantamentos recentes realizados pela FCTH nas regiões críticas de inundações. Os estudos da FCTH se deram por meio do levantamento topográfico das áreas de inundações, delimitadas durante entrevistas com moradores e ocupantes da região.

Esse levantamento também teve como objetivo verificar a permanência dos pontos de inundação na bacia registrados no histórico.

As inundações mais severas no córrego da Mooca concentram-se na porção média a jusante da bacia. Ao longo desse córrego e do córrego das Vacas, as inundações ocorrem devido à insuficiência da seção transversal das galerias de águas pluviais para o escoamento das vazões, resultante da elevada impermeabilização do solo na bacia. As velocidades de escoamento são elevadas, e se observam enxurradas pelo viário de alta declividade. Dessa forma, a inundação costuma permanecer apenas durante o evento de chuva, e o nível da água diminui rapidamente após o término do evento. A inundação identificada em afluentes menores deve-se à captação ineficiente do escoamento superficial.

No córrego da Mooca, as inundações estendem-se desde as imediações da Avenida do Oratório até sua foz, no Rio Tamanduateí. A montante, também na Avenida Professor Luiz Ignácio Anhaia Mello, foram detectados problemas entre as ruas Barbosa Ferraz e Francisco Fett e entre as ruas Joaquim Pinheiro e Manoel Viana. Áreas inundadas menos expressivas foram verificadas na Rua Ilha de Paquetá, na Travessa Novelos da China, na Rua Simão Pereira de Sá e na Rua Isaque Valadão de Freitas.

No córrego das Vacas, as inundações ocorrem em toda a extensão do talvegue, atingindo as ruas José Zappi, Ibitirama (**FIGURA 2.9**), Capitão Pacheco e Chaves e a Avenida Paes de Barros, e se destacam tanto pela frequência quanto pela extensão da área inundada.

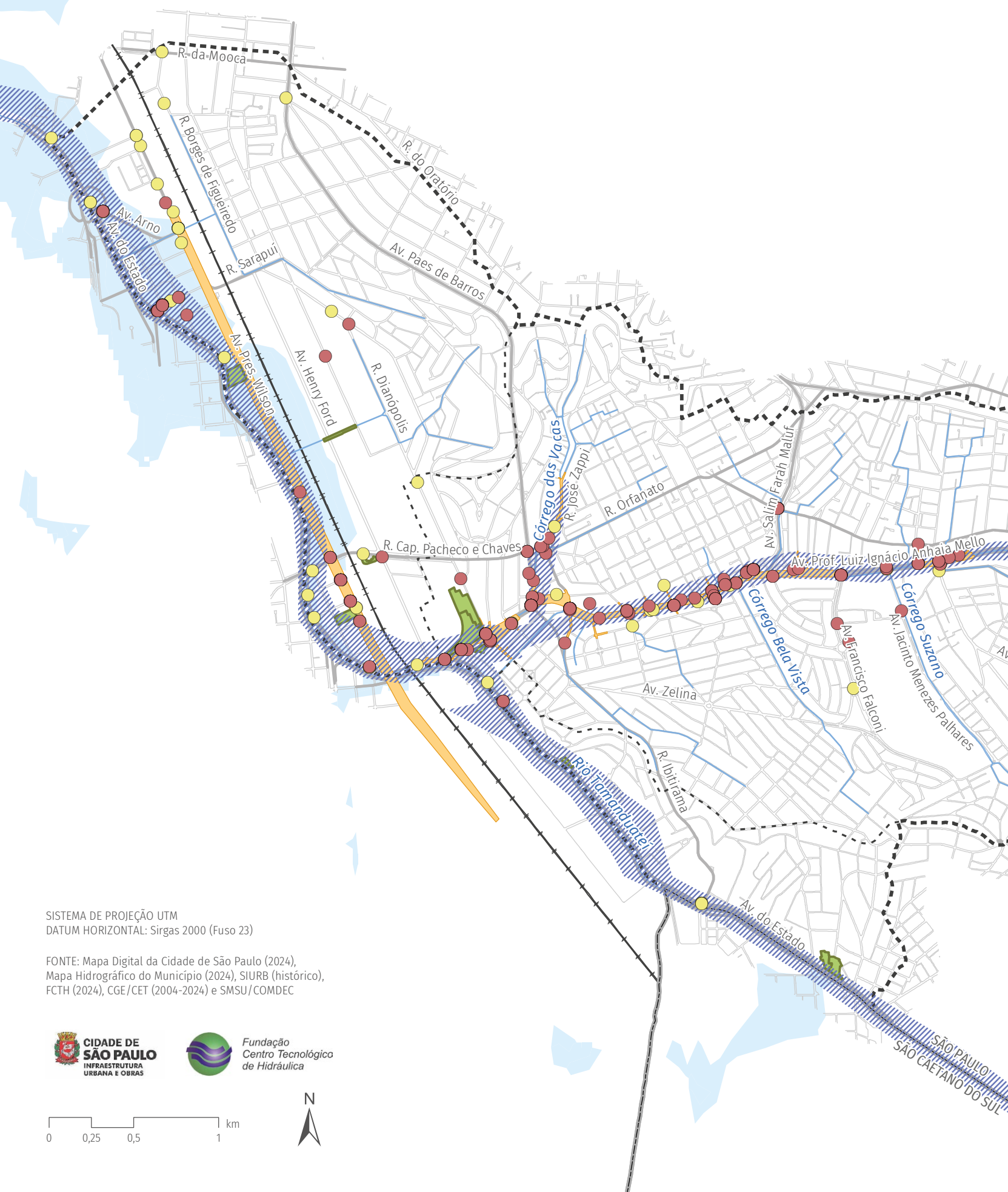
A **FIGURA 2.10** traz o mapa de inundações na bacia do Mooca.



FIGURA 2.8 Fotos do evento de chuva ocorrido em 13 de março de 2023 disponibilizadas pela PMSP



FIGURA 2.9 Comércio na R. Ibitirama, com a utilização de comportas para proteção contra inundações



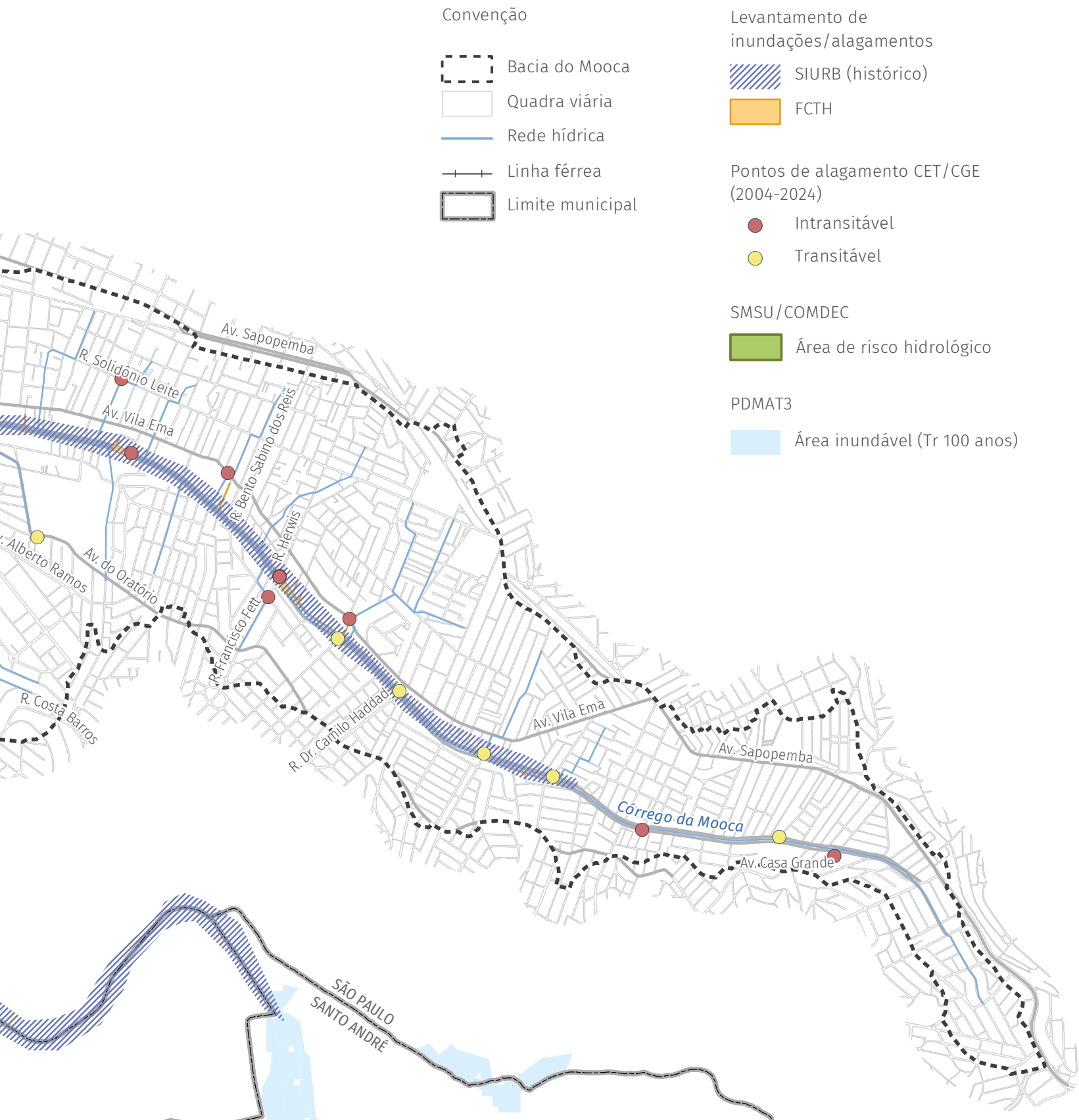
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

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



SÃO PAULO
 SÃO CAETANO DO SUL

FIGURA 2.10 Diagnóstico das inundações na bacia do córrego da Mooca



2.3.3 MEMORIAL FOTOGRÁFICO

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

- Região de montante do córrego da Mooca, nas imediações da Praça Professor Júlio Scantimburgo (**FIGURA 2.11**);
- Região de montante do córrego da Mooca, levantamento de áreas inundáveis nas imediações da Travessa Novelos da China e da Rua Lótus (**FIGURA 2.12**);
- Região média do córrego da Mooca, nas imediações da Rua Simão Pereira de Sá (**FIGURA 2.13**);
- Região média do córrego da Mooca, nas imediações da Rua Manuel da Costa (**FIGURA 2.14**);
- Região média do córrego da Mooca, levantamento de áreas inundáveis nas imediações das ruas Nupeba, Visconde de Goiana e Domingos Afonso (**FIGURA 2.15**);
- Região de montante do córrego Suzano, nas imediações das ruas Siderópolis e Gama Barros e da Avenida Jacinto Menezes Palhares (**FIGURA 2.16**);
- Região de jusante do córrego Suzano, nas imediações do Centro Educacional e Esportivo Arthur Friedenreich (**FIGURA 2.17**);
- Região média do córrego da Mooca, levantamento de áreas inundáveis nas imediações das ruas da Prece e Pedro Nolasco da Cunha (**FIGURA 2.18**);
- Região baixa do córrego da Mooca, levantamento de áreas inundáveis nas imediações das ruas Doutor Sanareli, Torquato Tasso e Falchi Gianini (**FIGURA 2.19**);
- Região baixa do córrego da Mooca, levantamento de áreas inundáveis nas imediações das ruas Itamumbuca e Ibitirama e da estação Vila Prudente (**FIGURA 2.20**);
- Região de montante do córrego das Vacas, nas imediações da Rua Doutor Gabriel Galvanese Amato (**FIGURA 2.21**);
- Região média do córrego das Vacas, levantamento de áreas inundáveis nas imediações das ruas José Zappi, Orfanato e Gino Monelli (**FIGURA 2.22**);
- Região da foz do córrego das Vacas, nas imediações da Rua Trocari (**FIGURA 2.23**);

- Região da foz do córrego da Mooca, levantamento de áreas inundáveis nas imediações das ruas Dianópolis, Amparo e Santo Emídio (**FIGURA 2.24**);
- Região da Área de Contribuição Direta do Tamanduateí, nas imediações do

Clube da Comunidade (CDC) Parque da Mooca e da foz no Rio Tamanduateí (**FIGURA 2.25**).

- Região da Área de Contribuição Direta do Tamanduateí, nas imediações da Rua Borges de Figueiredo (**FIGURA 2.26**).



FIGURA 2.11 Fotos da região de montante do córrego da Mooca, nas imediações da Pç. Prof. Júlio Scantimburgo



FIGURA 2.12 Fotos do levantamento de áreas inundáveis da região de montante do córrego da Mooca, nas imediações da Tv. Novelos da China e da R. Lótus



FIGURA 2.13 Fotos da região média do córrego da Mooca, nas imediações da R. Simão Pereira de Sá

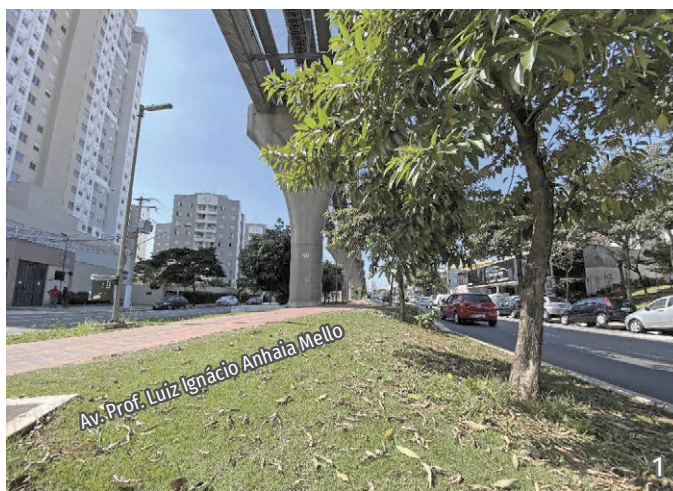


FIGURA 2.14 Fotos da região média do córrego da Mooca, nas imediações da R. Manuel da Costa



FIGURA 2.15 Fotos do levantamento de áreas inundáveis da região média do córrego da Mooca, nas imediações das ruas Nupeba, Visc. de Goiana e Domingos Afonso



FIGURA 2.16 Fotos da região de montante do córrego Suzano, nas imediações das ruas Siderópolis e Gama Barros e da Av. Jacinto Menezes Palhares



FIGURA 2.17 Fotos da região de jusante do córrego Suzano, nas imediações do Centro Educacional e Esportivo Arthur Friedenreich

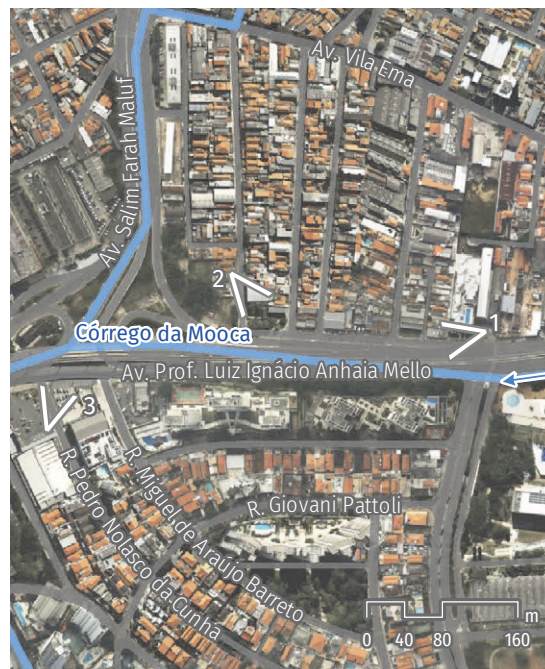


FIGURA 2.18 Fotos do levantamento de áreas inundáveis da região média do córrego da Mooca, nas imediações das ruas da Prece e Pedro Nolasco da Cunha

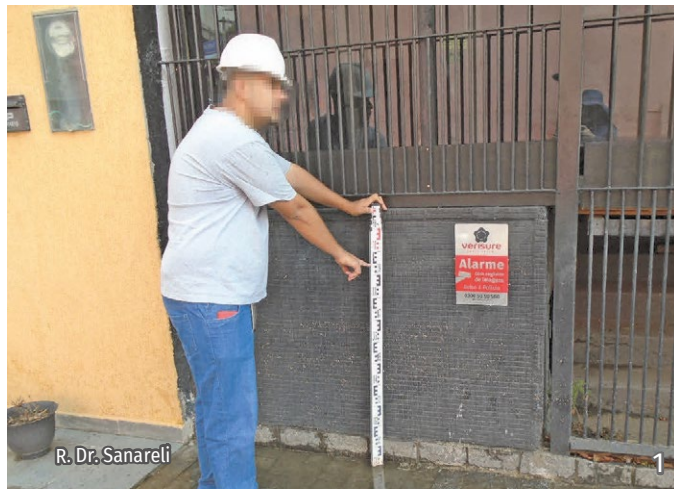


FIGURA 2.19 Fotos do levantamento de áreas inundáveis da região baixa do córrego da Mooca, nas imediações das ruas Dr. Sanareli, Torquato Tasso e Falchi Gianini

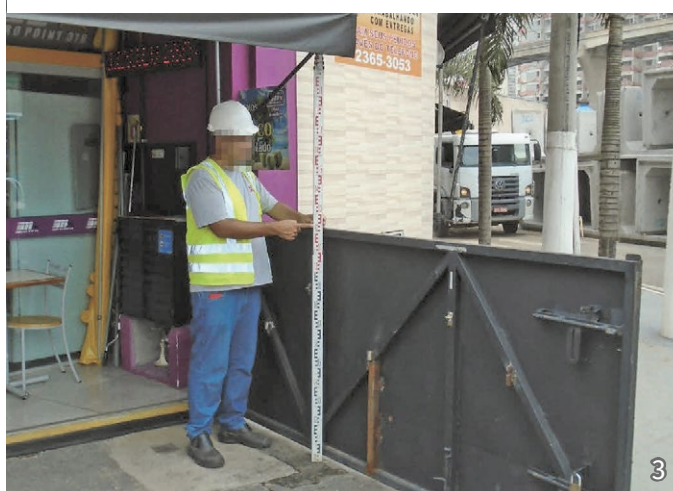


FIGURA 2.20 Fotos do levantamento de áreas inundáveis da região baixa do córrego da Mooca, nas imediações das ruas Itamumbuca e Ibitirama e da estação Vl. Prudente



FIGURA 2.21 Fotos da região de montante do córrego das Vacas, nas imediações da R. Dr. Gabriel Galvanese Amato



FIGURA 2.22 Fotos do levantamento de áreas inundáveis da região média do córrego das Vacas, nas imediações das ruas José Zappi, Orfanato e Gino Monelli

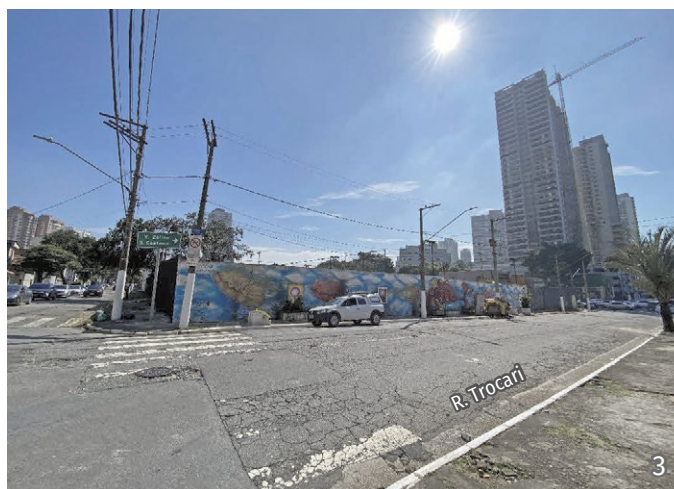
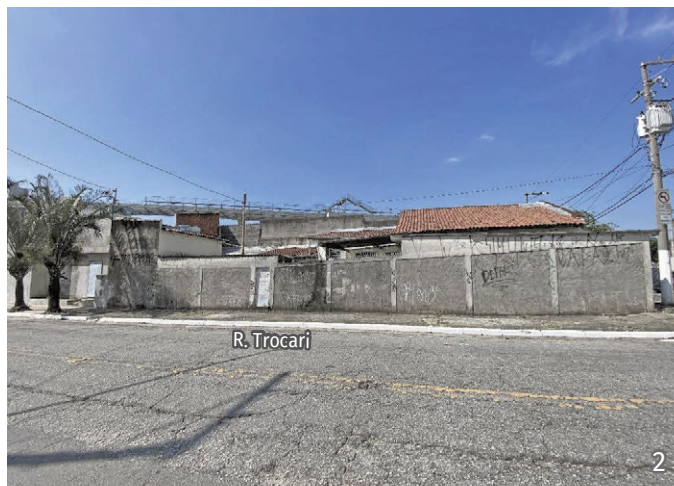


FIGURA 2.23 Fotos da região da foz do córrego das Vacas, nas imediações da R. Trocari



FIGURA 2.24 Fotos do levantamento de áreas inundáveis da região da foz do córrego da Mooca, nas imediações das ruas Dianópolis, Amparo e Sto. Emídio

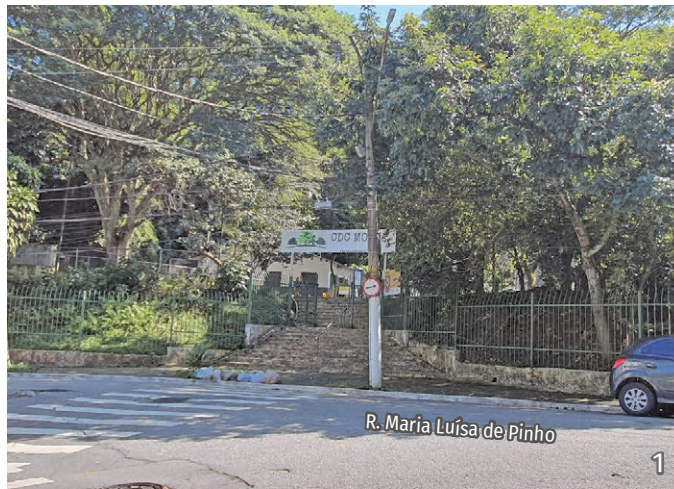


FIGURA 2.25 Fotos da região da Área de Contribuição Direta do Tamanduateí, nas imediações do CDC Pq. da Mooca e da foz no Rio Tamanduateí

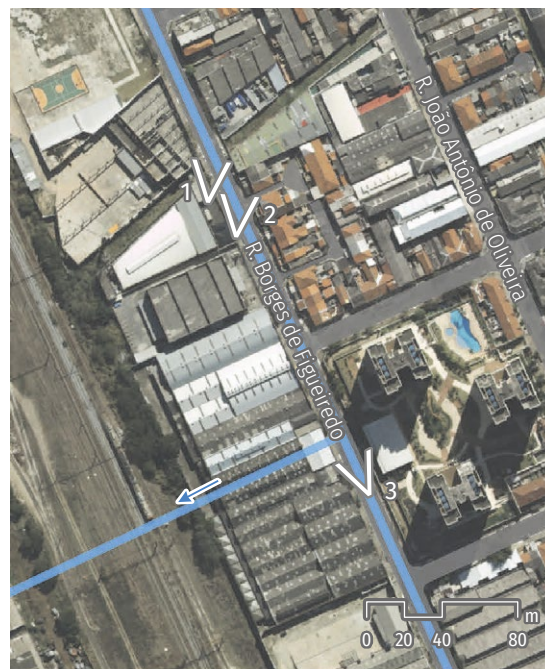


FIGURA 2.26 Fotos da região da Área de Contribuição Direta do Tamarandateí, nas imediações da R. Borges de Figueiredo

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 ser implantada uma estrutura de sustentação para o sensor de nível ultrassônico. A frequência de aquisição dos dados é de 10 em 10 minutos.

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

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

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

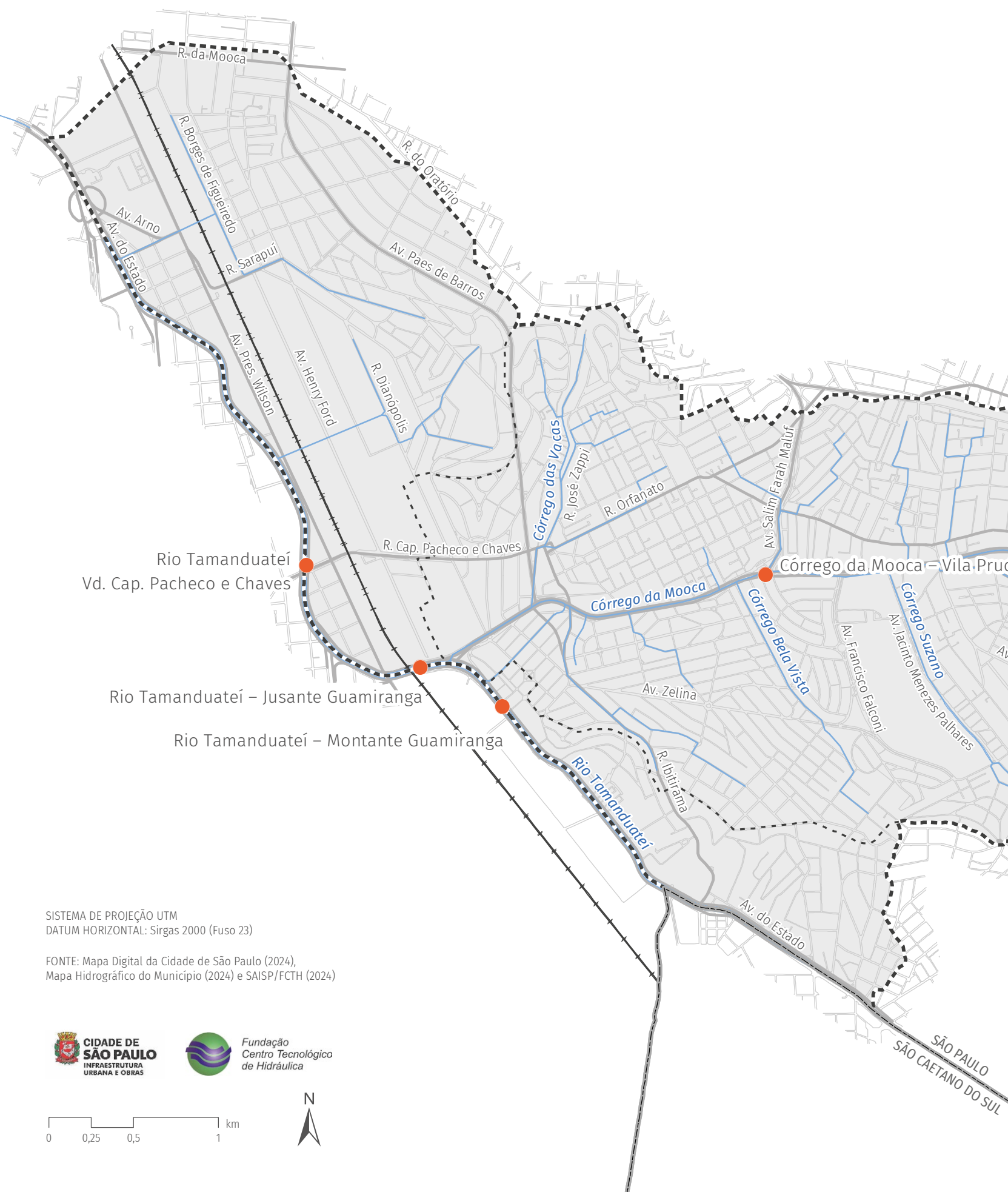
As informações de nível de rio, por sua vez, foram utilizadas como referência para a calibração da modelagem hidráulico-hidrológica.

Na bacia do córrego da Mooca, há dois postos da rede telemétrica, sendo um deles na porção intermediária e outro na região de jusante da bacia. Adicionalmente, há três postos próximos à foz do córrego da Mooca, ao longo do Rio Tamanduateí. Os postos mencionados estão relacionados a seguir:

- Posto 836 – córrego da Mooca – Estação São Lucas: operação com início em março/2021;

- Posto 810 – córrego da Mooca – Vila Prudente: operação com início em novembro/2019;
- Posto 1000958 – Rio Tamanduateí – Montante Guamiranga: operação com início em novembro/2006;
- Posto 1000959 – Rio Tamanduateí – Jusante Guamiranga: operação com início em novembro/2006;
- Posto 283 – Rio Tamanduateí – Viaduto Capitão Pacheco e Chaves: operação com início em agosto/2007.

A **FIGURA 2.27** indica a localização dos postos da rede telemétrica considerados neste estudo e, da **FIGURA 2.28** à **FIGURA 2.32**, são apresentadas as séries históricas dos dados pluviométricos e fluviométricos registrados (a cada 10 minutos) nos postos analisados. Na sequência, na **FIGURA 2.33** e na **FIGURA 2.34**, por sua vez, são indicadas as precipitações médias mensais desses cinco postos.



Rio Tamanduateí
Vd. Cap. Pacheco e Chaves

Rio Tamanduateí – Jusante Guamiranga

Rio Tamanduateí – Montante Guamiranga

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







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



SÃO PAULO
SÃO CAETANO DO SUL

FIGURA 2.27 Localização dos postos da rede telemétrica de hidrologia do SAISP nas imediações da bacia do Mooca

Convenção

-  Bacia do Mooca
-  Quadra viária
-  Rede hídrica
-  Linha férrea
-  Limite municipal
-  Estação automática SAISP

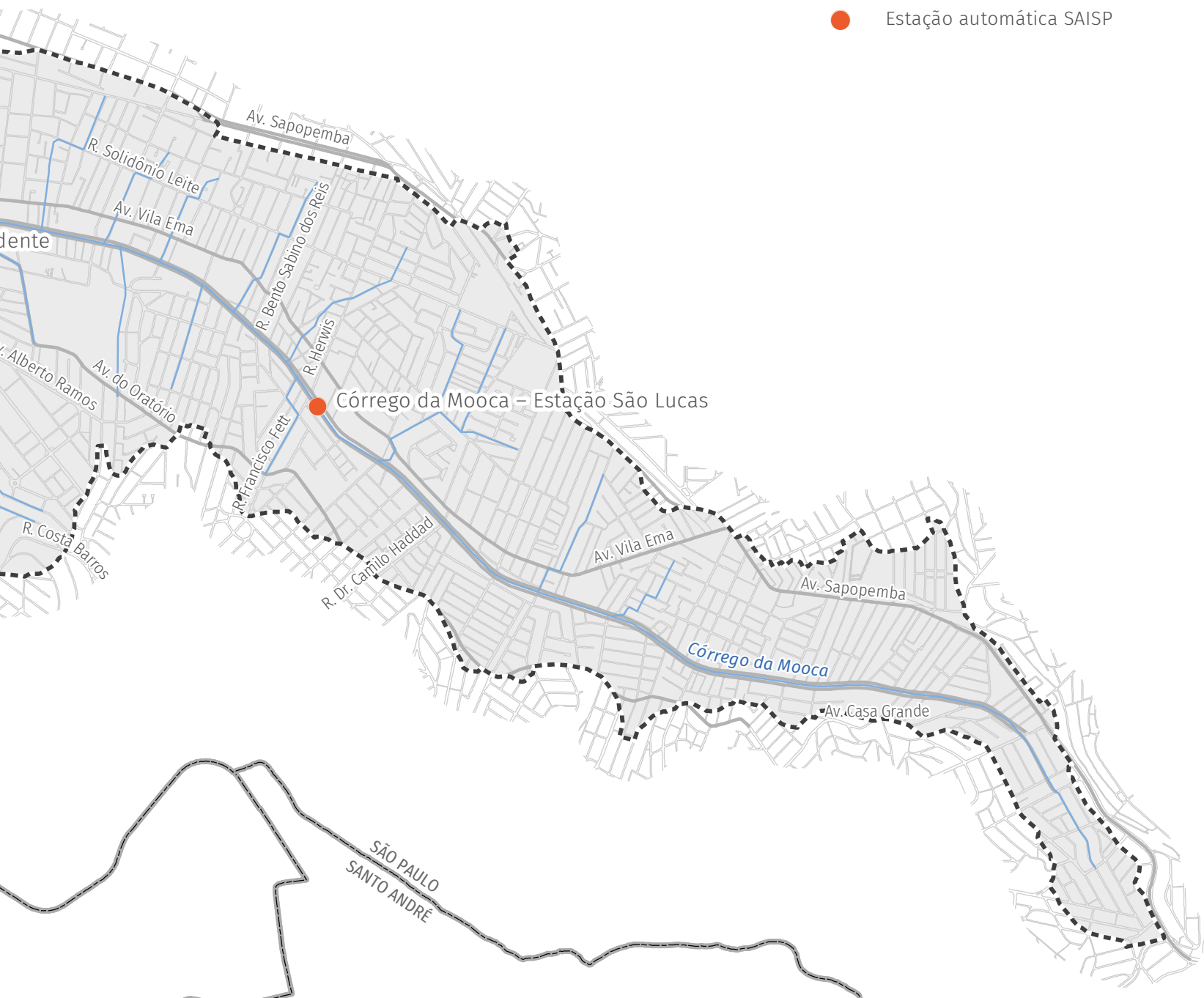


FIGURA 2.28 Fluviograma histórico do Posto 836 – córrego da Mooca – Estação São Lucas

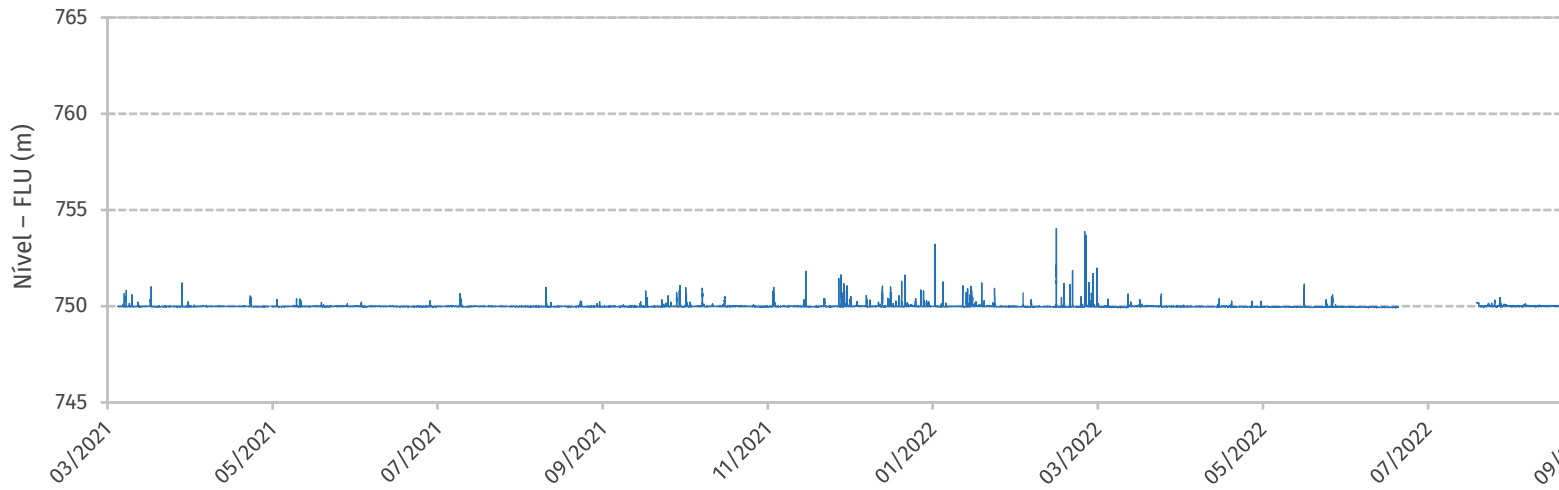


FIGURA 2.29 Fluviograma histórico do Posto 810 – córrego da Mooca – Vila Prudente

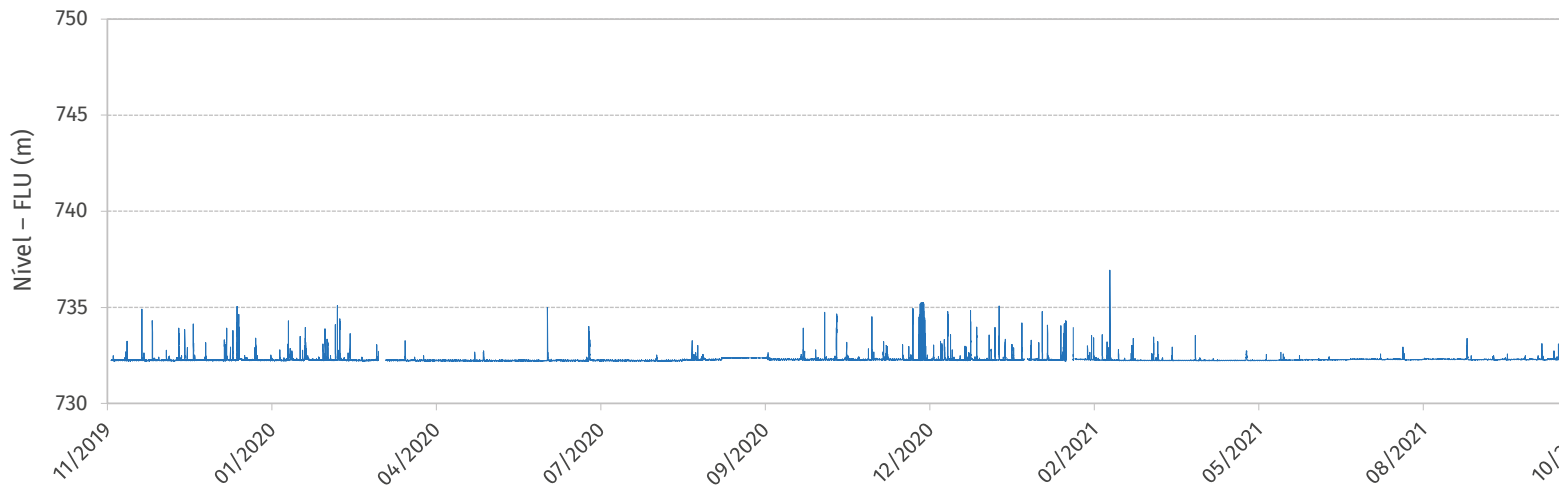
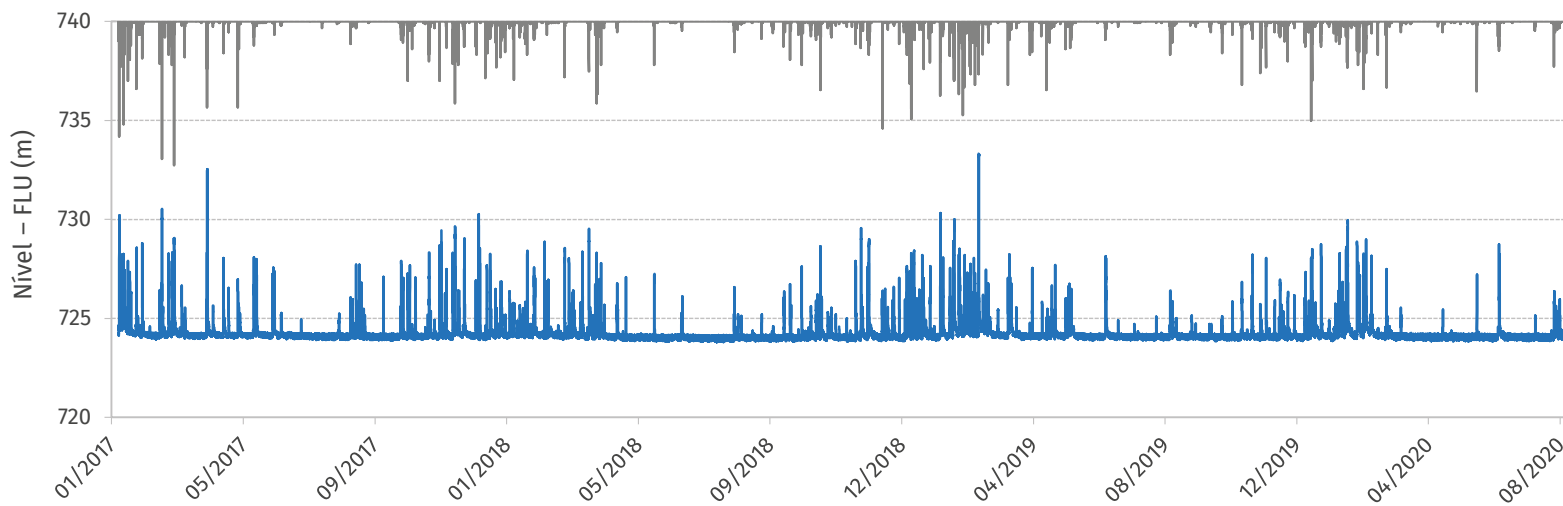


FIGURA 2.30 Fluviograma e pluviograma histórico do Posto 1000958 – Rio Tamanduateí – Montante Guamiranga



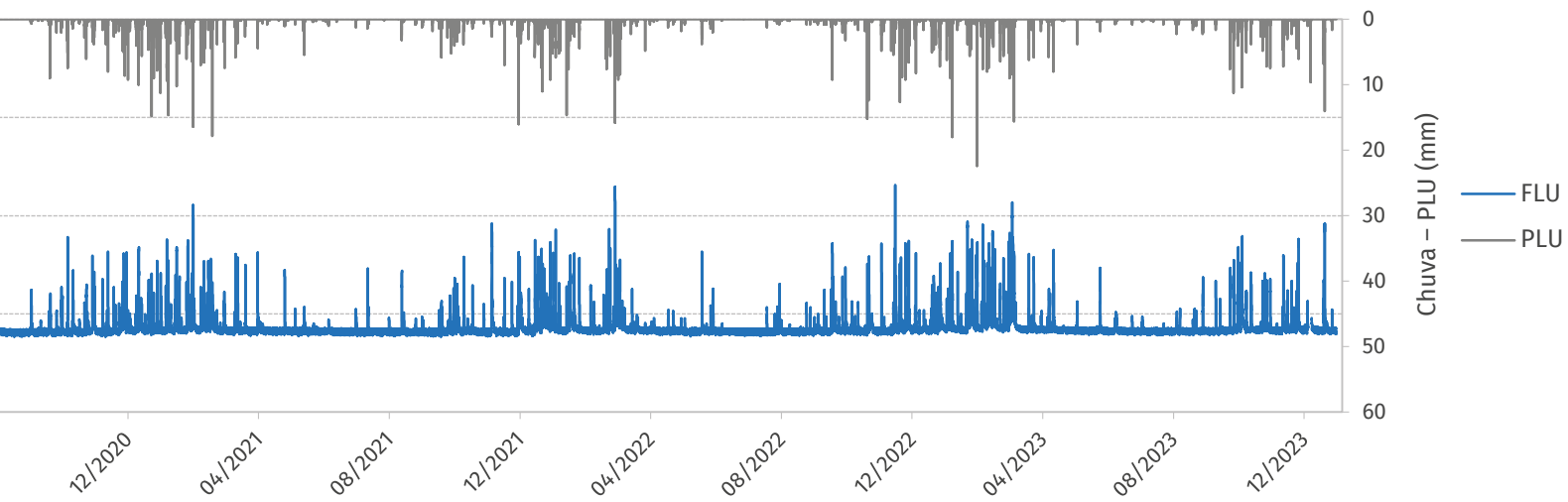
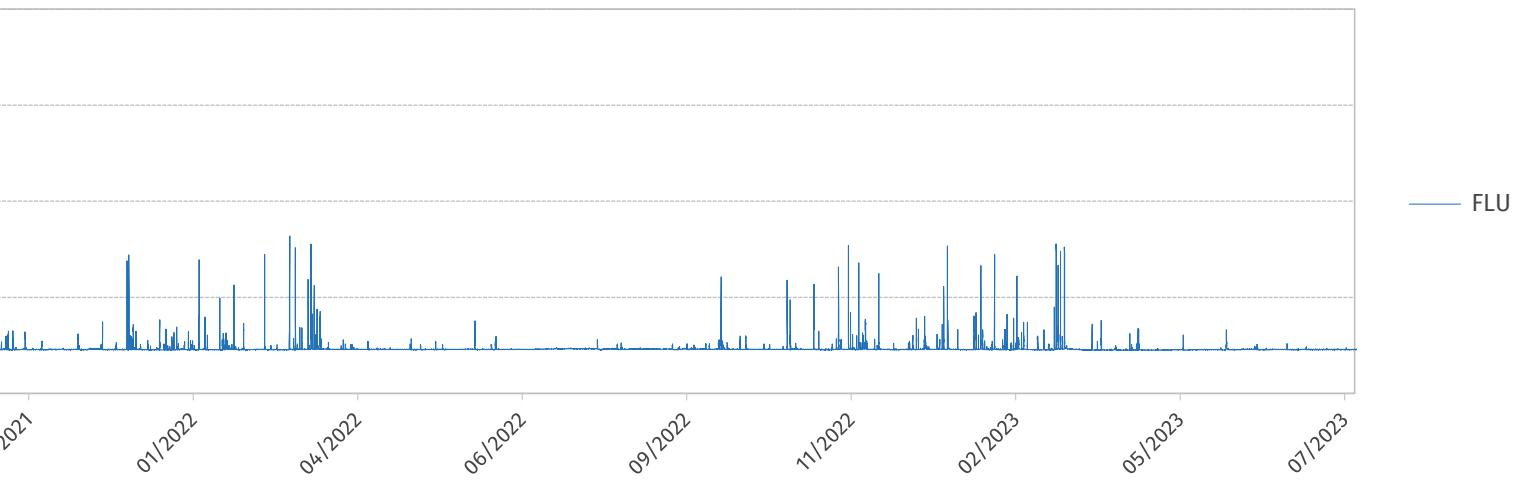
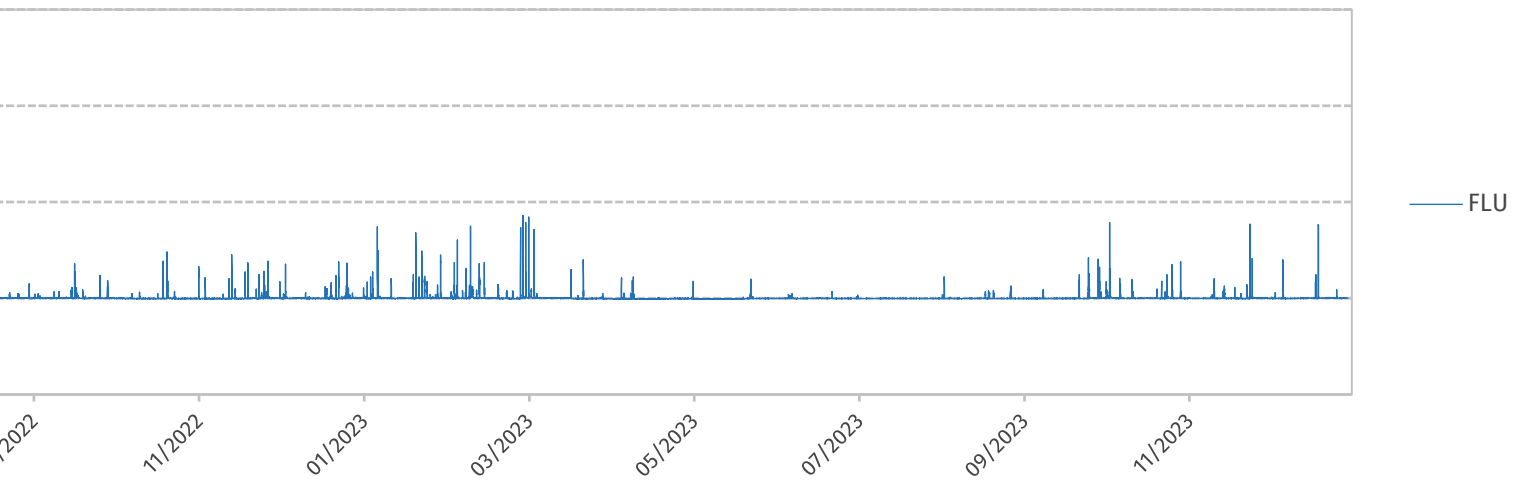


FIGURA 2.31 Fluviograma histórico do Posto 1000959 – Rio Tamanduateí – Jusante Guamiranga

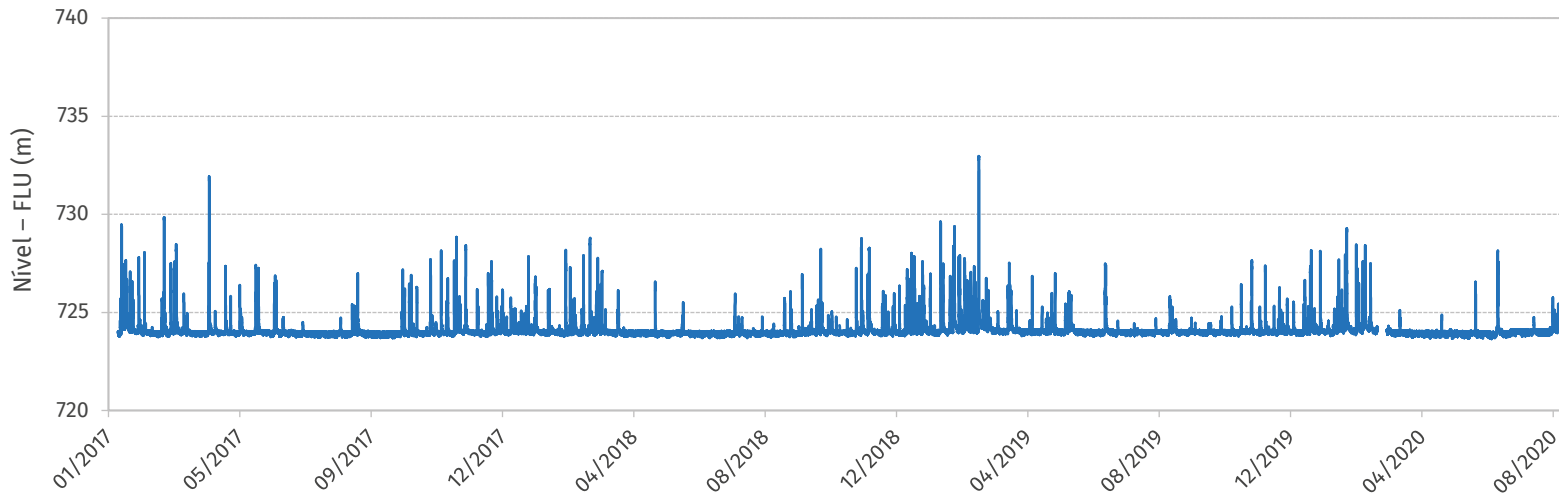
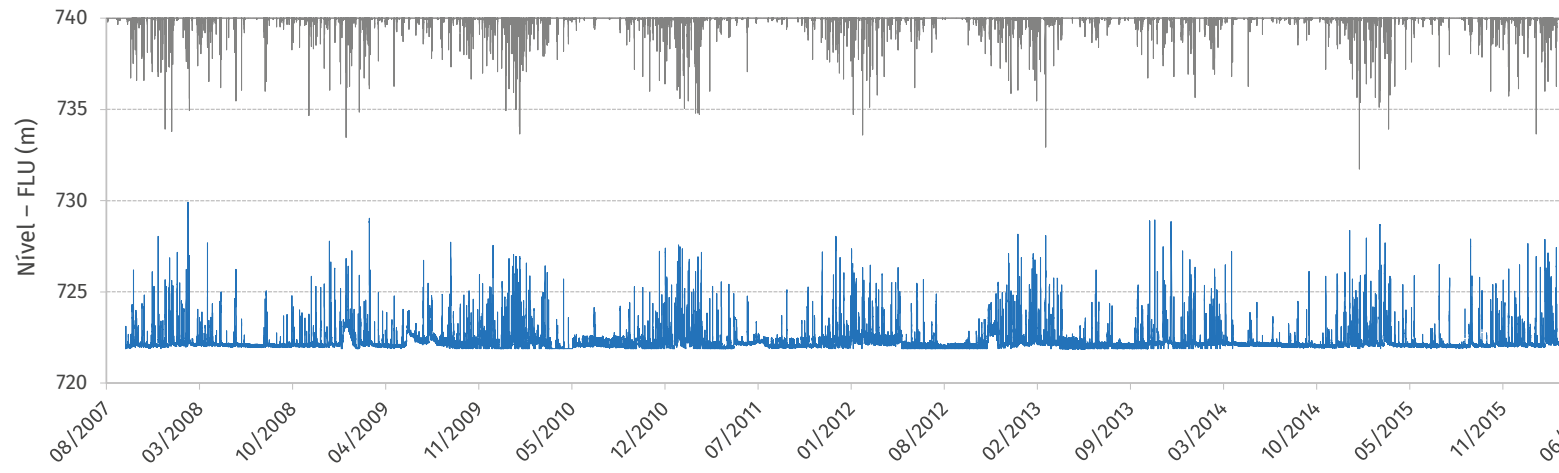


FIGURA 2.32 Fluviograma e pluviograma histórico do Posto 283 – Rio Tamanduateí – Vd. Cap. Pacheco e Chaves



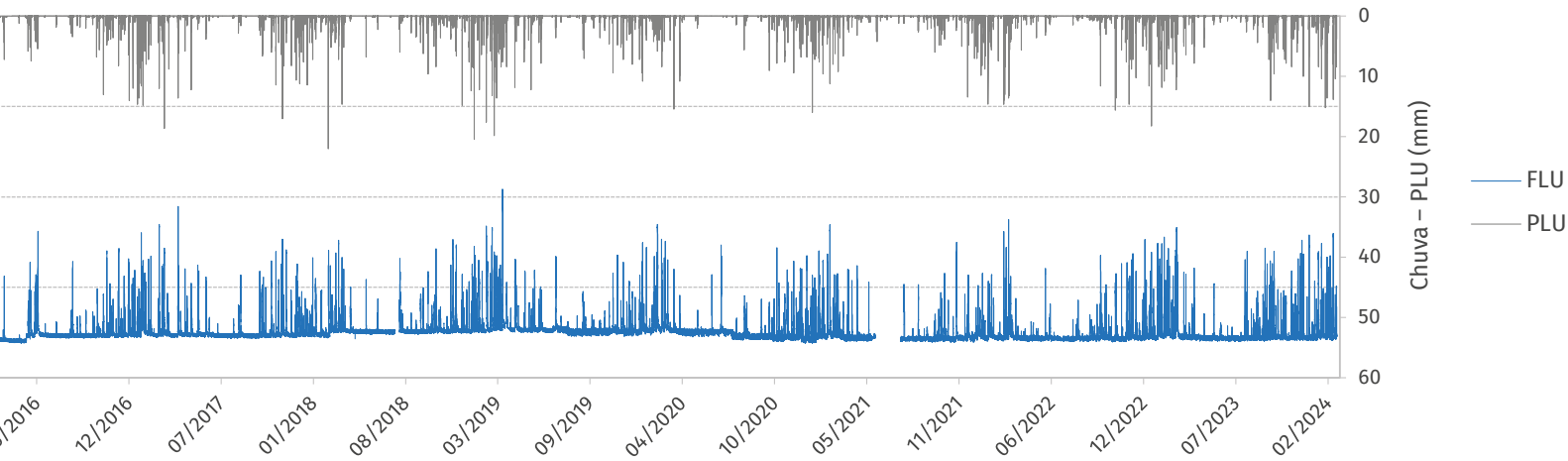
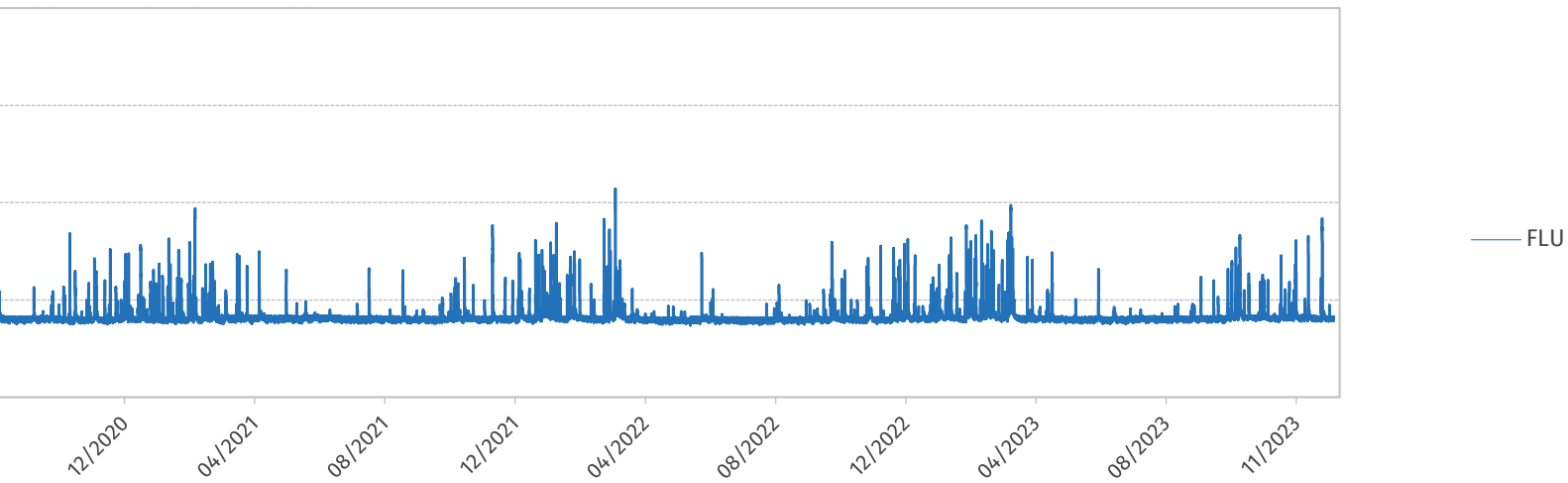


