

Abertura de canal proposta (Parque das Bicicletas)

BACIA DO CÓRREGO UBERABA

CADERNO DE BACIA HIDROGRÁFICA

CADERNO DE BACIA HIDROGRÁFICA

BACIA DO CÓRREGO UBERABA



BACIA DO CÓRREGO UBERABA



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

CADERNO DE BACIA HIDROGRÁFICA

BACIA DO CÓRREGO UBERABA

São Paulo, 2019



EQUIPE TÉCNICA

Nome	Função
Mario Thadeu Leme de Barros	Coordenador
Flavio Conde	Coordenador de Área
Pedro Luiz de Castro Algodoal	Coordenador do Contrato e Revisor Técnico (SIURB)
Ana Paula Zubiaurre Brites	Engenheira Civil
André Sandor K. B. Sosnoski	Engenheiro Civil
Erika Naomi de Souza Tominaga	Engenheira Ambiental
Sara Martins Pion	Engenheira Civil
Edigleisson Bessa Pereira	Técnico de Nível Superior
Adriana Afonso Sandre	Bióloga e Arquiteta Urbanista
Fernando Kenzo Onuki	Arquiteto Urbanista
Riciane Pombo	Arquiteta Urbanista

Realização: Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica

Projeto gráfico, capa e diagramação: Mayara Menezes do Moinho

Revisão de texto: Simone Oliveira

C122 Caderno de bacia hidrográfica: bacia do córrego Uberaba / Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica – São Paulo: FCTH/SIURB, 2019. 238 p.

ISBN 978-85-93064-16-6

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

CDD-627.12

Sumário

Apresentação	9	5. Estudos e projetos existentes para a bacia	125
1. Definição de diretrizes básicas dos estudos	13	5.1 Projeto do córrego Uberabinha.....	125
Plano Diretor Estratégico – PDE.....	15	5.2 Projeto dos córregos Paraguai e das Éguas.....	126
2. Caracterização da bacia	23	5.3 Túnel de derivação.....	127
2.1 Localização	23	6. Alternativas propostas	131
2.2 Hidrografia	26	6.1 Alternativa 1.....	132
2.3 Monitoramento hidrológico	47	6.2 Alternativa 2	140
2.4 Relevo.....	60	6.3 Alternativa 3	148
2.5 Carta geotécnica	64	6.4 Localização das obras nas bacias.....	156
2.6 Uso do solo.....	68	6.5 Vistas e perspectivas das medidas propostas nas alternativas.....	169
2.7 Zoneamento urbano.....	74	6.6 Medidas complementares	196
2.8 População	86	6.7 Medidas não estruturais	196
2.9 Divisão administrativa municipal – subprefeituras	92	6.8 Medidas de controle na fonte.....	208
2.10 Sistema de esgoto.....	92	7. Etapas de implantação das alternativas	215
2.11 Sistema viário	93	7.1 Desempenho das intervenções da 1ª etapa.....	221
3. Critérios para o estudo	101	8. Custo estimado	225
3.1 Chuva de projeto	102	9. Considerações finais	233
3.2 Sub-bacias hidrográficas	105	Glossário	235
3.3 Impermeabilização da bacia.....	108		
4. Mapeamento de áreas críticas	115		
4.1 Áreas inundáveis.....	115		
4.2 Áreas críticas.....	118		

Lista de abreviaturas e siglas

CCOI	Centro de Controle Operacional Integrado
CET	Companhia de Engenharia de Tráfego
CGE	Centro de Gerenciamento de Emergência
CienTec	Parque da Ciência e Tecnologia da Universidade de São Paulo
CN	Curve Number
COE	Código de Obras e Edificações
COMDEC	Coordenadoria Municipal de Defesa Civil
CPTM	Companhia Paulista de Trens Metropolitanos
CRHI	Coordenadoria de Recursos Hídricos
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
EPA	Environmental Protection Agency
EPUSP	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
FCTH	Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica
FLU	Fluviométrico
FUSP	Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo

IDF	Intensidade-duração-frequência	PROVAC	Programa de Canalização de Córregos e Construção de Avenidas de Fundo de Vale
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano	QA	Quota Ambiental
IPVS	Índice Paulista de Vulnerabilidade Social	RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
LPUOS	Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo	SAISP	Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo
MDC	Mapa Digital da Cidade	SEHAB	Secretaria Municipal de Habitação
NE	Nordeste	SF	Secretaria Municipal da Fazenda
NUDEC	Núcleos de Defesa Civil	SIURB	Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras
OUCAB	Operação Urbana Consorciada Água Branca	SMADS	Secretaria Municipal de Assistência Social
PA	Perímetro de Qualificação Ambiental	SMDU	Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano
PCSWMM	Personal Computer Storm Water Management Model	SMSP	Secretaria Municipal de Coordenação das Subprefeituras
PDE	Plano Diretor Estratégico	SMSU	Secretaria Municipal de Segurança Urbana
PDMAT	Plano Diretor de Macrodrenagem do Alto Tietê	SMT	Secretaria Municipal de Transportes
PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos	SMUL	Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento
PHA	Departamento de Engenharia Hidráulica	SSRH	Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos do Estado de São Paulo
PlanMob	Plano de mobilidade	SVMA	Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente
PMAPSP	Plano Municipal de Gestão do Sistema de Águas Pluviais de São Paulo	SWMM	Storm Water Management Model
PMH	Plano Municipal de Habitação	tc	Duração crítica do evento
PMSP	Prefeitura do Município de São Paulo	Tr	Período de retorno
PPCV	Plano Preventivo Chuvas de Verão		

ZC	Zona Centralidade	ZER	Zona Exclusivamente Residencial
ZCOR	Zona Corredor	ZEU	Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana
ZDE	Zona de Desenvolvimento Econômico	ZEUP	Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana Previsto
ZEIS	Zona Especial de Interesse Social	ZM	Zona Mista
ZEM	Zona Eixo de Estruturação da Transformação Metropolitana	ZOE	Zonas de Ocupação Especial
ZEMP	Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana Previsto	ZPDS	Zona de Preservação e Desenvolvimento Sustentável
ZEP	Zona Especial de Preservação	ZPI	Zona Predominantemente Industrial
ZEPAM	Zona Especial de Preservação Ambiental	ZPR	Zona Predominantemente Residencial
ZEPEC	Zona Especial de Preservação Cultural		

Apresentação

Os cadernos de Bacia Hidrográfica compõem um importante instrumento para a redução dos riscos de inundação das bacias hidrográficas do Município de São Paulo.

Este estudo desenvolveu-se no âmbito do contrato SIURB-FCTH nº 075/SIURB/2016, 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 o cenário de projeto para a ocupação máxima permitida pela Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (LPUOS – Lei nº 16.402/2016).

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 áreas de risco muito alto de inundação.

Este Caderno refere-se à bacia hidrográfica do córrego Uberaba, afluente da margem direita do Rio Pinheiros e localizada na região Oeste do Município de São Paulo.

A bacia é delimitada a oeste pela Marginal do Rio Pinheiros, e a leste pela Avenida Jabaquara e a Rua Domingos de Moraes. Ainda destacam-se os eixos viários do Corredor Norte-Sul e as avenidas Ibirapuera, Hélio Pellegrino e Santo Amaro.

O Caderno está dividido em nove capítulos, conforme segue:

1. Definição de diretrizes básicas dos estudos
2. Caracterização da bacia
3. Critérios para o estudo
4. Mapeamento de áreas críticas
5. Estudos e projetos existentes para a bacia
6. Alternativas propostas
7. Etapas de implantação das alternativas
8. Custo estimado
9. Considerações finais

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. Nele, há ainda o Memorial Fotográfico, mostrando alguns dos principais problemas da bacia.

No Capítulo 3, “Critérios para o estudo”, constam os temas que possibilitam o entendimento da geração do escoamento superficial direto, essencial para a atuação e a formulação de medidas de controle de cheias.

No Capítulo 4, tem-se 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 a implantação em etapas. Foram consideradas três etapas: a primeira etapa é delineada para proteger as áreas críticas da bacia; a segunda protege a bacia para chuvas com Tr 25 anos; e a terceira etapa, por sua vez, protege a bacia para chuvas com Tr 100 anos. Esse capítulo aborda ainda a necessidade de adoção de

medidas não estruturais, como o zoneamento de inundações e sua regulamentação; o desenvolvimento do plano de contingência para atuar em situações de emergência de inundações; e o sistema de alerta no Município de São Paulo. Também apresenta a aplicabilidade das medidas de controle na fonte 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 avaliação preliminar dos custos das intervenções propostas.

O Capítulo 9 apresenta as considerações finais, com um resumo dos estudos.

Definição de diretrizes básicas dos estudos

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

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

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

- Proposição de medidas de convivência com o regime hídrico compatíveis com o grau de proteção hidrológica para cheias de períodos de retorno intermediários 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.
 - Propor 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 11.228/1992), do Plano de Mobilidade de São Paulo – Plan-Mob/SP (PMSP/SMT, 2015)¹, do Plano Municipal de Habitação – PMH (PMSP/SEHAB, 2011)², 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)³; o Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (FUSP, 2009)⁴, 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)⁵; 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 2030.

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.

A estratégia territorial do Plano Diretor estrutura-se a partir das macrozonas e macroáreas, e da rede de estruturação e transformação urbana. Os elementos estruturadores do território foram classificados em:

- Macroárea de Estruturação Metropolitana;
- Rede estrutural de transporte coletivo;
- Rede hídrica e ambiental constituída pelo conjunto de cursos d'água; cabeceiras de drenagem e planícies aluviais; parques urbanos, lineares e naturais; áreas verdes significativas; e

1. São Paulo (Município). Secretaria Municipal de Transporte (SMT).

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

3. 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.

4. Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo (FUSP).

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

áreas protegidas e espaços livres, que constituem o arcabouço ambiental do Município e desempenham funções estratégicas para garantir o equilíbrio e a sustentabilidade urbanos;

- Rede de estruturação local, que articula as políticas públicas setoriais no território, indispensáveis para garantir os direitos de cidadania, reduzir a desigualdade socioterritorial e gerar novas centralidades em regiões menos estruturadas, além de qualificar as existentes.

Assim sendo, o Município foi dividido em duas macrozonas, cada uma delas subdivididas em quatro macroáreas:

- 1.** Macrozona de Estruturação e Qualificação Urbana – apresenta grande diversidade de padrões de uso e ocupação do solo. Dentre seus objetivos, estão a promoção da convivência mais equilibrada entre a urbanização e a conservação ambiental e a redução das situações de vulnerabilidades urbanas.
 - 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, olhos d'água e planícies aluviais) e dos parques urbanos, lineares e naturais, 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 vales e cabeceiras de drenagem, as áreas verdes significativas e a arborização, para minimização dos processos erosivos, das enchentes e das ilhas de calor;
- Ampliar 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, através de caminhos de pedestres e ciclovias, preferencialmente nos fundos de vale, as áreas verdes significativas, os espaços livres e os parques urbanos e lineares.

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; e a criação de incentivos fiscais e urbanísticos às construções sustentáveis.

A Lei estabelece que, para estimular as construções sustentáveis, pode ser criada uma lei específica com incentivos fiscais, tais como o IPTU Verde, destinada a apoiar a adoção de técnicas construtivas voltadas à racionalização do uso de energia e água, gestão sustentável de resíduos sólidos, aumento da permeabilidade do solo, entre outras práticas.

O sistema de drenagem é definido, na Lei Municipal (Art. 213), como o conjunto formado pelas características geológico-geotécnicas e do relevo e pela infraestrutura de macro e microdrenagem instaladas, sendo composto por:

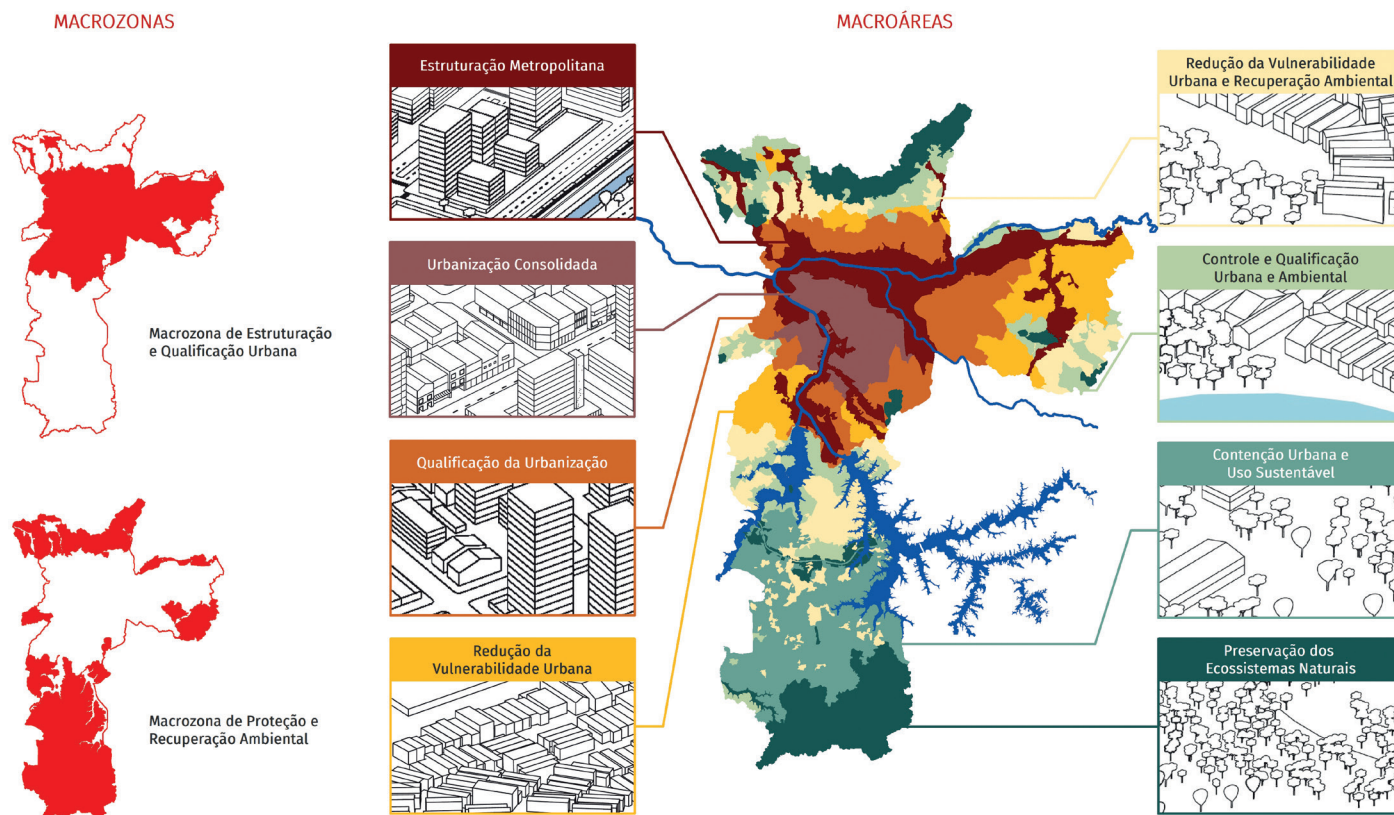
- Fundos de vale, linhas e canais de drenagem, planícies aluviais e talwegues;
- Elementos de microdrenagem, como vias, sarjetas, meio-fio, bocas de lobo, galerias de água pluvial, entre outros;

- 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 as seguintes diretrizes para o sistema de drenagem:

- Adequar as regras de uso e ocupação do solo ao regime fluvial nas várzeas;
- Preservar e recuperar as áreas com interesse para drenagem, principalmente várzeas, faixas sanitárias, fundos de vale e cabeceiras de drenagem;
- Respeitar as capacidades hidráulicas dos corpos d'água, impedindo vazões excessivas;
- Recuperar espaços para o controle do escoamento de águas pluviais;
- Adotar as bacias hidrográficas como unidades territoriais de análise para

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



diagnóstico, planejamento, monitoramento e elaboração de projetos;

- Adotar critérios urbanísticos e paisagísticos que possibilitem a integração harmônica das infraestruturas com o meio ambiente urbano;
- Adotar tecnologias avançadas de modelagem hidrológica e hidráulica que permitam o mapeamento das áreas

de risco de inundação, considerando diferentes alternativas de intervenções;

- Promover a participação social da população no planejamento, na implantação e na operação das ações de drenagem e de manejo das águas pluviais, em especial na minoração das inundações e dos alagamentos;

- Promover, junto aos municípios, aos consórcios intermunicipais e ao Estado, o planejamento e as ações conjuntas necessárias para o cumprimento dos objetivos definidos para esse sistema;
- Promover a participação da iniciativa privada na implementação das ações propostas, desde que compatível com o interesse público;
- Promover a articulação com instrumentos de planejamento e gestão urbana e projetos relacionados aos demais serviços de saneamento.

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 macro-

drenagem, incluindo canais naturais e artificiais, galerias e reservatórios de retenção ou contenção;

- Implantar sistemas de detenção ou retenção temporária das águas pluviais que contribuam para uma melhoria do espaço urbano, da paisagem e do meio ambiente;
- Implantar o Programa de Recuperação Ambiental de Fundos de Vale;
- Desassorear os cursos d'água, canais, galerias, reservatórios e demais elementos do sistema de drenagem;
- Revisar a legislação referente aos sistemas de retenção de águas pluviais;
- Implementar medidas de controle dos lançamentos na fonte em áreas privadas e públicas;
- Adotar medidas que minimizem a poluição difusa carregada para os corpos hídricos;
- Adotar pisos drenantes nas pavimentações de vias locais e passeios de pedestres.

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

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

Menciona ainda que os parques lineares são parte integrante do Programa de Recuperação Ambiental de Fundos de Vale, e sua implantação pressupõe a articulação de ações de saneamento, drenagem, sistema de mobilidade, urbanização de interesse social, conservação ambiental e paisagismo.

O Programa de Recuperação de Fundos de Vale é composto por intervenções urbanas nos fundos de vales, articulando ações de saneamento, drenagem, implantação de parques lineares e urbanização de favelas. Dentre seus objetivos, estão:

- Ampliação progressiva das áreas verdes permeáveis ao longo dos fundos de vale, criando progressivamente par-

ques lineares e minimizando os fatores causadores de enchentes e os danos delas decorrentes, aumentando a penetração das águas pluviais no solo e instalando dispositivos para sua retenção, quando necessário;

- Priorização da utilização de tecnologias socioambientais e procedimentos construtivos sustentáveis na recuperação ambiental de fundos de vale;
- Construção, ao longo dos parques lineares, de vias de circulação de pedestres e ciclovias.

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:

- Considera a bacia hidrográfica como uma unidade territorial de análise para diagnóstico, planejamento, monitoramento e elaboração de projetos;
- Considera o impacto do uso e da ocupação do solo na impermeabilização da bacia hidrográfica;
- Estimula e aponta áreas potenciais para a implantação de infraestrutura sustentável, como as medidas de controle na fonte;

- Respeita as capacidades hidráulicas dos corpos d'água, impedindo vazões excessivas;
- Utiliza tecnologia avançada de modelagem hidrológica e hidráulica, que permite o mapeamento das áreas de risco de inundação;
- Produz o mapeamento georreferenciado dos elementos de macrodrenagem, incluindo canais naturais e artificiais, galerias e reservatórios de retenção ou contenção;
- Propõe sistemas de detenção ou retenção temporária 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;

- Adota 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 de 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 penetração das águas pluviais no solo e instalando dispositivos para sua retenção, quando necessário.

Caracterização da bacia

2.1 LOCALIZAÇÃO




A bacia hidrográfica do córrego Uberaba localiza-se na zona sul do Município de São Paulo, abrangendo uma área de 10,6 km², correspondente a 0,7 % da área total do Município.

O Mapa da **FIGURA 2.1** ilustra a localização da bacia do córrego Uberaba no Município de São Paulo.

FIGURA 2.1 Bacia hidrográfica do córrego Uberaba



Convenção

-  Rede Hídrica
-  Bacia do Uberaba
-  Quadra Viária

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004)
e Mapa Hidrográfico do Município (2019)



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica



2.2 HIDROGRAFIA

A hidrografia da bacia é formada pelos córregos Paraguai, das Éguas, Uberaba e Uberabinha. A extensão total do córrego principal é de 7.610 m.

O córrego Uberaba, afluente da margem direita do Rio Pinheiros, é formado, em sua parte de montante, pelos córregos Paraguai e das Éguas, e, no seu trecho de jusante, recebe a contribuição do córrego Uberabinha. Esses córregos encontram-se totalmente canalizados.

A galeria do córrego Paraguai segue sob a Avenida José Maria Whitaker, e a do córrego das Éguas escoam sob as quadras da região das ruas Onze de Junho e Agostinho Rodrigues Filho. Os córregos Paraguai e das Éguas se encontram nas proximidades do Tribunal de Contas do Município de São Paulo, e seguem em direção ao Parque das Bicicletas e à Avenida República do Líbano, continuando depois pela Avenida Hélio Pelegrino até as proximidades da Rua Olimpíadas.

A bacia do Uberaba possui parte do escoamento desviado para uma galeria de reforço localizada na Avenida dos Bandeirantes, paralela à galeria do córrego Traição. O desvio ocorre em três locais: o primeiro nas proximidades da Rua Ribeirão Claro, o segundo na Rua Lourenço Marques e o terceiro

na Alameda Vicente Pinzon. Essa galeria de reforço possui pontos de ligação com a galeria do córrego Traição. Nas proximidades da Rua Funchal, o escoamento retorna para a galeria principal do córrego Uberaba, a fim de desembocar no Rio Pinheiros.

O mapa hidrográfico da bacia do córrego Uberaba é apresentado na **FIGURA 2.2**. O desenvolvimento desse mapa levou em consideração a situação atual dos córregos que compõem a bacia, sendo elaborado com base em cadastros disponíveis na Prefeitura de São Paulo e no Mapa Hidrográfico do Estado de São Paulo.

A **FIGURA 2.3** indica as dimensões das galerias principais da bacia do córrego Uberaba, assim como a localização das galerias secundárias disponíveis no cadastro do Geoconvias.

2.2.1 DIAGRAMA UNIFILAR DE VAZÕES

Os diagramas unifilares são esquemas sintéticos dos cursos d'água, nos quais são localizados, 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. Em um diagrama unifilar, é representada a posição física

sequencial dos componentes da rede, mostrada no organograma esquemático unifilar.

O diagrama unifilar da bacia do córrego Uberaba, com destaque para as vazões geradas pelo modelo hidráulico-hidrológico para uma chuva de 100 anos, encontra-se na **FIGURA 2.4**.

2.2.2 INUNDAÇÕES NA BACIA DO CÓRREGO UBERABA

Na bacia do córrego Uberaba, 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, o que ocasiona as inundações observadas na região. Além das pequenas dimensões das galerias de águas pluviais, é sabido que existem inúmeras interferências e obstruções na rede existente. Esses problemas configuram uma rede de drenagem hidráulicamente insuficiente e de difícil gestão. Soma-se a isso o mau estado estrutural das galerias, apresentando fissuras, solapamentos e armaduras expostas. Essa

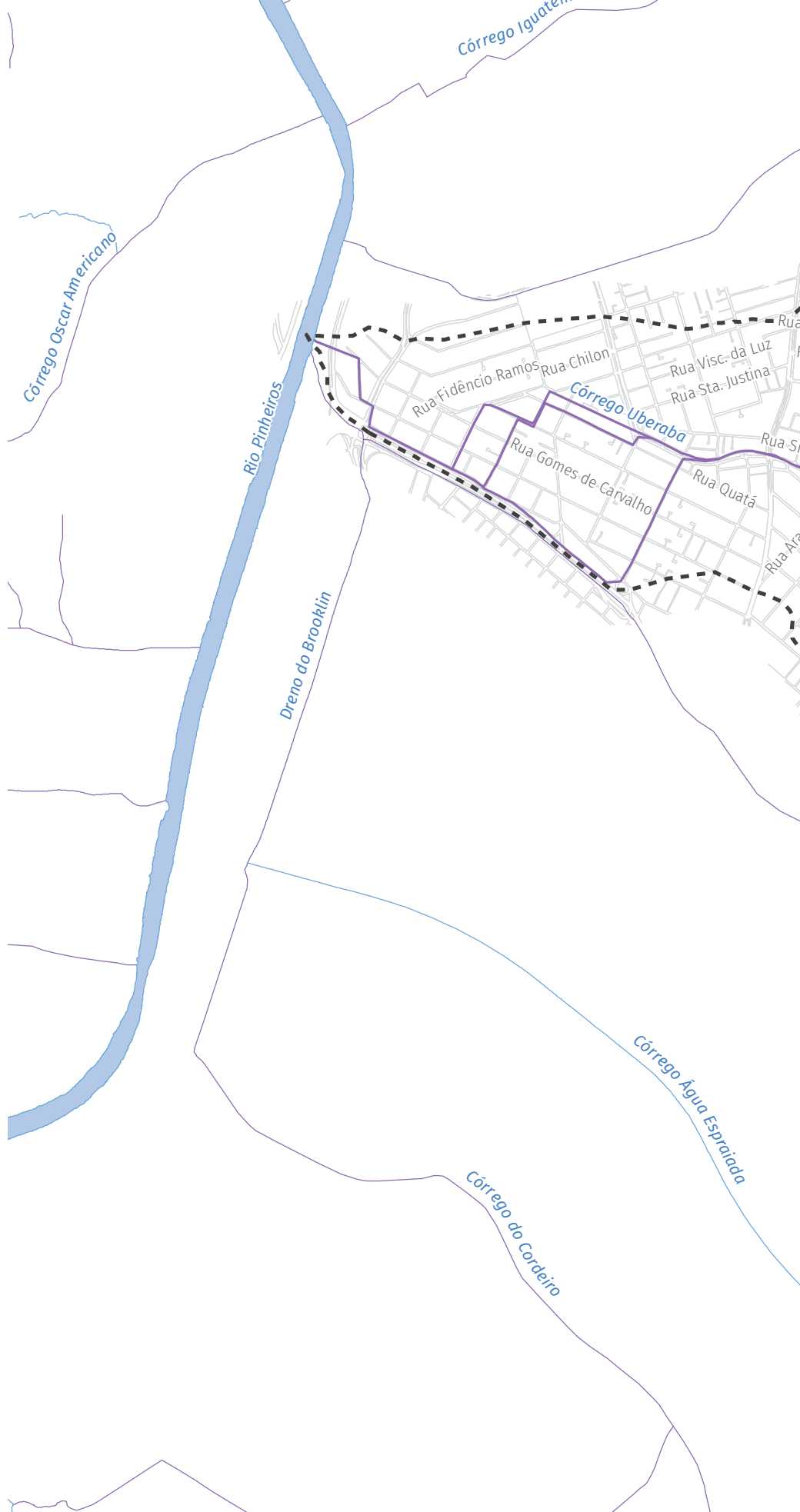
situação causou um rompimento da galeria na Avenida República do Líbano, exigindo a reparação por obra de emergência, causando grandes transtornos.

Registra-se ainda nessa bacia a área de inundação a jusante da Rua Ribeirão Claro até a foz no Rio Pinheiros, correspondente à antiga várzea do Rio Pinheiros, que apresenta terreno plano com baixas declividades.

A **FIGURA 2.5** traz o mapa de inundações da bacia do córrego Uberaba. O diagnóstico dos pontos de inundação foi realizado por meio da sobreposição de informações históricas existentes na SIURB, dados sobre os pontos de alagamento registrados pela CET, levantamentos antigos da Enger e da MHS no córrego Uberabinha e informações de campo levantadas pela equipe da FCTH para verificar a permanência dos pontos de inundação na bacia. Nos levantamentos da FCTH, os limites de inundação foram informados por moradores e comerciantes de cada região.


Conforme apresentado no mapa da **FIGURA 2.5**, é possível verificar que, ao longo dos principais córregos da bacia, existem áreas sujeitas a inundações.

FIGURA 2.2 Rede hídrica principal da bacia do córrego Uberaba



Convenção

 Bacia do Uberaba

 Quadra Viária

Rede Hídrica

 Rio e córrego a céu aberto

 Rio e córrego subterrâneo

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004)
e Mapa Hidrográfico do Município (2019)



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica



FIGURA 2.3 Dimensões das principais galerias de drenagem da bacia do córrego Uberaba



Convenção

--- Bacia do Uberaba

□ Quadra Viária

— Galeria Principal

- - - Galeria Secundária

Dimensões em metros

Ø Seção circular

∩ Seção retangular

⊖ Seção lenticular

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004),
Mapa Hidrográfico do Município (2019), FCTH
(2019) e SIURB



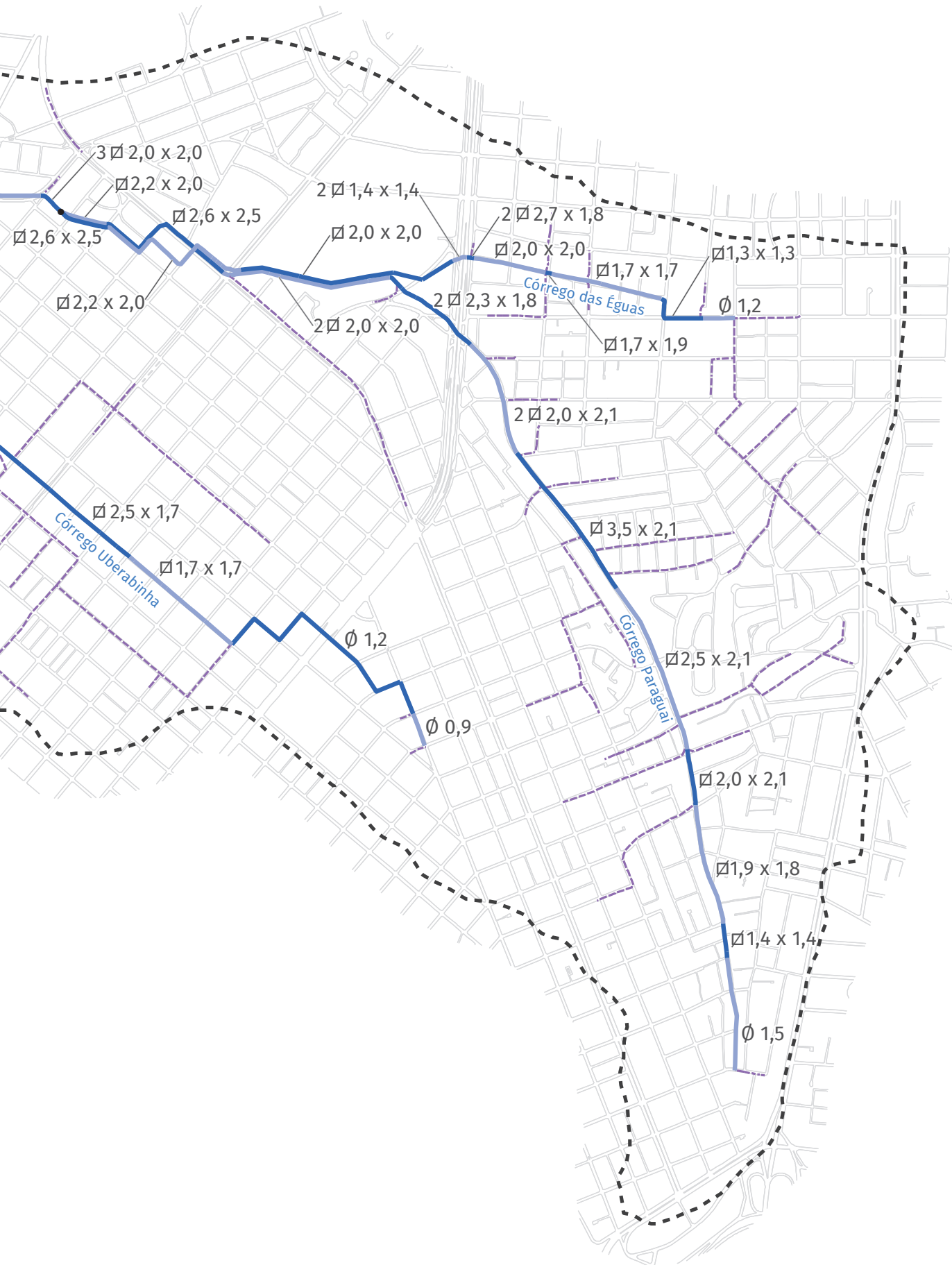
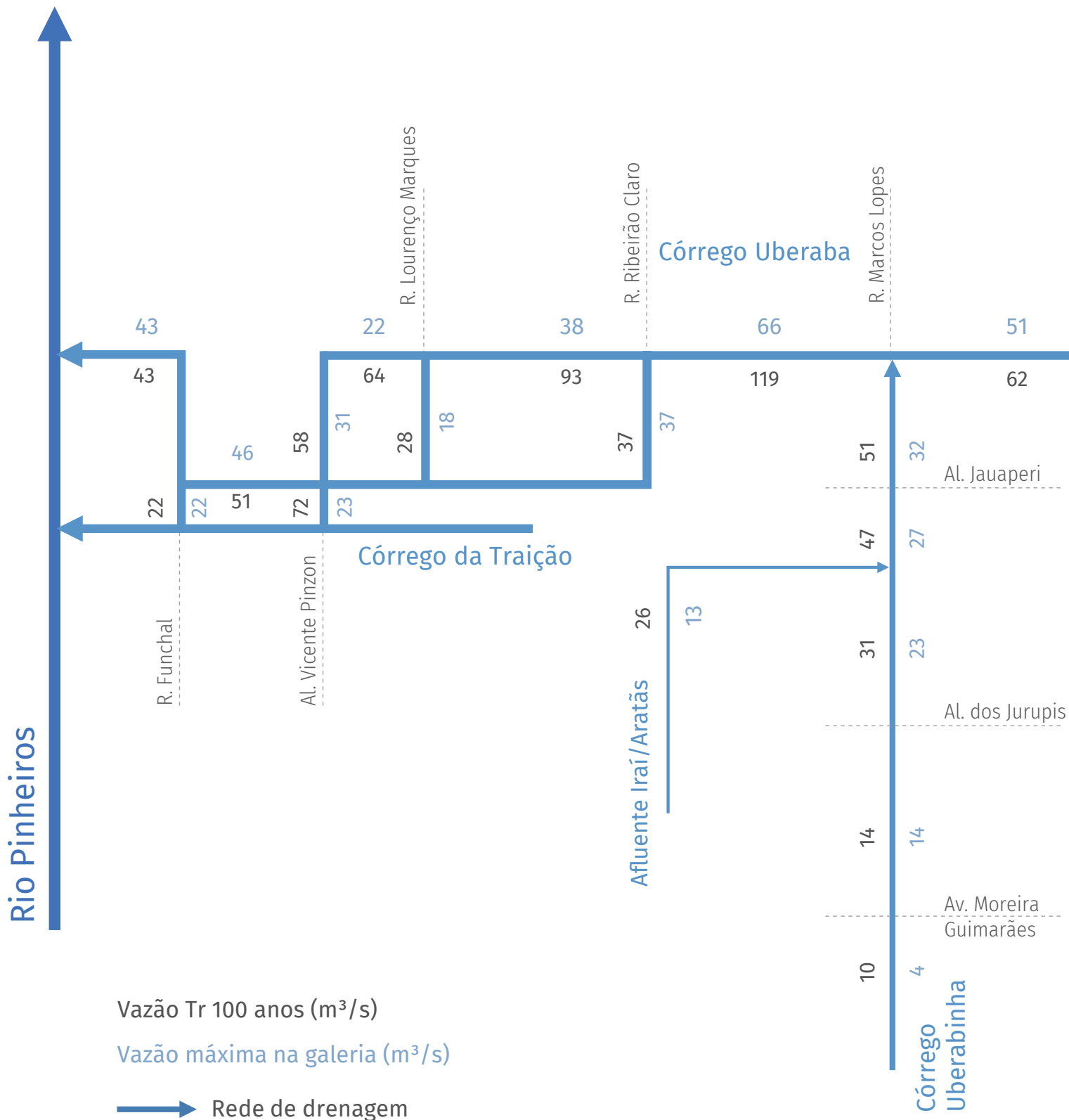