FIGURA 2.33 Precipitação média mensal no Posto 1000958 – Rio Tamanduateí – Montante Guamiranga

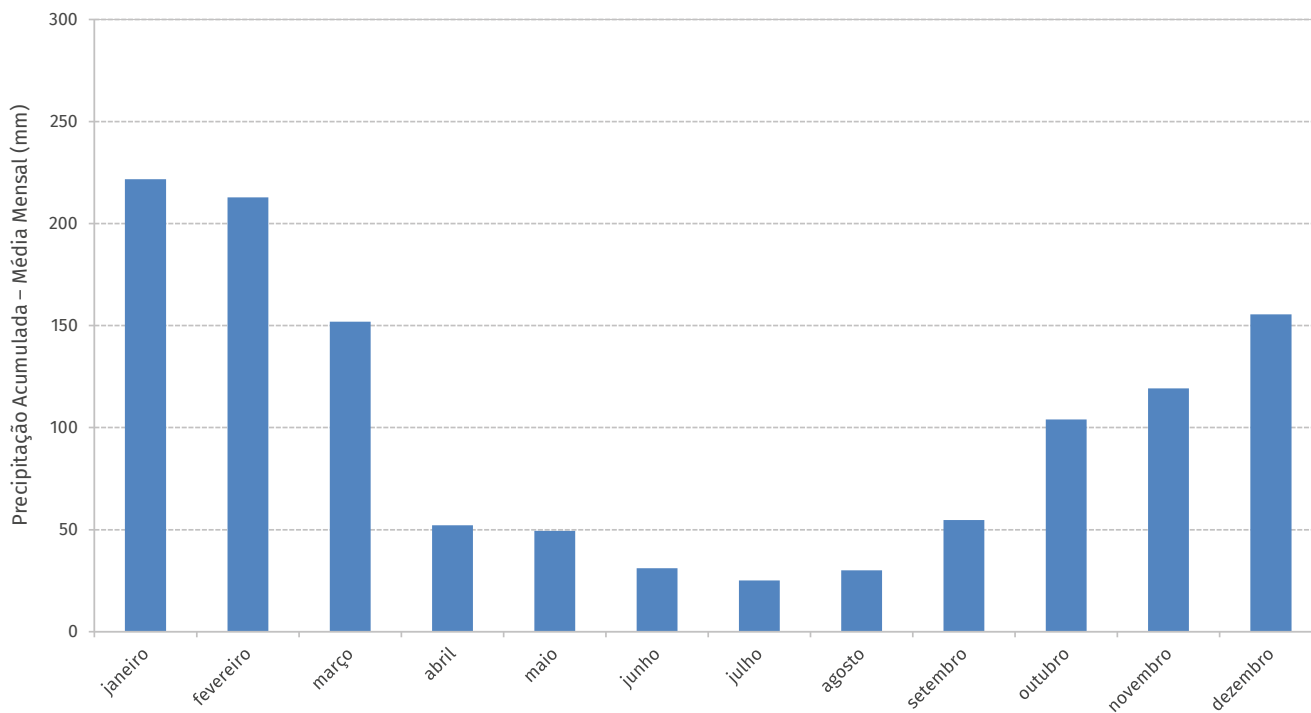


FIGURA 2.34 Precipitação média mensal no Posto 283 – Rio Tamanduateí – Viaduto Capitão Pacheco e Chaves

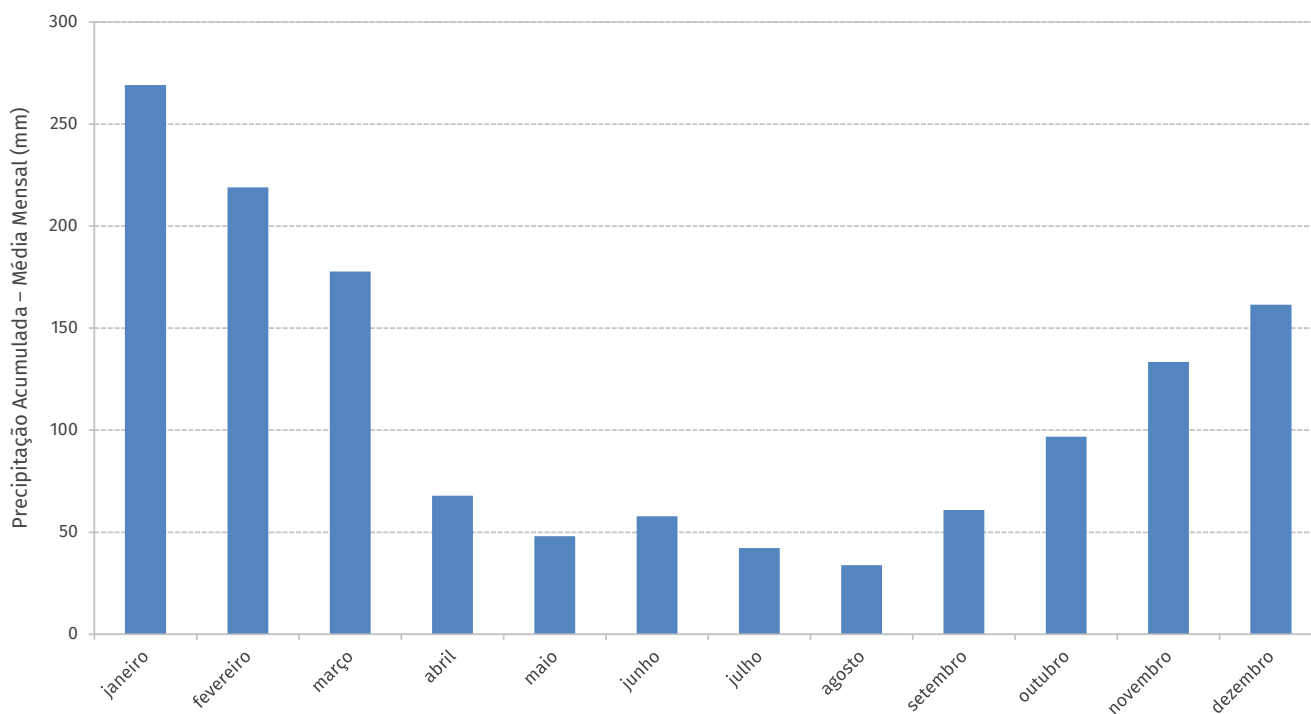




Foto do Posto 836 – Córrego da Mooca – Estação São Lucas (foto: FCTH)

2.5 RELEVO

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

Em seu trecho médio, o vale do Rio Tamanduateí separa radicalmente a linha de continuidade do espigão central da cidade em relação ao espigão da Vila Prudente, que se orienta de oeste para leste. Observando-se os mapas topográficos da região de São Paulo, tem-se a impressão de que, antigamente, teria havido uma continuidade entre esses espigões. Entre o talude oriental das colinas do centro da cidade e as altas

encostas do outeiro da Penha, situadas a 8 km para leste, sucedem-se planícies, terraços fluviais e colinas de nível médio (de 735 m a 745 m). As colinas além do Tamanduateí só adquirem altitudes superiores a 750 m de 4 km a 5 km para o sul do Tietê, à altura das colinas da Vila Prudente e arredores (de 790 m a 800 m). Após as planícies do Tamanduateí, estendem-se baixos terraços fluviais no Brás, na Mooca e no Pari, onde as altitudes oscilam entre 725 m e 730 m⁹.

Na **FIGURA 2.35** é apresentado o perfil longitudinal do córrego da Mooca. Em média, sua declividade é de 0,009 m/m.

O mapa hipsométrico com as elevações da bacia do córrego da Mooca é apresentado na **FIGURA 2.36**. Ele foi desenvolvido por meio de informações de elevação do Mapa Digital da Cidade (MDC). As elevações dessa bacia variam de 837 m na cabeceira até 718 m no exutório.

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

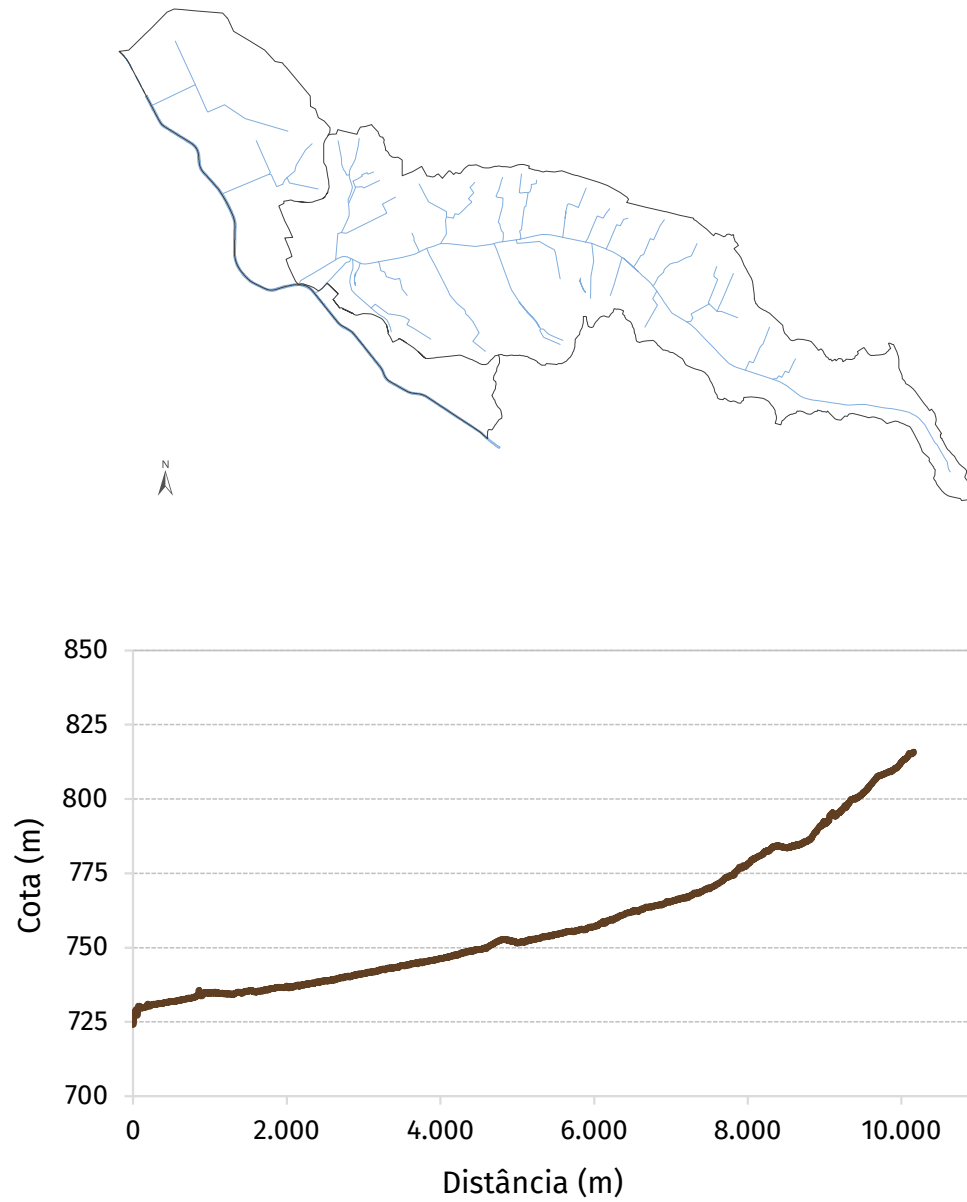
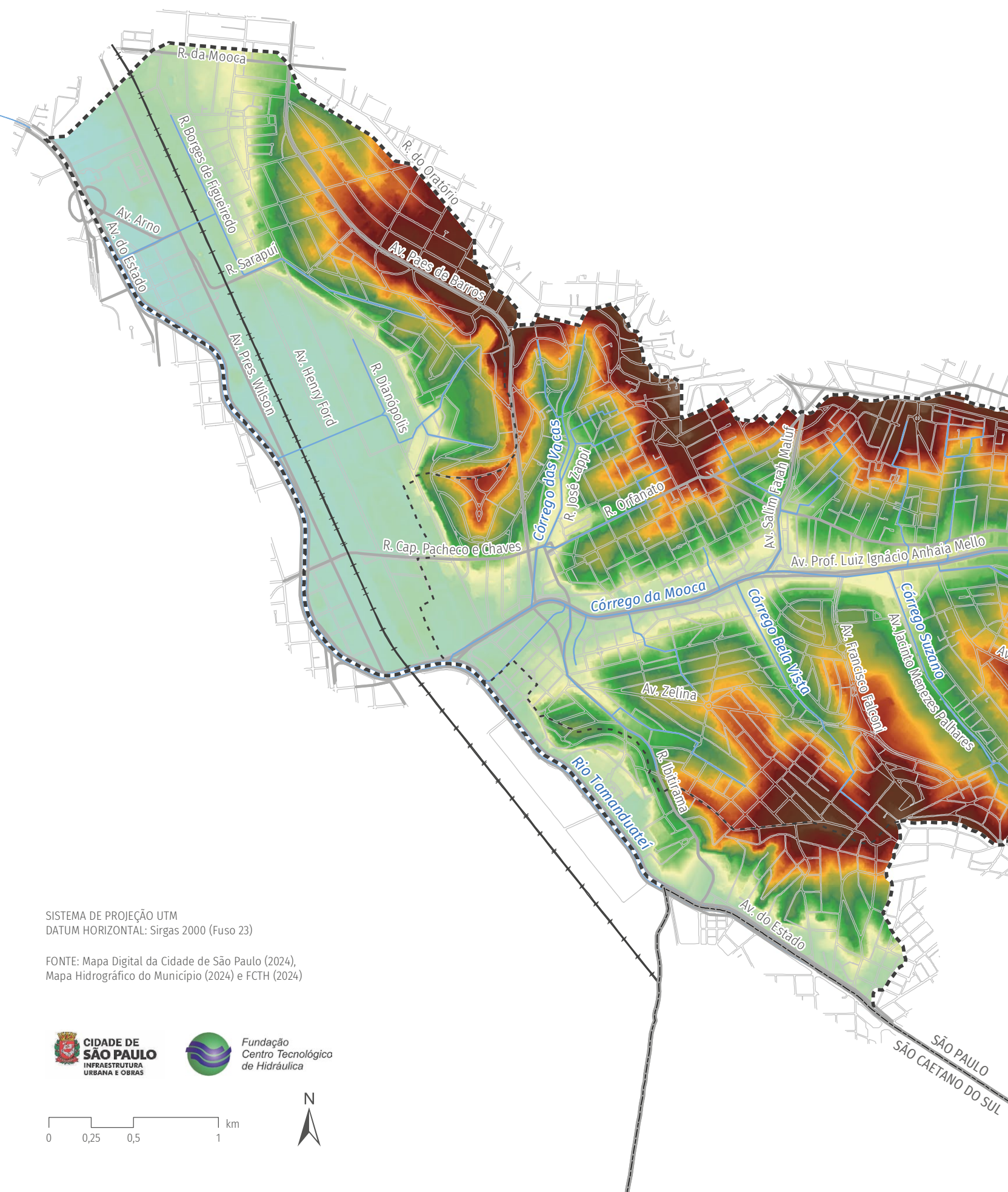


FIGURA 2.35 Perfil longitudinal do córrego da Mooca



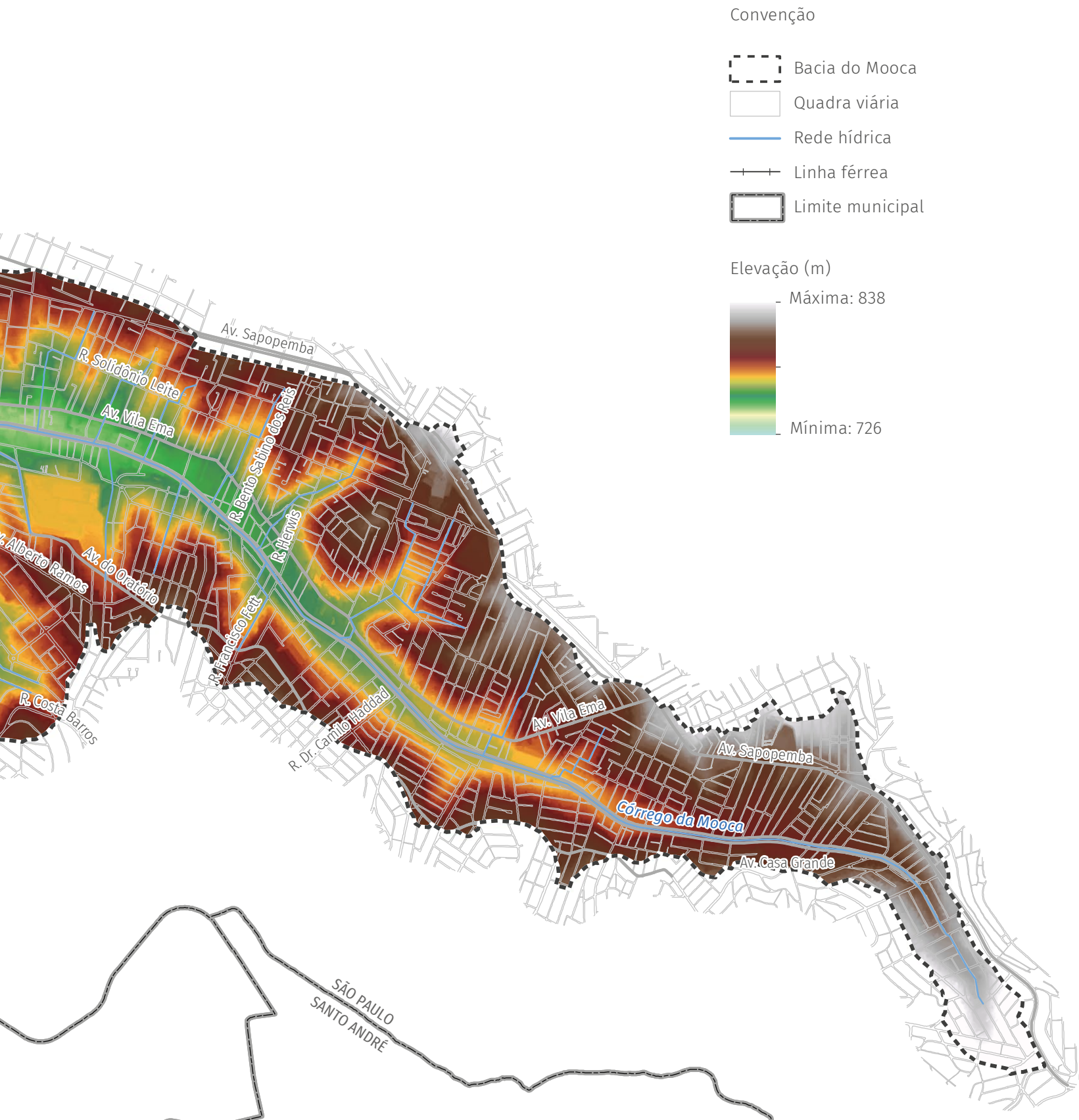
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

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



SÃO PAULO
SÃO CAETANO DO SUL

FIGURA 2.36 Mapa hipsométrico da bacia do córrego da Mooca



2.6 CARTA GEOTÉCNICA

A carta geotécnica traz importantes informações sobre as características do meio físico, como solos e rochas. Essas características, combinadas à forma de ocupação, possibilitam a interpretação do meio físico e a avaliação das potencialidades e das limitações ao uso e à ocupação do solo.

A **FIGURA 2.37** apresenta a carta geotécnica da área da bacia do Mooca, com suas unidades geológicas. Nela, predomina a formação de sedimentos terciários, pacote de rochas sedimentares depositadas em bacias de idade terciária, de espessura e textura muito variadas (argilosa, siltosa, cascalhos, material conglomerático e concreções limoníticas), sendo comuns os lençóis d'água suspensos e a ocorrência de argila expansiva. Apresenta horizonte superficial de textura argilosa, de coloração avermelhada, laterizado, conhecido como argila porosa. Sedimentos terciários, são, de forma geral, mais resistentes à erosão e, por apresentarem relevo mais suave, exigem menores alterações no perfil do terreno para serem ocupados.

Nos fundos de vale do córrego da Mooca e principais afluentes, observa-se uma planície aluvial extensa, caracterizada pelas declividades inferiores a 5% e solo constituído por sedimentos inconsolidados de granulometria variável, predominantemente

argilosos e de espessura variável, bem como nível de água raso, quase aflorante.

Destaca-se, na Área de Contribuição Direta entre as bacias hidrográficas dos córregos da Mooca e Coberá, a ocorrência de maciço misto, cujo solo superficial tem espessura em torno de 1,0 m e textura argilosa a argilossiltosa. O solo de alteração tem espessura de dezenas de metros e textura siltoarenosa a arenosa. Os maciços mistos combinam algumas das características de xistos e de granitos, observando-se, em geral, solo superficial de bom comportamento frente à erosão, em contraposição ao solo de alteração, bastante suscetível à erosão nas porções graníticas.

2.7 USO DO SOLO

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

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

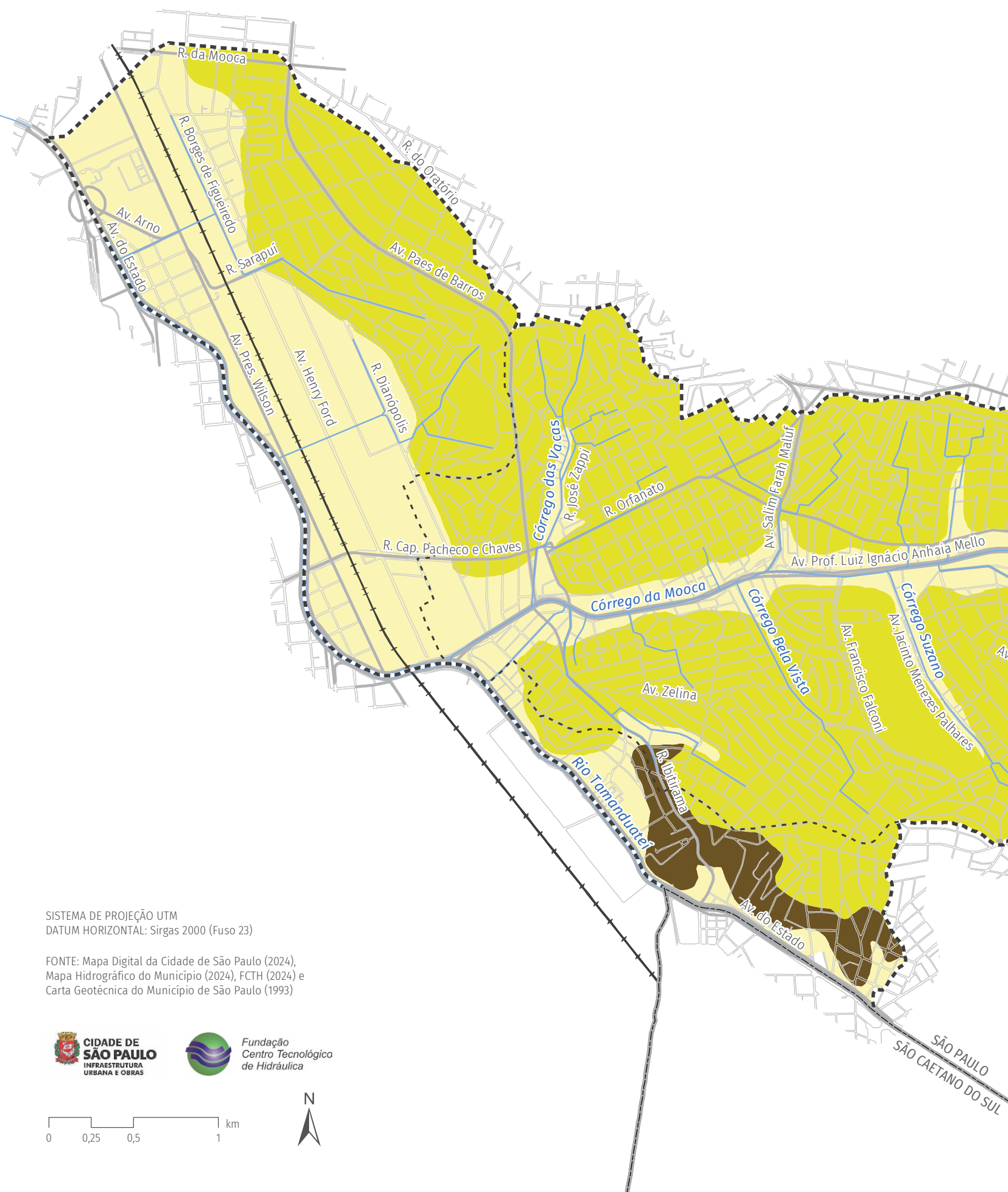
A **TABELA 2.1** indica os usos observados na bacia do córrego da Mooca, com suas respectivas porcentagens em relação à área total da bacia. O mapa dos usos predominantes do solo é apresentado na **FIGURA 2.38**.

O mapeamento do uso do solo foi utilizado para o ajuste dos parâmetros referentes

à estimativa do escoamento superficial direto pelo modelo matemático empregado.

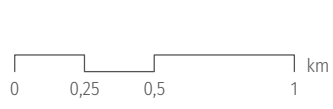
Os parques e as áreas verdes existentes na bacia do Mooca são apresentados no mapa da **FIGURA 2.39**.

| TABELA 2.1 Usos do solo registrados na bacia do córrego da Mooca | | |
|--|-------------------------|-------------------|
| Usos do solo | Área (km ²) | Área da bacia (%) |
| Residencial horizontal médio alto padrão | 6,70 | 30,5 |
| Ruas, áreas pavimentadas e cemitérios | 5,14 | 23,3 |
| Indústria e armazém | 2,23 | 10,1 |
| Residencial, comércio e serviços | 1,59 | 7,2 |
| Comércio e serviços | 1,11 | 5,1 |
| Residencial vertical médio alto padrão | 1,03 | 4,7 |
| Espaços abertos | 0,97 | 4,4 |
| Residencial horizontal baixo padrão | 0,91 | 4,1 |
| Equipamento urbano | 0,90 | 4,1 |
| Residencial, indústria e armazém | 0,84 | 3,8 |
| Comércio, serviços, indústria e armazém | 0,53 | 2,4 |
| Residencial vertical baixo padrão | 0,05 | 0,2 |
| Total | 22,00 | 100,00 |



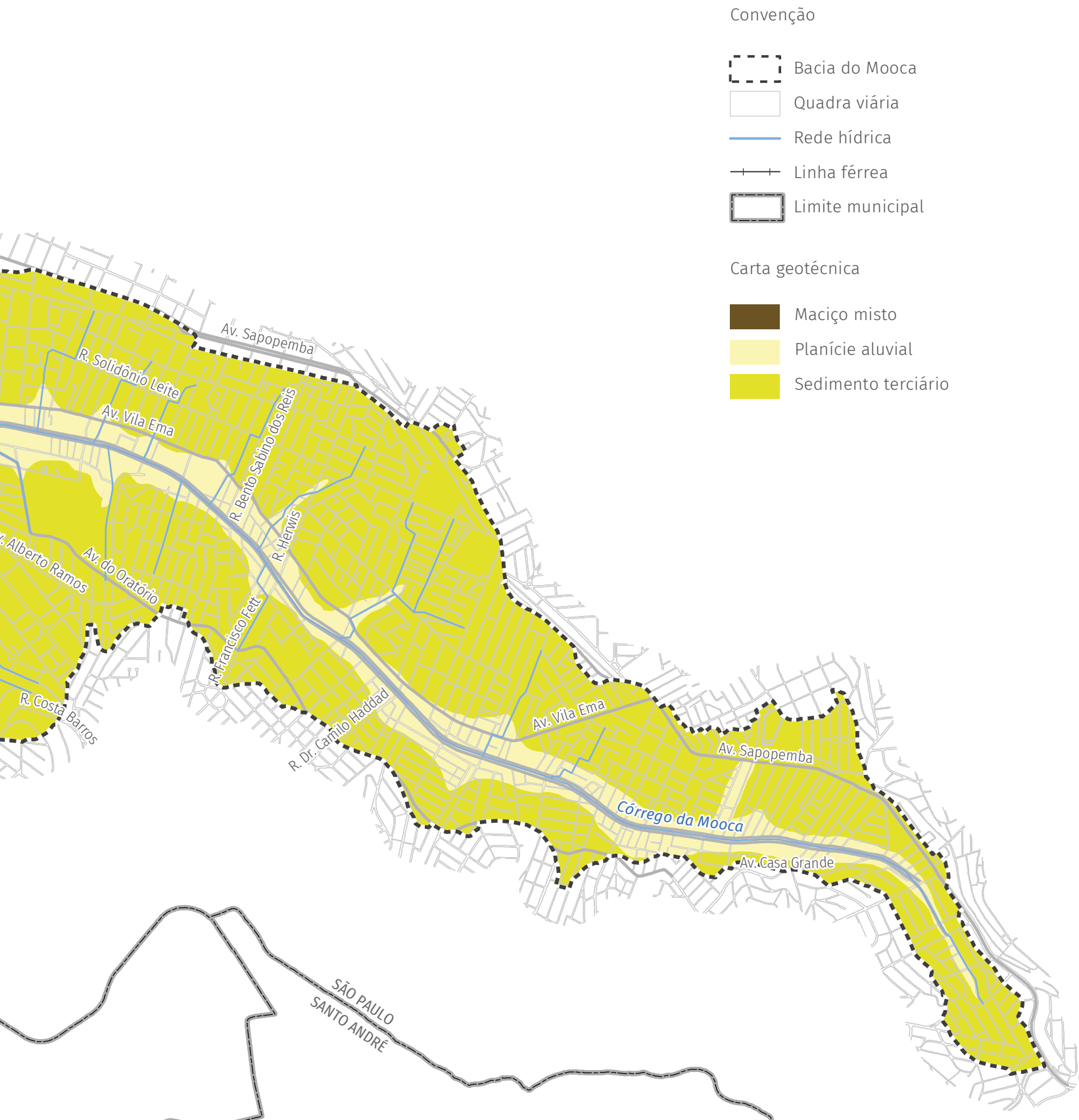
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

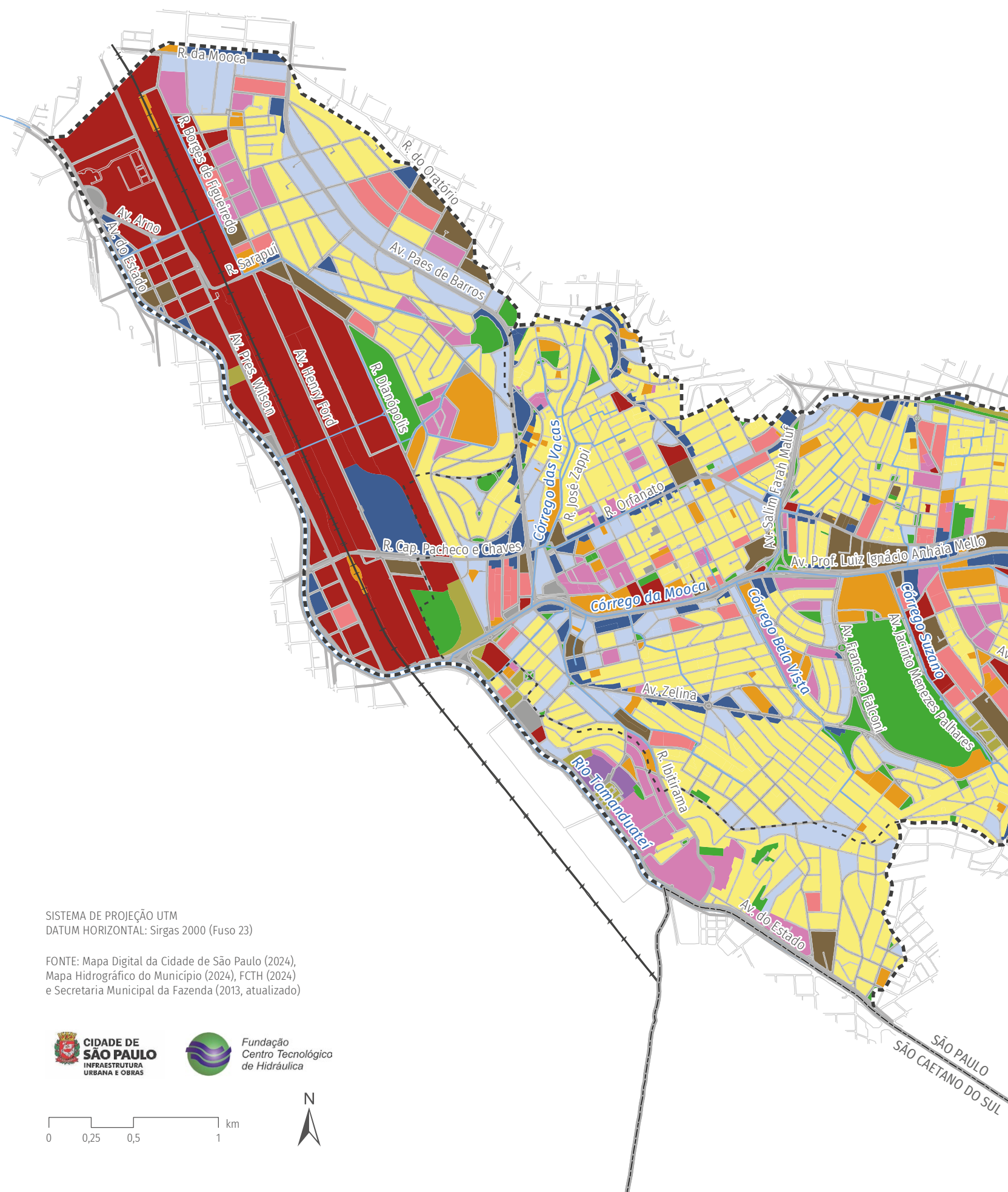
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
Mapa Hidrográfico do Município (2024), FCTH (2024) e
Carta Geotécnica do Município de São Paulo (1993)



SÃO PAULO
SÃO CAETANO DO SUL

FIGURA 2.37 Carta geotécnica da área da bacia do córrego da Mooca





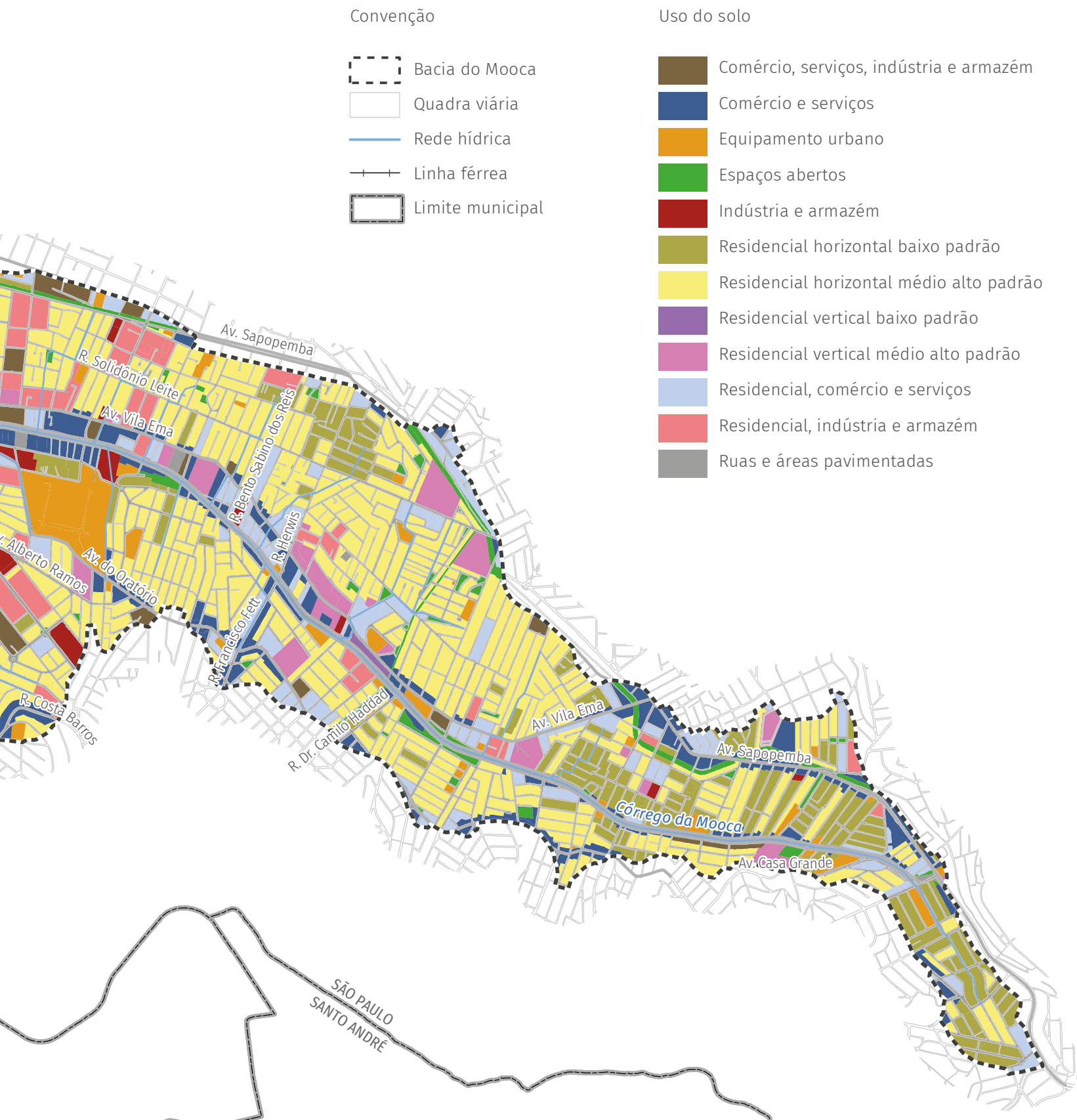
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

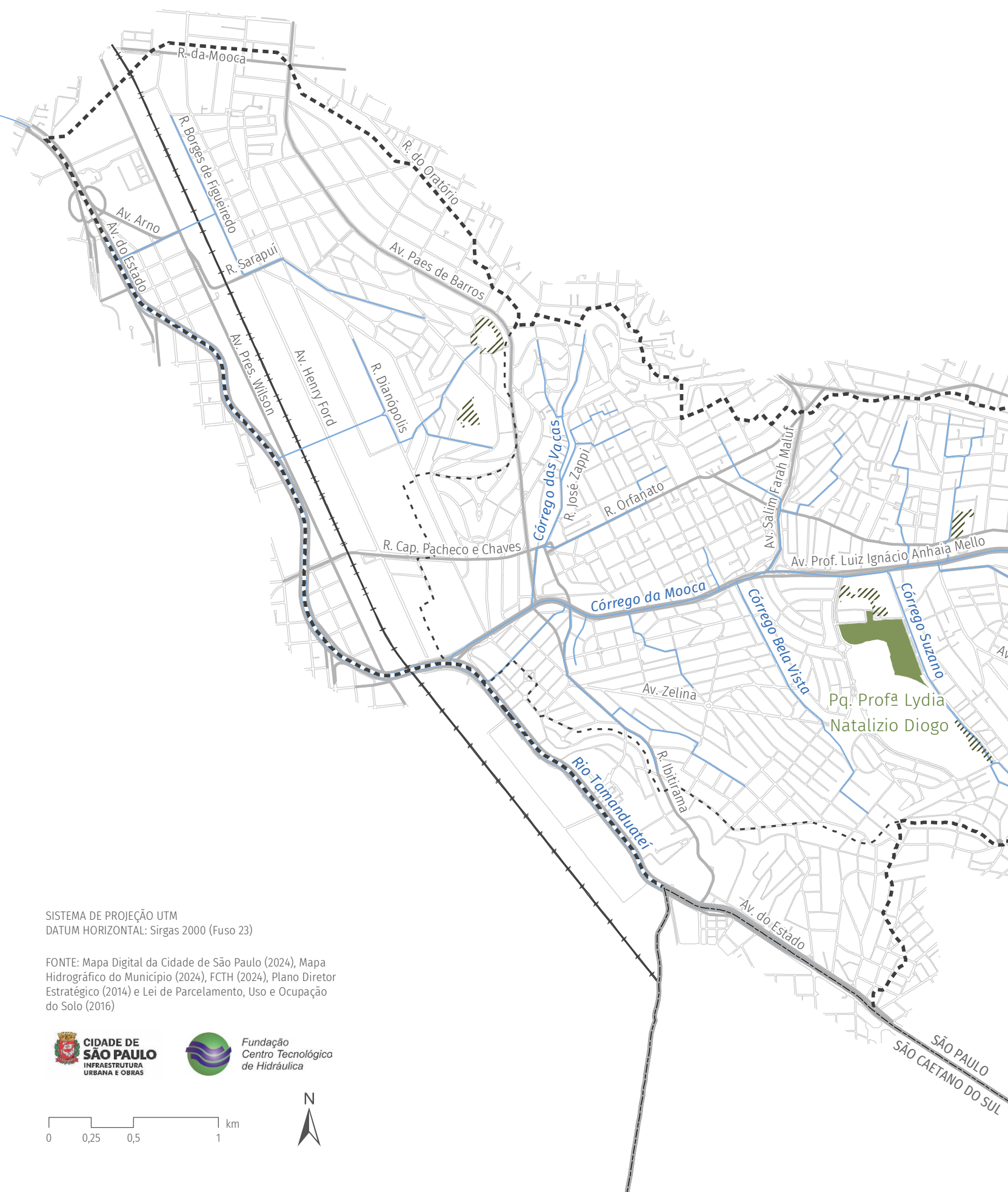
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
Mapa Hidrográfico do Município (2024), FCTH (2024)
e Secretaria Municipal da Fazenda (2013, atualizado)



SÃO PAULO
SÃO CAETANO DO SUL

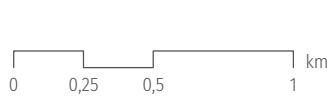
FIGURA 2.38 Mapeamento do uso do solo na bacia do córrego da Mooca





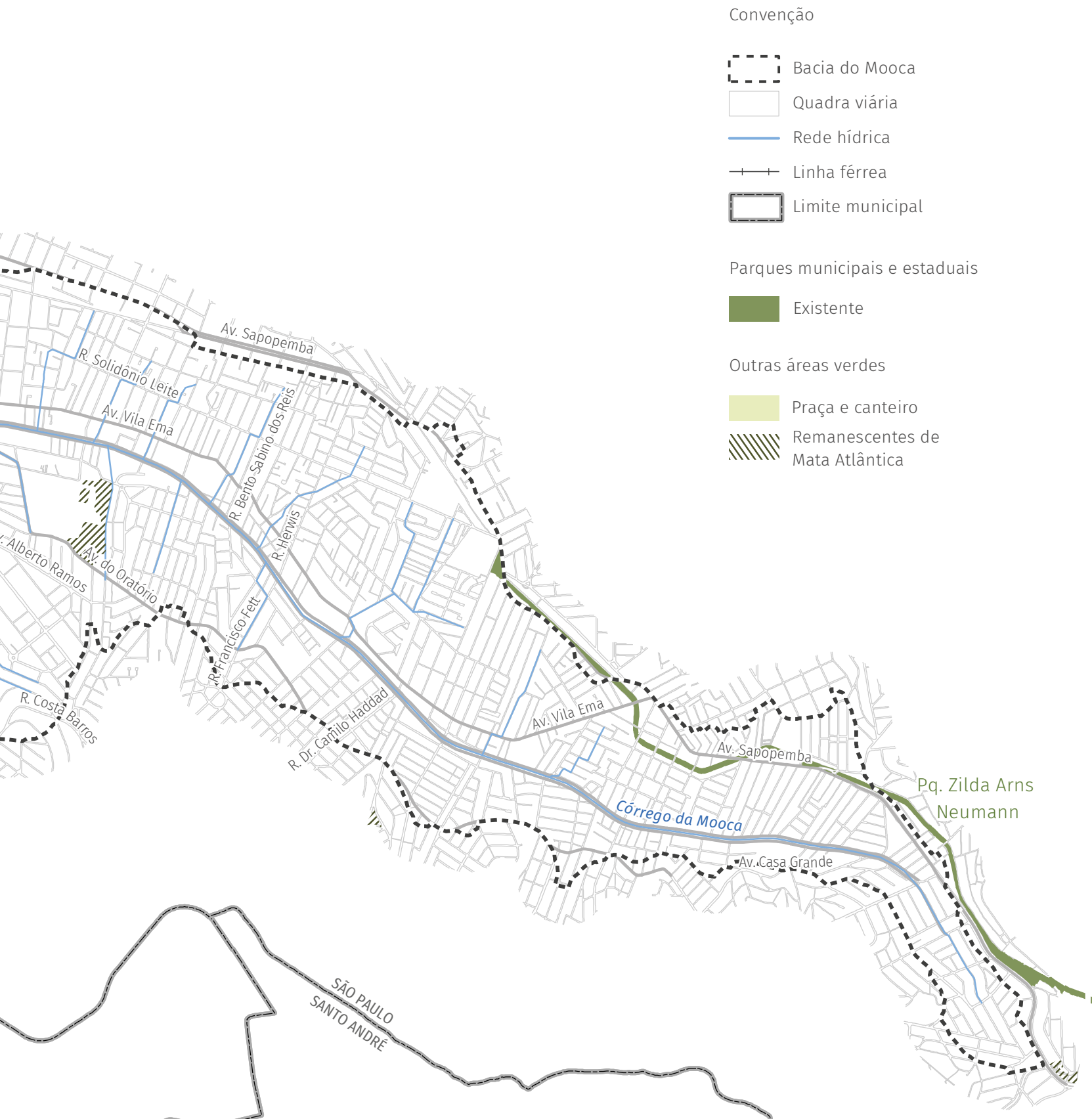
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024), Mapa Hidrográfico do Município (2024), FCTH (2024), Plano Diretor Estratégico (2014) e Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (2016)



SÃO PAULO
SÃO CAETANO DO SUL

FIGURA 2.39 Parques e áreas verdes na bacia do córrego da Mooca



2.8 ZONEAMENTO URBANO

O zoneamento da bacia do córrego da Mooca se insere no contexto do Plano Regional das subprefeituras da Vila Prudente, de Sapopemba, da Mooca e Aricanduva, e consideradas as Áreas de Contribuição Direta adjacentes, das subprefeituras da Sé e do Ipiranga.

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:** objetiva 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 córrego da Mooca está inserida nas macroáreas de Qualificação da Urbanização, de Redução da Vulnerabilidade Urbana e Recuperação Ambiental e de Estruturação Metropolitana, conforme pode ser visualizado na **FIGURA 2.40**.

Além disso, apresenta seu zoneamento classificado conforme mostrado na **FIGURA 2.41**.

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 Art. 76, que, nos processos de licenciamento de edificações novas ou de reformas com alteração de área construída superior a 20%, será exigida uma pontuação mínima de QA, em função da localização e do tamanho do lote, conforme Quadro 3A da referida lei. O segundo

parágrafo do mesmo artigo cita que lotes com área total menor ou igual a 500 m² estão isentos de aplicação da QA.

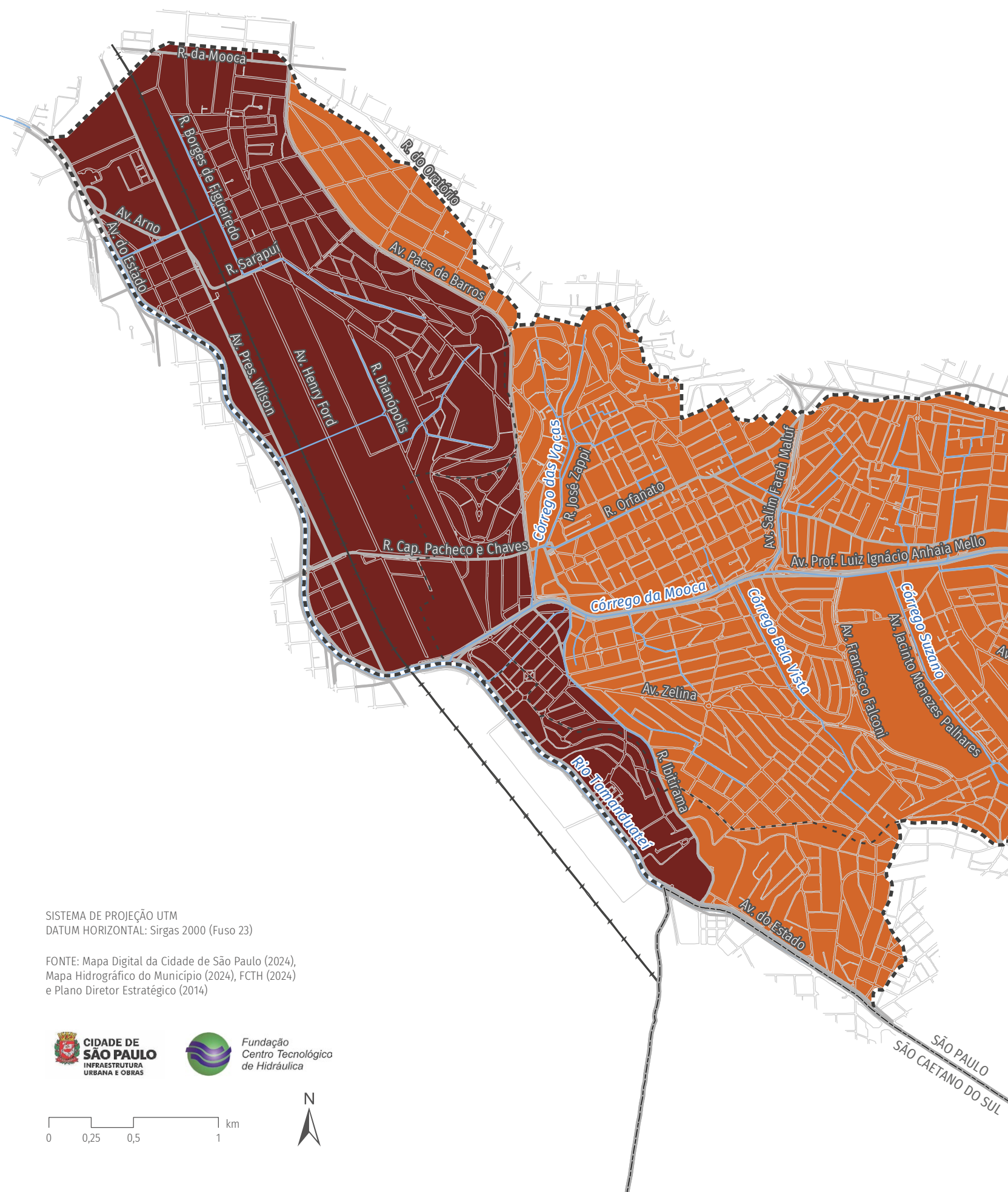
O Art. 79 adverte que em lotes com área total superior a 500 m², nos quais incidem as disposições da QA, é obrigatória a instalação de reservação de controle de escoamento superficial, independentemente da adoção de outros mecanismos de controle do escoamento superficial que impliquem reservação e/ou infiltração e/ou percolação.

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

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

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

Cada perímetro possui uma nota relativa à vegetação e outra à drenagem, sendo tanto maior quanto pior a situação existente do perímetro. A nota relacionada ao potencial de transformação possui escala inversa,



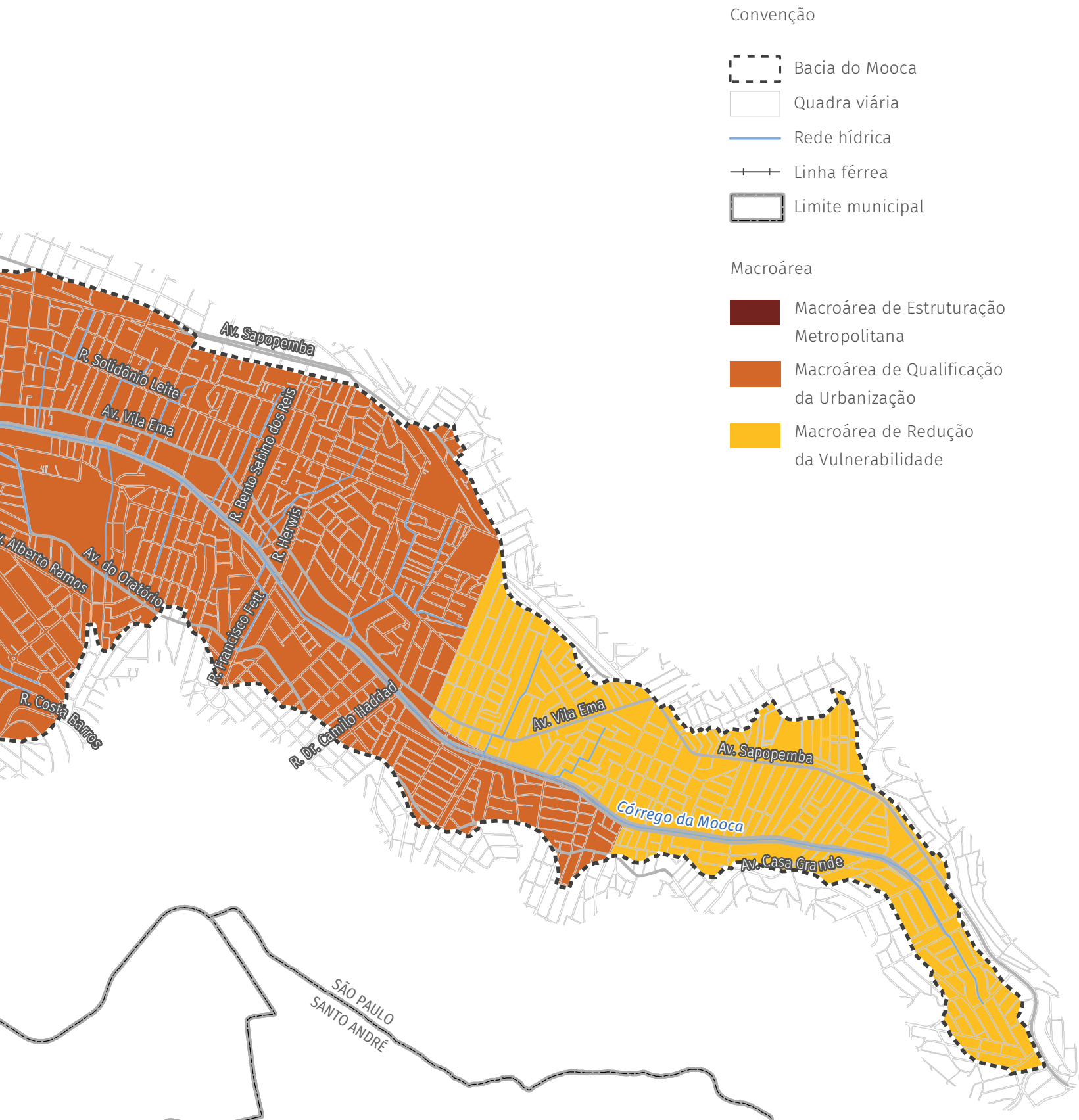
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

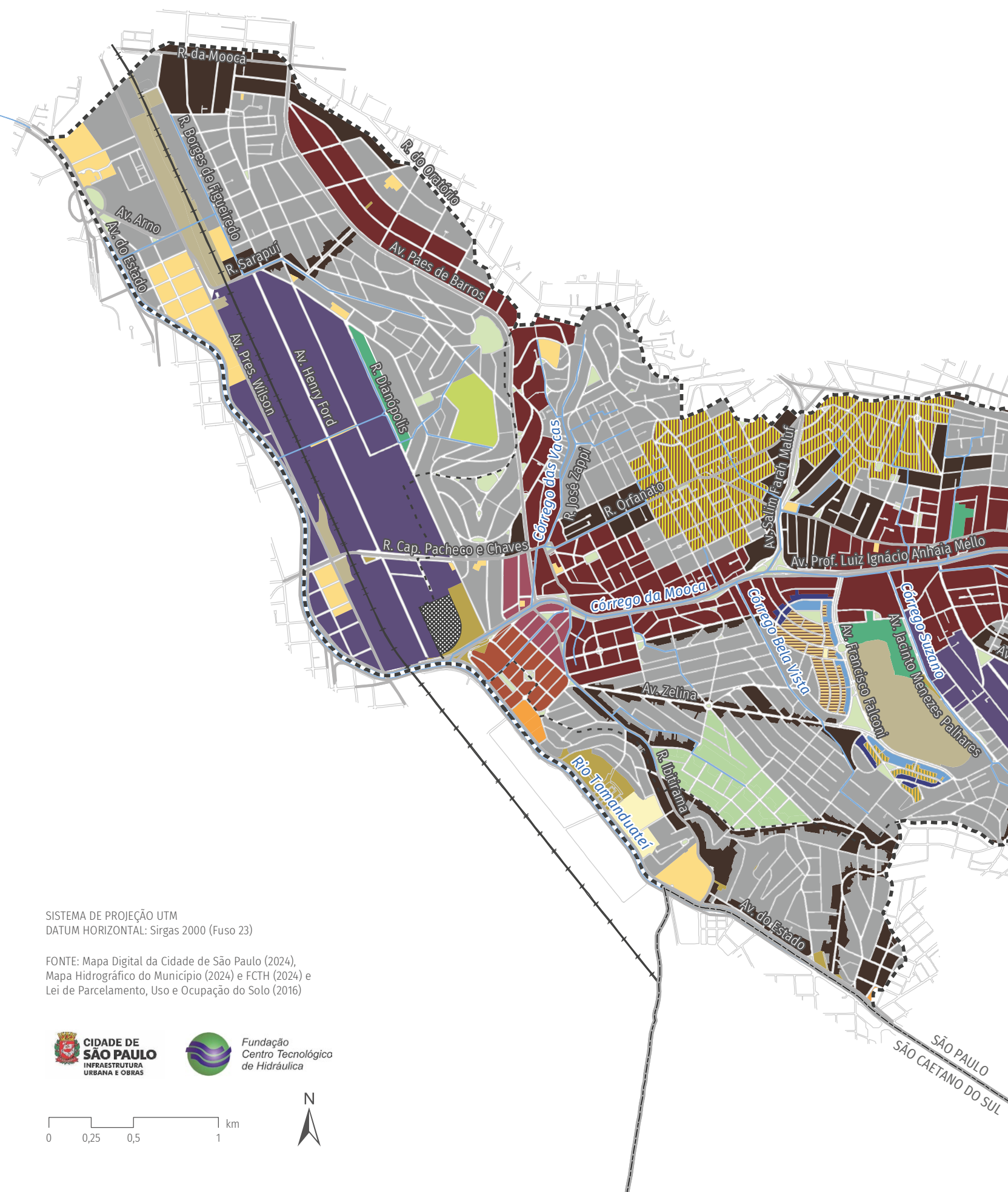
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
 Mapa Hidrográfico do Município (2024), FCTH (2024)
 e Plano Diretor Estratégico (2014)



SÃO PAULO
 SÃO CAETANO DO SUL

FIGURA 2.40 Macroáreas de uso e ocupação do solo – PDE (Lei nº 16.050/2014) na bacia do córrego da Mooca





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

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



SÃO PAULO
 SÃO CAETANO DO SUL

FIGURA 2.41 Zoneamento urbano na bacia do córrego da Mooca

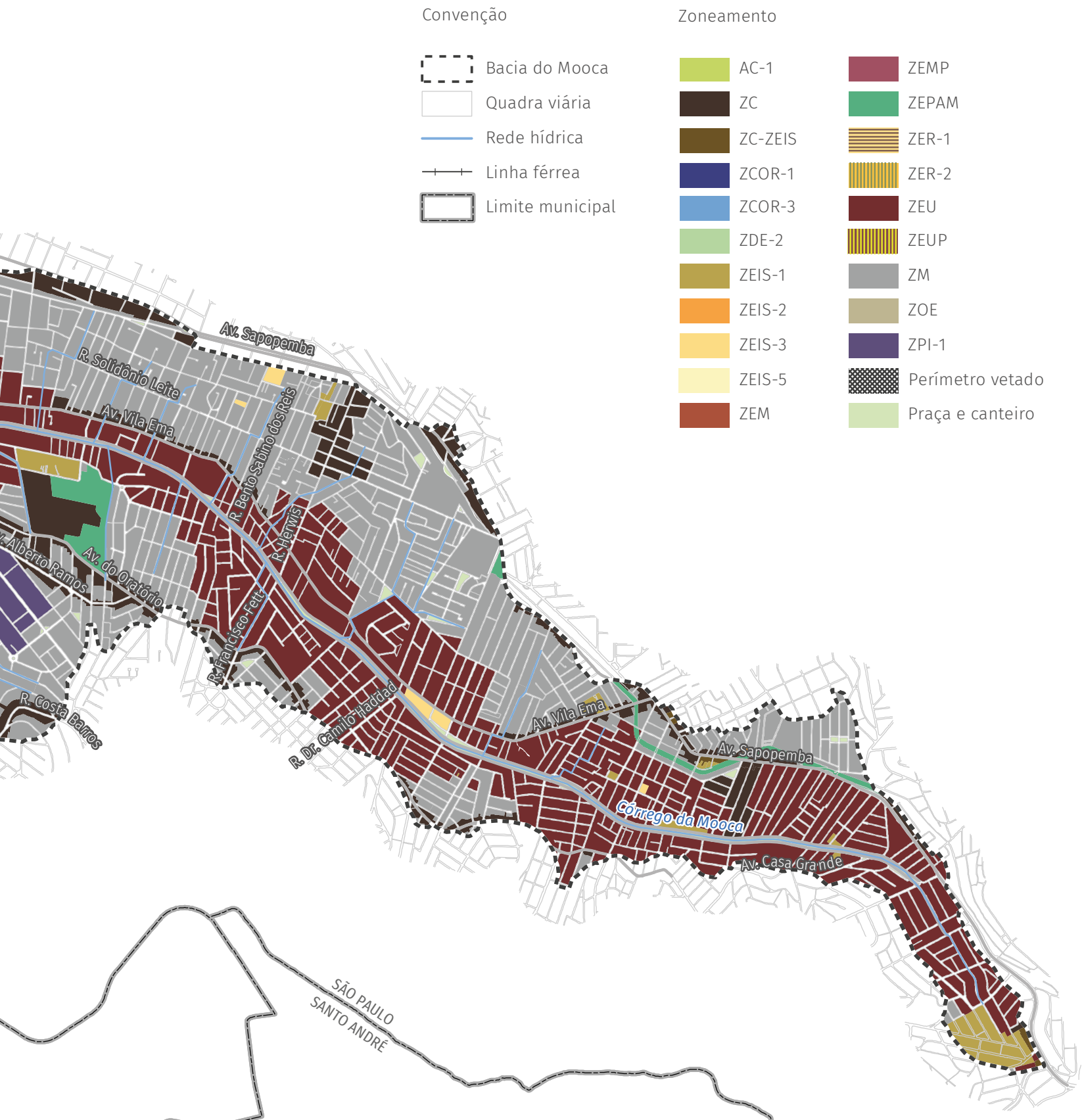


TABELA 2.2 Descrição das zonas de uso e ocupação do solo na bacia do córrego da Mooca

| Zonas | Sigla | Área da bacia (%) |
|---|------------------|-------------------|
| Zona Mista | ZM | 37,7 |
| Zona Eixo de Estruturação e Transformação Urbana | ZEU | 23,1 |
| Zona Predominantemente Industrial 1 | ZPI-1 | 10,4 |
| Zona Centralidade | ZC | 10,2 |
| Zona Eixo de Estruturação e Transformação Urbana Previsto | ZEUP | 3,8 |
| Zona de Ocupação Especial | ZOE | 2,6 |
| Praça e canteiro | PracaCant | 2,1 |
| Zona Especial de Interesse Social 3 | ZEIS-3 | 2,0 |
| Zona Especial de Interesse Social 1 | ZEIS-1 | 1,7 |
| Zona Especial de Proteção Ambiental | ZEPAM | 1,6 |
| Zona de Desenvolvimento Econômico 2 | ZDE-2 | 1,3 |
| Zona Eixo de Estruturação da Transformação Metropolitana | ZEM | 0,7 |
| Zona Eixo de Estruturação da Transformação Metropolitana Previsto | ZEMP | 0,6 |
| Zona Exclusivamente Residencial 1 | ZER-1 | 0,5 |
| Clubes Esportivos Sociais | AC-1 | 0,5 |
| Zona Especial de Interesse Social 5 | ZEIS-5 | 0,4 |
| Perímetro vetado | Perímetro vetado | 0,3 |
| Zona Corredor 3 | ZCOR-3 | 0,3 |
| Zona Corredor 1 | ZCOR-1 | 0,2 |
| Zona Especial de Interesse Social 2 | ZEIS-2 | 0,2 |
| Zona Exclusivamente Residencial 2 | ZER-2 | 0,1 |
| Zona Centralidade lindeira à ZEIS | ZC-ZEIS | 0,1 |

ou seja, nota menor quanto menor seu potencial de transformação. Após a somatória das notas, obteve-se que perímetros com baixo desempenho ambiental e alto potencial de transformação teriam exigências maiores em termos de QA, assim como perímetros com alto desempenho ambiental e baixo potencial de transformação teriam exigências menores em termos de QA¹⁰.

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 córrego da Mooca, estão incluídos os PAs 1, 6 e 9. Foram atribuídas para essas áreas taxas de permeabilidade mínima em função do tamanho

dos lotes, se menor ou igual a 500 m² ou se maior que 500 m², conforme os valores da **TABELA 2.3**, que apresenta a taxa de permeabilidade mínima permitida em cada PA.

A **FIGURA 2.42** indica os perímetros de qualificação ambiental da bacia do Mooca, e a **FIGURA 2.43** mostra o mapeamento da taxa de permeabilidade mínima estabelecida por perímetro ambiental e por zonas específicas. O zoneamento urbano da bacia em estudo indica que as zonas ZEPAM, ZCOR e ZER, pertencentes à bacia, devem obedecer às taxas de permeabilidade mínima estabelecidas para essas zonas, e não pelo perímetro ambiental. Cabe ressaltar que o mapa de permeabilidade mínima foi utilizado para a obtenção das taxas de impermeabilização máxima permitida por lei, empregadas nos cenários propositivos deste estudo. Essa análise é apresentada mais adiante, juntamente com a comparação da situação atual de impermeabilização da bacia.

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

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

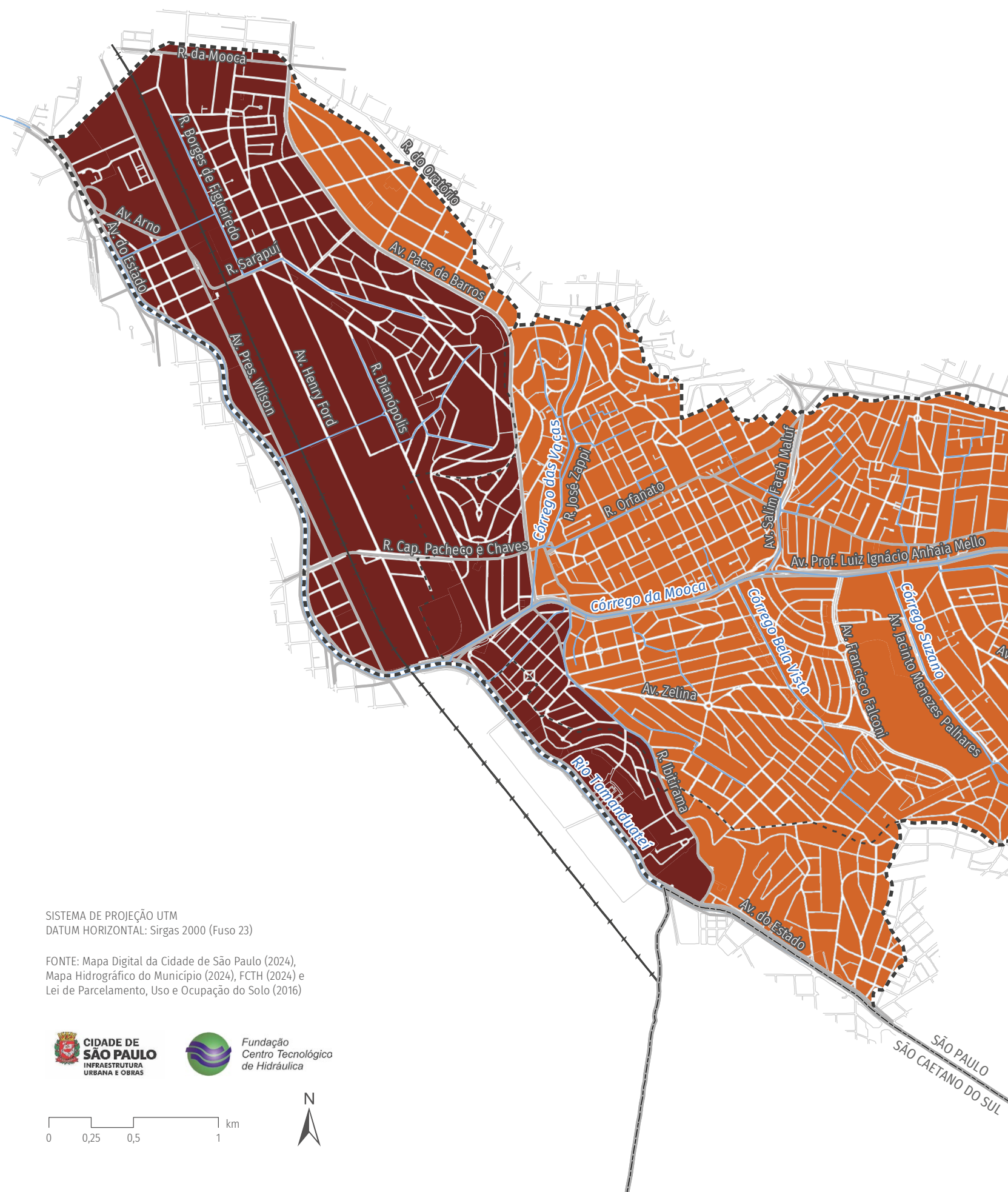
(a) Nos lotes inseridos em ZEPAM, ZPDSr, ZPDS, ZCOR, ZPR e ZER, deverão ser aplicadas as seguintes taxas de permeabilidade mínima: 0,90, 0,70, 0,50, 0,30, 0,30 e 0,30, respectivamente, independentemente do tamanho do lote;

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

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



Foto aérea das proximidades da R. Bento Sabino dos Reis (foto: FCTH)



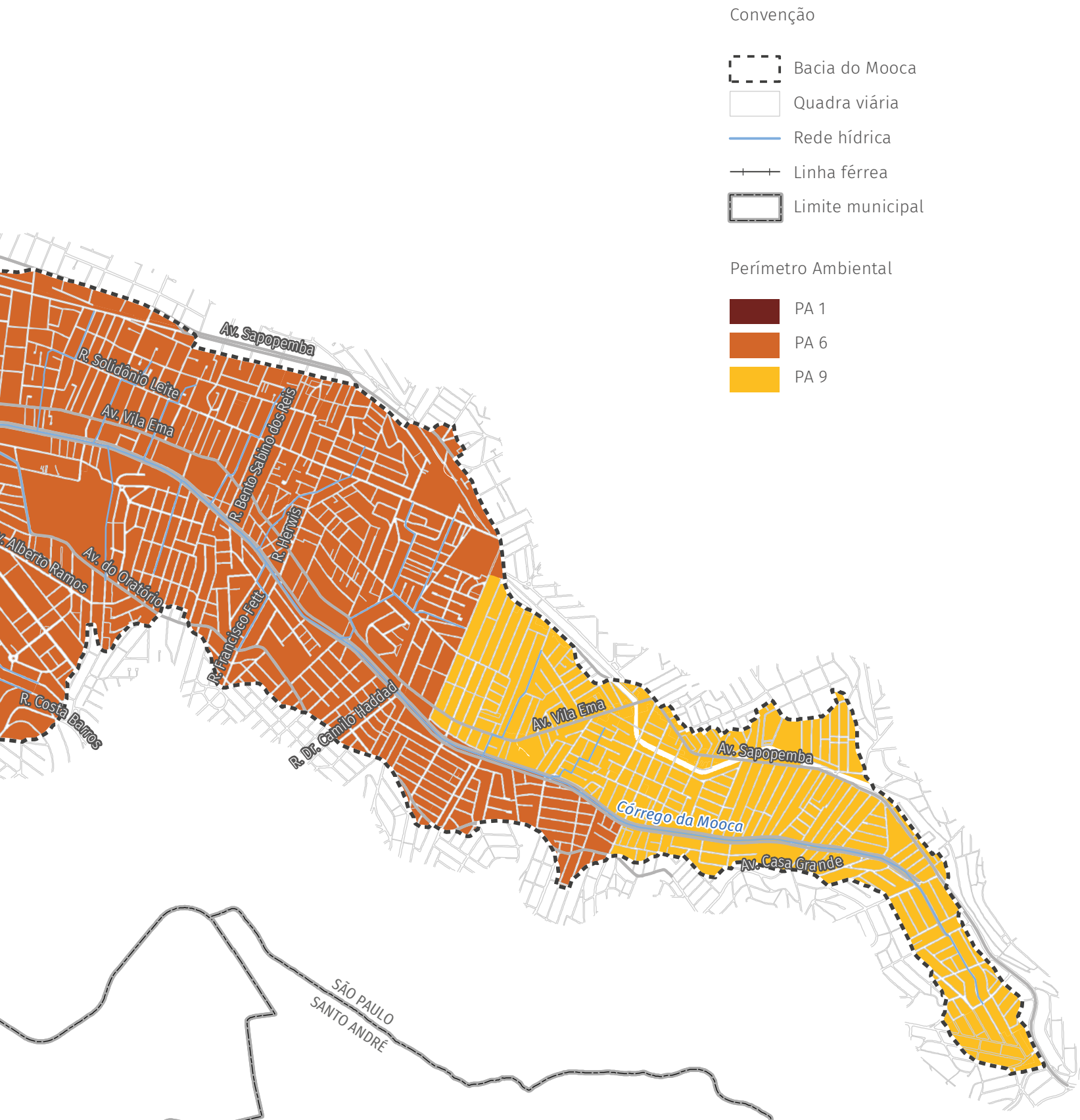
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

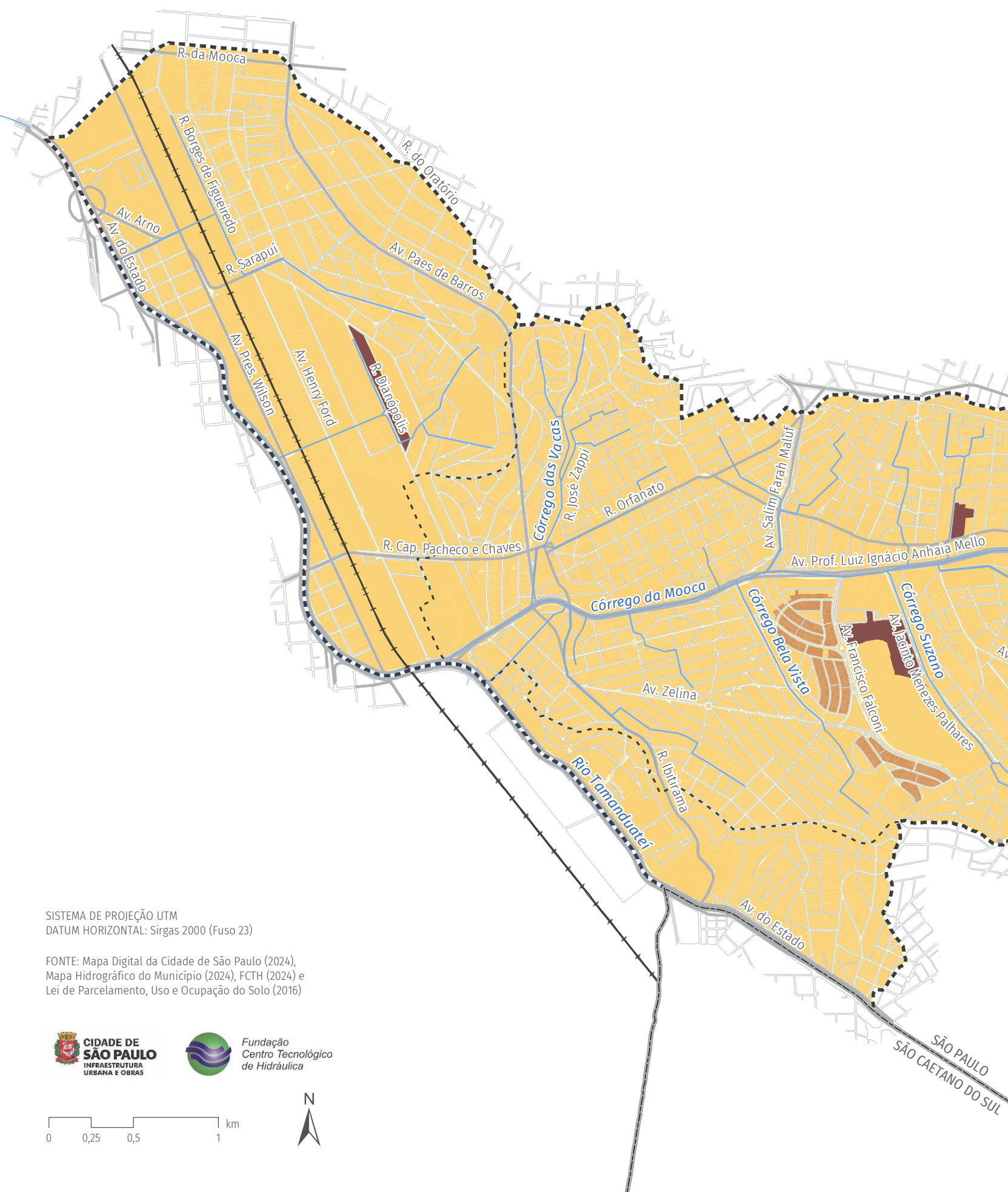
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
Mapa Hidrográfico do Município (2024), FCTH (2024) e
Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (2016)



SÃO PAULO
SÃO CAETANO DO SUL

FIGURA 2.42 Perímetro de qualificação ambiental na bacia do córrego da Mooca





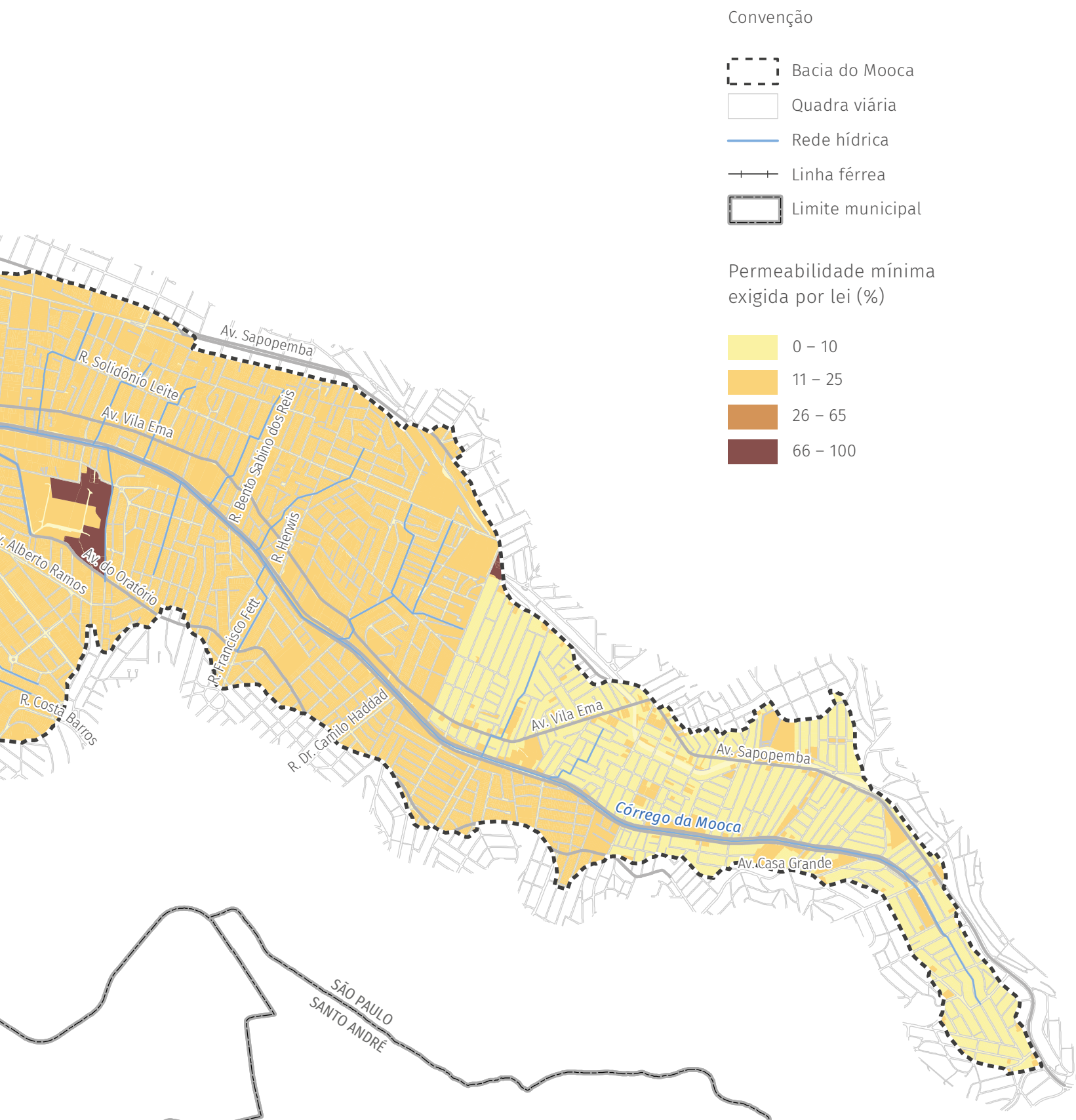
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

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



SÃO PAULO
SÃO CAETANO DO SUL

FIGURA 2.43 Taxa de permeabilidade mínima na bacia do córrego da Mooca



2.9 POPULAÇÃO

2.9.1 DENSIDADE DEMOGRÁFICA

A **FIGURA 2.44** apresenta a densidade populacional da bacia do córrego da Mooca, onde residem 301 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)¹¹.

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 significar

11. 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.

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

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

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

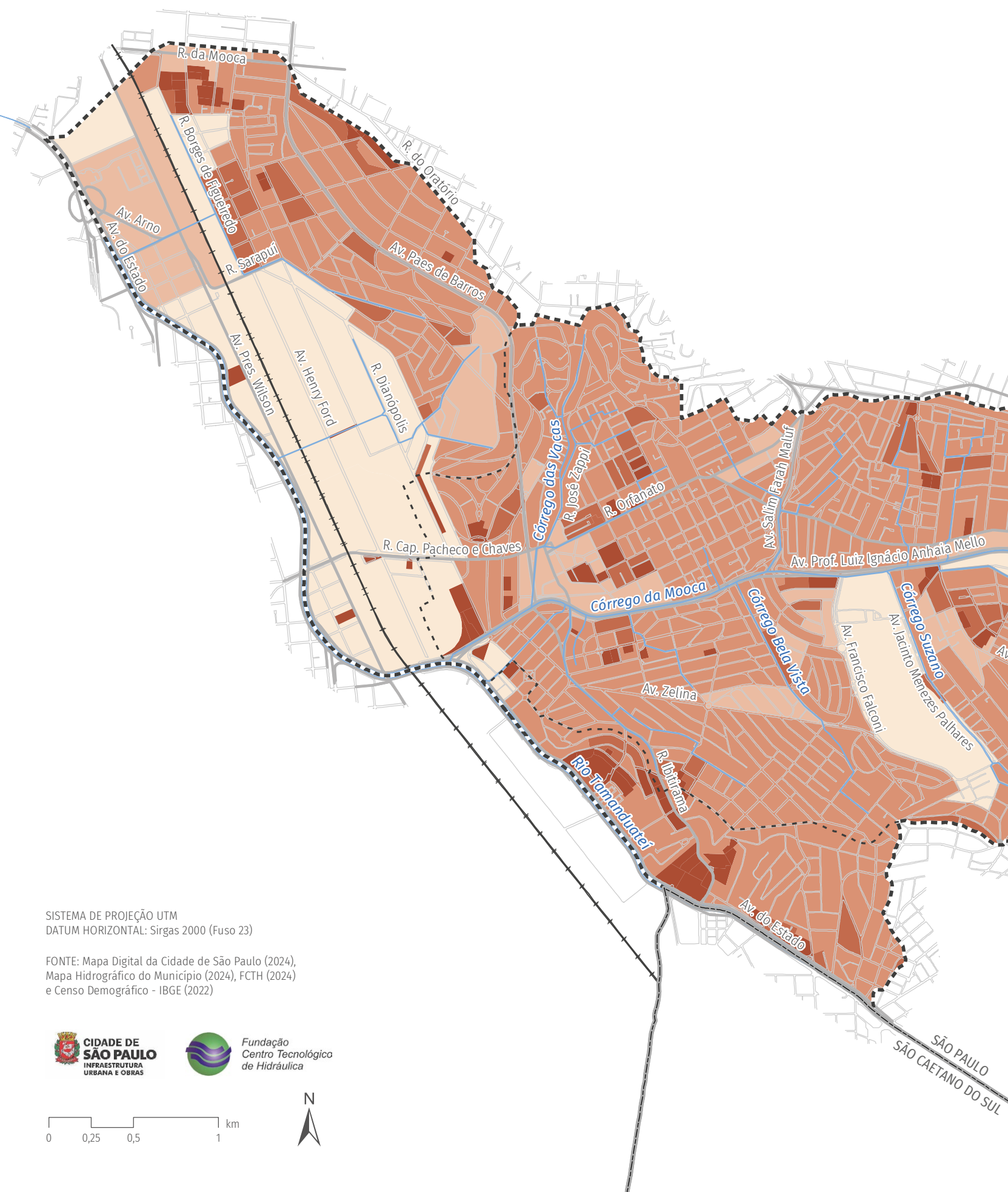
A **TABELA 2.4** indica a classificação dos grupos do IPVS 2010 para a bacia do córrego da Mooca. Na **FIGURA 2.45**, é apresentado o mapa desse índice na bacia. O grupo designado como “não classificado” representa áreas sem população residente ou com menos de 50 domicílios particulares permanentes, o que, no caso do córrego da Mooca, corresponde a 2,9% da área da bacia.

TABELA 2.4 Grupos do IPVS na bacia do Mooca

| Grupo | IPVS 2010 | Situação socioeconômica | Ciclo de vida familiar | Situação e tipo de setores por grupo | Classificação IPVS (% área) |
|-------|-----------------------------|-------------------------|--|---|-----------------------------|
| 0 | Não classificado | - | - | - | 2,9 |
| 1 | Baixíssima vulnerabilidade | Muito alta | Famílias jovens, adultas e idosas | Urbanos e rurais não especiais e subnormais | 8,8 |
| 2 | Vulnerabilidade muito baixa | Média | Famílias adultas e idosas | Urbanos e rurais não especiais e subnormais | 78,8 |
| 3 | Vulnerabilidade baixa | Média | Famílias jovens | Urbanos e rurais não especiais e subnormais | 6,9 |
| 4 | Vulnerabilidade média | Baixa | Famílias adultas e idosas | Urbanos não especiais e subnormais | 2,1 |
| 5 | Vulnerabilidade alta | Baixa | Famílias jovens em setores urbanos | Urbanos não especiais | 0,0 |
| 6 | Vulnerabilidade muito alta | Baixa | Famílias jovens residentes em aglomerados subnormais | Urbanos subnormais | 0,4 |
| 7 | Altíssima vulnerabilidade | Baixa | Famílias idosas, adultas e jovens em setores rurais | Rurais | - |



Foto aérea das proximidades da Pç. Pe. Damião e da R. Ibitirama (foto: FCTH)



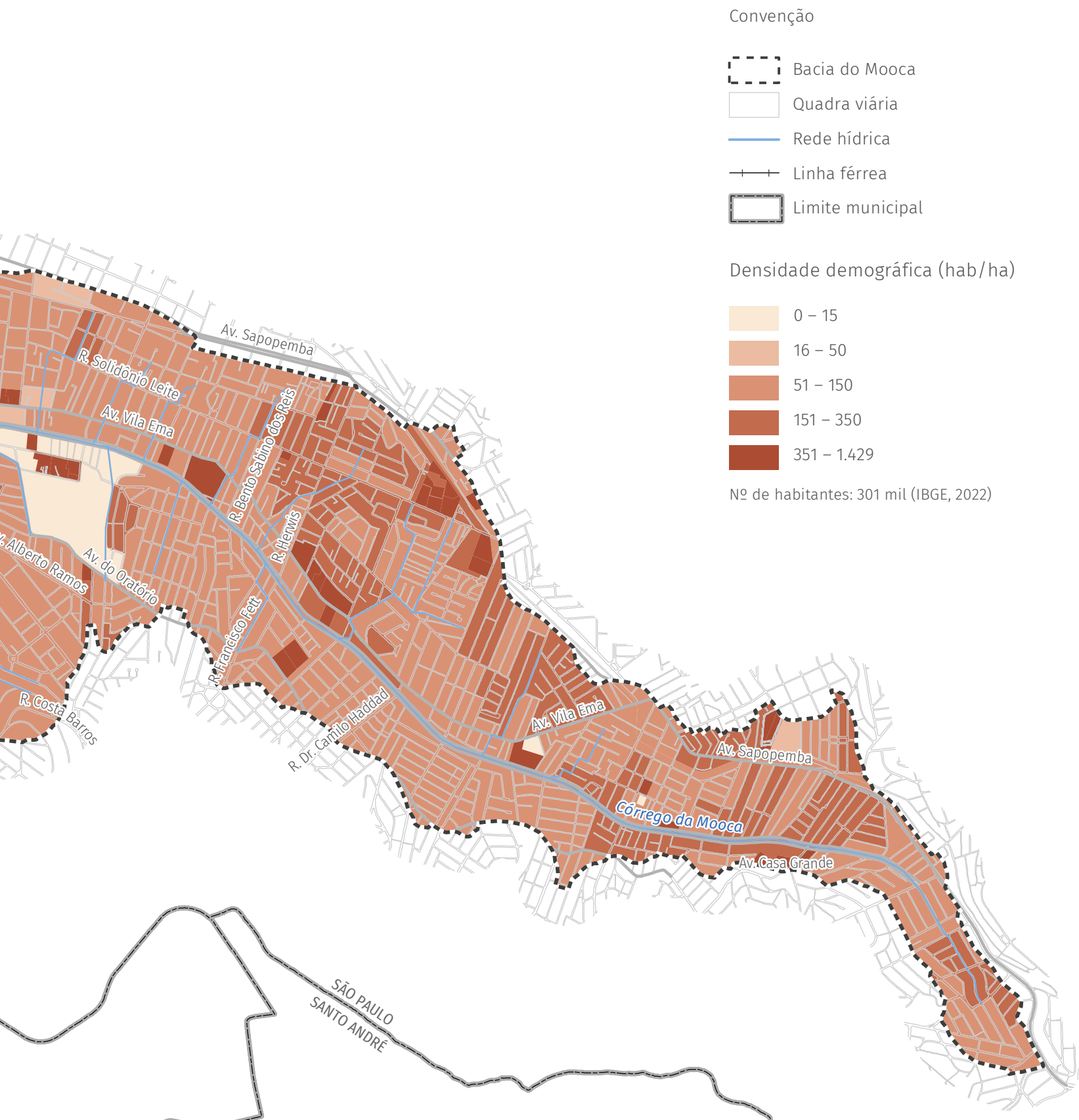
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

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



SÃO PAULO
SÃO CAETANO DO SUL

FIGURA 2.44 Densidade demográfica da bacia do córrego da Mooca





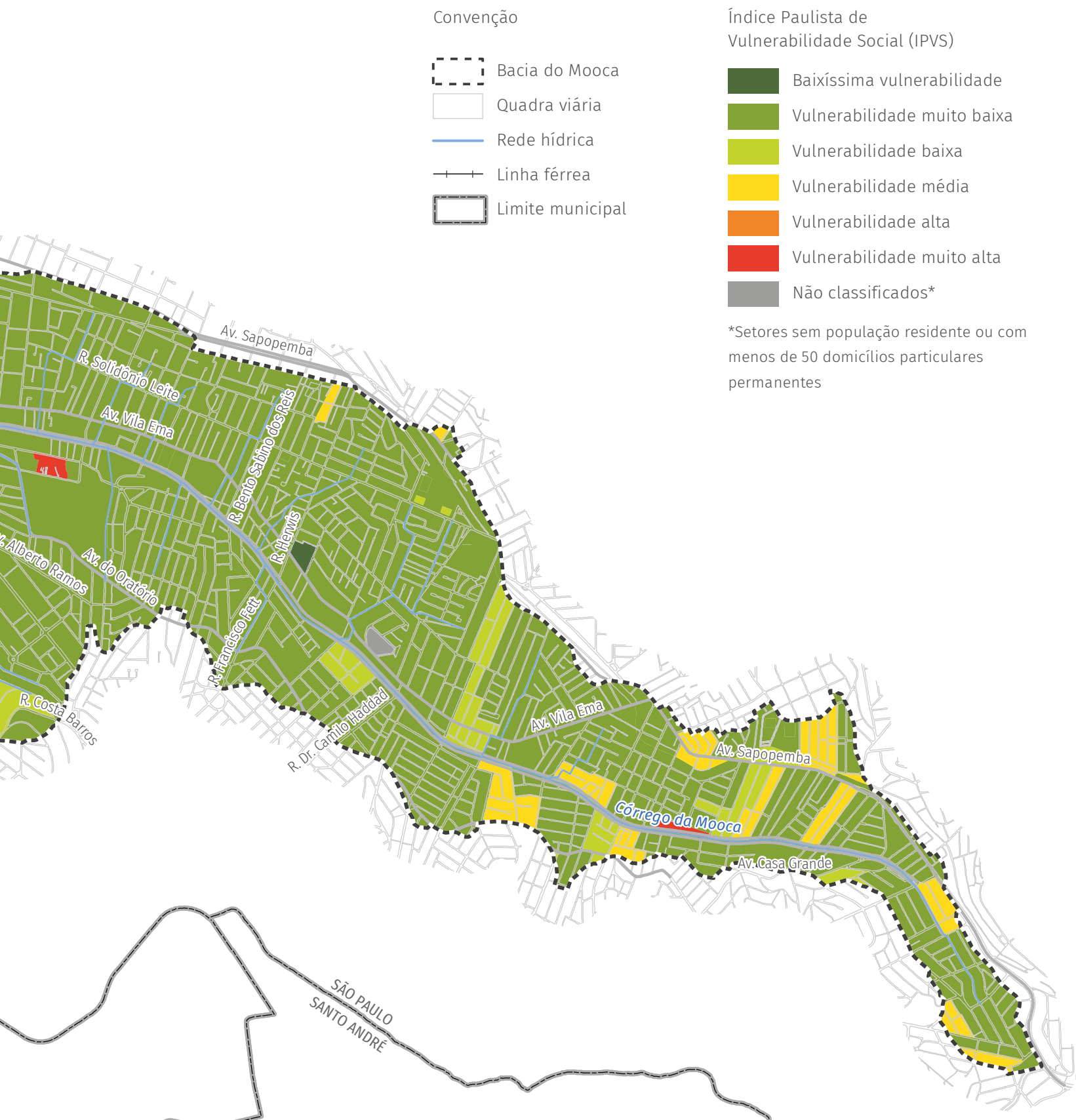
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

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



SÃO PAULO
 SÃO CAETANO DO SUL

FIGURA 2.45 Índice Paulista de Vulnerabilidade Social da bacia do córrego da Mooca



2.10 DIVISÃO ADMINISTRATIVA MUNICIPAL

A administração territorial da bacia do córrego da Mooca se dá pelas subprefeituras da Vila Prudente, de Sapopemba, da Mooca e Aricanduva e, se consideradas as Áreas de Contribuição Direta adjacentes, se dá também pelas subprefeituras da Sé e do Ipiranga.

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 2.46** indica a divisão territorial administrativa da bacia do córrego da Mooca.

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 esgotos¹².

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 2.47** apresenta a rede e os coletores de esgoto existentes e previstos na bacia do córrego da Mooca. Ressalta-se a necessidade de se implementar ações com o objetivo de controlar a poluição hídrica na bacia, tais como: complementação da

12. Art. 209 da Lei nº 16.050/2014.

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.

2.12 SISTEMA VIÁRIO

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

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

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

Os transtornos causados a essas avenidas durante os eventos de inundação são recorrentes, causando impactos no

desenvolvimento urbano, econômico e social do município.

Dentro do PROCAV foi elaborado um projeto ambicioso de uma avenida de fundo de vale ao longo de todo o curso principal do córrego da Mooca, incluindo sua canalização entre as pistas dessa nova avenida. Esse projeto foi alvo de muitas críticas, principalmente pelos moradores da região, que viam na avenida, se utilizada como alternativa à Avenida Marginal Tietê, o potencial de receber um volume massivo de tráfego, com grande impacto no bairro (à época, ainda não havia o projeto do Rodoanel). Dessa forma, o projeto foi abandonado, não tendo sido implantadas desde então obras viárias de maior porte na bacia.

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

Assim, para o planejamento do sistema de drenagem urbana nos cadernos de Bacia Hidrográfica, foi levantada a classificação viária disponibilizada pela Companhia de Engenharia de Tráfego (CET). Foram consideradas as vias mais importantes: as de trânsito rápido (VTR), que resguardam

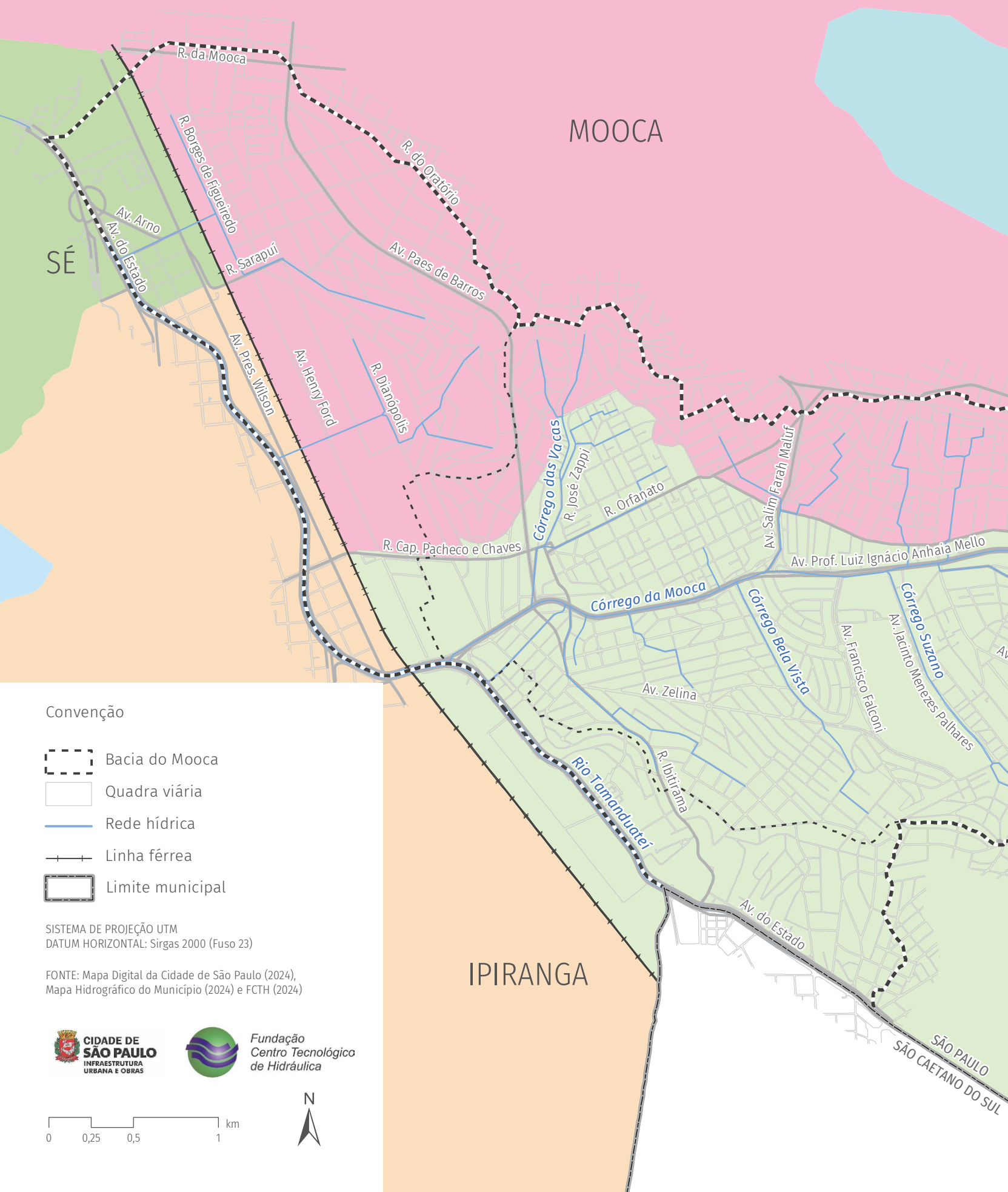
a importância funcional das conexões de longa distância e da fluidez; e as arteriais, com predominância de trânsito de passagem e onde estão localizados os corredores estruturais de transporte coletivo.

A bacia do córrego da Mooca é estruturada de acordo com os seguintes eixos viários: foz na Avenida Doutor Francisco Mesquita; eixo do córrego principal sob a Avenida Professor Luiz Ignácio Anhaia Mello; e cabeceira limitada pelo fim da Avenida Sapopemba.






A **FIGURA 2.48** apresenta o sistema viário da bacia do córrego da Mooca.



Foto aérea das proximidades da Estação Vila Prudente, na Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello (foto: FCTH)

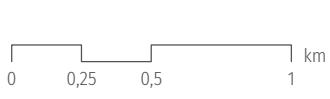


Convenção

-  Bacia do Mooca
-  Quadra viária
-  Rede hídrica
-  Linha férrea
-  Limite municipal

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

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



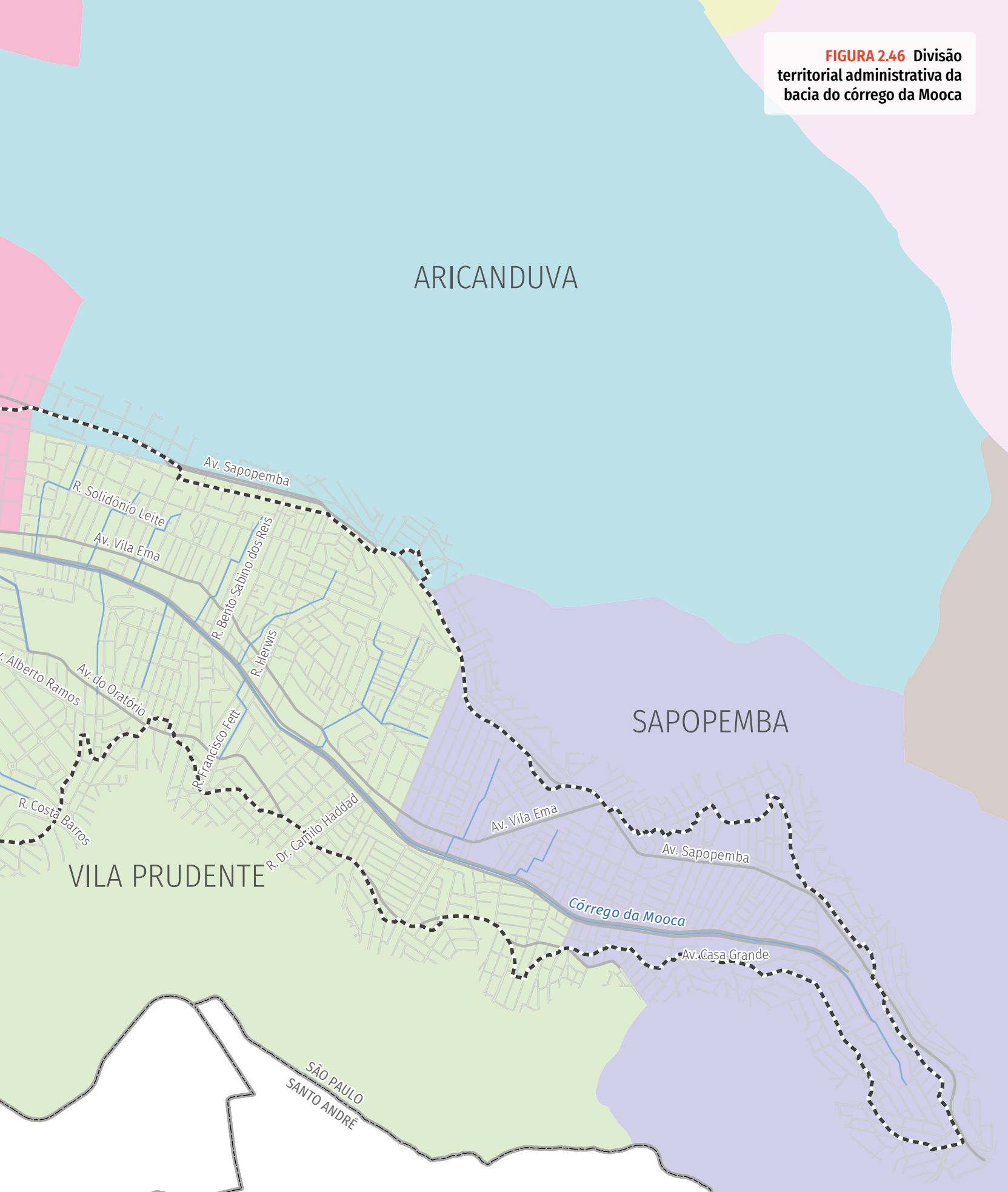
IPIRANGA

MOOCA

SÉ

SÃO PAULO
SÃO CAETANO DO SUL

FIGURA 2.46 Divisão territorial administrativa da bacia do córrego da Mooca



ARICANDUVA

SAPOPEMBA

VILA PRUDENTE

SÃO PAULO
SANTO ANDRÉ



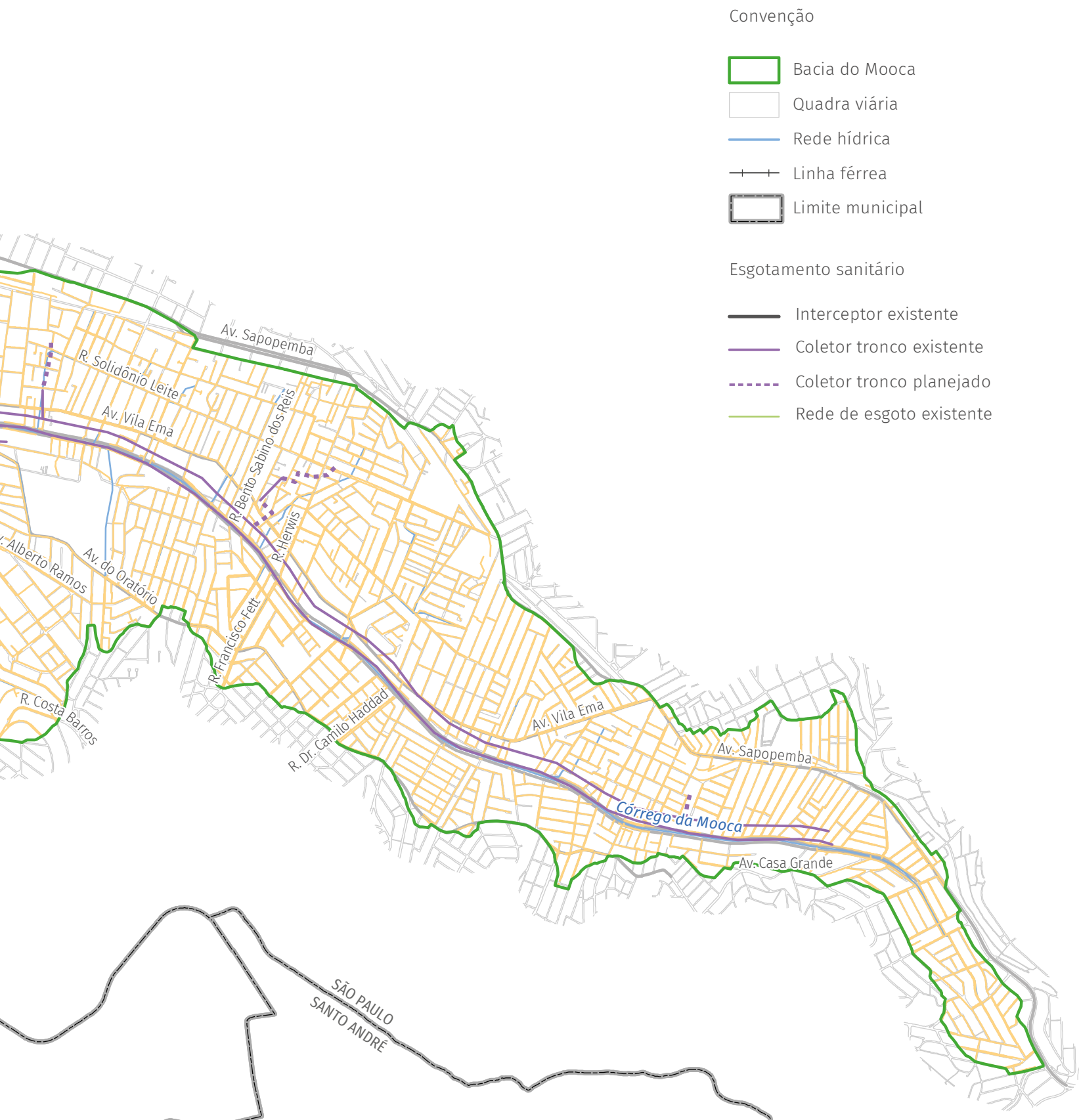
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

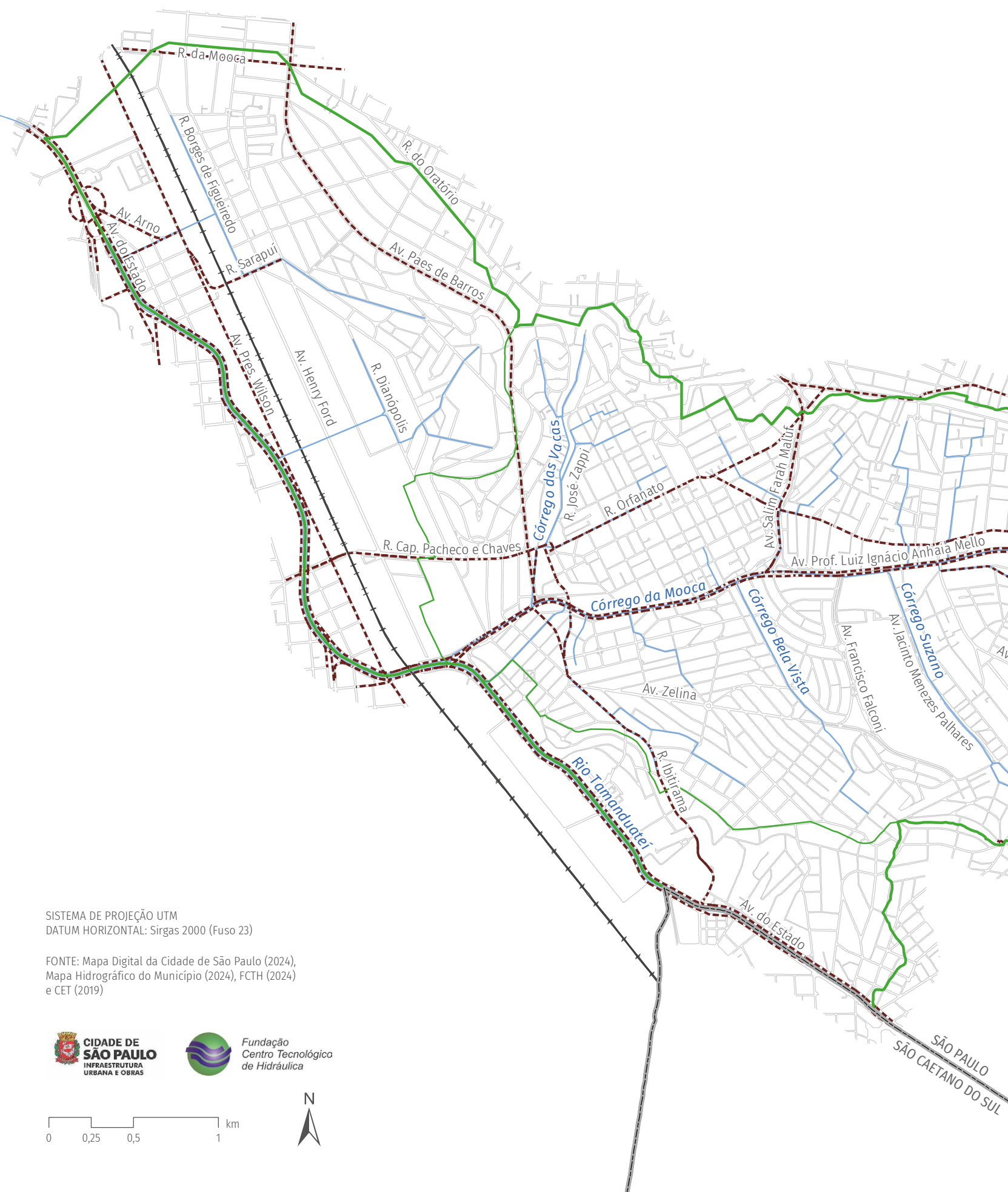
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
Mapa Hidrográfico do Município (2024), FCTH (2024)
e Plano Diretor Estratégico (2014)



SÃO PAULO
SÃO CAETANO DO SUL

FIGURA 2.47 Sistema de esgotamento sanitário da bacia do córrego da Mooca





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

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



SÃO PAULO
SÃO CAETANO DO SUL

FIGURA 2.48 Sistema viário da
bacia do córrego da Mooca



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.