FIGURA 2.4 Diagrama unifilar de vazões da bacia do córrego Uberaba



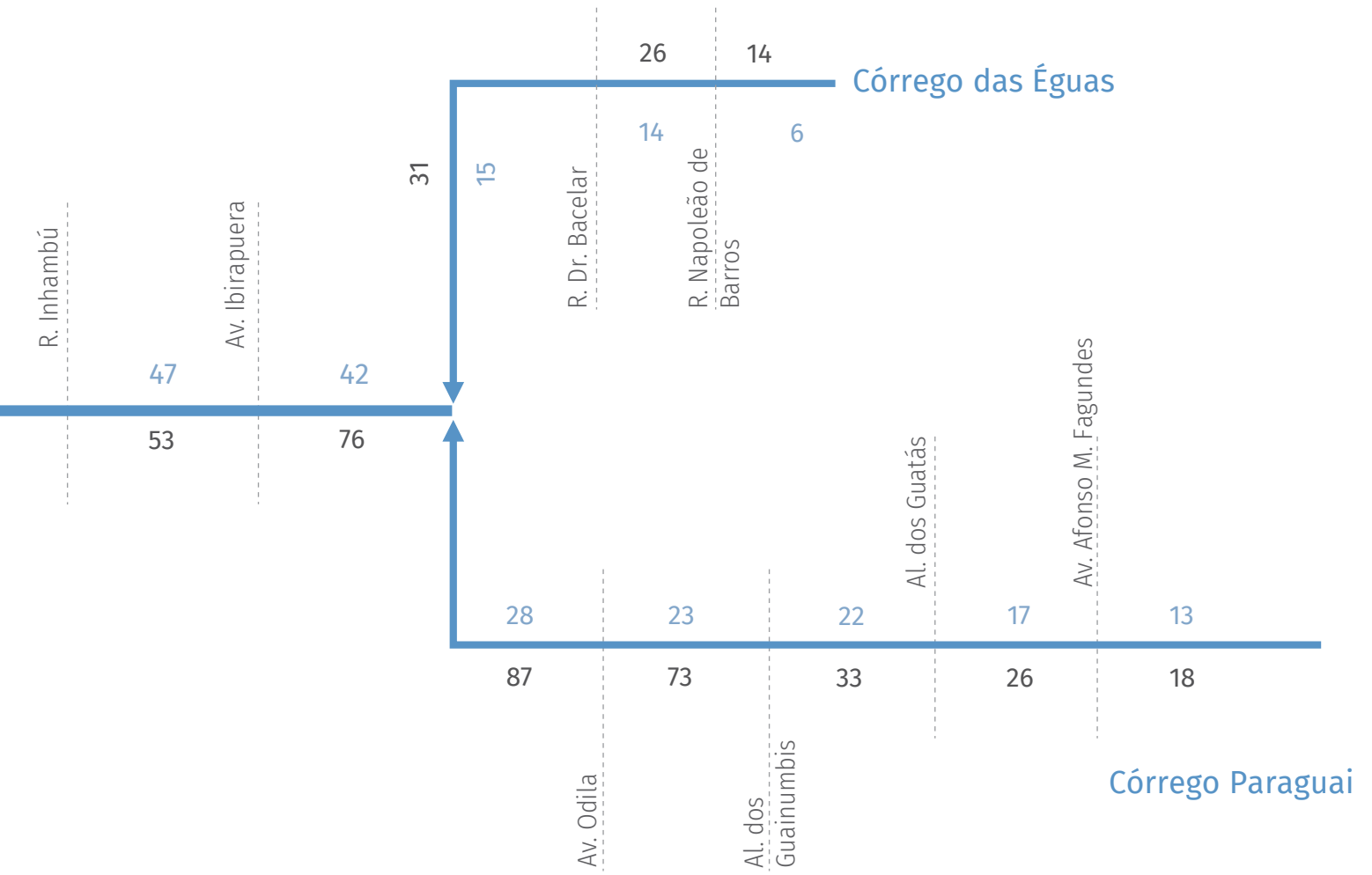
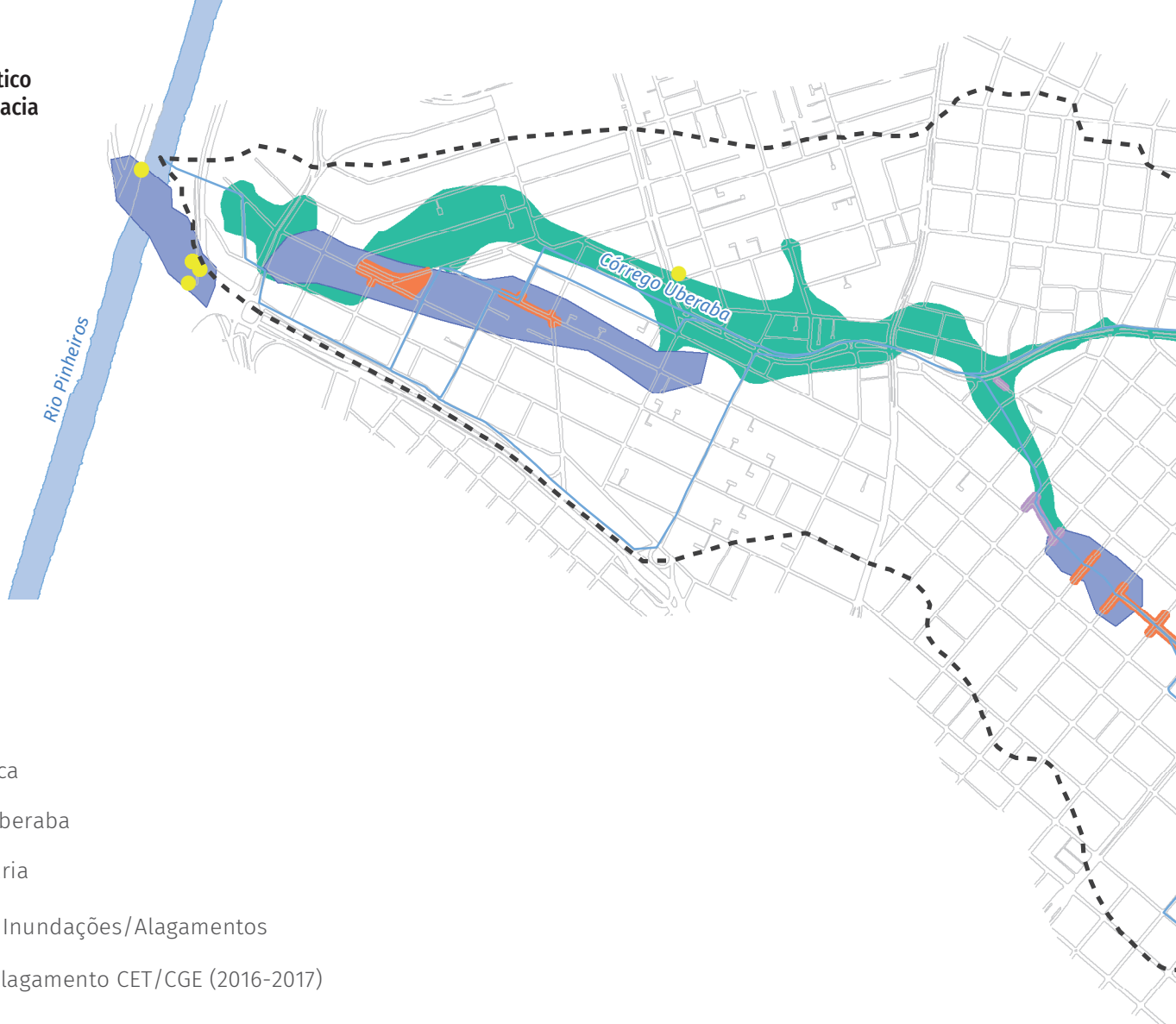


FIGURA 2.5 Diagnóstico das inundações na bacia do córrego Uberaba



Convenção

- Rede Hídrica
- - - - - Bacia do Uberaba
- Quadra Viária

Levantamentos de Inundações/Alagamentos

- Ponto de Alagamento CET/CGE (2016-2017)
- FCTH
- Histórico SIURB
- Enger
- MHS

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004),
Mapa Hidrográfico do Município (2019),
Enger, FCTH, MHS, CGE/CET e SIURB





2.2.3 MEMORIAL FOTOGRÁFICO

A seguir, apresenta-se o memorial fotográfico da bacia do córrego Uberaba, iniciando de montante para jusante, conforme indicada a localização no mapa de referência ao lado das fotos. São apresentadas fotos dos pontos críticos da bacia em termos de inundação e alagamento, bem como de locais de interesse para a instalação de medidas de controle de cheias.

Destacam-se fotos do diagnóstico realizado pela Enger Engenharia, entre os anos 2000 e 2002, mostrando as duas ligações existentes entre os córregos Uberaba e Traição (**FIGURA 2.14**), uma localizada na Alameda Vicente Pinzon e outra na Rua Funchal. A foto 1 ilustra a vista da chegada de duas células, derivadas do córrego Uberaba, no

córrego Traição. A foto 2 mostra a bifurcação do fluxo, em que uma parte desvia para a esquerda e desemboca no córrego Traição, e a outra segue para a direita até o Rio Pinheiros. Na foto 3 (Rua Funchal), é possível observar o desemboque de duas células no córrego Traição.

Apresentam-se, ainda, fotos da confluência do córrego Uberaba com o Rio Pinheiros (**FIGURA 2.15**). A foto 1 mostra a vista de montante para jusante da rampa da galeria (célula direita) e, ao fundo, o desemboque no Rio Pinheiros. A foto 2 apresenta a mesma rampa, agora na célula esquerda, com vista de jusante para montante, onde é possível observar a galeria praticamente seca. Na foto 3, é apresentada o desemboque das duas células no Rio Pinheiros.

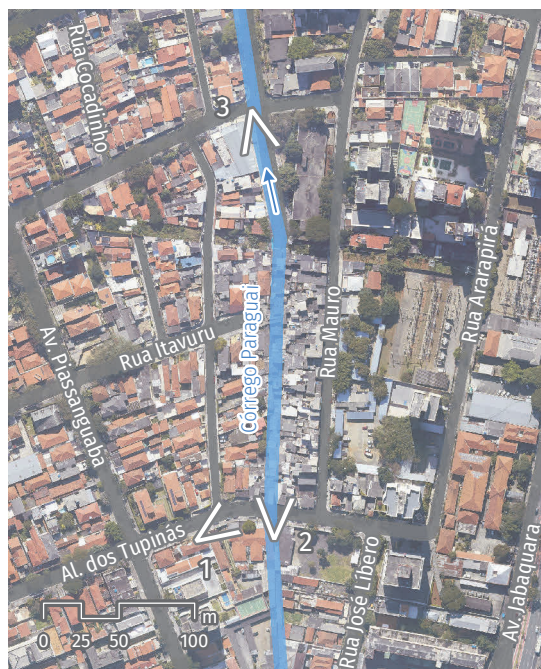
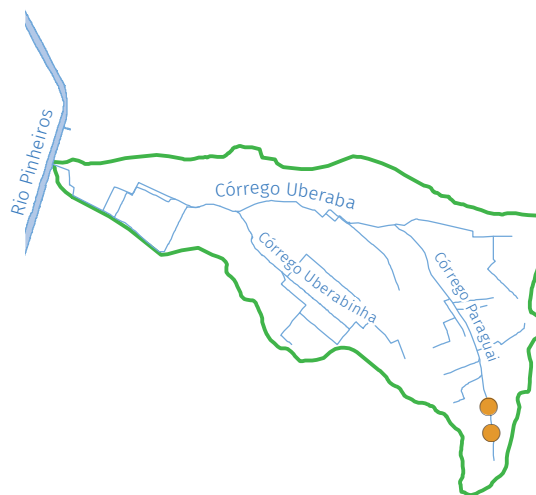


FIGURA 2.6 Fotos da região de cabeceira do córrego Paraguai, nas imediações da Favela Mauro

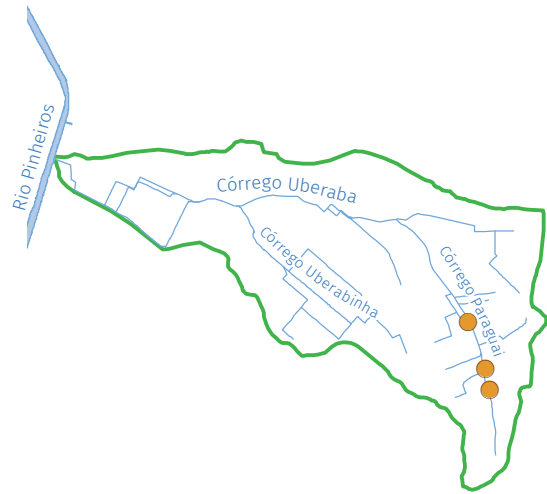


FIGURA 2.7 Fotos da Av. José Maria Whitaker, mostrando locais disponíveis para a implantação de reservatório de amortecimento

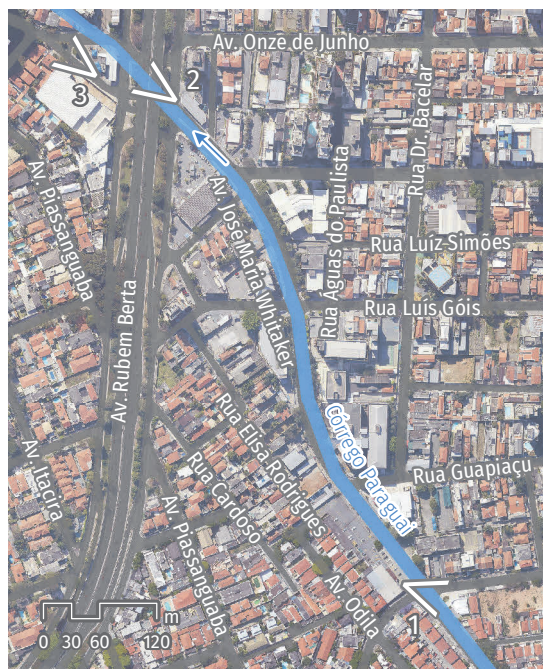
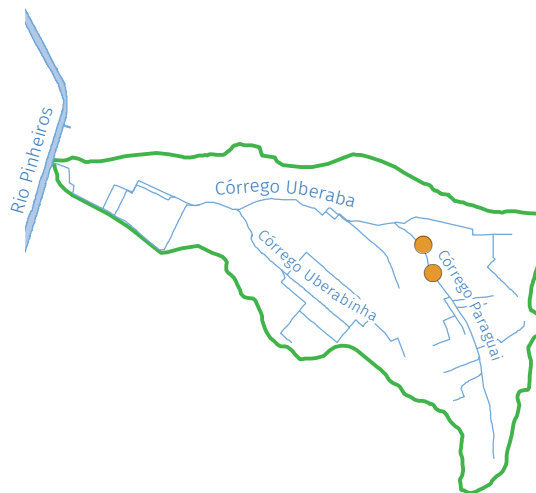


FIGURA 2.8 Fotos das áreas críticas de inundação nas avenidas José Maria Whitaker e Rubem Berta e na R. Dr. Haberbeck Brandão

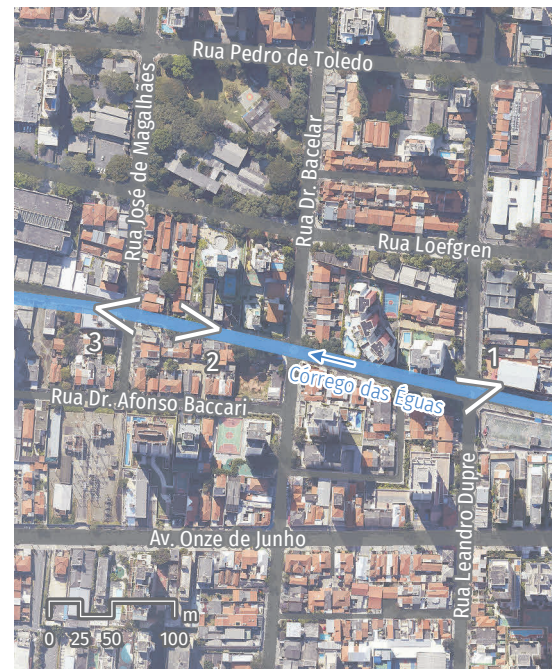
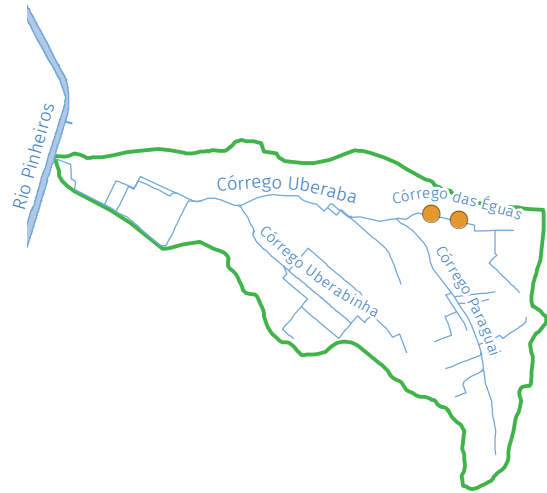


FIGURA 2.9 Fotos da R. Agostinho Rodrigues Filho no córrego das Águas

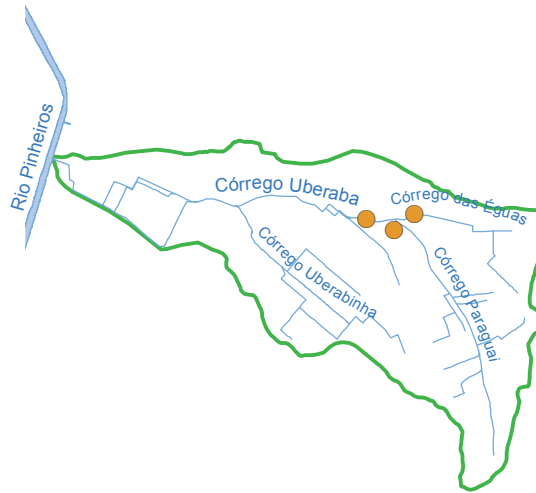


FIGURA 2.10 Fotos da Av. Prof. Ascendino Reis (ponto crítico de alagamentos) e do Parque das Bicicletas

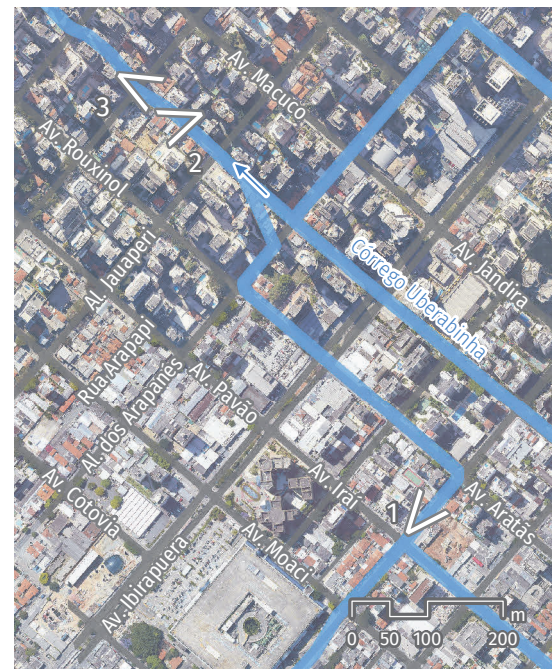
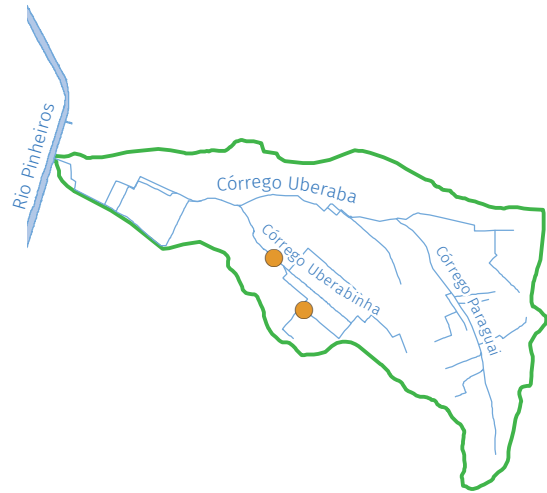


FIGURA 2.11 Fotos da Al. dos Jurupis e da Av. Ibiçá, áreas sujeitas a inundações na bacia do córrego Uberabinha

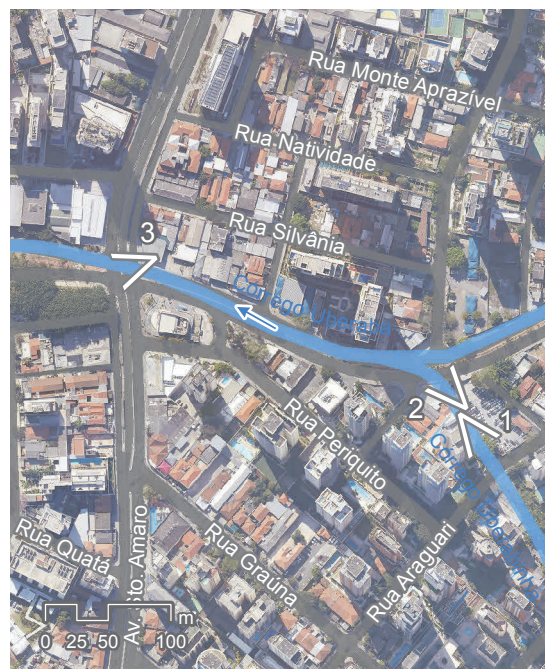


FIGURA 2.12 Fotos da Av. Hélio Pellegrino com a Av. Santo Amaro e da viela sob o córrego Uberabinha, nas imediações da R. Araguari

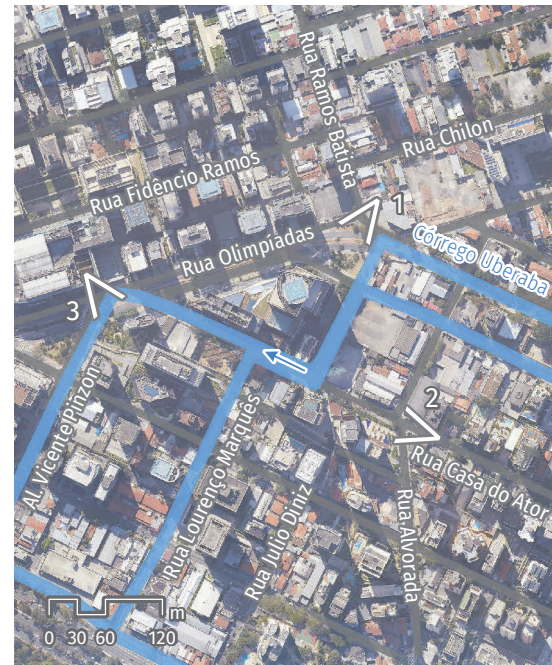
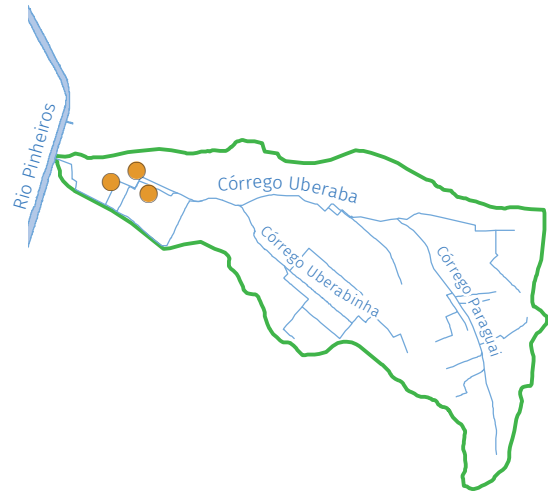


FIGURA 2.13 Fotos da R. Casa do Ator e da R. Olímpidas

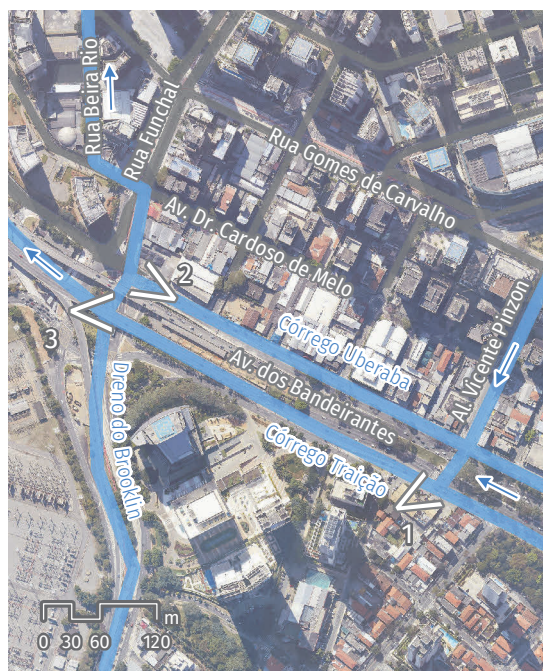
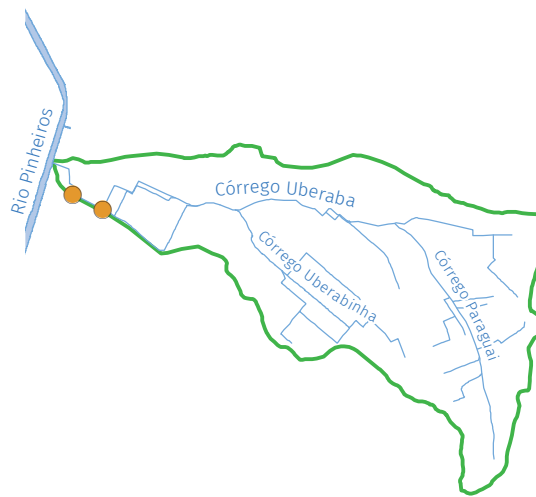


FIGURA 2.14 Fotos das ligações entre os córregos Uberaba e Traição, na AL. Vicente Pinzon e na R. Funchal

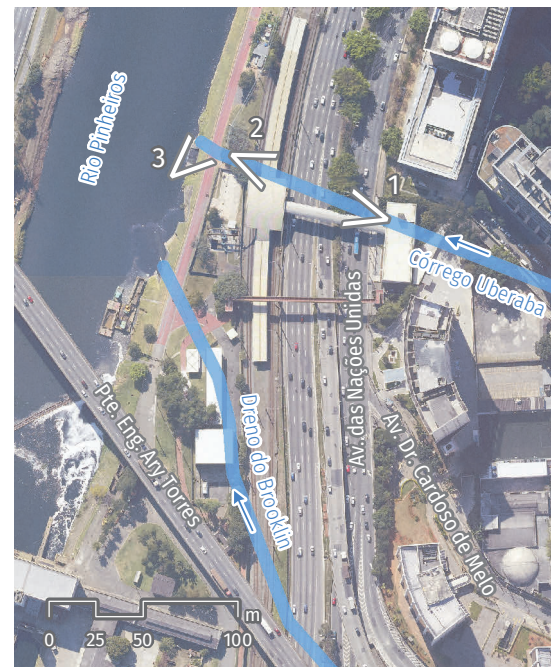
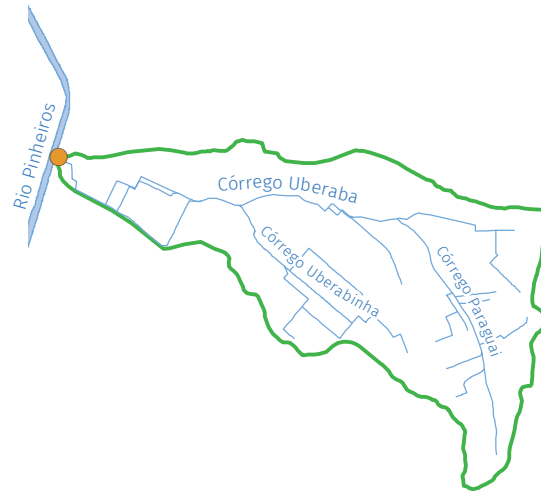


FIGURA 2.15 Fotos da galeria na confluência do córrego Uberaba com o Rio Pinheiros

2.3 MONITORAMENTO HIDROLÓGICO

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

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

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

Os dados coletados pelos medidores de chuva, nível, vazão, entre outros, são transmitidos para a unidade remota de

armazenamento. Esta, 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.

O acesso às informações pode ser realizado em tempo real de qualquer lugar onde esteja disponível um ponto de internet. Essa informação somente poderá ser acessada mediante a utilização de uma senha.

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

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

Nas proximidades da bacia do córrego Uberaba, existem cinco postos da rede telemétrica em córregos, conforme descrição a seguir:

- Posto P527 Córrego Água Espriada Montante Piscinão: operação com início em maio/2013;

- Posto P563 Córrego Ipiranga Praça Leonor Kaupa: operação com início em fevereiro/2014;
- Posto P1000879 Rio Pinheiros Superior Usina Elevatória Traição: operação com início em maio/2013;
- Posto P518 Rio Pinheiros Inferior Usina Elevatória Traição: operação com início em maio/2013;
- Posto P1000868 Vila Mariana Rua Vergueiro: operação com início em abril/2012;
- Posto P1000851 Córrego Água Espraia-da Piscinão Jabaquara: operação com início em fevereiro/2012;

A **FIGURA 2.16** indica a localização dos postos da rede telemétrica considerados neste estudo.

Da **FIGURA 2.17** à **FIGURA 2.19**, são apresentadas as séries históricas dos dados pluviométricos e fluviométricos registrados (a cada 10 minutos) nos postos considerados neste estudo.





Por fim, da **FIGURA 2.23** à **FIGURA 2.25**, estão indicadas as precipitações médias mensais dos postos analisados.

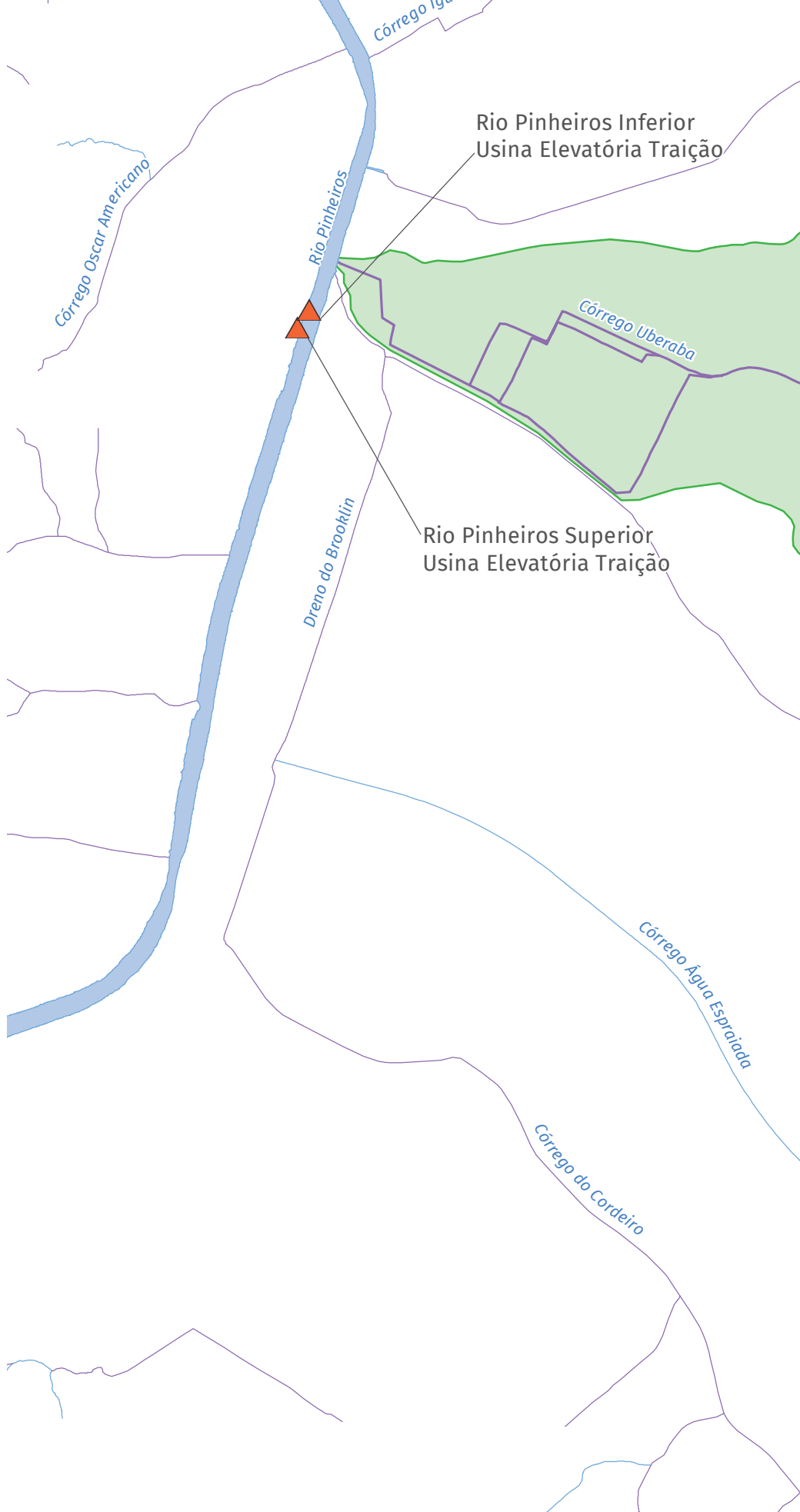


Pluviômetro de balança – Posto do córrego Ipiranga, Pç. Leonor Kaupa (foto: FCTH)

FIGURA 2.16 Localização dos Postos da Rede Telemétrica de Hidrologia do SAISP nas imediações do córrego Uberaba

Convenção

-  Bacia do Uberaba
 -  Estação Automática – SAISP
- Rede Hídrica
-  Rio e córrego a céu aberto
 -  Rio e córrego subterrâneo



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

FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004),
Mapa Hidrográfico do Município (2019) e SAISP



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica



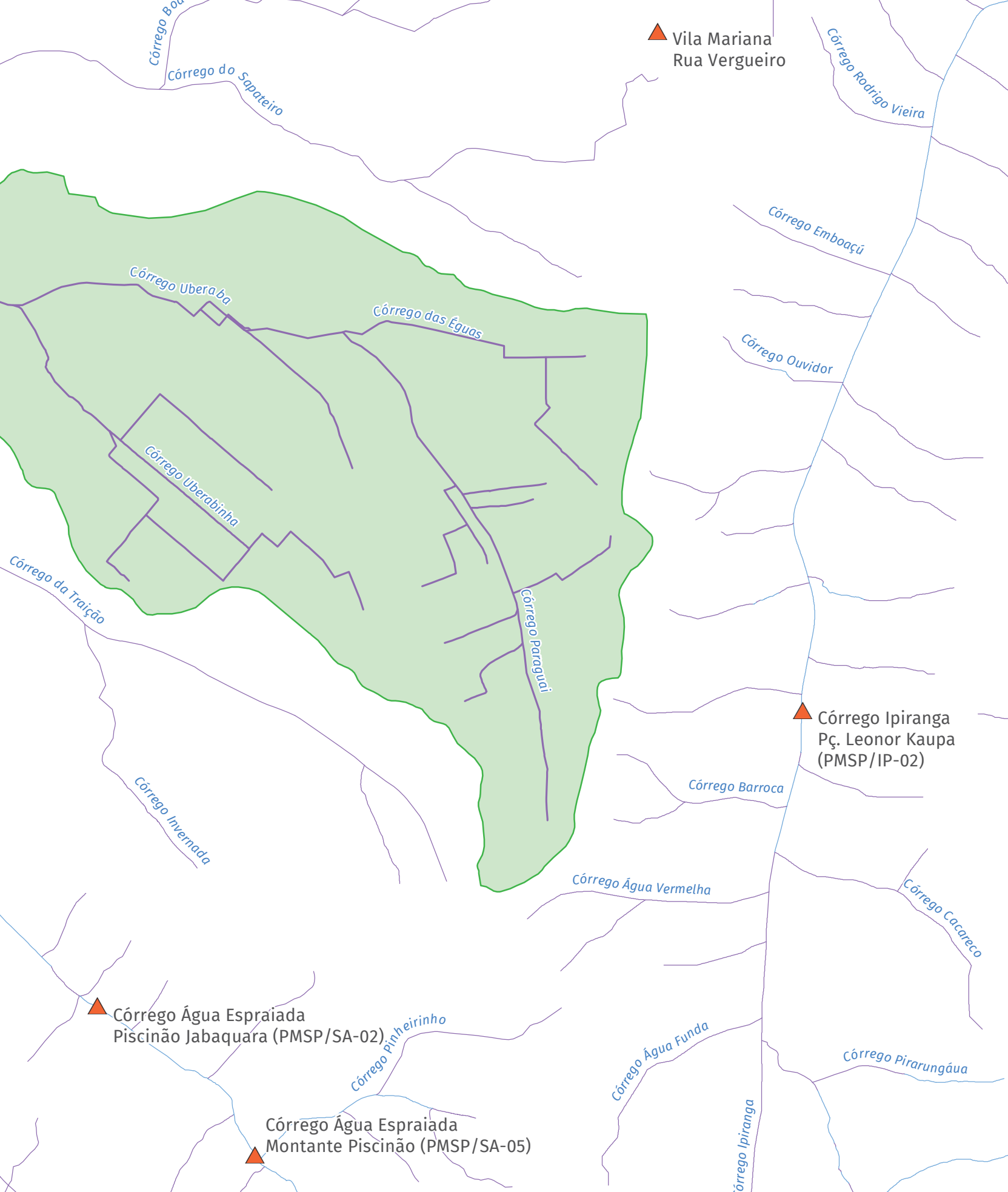


FIGURA 2.17 Série histórica do Posto P527
Córrego Água Espriada Montante Piscinão