Na hidrologia urbana, é necessário conhecer o regime de precipitação: sua magnitude, o risco de ocorrência e sua distribuição temporal e espacial, assim como as características da ocupação da bacia hidrográfica, que influenciam diretamente nas taxas de infiltração, que resultam na chuva excedente, que, por sua vez, produz a onda de cheia. Além disso, as características fisiográficas da bacia, como área drenada, declividade, forma e o grau de intervenções no sistema de drenagem natural, canais, galerias, reservatórios de detenção, entre outros, condicionam a velocidade com que a água se escoar numa determinada seção do curso d'água.

Esse processo interfere na magnitude das vazões durante as chuvas intensas.

O estudo hidrológico realizado contempla uma breve análise das precipitações ocorridas na bacia do córrego da Mooca, a partir dos registros do radar meteorológico e dos postos da rede telemétrica, e 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 canais.

3.1 CHUVA DE PROJETO

A chuva de projeto consiste em um evento crítico de precipitação construído artificialmente com base em características estatísticas da chuva e em parâmetros de resposta da bacia hidrográfica. Tais características estatísticas e parâmetros são representados sinteticamente por dois elementos básicos:

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

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

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

As chuvas intensas para a região da bacia do córrego da Mooca 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)¹³.

13. 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 3 horas.

Desse modo, foram calculadas as precipitações para diferentes períodos de retorno e duração da chuva de 3 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)¹⁴, em que a precipitação é desagregada em passos de tempo discriminados pela duração total, os blocos de altura de chuva em cada passo são rearranjados de forma que a maior altura de precipitação seja colocada no centro de duração, e os blocos seguintes são posicionados de forma decrescente e alternados (direita e esquerda) do bloco central; e distribuição de Huff (Huff, 1967)¹⁵, em que foram analisados eventos extremos de precipitação na região de Illinois, a precipitação é classificada em quartis e determina-se,

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

15. 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 | 7,8 | 10,6 | 12,5 | 14,9 | 18,4 |
| 20 | 9,9 | 13,5 | 15,9 | 18,9 | 23,4 |
| 30 | 8,4 | 11,5 | 13,5 | 16,1 | 19,9 |
| 40 | 7,3 | 10,0 | 11,7 | 14,0 | 17,2 |
| 50 | 5,3 | 7,2 | 8,4 | 10,0 | 12,4 |
| 60 | 4,0 | 5,4 | 6,4 | 7,6 | 9,4 |
| 70 | 2,9 | 3,9 | 4,6 | 5,5 | 6,7 |
| 80 | 2,3 | 3,1 | 3,7 | 4,3 | 5,4 |
| 90 | 1,7 | 2,3 | 2,7 | 3,2 | 4,0 |
| 100 | 1,2 | 1,7 | 2,0 | 2,3 | 2,9 |
| 110 | 0,9 | 1,2 | 1,4 | 1,7 | 2,1 |
| 120 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 1,4 |
| 130 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,9 |
| 140 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,5 |
| 150 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 160 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 170 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 180 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Precipitação total acumulada | 53,1 | 72,3 | 85,0 | 101,1 | 124,9 |

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 – Centro, foram utilizados seis postos telemétricos, dos quais foram analisados 84 eventos com duração entre 3 e 4 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 min, levando em consideração a distribuição temporal da chuva, descrita anteriormente.

| TABELA 3.2 Número de postos telemétricos analisados em cada setor hídrico | | |
|---|------------------|--|
| Setor | Número de postos | Mapa dos setores |
| Pinheiros | 46 | <p>Setor hídrico</p> <ul style="list-style-type: none"> Tietê – Norte Tietê – Leste Tietê – Centro Pinheiros Mananciais e áreas de proteção <p>Município de São Paulo</p> <p>Bacia hidrográfica</p> |
| Tietê – Centro | 36 | |
| Tietê – Leste | 29 | |
| Tietê – Norte | 21 | |
| Mananciais | 11 | |

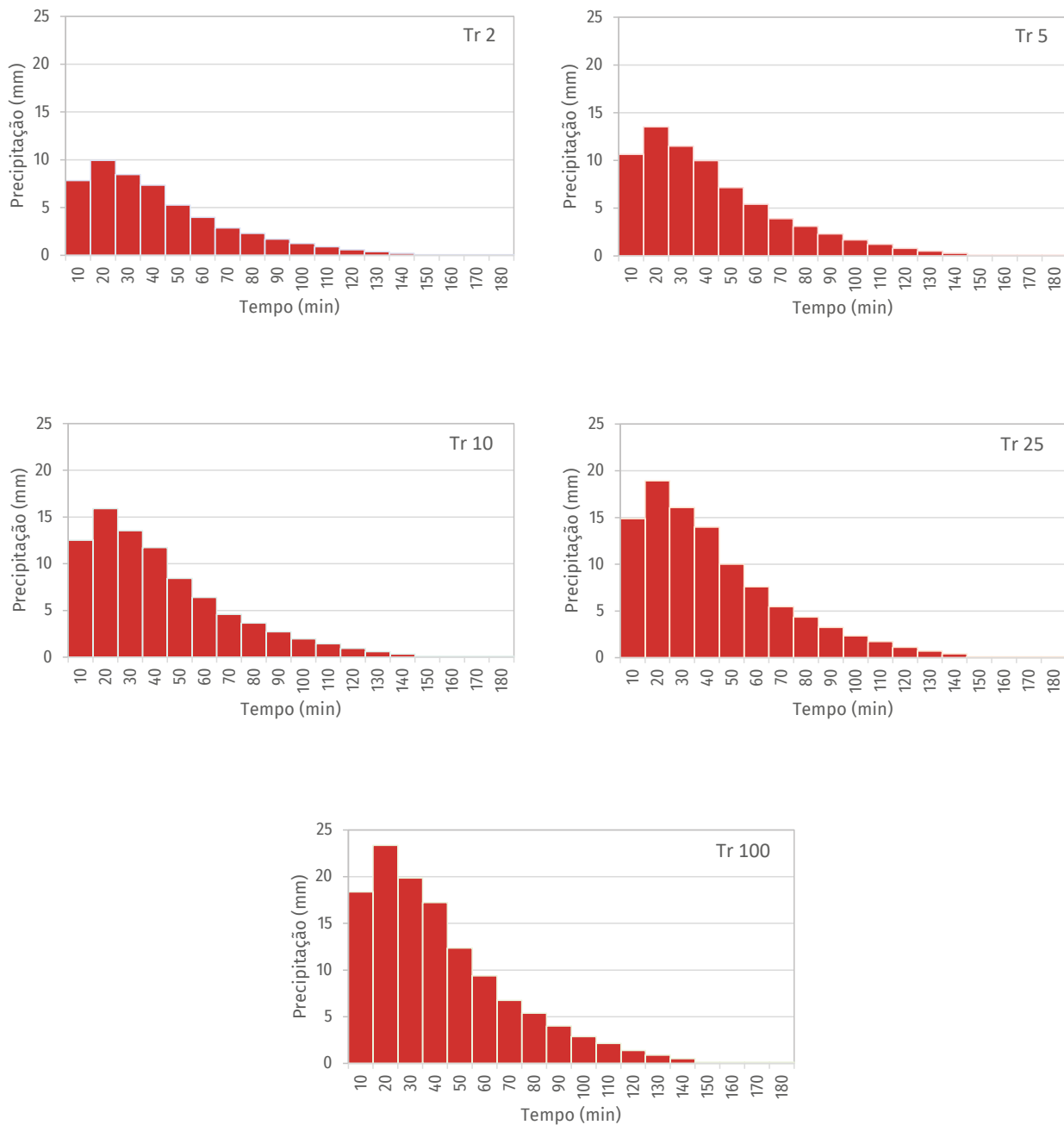


FIGURA 3.1 Hietogramas de projeto para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 25 e 100 anos

3.2 SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS

Para fins de modelagem, a bacia do córrego da Mooca foi dividida em 30 sub-bacias, obedecendo à contribuição dos afluentes principais, além de 11 sub-bacias correspondentes à Área de Contribuição Direta do Rio Tamanduateí. A **TABELA 3.3** indica as principais características físicas de cada sub-bacia.

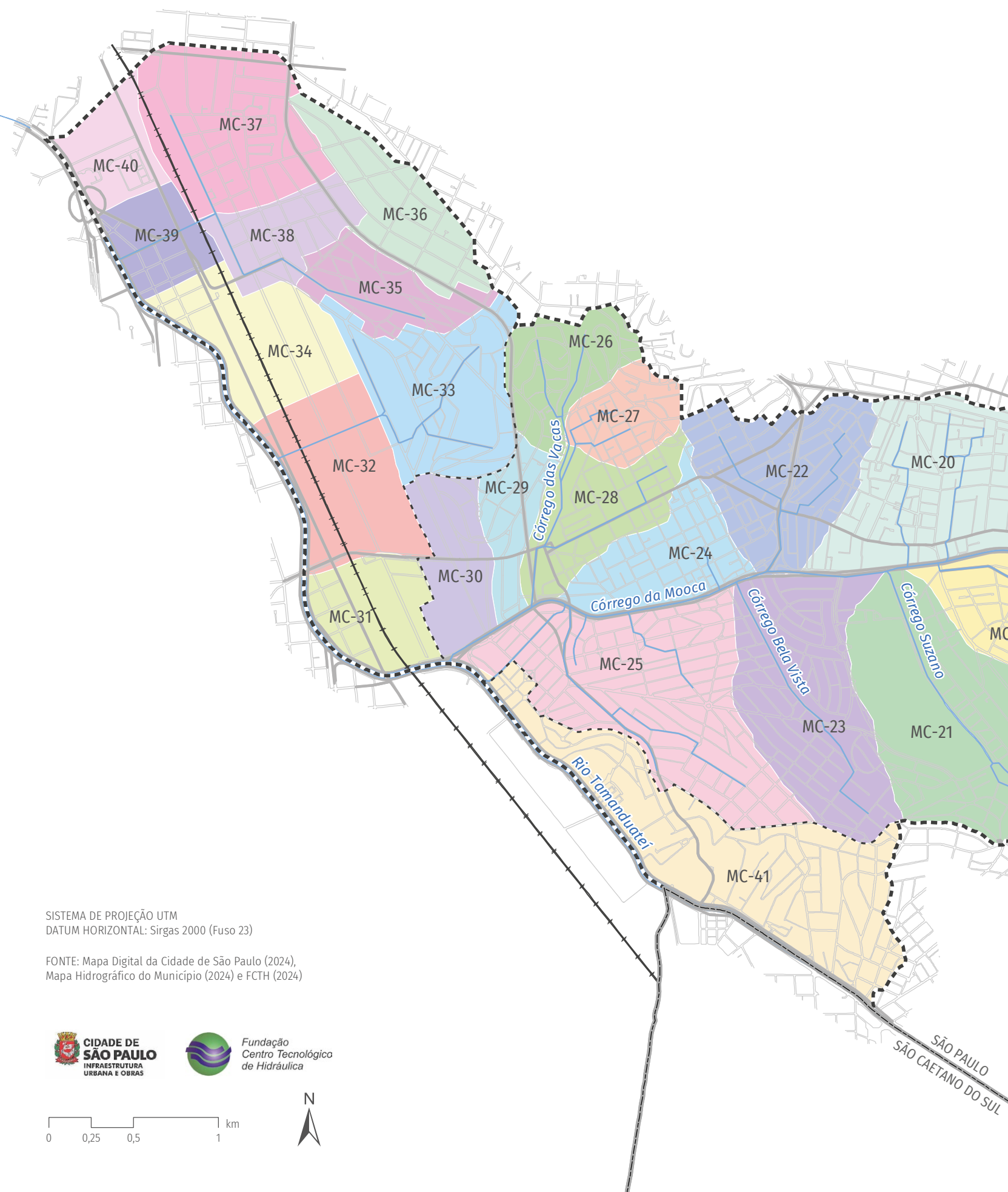
No mapa da **FIGURA 3.2** é apresentada a divisão de sub-bacias empregada no modelo hidráulico-hidrológico adotado.

TABELA 3.3 Principais características físicas das sub-bacias

| Sub-bacia | Área (km ²) | Declividade média da sub-bacia (%) | Declividade do talvegue (m/m) | Comprimento do talvegue (m) |
|-----------|-------------------------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| MC-01 | 1,5 | 1,9 | 0,015 | 2.880 |
| MC-02 | 0,1 | 3,1 | 0,068 | 660 |
| MC-03 | 0,1 | 3,0 | 0,096 | 340 |
| MC-04 | 0,3 | 4,7 | 0,058 | 700 |
| MC-05 | 0,3 | 3,1 | 0,088 | 310 |
| MC-06 | 0,4 | 4,1 | 0,047 | 890 |
| MC-07 | 0,2 | 2,4 | 0,086 | 550 |
| MC-08 | 0,7 | 2,2 | 0,018 | 2.810 |
| MC-09 | 0,3 | 3,6 | 0,062 | 590 |
| MC-10 | 0,7 | 0,6 | 0,061 | 1.160 |
| MC-11 | 0,3 | 0,9 | 0,033 | 1.360 |
| MC-12 | 0,1 | 2,4 | 0,127 | 310 |
| MC-13 | 0,5 | 0,8 | 0,032 | 1.710 |
| MC-14 | 0,2 | 0,7 | 0,059 | 760 |
| MC-15 | 0,2 | 0,6 | 0,075 | 660 |
| MC-16 | 0,4 | 0,6 | 0,059 | 790 |
| MC-17 | 0,3 | 0,6 | 0,054 | 820 |
| MC-18 | 0,4 | 0,3 | 0,052 | 840 |
| MC-19 | 0,5 | 0,3 | 0,025 | 2.020 |
| MC-20 | 0,9 | 0,3 | 0,015 | 3.830 |
| MC-21 | 1,4 | 0,7 | 0,025 | 2.180 |
| MC-22 | 0,8 | 0,3 | 0,022 | 2.360 |
| MC-23 | 1,0 | 0,3 | 0,021 | 2.390 |
| MC-24 | 0,5 | 0,3 | 0,082 | 710 |
| MC-25 | 1,4 | 0,3 | 0,056 | 1.300 |

TABELA 3.3 Principais características físicas das sub-bacias

| Sub-bacia | Área (km ²) | Declividade média da sub-bacia (%) | Declividade do talvegue (m/m) | Comprimento do talvegue (m) |
|-----------|-------------------------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| MC-26 | 0,4 | 0,5 | 0,078 | 650 |
| MC-27 | 0,3 | 0,5 | 0,023 | 500 |
| MC-28 | 0,5 | 0,2 | 0,009 | 980 |
| MC-29 | 0,3 | 0,2 | 0,070 | 710 |
| MC-30 | 0,4 | 0,2 | 0,091 | 660 |
| MC-31 | 0,4 | 0,2 | 0,006 | 720 |
| MC-32 | 0,7 | 0,2 | 0,004 | 650 |
| MC-33 | 0,8 | 0,7 | 0,063 | 1.090 |
| MC-34 | 0,6 | 0,8 | 0,008 | 660 |
| MC-35 | 0,4 | 0,6 | 0,150 | 380 |
| MC-36 | 0,5 | 0,7 | 0,018 | 1.640 |
| MC-37 | 0,9 | 0,2 | 0,041 | 860 |
| MC-38 | 0,4 | 0,2 | 0,051 | 850 |
| MC-39 | 0,3 | 0,6 | 0,009 | 430 |
| MC-40 | 0,3 | 0,6 | 0,008 | 510 |
| MC-41 | 1,4 | 0,4 | 0,070 | 660 |



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







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

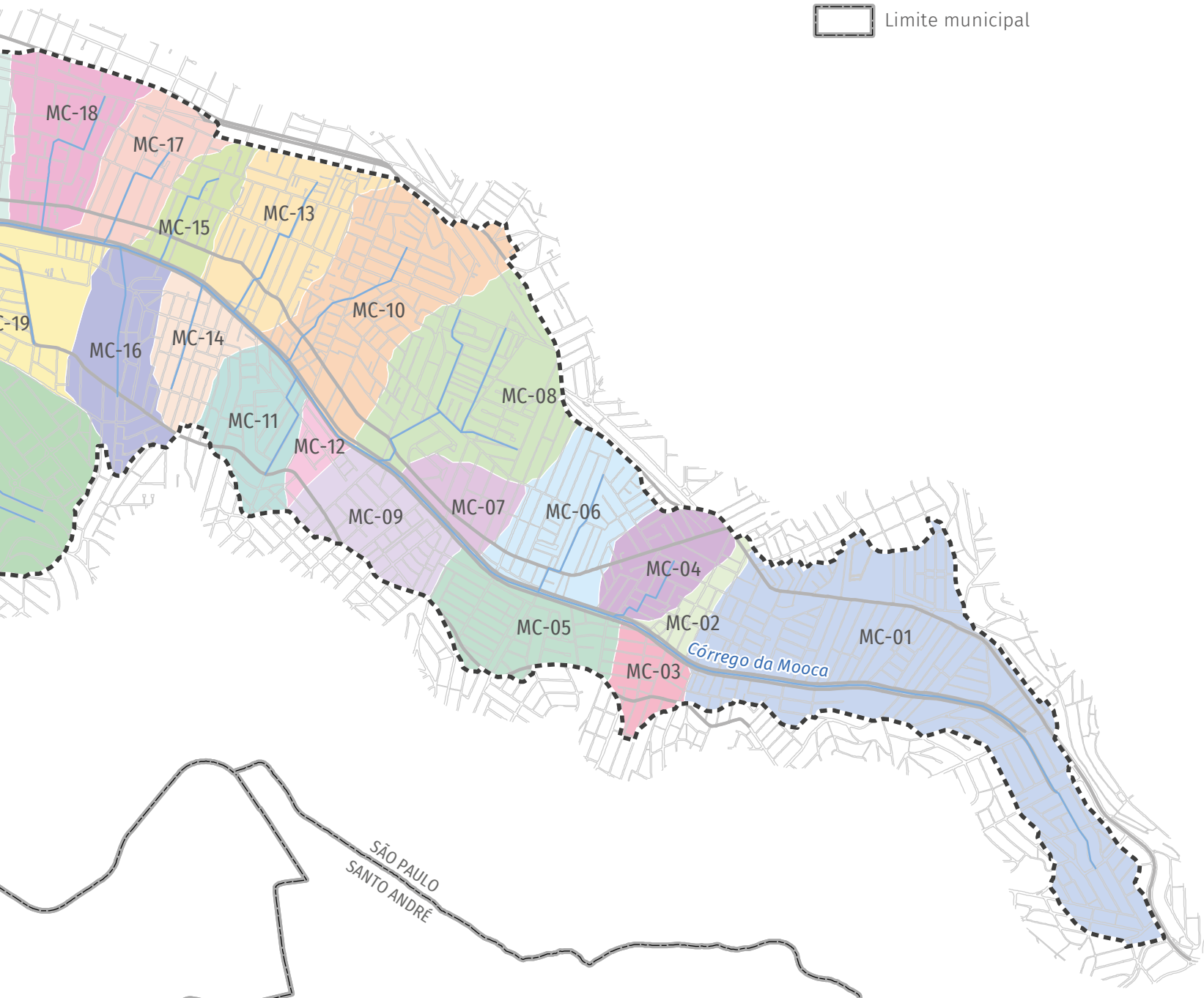


SÃO PAULO
 SÃO CAETANO DO SUL

FIGURA 3.2 Divisão em sub-bacias do córrego da Mooca para fins de modelação matemática

Convenção

-  Bacia do Mooca
-  Sub-bacia
-  Quadra viária
-  Rede hídrica
-  Linha férrea
-  Limite municipal



3.3 IMPERMEABILIZAÇÃO DA BACIA

A área impermeável atual foi estimada por meio de fotointerpretação de imagens aéreas disponíveis para a região de estudo¹⁶. Essa avaliação consistiu na identificação das áreas permeáveis, ou espaços abertos, e impermeáveis, de acordo com cada uso do solo identificado na bacia.

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

A impermeabilização resultante para cada tipologia de uso do solo na bacia do córrego da Mooca 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 |
|--|---------------|
| Residencial Horizontal Médio Alto Padrão | 91,5 |
| Residencial Horizontal Baixo Padrão | 93,2 |
| Comércio e Serviços | 88,6 |
| Equipamento Urbano | 68,3 |
| Indústria e Armazém | 86,9 |
| Residencial Vertical Médio Alto Padrão | 79,6 |
| Residencial Vertical Baixo Padrão | 91,1 |
| Espaços Abertos | 35,7 |

Assim, os valores de impermeabilização atual da bacia do córrego da Mooca foram obtidos considerando as tipologias de uso do solo e as respectivas porcentagens de área impermeável. A **FIGURA 3.3** ilustra a impermeabilização atual da bacia.

¹⁶. Como base dessa análise, foram utilizadas as ortofotos de alta resolução do Mapa Digital da Cidade (2017).

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

Assim, respeitando os valores exigidos, a taxa de impermeabilização máxima foi obtida através da complementação da taxa de permeabilidade mínima.

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

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

No total das 41 sub-bacias, 36 já apresentam taxa de impermeabilidade maior do que a máxima permitida, e as 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 87,3%, e a permitida é de 84,2%. 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.



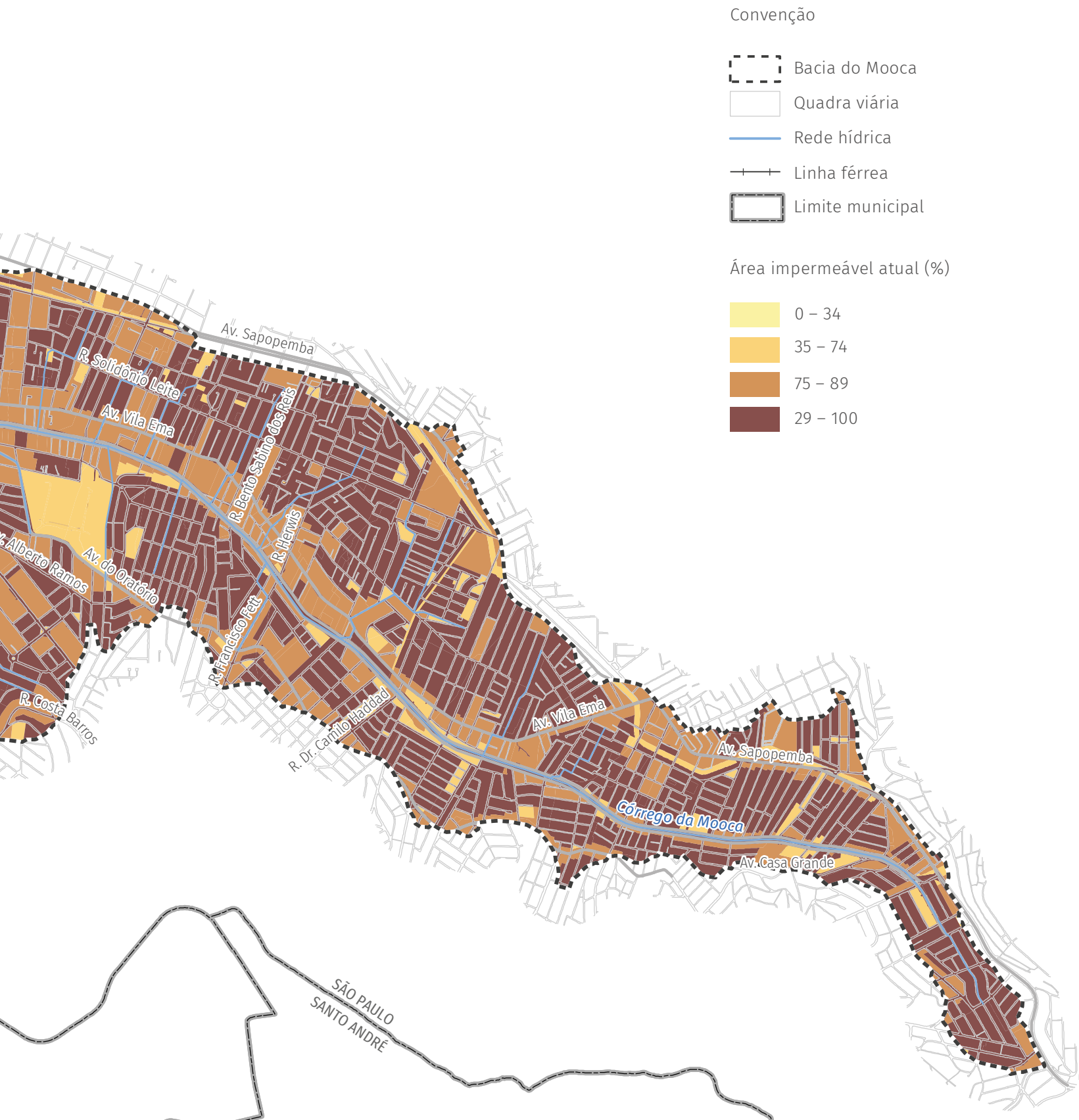
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

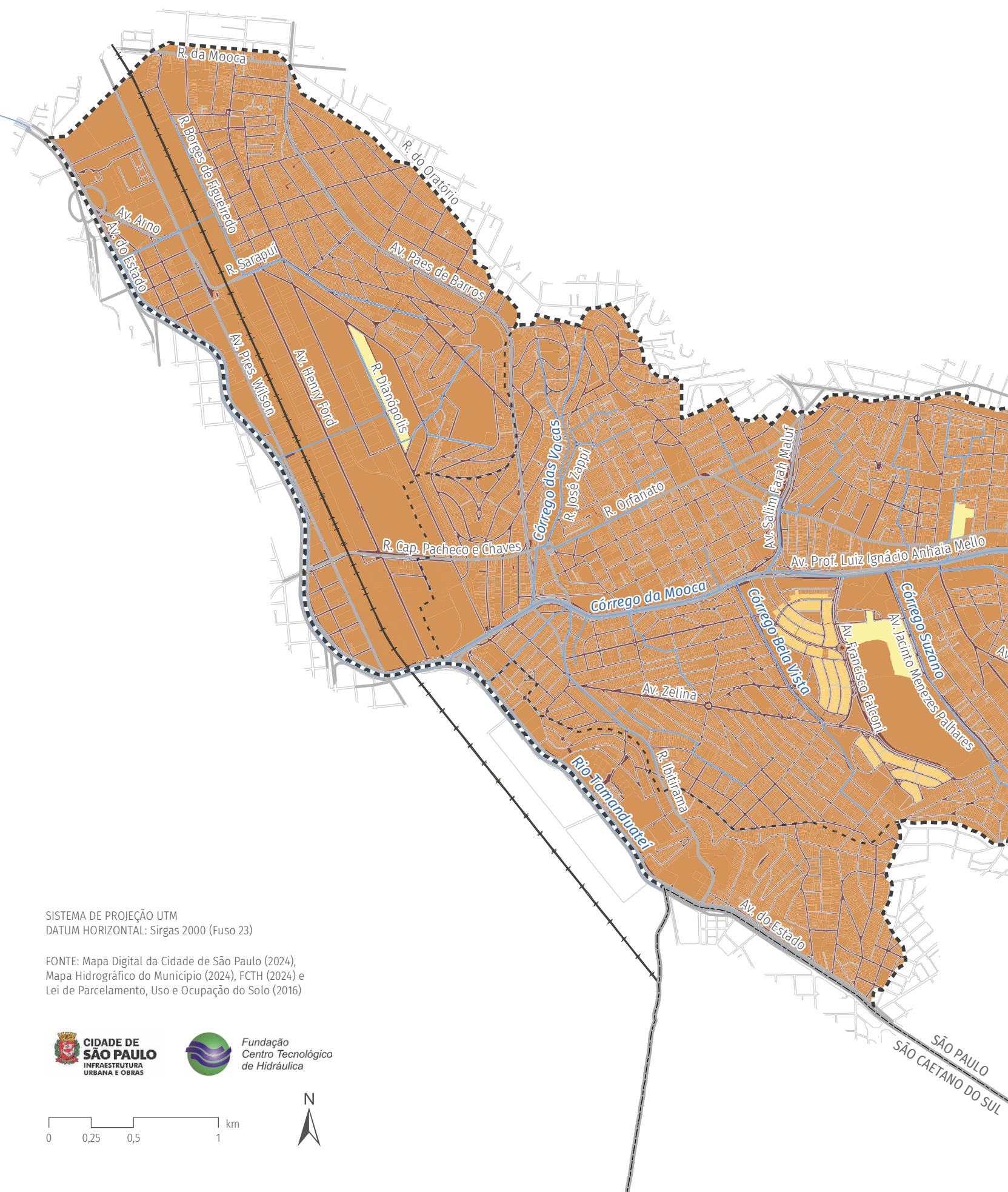
FONTE: Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024),
 Mapa Hidrográfico do Município (2024), FCTH (2024)
 e Secretaria Municipal da Fazenda (2013, atualizado)



SÃO PAULO
 SÃO CAETANO DO SUL

FIGURA 3.3 Impermeabilização atual da bacia do córrego da Mooca





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

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



SÃO PAULO
SÃO CAETANO DO SUL

FIGURA 3.4 Impermeabilização máxima permitida da bacia do córrego da Mooca

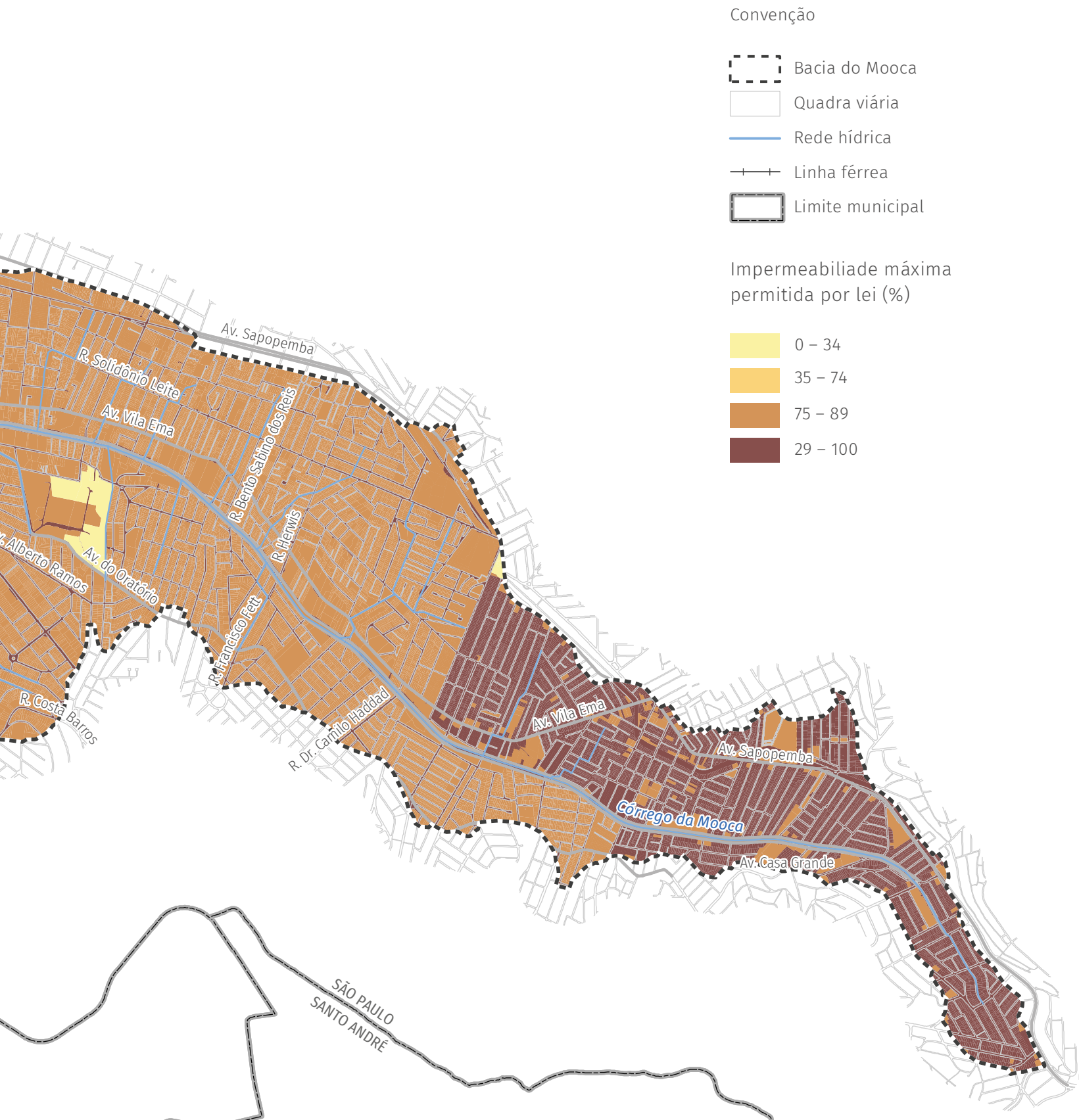


TABELA 3.6 Área impermeável atual e a máxima permitida por lei

| Sub-bacias | Área impermeável (%) | |
|------------|----------------------|------------------|
| | Atual | Máxima permitida |
| MC-01 | 89,5 | 90,6 |
| MC-02 | 89,6 | 90,6 |
| MC-03 | 91,7 | 87,0 |
| MC-04 | 89,6 | 90,7 |
| MC-05 | 88,7 | 87,2 |
| MC-06 | 90,4 | 90,2 |
| MC-07 | 88,7 | 86,5 |
| MC-08 | 86,6 | 85,3 |
| MC-09 | 88,8 | 86,8 |
| MC-10 | 89,8 | 86,2 |
| MC-11 | 90,9 | 87,3 |
| MC-12 | 90,6 | 87,0 |
| MC-13 | 90,6 | 86,2 |
| MC-14 | 90,2 | 87,2 |
| MC-15 | 89,8 | 86,2 |
| MC-16 | 84,1 | 72,0 |
| MC-17 | 89,2 | 85,9 |
| MC-18 | 88,1 | 85,1 |
| MC-19 | 85,2 | 82,7 |
| MC-20 | 88,3 | 83,3 |
| MC-21 | 74,8 | 80,2 |
| MC-22 | 89,5 | 87,0 |
| MC-23 | 86,4 | 84,4 |
| MC-24 | 86,4 | 85,4 |
| MC-25 | 90,7 | 86,8 |

| TABELA 3.6 Área impermeável atual e a máxima permitida por lei | | |
|--|----------------------|------------------|
| Sub-bacias | Área impermeável (%) | |
| | Atual | Máxima permitida |
| MC-26 | 88,5 | 86,8 |
| MC-27 | 91,3 | 86,7 |
| MC-28 | 89,1 | 86,0 |
| MC-29 | 88,4 | 85,5 |
| MC-30 | 82,3 | 80,5 |
| MC-31 | 87,8 | 77,8 |
| MC-32 | 87,8 | 77,9 |
| MC-33 | 77,0 | 78,0 |
| MC-34 | 88,7 | 78,2 |
| MC-35 | 91,1 | 85,3 |
| MC-36 | 90,2 | 85,2 |
| MC-37 | 88,3 | 81,8 |
| MC-38 | 88,3 | 83,2 |
| MC-39 | 89,6 | 80,2 |
| MC-40 | 88,7 | 78,1 |
| MC-41 | 88,4 | 84,5 |
| Média | 87,3 | 84,2 |

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 córrego da Mooca. Esse mapa considera as áreas inundáveis associadas ao risco hidrológico, ao risco de inundação, ao sistema viário estrutural 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.

Para o córrego da Mooca, há que se considerar a influência do nível do Rio Tamanduateí nas inundações da bacia. Foram avaliados cenários com níveis registrados no Posto Rio Tamanduateí – Jusante AT-09 Guamiranga, da rede telemétrica do SAISP, localizado na altura da foz do córrego

da Mooca. A condição mais crítica de nível d'água do Rio Tamanduateí registrada historicamente é de 732,98 m, com uma única ocorrência em todo o período de monitoramento.

A cota de extravasamento do Tamanduateí no local de monitoramento, a 730,37 m, foi igualada ou superada três vezes durante os oito anos de observação da área. Nas simulações do modelo hidráulico, níveis d'água inferiores a esse valor não atingiram a área de jusante da bacia do Mooca. Por esse motivo, entende-se que, para níveis do Rio Tamanduateí abaixo dessa cota, a precipitação que ocorre na bacia predomina nas inundações resultantes.

Quando observados os estudos do PDMAT, com a conclusão das obras de segunda camada desse plano, prevê-se na foz do Mooca um nível d'água de 730,0 m.

Frente a essas informações, foi selecionado o evento do histórico que mais se

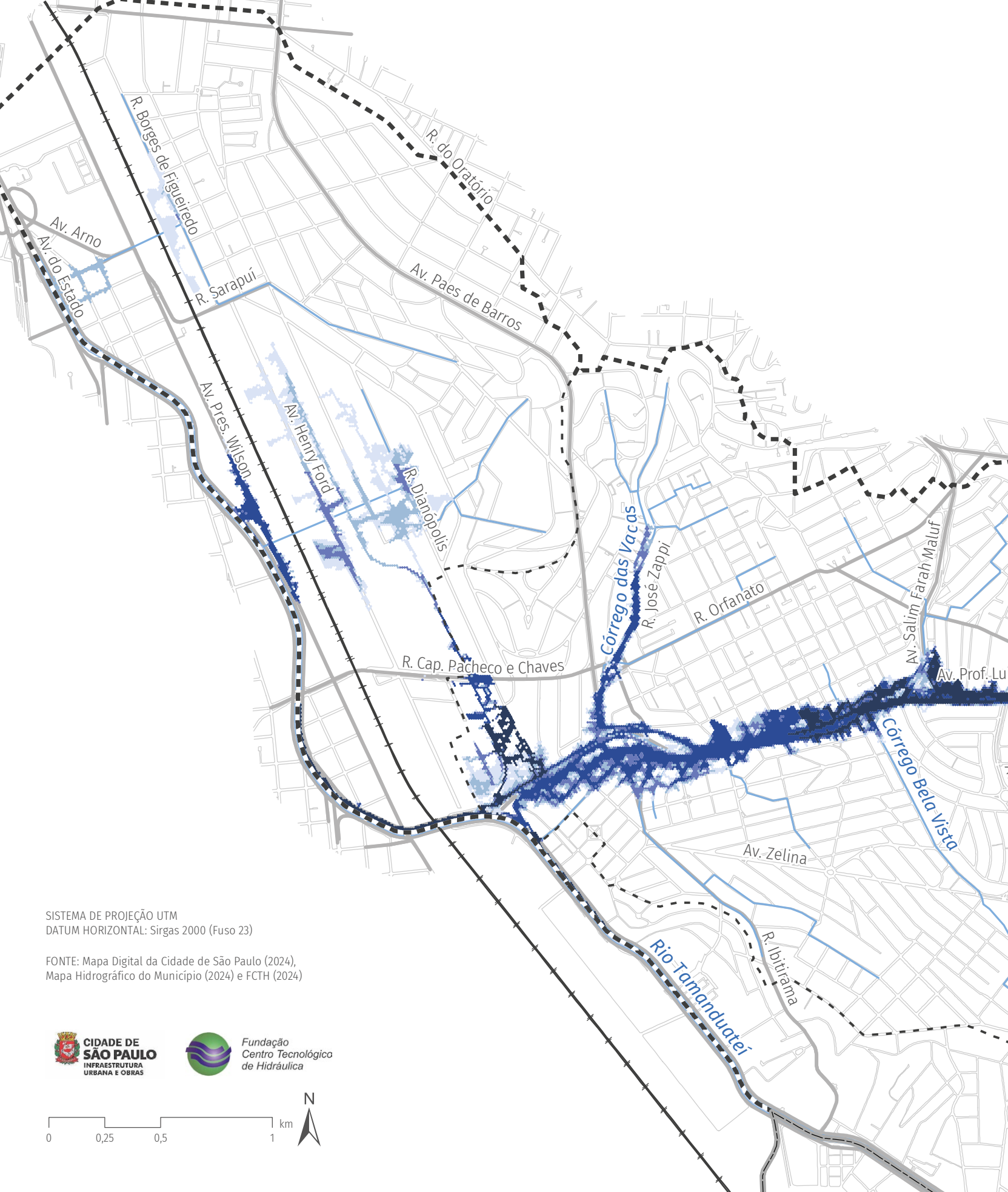
aproxima da condição do Rio Tamanduateí a 730,37 m. Além disso, foi aplicada a variação de nível ao longo do rio em toda a extensão do limite de jusante da Área de Contribuição Direta, obtida a partir da linha-d'água estimada entre os postos Prosperidade (P143), Guamiranga Montante (P705), Guamiranga Jusante (P708), Viaduto Capitão Pacheco e Chaves (P283) e Mercado Municipal (P413).

As manchas de inundação obtidas são apresentadas na **FIGURA 4.1**.

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



Foto da área inundável na R. Gino Morelli, próximo da R. José Zappi (foto: FCTH)



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

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

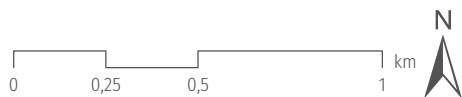












FIGURA 4.1 Mapeamento das áreas inundáveis na bacia do córrego da Mooca, com nível de 730,40 m em sua foz no Rio Tamanduateí

Convenção

-  Bacia do Mooca
-  Quadra viária
-  Rede hídrica
-  Linha férrea
-  Limite municipal

Período de retorno (anos)

-  2
-  5
-  10
-  25
-  100



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 2.48**) e as áreas de risco de inundação.

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

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

4.2.1 RISCO DE INUNDAÇÃO

O conceito de risco é variável em função do contexto em que ele é aplicado, porém, está associado às perdas, sejam elas econômicas, sociais ou ambientais. Podemos definir o risco como a probabilidade de ocorrer

danos ou perdas (econômicas, sociais ou ambientais) resultantes da interação entre perigos naturais e os sistemas humanos (UNDP, 2004¹⁷).

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

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

manchas de inundação geradas em cada período de retorno.

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

Os resultados obtidos pelo cruzamento das três componentes de risco de inundação estão apresentados na **TABELA 4.1**. Os valores encontrados para o risco foram

divididos em quatro classes, conforme pode ser observado na tabela em questão.

A **FIGURA 4.2** 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**.

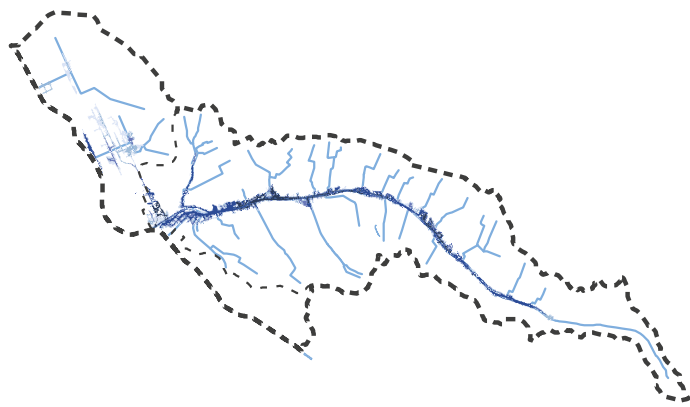
| TABELA 4.1 Graus de risco de inundação | | |
|--|--------------|--------------------|
| Grau de risco | Escala* | % da área de risco |
| Baixo | 0 – 0,002 | 43,2 |
| Médio | 0,002 – 0,01 | 23,9 |
| Alto | 0,01 – 0,04 | 27,0 |
| Muito alto | 0,04 – 1 | 5,9 |

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

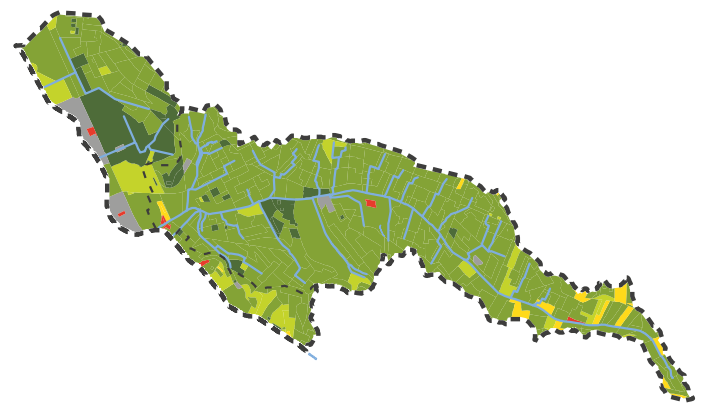
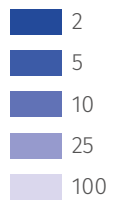
FIGURA 4.2 Dados utilizados na obtenção do risco de inundação

Convenção

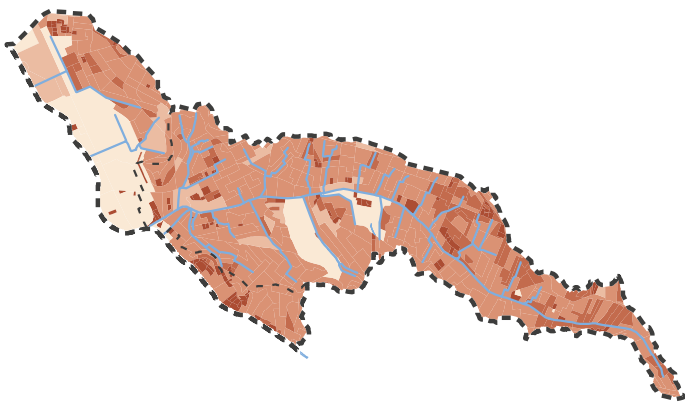
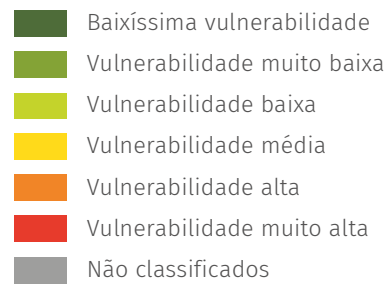
- Bacia do Mooca
- Quadra viária
- Rede hídrica
- Limite municipal



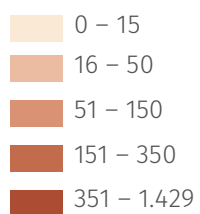
Período de retorno (anos)



Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS)



Densidade demográfica (hab/ha)



Nº de habitantes: 301 mil (IBGE, 2022)

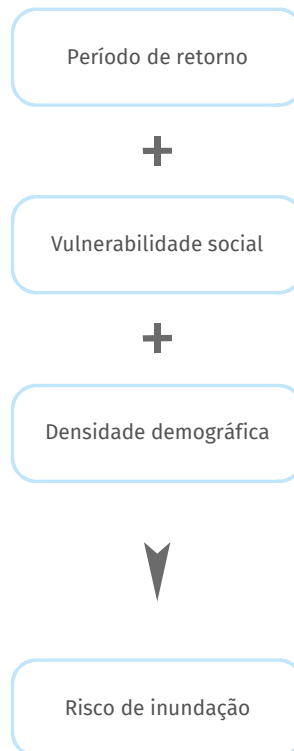
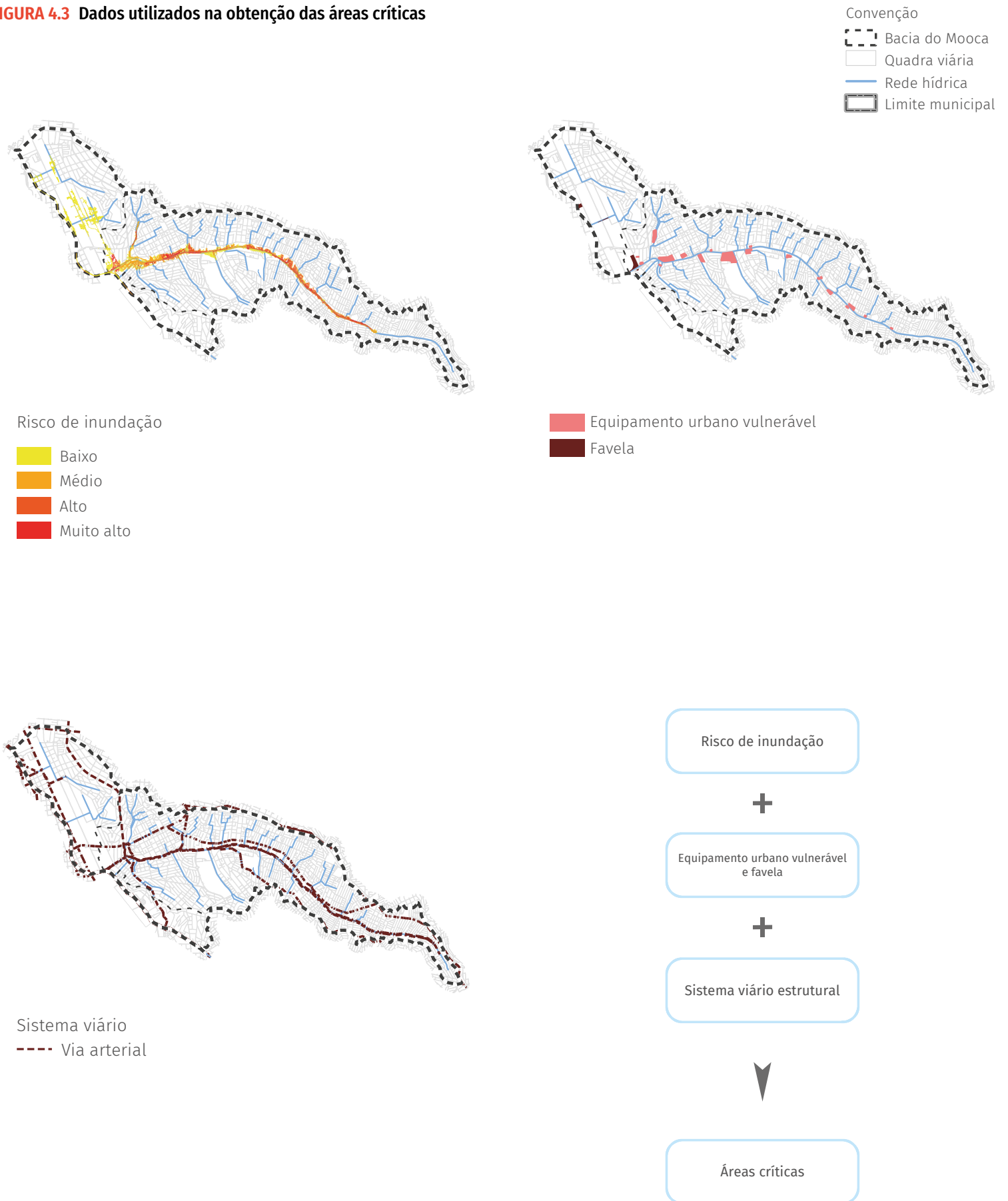
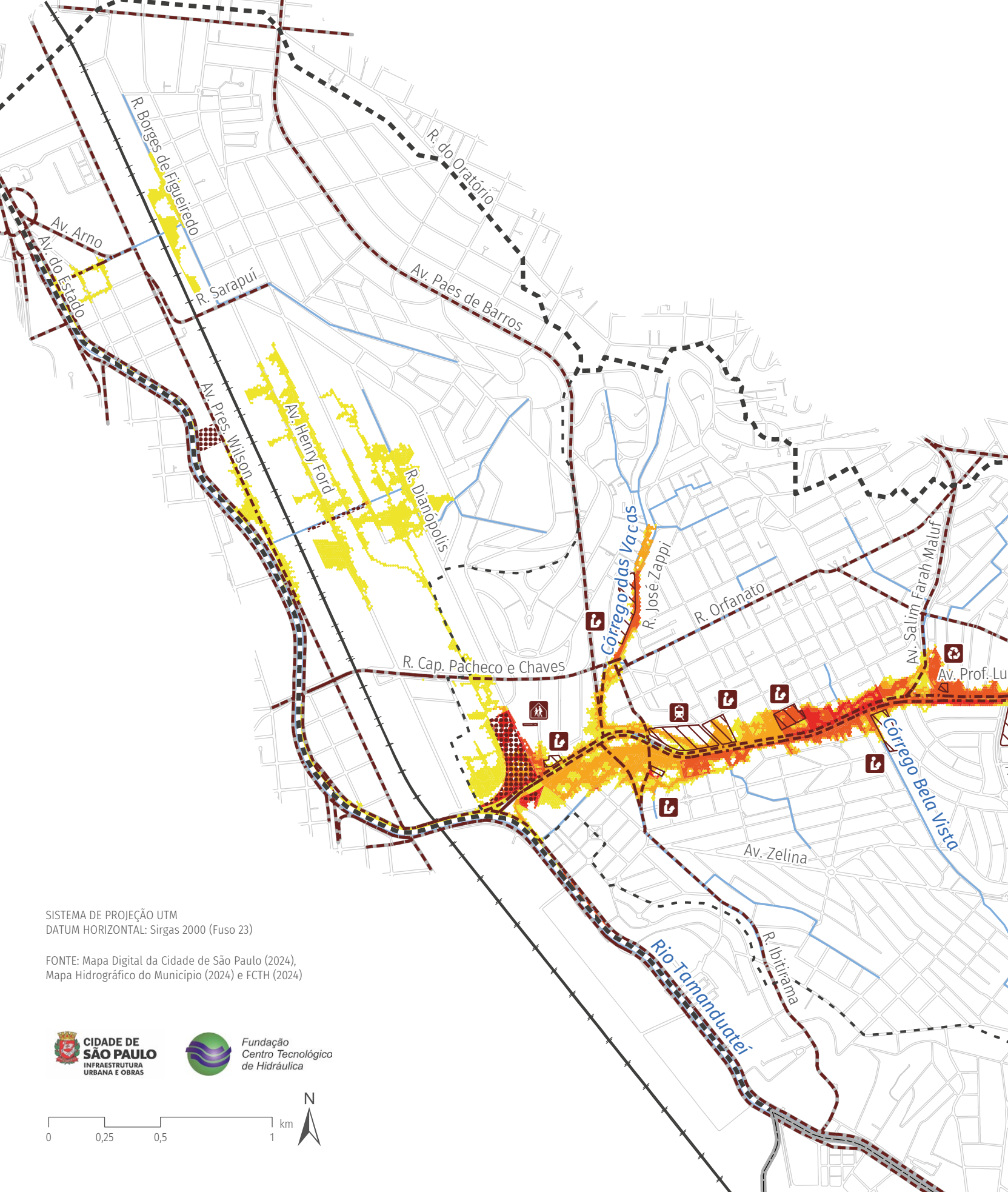


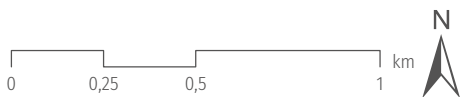
FIGURA 4.3 Dados utilizados na obtenção das áreas críticas





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

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



Estudos e projetos existentes para a bacia

O sistema de macrodrenagem na bacia do córrego da Mooca vem sendo desenvolvido ao longo dos anos pelo interesse em reduzir os impactos de inundação nos fundos de vale, nos lotes vizinhos ao córrego, nos locais de grande visibilidade, nos espaços urbanos bastante frequentados pela população e em vias de tráfego intenso, essenciais para o transporte e o deslocamento de veículos e pessoas.

Os projetos para o controle de cheias existentes nessa bacia têm como principal objetivo a proteção da Avenida Professor Luiz Ignácio Anhaia Mello em toda a sua extensão, além da Rua José Zappi, por sob a qual escoam as águas do córrego das Vacas, afluente do córrego da Mooca.

Nesse sentido, destacam-se: os reservatórios Mooca 2, Mooca 4 e Mooca 5, propostos inicialmente no Plano Diretor de Macrodrenagem do Alto Tietê (PDMAT), sendo o Mooca 2 e o Mooca 5 detalhados em nível de projeto básico pela Hidrostudio Engenharia (2009); as intervenções dimensionadas pela Themag Engenharia (1999), contemplando túneis de desvio e galerias de reforço; a galeria de reforço no córrego das Vacas (Hidrostudio Engenharia, 2006); e o remanejamento de galeria do córrego da Mooca

em sua foz no Rio Tamanduateí (Geométrica, 2015). Além desses estudos, foi entregue recentemente a obra do túnel de desvio da foz do Mooca pela Rua Pindamonhangaba, cujo projeto é do Departamento de Água e Energia Elétrica de São Paulo (DAEE, 2017), e essa obra foi contemplada como parte da rede de drenagem no cenário de diagnóstico.

Esse estudo investigou todas essas intervenções, e algumas delas foram selecionadas com a equipe técnica da SIURB e são apresentadas no conjunto de medidas das alternativas deste Caderno. Ocasionalmente, foram alterados os volumes de reservação e localização das intervenções, por conta da disponibilidade de área para implantação da medida ou, até mesmo, por um menor impacto urbano e ambiental durante sua construção.

1. Reservatórios de regularização de vazão e amortecimento de cheias na bacia do córrego da Mooca

Os estudos da Hidrostudio Engenharia para a bacia do córrego da Mooca contemplam o projeto básico de dois reservatórios dentre os apontados pelo PDMAE, o RMO-2 (Mooca 2) e o RMO-5 (Mooca 5).

O reservatório Mooca 2 (RMO-2), já em processo de licitação pela PMSB, apresenta volume de projeto de 134.500 m³. A área selecionada para essa intervenção ocupa parte do terreno do Centro Educacional e Esportivo Arthur Friedenreich, à margem esquerda do córrego da Mooca, próximo à confluência do afluente córrego Suzano, com 12.000 m².

Já o reservatório Mooca 5 (RMO-5) ocuparia a quadra delimitada pela Avenida Professor Luiz Ignácio Anhaia Mello, a Rua Monsenhor João José de Azevedo e a Rua Luís Pereira da Silva, onde se encontra a Praça Mendel Hirschfeld, a montante do RMO-2, com área de 11.400 m² e capacidade de 115.000 m³.

Pelos estudos, a implantação de ambos os reservatórios seria suficiente para a proteção de toda a bacia contra extravasamentos decorrentes de chuvas de Tr 10 anos. O estudo atenta para a necessidade de reforços de galeria, tanto no trecho intermediário aos reservatórios como no

trecho final do córrego da Mooca, para que sejam garantidas a correta operação dos reservatórios e a proteção frente a chuvas de Tr 25 anos; porém, o projeto não detalha o reforço recomendado.

Além dos reservatórios em nível de projeto básico, há um terceiro reservatório proposto para a bacia do córrego

da Mooca no PDMAT. O reservatório Mooca 4 (RMO-4) estaria localizado entre os outros dois reservatórios e teria uma capacidade de 110.000 m^3 , em uma área de 5.400 m^2 , entre a Avenida Professor Luiz Ignácio Anhaia Mello e as ruas Manuel da Costa e João Pimentel de Távora.



FIGURA 5.1 Reservatórios propostos para a bacia do córrego da Mooca (RMO-05, RMO-04 e RMO-02, de montante para jusante)

2. Túneis de desvio e galerias de reforço (Themag)

A proposta da Themag para a bacia do córrego da Mooca prioriza a implantação de galerias de reforço e túneis de desvio em substituição aos reservatórios.

Contempla um túnel de desvio do córrego da Mooca em direção ao córrego do Oratório, pela Rua Lótus, com extensão de 1.800 m e seção circular de 4,60 m de diâmetro; um trecho de reforço de galeria no córrego da Mooca, entre a Rua Roselina Valadão de Freitas e a Avenida Alberto Ramos, com 668 m de extensão e

seção retangular de 2,0 m x 3,05 m; e um túnel de desvio do córrego das Vacas, de 315 m de extensão e seção retangular de 3,0 m x 2,0 m, próximo à foz, deslocando o deságue do Vacas para jusante, no próprio córrego da Mooca.

Outro túnel incluído no projeto é o desvio pela Rua Monsenhor João José de Azevedo, desaguando no Rio Tamanduateí. Essa proposta não é apresentada aqui por ser uma alternativa ao reservatório Mooca 2, cujas obras estão em processo de licitação.

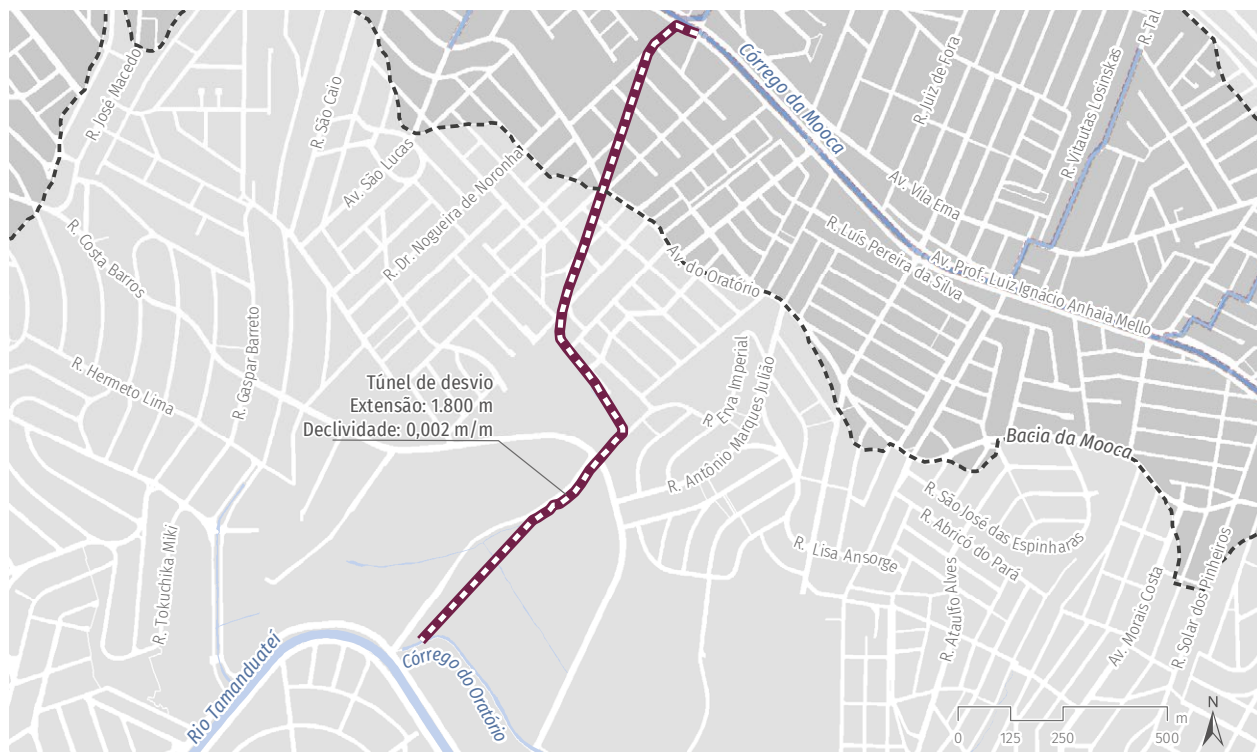


FIGURA 5.2 Túnel de desvio do córrego da Mooca para o córrego do Oratório, sob a R. Lótus

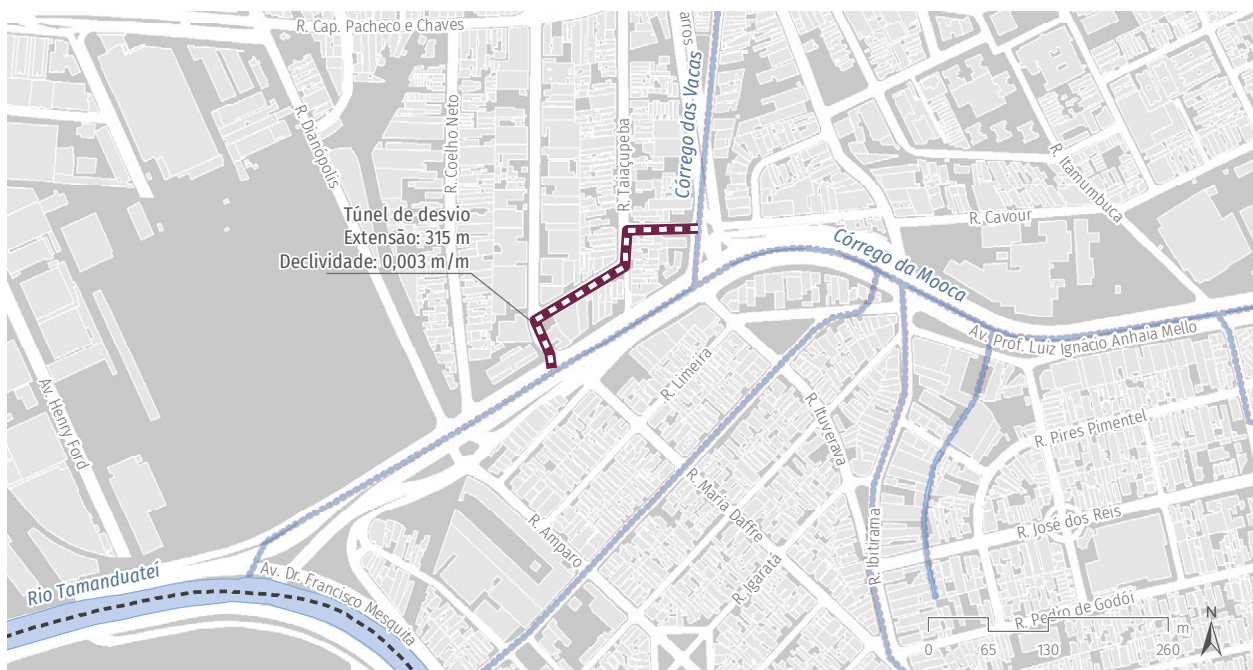


FIGURA 5.3 Túnel de desvio do córrego das Vacas para o córrego da Mooca

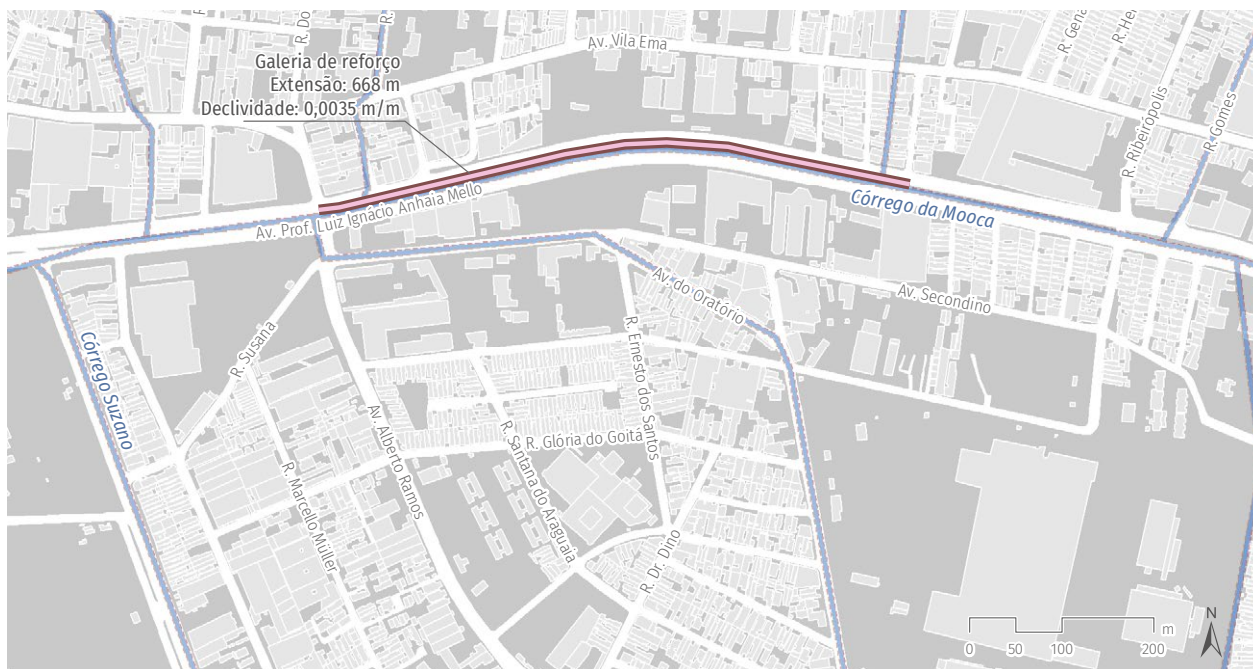


FIGURA 5.4 Galeria de reforço do córrego da Mooca, sob a Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello

3. Galeria de reforço no córrego das Vacas (Hidrostudio Engenharia)

Além do desvio proposto pela Themag, para o córrego das Vacas há o projeto básico de galerias de reforço elaborado pela Hidrostudio Engenharia (2006).

As seções retangulares variam ao longo do trecho total de 1.020 m de extensão (FIGURA 5.5). O trecho final é paralelo à galeria do córrego da Mooca, desaguan-
do neste na altura da Rua Maria Daffré.

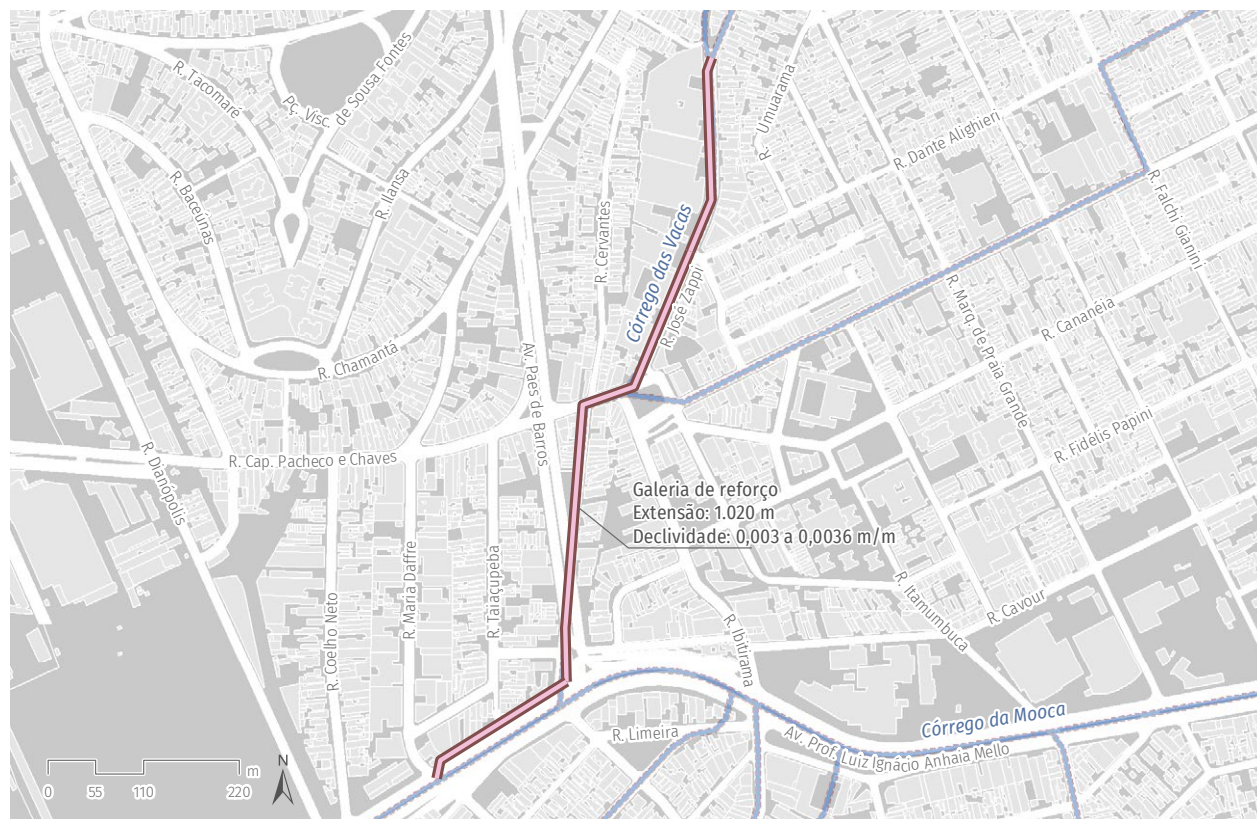


FIGURA 5.5 Projeto de galeria de reforço para o córrego das Vacas

4. Remanejamento da foz do córrego da Mooca no Rio Tamanduateí (Geométrica)

Trata-se da alteração de traçado da galeria do córrego da Mooca, com 157,4 m de extensão, entre a Praça Orlandia e a Avenida do Estado. A seção de projeto é retangular

de célula simples, de 6,3 m × 3,0 m. No entanto, caso essa intervenção seja contemplada no caderno, deve ser redimensionada, uma vez que, atualmente, não há espaço disponível para a seção projetada devido a interferências no subsolo local.

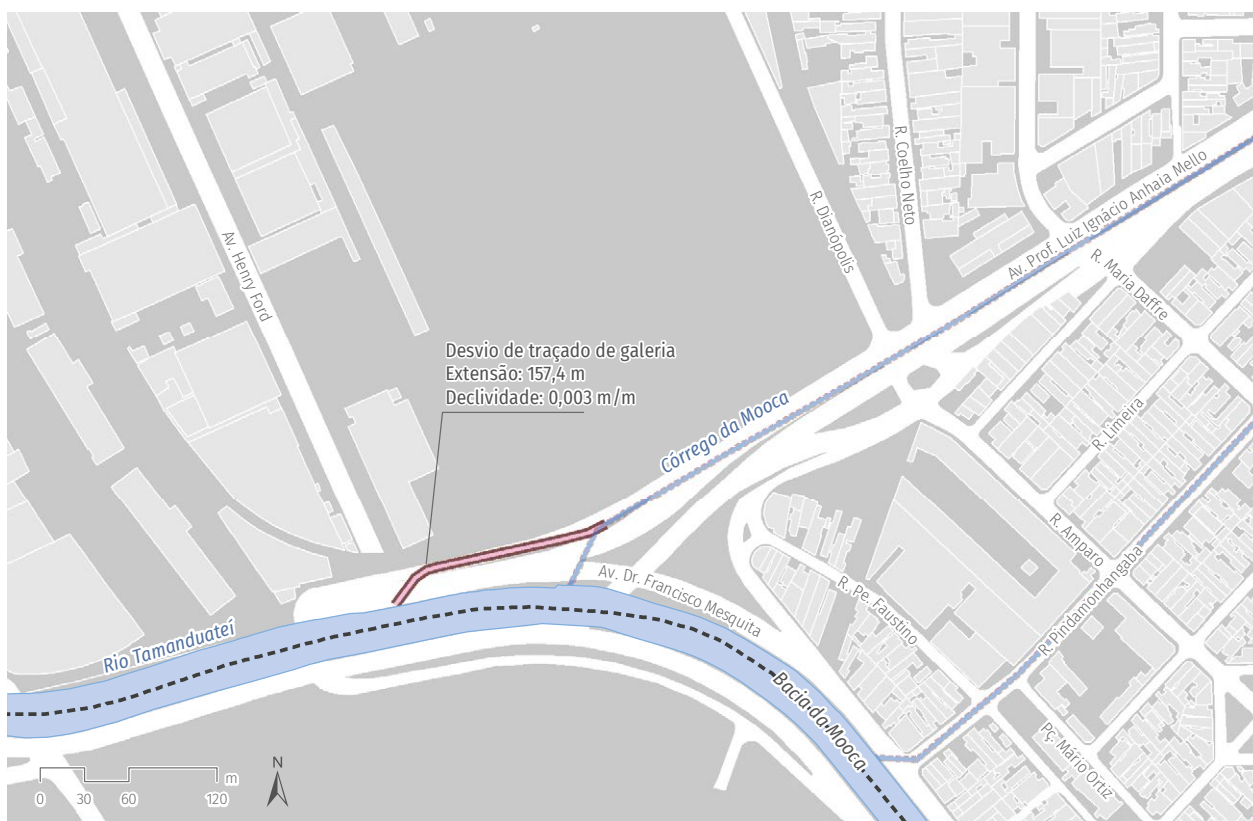


FIGURA 5.6 Proposta de remanejamento da foz do Mooca no Rio Tamanduateí (projeto executivo)

5. Túnel de desvio do córrego da Mooca sob a Rua Pindamonhangaba (DAEE)

Essa proposta consiste na implantação de um desvio no córrego da Mooca sob o viário, com o objetivo de aumentar a capacidade do sistema de drenagem a jusante, próximo à foz do córrego. O túnel se inicia em uma ligação com a galeria da Avenida Professor Luiz Ignácio Anhaia Mello, na altura da Praça Salim Lahud. Nesse local, seria implantado um

vertedor lateral à galeria existente, com 35,0 m de comprimento e 1,2 m de altura em relação ao fundo da galeria, de forma a direcionar o escoamento pelo túnel para lâminas d'água superiores a 1,2 m. O traçado do túnel percorre um trecho de 666,3 m sob a Rua Pindamonhangaba, com seção retangular de 4,5 m x 2,8 m e circular de 4,0 m de diâmetro no desembocque (**FIGURA 5.7**). Essa intervenção foi concluída em 2023.

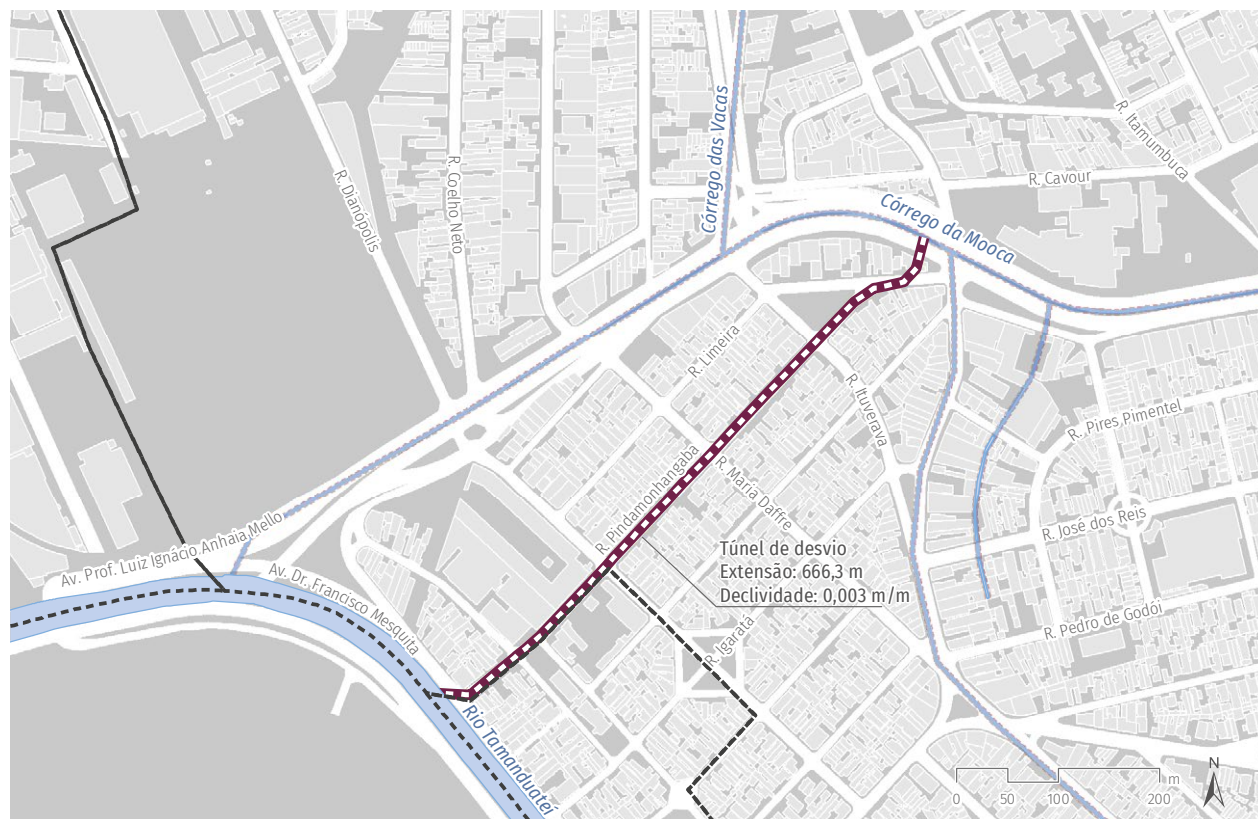


FIGURA 5.7 Túnel de desvio do córrego da Mooca, sob a R. Pindamonhangaba, para o Rio Tamanduateí

6. Ampliações de galeria em afluentes

Além das intervenções nos córregos da Mooca e das Vacas, existem propostas de ampliação de seção transversal de galerias em mais dois afluentes, sendo um deles canalizado sob a Rua Gomes e o outro nos arredores das ruas Bento Sabino dos Reis, Maria Fette e Simão Pereira de Sá.

No afluente canalizado sob a Rua Gomes, o projeto consiste na ampliação da galeria existente, com um trecho de 45,5 m de seção circular de 1,0 m de diâmetro, seguido de um trecho de 174,0 m e seção circular de 1,50 m de diâmetro.

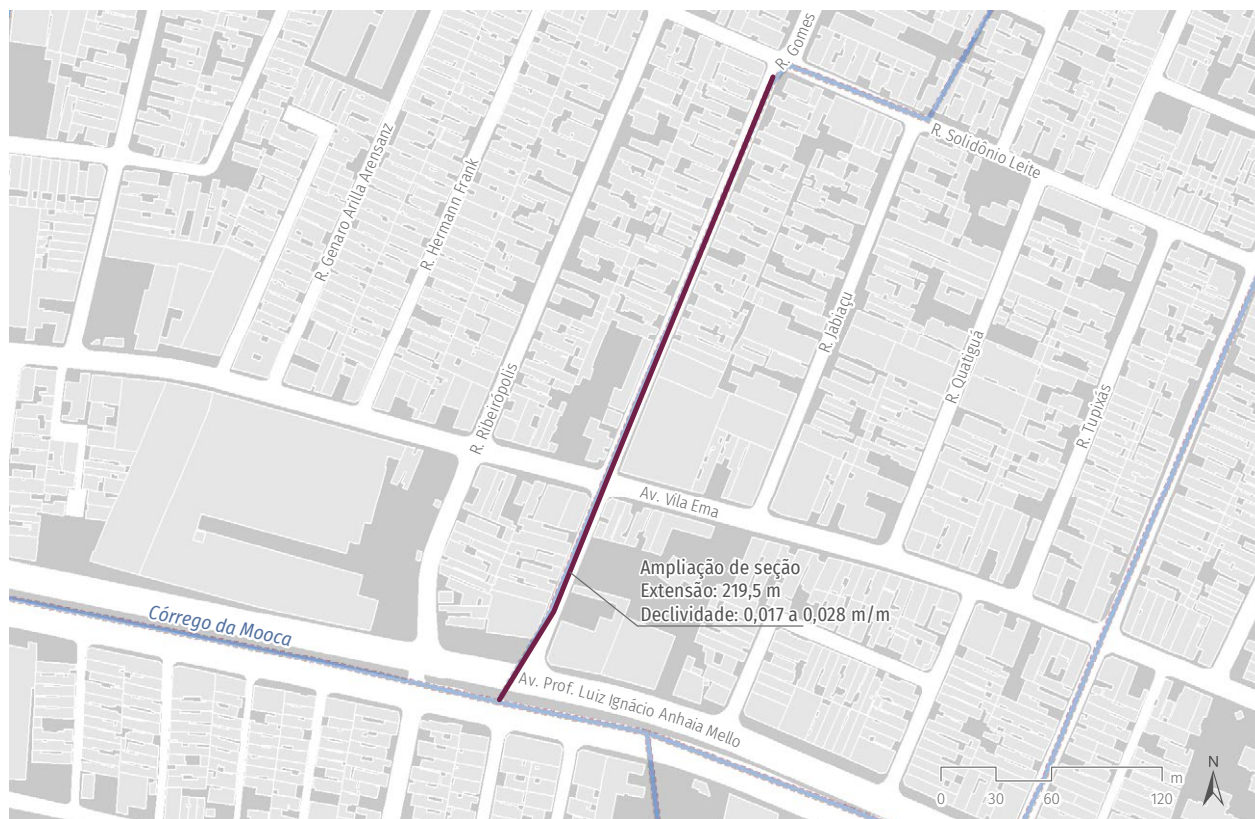


FIGURA 5.8 Ampliação de seção transversal na galeria da R. Gomes

Na Rua Maria Fett, a galeria existente seria substituída por uma de diâmetro de 1,50 m em um trecho de 145 m. Projetou-se ainda uma galeria cujo traçado passa sob a Avenida Vila Ema, com deflexão no cruzamento desta com a Rua Simão Pereira de Sá, com extensão de 185,5 m e seção circular de 1,0 m de diâmetro. As galerias da Rua Maria Fett e da Rua Simão Pereira de Sá desembocam na

galeria sob a viela a jusante, que direciona o escoamento para um *tunnel liner* cuja seção circular apresenta diâmetro de 2,40 m.

Esse *tunnel liner* percorre um trecho de 87,0 m sob uma praça, seguido de um trecho de 149,0 m de extensão sob a Avenida Professor Luiz Ignácio Anhaia Mello. O túnel é conectado à galeria do córrego da Mooca no cruzamento com a Rua Manuel da Costa.

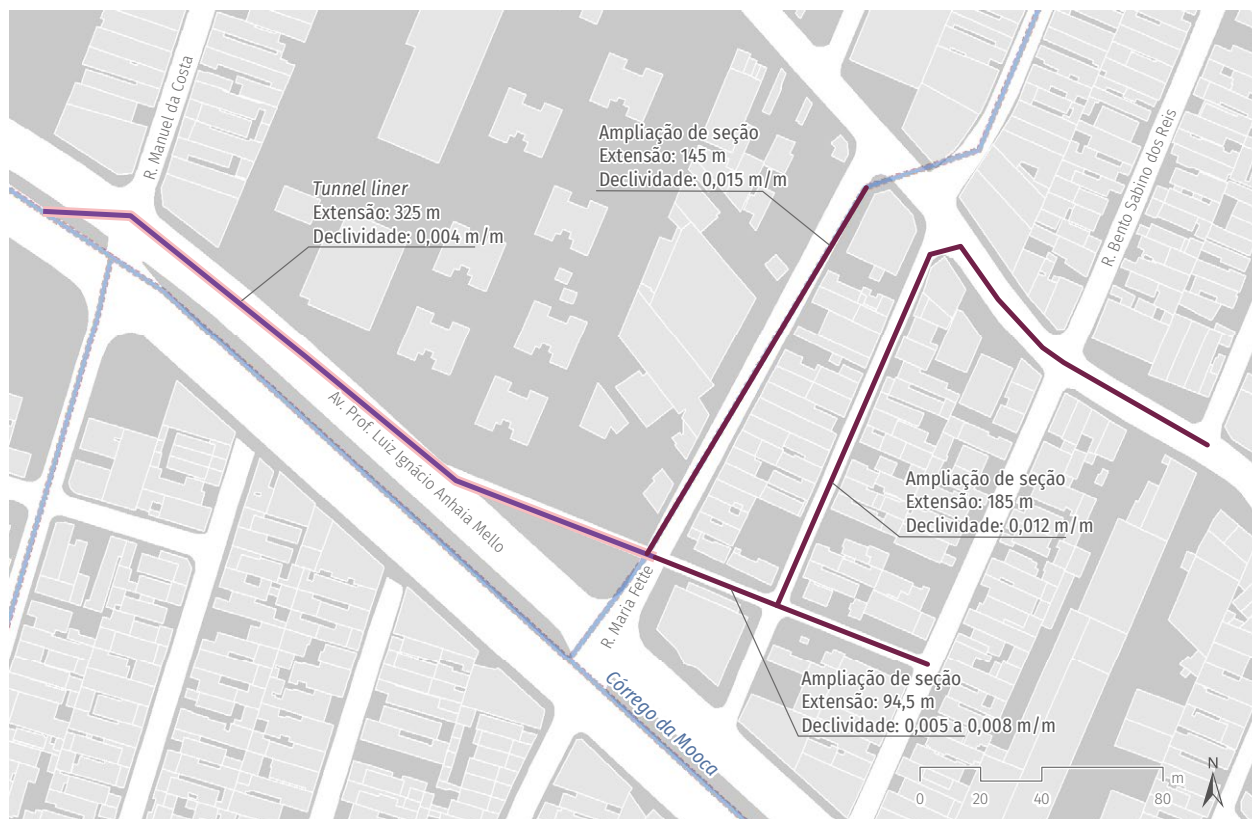


FIGURA 5.9 Ampliação de seção e *tunnel liner* nos arredores da R. Bento Sabino dos Reis

Há ainda um projeto elaborado pela System Engenharia Ltda. (2011) de adequação da galeria de microdrenagem, para uma seção de 1,20 m de diâmetro e extensão de 43,0 m, na quadra delimitada pelas ruas Itanhaém, Torquato Tasso, Cavour e Francisco Polito.

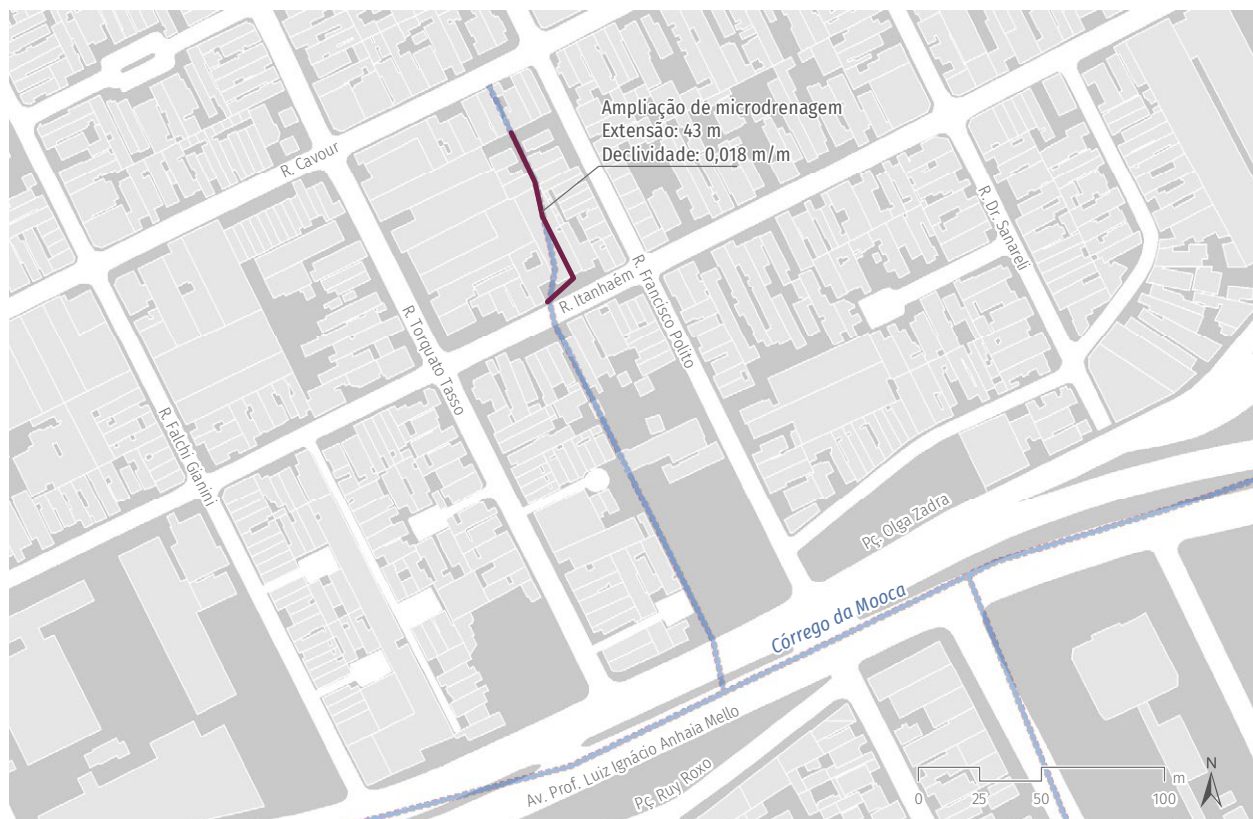
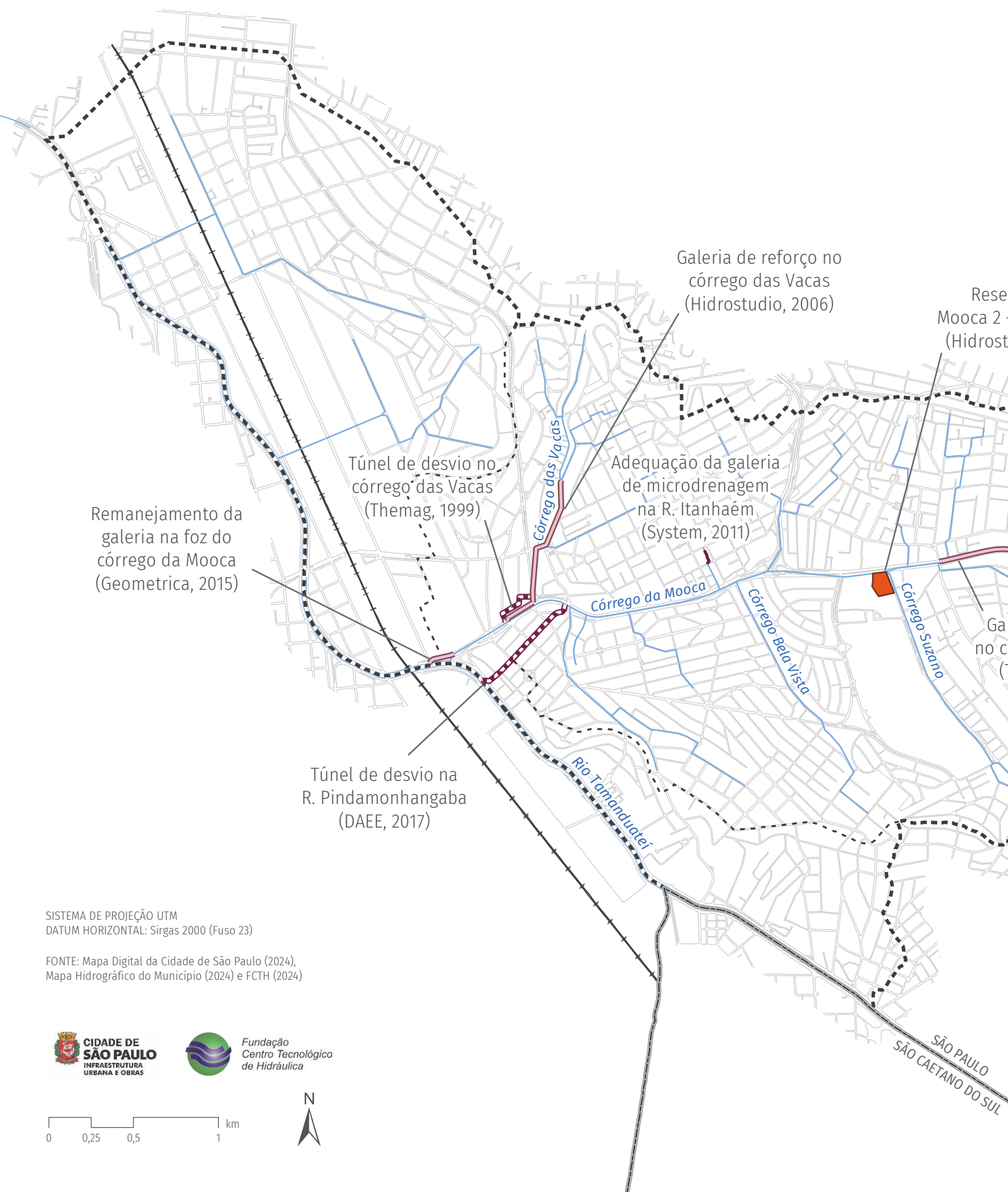


FIGURA 5.10 Ampliação da capacidade de microdrenagem nas ruas Itanhaém e Torquato Tasso



Remanejamento da galeria na foz do córrego da Mooca (Geometrica, 2015)

Túnel de desvio no córrego das Vacas (Themag, 1999)

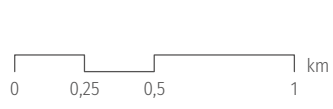
Galeria de reforço no córrego das Vacas (Hidrostudio, 2006)

Adequação da galeria de microdrenagem na R. Itanhaem (System, 2011)

Túnel de desvio na R. Pindamonhangaba (DAEE, 2017)

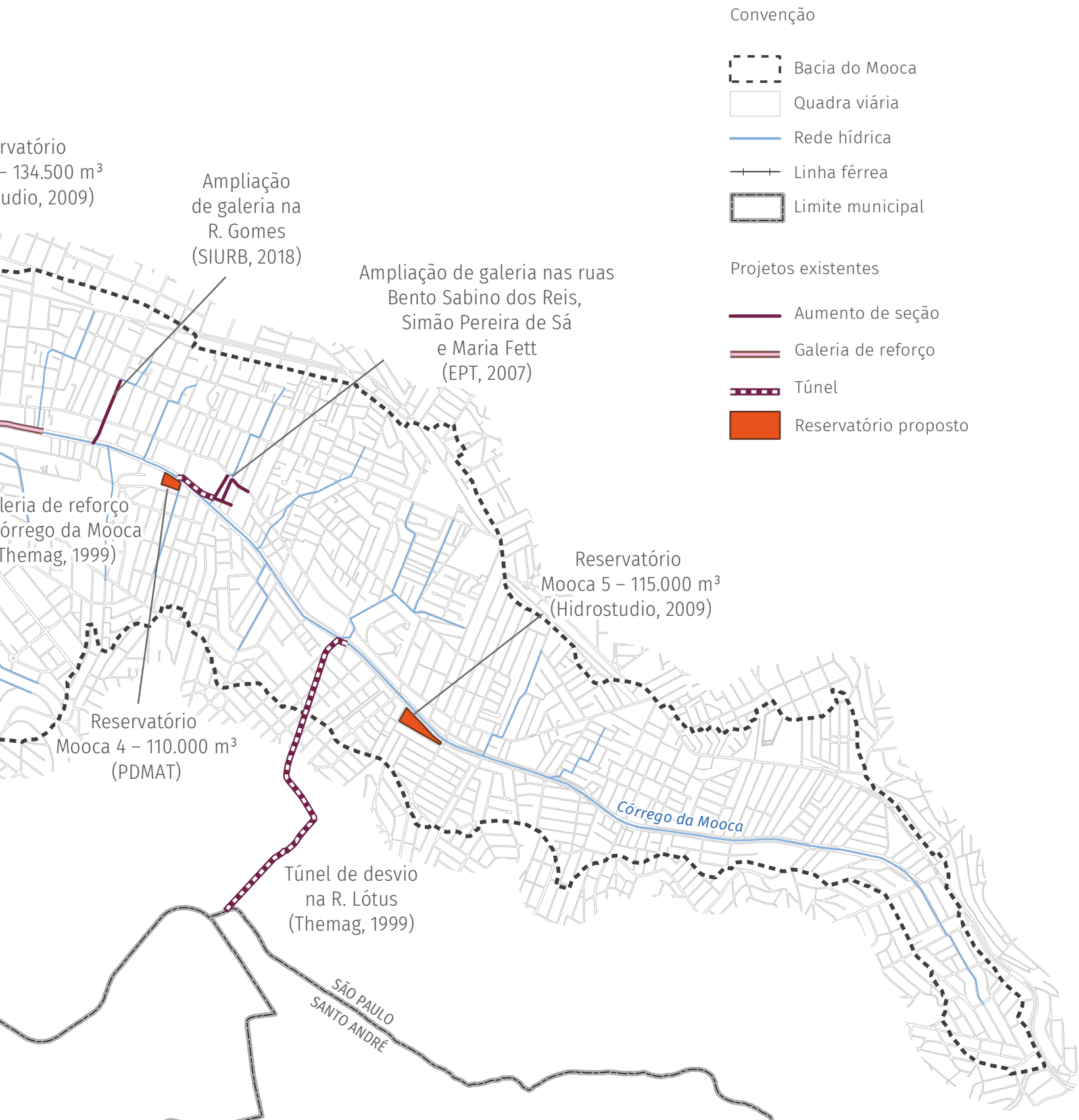
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

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



SÃO PAULO
SÃO CAETANO DO SUL

FIGURA 5.11 Estudos e projetos existentes na bacia do córrego da Mooca



6

Alternativas propostas

Este capítulo apresenta duas alternativas para o controle de cheias.

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

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

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

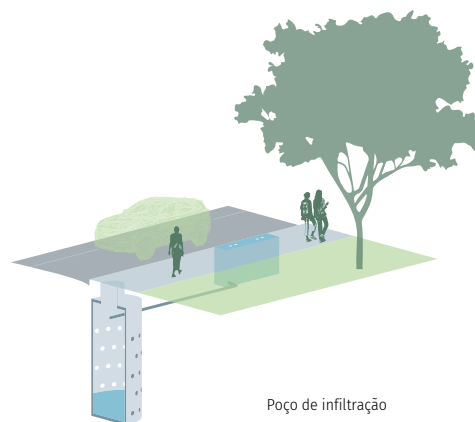
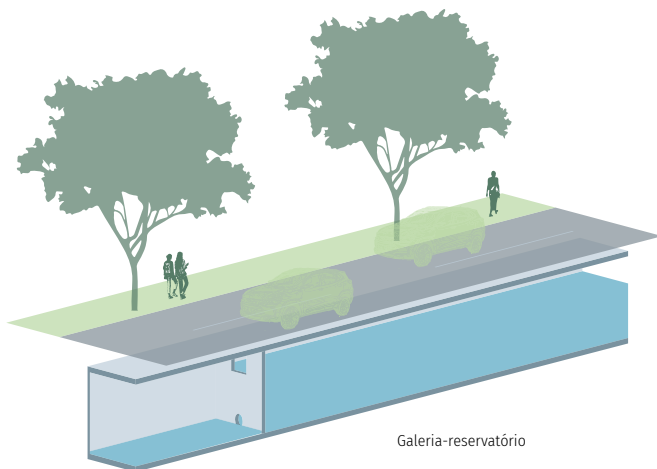
- Reservatórios de armazenamento – estruturas construídas para armazenar o escoamento superficial excedente, liberando as vazões para jusante de forma controlada. Na bacia do córrego da Mooca, foi considerada a possibilidade de implantação de reservatórios

de armazenamento abertos, por seus custos reduzidos de implantação e manutenção e pela possibilidade de integração com as estruturas urbanas existentes;

- Parques lineares com função de reservação – funcionam como reservatórios de armazenamento linear, no próprio canal do córrego e em suas margens. A função de reservação é introduzida através de estruturas de restrição de seção ao longo do canal, dimensionadas para controlar o escoamento para jusante;
- Ampliação de galeria – trata-se da substituição de trechos de galeria existentes por uma nova galeria, com seções transversais maiores;
- Galeria de reforço – trata-se da ampliação da capacidade de escoamento de um trecho, com a implantação de nova

galeria para complementar a capacidade de escoamento do sistema;

- Túneis de desvio – trata-se da ampliação da capacidade de escoamento da rede de drenagem, com a implantação de galerias circulares por método não destrutivo, com interferência mínima no viário ou em lotes ocupados;
- Galerias com função de reservação (galerias-reservatório) – funcionam como reservatórios de armazenamento linear no próprio canal. A função de reservação é obtida por meio de estruturas de restrição de seção ao longo da galeria, dimensionadas para controlar o escoamento para jusante;
- Poços de infiltração – estruturas construídas para armazenar o escoamento superficial excedente, liberando as vazões para jusante de forma controlada,



com esvaziamento por gravidade e por infiltração da água retida, e em formato de pequenos poços subterrâneos de dimensões próximas às de bocas-de-lobo e profundidade de até 5,0 m;

- Jardins de chuva – estruturas constituídas por depressão pouco profunda e revestidas com uma camada de substrato (solo preparado para plantio) e plantas. Além da função de controle do escoamento superficial direto, possuem alta eficiência na remoção de poluentes e contribuem para a valorização do espaço urbano com o incremento de áreas verdes.

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

No estudo deste Caderno, foram previstas quatro etapas de implantação: a primeira etapa é composta por obras que propiciem a redução da mancha de inundação em locais frequentemente afetados pelas cheias, ou naqueles caracterizados pelas áreas críticas sob o ponto de vista da drenagem urbana; a segunda etapa foi composta por obras que protejam a bacia para chuvas de Tr 10 anos; a terceira etapa visa

à proteção para chuvas de Tr 25 anos; e a quarta etapa engloba obras para proteção de Tr 100 anos.

Para o caderno da bacia do córrego da Mooca, a primeira etapa de obras se constituiu de projetos previamente aprovados pela prefeitura, e intervenções adicionais para a proteção das áreas críticas de risco muito alto de inundação para os eventos de precipitação mais frequentes.

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

As medidas de controle de cheias foram dimensionadas considerando o nível do Rio Tamanduateí de 730,70 m na foz do Mooca. Para determinação desse valor, avaliaram-se os níveis da água monitorados no posto da rede telemétrica do SAISP localizado a jusante do reservatório Guamiranga (AT-09), bem como as análises abordadas no Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê (PDMAT3). Quanto ao PDMAT, a exemplo dos cadernos anteriormente publicados, pressupõe-se razoabilidade na

adoção do cenário que contempla as obras de segunda camada (reservatórios no ribeirão dos Couros, no ribeirão dos Meninos e no córrego do Oratório). Na foz do Mooca, esse cenário equivale à cota 730,0 m para uma chuva de Tr 100 anos. Quando avaliado o monitoramento do posto, verificou-se que a cota 730,0 m é inferior à de extravasamento no mesmo local (730,37 m). Nos últimos seis anos de monitoramento, essa cota foi superada, em média, uma vez ao ano – os níveis da água atingiram cotas de até 732,88 m.