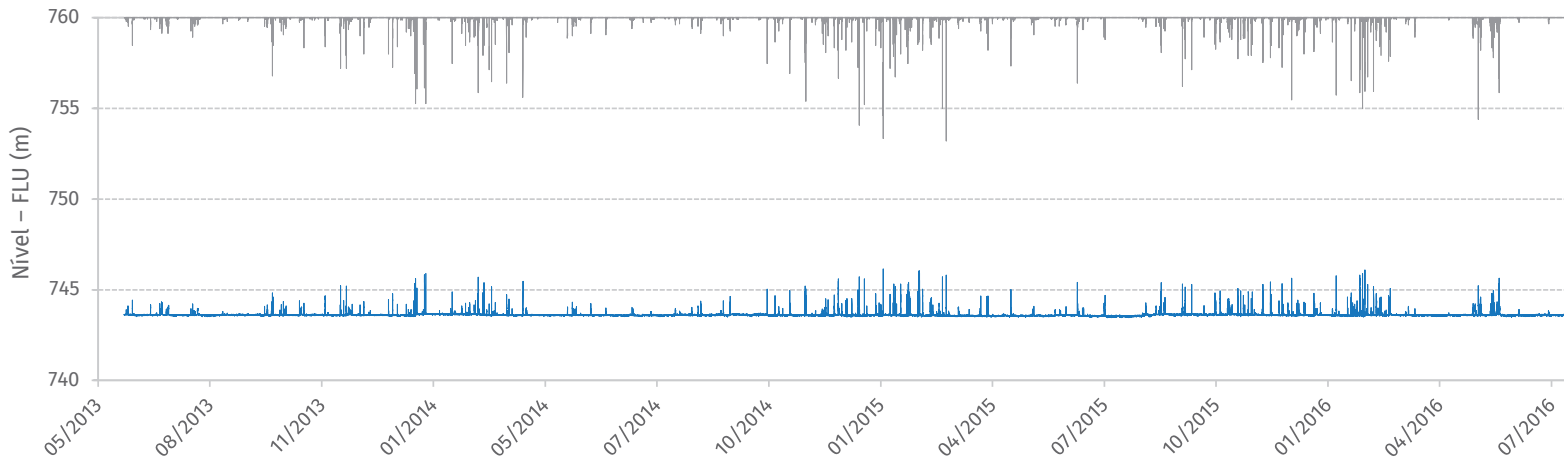
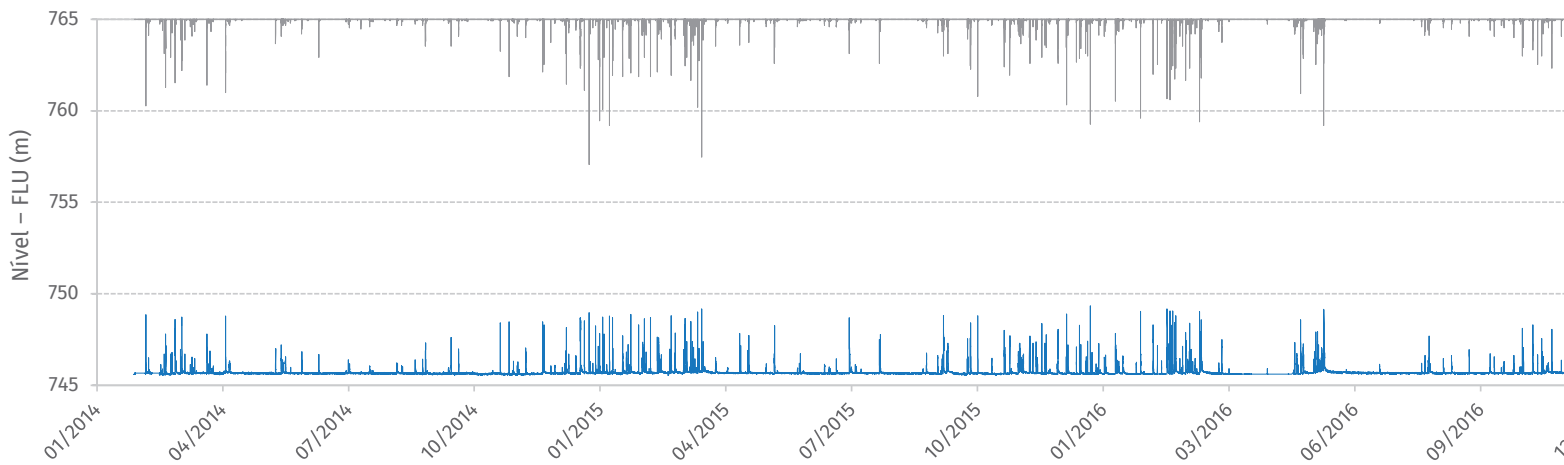


FIGURA 2.18 Série histórica do Posto P563
Córrego Ipiranga Praça Leonor Kaupa



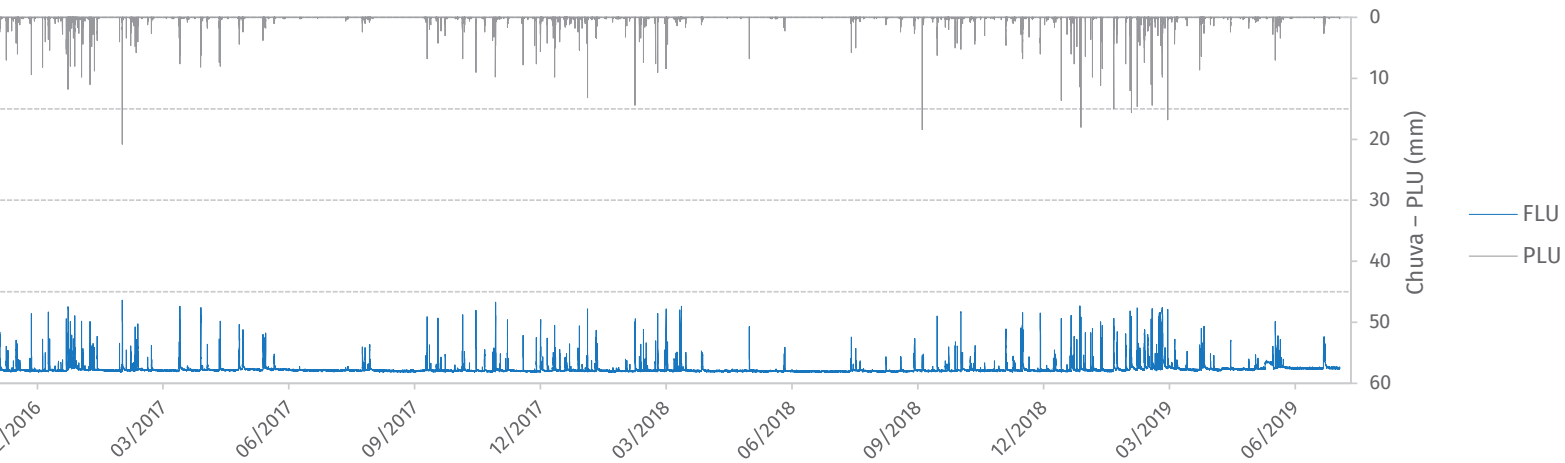
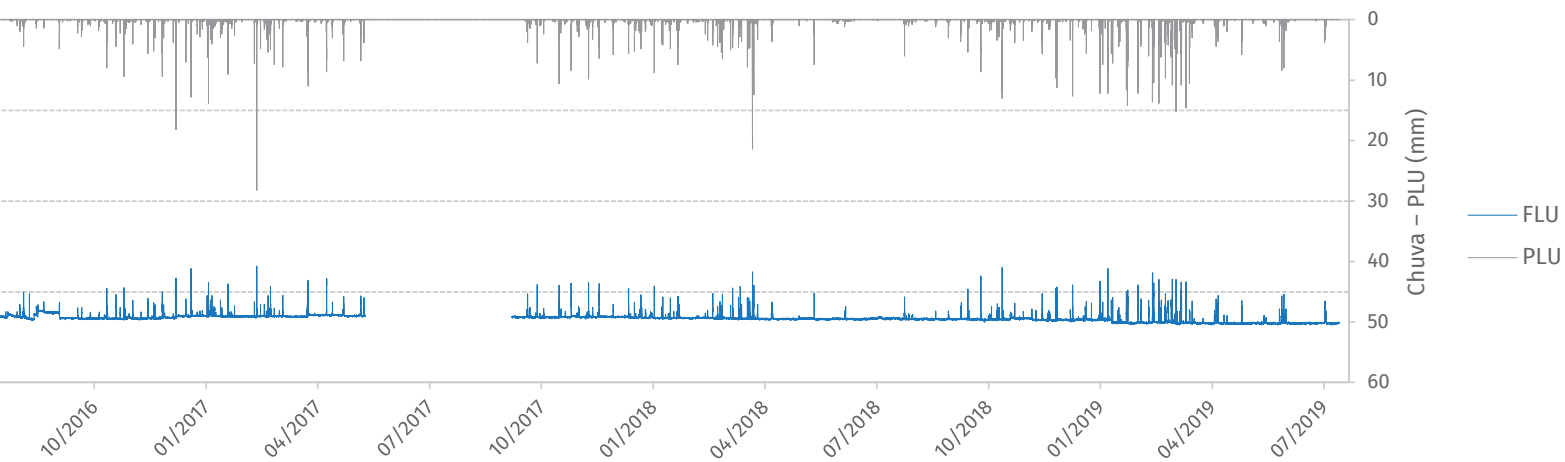


FIGURA 2.19 Série histórica do Posto P1000879
Rio Pinheiros Superior Usina Elevatória Traição

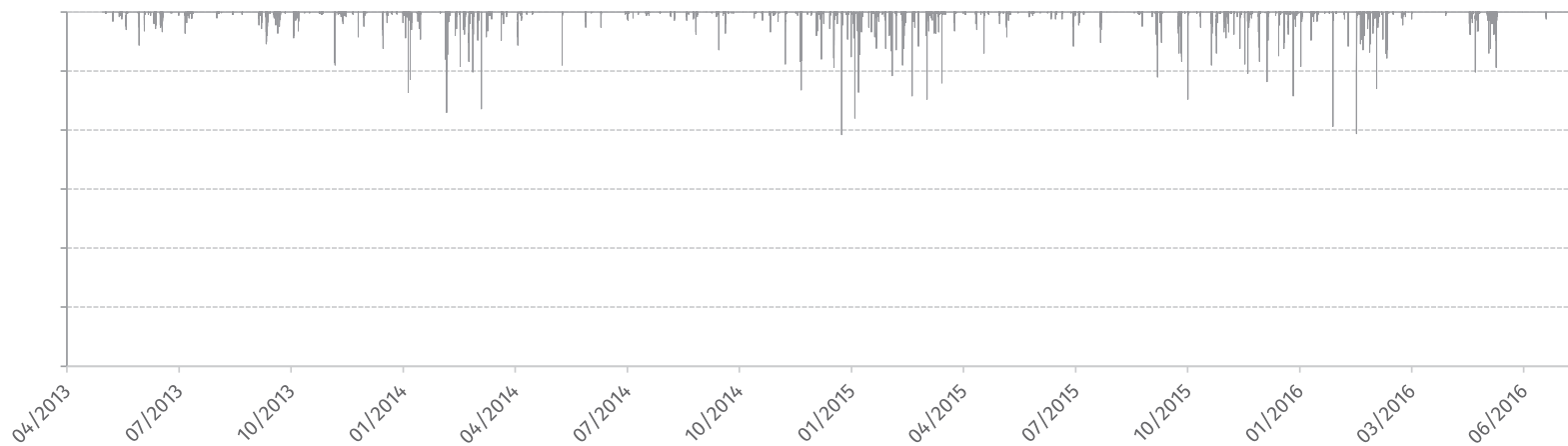
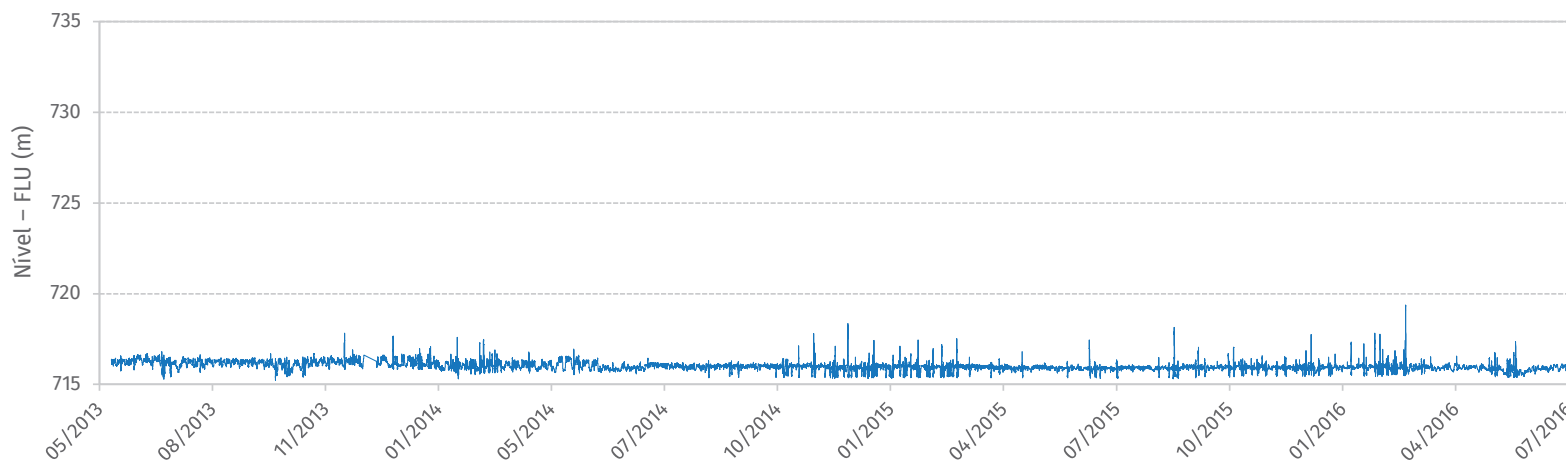


FIGURA 2.20 Série histórica do Posto P518
Rio Pinheiros Inferior Usina Elevatória Traição



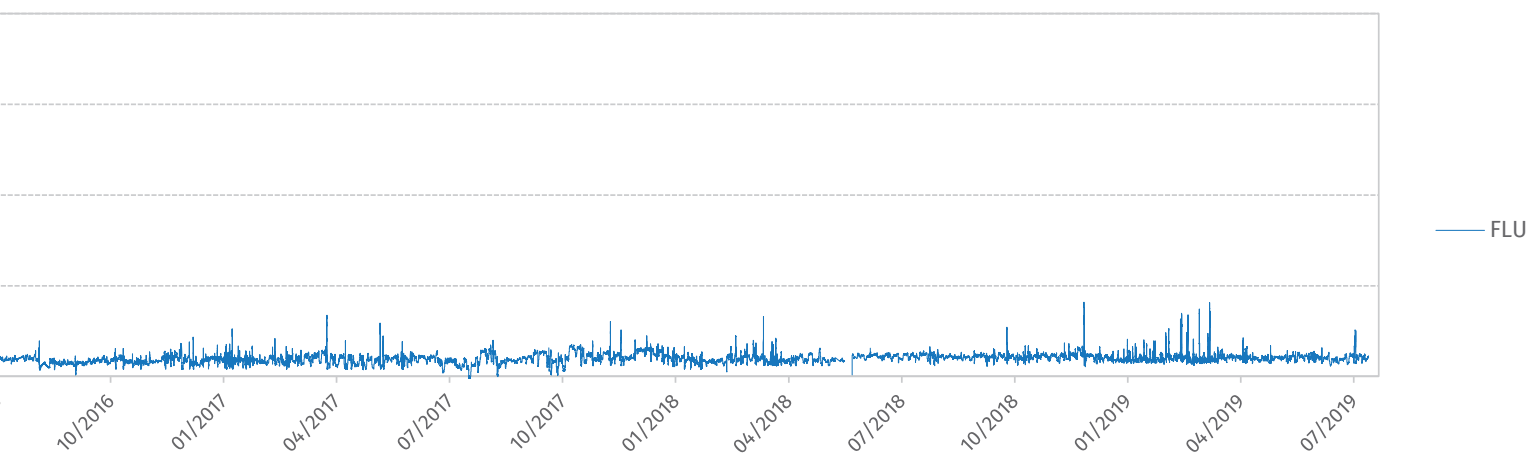
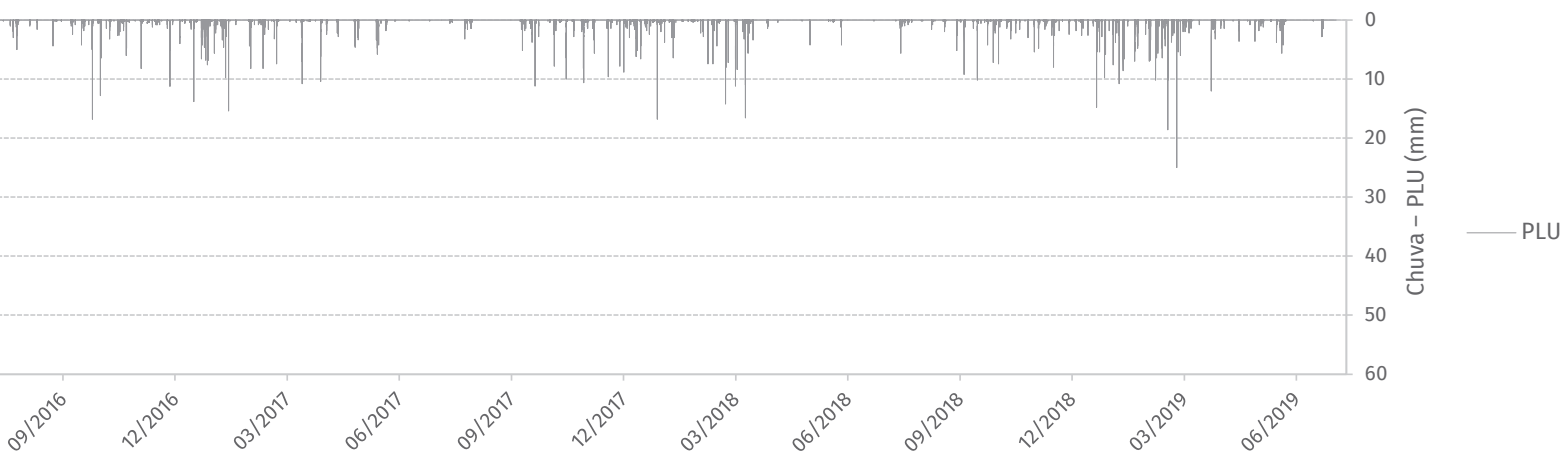


FIGURA 2.21 Série histórica do Posto
P1000868 Vila Mariana Rua Vergueiro

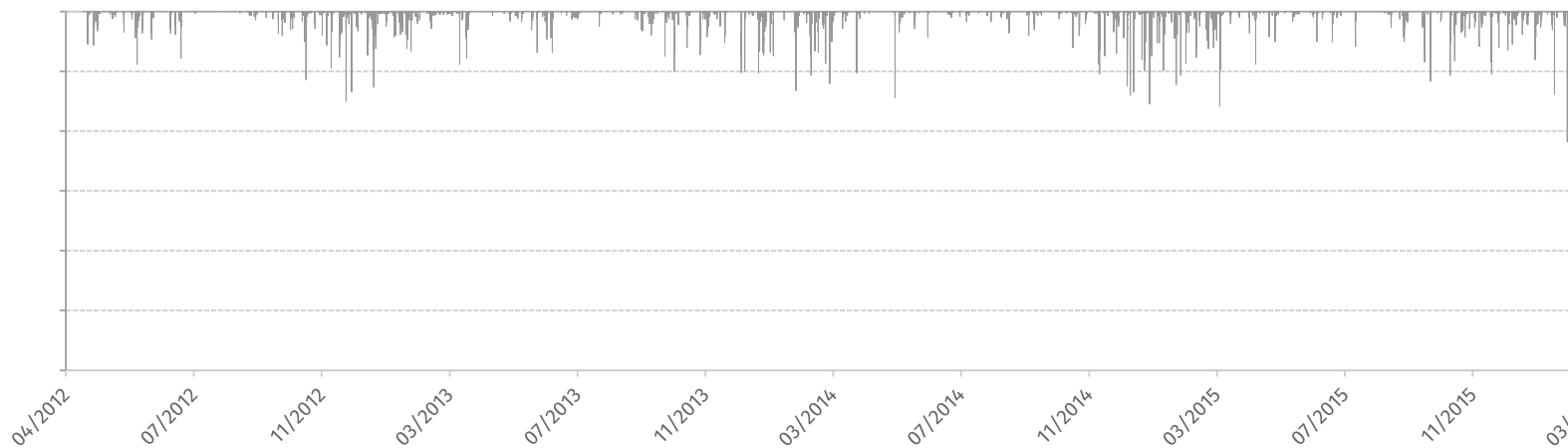
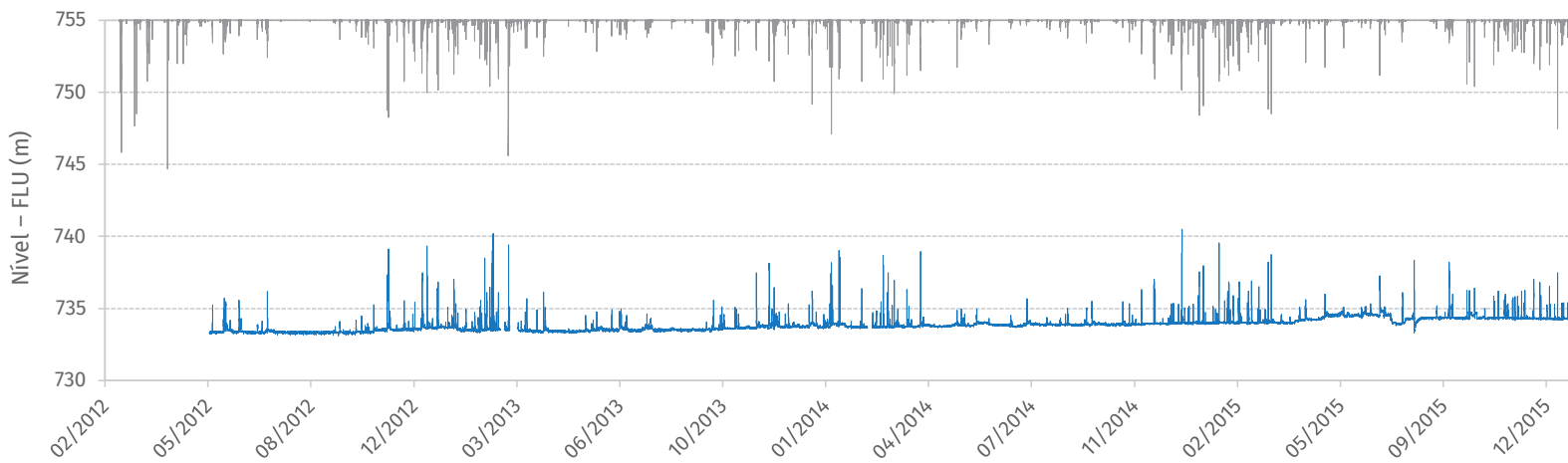


FIGURA 2.22 Série histórica do Posto P1000851
Córrego Agua Espreada Piscinão Jabaquara



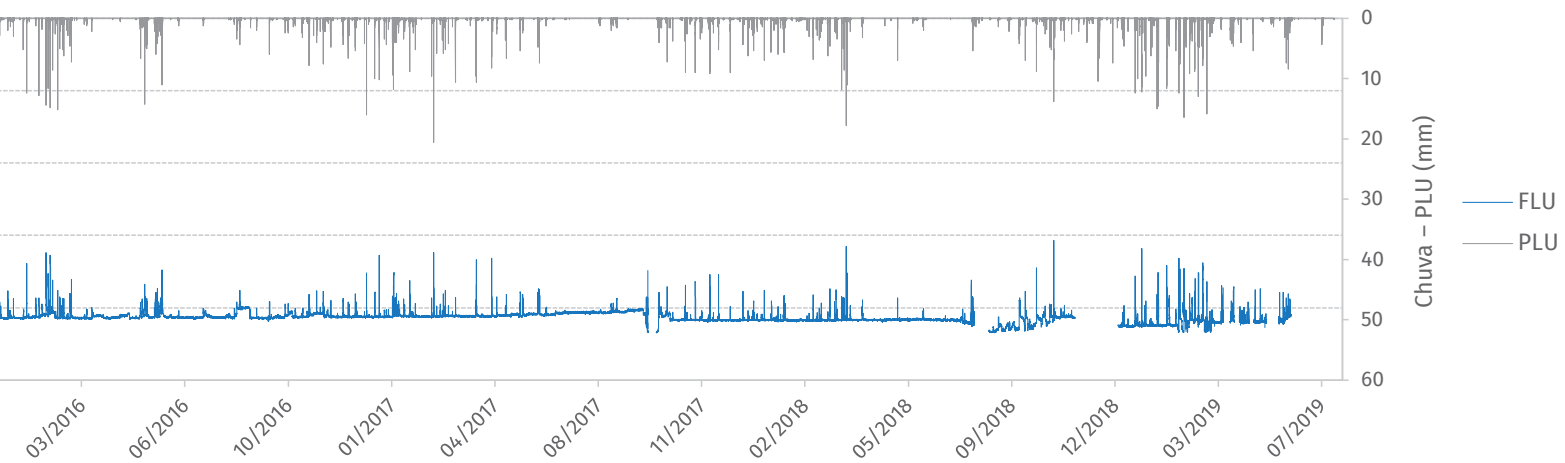
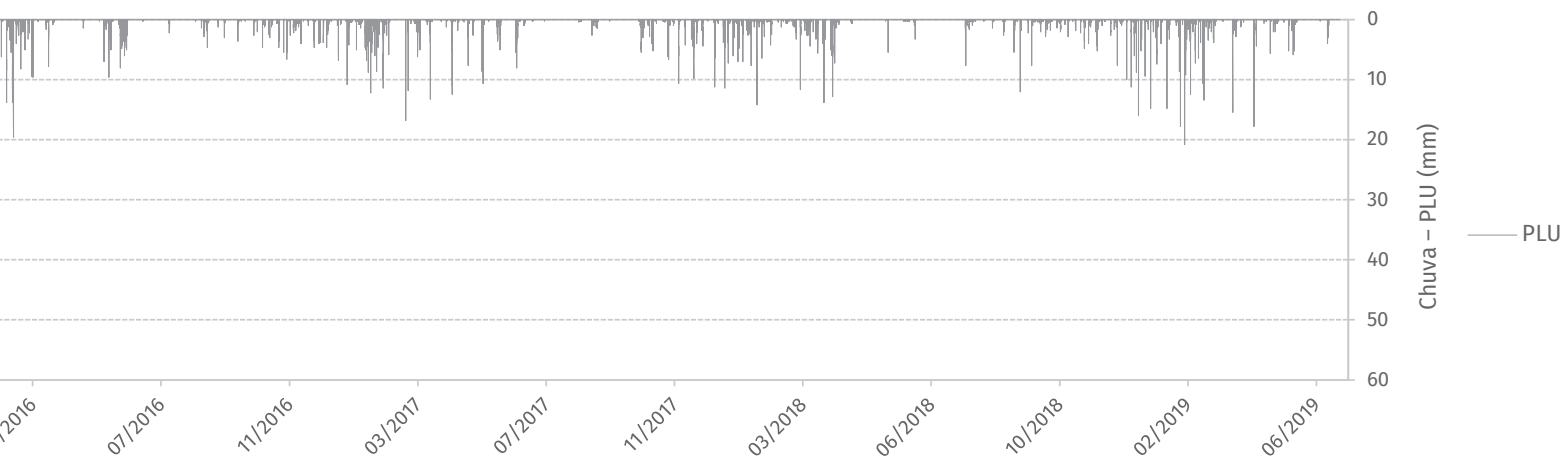


FIGURA 2.23 Precipitação média mensal no Posto Córrego Água Espriada Montante Piscinão

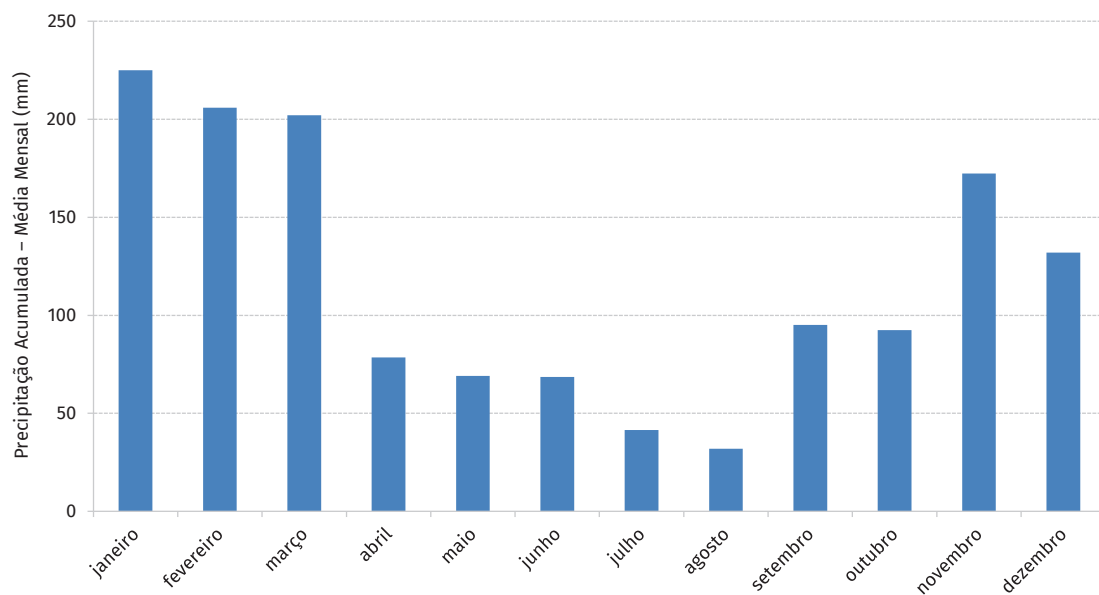


FIGURA 2.24 Precipitação média mensal no Posto Córrego Ipiranga Pç. Leonor Kaupa

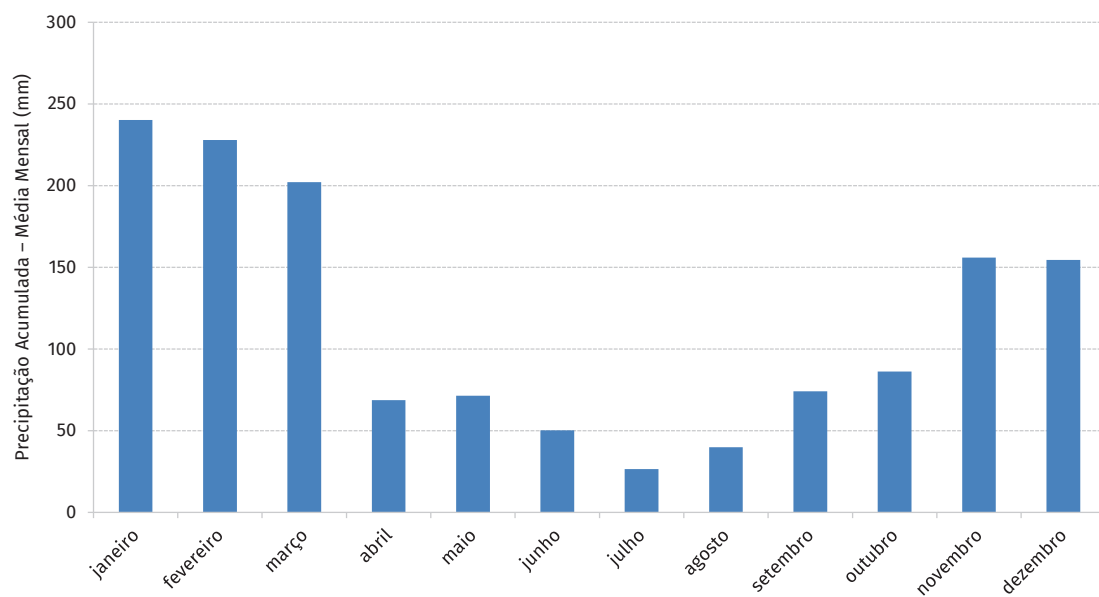


FIGURA 2.25 Precipitação média mensal no Posto Rio Pinheiros Superior Usina Elevatória Traição

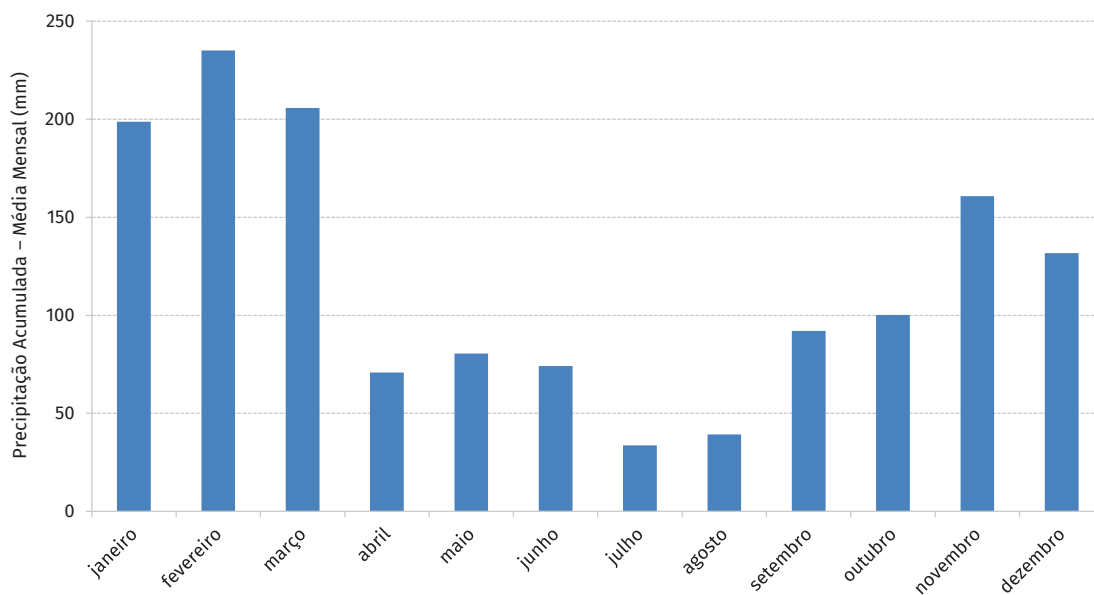
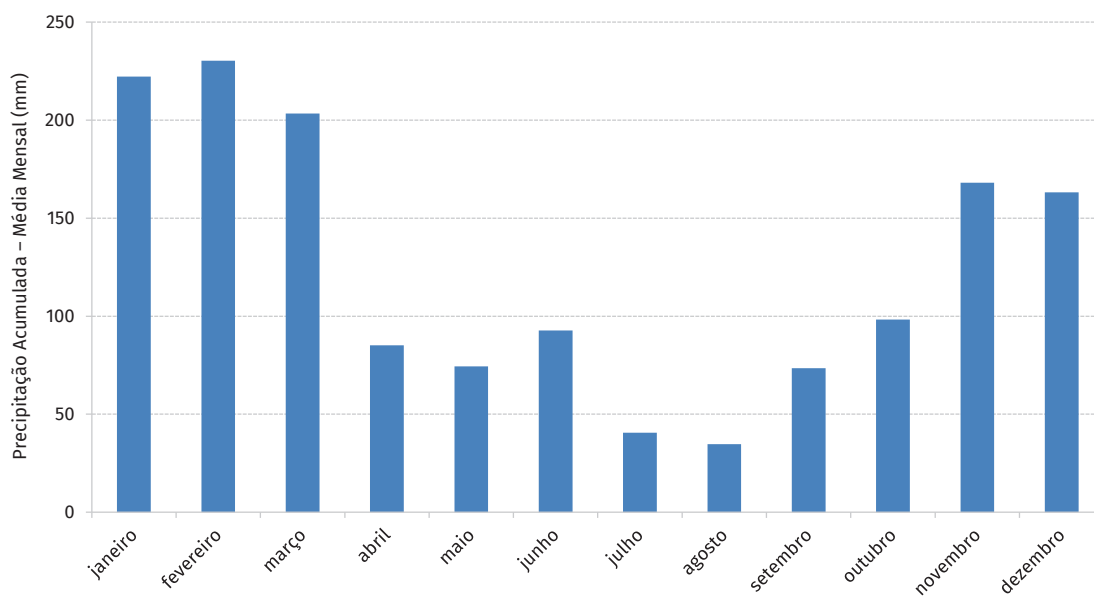


FIGURA 2.26 Precipitação média mensal no Posto Vila Mariana Rua Vergueiro



2.4 RELEVO

As elevações na bacia do Uberaba variam de 816 m na cabeceira até 708 m no exutório.

Os elementos topográficos do sítio urbano de São Paulo nos quais a bacia se insere são os terraços fluviais do nível intermediário; os baixos terraços fluviais do vale do Pinheiros, em geral mantidos por cascalheiros e aluviões antigas; e a planície aluvial do Pinheiros. Esta é dotada de dois níveis: a planície de inundação, sujeita a inundações periódicas, ligeiramente mais alta e menos encharcada, e com domínio

de aluviões argiloarenosas e solos turfosos de várzea; e a planície sujeita a enchentes anuais, caracterizada como uma zona de “banhados” marginais e meandros abandonados, com solos argilosos escuros e permanentemente encharcados⁶.

Na **FIGURA 2.27** é apresentado o perfil longitudinal do córrego Uberaba.

O Mapa Hipsométrico com as elevações da bacia do Uberaba é apresentado na **FIGURA 2.28**. Ele foi desenvolvido por meio de informações de elevação do Mapa Digital da Cidade (MDC).

6. AB'SÁBER, A. N. O Sítio Urbano de São Paulo. In: AZEVEDO, A. (org.), *A cidade de São Paulo: estudo de geografia urbana*, São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1958. p. 169-243.

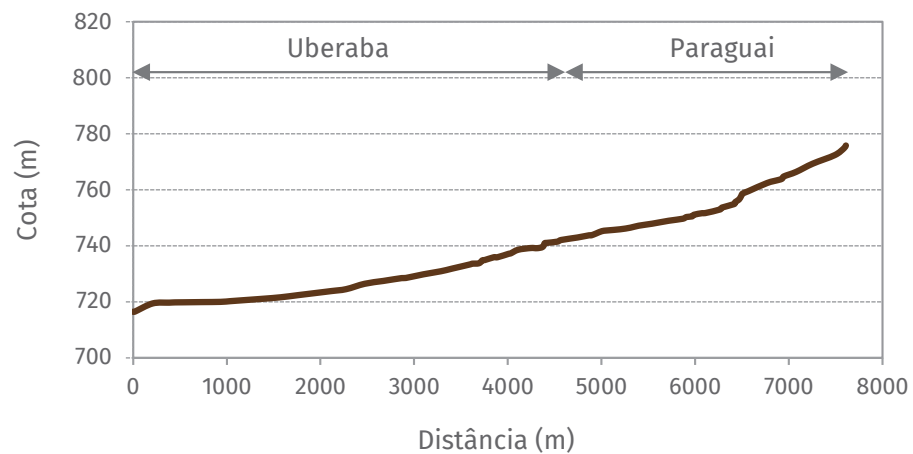
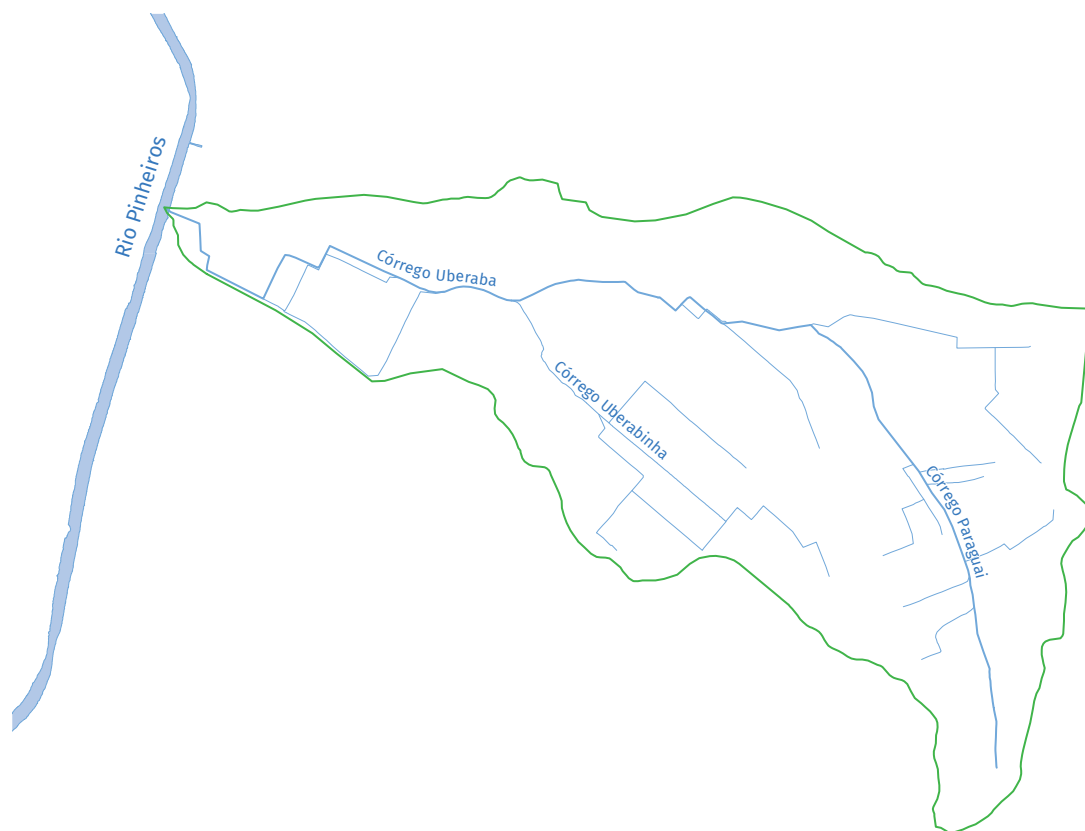
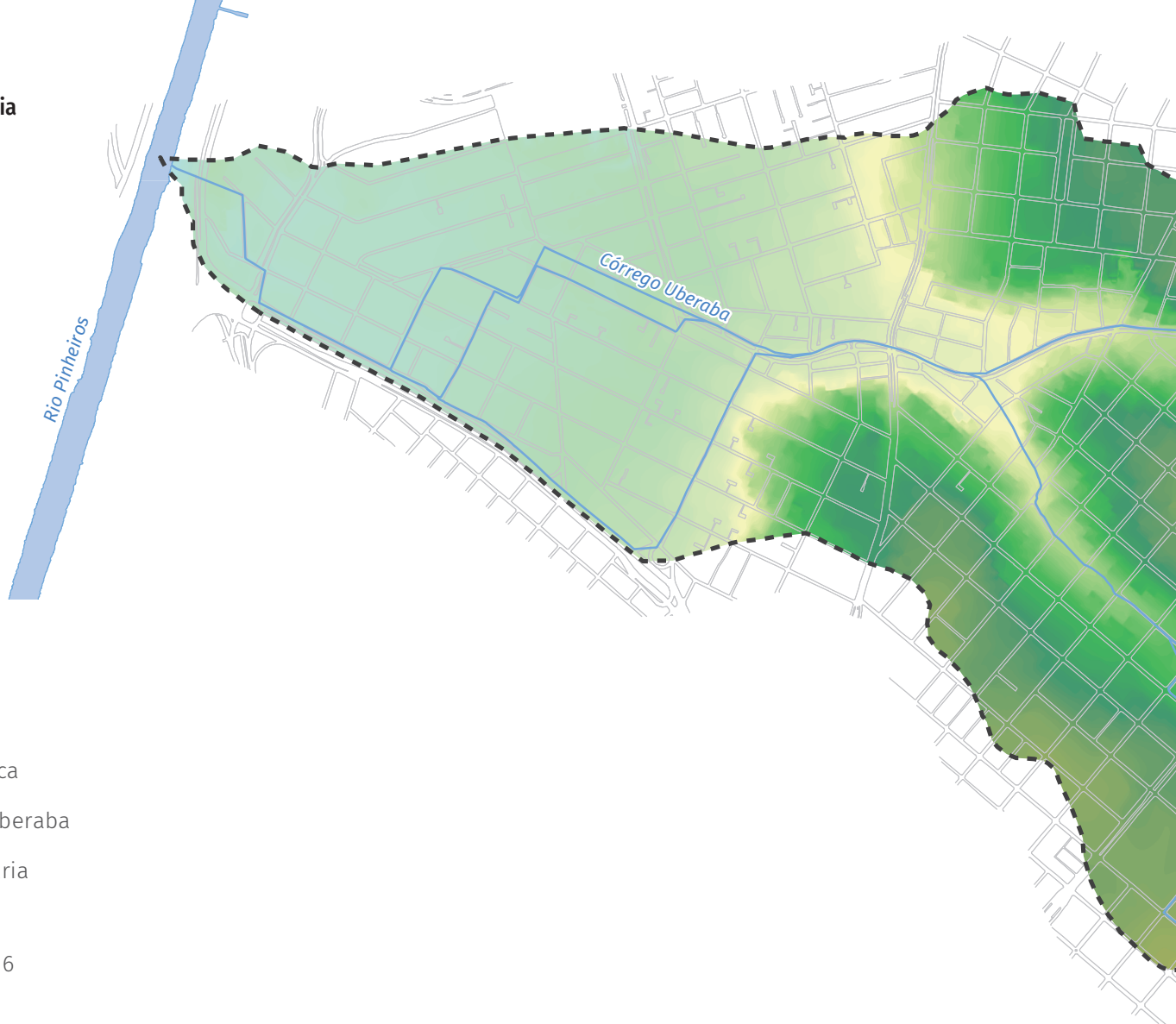


FIGURA 2.27 Perfil longitudinal do córrego Uberaba

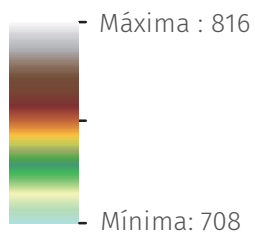
FIGURA 2.28 Mapa hipsométrico da bacia do córrego Uberaba



Convenção

- Rede Hídrica
- - - - - Bacia do Uberaba
- Quadra Viária

Elevação (m)



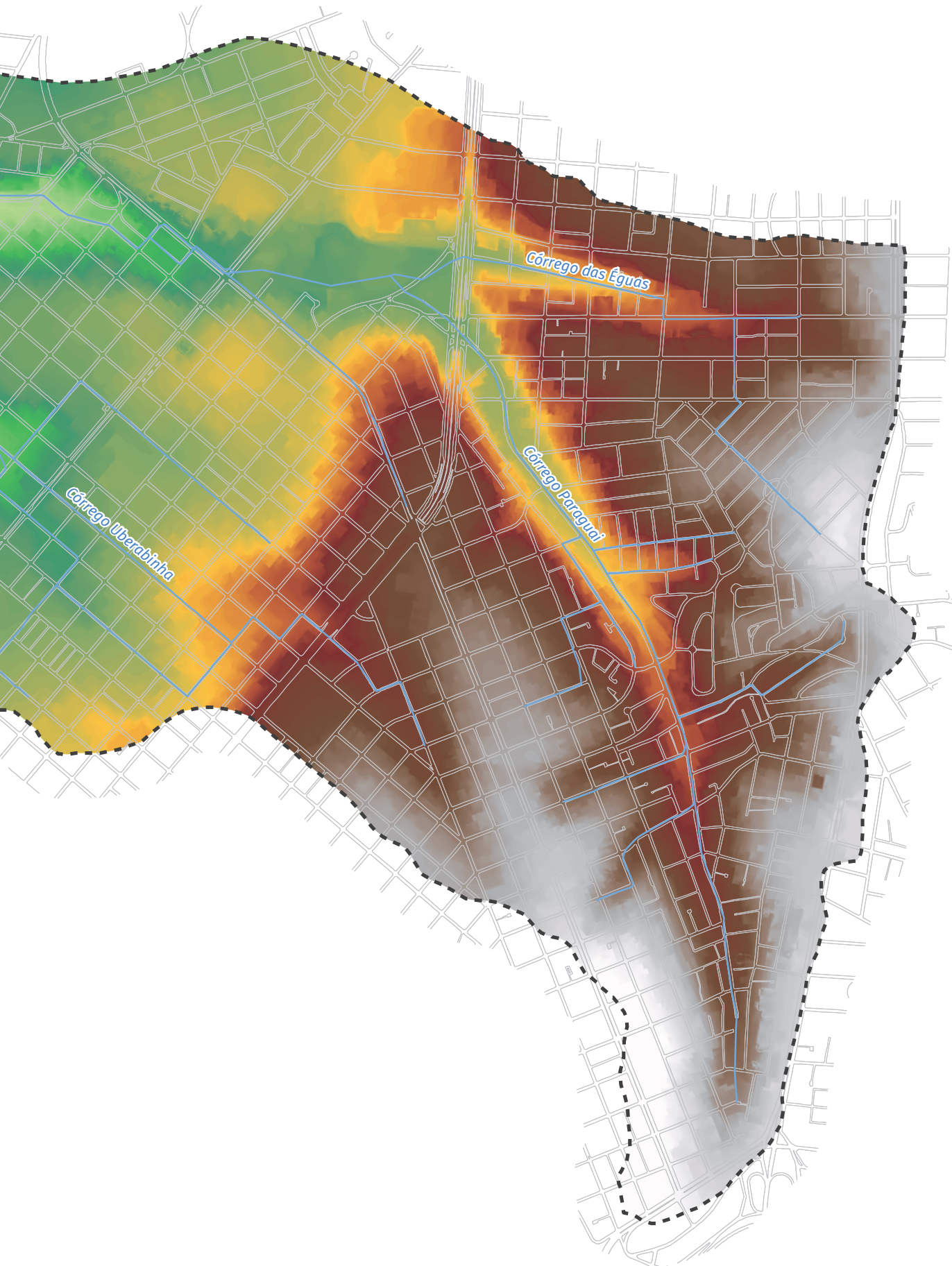
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

FORNTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004)
e Mapa Hidrográfico do Município (2019)



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica





2.5 CARTA GEOTÉCNICA

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

A **FIGURA 2.29** apresenta a carta geotécnica na área da bacia do Uberaba, com suas unidades geológicas. Destaca-se nesse mapa a planície aluvial e as áreas de fundo de vale com baixa declividade (menores que 5%),

com predominância de solo arenoargiloso, solos compressíveis e terra mole, onde o nível do lençol freático é raso.

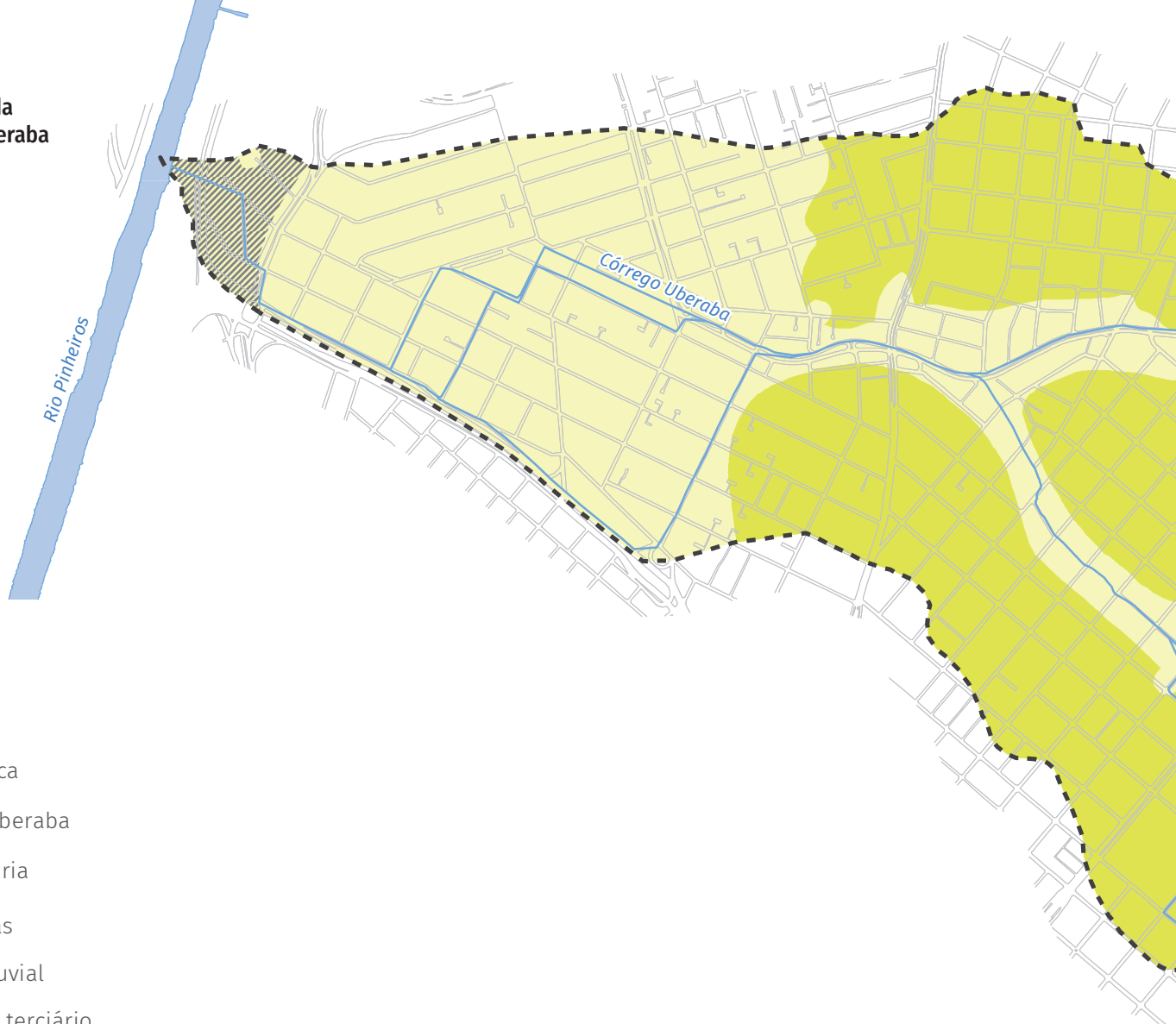
A bacia constitui-se de sedimento terciário, formado predominantemente por argilitos, siltitos, arenitos e conglomerados. Capeando esses sedimentos, há uma camada relativamente espessa de solo argiloso laterizado, vermelho, denominado tecnicamente de “argila porosa”.

O solo superficial apresenta textura argilosa e é bem laterizado; o horizonte mais profundo tem textura predominantemente argilosa, com intercalações mais arenosas, onde podem ocorrer lençóis d’água suspensos.



Mapeamento 1930 – SARA, região de planície do Rio Pinheiros (imagens disponíveis no GeoSampa)

FIGURA 2.29 Carta geotécnica na área da bacia do córrego Uberaba



Convenção

- Rede Hídrica
- - - Bacia do Uberaba
- Quadra Viária

Classes Geotécnicas

- Planície aluvial
- Sedimento terciário
- Terra mole, solo compressível

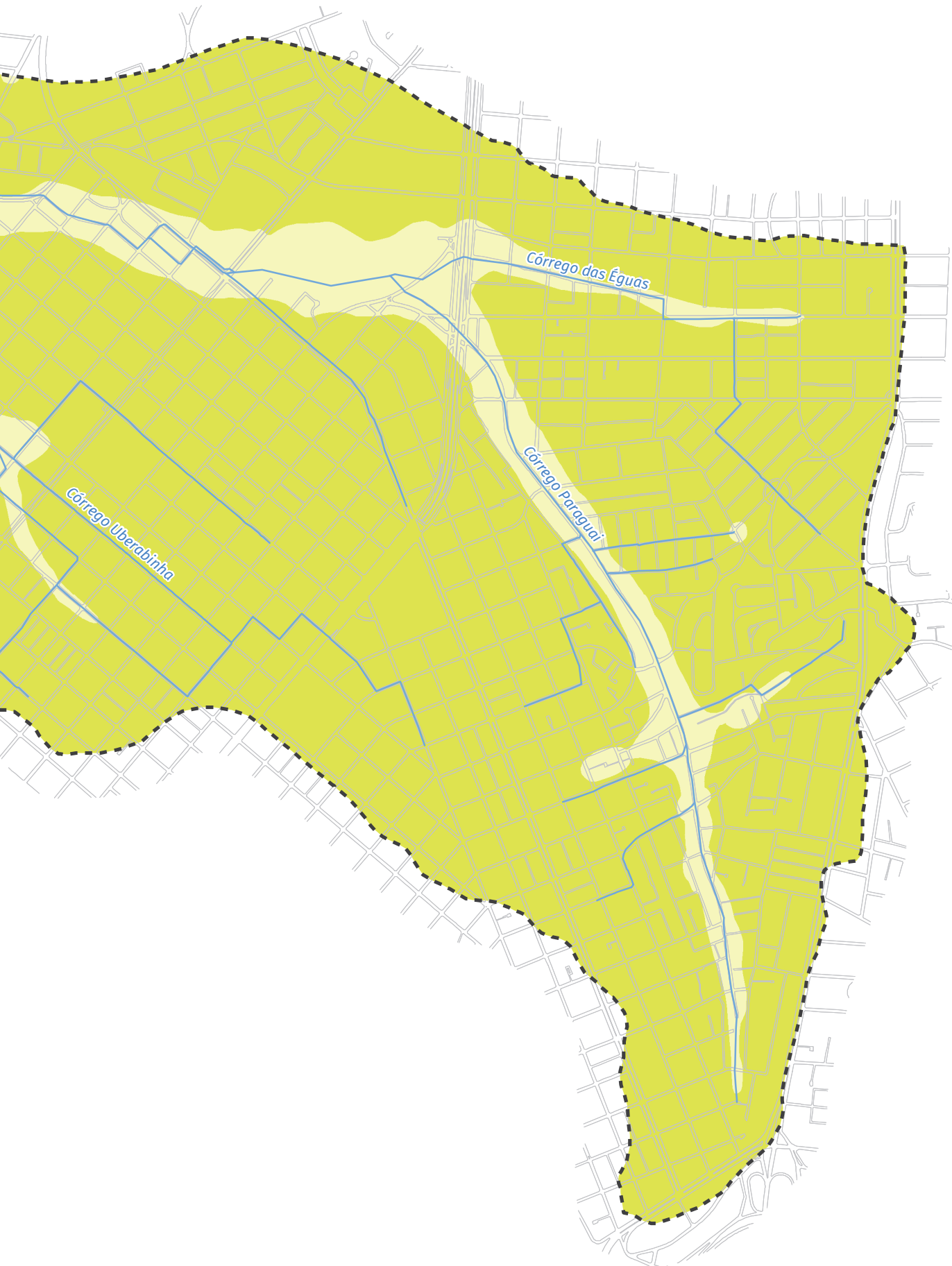
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004),
Mapa Hidrográfico do Município (2019) e Carta
Geotécnica do Município de São Paulo (1993)



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica





Córrego das Éguas

Córrego Paraguaí

Córrego Uberabinha

2.6 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 adota 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 Uberaba com suas respectivas porcentagens em relação à área total da bacia. O mapa contendo os usos predominantes do solo é apresentado na **FIGURA 2.30**.

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

Os parques e as áreas verdes existentes na bacia do córrego Uberaba e adjacências estão localizados no mapa da **FIGURA 2.31**.

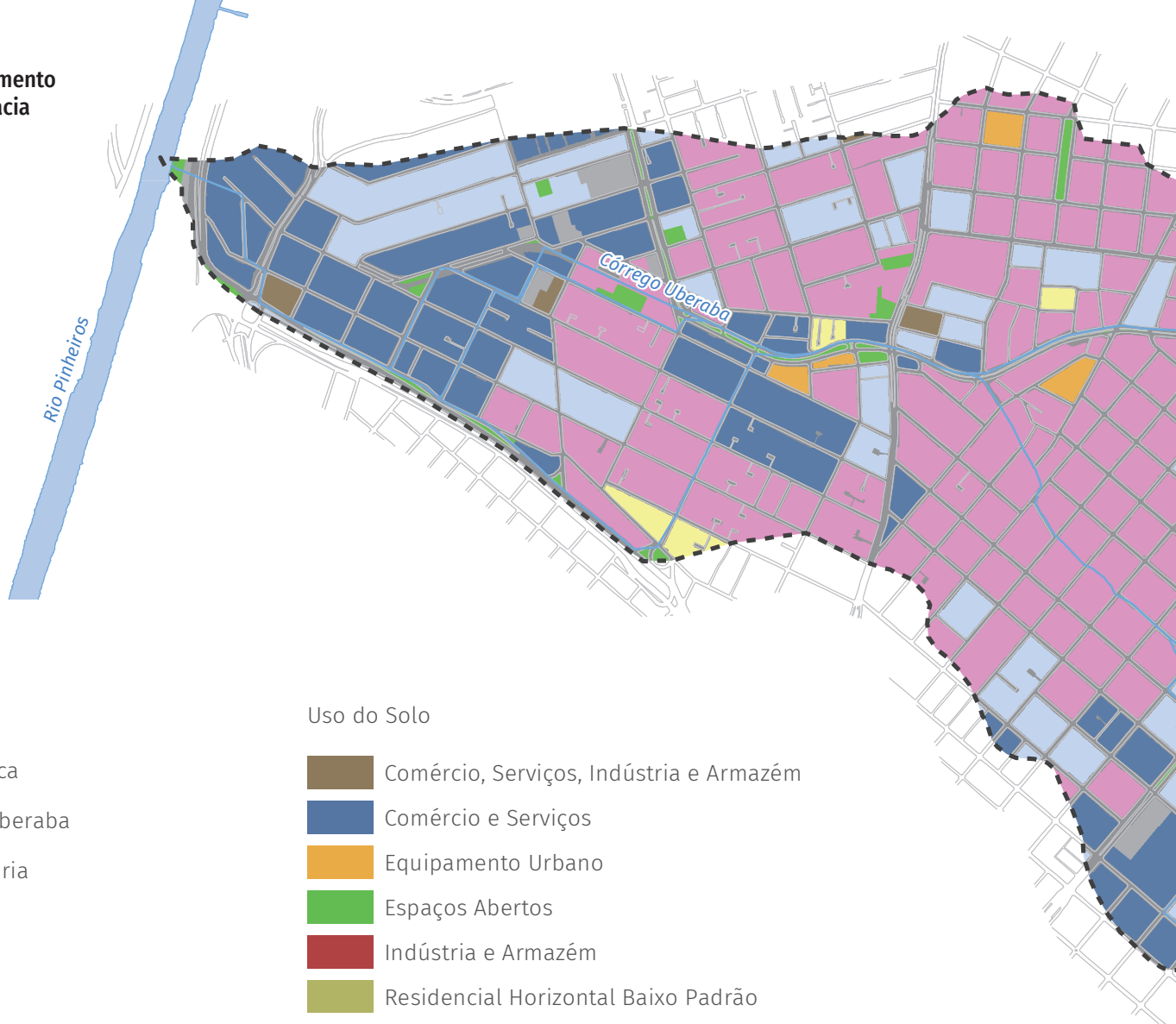
TABELA 2.1 Usos do solo registrados na bacia do córrego Uberaba

Usos do solo	Área (km ²)	Área da bacia (%)
Residencial Vertical Médio Alto Padrão	3,12	29,3
Viário	2,79	26,2
Residencial Horizontal Médio Alto Padrão	1,78	16,8
Residencial, Comércio e Serviços	1,26	11,8
Comércio e Serviços	0,82	7,7
Equipamento Público	0,58	5,4
Espaços Abertos	0,18	1,7
Ruas e Áreas Pavimentadas	0,04	0,4
Comércio, Serviços, Indústria e Armazém	0,03	0,3
Indústria e Armazém	0,01	0,1
Residencial Horizontal Baixo Padrão	0,01	0,1
Residencial, Indústria e Armazém	0,01	0,1
Total	10,6	100,0




An aerial photograph of a densely populated urban area in São Paulo, Brazil. The image shows a vast expanse of residential buildings with red-tiled roofs, interspersed with streets and green spaces. A prominent white outline traces a path through the city, likely representing a drainage basin or a specific urban boundary. In the upper right, there is a large green area with a pond. In the lower right, a large sports stadium is visible. The overall scene is a high-density urban environment.

*Bacia do
Córrego Uberaba*

FIGURA 2.30 Mapeamento do uso do solo na bacia do córrego Uberaba



Convenção

-  Rede Hídrica
-  Bacia do Uberaba
-  Quadra Viária

Uso do Solo

-  Comércio, Serviços, Indústria e Armazém
-  Comércio e Serviços
-  Equipamento Urbano
-  Espaços Abertos
-  Indústria e Armazém
-  Residencial Horizontal Baixo Padrão
-  Residencial Horizontal Médio Alto Padrão
-  Residencial Vertical Médio Alto Padrão
-  Residencial, Comércio e Serviços
-  Residencial, Indústria e Armazém
-  Ruas e Áreas Pavimentadas

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004),
Mapa Hidrográfico do Município (2019) e Sec.
Municipal da Fazenda (2013, atualizado)



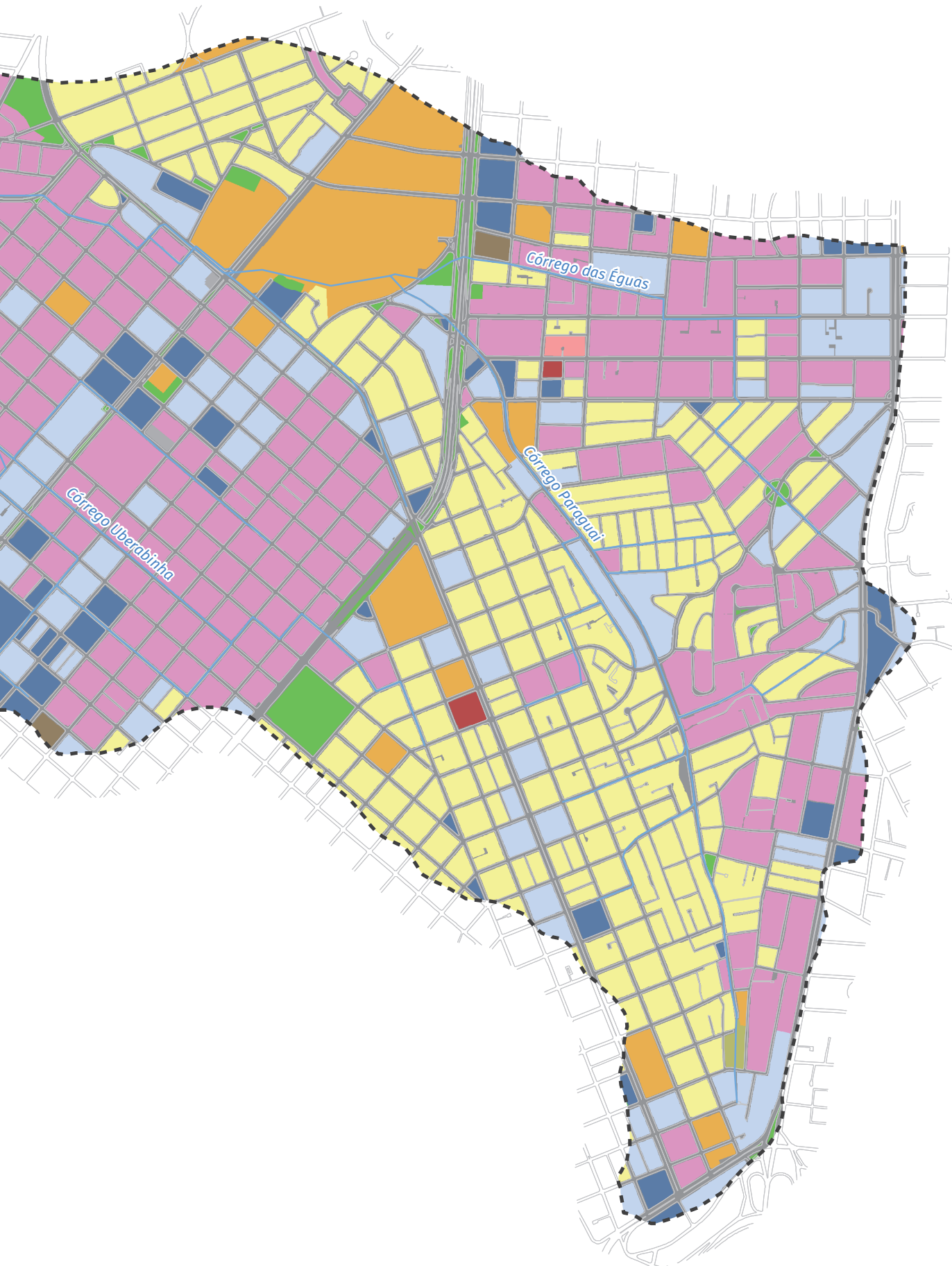








FIGURA 2.31 Parques e áreas verdes das bacia do córrego Uberaba e adjacências



Convenção

-  Rede Hídrica
-  Bacia do Uberaba
-  Quadra Viária

Parques Municipais e Estaduais

-  Existente
-  Em implantação
-  Em planejamento

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004),
Mapa Hidrográfico do Município (2019), Plano
Diretor Estratégico (2014) e FCTH (2018)



2.7 ZONEAMENTO URBANO

O zoneamento da bacia do córrego Uberaba se insere no contexto do Plano Regional das subprefeituras da Vila Mariana e de Pinheiros.