Ainda assim, espera-se que a implantação gradual dos reservatórios nas bacias que afluem para o Rio Tamanduateí promova paulatinamente a diminuição do nível da água e, por conseguinte, o dimensionamento de estruturas menos robustas nas bacias contribuintes. A fim de se equilibrarem tais contrapontos, as intervenções de controle de cheias do Caderno foram pré-dimensionadas considerando o nível de 730,70 m, observado no evento de 12 de março de 2022. Ressalta-se que, dada a extensão das bacias contribuintes analisadas no estudo, a variação de nível da água (perfil) foi devidamente representada ao longo do canal do Rio Tamanduateí.

As alternativas conferem à bacia proteção hidrológica para chuvas de Tr 100 anos. Desse modo, para eventos hidrológicos

extraordinários com Tr maiores que 100 anos, a bacia não estará protegida.

As medidas de controle de cheias foram propostas considerando a condição máxima permitida de uso e ocupação do solo da bacia, conforme indicada na Lei nº 16.402/2016.

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 está alinhada à proposta convencional de controle de cheias, com reservatórios *off line* de grande volume, trechos de ampliação de galerias em concreto e galerias de reforço. As áreas para reservação *off line* foram indicadas de forma a priorizar a minimização dos custos de desapropriação, com reservação em áreas públicas ou em lotes sem ocupação e concentrada em um menor número de reservatórios. Destaca-se que, na bacia do Mooca, essa seleção é especialmente complexa, por se tratar de uma bacia de ocupação e urbanização já bastante densa e consolidada.

Nessa alternativa, são contemplados a implantação de sete reservatórios de armazenamento (867,2 mil m³), galeria de reforço (1.570 m), trechos de ampliação da seção

transversal de galerias (1.866,8 m), túneis de desvio (1.800,7 m) e um parque linear (31,3 mil m³).

Cabe observar que a proposta existente para o túnel sob a Rua Lótus foi avaliada neste estudo e, apesar de se mostrar eficiente na redução dos volumes dos reservatórios, optou-se por suprimi-la na composição da alternativa, uma vez que, neste Caderno, não se avaliaram os efeitos da implantação do túnel na bacia do córrego do Oratório. A escolha pelo túnel deve, necessariamente, contemplar o estudo das consequências da transposição de águas em ambas as bacias, e será retomada quando da elaboração do

Caderno de Bacia Hidrográfica do córrego do Oratório.

A **TABELA 6.1** indica as obras previstas na Alternativa 1 em cada etapa de implantação, incluindo sua localização, o tipo de medida de controle e suas dimensões.

Em seguida, a **FIGURA 6.1** mostra a localização das obras previstas na Alternativa 1, indicando as quatro etapas de implantação das ações. Já na **FIGURA 6.2**, está indicado o diagrama unifilar de vazões escoadas para uma chuva de Tr 100 anos e, também, a capacidade de escoamento do sistema de drenagem da bacia do Mooca a partir das intervenções propostas na Alternativa 1.

TABELA 6.1 Medidas de controle da Alternativa 1

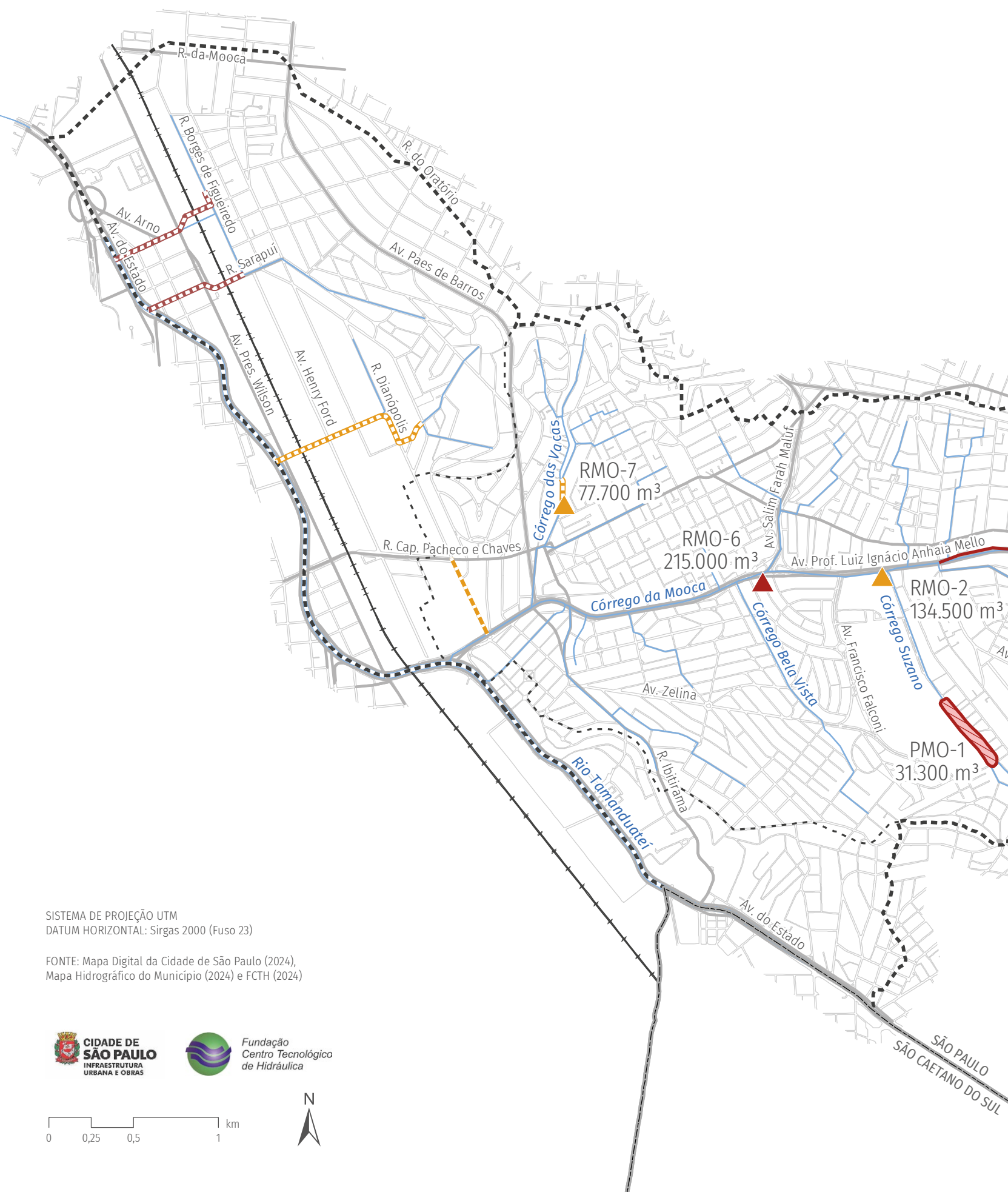
| Etapa | Local | Intervenção | Referência | Dimensões | | |
|----------|-------|--|---|--------------|---------------------------------|--------------------------|
| | | | | Extensão (m) | Área da seção (m ²) | Volume (m ³) |
| 1ª Etapa | Mooca | Galeria de reforço | Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello, entre a R. Angical do Piauí e a R. Sta. Maria do Cambucá | 270 | 3,1 | — |
| | | Galeria de reforço | Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello, entre a R. Sta. Maria do Cambucá e a R. Januário Cicco | 200 | 4,9 | — |
| | | Galeria de reforço | Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello, entre a R. Januário Cicco e a R. João Bernardes | 430 | 7,1 | — |
| | | Reservatório RMO-5 (fechado, <i>off line</i>) | Pç. Prof. Julio Scantimburgo | — | — | 115.000 |

TABELA 6.1 Medidas de controle da Alternativa 1

| Etapa | Local | Intervenção | Referência | Dimensões | | |
|----------|--|--|--|--------------|--------------------|-------------|
| | | | | Extensão (m) | Área da seção (m²) | Volume (m³) |
| 1ª Etapa | Mooca | Reservatório RMO-4 (fechado, <i>off line</i>) | Cruzamento entre a Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello e a R. Manuel da Costa | — | — | 110.000 |
| | | Reservatório RMO-2 (fechado, <i>off line</i>) | CEE Arthur Friedenreich | — | — | 134.500 |
| | Córrego das Vacas | <i>Tunnel liner</i> | R. José Zappi, desvio para o reservatório RMO-7 | 153,5 | 3,1 | — |
| | | Reservatório RMO-7 (fechado, <i>off line</i>) | R. José Zappi, na altura da R. Dante Alighieri e da R. Umuarama | — | — | 77.700 |
| | Afluente da R. Gomes | Ampliação de seção transversal | R. Gomes | 95 | 1,8 | — |
| | Afluente da R. Bento Sabino dos Reis | Ampliação de seção transversal | R. Gomes | 103,5 | 2,5 | — |
| | | Ampliação de seção transversal | R. Simão Pereira de Sá e viela sanitária | 170 | 1,8 | — |
| | | Ampliação de seção transversal | R. Maria Fette | 144,8 | 1,8 | — |
| | | <i>Tunnel liner</i> | Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello, entre a R. Maria Fette e o reservatório RMO-4 (R. Manuel da Costa) | 252,9 | 3,8 | — |
| | Afluente da R. Dianópolis | Ampliação de seção transversal | R. Dianópolis, entre a R. Cap. Pacheco e Chaves e a R. Saquarema | 148,5 | 1,8 | — |
| | | Ampliação de seção transversal | R. Dianópolis, entre a R. Saquarema e a R. Coelho Neto | 250 | 3,1 | — |
| | | Ampliação de seção transversal | R. Dianópolis, entre a R. Coelho Neto e a Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello | 100 | 4,9 | — |
| | Área de Contribuição Direta ao Rio Tamanduateí | <i>Tunnel liner</i> | R. Francisco Cipullo e R. Dianópolis, entre a R. Br. de Monte Santo e a Av. Henry Ford, com traçado sob os lotes | 718,1 | 6,2 | — |
| | | <i>Tunnel liner</i> | Traçado sob lotes, entre a Av. Henry Ford e a Av. do Estado | 350 | 14,7 | — |

TABELA 6.1 Medidas de controle da Alternativa 1

| Etapa | Local | Intervenção | Referência | Dimensões | | |
|----------|------------------------------------|--|---|--------------|---------------------------------|--------------------------|
| | | | | Extensão (m) | Área da seção (m ²) | Volume (m ³) |
| 2ª Etapa | Mooca | Reservatório RMO-1 (fechado, <i>off line</i>) | Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello, entre a Tv. Novelas da China e a R. Sebastião Mena | — | — | 105.000 |
| 3ª Etapa | Mooca | Galeria de reforço | Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello, entre a R. Rosalina Valadão de Freitas e a R. Domingos Afonso | 670 | 6,1 | — |
| | | Reservatório RMO-6 (aberto, <i>off line</i>) | Alça de acesso do Vd. Salim Farah Maluf | — | — | 215.000 |
| | Córrego Suzano | Parque linear PMO-01 | Av. Jacinto Menezes Palhares | — | — | 31.300 |
| | Córrego da R. Borges de Figueiredo | <i>Tunnel liner</i> | R. Borges de Figueiredo, entre a linha de transmissão e a R. Dr. Eduardo Gonçalves | 99 | 1,1 | — |
| | | <i>Tunnel liner</i> | R. Dr. Eduardo Gonçalves e R. Pres. Almeida Couto, entre a R. Borges de Figueiredo e a R. Pres. Costa Pereira, com travessia sob a linha férrea | 414 | 1,1 | — |
| | | <i>Tunnel liner</i> | R. Pres. Almeida Couto, entre a R. Pres. Costa Pereira e a Av. do Estado | 263 | 3,8 | — |
| | | <i>Tunnel liner</i> | R. Pres. Batista Pereira entre a R. Borges de Figueiredo e a Av. do Estado, com travessia sob a linha férrea | 619 | 3,1 | — |
| 4ª etapa | Mooca | Reservatório RMO-3 (fechado, <i>off line</i>) | Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello, entre a R. Avelino de Carvalho e a R. Sales Gomes Jr. | — | — | 110.000 |



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

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



SÃO PAULO
 SÃO CAETANO DO SUL

RMO-7
77.700 m³

RMO-6
215.000 m³

RMO-2
134.500 m³

PMO-1
31.300 m³

R. da Mooca
 R. Borges de Figueiredo
 Av. Arno
 Av. do Estado
 R. Sarapuí
 R. do Oratório
 Av. Paes de Barros
 Av. Pres. Wilson
 Av. Henry Ford
 R. Dianópolis
 Corrego das Vacas
 R. Cap. Pacheco e Chaves
 Corrego da Mooca
 Av. Zelina
 Rio Tamaranduateí
 R. Ibirama
 Av. do Estado
 Av. Salim Farah Maluf
 Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello
 Av. Francisco Falconi
 Corrego Bela Vista
 Corrego Suzano

FIGURA 6.1 Medidas de controle de cheias da Alternativa 1

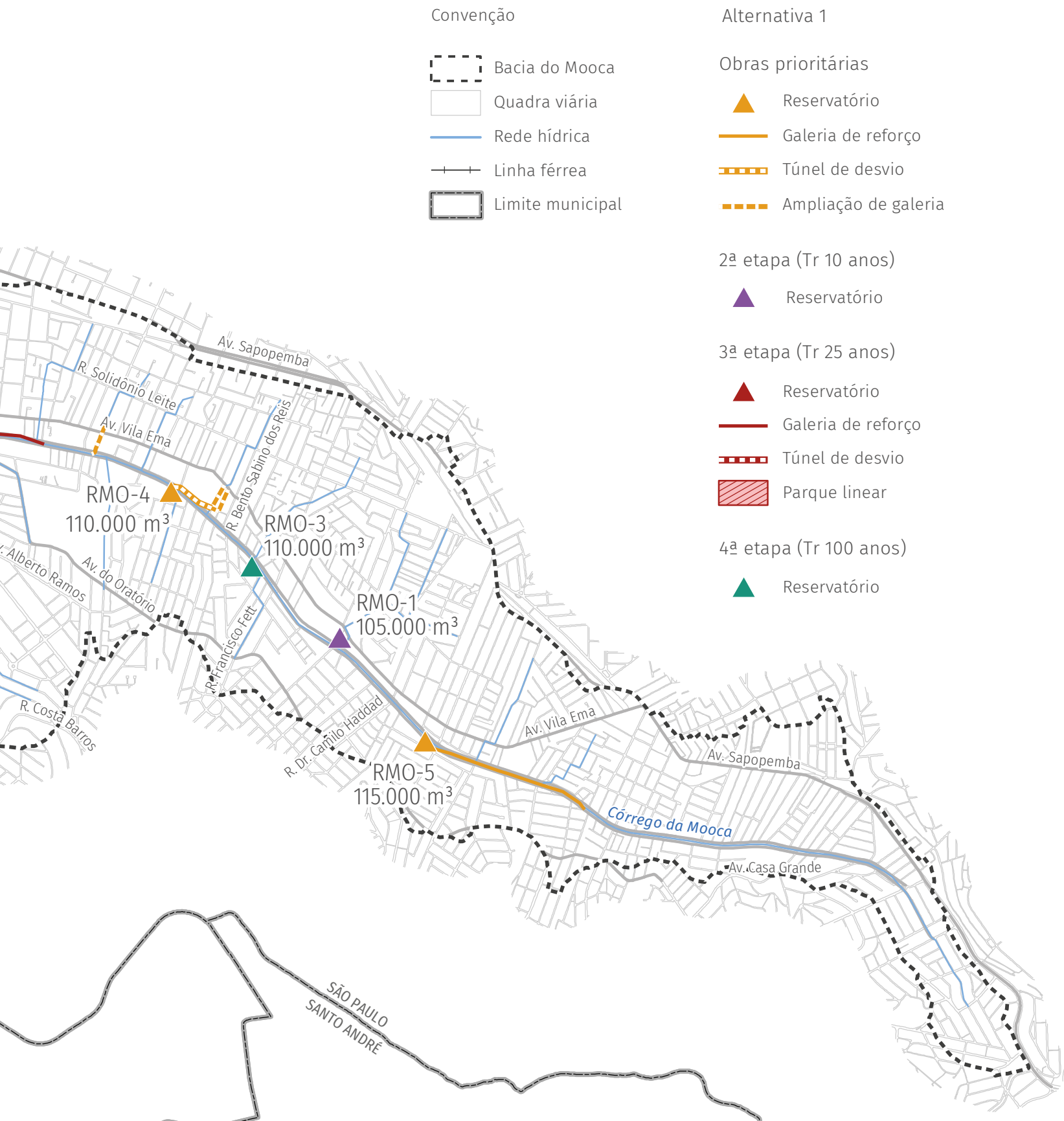
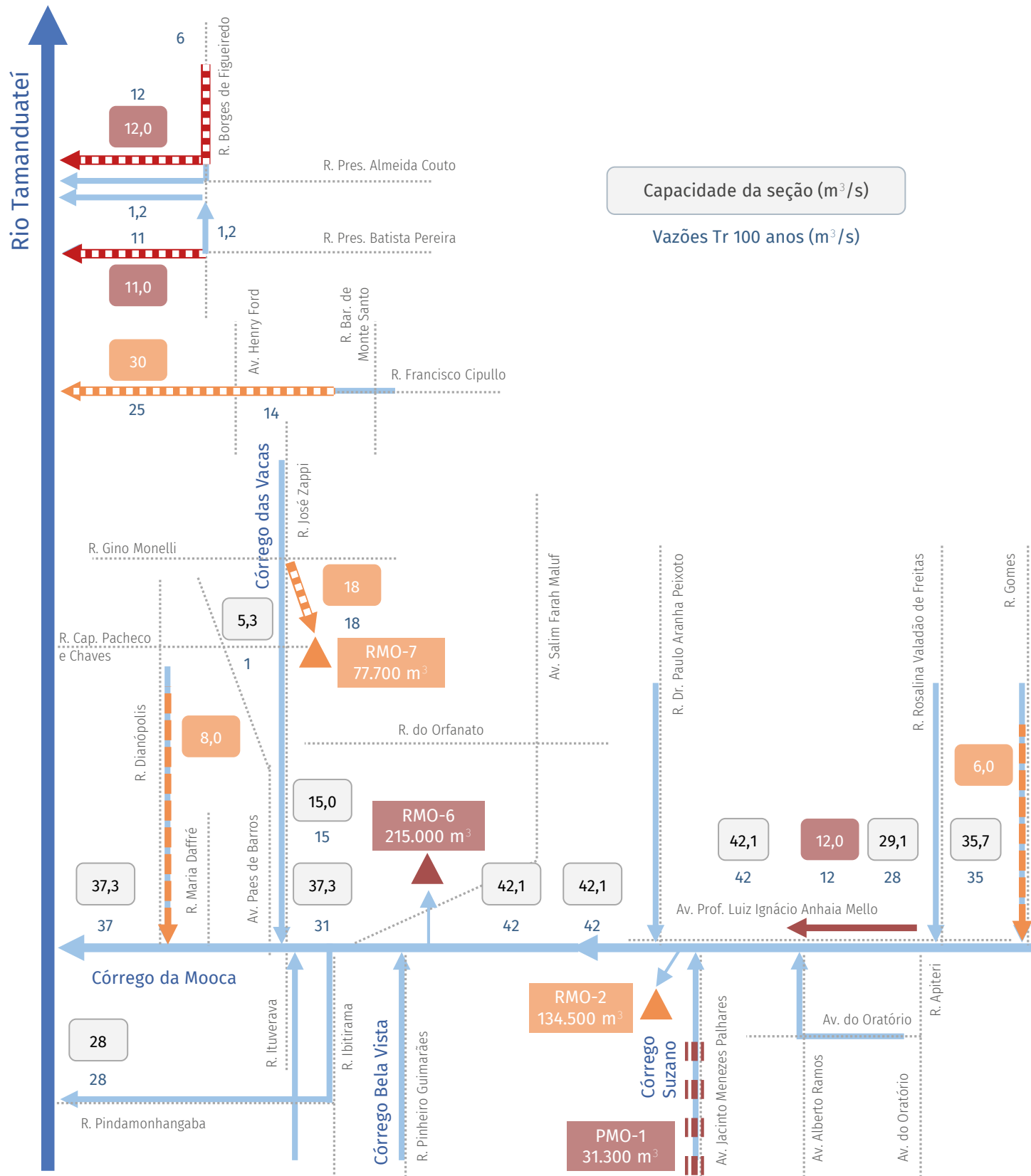


FIGURA 6.2 Diagrama unifilar de vazões – Alternativa 1 com as obras da 1ª, 2ª, 3ª e 4ª etapas



REDE EXISTENTE



INTERVENÇÕES NA 1ª ETAPA Obras prioritárias



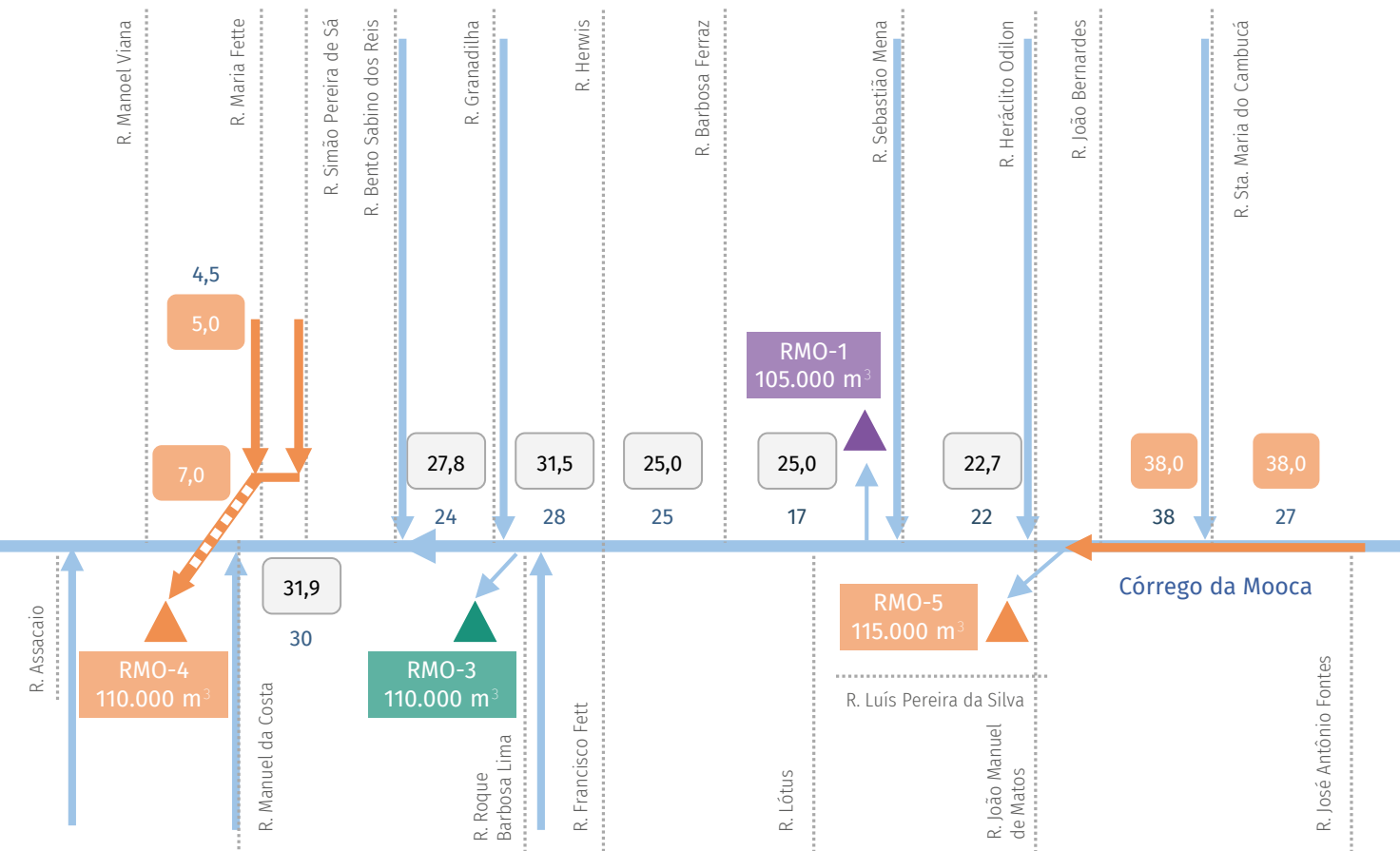
INTERVENÇÕES NA 2ª ETAPA Tr 10 anos



INTERVENÇÕES NA 3ª ETAPA Tr 25 anos



INTERVENÇÕES NA 4ª ETAPA Tr 100 anos



6.2 ALTERNATIVA 2

A Alternativa 2 fornece um conjunto de medidas de controle de cheias de dimensões menores, baseado em um formato de reservação distribuída e associada à utilização de medidas de drenagem sustentáveis. Além do parque linear mantido da Alternativa 1, a reservação é realizada por galerias-reservatórios construídas sob o viário por método não destrutivo, associadas à extensiva construção de pequenos reservatórios subterrâneos (ora denominados poços) sob bocas-de-lobo e com profundidade de até 5,0 m, com esvaziamento por gravidade e por infiltração no solo, além da instalação de jardins de chuva em áreas públicas com elevado potencial de infiltração no solo. Tal combinação de medidas possibilitou a diminuição do total de reservatórios de caráter convencional e a transferência de um dos reservatórios da terceira para a última etapa de obras, com menor volume.

Os seis reservatórios devem ser implantados sob lotes de áreas públicas e/ou com pequenas áreas de desapropriação.

A Alternativa 2 contempla a implantação de seis reservatórios de armazenamento (750,4 mil m³), um parque linear (31,3 mil m³), galerias de reforço (1.570 m), ampliação de seção transversal de galeria (1.866,8 m), túneis de desvio (1.800,7 m), um sistema de galerias-reservatórios (4.070,4 m), 1.146 poços de infiltração e 978 mil m² de jardins de chuva distribuídos em todo o território estudado da bacia.

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

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

TABELA 6.2 Medidas de controle da Alternativa 2

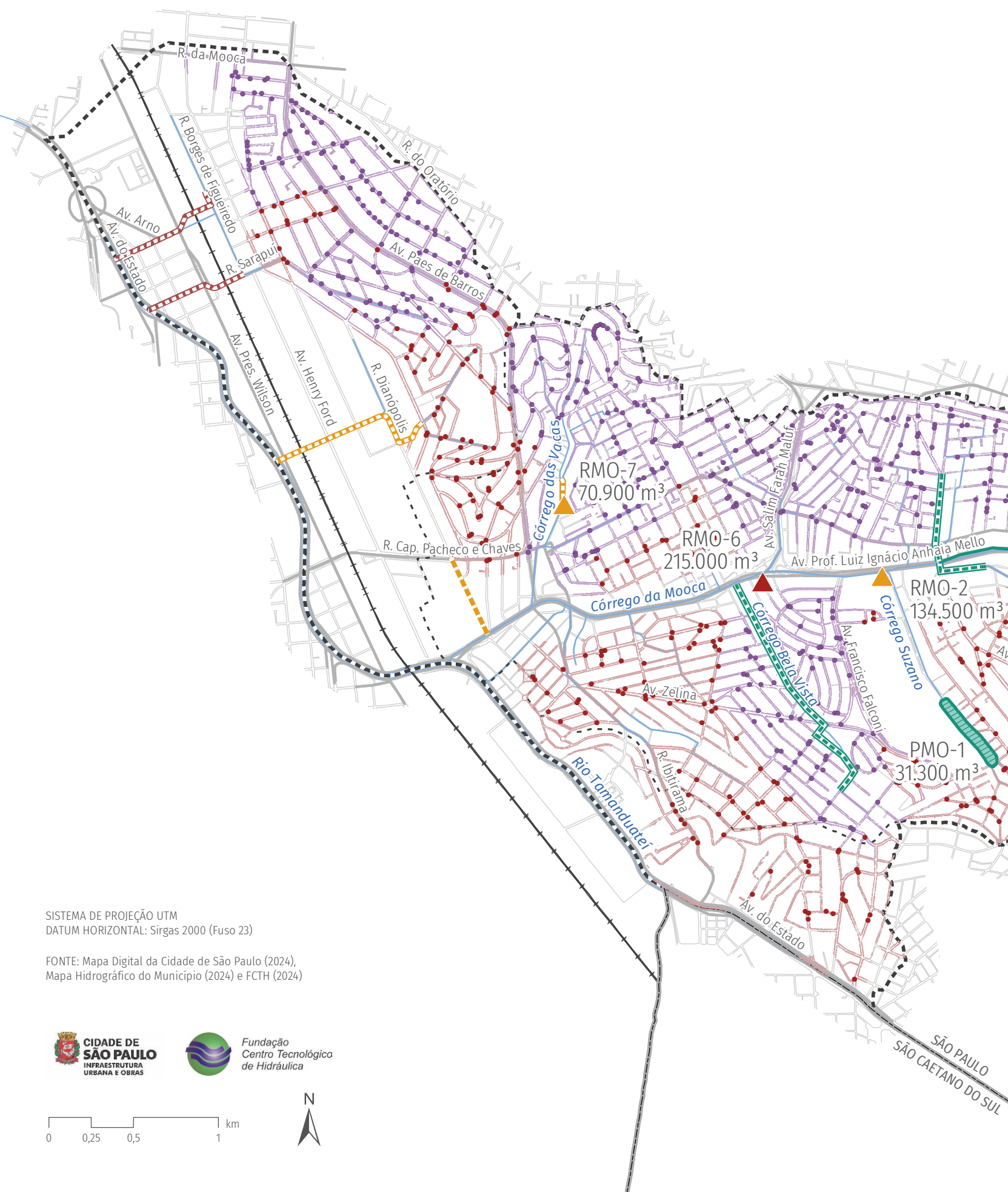
| Etapa | Local | Intervenção | Referência | Dimensões | | |
|----------|--------------------------------------|--|---|--------------|--------------------|-------------|
| | | | | Extensão (m) | Área da seção (m²) | Volume (m³) |
| 1ª Etapa | Mooca | Galeria de reforço | Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello, entre a R. Angical do Piauí e a R. Sta. Maria do Cambucá | 270 | 3,1 | |
| | | Galeria de reforço | Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello, entre a R. Sta. Maria do Cambucá e a R. Januário Cicco | 200 | 4,9 | |
| | | Galeria de reforço | Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello, entre a R. Januário Cicco e a R. João Bernardes | 430 | 7,1 | |
| | | Reservatório RMO-5 (fechado, <i>off line</i>) | Pça. Prof. Julio Scantimburgo | | | 115.000 |
| | | Reservatório RMO-4 (fechado, <i>off line</i>) | Cruzamento entre a Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello e a R. Manuel da Costa | | | 110.000 |
| | | Reservatório RMO-2 (fechado, <i>off line</i>) | CEE Arthur Friedenreich | | | 134.500 |
| | Córrego das Vacas | <i>Tunnel liner</i> | R. José Zappi, desvio para o reservatório RMO-7 | 153,5 | 6,2 | |
| | | Reservatório RMO-7 (fechado, <i>off line</i>) | R. José Zappi, na altura da R. Dante Alighieri e da R. Umuarama | | | 70.900 |
| | Afluente da R. Gomes | Ampliação de seção transversal | R. Gomes | 95 | 1,8 | |
| | | Ampliação de seção transversal | R. Gomes | 103,5 | 2,5 | |
| | Afluente da R. Bento Sabino dos Reis | Ampliação de seção transversal | R. Simão Pereira de Sá e viela sanitária | 170 | 1,8 | |
| | | Ampliação de seção transversal | R. Maria Fette | 144,8 | 1,8 | |
| | | <i>Tunnel liner</i> | Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello, entre a R. Maria Fette e o reservatório RMO-4 (R. Manuel da Costa) | 252,9 | 3,8 | |

TABELA 6.2 Medidas de controle da Alternativa 2

| Etapa | Local | Intervenção | Referência | Dimensões | | |
|----------|-----------------------------|--|---|--------------|--------------------|-------------|
| | | | | Extensão (m) | Área da seção (m²) | Volume (m³) |
| 1ª Etapa | Afluente da R. Dianópolis | Ampliação de seção transversal | R. Dianópolis, entre a R. Cap. Pacheco e Chaves e a R. Saquarema | 148,5 | 1,8 | |
| | | Ampliação de seção transversal | R. Dianópolis, entre a R. Saquarema e a R. Coelho Neto | 250 | 3,1 | |
| | | Ampliação de seção transversal | R. Dianópolis, entre a R. Coelho Neto e a Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello | 100 | 4,9 | |
| | Área de Contribuição Direta | <i>Tunnel liner</i> | R. Francisco Cipullo e R. Dianópolis, entre a R. Br. de Monte Santo e a Av. Henry Ford, com traçado sob os lotes | 718,1 | 6,3 | |
| | | <i>Tunnel liner</i> | Traçado sob lotes, entre a Av. Henry Ford e a Av. do Estado | 350 | 14,7 | |
| 2ª Etapa | Mooca | Reservatório RMO-1 (fechado, <i>off line</i>) | Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello, entre a Tv. Novelas da China e a R. Sebastião Mena | | | 105.000 |
| | | Poços de infiltração | 660 poços de infiltração, distribuídos pelas sub-bacias mais críticas | | | 10.367 |
| | | Jardim de chuva | Implantação de jardins de chuva em locais com potencial alto e muito alto para LIDs eficientes, distribuídos pelas sub-bacias mais críticas | | | |
| 3ª Etapa | Mooca | Reservatório RMO-6 (aberto, <i>off line</i>) | Alça de acesso do Vd. Salim Farah Maluf | | | 215.000 |
| | | Poços de infiltração | 486 poços de infiltração, distribuídos pelas sub-bacias mais críticas | | | 7.634 |
| | | Jardim de chuva | Implantação de jardins de chuva em locais com potencial alto e muito alto para LIDs eficientes, distribuídos pelas sub-bacias mais críticas | | | |

TABELA 6.2 Medidas de controle da Alternativa 2

| Etapa | Local | Intervenção | Referência | Dimensões | | |
|--------------------|--|------------------------------|---|--------------|--------------------|-------------|
| | | | | Extensão (m) | Área da seção (m²) | Volume (m³) |
| 3ª Etapa | Córrego da R. Borges de Figueiredo | Tunnel liner | R. Borges de Figueiredo, entre a linha de transmissão e a R. Dr. Eduardo Gonçalves | 98,9 | 1,0 | |
| | | Tunnel liner | R. Dr. Eduardo Gonçalves e R. Pres. Almeida Couto, entre a R. Borges de Figueiredo e a R. Pres. Costa Pereira, com travessia sob a linha férrea | 413,7 | 1,1 | |
| | | Tunnel liner | R. Pres. Almeida Couto, entre a R. Pres. Costa Pereira e a Av. do Estado | 263,1 | 3,8 | |
| | | Tunnel liner | R. Pres. Batista Pereira entre a R. Borges de Figueiredo e a Av. do Estado, com travessia sob a linha férrea | 618,6 | 3,1 | |
| 4ª Etapa | Mooca | Galerias-reservatórios | R. Águas de Lindoia | 312 | 9,6 | |
| | | | R. Robério Dias | 320,7 | 9,6 | |
| | | | R. Sebastião Mena | 104,1 | 9,6 | |
| | | | R. Silvio Brant Correia | 313,8 | 12,6 | |
| | | | R. Herwis | 233,5 | 12,6 | |
| | | | R. Francisco Fett | 93 | 12,6 | |
| | | | R. Psa. Maria Pia e R. Rosalina Valadão de Freitas | 433,6 | 7,1 | |
| | | | Av. Alberto Ramos | 52,5 | 7,1 | |
| | | | Av. do Oratório | 260,9 | 3,1 | |
| | | | R. Domingos Afonso | 495,2 | 4,9 | |
| | | | R. das Verbenas, R. Sarumá, R. das Heras e R. Pinheiro Guimarães | 1451,1 | 7,1 | |
| Galeria de reforço | Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello, entre a R. Rosalina Valadão de Freitas e a R. Domingos Afonso | 670 | 6,1 | | | |
| Córrego Suzano | Parque linear PMO-01 | Av. Jacinto Menezes Palhares | | | 31.300 | |



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

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



SÃO PAULO
 SÃO CAETANO DO SUL

RMO-7
 70.900 m³

RMO-6
 215.000 m³

RMO-2
 134.500 m³

PMO-1
 31.300 m³

FIGURA 6.3 Medidas de controle de cheias da Alternativa 2

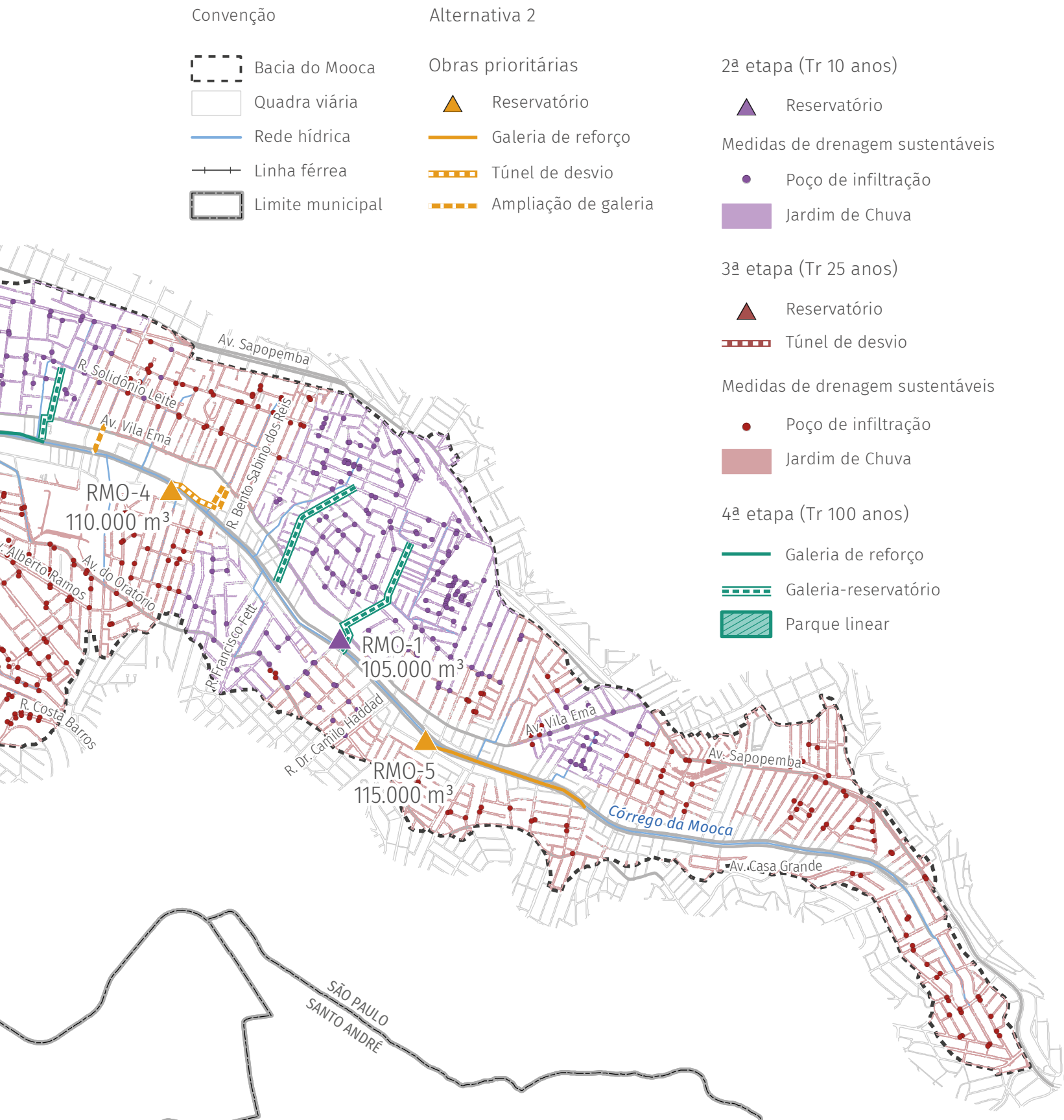
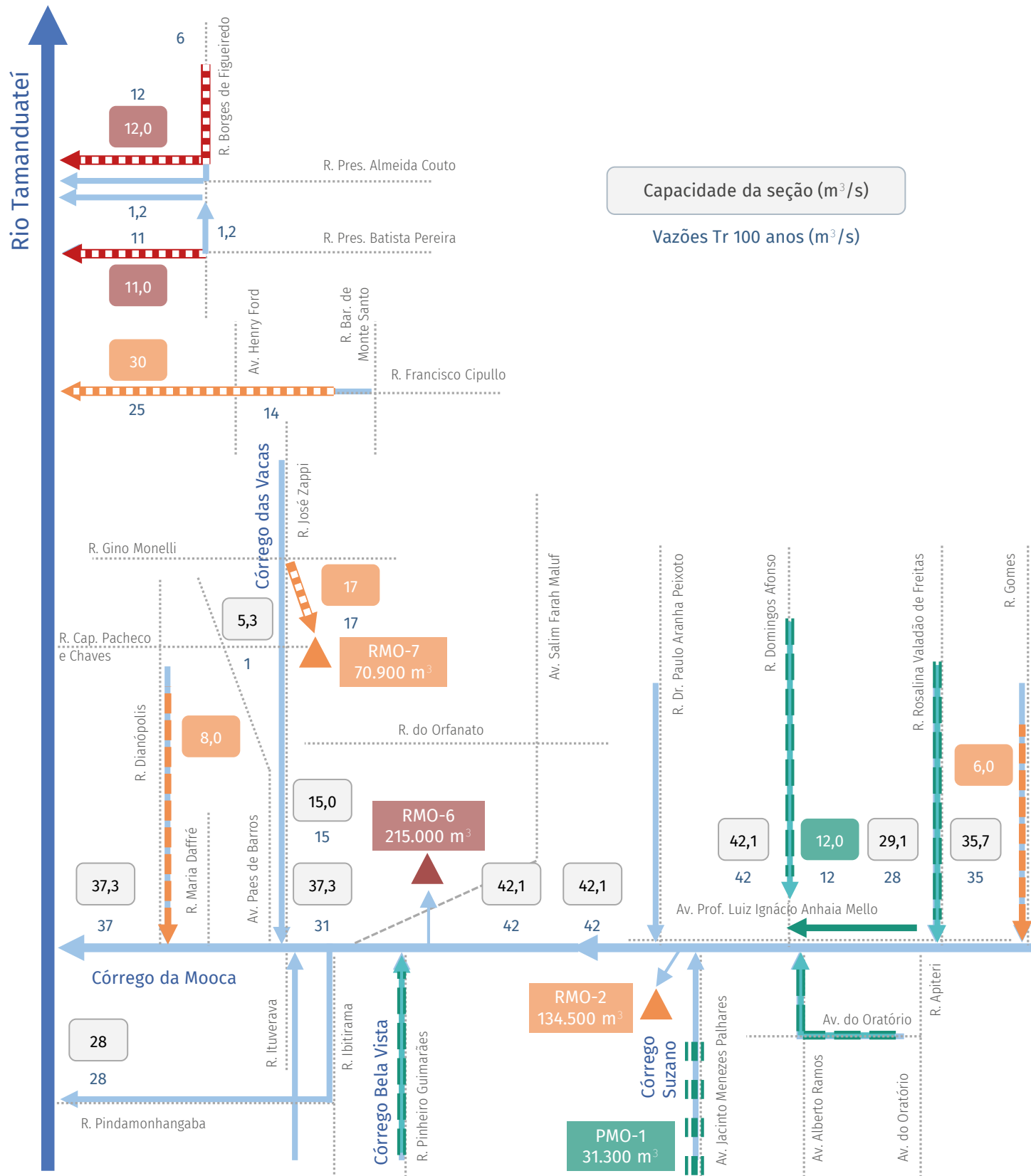


FIGURA 6.4 Diagrama unifilar de vazões – Alternativa 2 com as obras da 1ª, 2ª, 3ª e 4ª etapas



REDE EXISTENTE



INTERVENÇÕES NA 1ª ETAPA Obras prioritárias

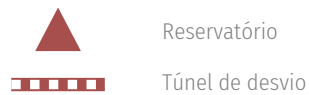


INTERVENÇÕES NA 2ª ETAPA Tr 10 anos



Medidas de drenagem sustentáveis distribuídas pela bacia na 2ª e 3ª etapas: jardins de chuva e poços de infiltração

INTERVENÇÕES NA 3ª ETAPA Tr 25 anos



INTERVENÇÕES NA 4ª ETAPA Tr 100 anos



6.3 LOCALIZAÇÃO E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS DE RESERVAÇÃO

Este item indica as localizações das áreas e as principais características dos seis reservatórios e do parque propostos nas alternativas apresentadas. No caso dos reservatórios, ressalta-se que foram utilizadas sondagens para definir a profundidade das estruturas.

FIGURA 6.5 Localização do reservatório Mooca 1 no córrego da Mooca, alternativas 1 e 2



Reservatório – RMO-1

Alternativas 1 e 2 (2ª etapa)

Volume: 105 mil m³

Área: 9.000 m²

Profundidade: 11,7 m

Localização: Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello,
entre a Tv. Novelas da China e a R. Sebastião Mena

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



FIGURA 6.6 Localização do reservatório Mooca 2 no córrego da Mooca, alternativas 1 e 2



Reservatório – RMO-2
Alternativas 1 e 2 (1ª etapa)
Volume: 134,5 mil m³
Área: 16.440 m²
Profundidade: 8,2 m
Localização: CEE Arthur Friedenreich
Características: fechado em concreto,
off line e com esgotamento por bombas

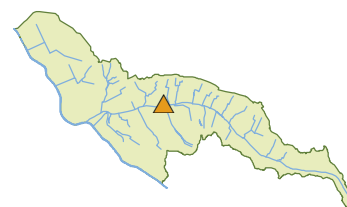


FIGURA 6.7 Localização do reservatório Mooca 3 no córrego da Mooca, alternativa 1



Reservatório – RMO-3

Alternativa 1 (4ª etapa)

Volume: 110 mil m³

Área: 6.800 m²

Profundidade: 16,2 m

Localização: Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello, entre as ruas Avelino de Carvalho e Sales Gomes Jr.

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

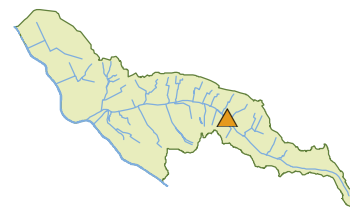


FIGURA 6.8 Localização do reservatório Mooca 4 no córrego da Mooca, alternativas 1 e 2



Reservatório – RMO-4

Alternativas 1 e 2 (1ª etapa)

Volume: 110 mil m³

Área: 8.100 m²

Profundidade: 13,6 m

Localização: cruzamento entre a Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello e a R. Manuel da Costa

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



FIGURA 6.9 Localização do reservatório Mooca 5 no córrego da Mooca, alternativas 1 e 2



Reservatório – RMO-5
 Alternativas 1 e 2 (1ª etapa)
 Volume: 115 mil m³
 Área: 13.100 m²
 Profundidade: 8,8 m
 Localização: Pç. Prof. Julio Scantimburgo
 Características: fechado em concreto,
off line e com esgotamento por bombas

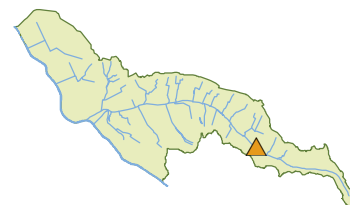


FIGURA 6.10 Localização do reservatório Mooca 6 no córrego da Mooca, alternativas 1 e 2



Reservatório – RMO-6

Alternativas 1 e 2 (3ª etapa)

Volume: 215 mil m³

Área: 14.200 m²

Profundidade: 15,1 m

Localização: alça de acesso do
Vd. Salim Farah Maluf

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

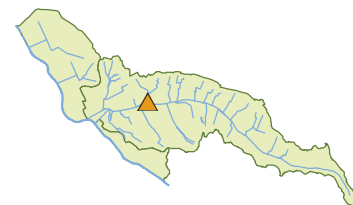


FIGURA 6.11 Localização do reservatório Vacas 1 no córrego das Vacas, alternativas 1 e 2



Reservatório – RMO-7

Alternativas 1 e 2 (3ª etapa)

Volume: 77,7 mil m³

Área: 4.790 m²

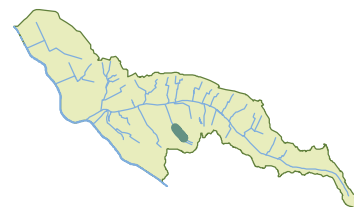
Profundidade: 16,2 m

Localização: R. José Zappi, na altura da
R. Dante Alighieri e da R. Umuarama

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



FIGURA 6.12 Localização do parque linear PMO-1 no córrego Suzano, alternativas 1 e 2



Parque linear – PMO-1

Alternativas 1 e 2 (3ª etapa)

Volume: 31,3 mil m³

Área: 7.730 m²

Localização: Av. Jacinto Menezes Palhares



6.4 VISTAS E PERSPECTIVAS DO PARQUE LINEAR PMO-1

As propostas paisagísticas foram elaboradas visando a melhoria do espaço urbano, da paisagem e do meio ambiente, a partir de critérios urbanísticos e paisagísticos que vislumbrem a integração harmônica das infraestruturas de drenagem com o meio ambiente urbano. Considerando as premissas projetuais estabelecidas, foram propostas a revitalização de uma área verde junto ao córrego Suzano e a criação de um parque linear (PMO-1) localizado na Av. Jacinto Menezes Palhares.

As intervenções propostas visam a preservação da condição natural do córrego, o quanto possível, e da qualidade da água, explorando soluções de menor impacto aos elementos naturais existentes, trazendo como partido de projeto a convivência com as águas e a contemplação da paisagem.

As imagens a seguir apresentam esquematicamente o parque linear proposto no córrego Suzano. Considerando as premissas elencadas, foi proposta uma passarela serpenteando a área do córrego e as áreas verdes lindeiras. Ela percorreria o córrego

de modo contínuo, incluindo áreas de permanência e contemplação. Além disso, seria ampliada em determinados pontos ao longo do percurso, criando platôs.

Considerando as espécies arbóreas nas margens do córrego, as estruturas propostas serão desenhadas visando que sejam preservadas. Porém, salienta-se que pode haver a necessidade de intervenção nas vegetações arbustivas e gramíneas existentes. Além disso, os caminhos e as áreas de permanência são propostos sob estruturas, diminuindo os recortes ou as intervenções nos taludes naturais da área.

Nessas áreas verdes, lindeiras ao córrego, além de preservar as espécies arbóreas, incorporam-se espécies arbustivas e forrações biofiltrantes, com o objetivo de contribuir para a melhoria dos serviços ecossistêmicos existentes.

Devido ao baixo fluxo de automóveis na Avenida Jacinto Menezes Palhares, sugere-se a reestruturação da via, com a adição de uma calçada e o redesenho da ciclovia, incorporando uma zona de transição desta para os automóveis e na qual são incluídas as biovaletas.