O Plano Diretor Estratégico – PDE (Lei nº 16.050/2014) orienta o planejamento urbano municipal, e seus objetivos, diretrizes e prioridades devem ser respeitados, dentre outros, pela Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo; os Planos Regionais Estratégicos; os Planos de Bairros; os planos setoriais de políticas urbano-ambientais; e as 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 essa nova Lei de Zoneamento, as zonas foram organizadas em três diferentes agrupamentos:

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

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

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

A bacia do córrego Uberaba está inserida nas macroáreas de redução da vulnerabilidade urbana, qualificação da urbanização, urbanização consolidada, estruturação metropolitana, controle e qualificação urbana e ambiental e redução da vulnerabilidade urbana e recuperação ambiental, conforme pode ser visualizado na **FIGURA 2.32**.

As áreas da bacia do córrego Uberaba, pertencente ao Plano Regional das Sub-prefeituras da Vila Mariana e de Pinheiros, apresentam seu zoneamento classificado conforme indica a **FIGURA 2.33**.

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

A Lei de Zoneamento Urbano criou a quota ambiental (QA), que resguarda 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).

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

Zonas	Sigla	Área da bacia (%)
Zona Mista	ZM	31,82
Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana	ZEU	28,59
Zona Exclusivamente Residencial 1	ZER-1	16,23
Zona Centralidade	ZC	7,98
Zona Predominantemente Residencial	ZPR	3,49
Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana Previsto	ZEUP	3,23
Zona Corredor 2	ZCOR-2	2,53
Praças e Canteiros	PracaCant	1,90
Clubes Esportivos Sociais	AC-1	1,67
Zona Corredor 3	ZCOR-3	1,39
Zona Corredor 1	ZCOR-1	0,55
Zona Especial de Preservação Ambiental	ZEPAM	0,34
Zona Especial de Interesse Social 1	ZEIS-1	0,23
Zona Especial de Interesse Social 3	ZEIS-3	0,06
Zona de Preservação e Desenvolvimento Sustentável	ZPDS	0,005

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 § 2º do mesmo artigo cita que lotes com área total menor ou igual a 500 m² estão isentos de aplicação da QA.

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

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

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

e o potencial de transformação de cada perímetro.

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

Cada perímetro possui uma nota relativa à vegetação e outra à drenagem, sendo tanto maior quanto pior a situação existente do perímetro. A nota relacionada ao potencial de transformação possui escala inversa, ou seja, nota menor quanto menor seu potencial de transformação. Após a somatória das notas, obteve-se que perímetros com baixo desempenho ambiental e alto potencial de transformação teriam exigências maiores em termos de QA, assim como perímetros com alto desempenho ambiental e baixo potencial de transformação teriam exigências menores em termos de QA⁷.

Foram delimitados 13 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

7. 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.

tem como diretriz impedir a expansão urbana e promover a preservação ambiental e os usos sustentáveis dos recursos naturais, inclusive com atividades agrícolas e produção de alimentos. A **TABELA 2.3** apresenta a taxa de permeabilidade mínima permitida em cada PA.

A **FIGURA 2.34** indica os perímetros de qualificação ambiental existentes na bacia

do córrego Uberaba, e a **FIGURA 2.35** mostra a taxa de permeabilidade mínima estabelecida por perímetro ambiental e zonas específicas. O zoneamento urbano das bacias em estudo indica as zonas ZEPAM, ZCOR e ZER pertencentes às bacias que devem obedecer às taxas estabelecidas pelas zonas e não pelo perímetro ambiental.

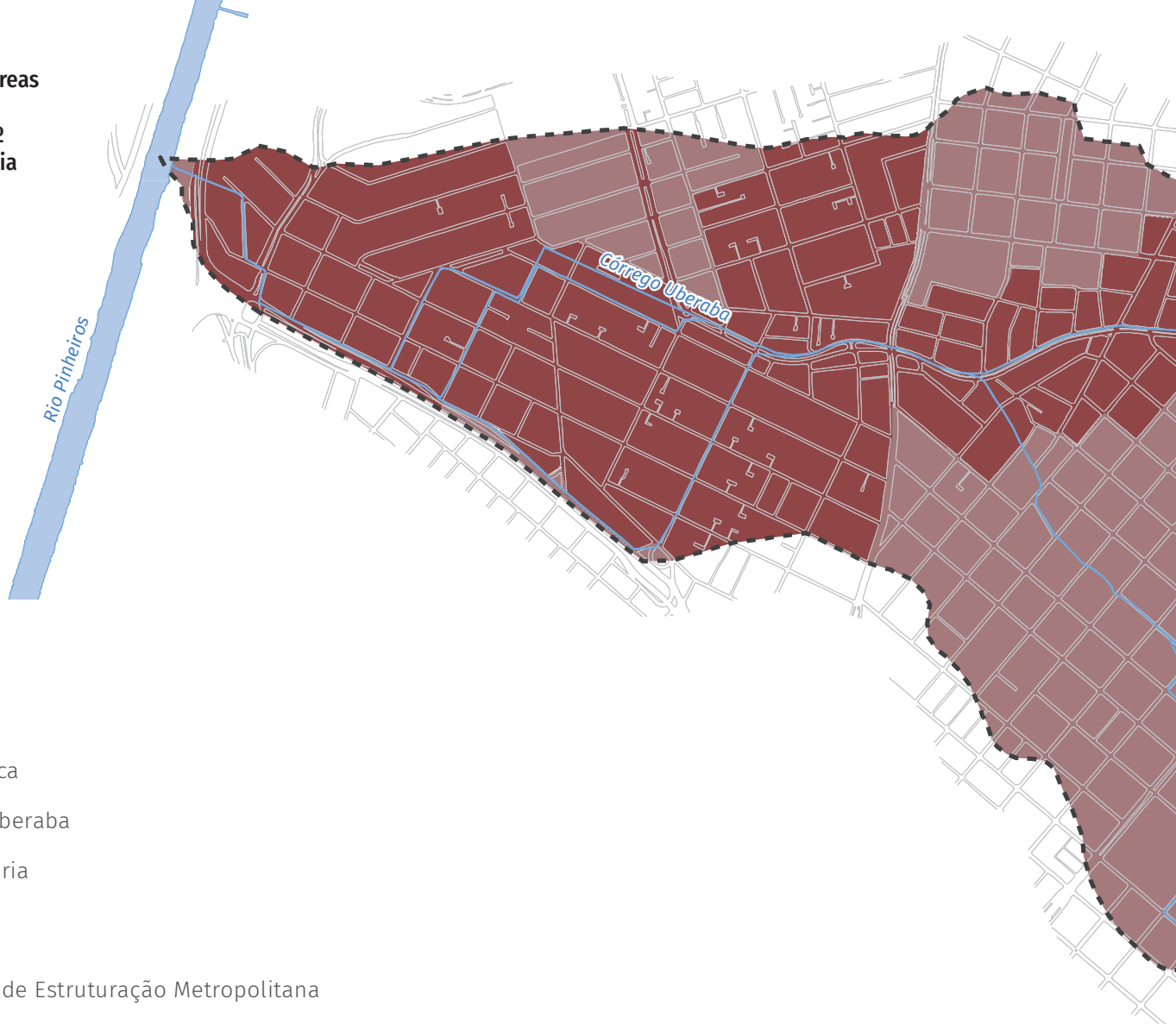
TABELA 2.3 Taxa de Permeabilidade Mínima nos Perímetros de Qualificação Ambiental (Quadro 3A – Quota Ambiental)		
Perímetro de Qualificação Ambiental	TAXA DE PERMEABILIDADE ^(a)	
	Lote ≤ 500 m ²	Lote > 500 m ²
PA1	0,15	0,25
PA2	0,15	0,25
PA3	0,15	0,25
PA4	0,15	0,25
PA5	0,15	0,25
PA6	0,15	0,20
PA7	0,15	0,20
PA8	0,15	0,20
PA9	0,10	0,15
PA10	0,20	0,25
PA11	0,20	0,30
PA12	0,20	0,30
PA13 (b)	NA	NA

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

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

Fonte: Adaptado do Quadro 3A – Anexo integrante da Lei nº 16.402/2016.

FIGURA 2.32 Macroáreas de Uso e Ocupação Do Solo – PDE (Lei nº 16.050/2014), na bacia do córrego Uberaba



Convenção

- Rede Hídrica
- - - Bacia do Uberaba
- Quadra Viária

Macroáreas

- Macroárea de Estruturação Metropolitana
- Macroárea de Urbanização Consolidada

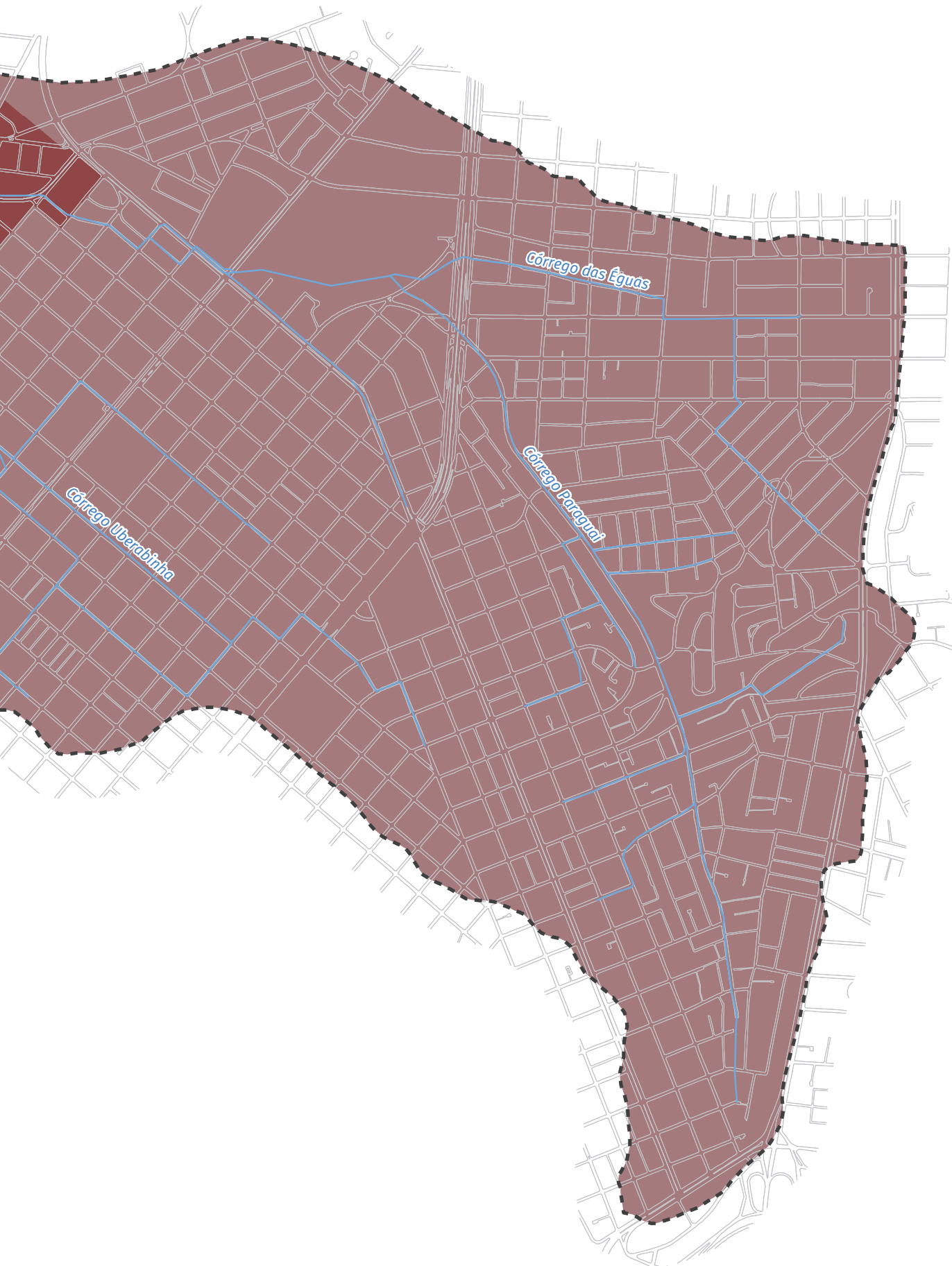
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004),
Mapa Hidrográfico do Município (2019) e
Plano Diretor Estratégico (2014)



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica



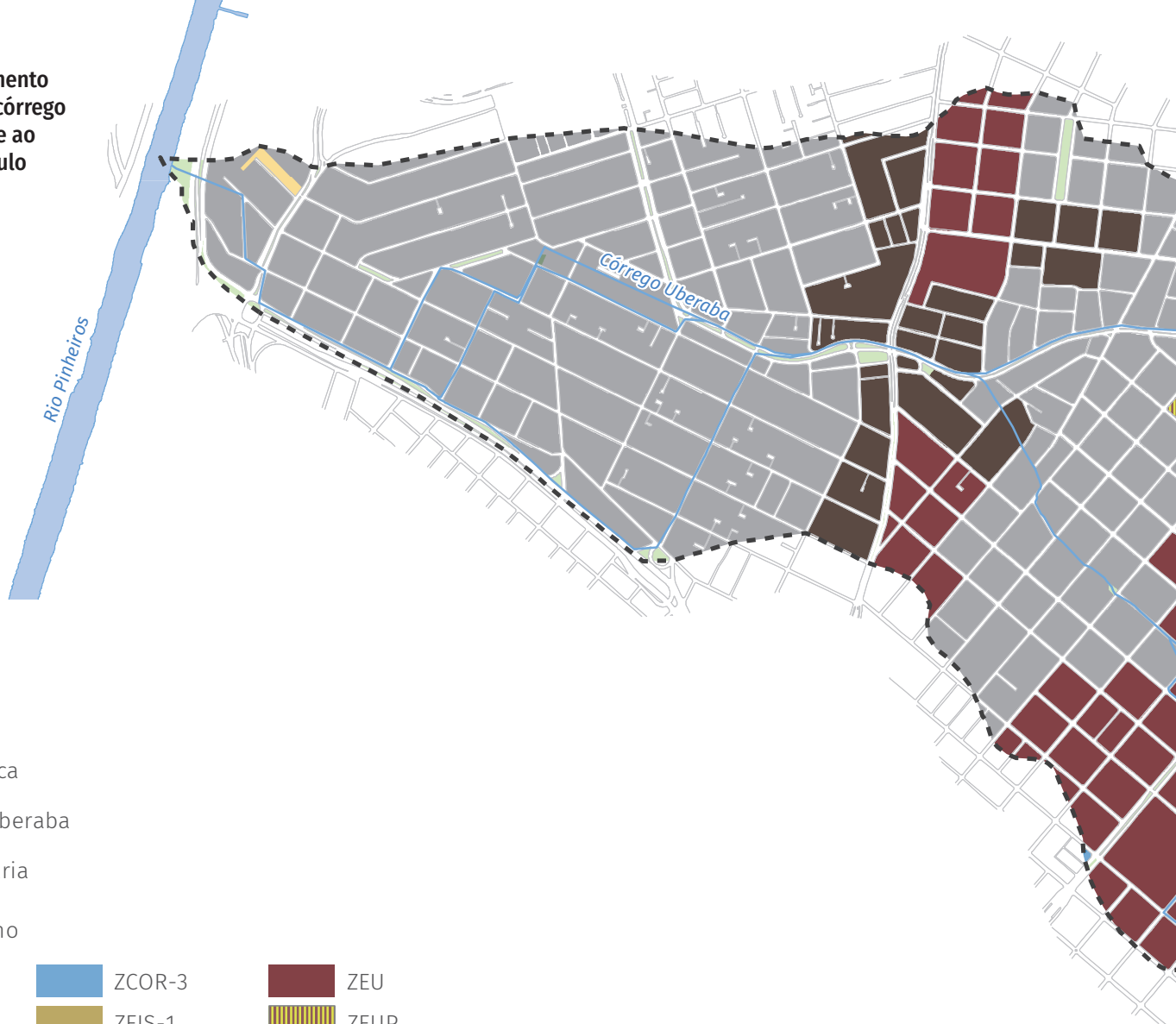


Córrego Uberabinha




Córrego das Éguas

Córrego Paracanal
















FIGURA 2.33 Zoneamento urbano na bacia do córrego Uberaba pertencente ao Município de São Paulo



Convenção

-  Rede Hídrica
-  Bacia do Uberaba
-  Quadra Viária

Zoneamento Urbano

- | | | |
|--|--|--|
|  AC-1 |  ZCOR-3 |  ZEU |
|  Praça/Cant. |  ZEIS-1 |  ZEUP |
|  ZC |  ZEIS-3 |  ZM |
|  ZCOR-1 |  ZEPAM |  ZPDS |
|  ZCOR-2 |  ZER-1 |  ZPR |

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004),
Mapa Hidrográfico do Município (2019) e Lei de
Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (2016)



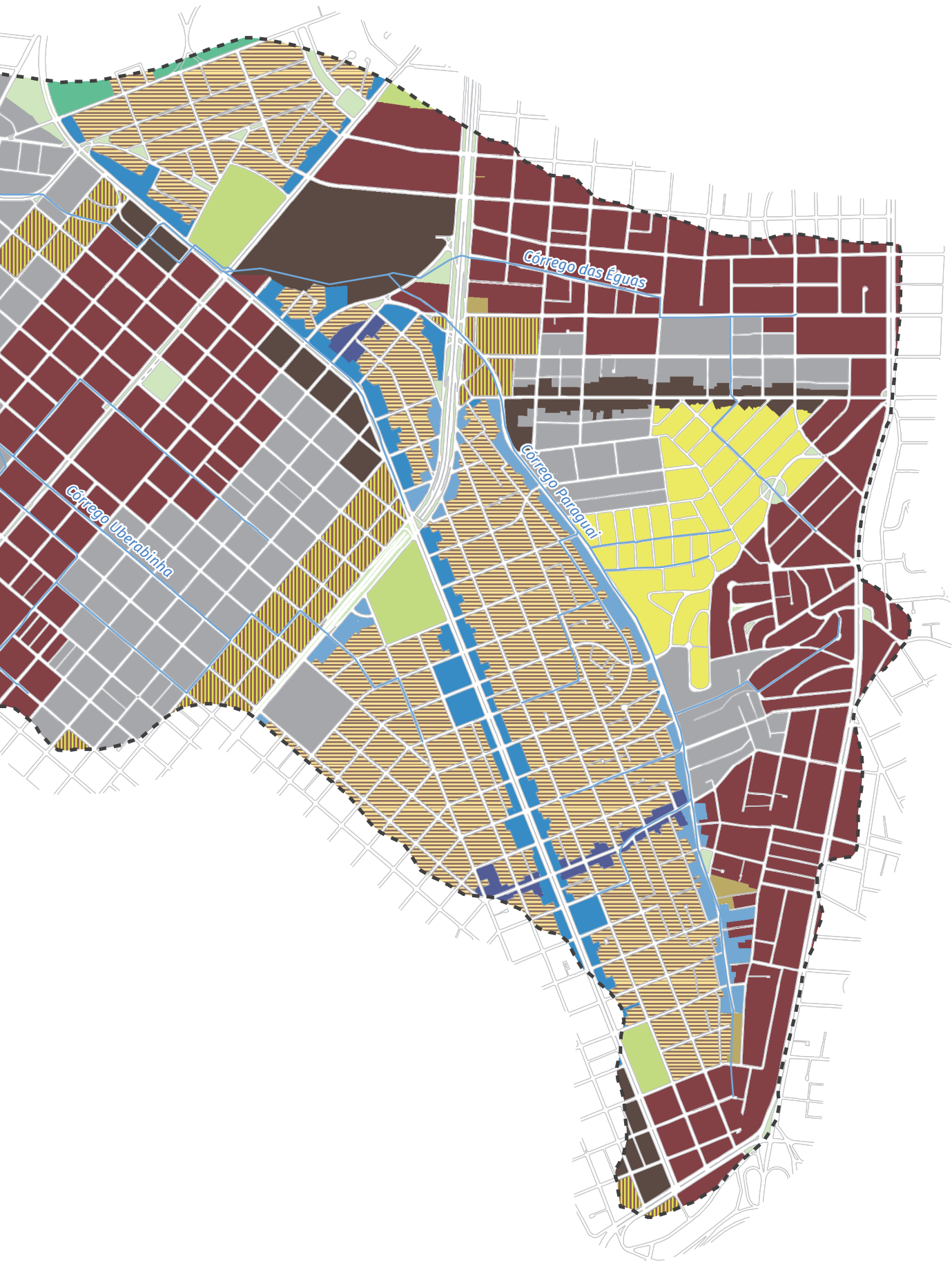
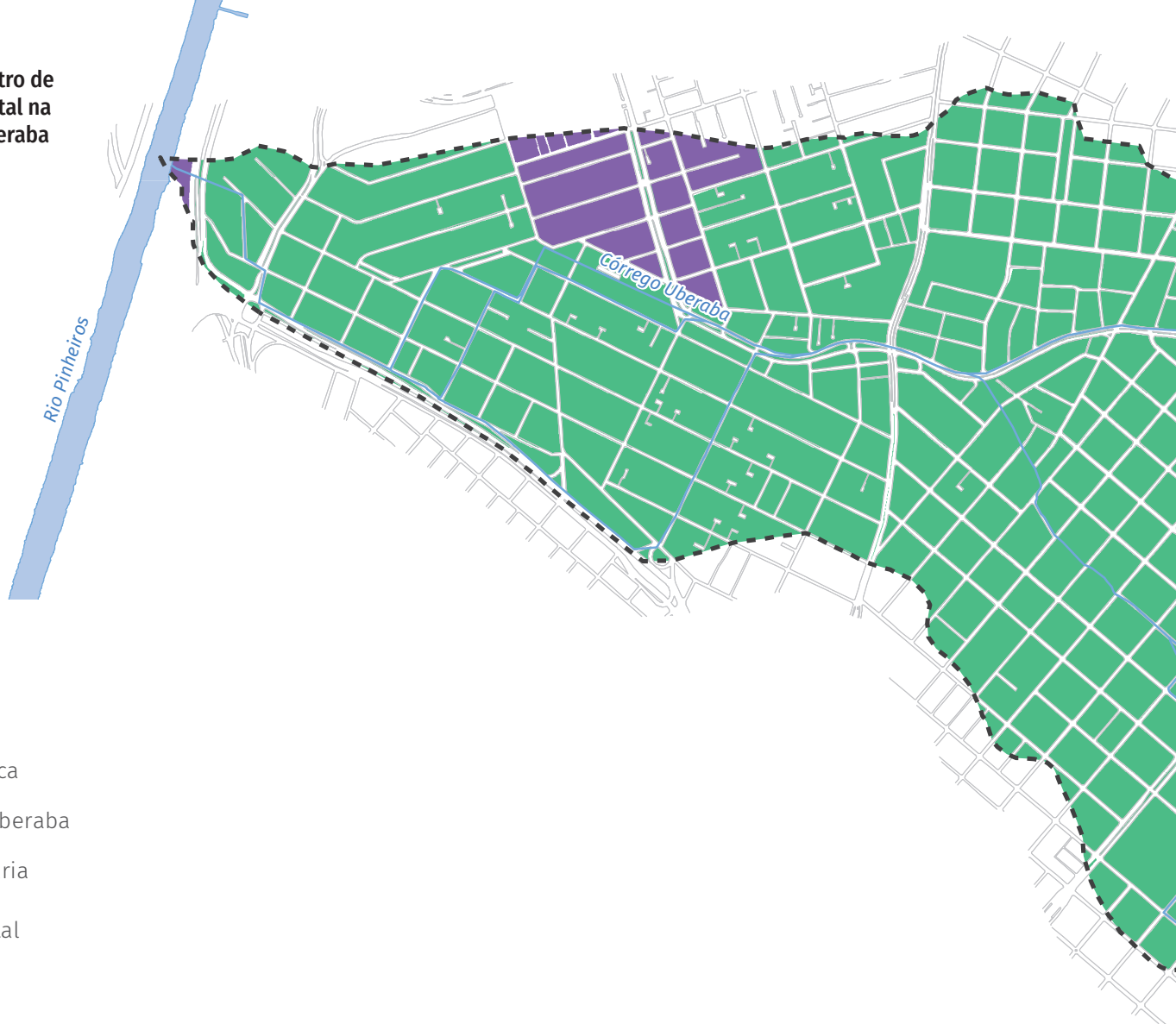


FIGURA 2.34 Perímetro de qualificação ambiental na bacia do córrego Uberaba



Convenção

- Rede Hídrica
- - - Bacia do Uberaba
- Quadra Viária

Perímetro Ambiental

- PA 4
- PA 5

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004),
Mapa Hidrográfico do Município (2019) e Lei de
Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (2016)



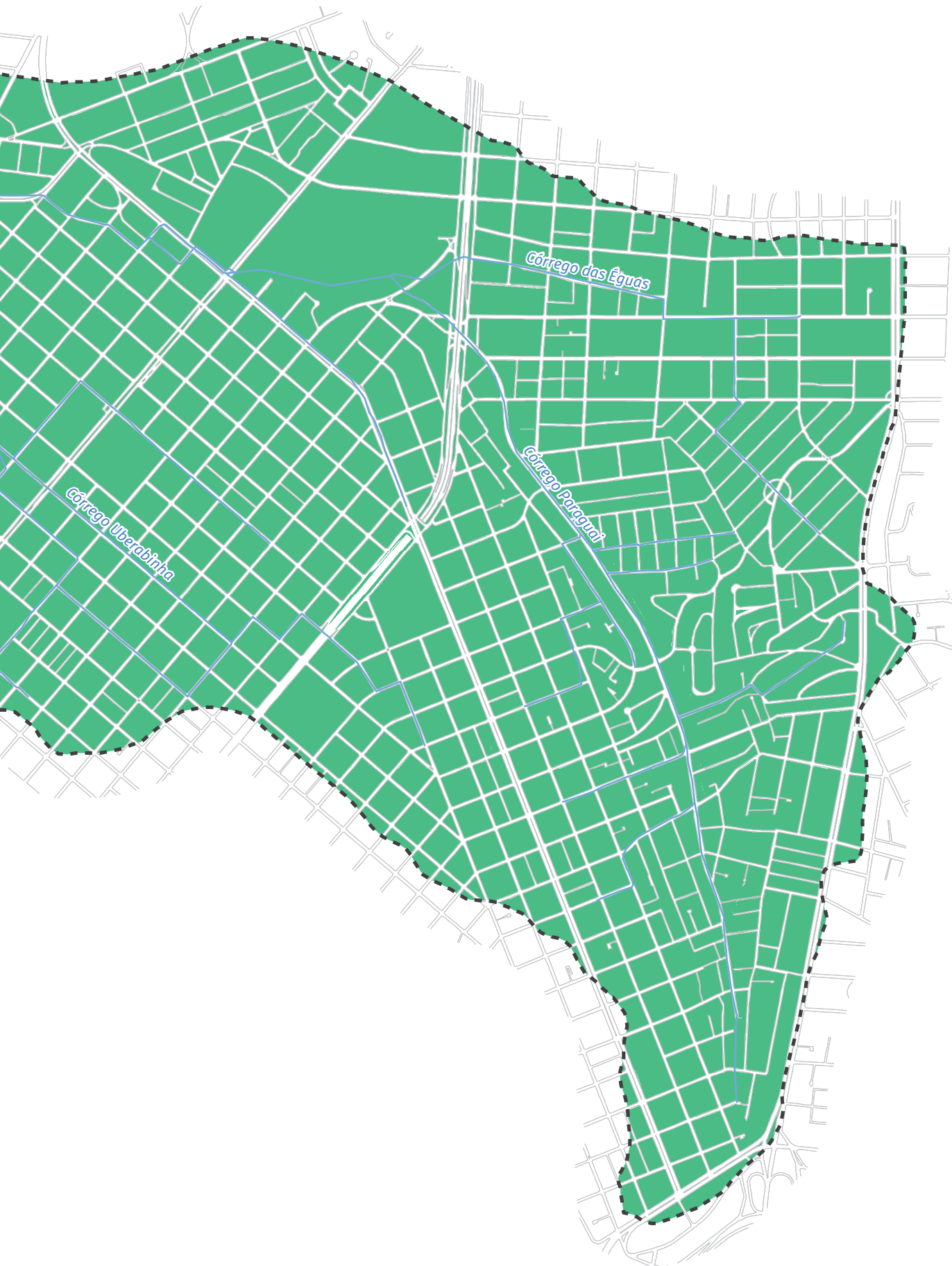
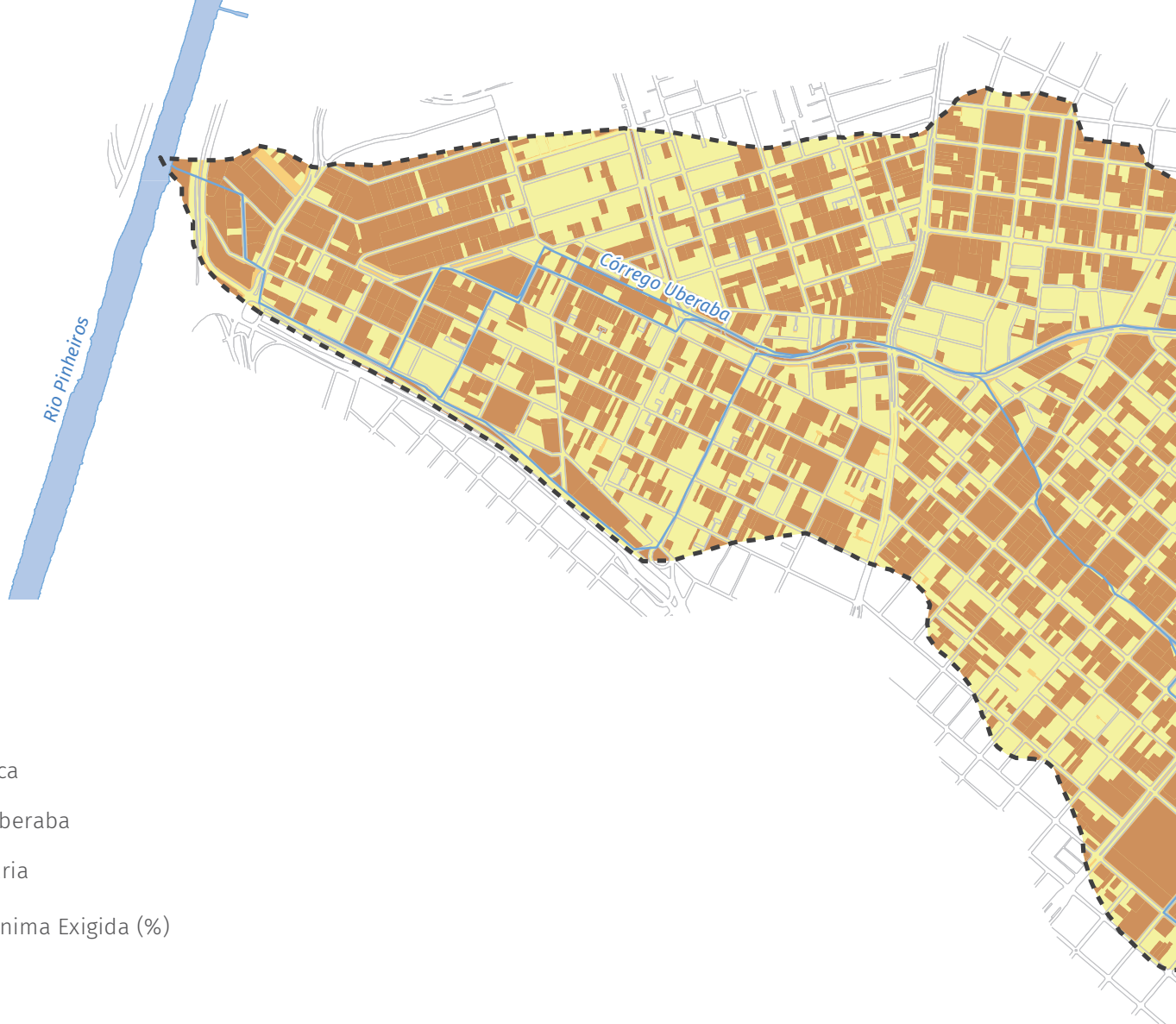


FIGURA 2.35 Taxa de permeabilidade mínima na bacia do córrego Uberaba



Convenção

- Rede Hídrica
- - - - - Bacia do Uberaba
- Quadra Viária

Permeabilidade Mínima Exigida (%)

- 0 - 14
- 15 - 24
- 25 - 64
- 65 - 100

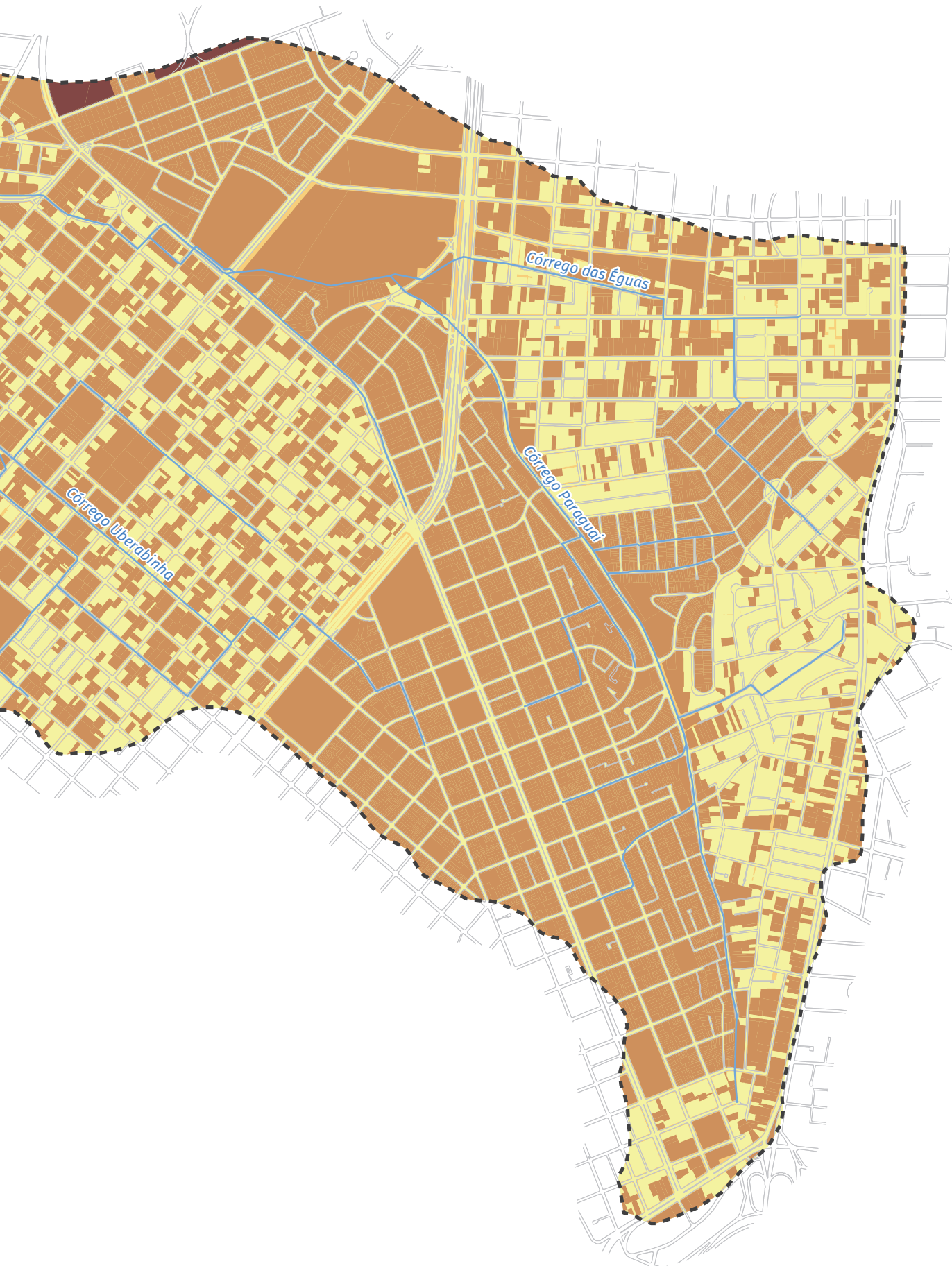
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004),
Mapa Hidrográfico do Município (2019) e Lei de
Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (2016)



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica





2.8 POPULAÇÃO

2.8.1 DENSIDADE DEMOGRÁFICA

A **FIGURA 2.36** apresenta a densidade populacional da bacia do córrego Uberaba, onde residem 162 mil habitantes.

2.8.2 ÍNDICE PAULISTA DE VULNERABILIDADE SOCIAL – IPVS

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

Na formulação do índice, assume-se o conceito de que a vulnerabilidade de um indivíduo, família ou grupo social refere-se a sua maior ou menor capacidade de controlar os fatos que afetam seu bem-estar. Considera que a vulnerabilidade à pobreza não se limita à privação de renda, mas expande-se 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 contribuiu 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 uma barreira de acesso aos serviços (educação, saúde, transportes etc.) e ao mercado de trabalho, além de não permitir o contato com redes sociais válidas que incrementam esse acesso. Nesse sentido, incorporou-se explicitamente aos grupos do IPVS a situação de aglomerado subnormal, que indica se o setor censitário caracteriza-se como favela. Da mesma forma, a diferenciação da situação urbana ou rural de setores censitários de baixa renda propicia a identificação de situações igualmente vulneráveis, mas que demandam políticas públicas distintas.

O IPVS consiste em uma tipologia de situações de exposição à vulnerabilidade,

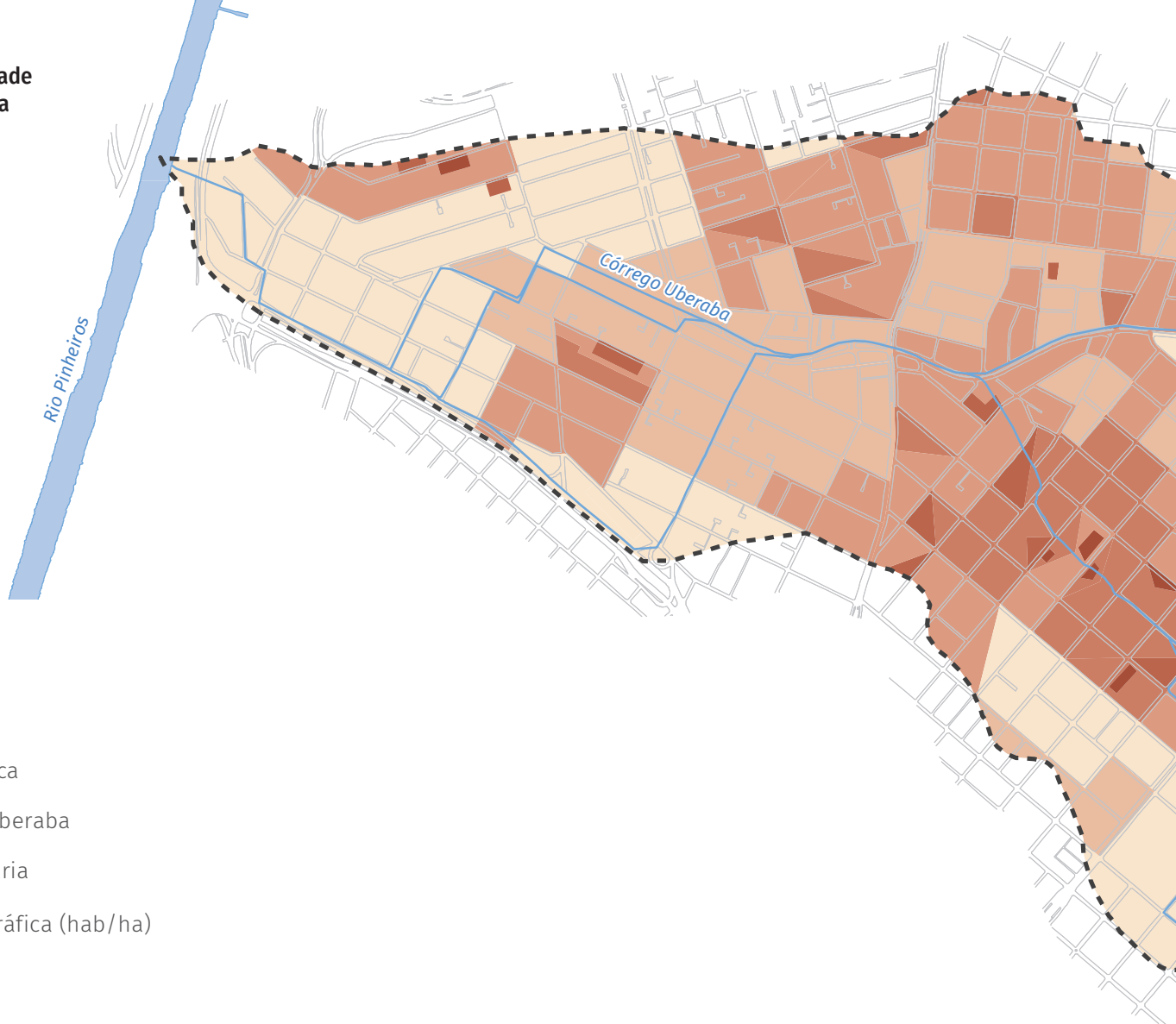
agregando aos indicadores de renda outros referentes ao ciclo de vida familiar e à escolaridade, no espaço intraurbano, como aglomerado subnormal (favela) e sua localização (urbana ou rural). Assim sendo, o IPVS é composto por dois fatores, o socioeconômico e o demográfico. Ao fator socioeconômico estão associadas as variáveis: renda domiciliar *per capita*, proporção de domicílios com renda domiciliar *per capita* de até meio salário mínimo, proporção de domicílios com renda domiciliar *per capita* de até um quarto do

salário mínimo, rendimento médio da mulher responsável pelo domicílio e proporção de pessoas responsáveis alfabetizadas. Ao fator demográfico estão associadas as variáveis: proporção de pessoas responsáveis de 10 a 29 anos, proporção de mulheres responsáveis de 10 a 29 anos, idade média das pessoas responsáveis e proporção de crianças de 0 a 5 anos de idade.

A **TABELA 2.4** indica a classificação dos grupos do IPVS 2010 para a bacia do córrego Uberaba.

TABELA 2.4 Grupos do IPVS na bacia do Uberaba					
Grupo	Dimensões		IPVS2010	Situação e tipo de setores por grupo	Classificação IPVS Uberaba (% área)
	Socioeconômica	Ciclo de vida familiar			
0	-	-	Sem informação	-	1,76
1	Muito alta	Famílias jovens, adultas e idosas	Baixíssima vulnerabilidade	Urbanos e rurais não especiais e subnormais	75,60
2	Média	Famílias adultas e idosas	Vulnerabilidade muito baixa	Urbanos e rurais não especiais e subnormais	21,91
3	Média	Famílias jovens	Vulnerabilidade baixa	Urbanos e rurais não especiais e subnormais	0,52
4	Baixa	Famílias adultas e idosas	Vulnerabilidade média	Urbanos não especiais e subnormais	0,03
5	Baixa	Famílias jovens em setores urbanos	Vulnerabilidade alta	Urbanos não especiais	0,00
6	Baixa	Famílias jovens residentes em aglomerados subnormais	Vulnerabilidade muito alta	Urbanos subnormais	0,18
7	Baixa	Famílias idosas, adultas e jovens em setores rurais	Vulnerabilidade alta	Rurais	-

FIGURA 2.36 Densidade demográfica da bacia do córrego Uberaba



Convenção

- Rede Hídrica
- - - - - Bacia do Uberaba
- Quadra Viária

Densidade demográfica (hab/ha)

- 0 - 50
- 51 - 100
- 101 - 300
- 301 - 600
- 601 - 1000
- 1001 - 4000

Nº de Habitantes: 162 mil (IBGE, 2010)

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004),
Mapa Hidrográfico do Município (2019) e Censo
Demográfico - IBGE (2010)



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica



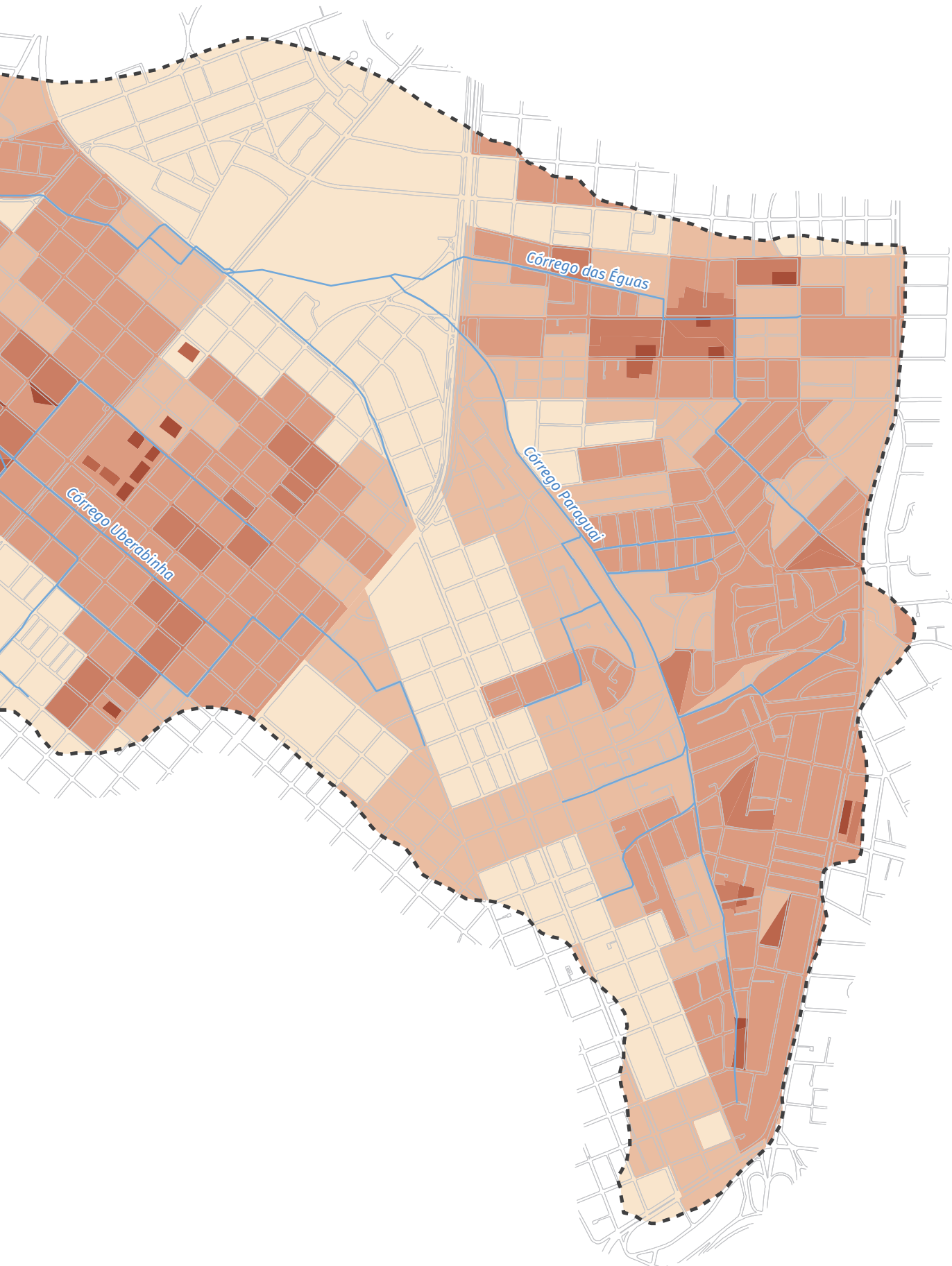
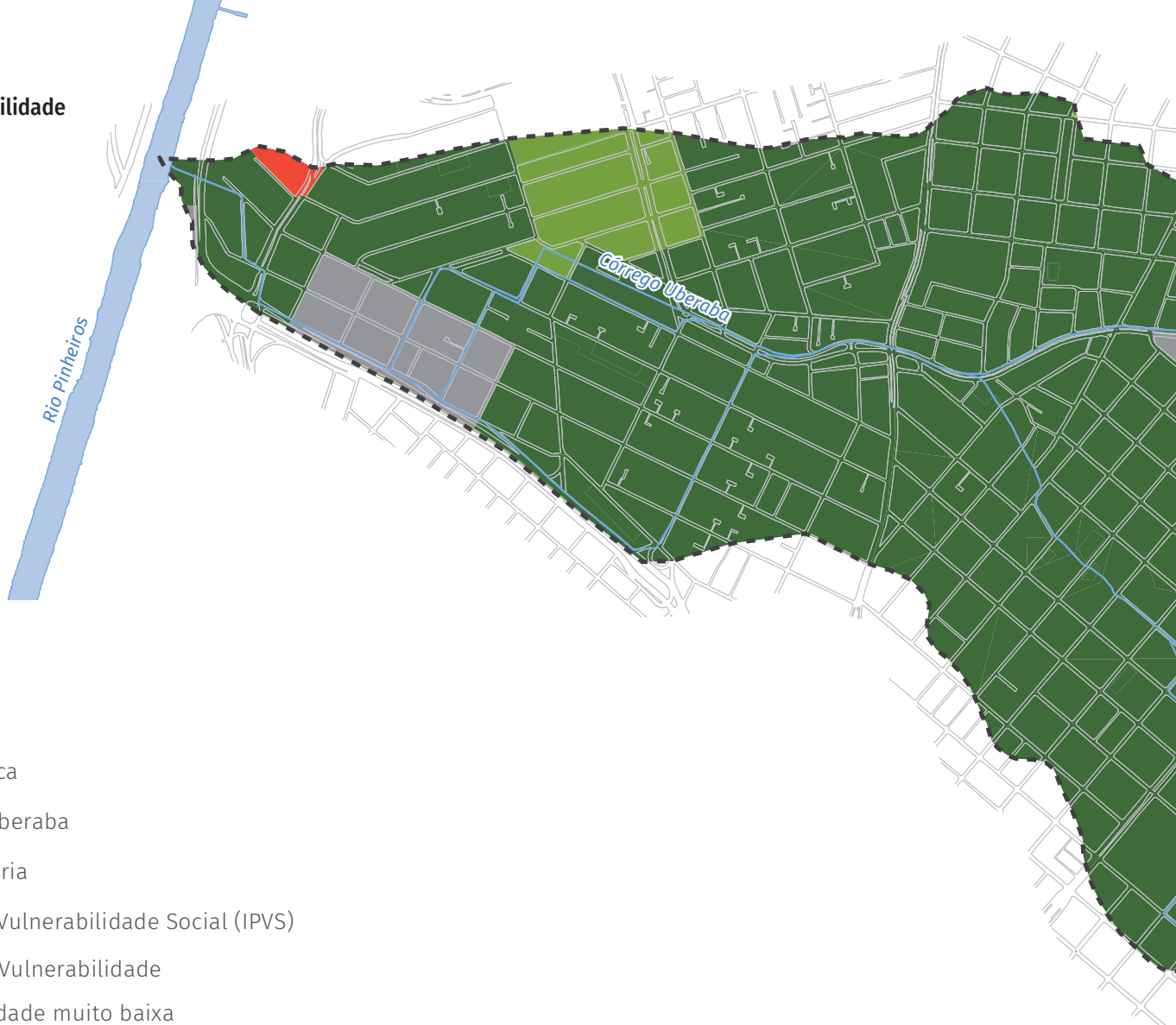












FIGURA 2.37 Índice Paulista de Vulnerabilidade Social da bacia do córrego Uberaba



Convenção

-  Rede Hídrica
-  Bacia do Uberaba
-  Quadra Viária

Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS)

-  Baixíssima Vulnerabilidade
-  Vulnerabilidade muito baixa
-  Vulnerabilidade baixa
-  Vulnerabilidade média
-  Vulnerabilidade alta
-  Vulnerabilidade muito alta
-  Sem informação

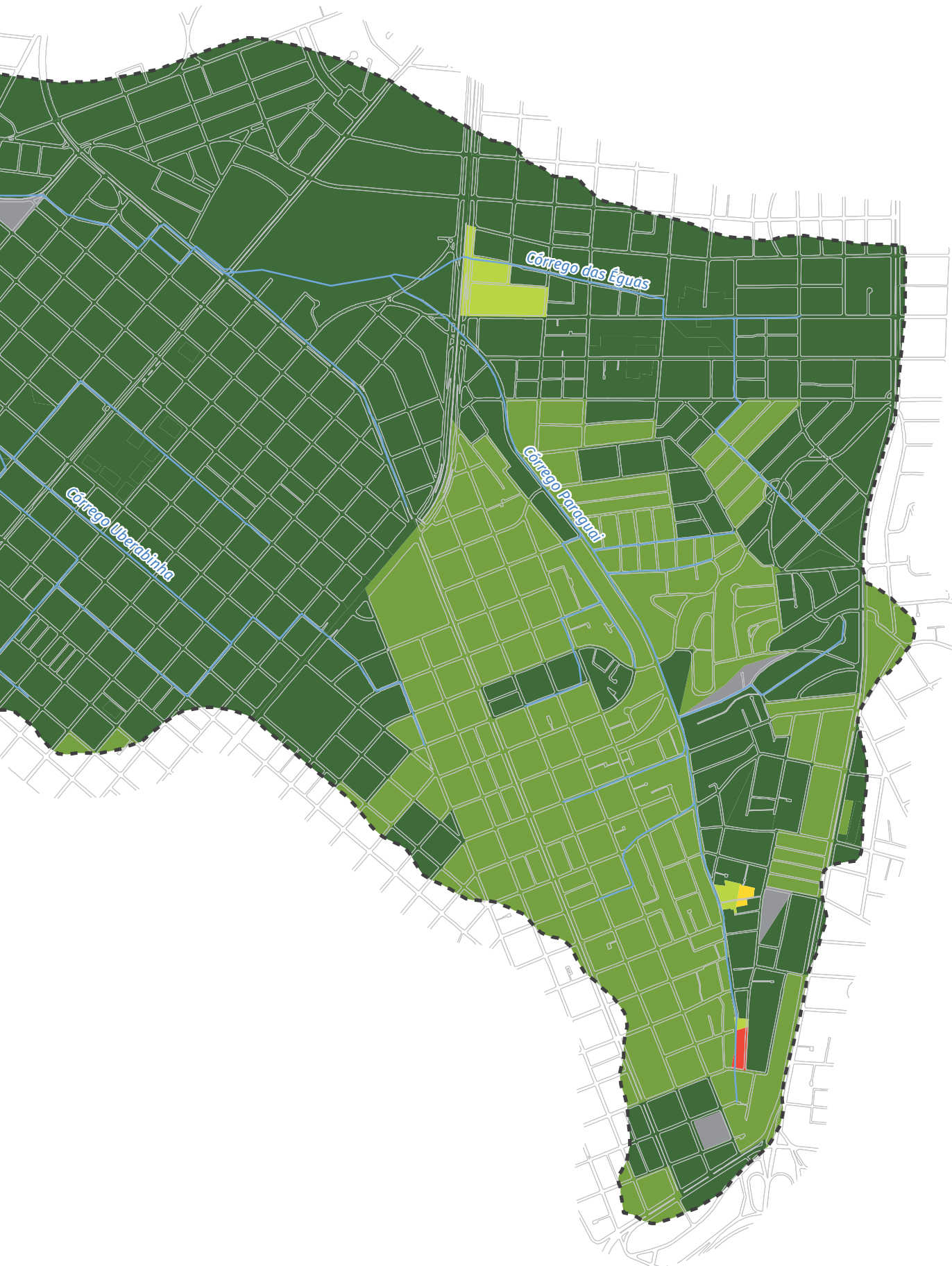
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004),
 Mapa Hidrográfico do Município (2019) e
 SEADE (2010)



Fundação
 Centro Tecnológico
 de Hidráulica





2.9 DIVISÃO ADMINISTRATIVA MUNICIPAL – SUBPREFEITURAS

A administração territorial da bacia do córrego Uberaba se dá pelas subprefeituras da Vila Mariana e de Pinheiros.

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

A **FIGURA 2.38** indica a divisão territorial administrativa da bacia do córrego Uberaba.

2.10 SISTEMA DE ESGOTO

O sistema de esgoto 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 esgotos⁸.

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. Destacam-se:

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

A **FIGURA 2.39** apresenta a rede e os coletores de esgoto existentes e previstos na bacia do córrego Uberaba.

É importante ressaltar que o córrego Uberaba faz parte do Programa Córrego Limpo e encontra-se despoluído, sendo recomendável a sua manutenção para garantir as boas condições de qualidade das águas.

8. Art. 209 da Lei nº 16.050/2014.

2.11 SISTEMA VIÁRIO

A relação histórica de 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 grande 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 rios e córregos.

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 (PROVAC).

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

O PDE classifica o sistema viário em três componentes: vias estruturais, não estruturais (coletoras, locais, ciclovias e circulação de pedestres) e vias abertas.

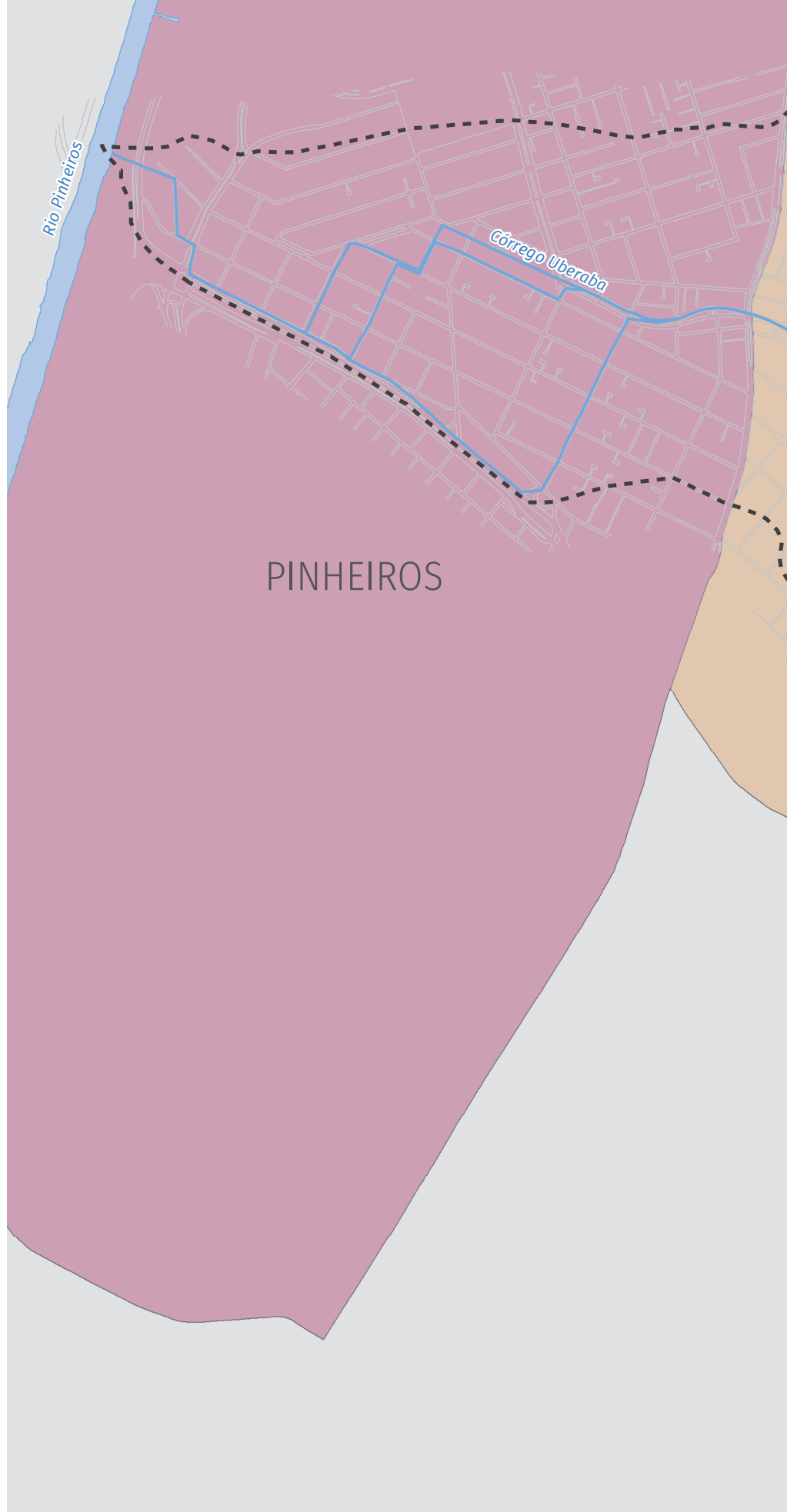
Assim, para o planejamento do sistema de drenagem urbana nos cadernos de Bacia Hidrográfica, foi levantada a rede viária estrutural. Essas vias possuem a importância funcional das ligações viárias e a articulação entre regiões extremas da cidade, sendo considerado um dos elementos estruturadores do território. As vias estruturais são classificadas em três níveis: N1, N2 e N3.

As vias N1 são aquelas que estabelecem a ligação da Capital com os demais municípios do Estado de São Paulo e Estados da Federação. As N2 são utilizadas como ligação com os municípios da Região Metropolitana e com as vias do primeiro nível. Já as N3 são aquelas não incluídas nos níveis anteriores, e utilizadas como ligações internas no Município.

A bacia do córrego Uberaba é estruturada de acordo com os seguintes eixos viários: foz na Marginal do Rio Pinheiros, e a porção de jusante é composta pelas ruas Olimpíadas e Casa do Ator. Destacam-se como avenida de fundo de vale, resultante do PROVAC, a Avenida Hélio Pelegrino e a Avenida José Maria Whitaker. A cabeceira da bacia é delimitada pela Avenida Jabaquara. Completando o sistema viário estrutural, apresentam-se as avenidas Indianópolis, República do Líbano, Rubem Berta, Ibirapuera e Santo Amaro.

A **FIGURA 2.40** apresenta o sistema viário estrutural da bacia do córrego Uberaba.

FIGURA 2.38 Divisão territorial administrativa da bacia do córrego Uberaba



Convenção

- Rede Hídrica
- - - Bacia do Uberaba
- Quadra Viária

Subprefeitura

- Pinheiros
- Vila Mariana

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004),
Mapa Hidrográfico do Município (2019) e
Plano Diretor Estratégico (2014)



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica

0 0,25 0,5 1 km





VILA MARIANA

Córrego das Éguas

Córrego Uberabinha

Córrego Paraguai

FIGURA 2.39 Sistema de esgotamento sanitário da bacia do córrego Uberaba



Convenção

- Rede Hídrica
- - - Bacia do Uberaba
- Quadra Viária

Esgotamento sanitário

- Interceptor existente
- Coletor tronco existente
- - - Coletor tronco planejado (2015)
- Rede de esgoto existente

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004),
Mapa Hidrográfico do Município (2019) e
Plano Diretor Estratégico (2014)



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica



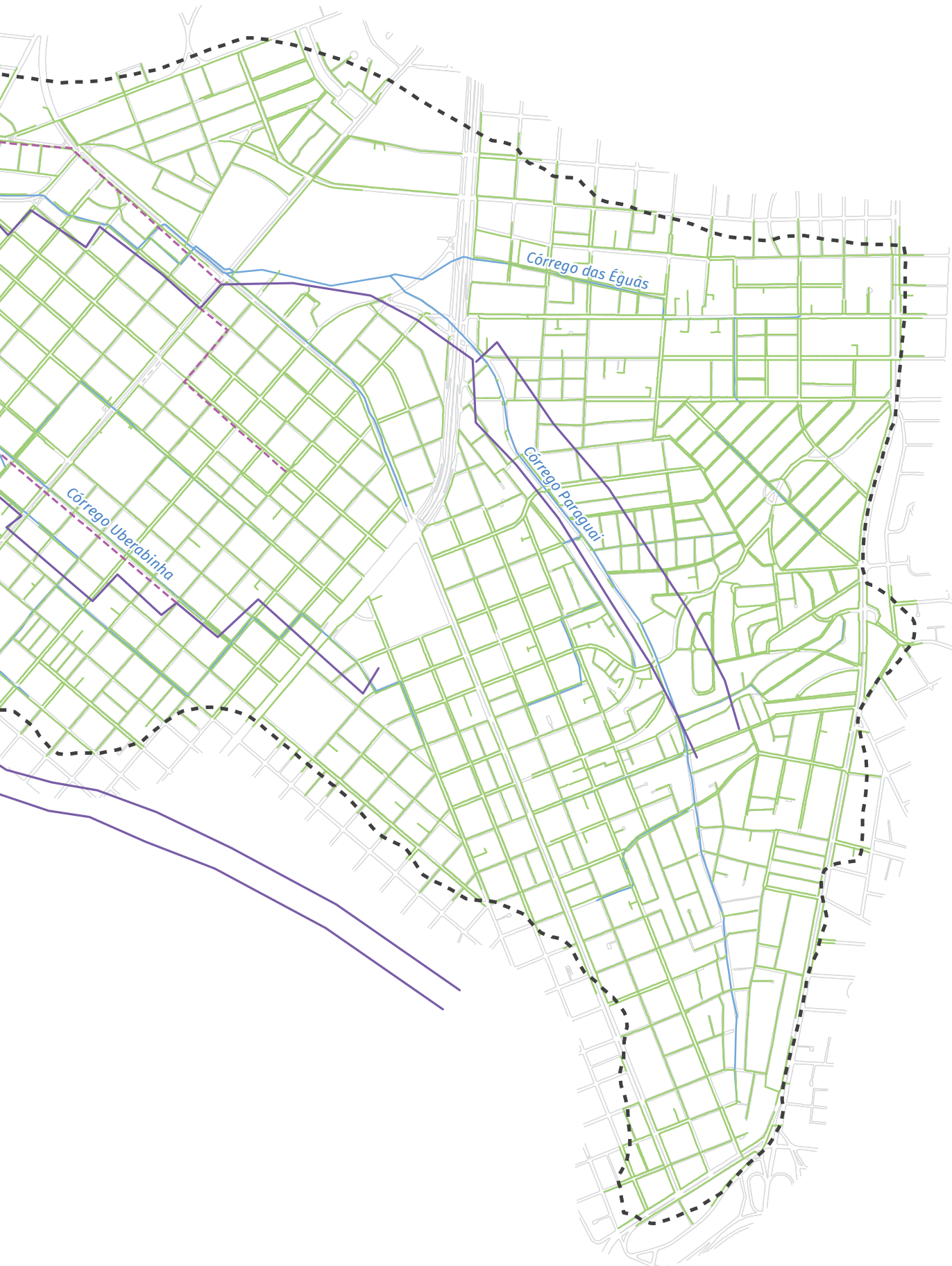
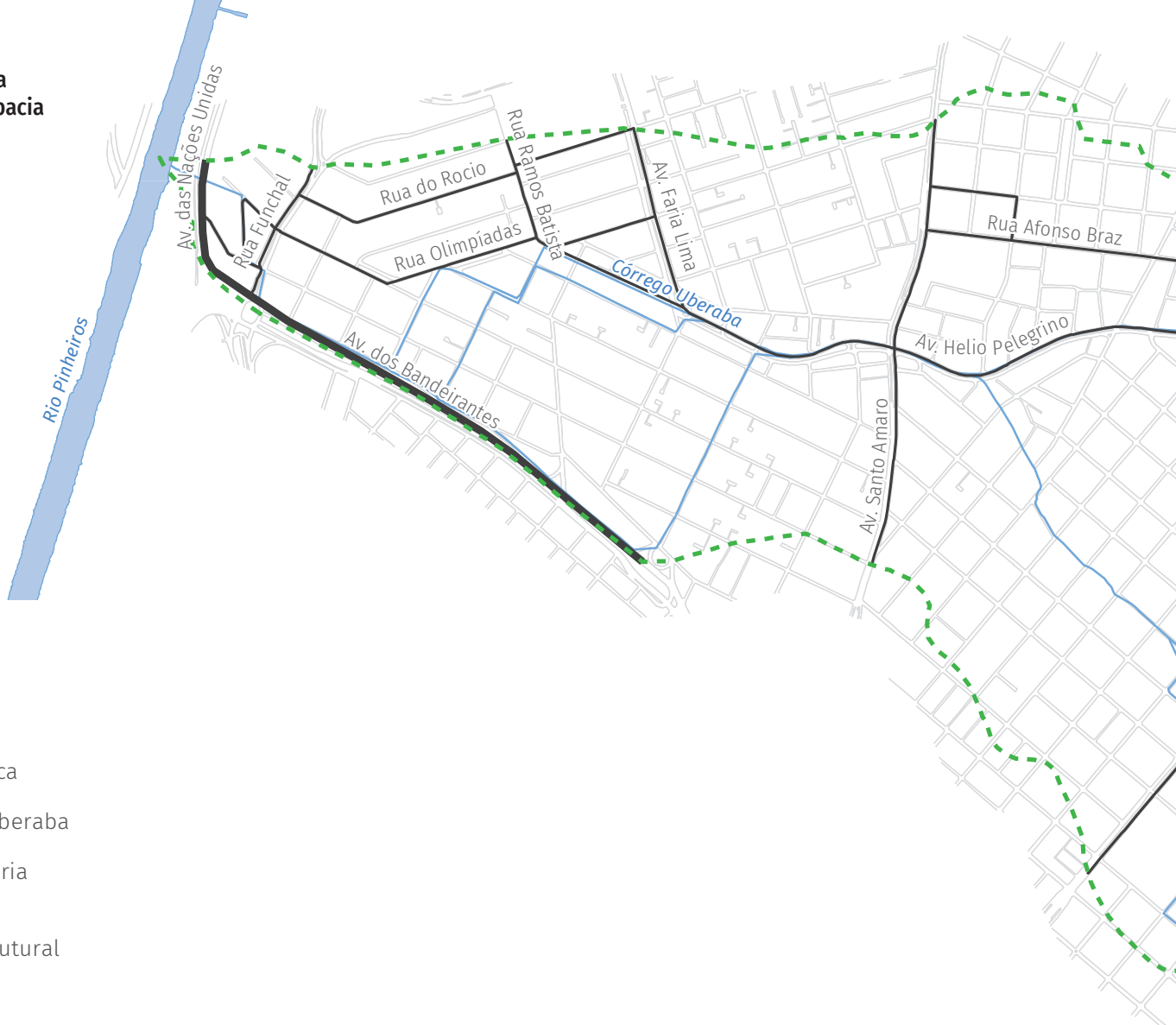


FIGURA 2.40 Sistema viário estrutural da bacia do córrego Uberaba



Convenção

- Rede Hídrica
- - - Bacia do Uberaba
- Quadra Viária

Sistema Viário Estrutural

- N1
- N3

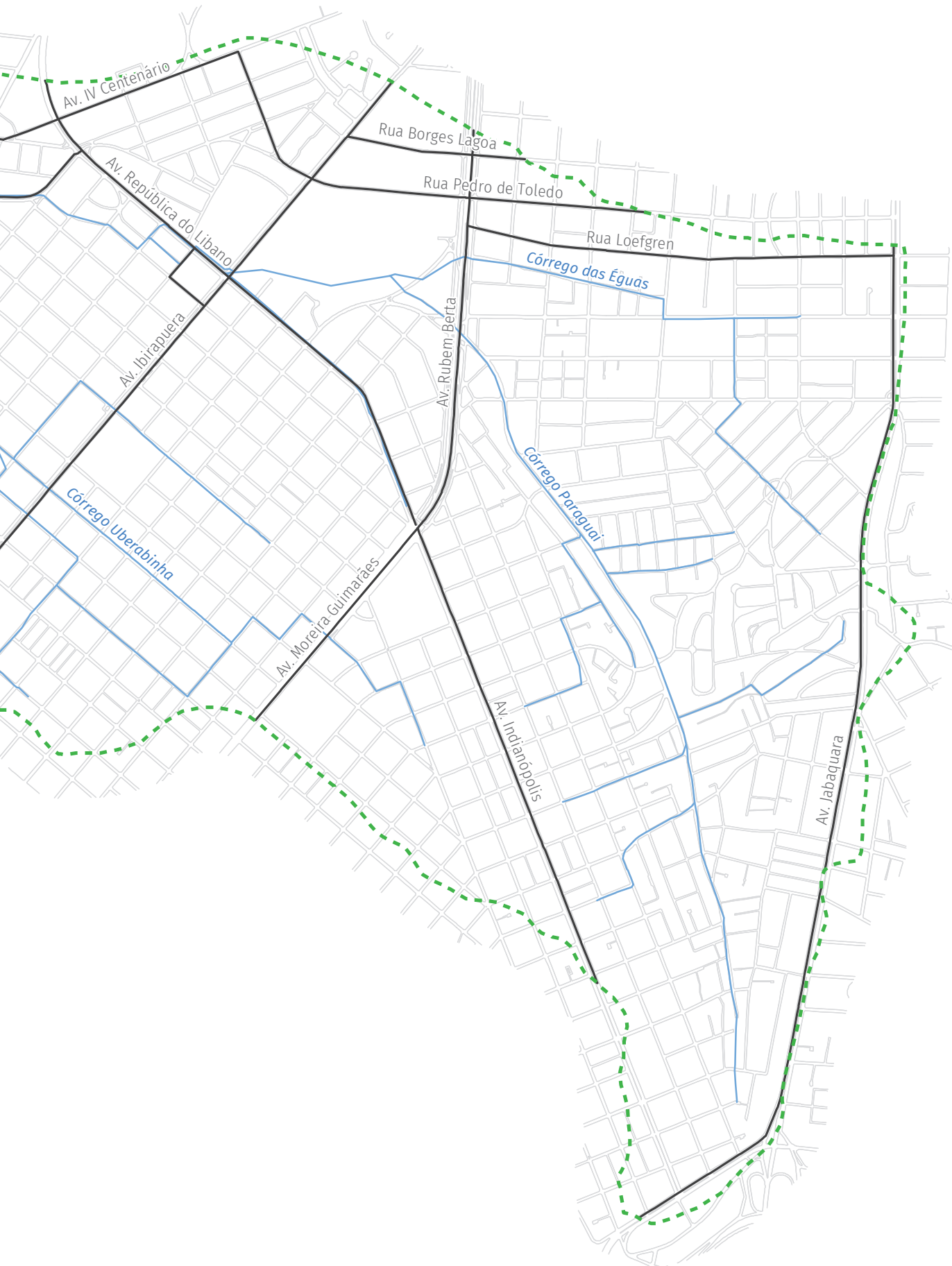
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004),
Mapa Hidrográfico do Município (2019) e
Plano Diretor Estratégico (2014)



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica





Critérios para o estudo

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

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

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

Na hidrologia urbana, é fundamental conhecer detalhadamente as características da ocupação da bacia hidrográfica, pois isso influi diretamente nas taxas de infiltração, que resultam na chuva excedente, que, por sua vez, produz a onda de cheia. Além disso, as características fisiográficas da bacia, como área drenada, declividade, forma e o grau de intervenções no sistema de drenagem natural, canais, galerias, reservatórios de detenção etc., determinam 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 Uberaba, 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, desenvolvida pelo Soil Conservation Service. O modelo utiliza o método da Onda Dinâmica, que resolve as equações completas de Saint-Venant para o estudo do escoamento superficial.