Área naturais existentes

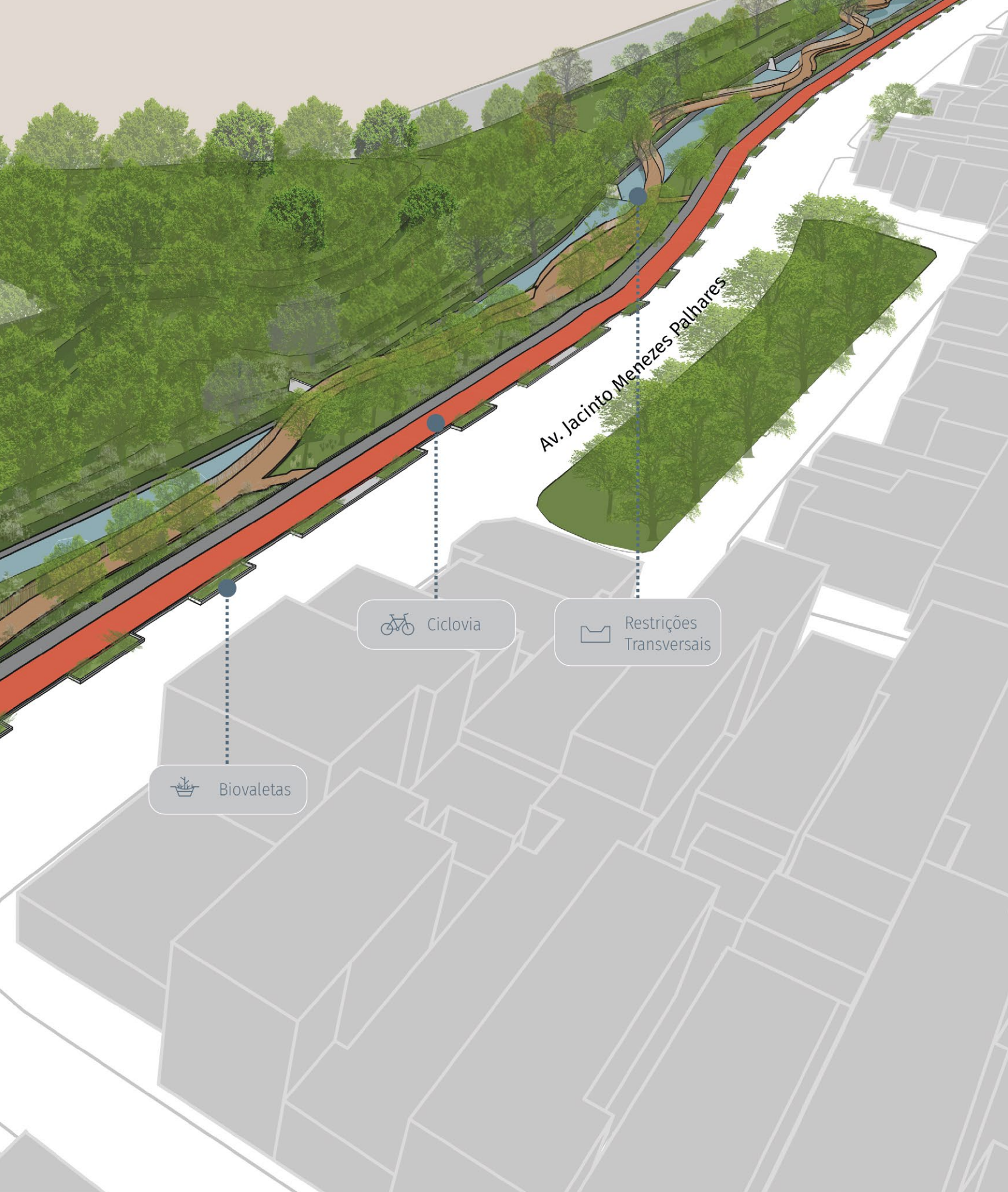


Córrego Suzano



Passarela Peatonal

Av. Jacinto Menezes Palhares



Av. Jacinto Menezes Palhares

 Biovaletas

 Ciclovia

 Restrições Transversais

FIGURA 6.13 Foto aérea atual do local de implantação do parque linear PMO-1





FIGURA 6.14 Perspectiva
aérea do parque linear PMO-1





FIGURA 6.15 Perspectiva de pedestre do parque linear PMO-1, com vista para o córrego Suzano





FIGURA 6.16 Perspectiva de pedestre do parque linear PMO-1





FIGURA 6.17 Corte em perspectiva de uma seção do córrego Suzano



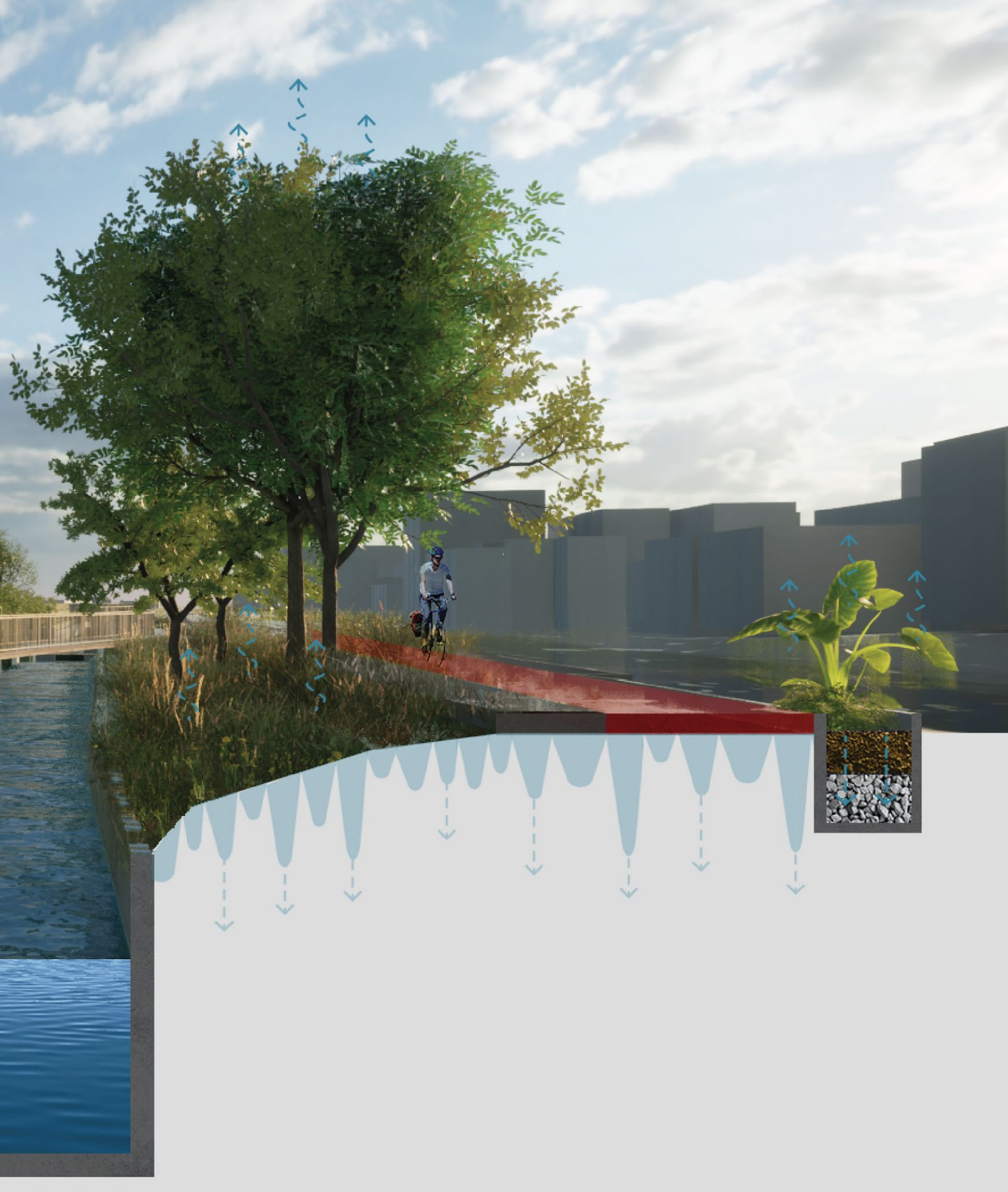


FIGURA 6.18 Planta do parque linear
PMO-1 ao longo do córrego Suzano



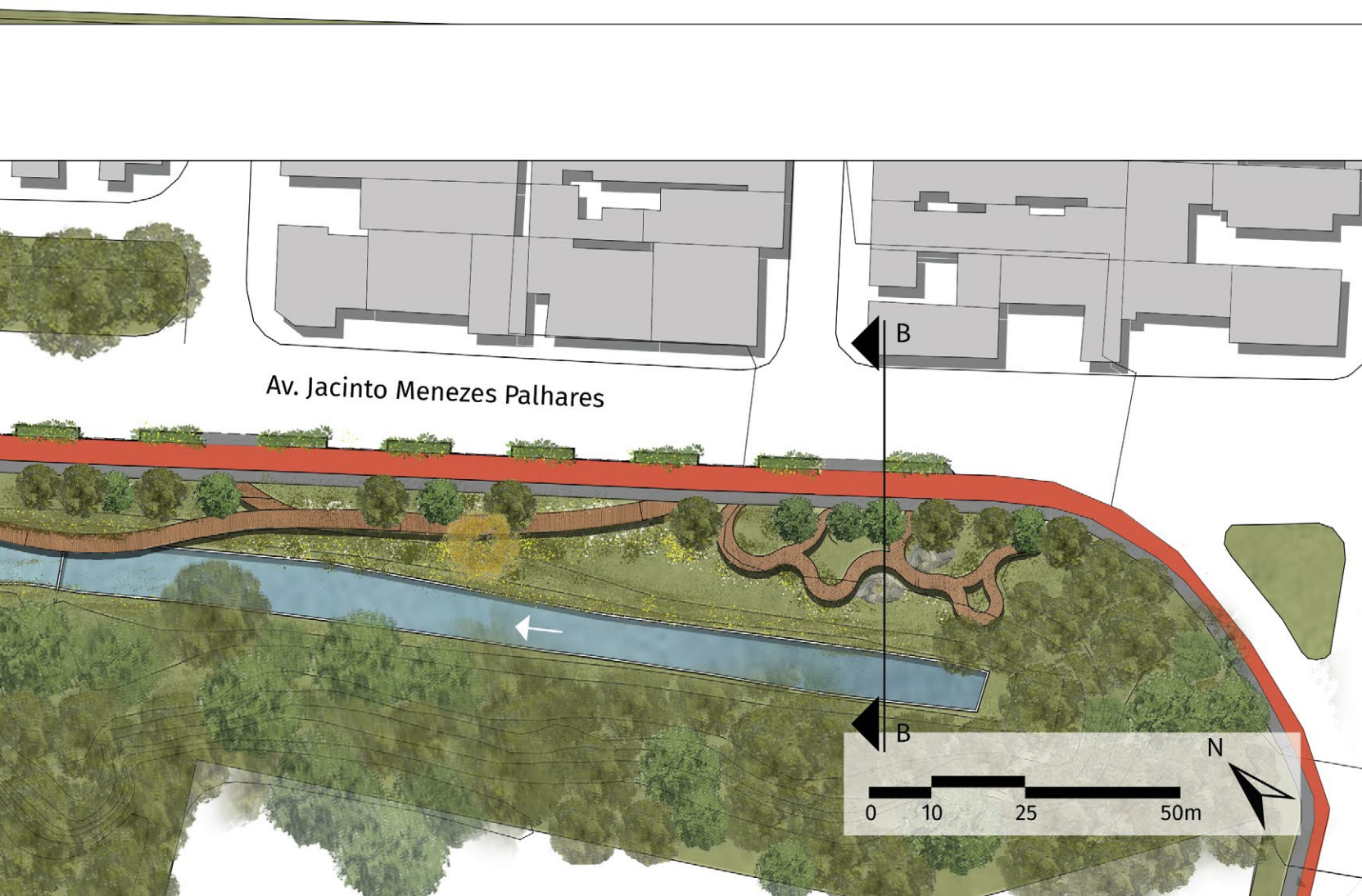
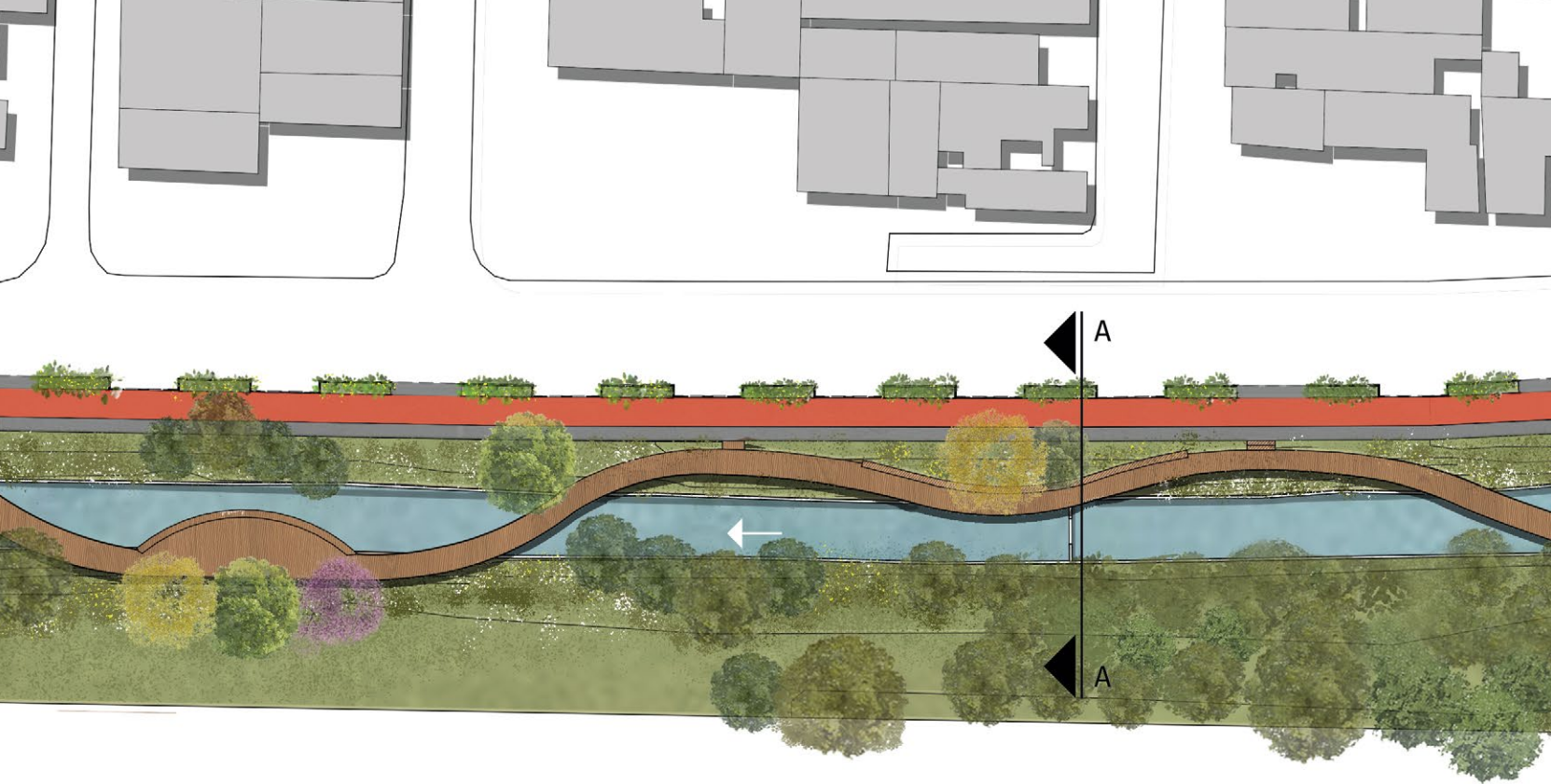
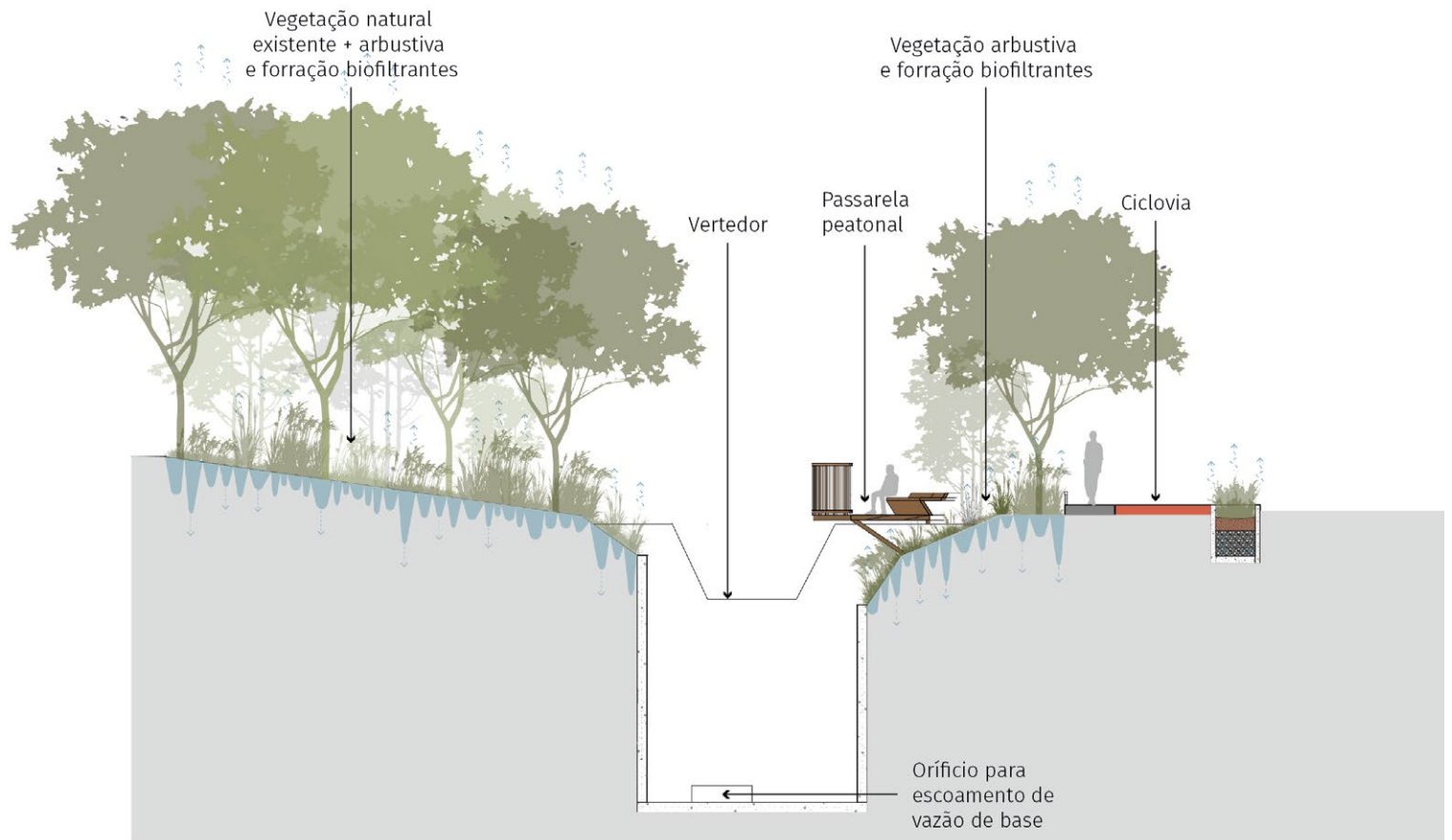
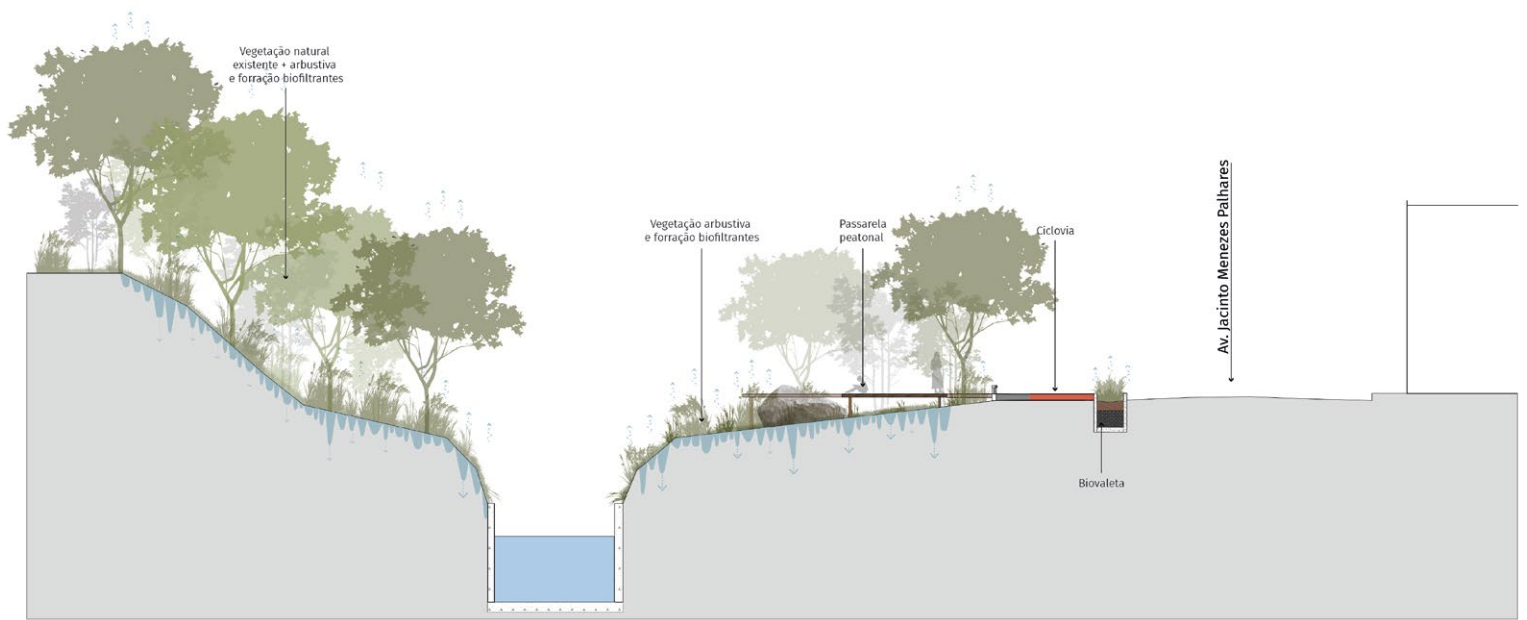


FIGURA 6.19 Corte A-A do parque linear PMO-1 ao longo do córrego Suzano



CORTE A-A'

FIGURA 6.20 Corte B-B do parque linear PMO-1 ao longo do córrego Suzano



6.5 MEDIDAS COMPLEMENTARES

As intervenções propostas em cada alternativa para a bacia do córrego da Mooca foram dimensionadas a partir da premissa de que o sistema de drenagem existente opera com sua capacidade máxima, conforme os cadastros da disponibilizados pela PMSP, realizados em 1986 e 2006. Ressalta-se que o desempenho adequado das medidas propostas está diretamente relacionado à manutenção das galerias e à preservação de sua capacidade de escoamento. Recomenda-se, dessa forma, a programação de vistorias em toda a extensão do córrego e, caso identificadas, a remediação de possíveis avarias que possam prejudicar o funcionamento do sistema e a implantação de novas medidas na bacia.

6.6 MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS

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

de planos de contingência para atuar em emergências.

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

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

6.6.1 ZONEAMENTO DAS ÁREAS INUNDÁVEIS

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

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

O zoneamento das áreas de inundação funciona como um elemento técnico a ser observado na especificação do conjunto de regras para a ocupação das áreas de risco, visando minimizar as perdas materiais e

humanas resultantes das inundações. Assim, sugere-se como diretrizes de uso e de ocupação do solo, a serem inseridos na lei de zoneamento, critérios gerais como:

- Áreas livres de risco de inundação, não ensejando qualquer tomada de decisão adicional além da legislação em vigor;
- Áreas com ocupação parcialmente restrita, cabendo a definição dos tipos de usos e edificações compatíveis com a situação de cada área por meio de decreto;
- Áreas com restrição total à ocupação, cabendo sua utilização apenas para parques lineares, campos de esportes não impermeabilizados etc., conforme definido em decreto.

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

Ao considerar as restrições à ocupação, a legislação deve dar orientação aos

proprietários da região para a adaptação dos espaços. Para isso, são estabelecidos critérios para construções à prova de enchentes, conforme segue¹⁸:

- Estabelecimento de um piso com nível superior à linha-d'água estimada;
- Prever o transporte de material de valor para pisos superiores;
- Vedação, temporária ou permanente, de aberturas como portas, janelas e dispositivos de ventilação;
- Elevação de estruturas existentes;
- Construção de novas estruturas sobre pilotis;
- Construção de pequenos diques circundando as estruturas;
- Realocação ou proteção individual de artigos que possam ser danificados;
- Realocação de equipamentos elétricos para os pisos superiores e desligamento do sistema de alimentação durante o período de cheias;
- Uso de material resistente à submersão ou contato com a água;
- Estanqueidade e reforço das paredes de porões e de pisos sujeitos à inundação;

18. SILVA, C. V. F. **Planejamento do uso e ocupação do solo urbano integrado ao mapeamento de áreas com risco de inundação**. 166 f. Dissertação (mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

- Ancoragem de paredes contra deslizamentos;
- Prever os efeitos das enchentes nos projetos de esgotos pluviais e cloacais;
- As construções devem ser projetadas para resistir à pressão hidrostática, a empuxos, a momentos e à erosão;
- Para os pavimentos de edificações com risco de inundação, prever o escoamento através da estrutura, evitando o desmoronamento de paredes.

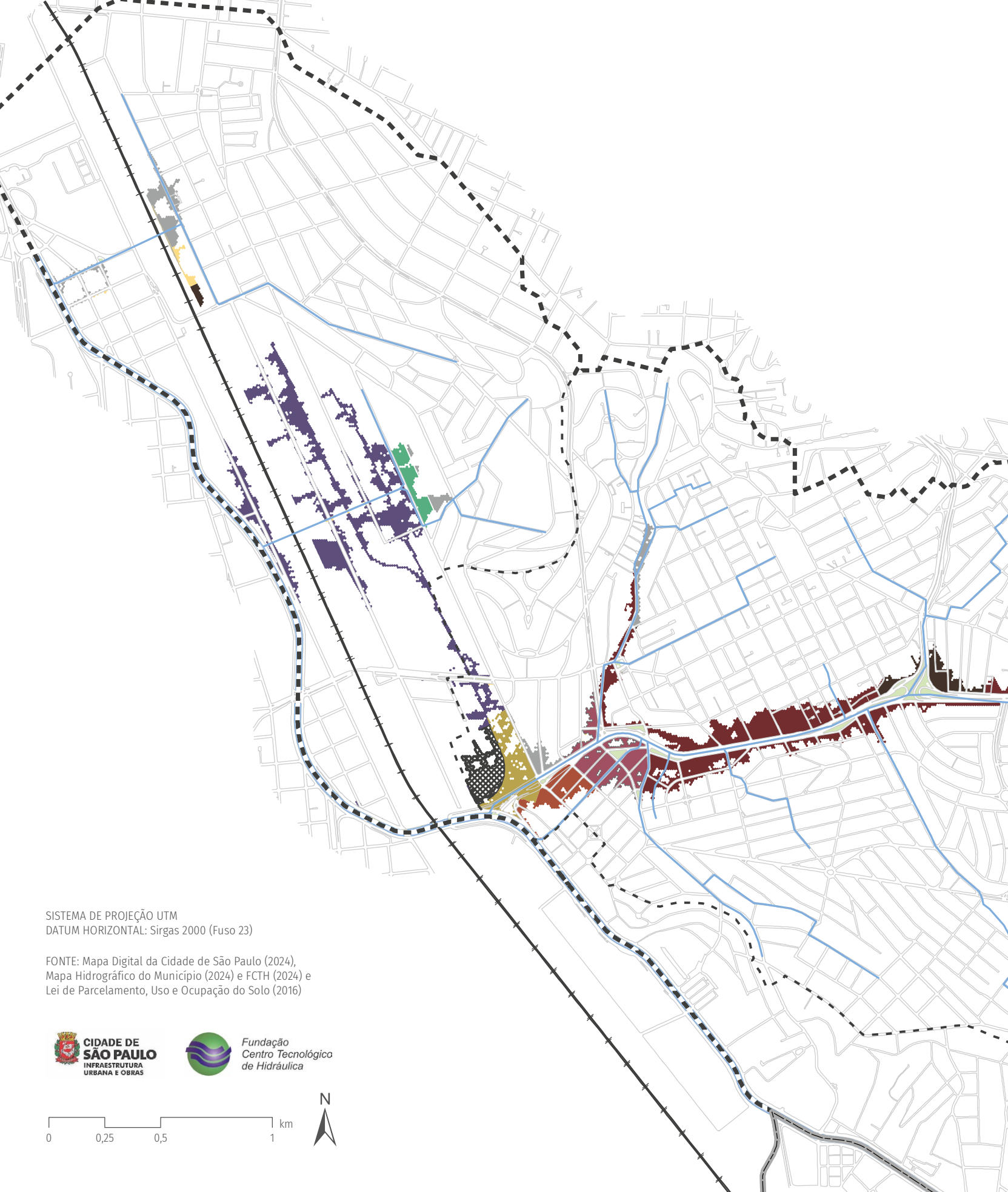
A **FIGURA 6.21** indica as zonas de uso que devem passar por regulamentação junto à Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (LPUOS). Para as zonas originais indicadas na Figura, deve ser mantido o tipo de uso e acrescentada a condição de restrição.

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.



Foto do trecho aberto do córrego Suzano, próximo à Av. Jacinto Menezes Palhares (foto: FCTH)

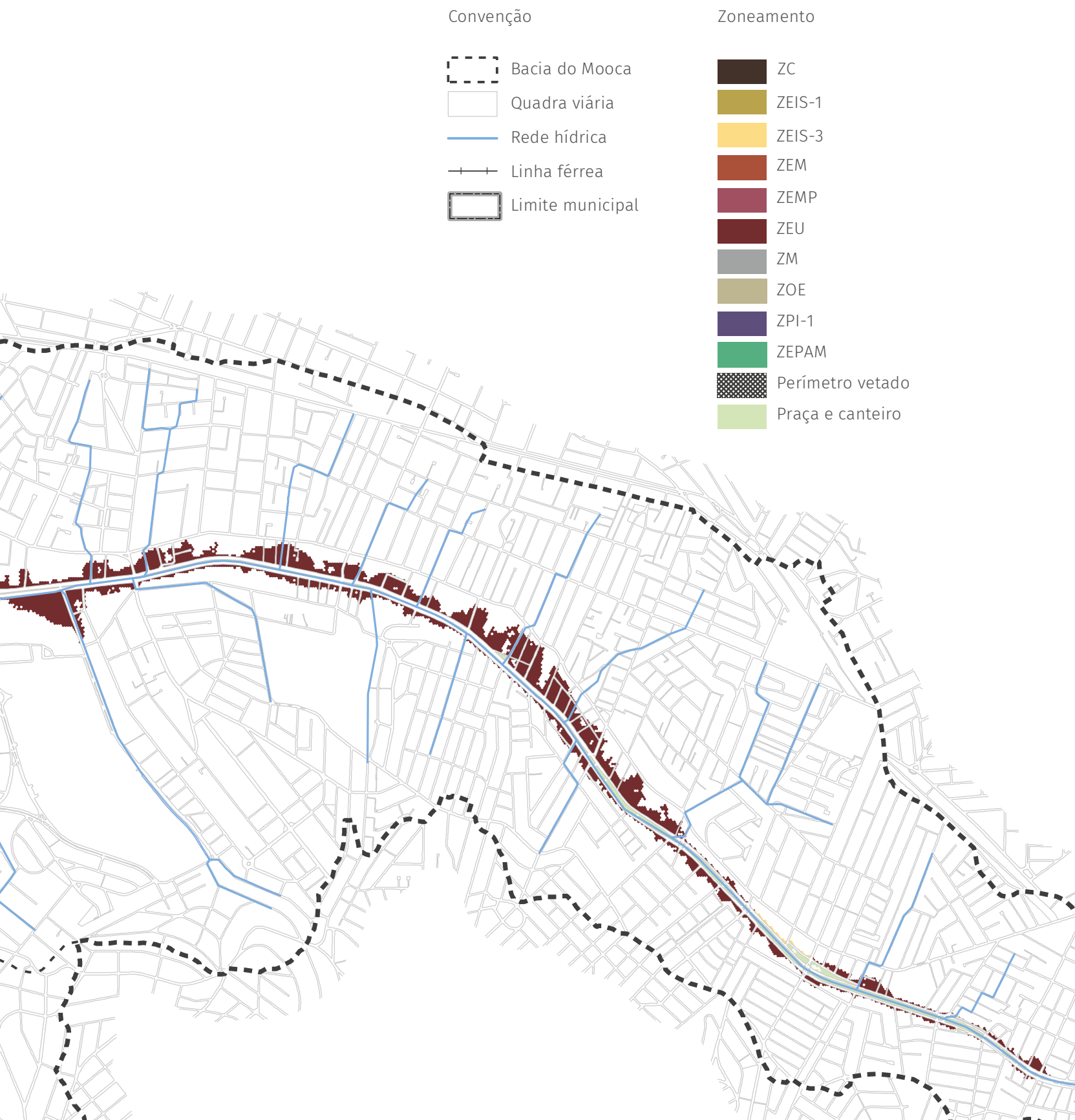


SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

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



FIGURA 6.21 Zonas de inundação passíveis de regulamentação na bacia do córrego da Mooca



6.6.2 DIRETRIZES DO PLANO DE CONTINGÊNCIA

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

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

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

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

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

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

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

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

A articulação entre as instituições envolvidas nas ações emergenciais do Município de São Paulo é representada na **FIGURA 6.22**.

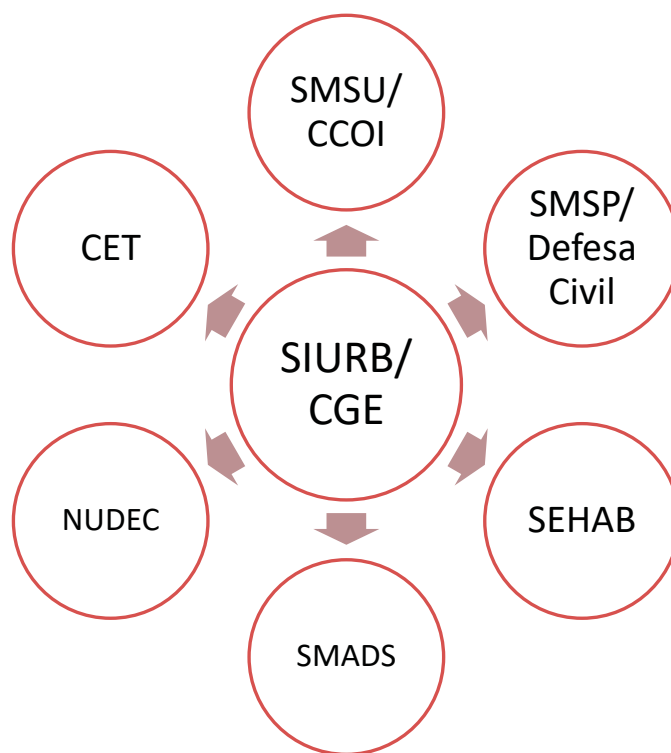


FIGURA 6.22 Articulação institucional em situações de emergência

6.6.3 MONITORAMENTO EM TEMPO REAL E PREVISÕES

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

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

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

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

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

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

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

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

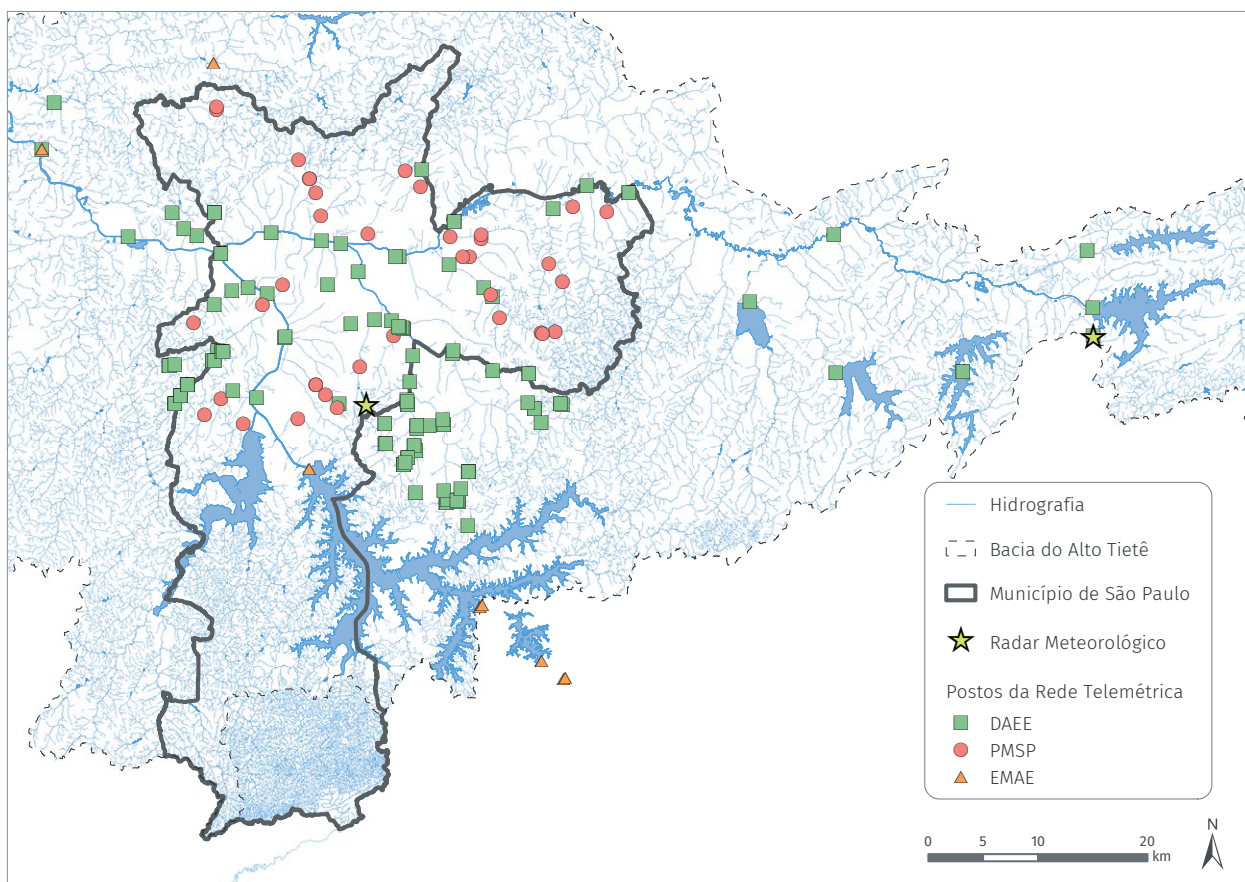


FIGURA 6.23 Postos da rede telemétrica do SAISP

O mapa da **FIGURA 6.24** 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.

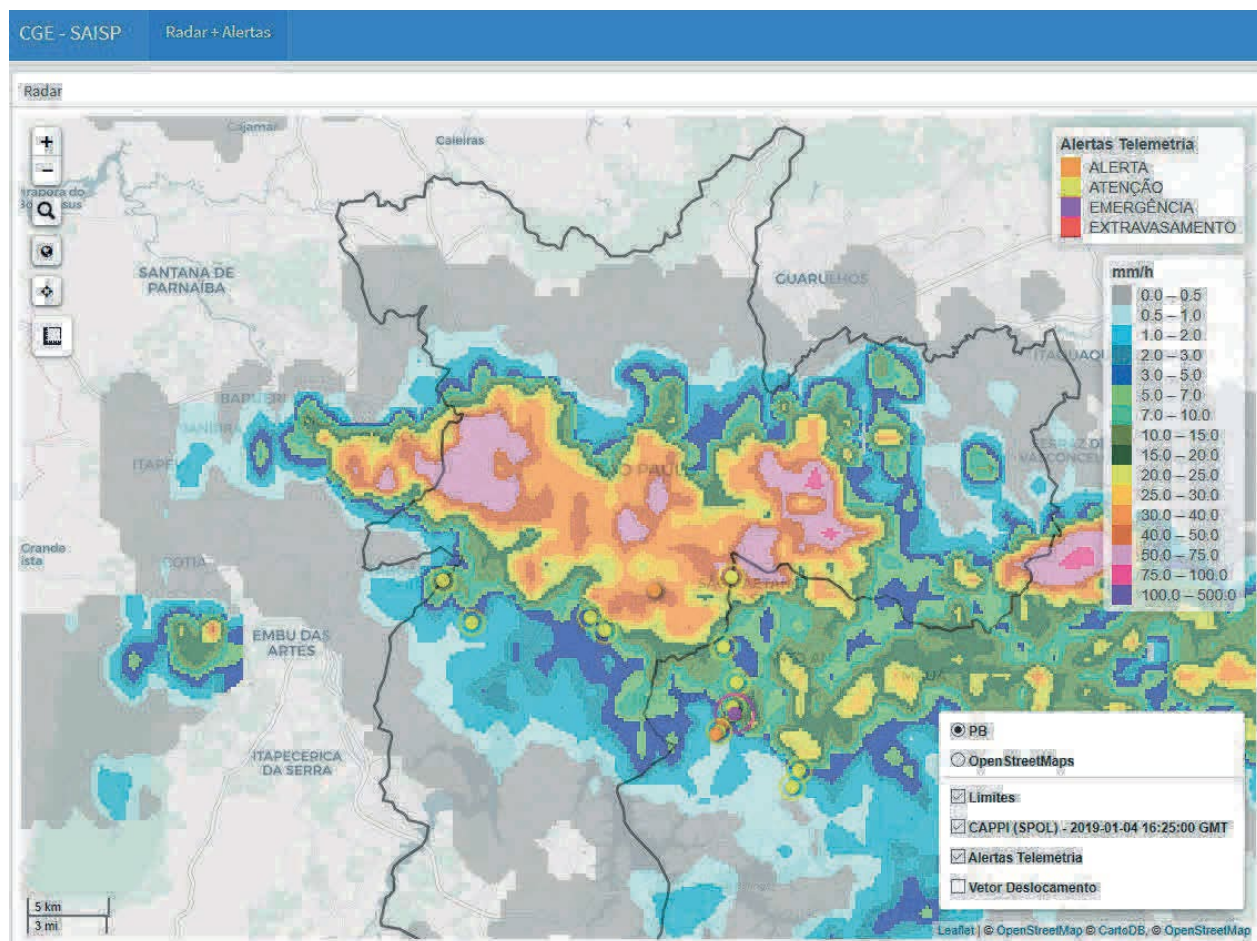


FIGURA 6.24 Mapa de chuva observada e alertas da telemetria

Rede telemétrica

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

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

O fluviograma apresentado na **FIGURA 6.26** indica o nível do córrego da Mooca, no posto da Estação Vila Prudente, durante a passagem da onda de cheia no evento de 8 de março de 2023 e seus níveis de criticidade.

6.3.3.2 CENTRO DE GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIA (CGE)

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

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

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

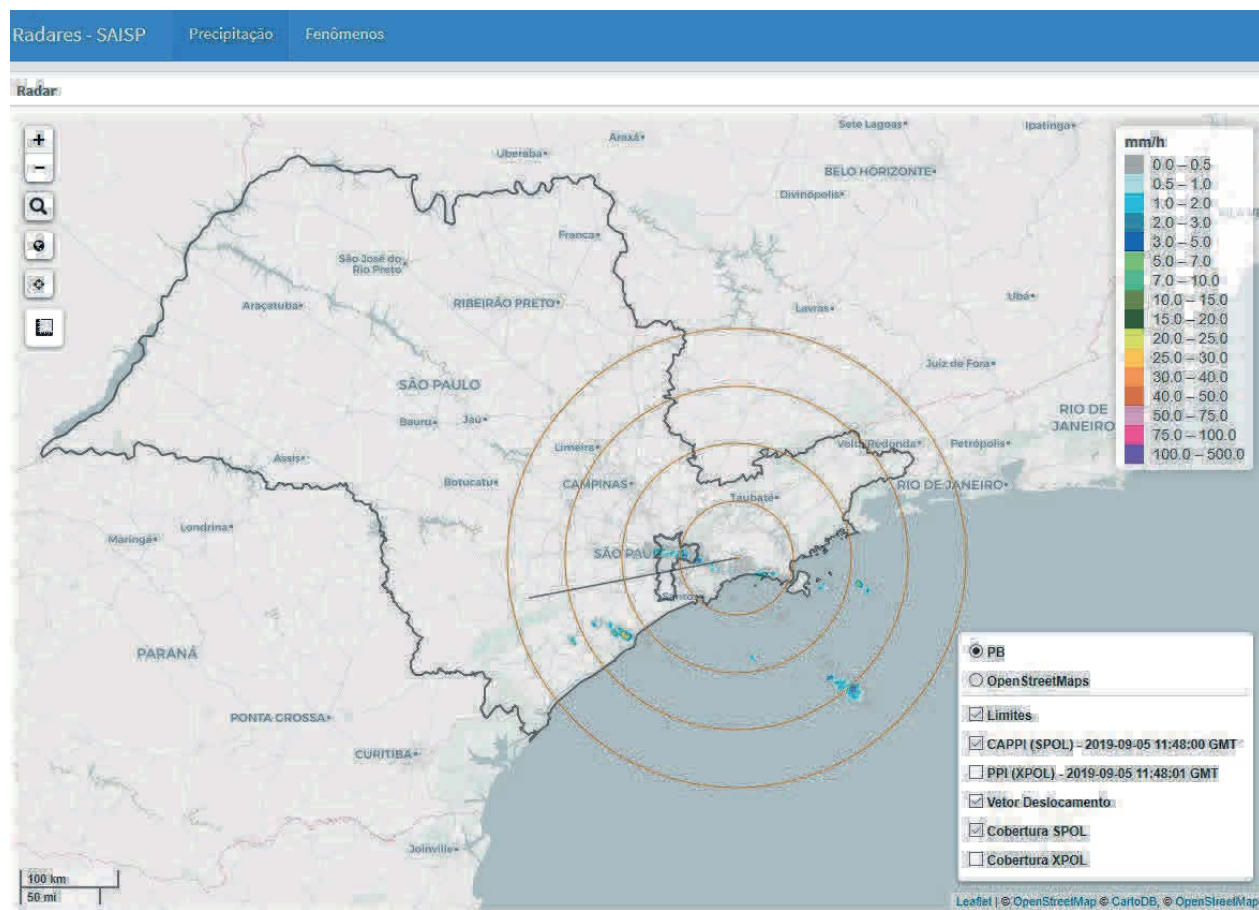


FIGURA 6.25 Área de cobertura do radar meteorológico do DAEE

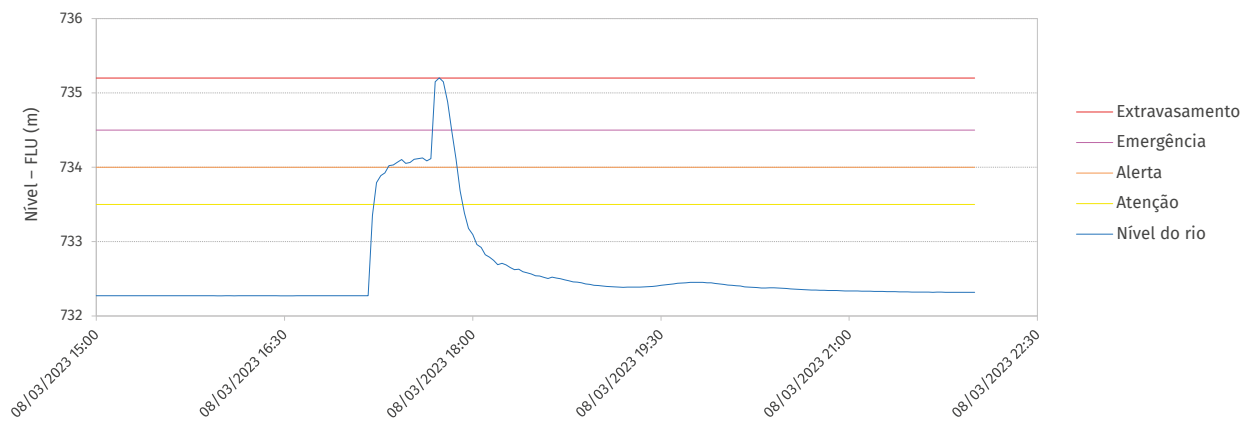


FIGURA 6.26 Nível do posto 810 – Córrego da Mooca – Estação Vila Prudente

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 biodiversidade¹⁹.

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 escoa para os canais.

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

Esses dispositivos podem ser implantados em lotes, praças, parques e ao longo de ruas e avenidas, podendo ser classificados conforme as tipologias apresentadas na

TABELA 6.3.

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

TABELA 6.3 Tipologia das principais medidas de drenagem sustentáveis
(PMS, 2012²⁰; UACDC, 2010²¹ e MPCA, 2019²²)

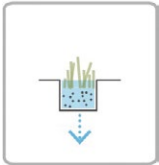
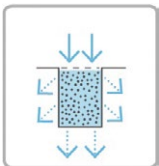
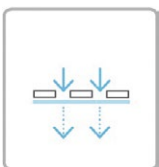
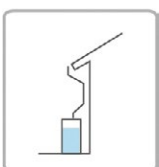
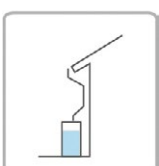
| Medida | Descrição |
|--|--|
| <p>Jardim de chuva (biorretenção)</p>  | <p>Função: filtração, infiltração e detenção (SbN)</p> <p>São estruturas simples constituídas por depressão pouco profunda e revestidas com uma camada de substrato (solo preparado para plantio) e plantas. Possuem alta eficiência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

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

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

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

TABELA 6.3 Tipologia das principais medidas de drenagem sustentáveis
(PMSP, 2012²⁰; UACDC, 2010²¹ e MPCA, 2019²²)

| Medida | Descrição |
|---|---|
| <p>Trincheiras de infiltração</p>  | <p>Função: filtração e infiltração</p> <p>Valas de infiltração com material poroso sobre solo permeável são implantadas na superfície ou em pequenas profundidades, e têm por objetivo recolher as águas pluviais de afluência perpendicular a seu comprimento. Podem ser instaladas ao longo do sistema viário ou, ainda, junto a estacionamentos, praças e parques</p> |
| <p>Poço de infiltração</p>  | <p>Função: filtração e infiltração</p> <p>Dispositivo de infiltração das águas pluviais bastante semelhante às trincheiras de infiltração. Trata-se de um poço escavado no solo e preenchido com material poroso, como pedregulhos e cascalhos, e revestido com manta geotêxtil. É um sistema com estrutura pontual e vertical, sendo ideal para áreas urbanizadas, por ocupar pouco espaço</p> |
| <p>Pavimento permeável</p>  | <p>Função: filtração e infiltração</p> <p>Pavimentos dotados de revestimentos superficiais permeáveis ou semipermeáveis. Possibilitam a redução da velocidade do escoamento superficial, a retenção temporária e a infiltração, quando possível, das águas pluviais. Esses dispositivos podem ser estanques e funcionar como reservatórios de amortecimento de águas pluviais</p> |
| <p>Cisterna</p>  | <p>Função: detenção/retenção</p> <p>Estruturas de armazenamento implantadas em lotes, conectadas aos telhados, que armazenam volumes de água da chuva. Esses volumes podem ser esvaziados ou utilizados no período sem chuvas. O uso concomitante dessas estruturas para fins de reúso e abatimento de cheias deve ser considerado durante seu dimensionamento</p> |
| <p>Microrreservatório</p>  | <p>Função: detenção/retenção</p> <p>Estrutura semelhante às cisternas, propiciam o armazenamento das águas pluviais em lotes. A implantação desse sistema disseminou-se no Município de São Paulo para atender à Lei nº 12.526/2007, que estabelece a obrigatoriedade de captação e retenção de águas pluviais coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos em lotes edificados ou não e com área impermeabilizada superior a 500 m²</p> |

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

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

No que tange à aplicabilidade das medidas de drenagem sustentáveis, é apresentado na **FIGURA 6.27** um mapa que, em função da declividade e da geologia da bacia, indica o potencial de implantação das medidas indicadas na bacia do Mooca. Salienta-se que, na região da planície aluvial, não é indicada a implantação de medidas infiltrantes, uma vez que esse tipo de terreno geralmente é pouco permeável, e o nível do lençol freático é elevado.

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

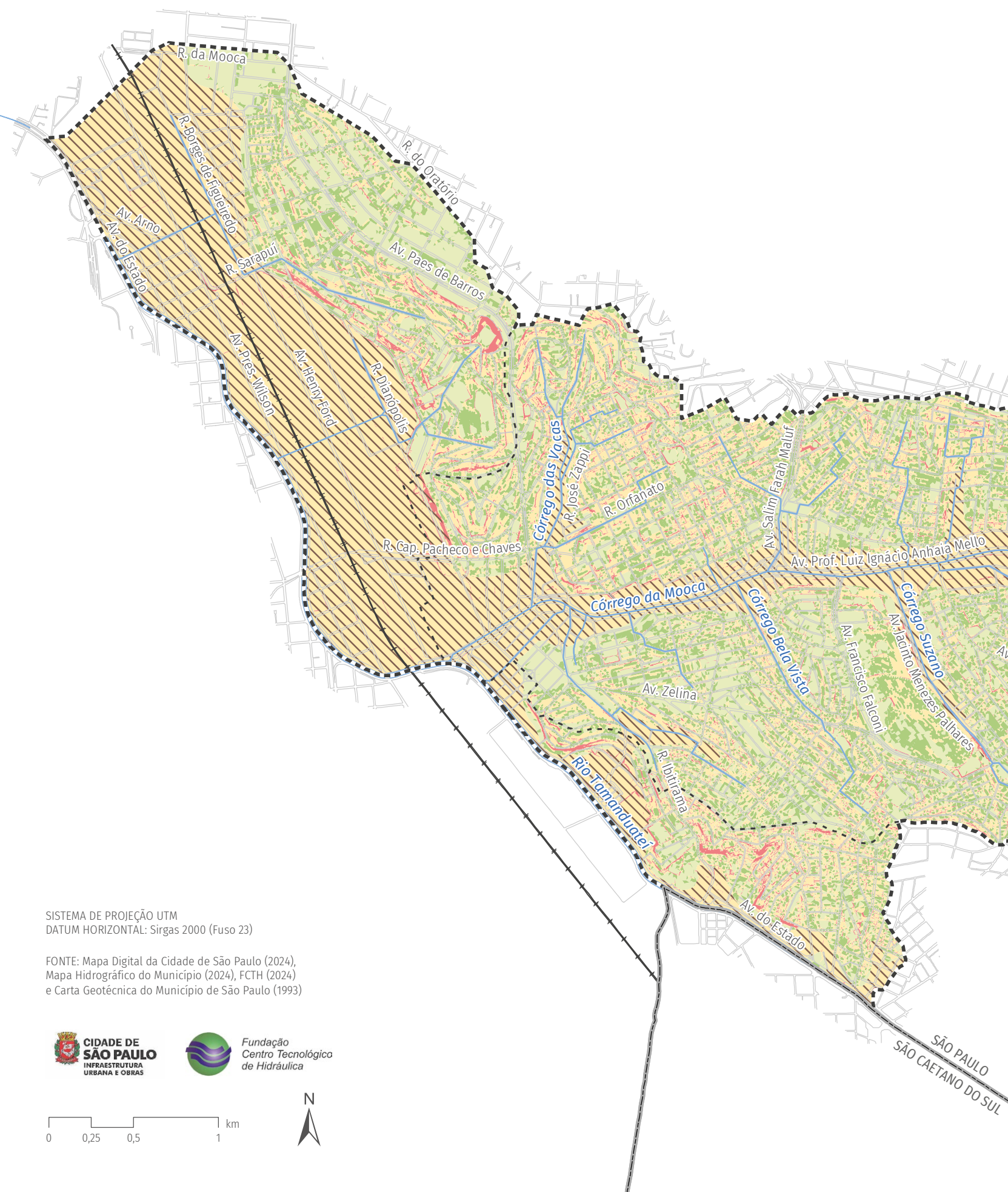
- Potencial muito alto: áreas com declividade entre 0% e 5% fora da planície aluvial;
- Alto potencial: áreas com declividade entre 5% e 10% fora da planície aluvial;
- Potencial médio: áreas com declividade entre 10% e 30% fora da planície aluvial e áreas com declividade entre 0% e 30% dentro da planície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

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

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

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

Verifica-se que a bacia do córrego da Mooca apresenta alta potencialidade para a implantação de medidas de drenagem sustentáveis, de forma que os dispositivos, desde que implantados de maneira extensiva e com a manutenção adequada, podem ser contemplados como parte da alternativa para o controle de cheias na bacia. A aplicação das medidas aqui relacionadas, conjuntamente com os sistemas de drenagem convencionais, conduz a uma gestão sustentável da drenagem urbana no Município de São Paulo.



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

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




SÃO PAULO
SÃO CAETANO DO SUL

FIGURA 6.27 Potencial de implantação de medidas de drenagem sustentáveis na bacia do córrego da Mooca

Convenção

 Bacia do Mooca

 Quadra viária

 Rede hídrica

 Linha férrea

 Limite municipal

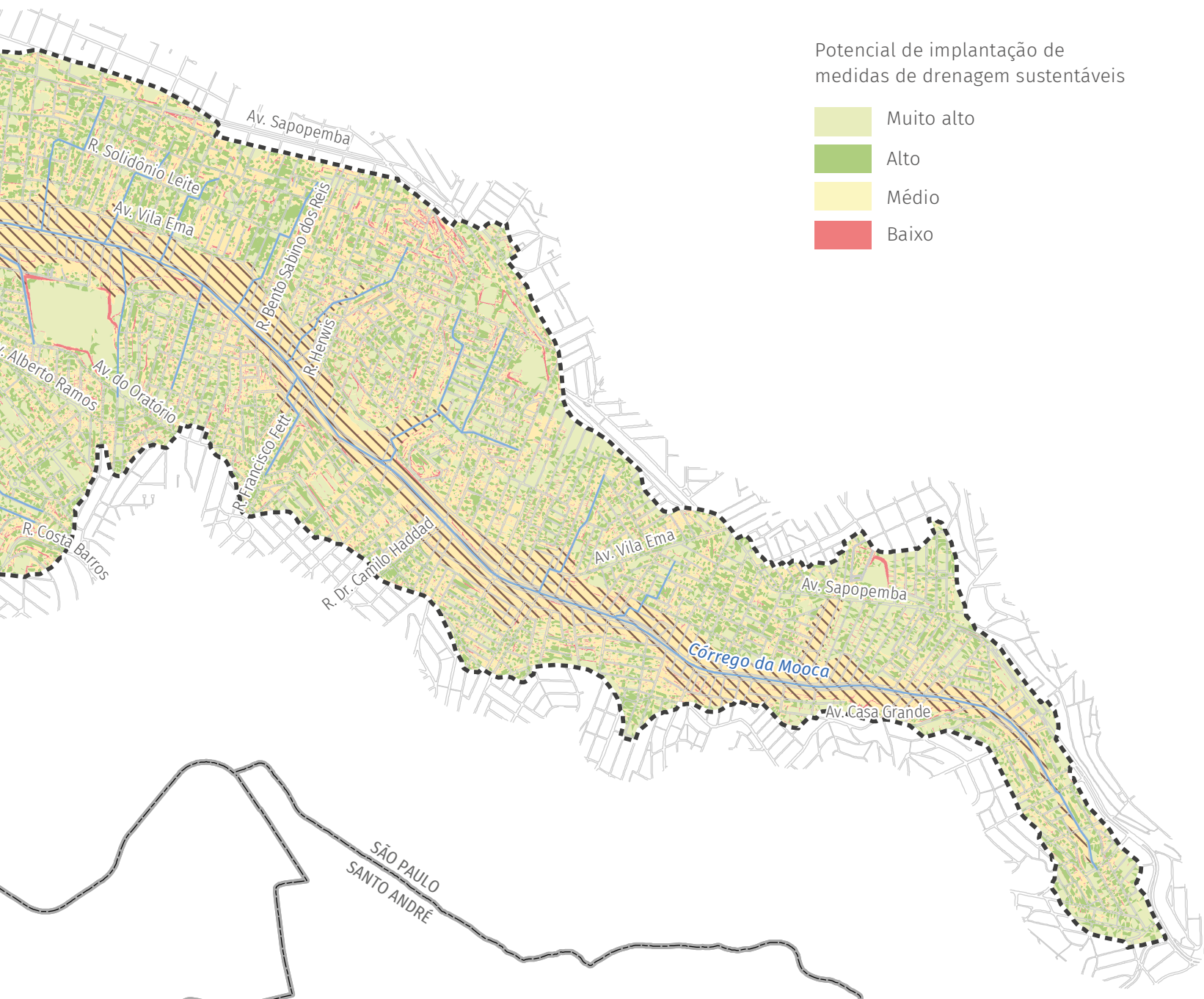
Potencial de implantação de medidas de drenagem sustentáveis

 Muito alto

 Alto

 Médio

 Baixo



Etapas de implantação das alternativas

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

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

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

No caso da bacia do córrego da Mooca, as intervenções de primeira etapa se mostraram suficientes para suprimir as áreas inundáveis resultantes da chuva crítica de período de retorno de 5 anos, que representa a chuva de projeto adotada pela prefeitura para mapear as manchas de inundação do município.

A **FIGURA 7.1** ilustra as manchas de inundação originadas de uma chuva de Tr 100 anos, tanto para a condição atual como após a implantação de cada uma das três primeiras etapas da Alternativa 1. A **FIGURA 7.2** apresenta as mesmas informações para

a Alternativa 2. A **FIGURA 7.3** e a **FIGURA 7.4** indicam as manchas de inundação resultantes de uma chuva de Tr 25 anos para a condição sem intervenções e para as duas primeiras etapas da Alternativa 1 e 2, respectivamente.

As figuras ilustram o comportamento das manchas quando implantadas as obras previstas em cada etapa e quando submetidas a uma chuva de Tr 100 anos e, também, de Tr 25 anos. Destaca-se que, para eventos hidrológicos com períodos de retorno maiores que 100 anos, ocorrerão inundações.

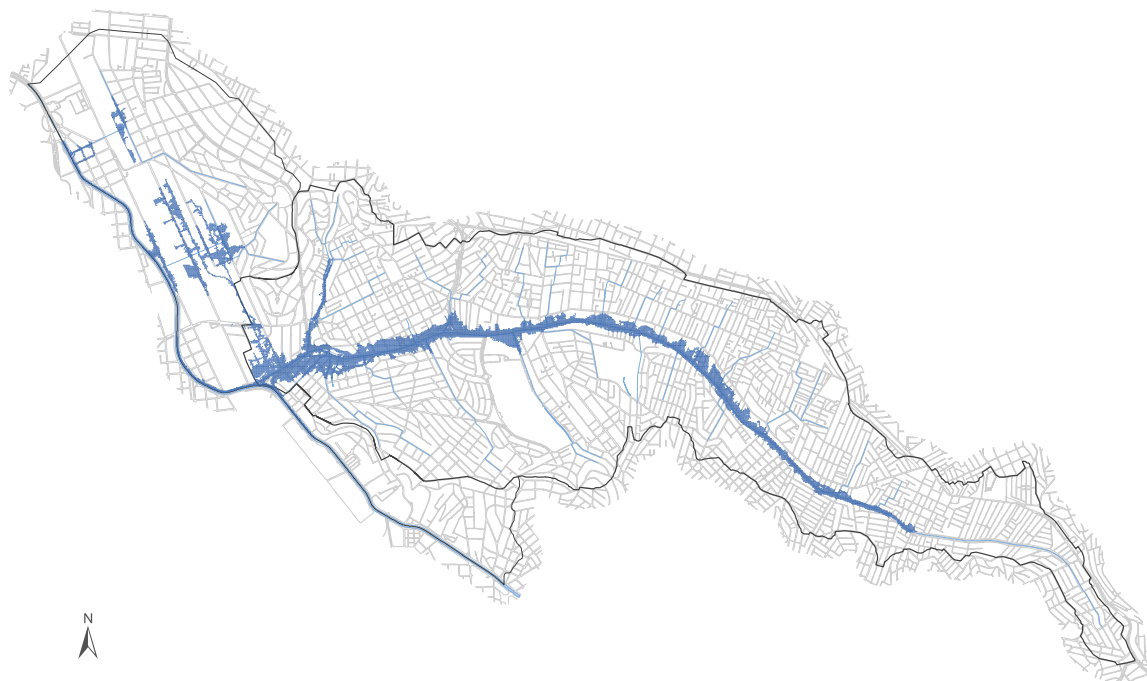
TABELA 7.1 Efeitos das alternativas 1 e 2 sobre a bacia

| Etapa | Alternativa | Impactos | |
|---------------------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|
| | | Área inundada (km ²) | Lotes atingidos |
| Atual | Sem intervenção | 1,363 | 2.689 |
| 1ª etapa (Tr 5 anos) | Alternativa 1 | 0,704 | 1.848 |
| | Alternativa 2 | 0,704 | 1.848 |
| 2ª etapa (Tr 10 anos) | Alternativa 1 | 0,477 | 1.394 |
| | Alternativa 2 | 0,481 | 1.367 |
| 3ª etapa (Tr 25 anos) | Alternativa 1 | 0,178 | 613 |
| | Alternativa 2 | 0,174 | 559 |
| 4ª etapa (Tr 100 anos) | Alternativa 1 | 0 | 0 |
| | Alternativa 2 | 0 | 0 |

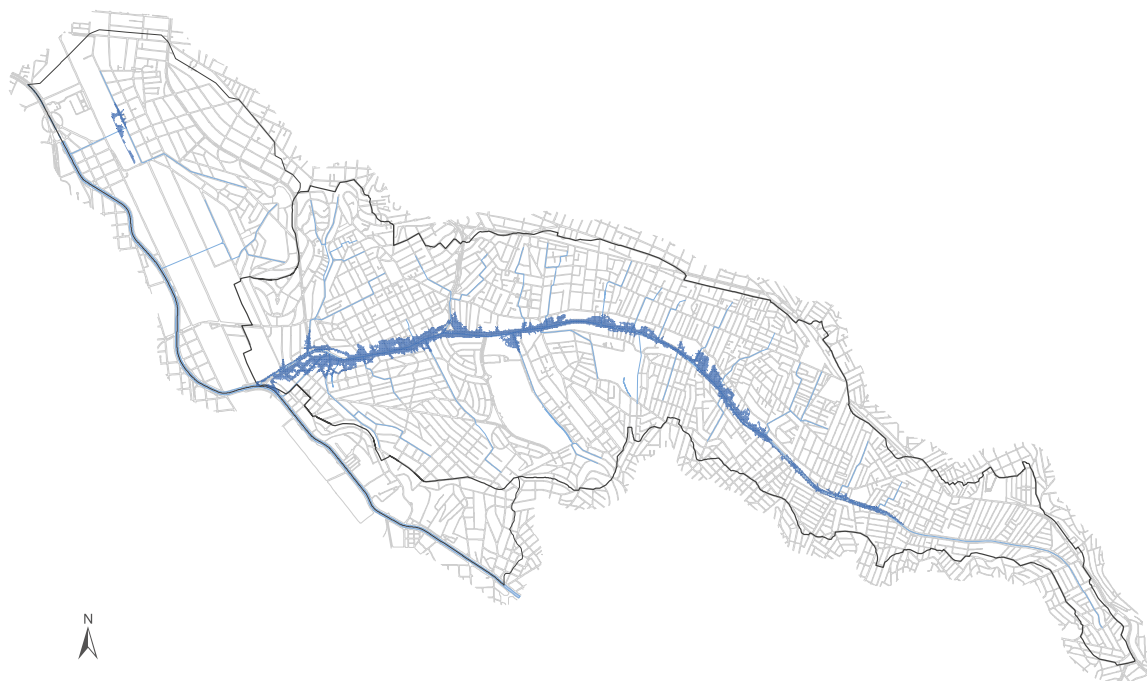


Foto do CEE Arthur Friedenreich, junto da Av. Jacinto Menezes Palhares (foto: FCTH)

Sem intervenção – chuva de Tr 100 anos



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



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

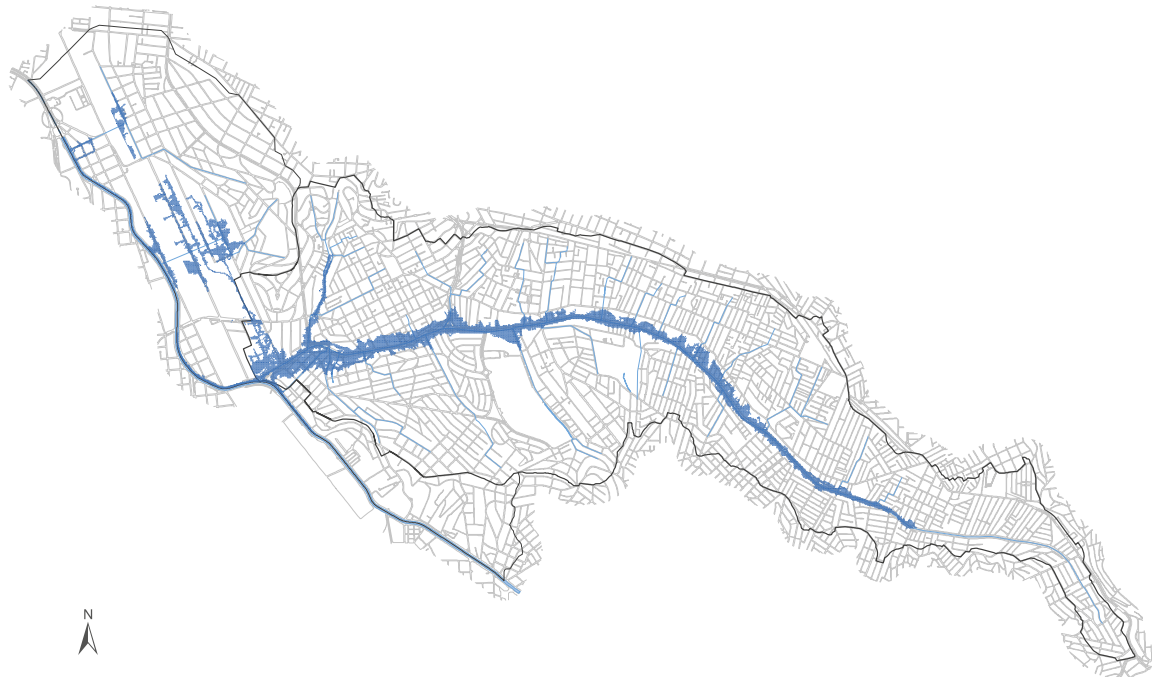


Alternativa 1 – 3ª etapa, chuva de Tr 100 anos



FIGURA 7.1 Áreas sujeitas a inundações para chuvas de Tr 100 anos: cenários sem intervenção e com as obras da 1ª, 2ª e 3ª etapas da Alternativa 1

Sem intervenção – chuva de Tr 100 anos



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



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



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

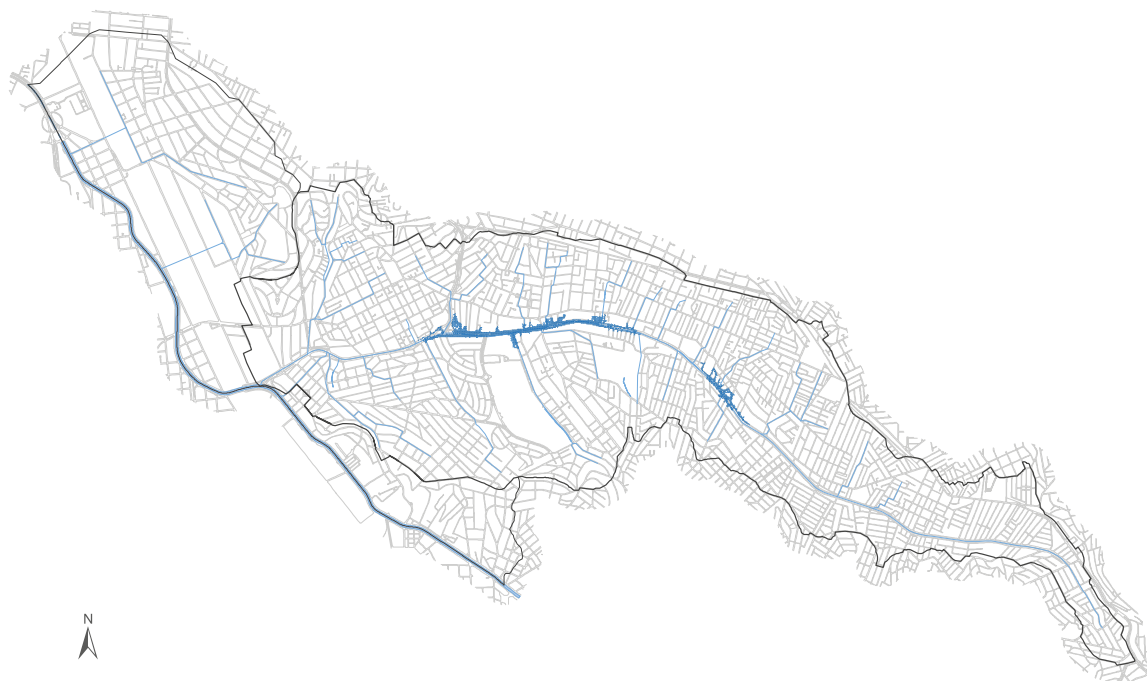
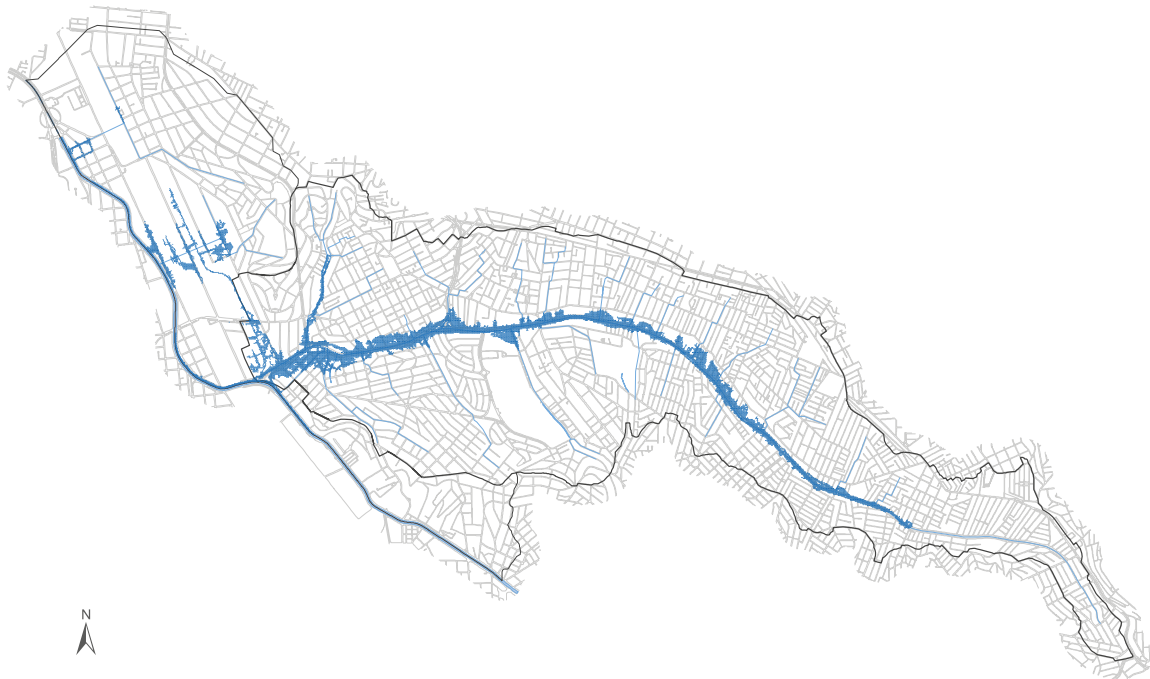
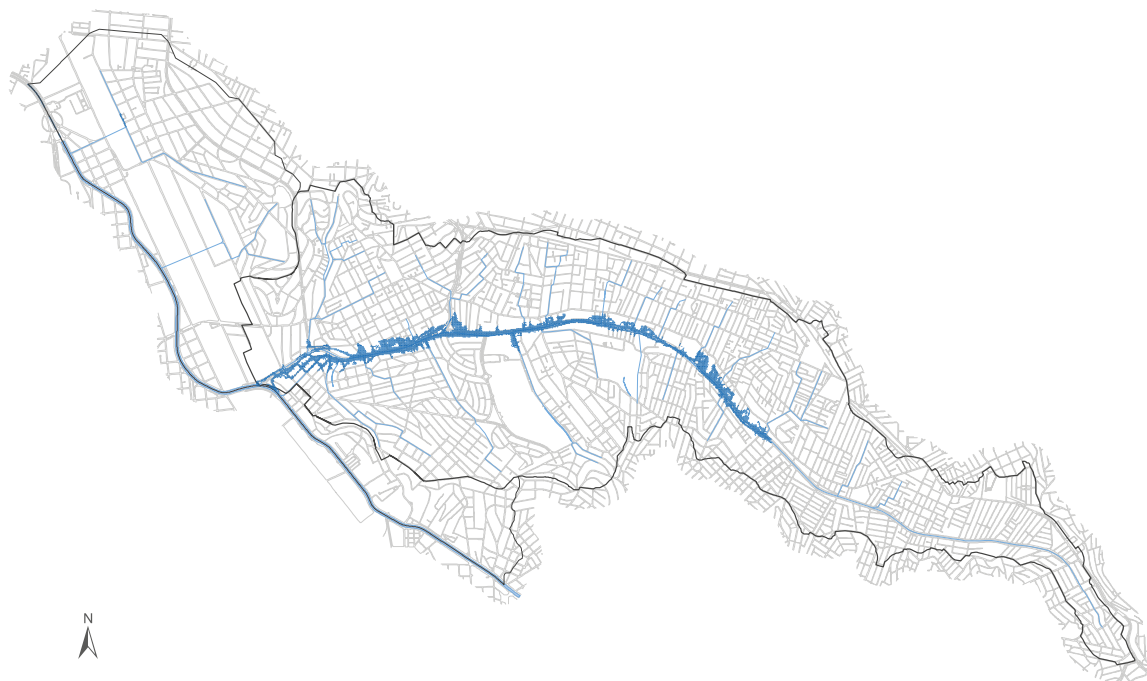


FIGURA 7.2 Áreas sujeitas a inundações para chuvas de Tr 100 anos: cenários sem intervenção e com as obras da 1ª, 2ª e 3ª etapas da Alternativa 2

Sem intervenção - chuva de Tr 25 anos



Alternativa 1 – 1ª etapa, chuva de Tr 25 anos



Alternativa 1 – 2ª etapa, chuva de Tr 25 anos

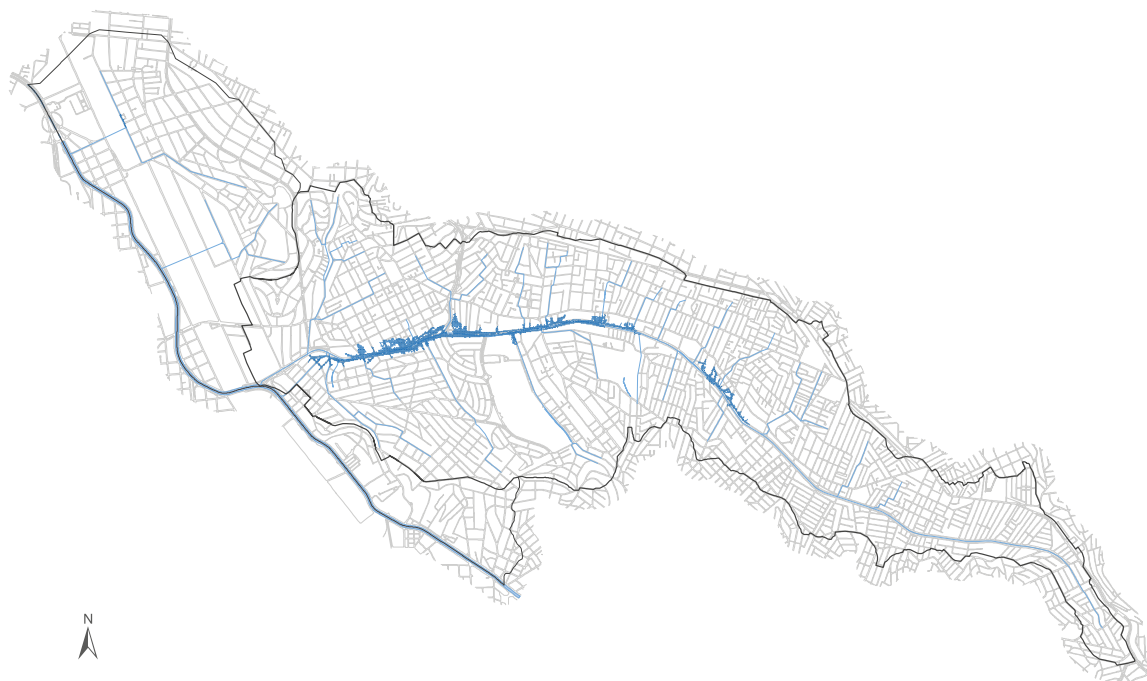


FIGURA 7.3 Áreas sujeitas a inundações para chuvas de Tr 25 anos: cenários sem intervenção e com as obras da 1ª e 2ª etapas da Alternativa 1

Sem intervenção - chuva de Tr 25 anos



Alternativa 2 – 1ª etapa, chuva de Tr 25 anos



Alternativa 2 – 2ª etapa, chuva de Tr 25 anos

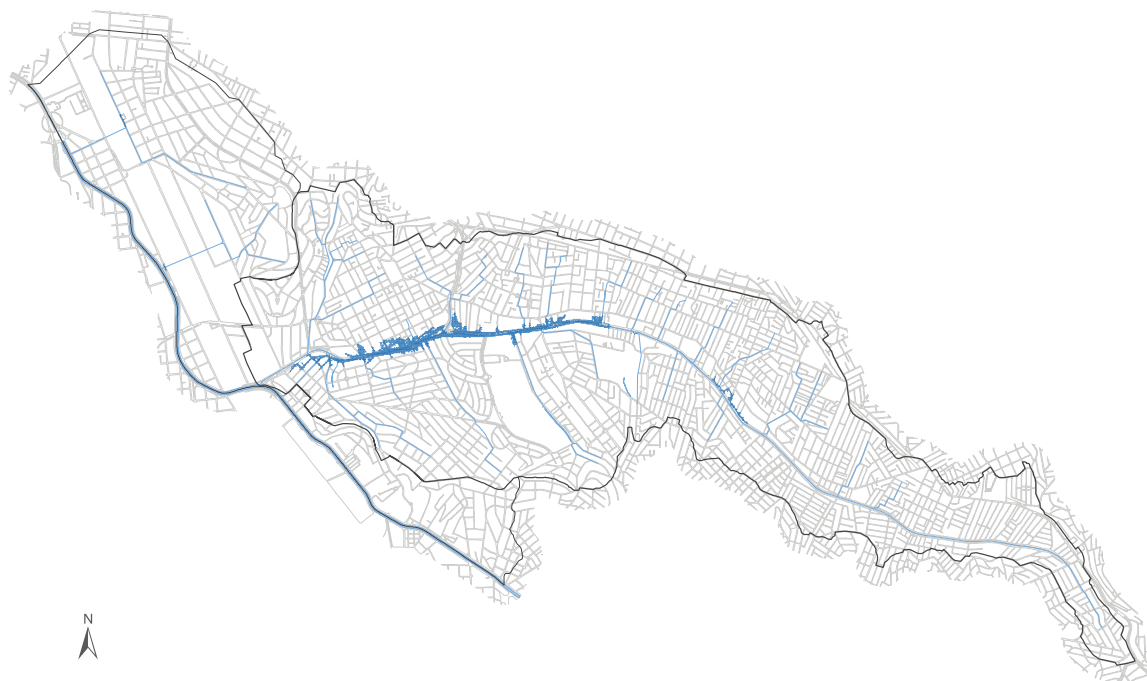


FIGURA 7.4 Áreas sujeitas a inundações para chuvas de Tr 25 anos: cenários sem intervenção e com as obras da 1ª e 2ª etapas da Alternativa 2

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 no 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 0,701 km².

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

- Reservatório na Praça Professor Julio Scantimburgo – RMO-5 (115.000 m³) e galeria de reforço sob a Avenida Professor Luiz Ignácio Anhaia Mello, que conduz o escoamento até o reservatório (900 m);
- Reservatório na Rua Manuel da Costa com a Avenida Professor Luiz Ignácio Anhaia Mello – RMO-4 (110.000 m³), ampliação de galeria nas ruas Simão Pereira de Sá (170 m), Maria Fette (144,8 m) e Gomes (198,5 m) e *tunnel liner* na Avenida Professor Luiz Ignácio Anhaia Mello (252,9 m);
- Reservatório no Centro Educacional e Esportivo Arthur Friedenreich – RMO-2 (134.500 m³);
- Reservatório na Rua José Zappi, na bacia do córrego das Vacas – RMO-7 (77.700 m³);
- Ampliação de seção transversal de galeria sob a Rua Dianópolis, entre a Rua Capitão Pacheco e Chaves e a Avenida Professor Luiz Ignácio Anhaia Mello (498,5 m);
- *Tunnel liner* sob as ruas Francisco Cippullo e Dianópolis, até a Avenida do Estado (1.068,1 m).

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

A seguir, é indicado na **FIGURA 7.5** o impacto isolado de cada obra da 1ª etapa para uma chuva de Tr 5 anos.

O pré-dimensionamento das intervenções, tais como os volumes dos reservatórios e das seções de galerias, foi efetuado considerando

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

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



Área da mancha de inundação para chuva com Tr 5 anos

0,701 km²

Reservatório na Pç. Prof. Julio Scantimburgo – RMO-5 e galeria de reforço sob a Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello



Descrição

Implantação de ampliação do reservatório de armazenamento de cheias, com capacidade de reservação de 115.000 m³, e galeria de reforço que conduza o escoamento até o reservatório (900 m)

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

0,296 km²

Custo estimado da medida

R\$ 221.280.000,00

Reservatório na R. Manuel da Costa com a Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello – RMO-4 (110.000 m³); ampliação de galeria na R. Simão Pereira de Sá, na R. Maria Fette e na R. Gomes; e *tunnel liner* na Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello



Descrição

Implantação de reservatório de armazenamento de cheias, com capacidade de reservação de 110.000 m³, ampliação de seção transversal de galerias (513,3 m) e *tunnel liner* (252,9 m)

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

0,188 km²

Custo estimado da medida

R\$ 210.540.000,00

Reservatório no Centro Educacional e Esportivo Arthur Friedenreich – RMO-2



Descrição

Implantação de reservatório de armazenamento de cheias, com capacidade de reservação de 134.500 m³

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

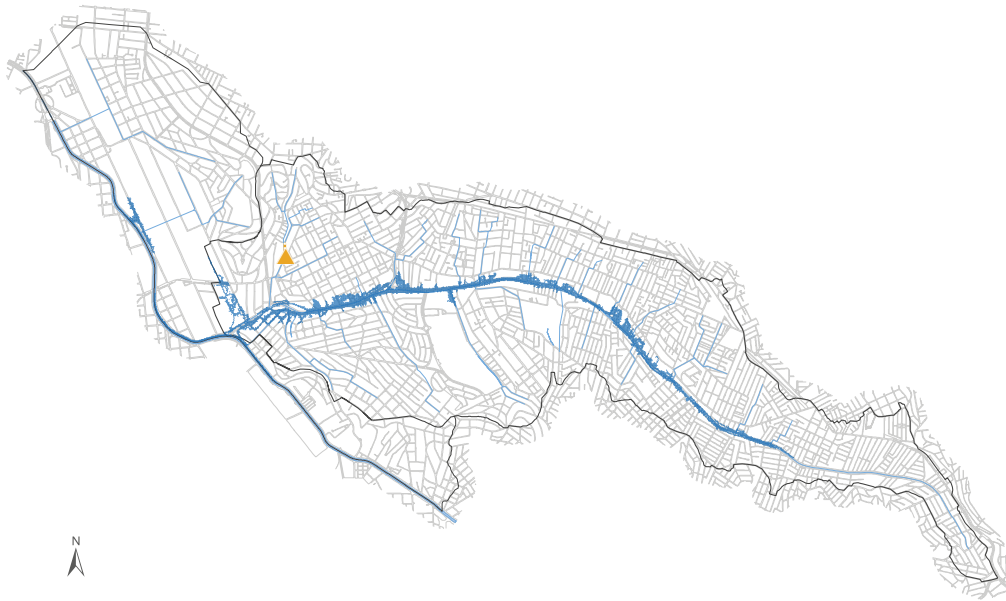
0,188 km²

Custo estimado da medida

R\$ 242.100.000,00

FIGURA 7.5 Impacto isolado das obras da 1ª etapa para chuvas de Tr 5 anos e suas características principais

Reservatório na R. José Zappi, na bacia do córrego das Vacas – RMO-7



Descrição

Implantação de reservatório de armazenamento de cheias, com capacidade de reservação de 77.700 m³

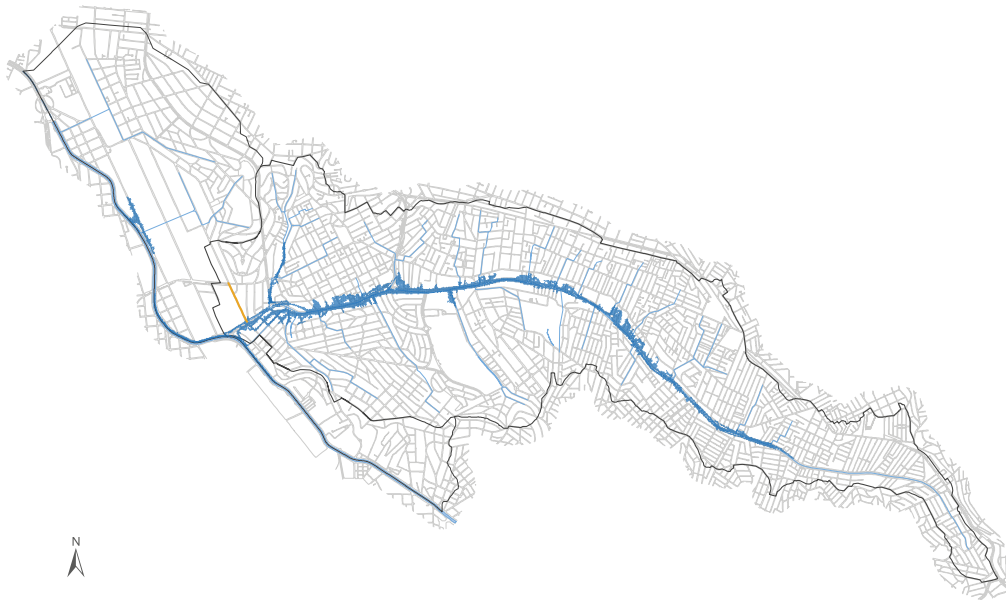
Área de redução da mancha de inundação para chuva com Tr 5 anos

0,025 km²

Custo estimado da medida

R\$ 191.480.000,00

Ampliação de seção transversal de galeria sob a R. Dianópolis



Descrição

Substituição da galeria existente por outra de maior seção transversal (513,3 m)

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

0,036 km²

Custo estimado da medida

R\$ 6.480.000,00

Tunnel liner sob as ruas Francisco Cipullo e Dianópolis, do Jd. Pq. da Mooca até a Av. do Estado



Descrição

Implantação de
tunnel liner (1.068,1 m)

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

0,026 km²

Custo estimado da medida

R\$ 83.900.000,00

FIGURA 7.5 Impacto isolado das obras da 1ª etapa para chuvas de Tr 5 anos e suas características principais

Custo estimado

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

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

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

- Reservatório aberto com revestimento em concreto: custo médio de reservatório com bombas por m^3 de reservação;
- Reservatório fechado com revestimento em concreto: custo médio de reservatório com bombas por m^3 de reservação;
- Galeria pré-moldada ou moldada *in loco*: custo médio por m^3 de canalização em concreto armado;
- Galeria-reservatório: custo médio por m^3 de canalização em concreto armado;

- *Tunnel liner*: custo médio por m³ de túnel escavado por método não destrutivo;
- Parque linear: custo médio de reservatório sem bombas por m³ de reservação, somado ao custo médio por m² de área com equipamentos de lazer e infraestrutura verde;
- Poços de infiltração: custo médio por metro de escavação dos poços;
- Jardins de chuva: custo médio por m² de área dos jardins;
- Canalização: custo médio por m³, considerando canais com revestimento em concreto armado.

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

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

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

| Etapa | Local | Intervenção | Referência | Custo de implantação (R\$) | Custo de desapropriação (R\$) | Custo total (R\$) |
|----------|--------------------------------------|--|---|----------------------------|-------------------------------|-------------------|
| 1ª Etapa | Mooca | Galeria de reforço | Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello, entre a R. Angical do Piauí e a R. Sta. Maria do Cambucá | 3.570.000,00 | - | 3.570.000,00 |
| | | Galeria de reforço | Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello, entre a R. Sta. Maria do Cambucá e a R. Januário Cicco | 4.130.000,00 | - | 4.130.000,00 |
| | | Galeria de reforço | Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello, entre a R. Januário Cicco e a R. João Bernardes | 12.770.000,00 | - | 12.770.000,00 |
| | | Reservatório RMO-5 (fechado, off line) | Pça. Prof. Julio Scantimburgo | 207.000.000,00 | 14.280.000,00 | 221.280.000,00 |
| | | Reservatório RMO-4 (fechado, off line) | Cruzamento entre a Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello e a R. Manuel da Costa | 198.000.000,00 | - | 198.000.000,00 |
| | | Reservatório RMO-2 (fechado, off line) | CEE Arthur Friedenreich | 242.100.000,00 | - | 242.100.000,00 |
| | Córrego das Vacas | Tunnel liner | R. José Zappi, desvio para o reservatório RMO-7 | 8.230.000,00 | - | 8.230.000,00 |
| | | Reservatório RMO-7 (fechado, off line) | R. José Zappi, na altura da R. Dante Alighieri e da R. Umuarama | 139.860.000,00 | 43.390.000,00 | 183.250.000,00 |
| | Afluente da R. Gomes | Ampliação de seção transversal | R. Gomes | 710.000,00 | - | 710.000,00 |
| | | Ampliação de seção transversal | R. Gomes | 1.110.000,00 | - | 1.110.000,00 |
| | Afluente da R. Bento Sabino dos Reis | Ampliação de seção transversal | R. Simão Pereira de Sâ e viela sanitária | 1.270.000,00 | - | 1.270.000,00 |
| | | Ampliação de seção transversal | R. Maria Fette | 1.080.000,00 | - | 1.080.000,00 |
| | | Tunnel liner | Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello, entre a R. Maria Fette e o reservatório RMO-4 (R. Manuel da Costa) | 8.370.000,00 | - | 8.370.000,00 |

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

| Etapa | Local | Intervenção | Referência | Custo de implantação (R\$) | Custo de desapropriação (R\$) | Custo total (R\$) |
|----------|--|--|---|----------------------------|-------------------------------|-------------------|
| 1ª Etapa | Afluente da R. Dianópolis | Ampliação de seção transversal | R. Dianópolis, entre a R. Cap. Pacheco e Chaves e a R. Saquarema | 1.110.000,00 | - | 1.110.000,00 |
| | | Ampliação de seção transversal | R. Dianópolis, entre a R. Saquarema e a R. Coelho Neto | 3.300.000,00 | - | 3.300.000,00 |
| | | Ampliação de seção transversal | R. Dianópolis, entre a R. Coelho Neto e a Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello | 2.070.000,00 | - | 2.070.000,00 |
| | Área de Contribuição Direta ao Rio Tamanduateí | Tunnel liner | R. Francisco Cipullo e R. Dianópolis, entre a R. Br. de Monte Santo e a Av. Henry Ford, com traçado sob os lotes | 39.050.000,00 | - | 39.050.000,00 |
| | | Tunnel liner | Traçado sob lotes, entre a Av. Henry Ford e a Av. do Estado | 44.850.000,00 | - | 44.850.000,00 |
| 2ª Etapa | Mooca | Reservatório RMO-1 (fechado, off line) | Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello, entre a Tv. Novelas da China e a R. Sebastião Mena | 189.000.000,00 | 44.520.000,00 | 233.520.000,00 |
| 3ª Etapa | Mooca | Galeria de reforço | Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello, entre a R. Rosalina Valadão de Freitas e a R. Domingos Afonso | 17.170.000,00 | - | 17.170.000,00 |
| | | Reservatório RMO-6 (aberto, off line) | Alça de acesso do Vd. Salim Farah Maluf | 172.000.000,00 | 3.380.000,00 | 175.380.000,00 |
| | Córrego Suzano | Parque linear PMO-01 | Av. Jacinto Menezes Palhares | 18.620.000,00 | - | 18.620.000,00 |
| | Córrego da R. Borges de Figueiredo | Tunnel liner | R. Borges de Figueiredo, entre a linha de transmissão e a R. Dr. Eduardo Gonçalves | 980.000,00 | - | 980.000,00 |
| | | Tunnel liner | R. Dr. Eduardo Gonçalves e R. Pres. Almeida Couto, entre a R. Borges de Figueiredo e a R. Pres. Costa Pereira, com travessia sob a linha férrea | 4.080.000,00 | - | 4.080.000,00 |

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

| Etapa | Local | Intervenção | Referência | Custo de implantação (R\$) | Custo de desapropriação (R\$) | Custo total (R\$) |
|--------------|------------------------------------|--|--|----------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 3ª Etapa | Córrego da R. Borges de Figueiredo | <i>Tunnel liner</i> | R. Pres. Almeida Couto, entre a R. Pres. Costa Pereira e a Av. do Estado | 8.710.000,00 | – | 8.710.000,00 |
| | | <i>Tunnel liner</i> | R. Pres. Batista Pereira entre a R. Borges de Figueiredo e a Av. do Estado, com travessia sob a linha férrea | 16.910.000,00 | – | 16.910.000,00 |
| 4ª Etapa | Mooca | Reservatório RMO-3 (fechado, <i>off line</i>) | Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello, entre a R. Avelino de Carvalho e a R. Sales Gomes Jr. | 198.000.000,00 | 37.170.000,00 | 235.170.000,00 |
| Total | | | | 1.544.050.000,00 | 142.740.000,00 | 1.686.790.000,00 |

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

| Etapa | Local | Intervenção | Referência | Custo de implantação (R\$) | Custo de desapropriação (R\$) | Custo total (R\$) |
|----------|--------------------------------------|--|---|----------------------------|-------------------------------|-------------------|
| 1ª Etapa | Mooca | Galeria de reforço | Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello, entre a R. Angical do Piauí e a R. Sta. Maria do Cambucá | 3.570.000,00 | - | 3.570.000,00 |
| | | Galeria de reforço | Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello, entre a R. Sta. Maria do Cambucá e a R. Januário Cicco | 4.130.000,00 | - | 4.130.000,00 |
| | | Galeria de reforço | Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello, entre a R. Januário Cicco e a R. João Bernardes | 12.770.000,00 | - | 12.770.000,00 |
| | | Reservatório RMO-5 (fechado, off line) | Pça. Prof. Julio Scantimburgo | 207.000.000,00 | 14.280.000,00 | 221.280.000,00 |
| | | Reservatório RMO-4 (fechado, off line) | Cruzamento entre a Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello e a R. Manuel da Costa | 198.000.000,00 | - | 198.000.000,00 |
| | | Reservatório RMO-2 (fechado, off line) | CEE Arthur Friedenreich | 242.100.000,00 | - | 242.100.000,00 |
| | Córrego das Vacas | Tunnel liner | R. José Zappi, desvio para o reservatório RMO-7 | 8.230.000,00 | - | 8.230.000,00 |
| | | Reservatório RMO-7 (fechado, off line) | R. José Zappi, na altura da R. Dante Alighieri e da R. Umuarama | 139.860.000,00 | 43.390.000,00 | 183.250.000,00 |
| | Afluente da R. Gomes | Ampliação de seção transversal | R. Gomes | 710.000,00 | - | 710.000,00 |
| | | Ampliação de seção transversal | R. Gomes | 1.110.000,00 | - | 1.110.000,00 |
| | Afluente da R. Bento Sabino dos Reis | Ampliação de seção transversal | R. Simão Pereira de Sâ e viela sanitária | 1.270.000,00 | - | 1.270.000,00 |
| | | Ampliação de seção transversal | R. Maria Fette | 1.080.000,00 | - | 1.080.000,00 |
| | | Tunnel liner | Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello, entre a R. Maria Fette e o reservatório RMO-4 (R. Manuel da Costa) | 8.370.000,00 | - | 8.370.000,00 |

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

| Etapa | Local | Intervenção | Referência | Custo de implantação (R\$) | Custo de desapropriação (R\$) | Custo total (R\$) |
|----------|-----------------------------|--|---|----------------------------|-------------------------------|-------------------|
| 1ª Etapa | Afluente da R. Dianópolis | Ampliação de seção transversal | R. Dianópolis, entre a R. Cap. Pacheco e Chaves e a R. Saquarema | 1.110.000,00 | - | 1.110.000,00 |
| | | Ampliação de seção transversal | R. Dianópolis, entre a R. Saquarema e a R. Coelho Neto | 3.300.000,00 | - | 3.300.000,00 |
| | | Ampliação de seção transversal | R. Dianópolis, entre a R. Coelho Neto e a Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello | 2.070.000,00 | - | 2.070.000,00 |
| | Área de Contribuição Direta | <i>Tunnel liner</i> | R. Francisco Cipullo e R. Dianópolis, entre a R. Br. de Monte Santo e a Av. Henry Ford, com traçado sob os lotes | 39.050.000,00 | - | 39.050.000,00 |
| | | <i>Tunnel liner</i> | Traçado sob lotes, entre a Av. Henry Ford e a Av. do Estado | 44.850.000,00 | - | 44.850.000,00 |
| 2ª Etapa | Mooca | Reservatório RMO-1 (fechado, <i>off line</i>) | Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello, entre a Tv. Novelas da China e a R. Sebastião Mena | 189.000.000,00 | 44.520.000,00 | 233.520.000,00 |
| | | Poços de infiltração | 660 poços de infiltração, distribuídos pelas sub-bacias mais críticas | 8.710.000,00 | - | 8.710.000,00 |
| | | Jardim de chuva | Implantação de jardins de chuva em locais com potencial alto e muito alto para LIDs eficientes, distribuídos pelas sub-bacias mais críticas | 294.090.000,00 | - | 294.090.000,00 |
| 3ª Etapa | Mooca | Reservatório RMO-6 (aberto, <i>off line</i>) | Alça de acesso do Vd. Salim Farah Maluf | 172.000.000,00 | 3.380.000,00 | 175.380.000,00 |
| | | Poços de infiltração | 486 poços de infiltração, distribuídos pelas sub-bacias mais críticas | 6.420.000,00 | - | 6.420.000,00 |
| | | Jardim de chuva | Implantação de jardins de chuva em locais com potencial alto e muito alto para LIDs eficientes, distribuídos pelas sub-bacias mais críticas | 340.850.000,00 | - | 340.850.000,00 |

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

| Etapa | Local | Intervenção | Referência | Custo de implantação (R\$) | Custo de desapropriação (R\$) | Custo total (R\$) |
|----------|------------------------------------|------------------------|---|----------------------------|-------------------------------|-------------------|
| 3ª Etapa | Córrego da R. Borges de Figueiredo | Tunnel liner | R. Borges de Figueiredo, entre a linha de transmissão e a R. Dr. Eduardo Gonçalves | 980.000,00 | - | 980.000,00 |
| | | Tunnel liner | R. Dr. Eduardo Gonçalves e R. Pres. Almeida Couto, entre a R. Borges de Figueiredo e a R. Pres. Costa Pereira, com travessia sob a linha férrea | 4.080.000,00 | - | 4.080.000,00 |
| | | Tunnel liner | R. Pres. Almeida Couto, entre a R. Pres. Costa Pereira e a Av. do Estado | 8.710.000,00 | - | 8.710.000,00 |
| | | Tunnel liner | R. Pres. Batista Pereira entre a R. Borges de Figueiredo e a Av. do Estado, com travessia sob a linha férrea | 16.910.000,00 | - | 16.910.000,00 |
| 4ª Etapa | Mooca | Galerias-reservatórios | R. Águas de Lindoia | 12.610.000,00 | - | 12.610.000,00 |
| | | | R. Robério Dias | 12.960.000,00 | - | 12.960.000,00 |
| | | | R. Sebastião Mena | 4.210.000,00 | - | 4.210.000,00 |
| | | | R. Silvio Brant Correia | 16.570.000,00 | - | 16.570.000,00 |
| | | | R. Herwis | 12.330.000,00 | - | 12.330.000,00 |
| | | | R. Francisco Fett | 4.910.000,00 | - | 4.910.000,00 |
| | | | R. Psa. Maria Pia e R. Rosalina Valadão de Freitas | 12.880.000,00 | - | 12.880.000,00 |
| | | | Av. Alberto Ramos | 1.560.000,00 | - | 1.560.000,00 |
| | | | Av. do Oratório | 3.450.000,00 | - | 3.450.000,00 |
| | | | R. Domingos Afonso | 10.210.000,00 | - | 10.210.000,00 |
| | | Galerias-reservatórios | R. das Verbenas, R. Sarumá, R. das Heras e R. Pinheiro Guimarães | 43.090.000,00 | - | 43.090.000,00 |

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

| Etapa | Local | Intervenção | Referência | Custo de implantação (R\$) | Custo de desapropriação (R\$) | Custo total (R\$) |
|--------------|----------------|----------------------|--|----------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 4ª Etapa | Mooca | Galeria de reforço | Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello, entre a R. Rosalina Valadão de Freitas e a R. Domingos Afonso | 17.170.000,00 | - | 17.170.000,00 |
| | Córrego Suzano | Parque linear PMO-01 | Av. Jacinto Menezes Palhares | 18.620.000,00 | - | 18.620.000,00 |
| Total | | | | 2.130.900.000,00 | 105.570.000,00 | 2.236.470.000,00 |

TABELA 8.3 Custo estimado por etapas das alternativas estudadas

| Alternativa | Etapa | | | | TOTAL (milhões R\$) |
|---------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|
| | 1ª (milhões R\$) | 2ª (milhões R\$) | 3ª (milhões R\$) | 4ª (milhões R\$) | |
| Alternativa 1 | 976,3 | 233,5 | 241,9 | 235,2 | 1.686,8 |
| Alternativa 2 | 976,3 | 536,3 | 553,3 | 170,6 | 2.236,5 |

É importante ressaltar que as estimativas apresentadas são avaliações preliminares de custos, que devem ser detalhados durante a elaboração dos projetos quando estes forem contratados. Apesar de as estimativas apontarem custos menores para a Alternativa 2, eles devem ser observados com cautela, uma vez que não se consideraram os impactos e custos associados às interferências no sistema viário, bem como o custo de manutenção das medidas de drenagem sustentáveis, manutenção essa necessária para promover a eficiência do sistema ao longo dos anos.

Foram analisadas as curvas de investimento e da redução da mancha de inundação ao longo do horizonte de planejamento de

40 anos, conforme os gráficos apresentados na **FIGURA 8.1**.

O investimento estimado para a primeira etapa proporcionaria reduções de aproximadamente 48% da área de inundação de recorrência de 100 anos, o que representa em torno de 58% e 44% dos custos totais das alternativas 1 e 2, respectivamente. Tal investimento se justifica, na prática, por se tratar de uma bacia de extensas áreas com elevada criticidade em termos de risco de inundação.

Estima-se que o custo marginal para que se cumpra a quarta etapa, que proporcionará uma proteção de Tr 100 anos em toda a bacia, seja de aproximadamente 14% e 8% do total a ser investido, respectivamente, para as alternativas 1 e 2.

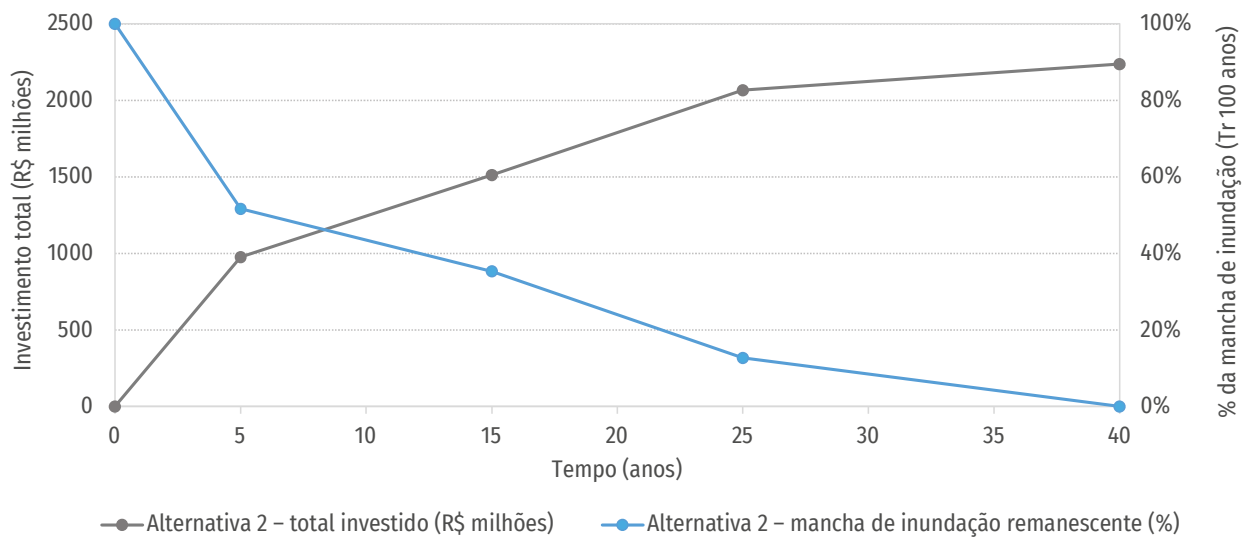
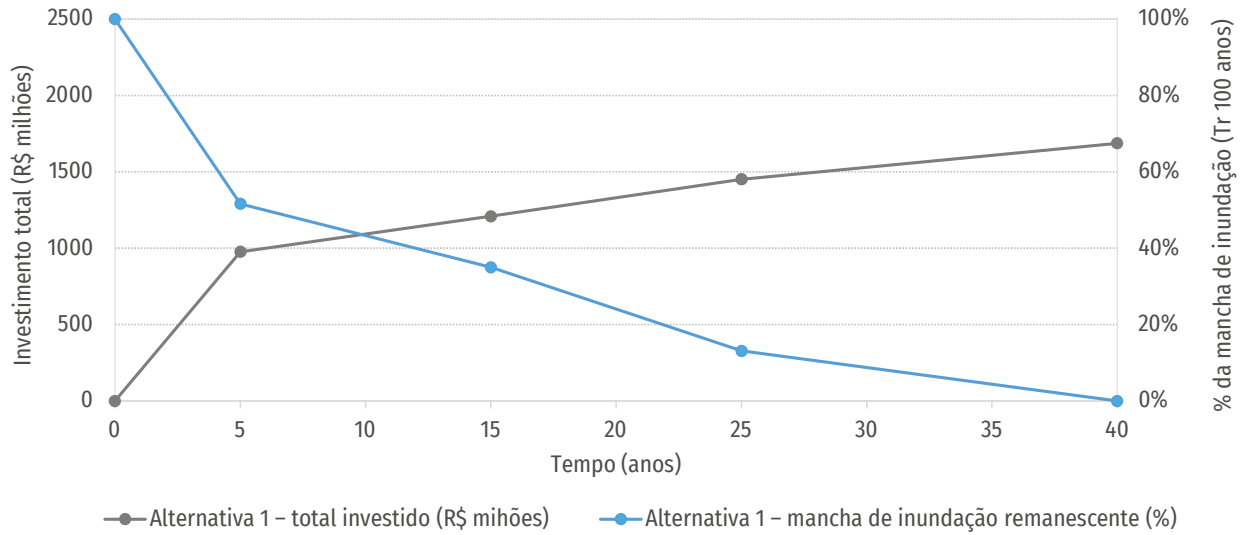


FIGURA 8.1 Curvas de investimento e de redução da mancha de inundação ao longo do tempo

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 córrego da Mooca.

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

| Parâmetro | | Valor |
|--|-------------------------|-----------------------|
| Área da bacia | | 22,0 km ² |
| Perímetro da bacia | | 34,4 km |
| Extensão total de córregos | | 26,6 km |
| Extensão do curso principal | | 10,1 km |
| Extensão de córregos fechados | | 25,9 km |
| Declividade média do talvegue | | 0,009 m/m |
| Reservatórios existentes | Número de reservatórios | 0 |
| | Volume | 0 m ³ |
| Área inundável (situação atual) | Tr 5 anos | 0,701 km ² |
| | Tr 10 anos | 0,882 km ² |
| | Tr 25 anos | 1,097 km ² |
| | Tr 100 anos | 1,363 km ² |
| Risco de inundação | Muito alto | 0,081 km ² |
| | Alto | 0,367 km ² |
| | Médio | 0,326 km ² |
| | Baixo | 0,589 km ² |
| Área impermeável média | Atual | 87,3% |
| | Máxima permitida | 84,2% |
| Espaços abertos (% da área da bacia) | | 4,4% |
| Número de habitantes | | 301 mil habitantes |
| Vulnerabilidade média (excluídas as áreas não classificadas) | | 2,0 (muito baixa) |

Considerações finais

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

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

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

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

à adoção de medidas sustentáveis de controle de cheias.

Uma análise de custo preliminar foi realizada no intuito de fornecer elementos para o planejamento das ações.

Foram avaliadas duas alternativas de controle de cheias para a bacia do córrego da Mooca. A Alternativa 1 corresponde à implantação de reservatórios de armazenamento e galerias de reforço, adotando as premissas de infraestrutura convencional para o controle de cheias. A Alternativa 2 priorizou a associação entre essas medidas convencionais, a implantação de medidas de drenagem sustentáveis e SbN, com poços de infiltração e jardins de chuva. Cabe ressaltar que a eficiência desse tipo de medida depende de sua aplicação extensiva em toda a bacia e de uma manutenção periódica e adequada ao longo dos anos.

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 tem como objetivo a minimização das inundações paulatinamente, considerando a implantação das intervenções em etapas. A primeira etapa de obras priorizou a redução das inundações mais frequentes em áreas críticas, apontadas pelo estudo com risco muito alto de inundação; a segunda etapa foi composta por obras que protegem a bacia para chuvas de Tr 10 anos; a terceira etapa visa à proteção para chuvas de Tr 25 anos; e a quarta etapa de obras protege a bacia para chuvas de Tr 100 anos.

O desenvolvimento deste Caderno foi coordenado tecnicamente pela Secretaria Municipal de Infraestrutura e Obras – SIURB, a qual propiciou a articulação institucional das seguintes secretarias: Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente – SVMA, Secretaria Municipal de Habitação – SEHAB, Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento – SMUL e subprefeituras da Vila Prudente, da Mooca, de Sapopemba, Aricanduva, do Ipiranga e da Sé.

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 ambientais²³.

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.

23. 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.