3.1 CHUVA DE PROJETO

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

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

As precipitações de projeto são determinadas a partir de relações intensidade-duração-frequência (IDF) da 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 Uberaba foram estimadas através da equação IDF para a cidade de São Paulo (Eq. 1), ajustada para o posto do Observatório IAG (Martinez e Piteri, 2015)⁹.

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

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

(Equação 1)

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; e

$i_{t_d,Tr}$ é a intensidade da chuva, em mm/min, para a duração t_d (min) e período de retorno T (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 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 da chuva crítica de 2 horas.

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

Dentre os métodos existentes para se estabelecer a distribuição temporal de uma precipitação máxima, foi utilizado o método dos blocos alternados, cuja distribuição temporal da chuva é conseguida utilizando-se dados das relações IDF. A característica importante desse método é manter o Tr da chuva ao longo de sua ocorrência.

A precipitação total acumulada para diferentes períodos de retorno e duração da chuva de 2 horas é apresentada na **TABELA 3.1**.

TABELA 3.1 Precipitação total acumulada para diferentes períodos de retorno				
P (mm)				
Tr 2	Tr 10	Tr 25	Tr 50	Tr 100
48,4	77,5	92,2	103,1	113,9

A **FIGURA 3.1** apresenta o hietograma de projeto para os períodos de retorno de 2, 10, 25, 50 e 100 anos, discretizados em 10 min.

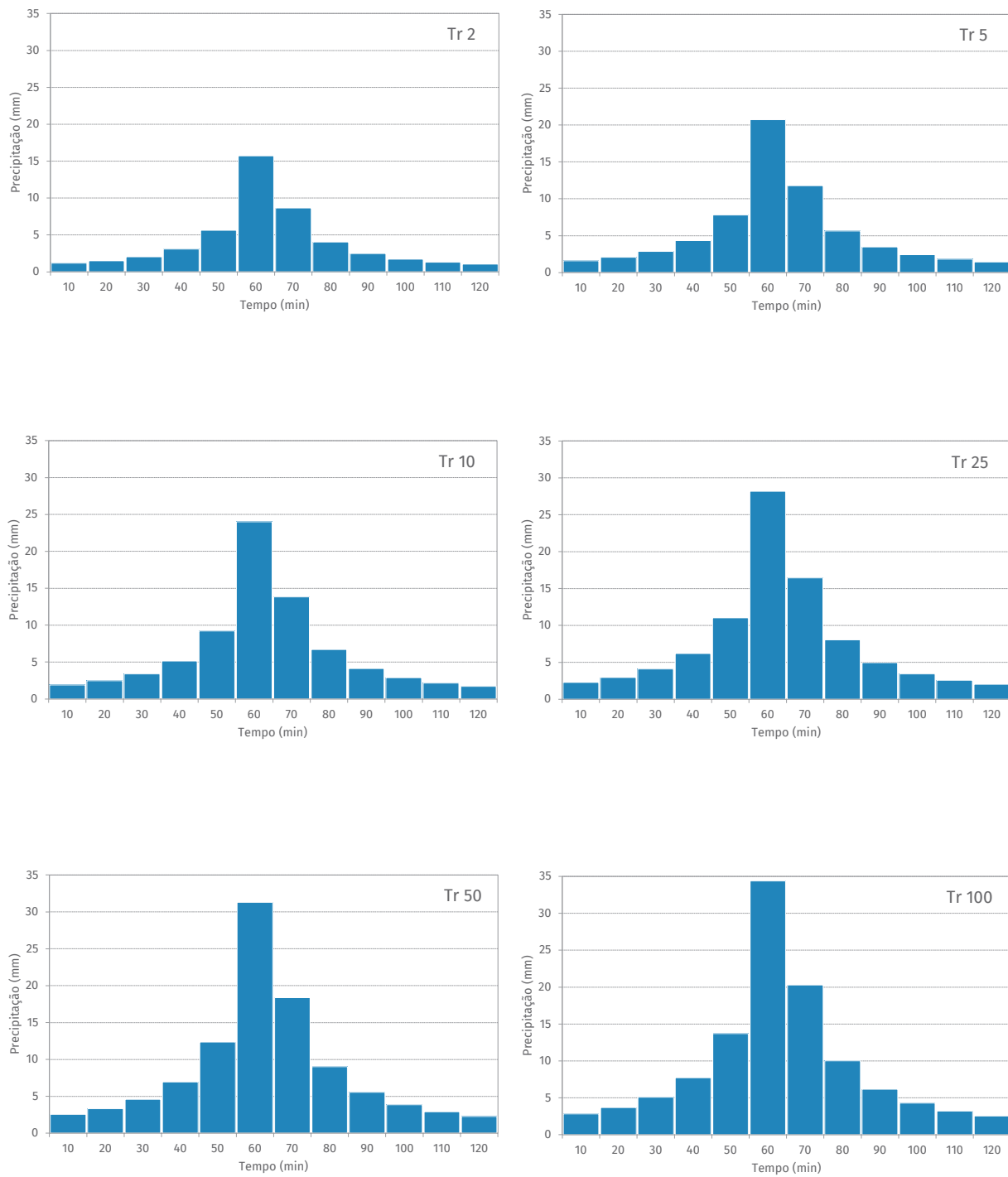


FIGURA 3.1 Hietograma de projeto para diferentes períodos de retorno

3.2 SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS

Para fins de modelagem, a bacia do córrego Uberaba foi dividida em 22 sub-bacias, obedecendo à contribuição dos afluentes principais e das redes de microdrenagem

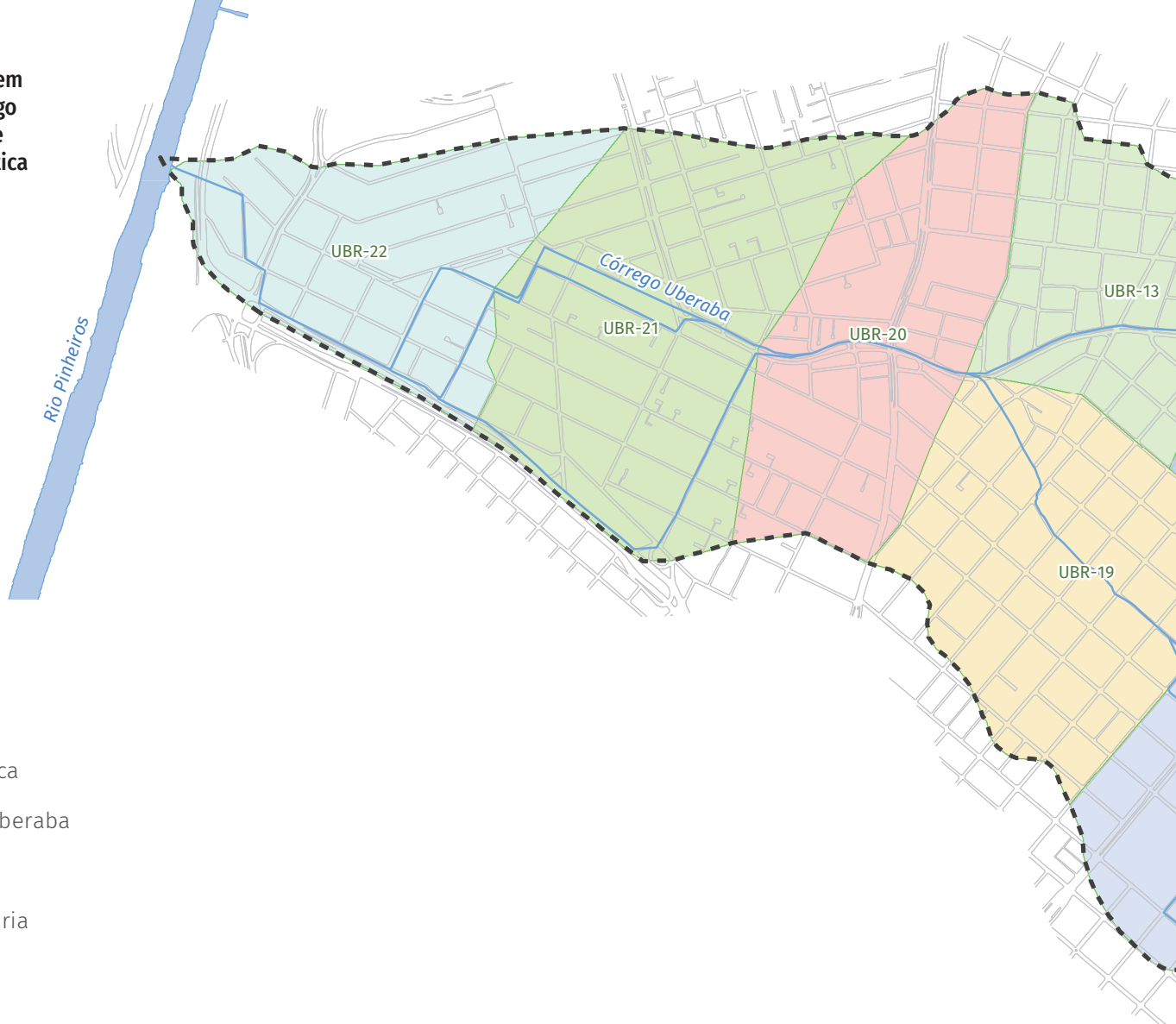
existentes. A **TABELA 3.2** indica as principais características físicas de cada sub-bacia.

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

TABELA 3.2 Principais características físicas das sub-bacias

Sub-bacia	Área (km ²)	Declividade média (%)	Comprimento do talvegue (m)	Sub-bacia	Área (km ²)	Declividade média (%)	Comprimento do talvegue (m)
UBR-01	0,51	8,96	1030	UBR-12	0,76	4,57	1150
UBR-02	0,56	9,96	920	UBR-13	0,49	4,50	980
UBR-03	0,49	9,37	930	UBR-14	0,27	5,62	770
UBR-04	0,60	9,66	980	UBR-15	0,45	7,72	770
UBR-05	0,33	9,38	680	UBR-16	0,58	2,55	560
UBR-06	0,41	11,59	1070	UBR-17	0,56	4,17	950
UBR-07	0,34	7,89	870	UBR-18	0,26	2,84	760
UBR-08	0,32	7,85	1180	UBR-19	0,71	3,99	1170
UBR-09	0,24	10,95	610	UBR-20	0,58	4,27	1030
UBR-10	0,28	10,69	710	UBR-21	0,78	1,44	1200
UBR-11	0,62	5,17	1040	UBR-22	0,52	1,39	1750

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



Convenção

- Rede Hídrica
- - - Bacia do Uberaba
- ▭ Sub-bacia
- ▭ Quadra Viária

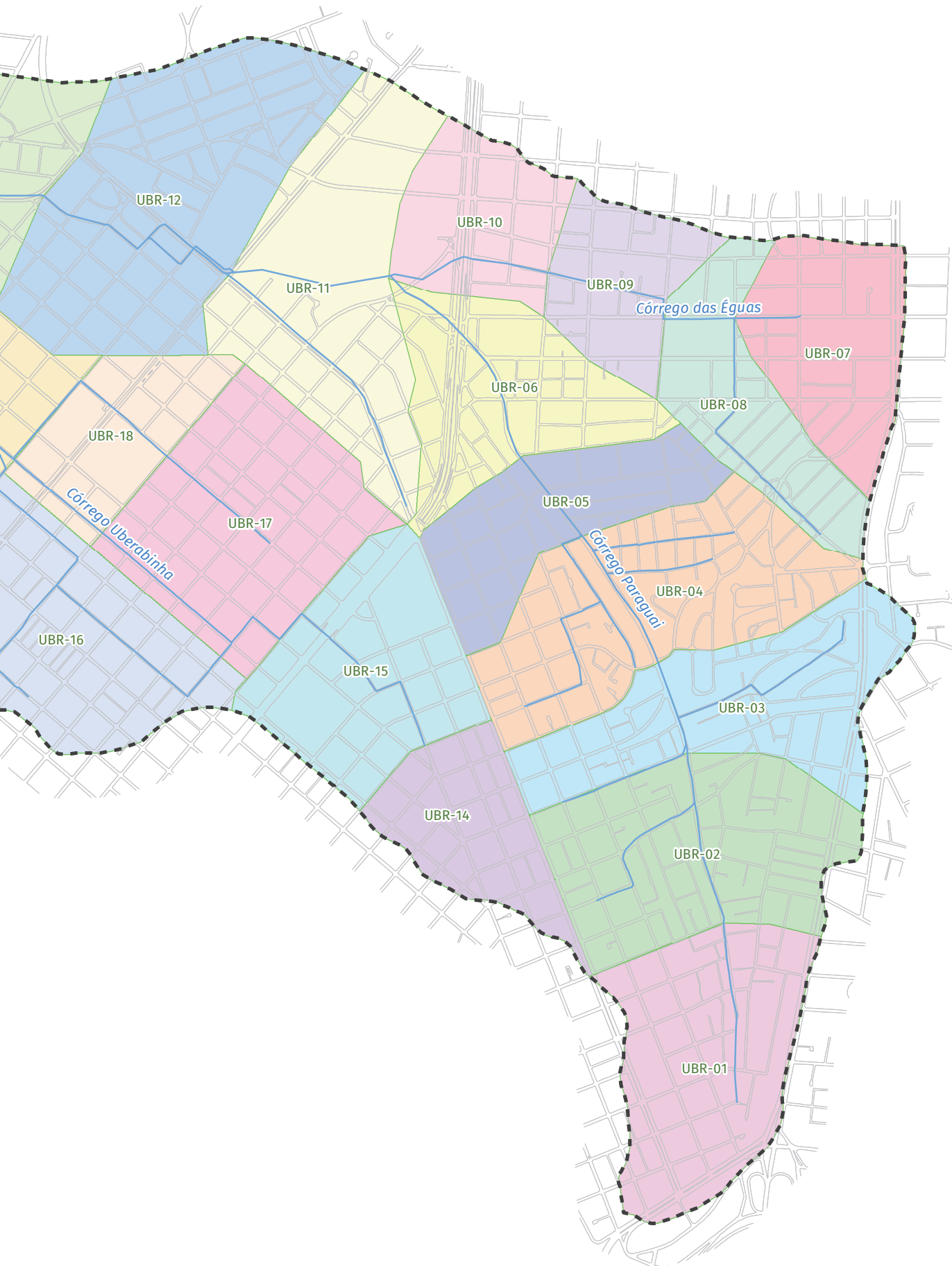
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004),
Mapa Hidrográfico do Município (2019) e
FCTH (2019)



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica





3.3 IMPERMEABILIZAÇÃO DA BACIA

A área impermeável atual foi estimada por meio de fotointerpretação de imagens aéreas disponíveis para a região de estudo¹⁰. Esta avaliação consistiu na identificação das áreas permeáveis, ou espaços abertos, e impermeáveis, de acordo com cada uso do solo identificado nessa bacia.

Para essa avaliação, foram selecionadas quadras com tipologias de uso do solo homogêneas. Foram analisadas todas as tipologias de solo presentes na bacia em estudo. A imagem aérea de cada quadra foi segmentada em três classes: os espaços abertos, que compreendem as áreas livres e as áreas verdes da bacia; as áreas edificadas, que incluem as edificações e 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 3.3**.

A impermeabilização resultante para cada tipologia de uso do solo na bacia do córrego Uberaba é apresentada na **TABELA 3.4**.

TABELA 3.3 Valor médio de impermeabilidade adotado na segmentação das imagens

Classe	% Impermeável adotada
Espaços Abertos	15
Áreas Edificadas	95
Outros	80

TABELA 3.4 Impermeabilização resultante por tipologia de uso do solo

Uso do solo	% Impermeável
Comércio e Serviços	86,4
Equipamento Urbano	74,5
Indústria e Armazém	81,7
Residencial Horizontal Médio Alto Padrão	73,8
Residencial Vertical Médio Alto Padrão	79,1
Espaços Abertos	23,1

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

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

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

Os valores da taxa de permeabilidade para cada perímetro de qualificação ambiental foram apresentados na **FIGURA 2.3**.

A impermeabilização máxima permitida foi aferida a partir dos valores exigidos para a permeabilidade mínima. Assim, respeitando os valores exigidos, a taxa de impermeabilização máxima foi obtida através da normalização com a taxa de permeabilidade.

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

A **TABELA 3.5** indica a parcela de área impermeável de cada sub-bacia da bacia

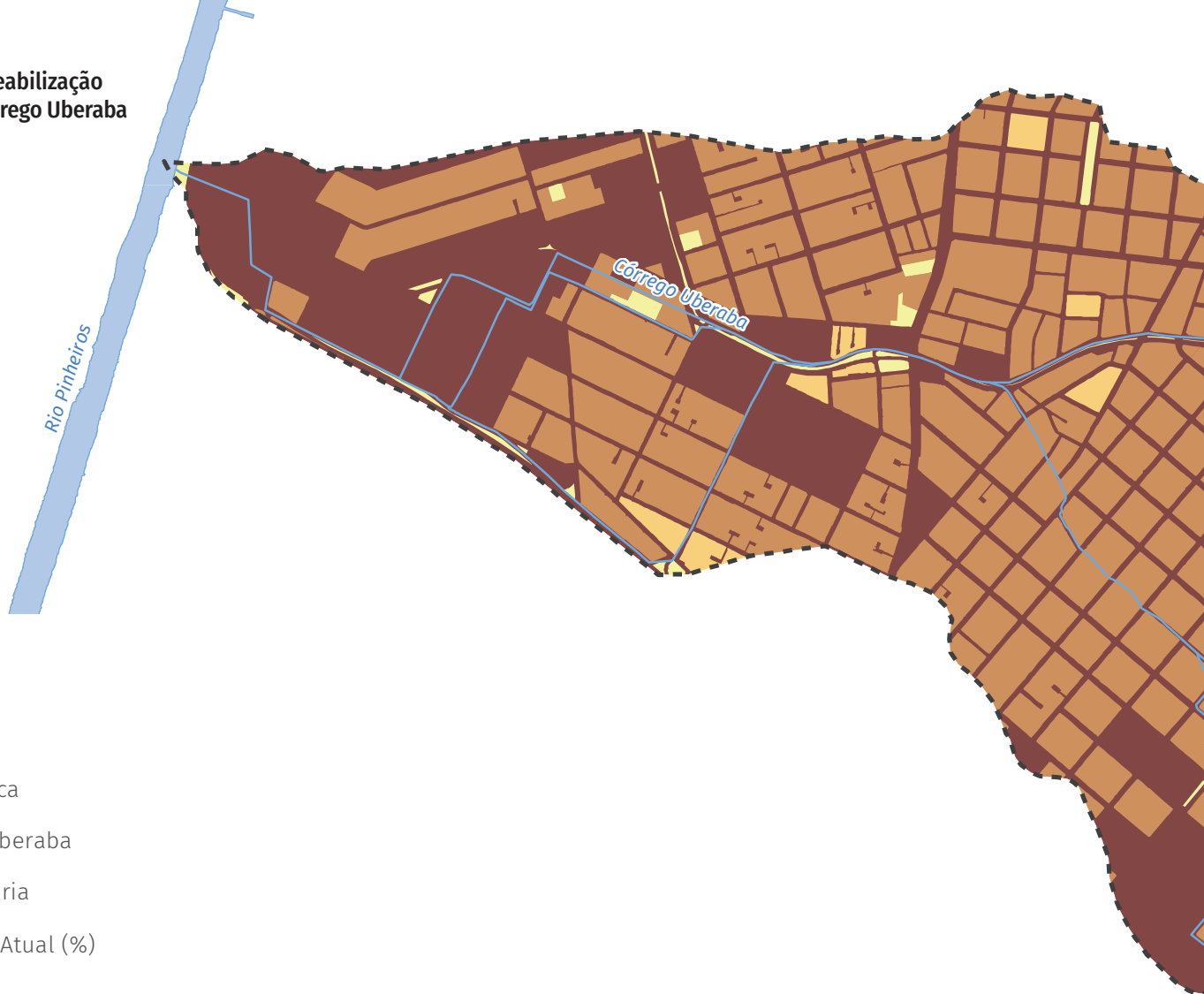
do córrego Uberaba, para a condição atual e máxima permitida por lei.

No total de 22 sub-bacias, 20 delas já apresentam taxa de impermeabilidade maior que a máxima permitida, e as demais estão com valores muito próximos à média permitida pela lei.

Quando analisado o valor médio entre as bacias, observa-se que a variação é pequena entre os valores atuais e permitidos, pois a impermeabilização atual é 82% e a permitida é 80%. Analisando esse resultado hidrologicamente, tem-se que os valores estimados não produzem alterações nos hidrogramas.

TABELA 3.5 Área impermeável atual e máxima permitida por lei					
Sub-bacia	Área impermeável (%)		Sub-bacia	Área impermeável (%)	
	Atual	Máxima permitida		Atual	Máxima permitida
UBR-01	82	80	UBR-12	80	77
UBR-02	81	78	UBR-13	80	79
UBR-03	83	81	UBR-14	81	75
UBR-04	81	77	UBR-15	75	77
UBR-05	81	77	UBR-16	85	82
UBR-06	82	81	UBR-17	84	82
UBR-07	84	83	UBR-18	83	80
UBR-08	81	80	UBR-19	83	81
UBR-09	83	81	UBR-20	83	82
UBR-10	79	80	UBR-21	83	82
UBR-11	80	78	UBR-22	87	81
			Média	82	80

FIGURA 3.3 Impermeabilização atual da bacia do córrego Uberaba



Convenção

- Rede Hídrica
- - - - - Bacia do Uberaba
- Quadra Viária

Área Impermeável Atual (%)

- 0 - 35
- 36 - 75
- 76 - 85
- 86 - 100

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004),
Mapa Hidrográfico do Município (2019) e Sec.
Municipal da Fazenda (2013, atualizado)



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica



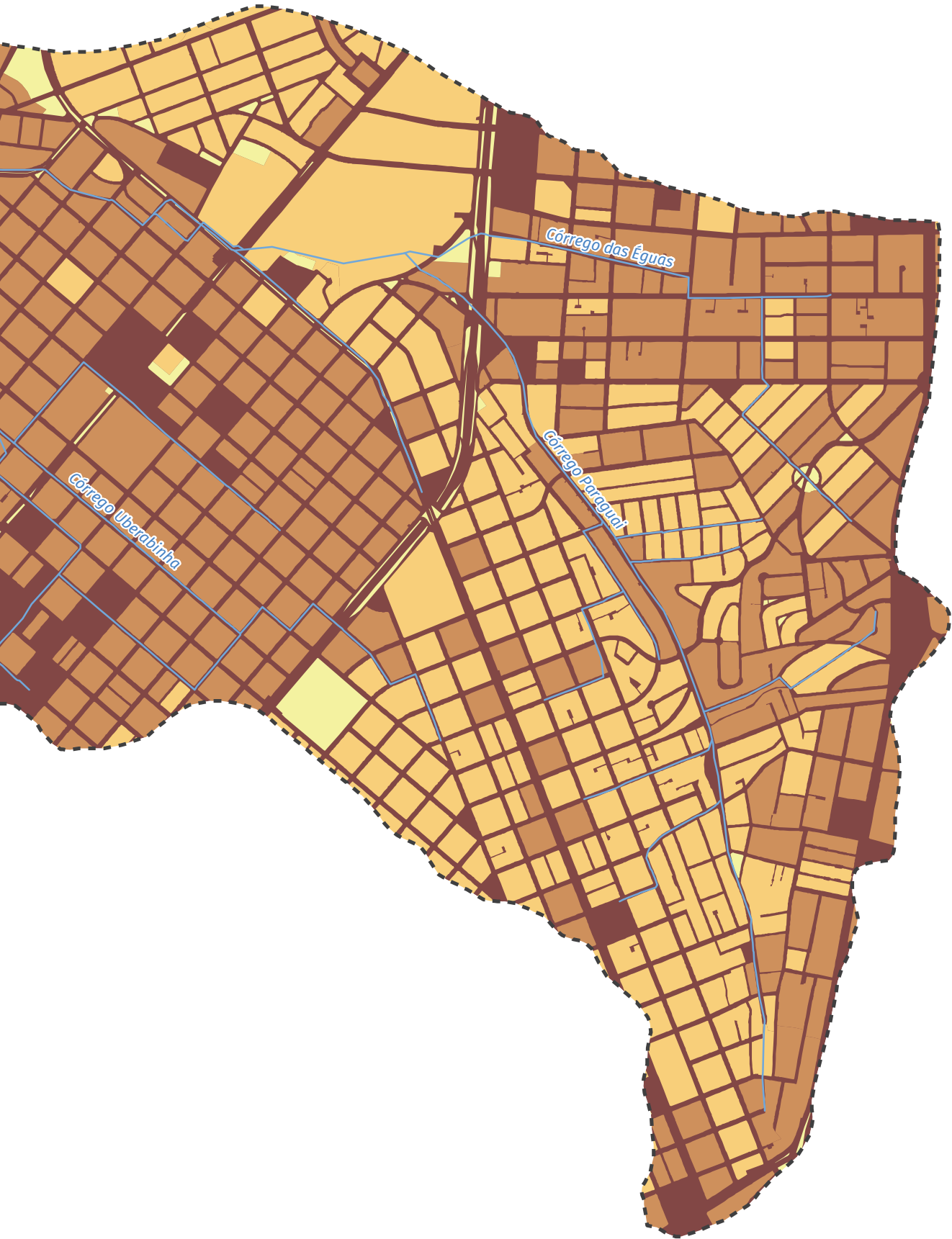
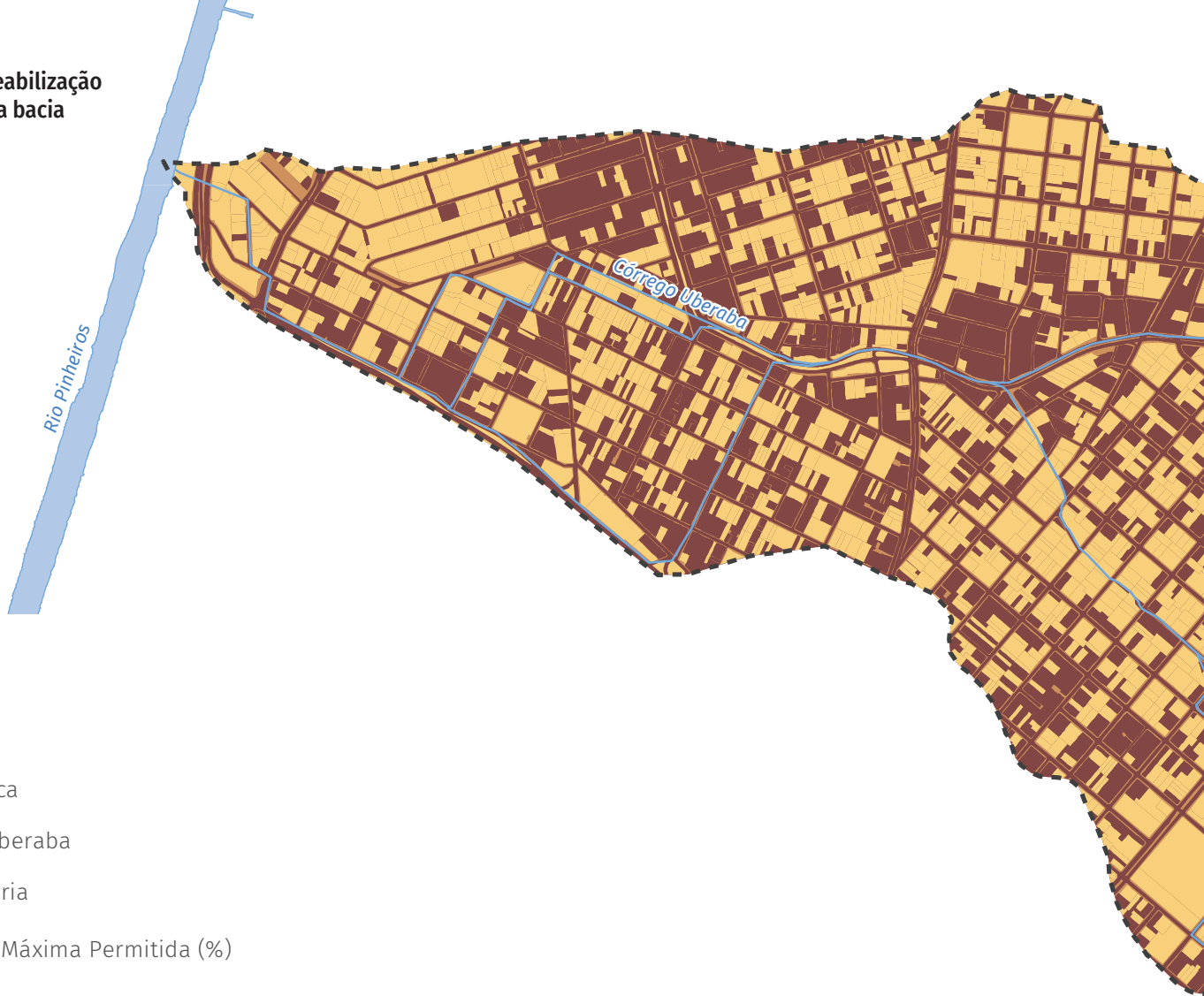


FIGURA 3.4 Impermeabilização máxima permitida da bacia do córrego Uberaba



Convenção

- Rede Hídrica
- - - - - Bacia do Uberaba
- Quadra Viária

Impermeabilidade Máxima Permitida (%)

- 0 - 35
- 36 - 75
- 76 - 85
- 86 - 100

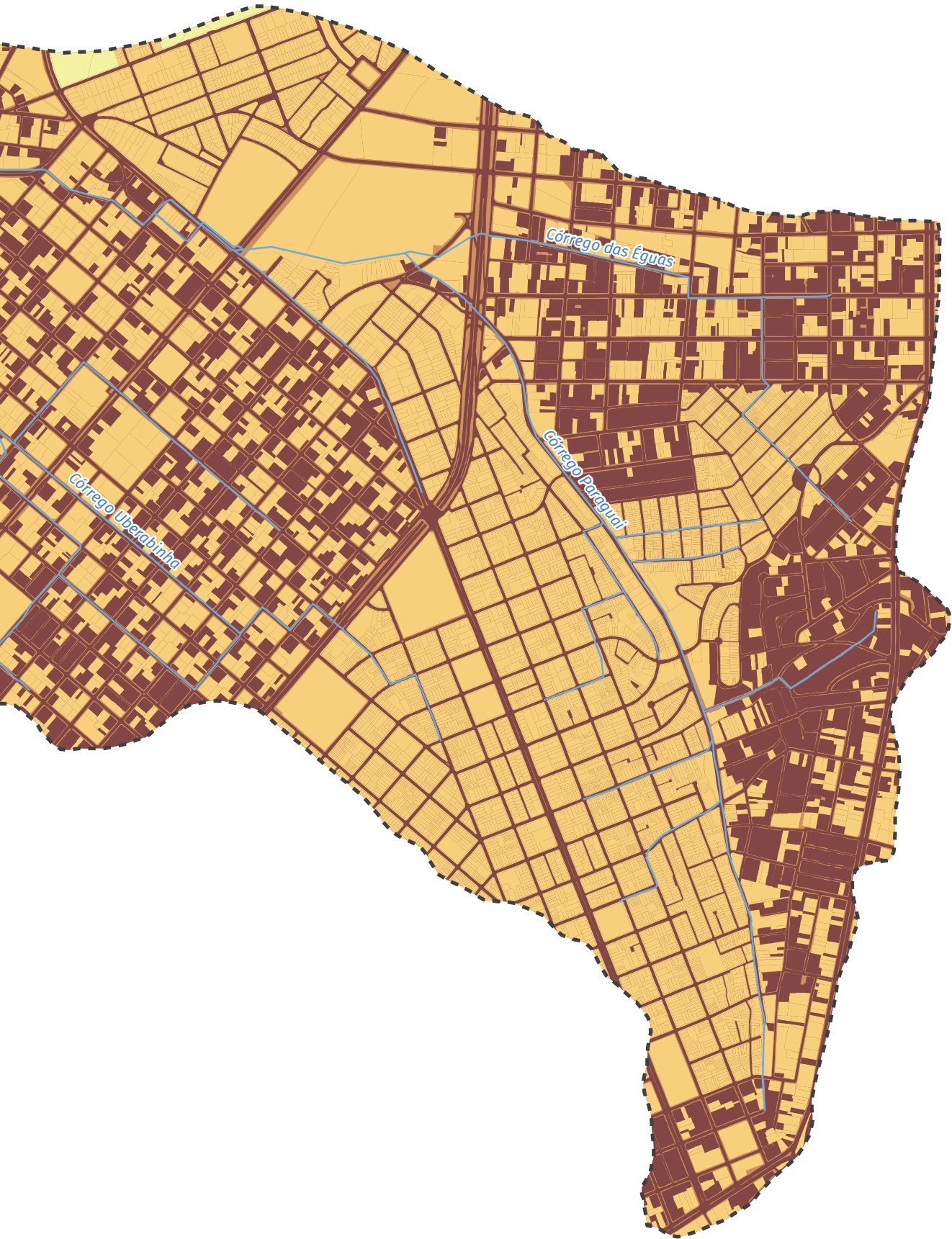
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004),
Mapa Hidrográfico do Município (2019) e Lei de
Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (2016)



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica





Córrego das Águas

Córrego Paracuai

Córrego Uberabinha

Mapeamento de áreas críticas

Como metodologia para auxiliar a tomada de decisão quanto às ações prioritárias no controle de cheias no Município de São Paulo, foi produzido o mapa de áreas críticas. Esse mapa considera as áreas inundáveis associadas ao risco hidrológico, o risco de inundação, o sistema viário estrutural e os equipamentos urbanos localizados em áreas inundáveis.

4.1 ÁREAS INUNDÁVEIS

Foi realizado o mapeamento das áreas suscetíveis a inundações a partir da modelagem matemática hidráulica e hidrológica para períodos de retorno de 2, 5, 10, 25 e 100 anos, conforme mostra a **FIGURA 4.1**.

A regulamentação das áreas inundáveis, conforme já apontado no Plano Municipal de Gestão do Sistema de Águas Pluviais de São Paulo – PMAPSP, 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.

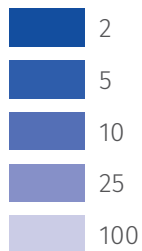
FIGURA 4.1 Mapeamento das áreas inundáveis na bacia do córrego Uberaba



Convenção

- Rede Hídrica
- - - - - Bacia do Uberaba
- Quadra Viária

Tr (anos)



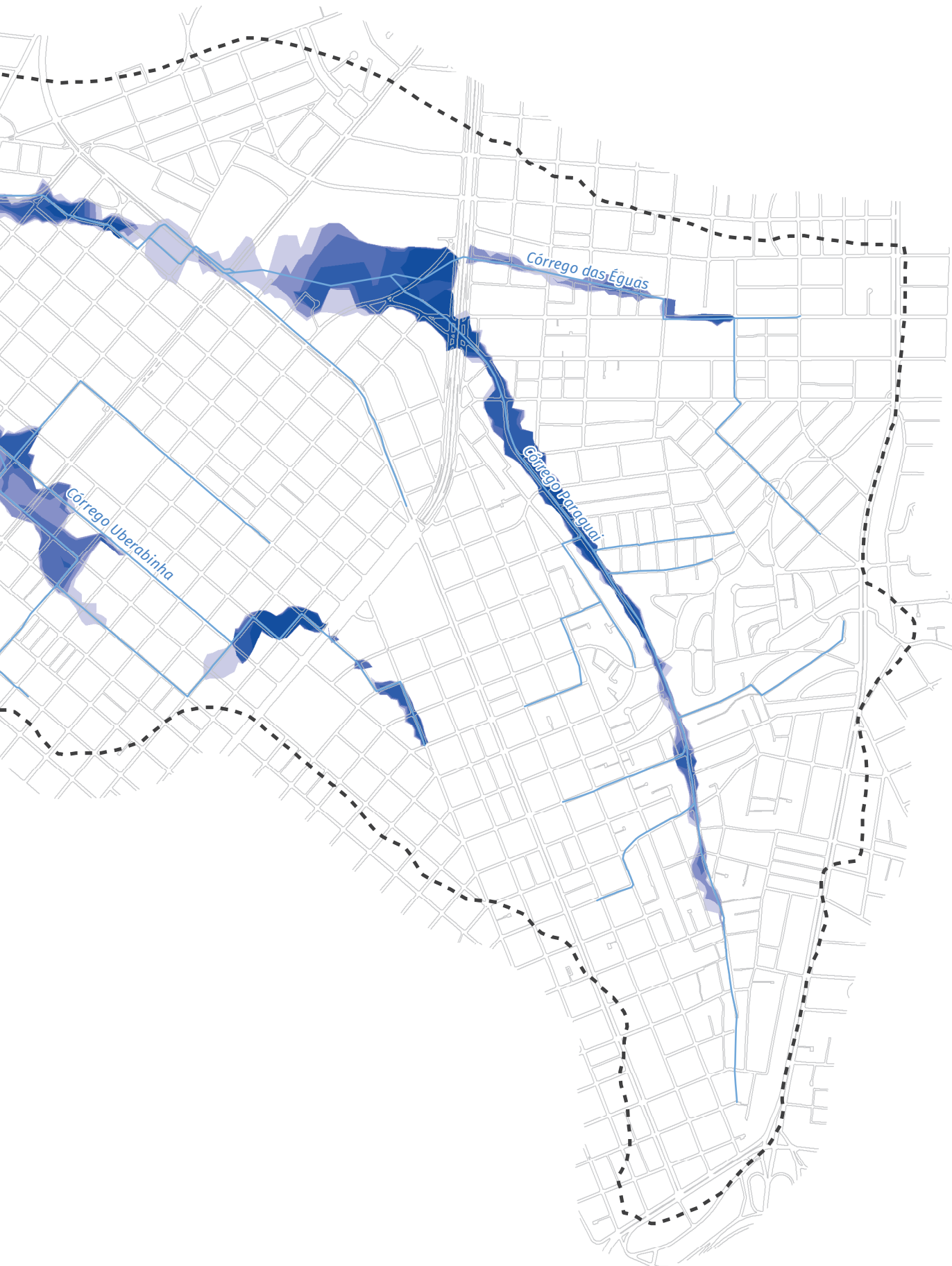
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)

FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004),
Mapa Hidrográfico do Município (2019) e
FCTH (2019)



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica





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 consideradas as com uso do solo identificado como equipamento urbano e favelas (**FIGURA 2.30**), o sistema viário estrutural (**FIGURA 2.40**) e as áreas de risco de inundação.

Em equipamentos urbanos, 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 serem locais com alta vulnerabilidade na locomoção das pessoas que neles se encontram.

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, ele 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, 2004¹¹).

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).

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

(Equação 2)

Onde: *H* representa a probabilidade da ocorrência de um perigo; *P* indica o elemento em risco; e *V*, a vulnerabilidade.

O perigo relaciona-se à frequência de ocorrência e intensidade de um dano. Foram atribuídas as probabilidades de ocorrência dos eventos causadores do perigo, considerando para isso o tempo de retorno desse perigo (Tr2 = 0,5; Tr5 = 0,2; Tr10 = 0,1; Tr25 = 0,04 e Tr100 = 0,01).

Para a componente populacional, foi atribuído o valor da densidade populacional, em habitante por quilômetro quadrado, pertencente ao setor censitário

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

e correspondente às áreas contidas nas manchas de inundação geradas em cada período de retorno.

A componente de vulnerabilidade foi verificada em função do Índice Paulista de Vulnerabilidade Social – IPVS.

A **FIGURA 4.2** mostra os critérios considerados na estimativa das áreas de risco de inundação.

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 é observado.

A **FIGURA 4.3** indica os dados utilizados para a obtenção do mapa de áreas críticas.

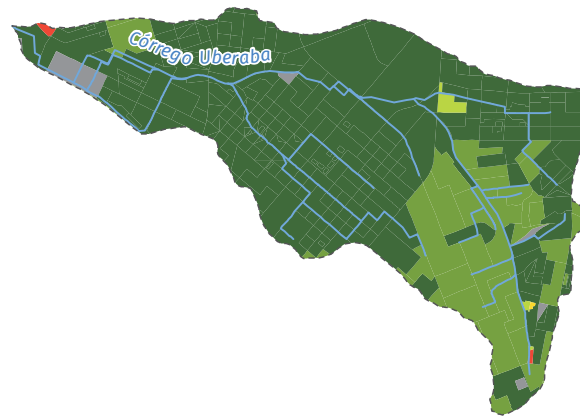
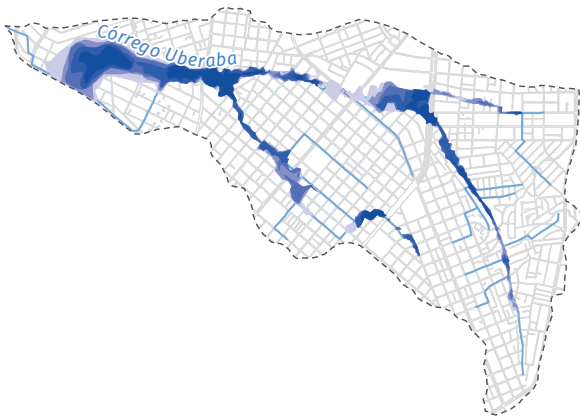
O mapa de áreas críticas resultante dessa análise é apresentado na **FIGURA 4.4**.

TABELA 4.1 Graus de risco de inundação		
Grau de Risco	Escala*	% da bacia em cada grau de risco
Baixo	0 - 290	38
Médio	290 - 1380	22
Alto	1380 - 6050	32
Muito Alto	6050 - 138690	9

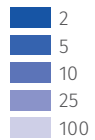
* Essa escala foi adotada em função da análise para o Município de São Paulo.

FIGURA 4.2 Critérios inseridos na obtenção do risco de inundação

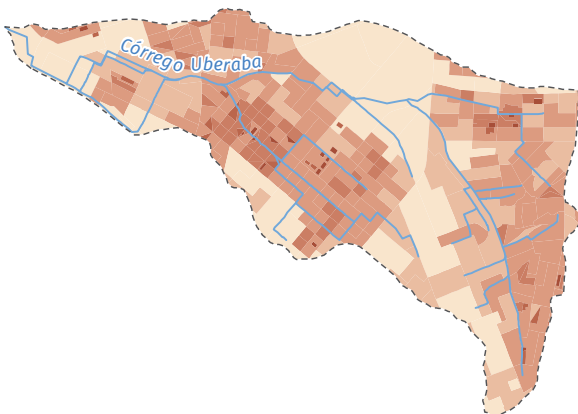
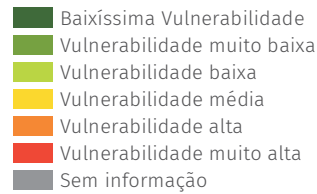
Convenção
 — Rede Hídrica
 - - - - - Bacia do Uberaba
 □ Quadra Viária



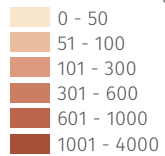
Período de Retorno (anos)



Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS)



Densidade demográfica (hab/ha)



Nº de Habitantes: 162 mil (IBGE, 2010)

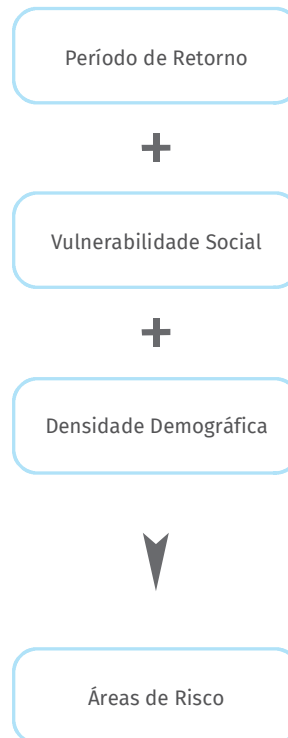
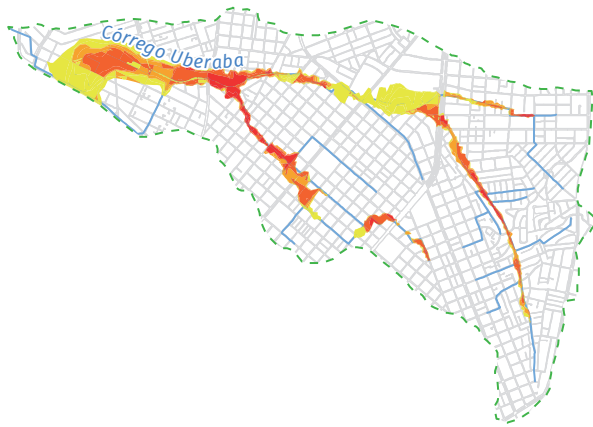


FIGURA 4.3 Critérios considerados na obtenção das áreas críticas

Convenção

- Rede Hídrica
- - - Bacia do Uberaba
- Quadra Viária



Risco de Inundação

- Baixo
- Médio
- Alto
- Muito Alto

Áreas Vulneráveis

- Equipamento urbano vulnerável
- Favela



Sistema Viário Estrutural

- N1
- N2
- - - N3

Risco de Inundação

+

Áreas Vulneráveis

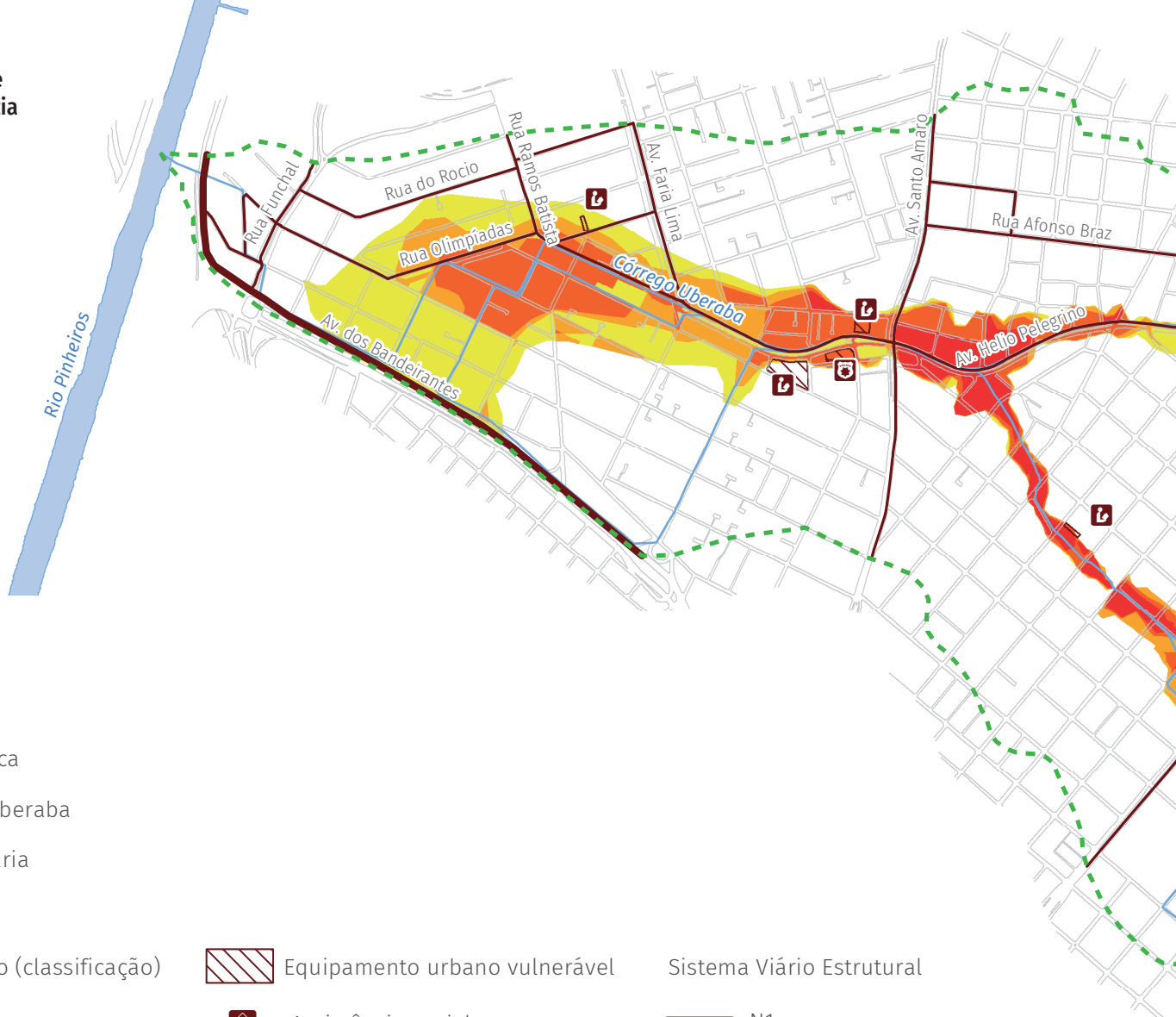
+

Sistema Viário Estrutural






Áreas Críticas

FIGURA 4.4 Mapa de áreas críticas na bacia do córrego Uberaba







Convenção

-  Rede Hídrica
-  Bacia do Uberaba
-  Quadra Viária

Área Críticas

Risco de inundação (classificação)

-  Baixo
-  Médio
-  Alto
-  Muito Alto



Equipamento urbano vulnerável



Assistência social



Estação metroviária



Segurança pública



Serviços de saúde



TCM



Unidade de ensino

Sistema Viário Estrutural

-  N1
-  N3

 Outras vias críticas

 Favela

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004),
Mapa Hidrográfico do Município (2019), Plano
Diretor Estratégico (2014) e FCTH (2019)





Estudos e projetos existentes para a bacia

A bacia do córrego Uberaba já foi objeto de estudo de medidas para o controle de cheias em decorrência dos problemas de inundações lá registrados.

Dentre os projetos e estudos realizados, estão o “Projeto básico de canalização e/ou reservatório do córrego Uberabinha”, desenvolvido pela MHS Engenharia Consultoria Ltda.; o “Estudo de drenagem das bacias dos córregos Paraguai e das Éguas e trecho a montante do córrego Uberaba”, apresentado pela Hidrostudio Engenharia; e o projeto de implantação de um túnel de derivação.

5.1 PROJETO DO CÓRREGO UBERABINHA

Esse projeto teve como objetivo a elaboração de alternativas, métodos construtivos e projetos básicos de canalização e/ou reservatório do córrego Uberabinha, com vistas a solucionar e/ou minimizar os problemas de alagamentos na região de Moema, nas áreas próximas à Avenida Hélio Pellegrino, à Rua Gaivota, à Alameda Jauaperi e à Avenida Ibijaú.

Compreendeu a elaboração de estudo de drenagem abrangendo a bacia hidrográfica do córrego Uberabinha, desde a cabeceira até a foz no córrego Uberaba, contemplando a implantação de obras ao longo do córrego que pudessem reduzir o impacto de cheias nos trechos já canalizados.

Foram definidos cenários para a análise das possíveis alternativas de controle do córrego Uberabinha, com o objetivo de minimizar o déficit das redes existentes, abatendo os picos de cheia a partir de reservatórios e fazendo transposição de setores de microdrenagem em relação ao sistema existente.

Os cenários foram concentrados em seis opções, sendo a situação atual uma delas, desde que procedendo a projetos de microdrenagem, construção e reforços de redes no sistema principal e no viário. Essa alternativa, porém, leva a inúmeras intervenções na rede e ao aumento da vazão no desembocamento no córrego Uberaba.

Os demais cenários visam encontrar possíveis opções para a situação de minimização parcial ou completa dos problemas encontrados na bacia, sempre levando em consideração a necessidade de obras de microdrenagem e viárias para que sejam feitas as captações devidas e a veiculação para a rede e os reservatórios propostos.

Os cenários definidos levam em consideração as áreas passíveis de implantação de

reservatórios, sempre dando maior ênfase a áreas não residenciais, como postos de gasolina, estacionamentos e uma agência dos Correios existente, mas em locais apropriados para gerar efeitos nas implantações isoladas e em conjunto.

Nos seis cenários, foi destacada a necessidade de construção de redes de microdrenagem na bacia como um todo.

A **TABELA 5.1** indica os cenários avaliados pelo projeto da MHS Engenharia para a sub-bacia do Uberabinha.

O projeto básico desenvolvido foi o do reservatório RU-01, localizado na Avenida Ibijaú com a Rua Gaivota. O volume de reservação é de 50 mil m³. No local, foi construído recentemente um empreendimento habitacional.

5.2 PROJETO DOS CÓRREGOS PARAGUAI E DAS ÉGUAS

Esse projeto foi desenvolvido com o objetivo de apresentar alternativas para minimizar a ocorrência de inundações na área de drenagem dos córregos Paraguai e das Éguas. Foram avaliadas, assim, duas alternativas:

Alternativa 1: reservatório de retenção RTC na Praça Juca Mulato e no jardim do Tribunal de Contas do município (110 mil m³), e reforço de galerias a montante do reservatório nos córregos Paraguai e das Éguas.

Alternativa 2: reservatório de retenção RTC (60 mil m³); reservatório de retenção RP no córrego Paraguai, localizado no Ecoponto (50 mil m³); e reforço de galerias no córrego das Éguas.

Na sequência, foi desenvolvido o projeto executivo da Alternativa 1.

5.3 TÚNEL DE DERIVAÇÃO

A concepção do túnel de derivação foi analisada pela FCTH e a equipe técnica de SIURB, como uma alternativa ao reservatório de retenção na Praça Juca Mulato. A medida

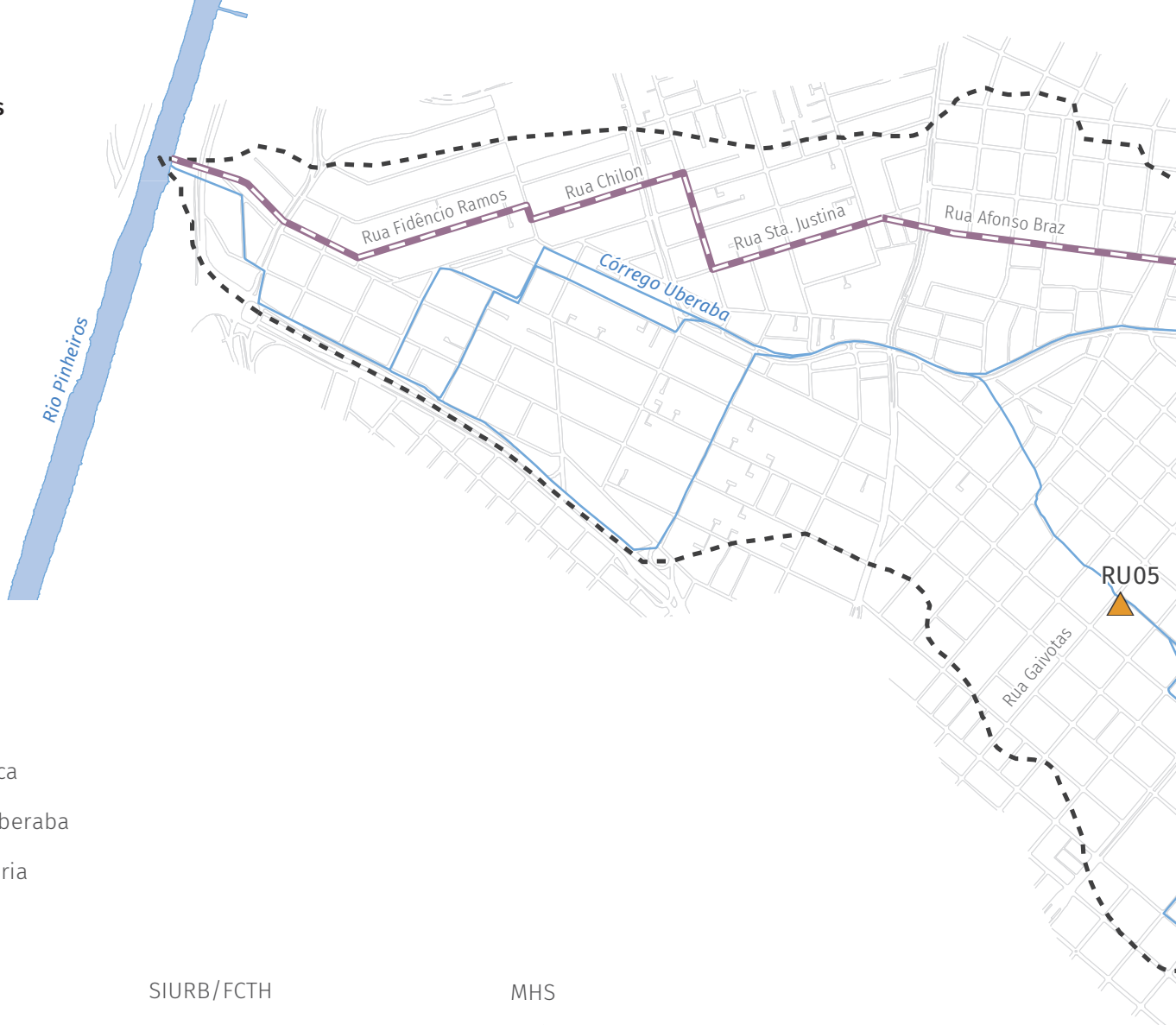
consiste em um túnel de derivação com 3.750 m de extensão e diâmetro de 4,8 m, iniciando na Avenida República do Líbano até o Rio Pinheiros.

Essa medida não foi considerada nas alternativas deste Caderno por aumentar em aproximadamente 70% a vazão de descarga no Rio Pinheiros e apresentar um custo mais elevado se comparado ao do reservatório de retenção. Outras dificuldades, como os impactos no trânsito – devido à necessidade de construção de poços de acesso – e a alta complexidade em relação às interferências – por ser uma obra linear –, também foram levadas em consideração.




TABELA 5.1 Propostas para o córrego Uberabinha

Cenário	Descrição
Cenário 1	Tr 100 anos; situação atual; sem reservação e configuração da rede de drenagem atual
Cenário 2	Tr 100 anos e configuração da rede de drenagem atual RU-01 (35.000 m ³)
Cenário 3	Tr 100 anos e configuração da rede de drenagem atual RU-01 (35.000 m ³); RU-02 (21.000 m ³)
Cenário 4	Tr 100 anos e configuração da rede de drenagem atual RU-01 (35.000 m ³); RU-02 (21.000 m ³); RU-04 (50.000 m ³)
Cenário 5	Tr 100 anos e configuração da rede de drenagem atual RU-01 (35.000 m ³); RU-02 (21.000 m ³); RU-03 (50.000 m ³)
Cenário 6	Tr 100 anos e configuração da rede de drenagem atual RU-01 (35.000 m ³); RU-02 (21.000 m ³); RU-03 (50.000 m ³); RU-04 (22.000 m ³)

FIGURA 5.1 Estudos e projetos existentes na bacia do córrego Uberaba





Convenção



-  Rede Hídrica
-  Bacia do Uberaba
-  Quadra Viária

Estudos e projetos

Hidrostudio

-  Reservatório
-  Reforço de galeria

SIURB/FCTH

-  Túnel de derivação
-  Aumento de seção

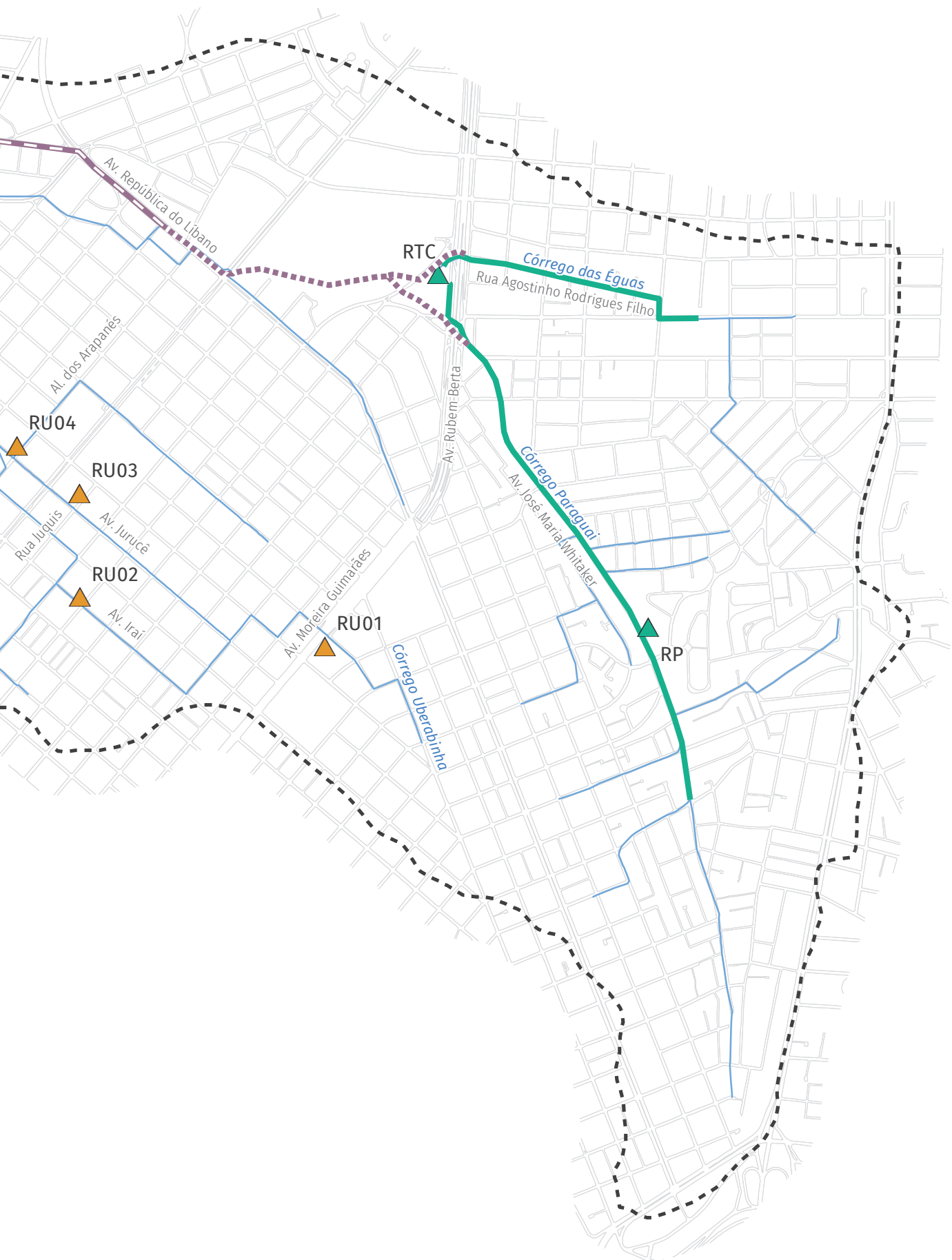
MHS

-  Reservatório

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004),
Mapa Hidrográfico do Município (2019), MHS (2010),
Hidrostudio (2010) e SIURB/FCTH (2019)





Alternativas propostas

Este capítulo apresenta um conjunto de medidas em três alternativas de controle de cheias.

No intuito de conceder à bacia o grau de proteção de 100 anos, as intervenções foram dimensionadas para o cenário de ocupação máxima do solo permitida por lei.

As alternativas consistem no controle do escoamento superficial através de ações estruturais situadas nos córregos da bacia do Uberaba. Dentre as principais medidas de controle propostas, destacam-se:

- Reservatórios de armazenamento – estruturas construídas para armazenar o escoamento superficial excedente, liberando as vazões para jusante de forma controlada;
- Parques lineares com função de reservação – funcionam como reservatórios de armazenamento linear no próprio canal do córrego. A função de reservação é introduzida através de estruturas de restrição de seção ao longo do canal, dimensionadas para controlar o escoamento para jusante;

- Reforço de galeria – trata-se da ampliação da capacidade de escoamento da galeria existente, podendo ser realizada pela substituição da galeria ou construção de uma nova galeria;
- Galerias-reservatórios para o amortecimento de cheias – estruturas compostas por tubos de concreto instalados no subsolo, com a função de atenuar picos de cheias. O controle do fluxo ao longo das galerias-reservatórios é efetuado através de elementos de controle de descarga, tais como orifícios fixos, devendo todo o excedente de volume, após o enchimento do segmento, ser descarregado por meio de “extravasores”.

As medidas de controle do escoamento superficial propostas neste Caderno são apresentadas em nível de viabilidade técnica.

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

6.1 ALTERNATIVA 1

A Alternativa 1 foi concebida priorizando a implantação de medidas de controle de cheias nos canais da bacia. Para manter as condições das vazões de jusante e a não transposição de impactos, as ações foram complementadas com sistemas de reservação na bacia, constituindo-se, portanto, como uma alternativa mista entre canalizações e reservações.

A Alternativa 1 contempla a implantação de sete reservatórios de armazenamento (567 mil m³), galerias de reforço (3.387 m), galerias-reservatórios (88.686 m³) e aumento de seção de galerias existentes (2.546 m).

As intervenções foram concebidas em três etapas de implantação. A primeira etapa é composta por obras que propiciem a redução da mancha de inundação em locais frequentemente afetados pelas cheias ou naqueles caracterizados por áreas críticas (**FIGURA 4.4**). A segunda etapa de implantação busca propor obras que propiciem o grau de proteção hidrológica à bacia hidrográfica de 25 anos. Já na terceira etapa são propostas obras que contemplem à bacia o grau de proteção de 100 anos.

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.

A **FIGURA 6.1** mostra a localização das obras previstas na Alternativa 1, indicando as três etapas de implantação das ações.

Para essa alternativa, foi adotada a condição máxima permitida de uso e ocupação do solo da bacia, conforme prevista na Lei nº 16.402/2016.

Os reservatórios propostos são fechados, *off line* e com esgotamento por bombas.

A **FIGURA 6.2** indica o diagrama unifilar de vazões para uma chuva de 100 anos e, também, a capacidade de escoamento sistema de drenagem da bacia do Uberaba a partir das intervenções propostas na Alternativa 1.

TABELA 6.1 Medidas de controle da Alternativa 1

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Dimensões		
				Extensão (m)	Seção (m ²)	Volume (m ³)
1ª Etapa	Córrego Uberabinha	Reservatório RUN-2	Al. Arapanés	–	–	53.000
		Galeria de apoio	Al. Arapanés	44	5,1	–
	Córrego Uberaba	Reservatório RUB-1	Pç. Juca Mulato	–	–	110.000
		Reservatório RUB-2	Av. Santo Amaro	–	–	192.000
		Galeria de apoio	Acesso RUB-1 (Paraguai)	154	10,0	–
		Galeria de apoio	Acesso RUB-1 (Éguas)	50	3,1	–
Galeria de apoio	Acesso RUB-2	231	8,7	–		
2ª Etapa	Córrego Paraguai	Reservatório RPR-2	Ecoponto	–	–	62.000
		Aumento de seção	Av. José Maria Whitaker	191	6,0	–
		Galeria de apoio	Av. José Maria Whitaker	465	4,0	–
		Galeria de apoio	Av. José Maria Whitaker	403	6,0	–
	Córrego das Éguas	Galeria de apoio	Av. Onze de Junho até R. Agostinho Rodrigues Filho	609	3,1	–
		Aumento de seção	R. Agostinho Rodrigues Filho	98	8,0	–
	Córrego Uberabinha	Galeria-reservatório	Av. Jandira	555	–	13.598
		Galeria de apoio	Av. Jandira	122	1,1	–
		Aumento de seção	Al. Guaramomis até Al. Dos Tupiniquins	343	4,2	–
		Aumento de seção	Av. Jurucê (montante)	695	4,2	–
		Aumento de seção	Av. Jurucê (jusante)	382	5,0	–
		Galeria-reservatório	Av. Iraí e Al. dos Jurupis	464	–	11.368
Aumento de seção		Av. Aratãs	109	2,8	–	
Aumento de seção		R. Araguari (montante)	90	12,0	–	
Aumento de seção	R. Araguari (jusante)	126	14,0	–		




TABELA 6.1 Medidas de controle da Alternativa 1

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Dimensões		
				Extensão (m)	Seção (m ²)	Volume (m ³)
2ª Etapa	Córrego Uberaba	Reservatório RUB-3	Pç. Pierre Gemayel	–	–	89.000
		Aumento de seção	R. Cnel. Raul Humaitá Vila Nova (montante)	159	6,5	–
		Aumento de seção	R. Cnel. Raul Humaitá Vila Nova (jusante)	91	13,8	–
		Galeria de apoio	Av. Hélio Pellegrino	734	4,9	–
		Galeria de apoio	R. Gomes de Carvalho	575	6,3	–
3ª Etapa	Córrego Paraguai	Galeria-reservatório	Av. José Maria Whitaker (montante)	204	–	2.499
		Galeria-reservatório	Av. José Maria Whitaker (jusante)	112	–	2.744
		Galeria-reservatório	R. Teresinha Gonçalves	389	–	4.765
		Galeria-reservatório	Av. Afonso Mariano Fagundes	79	–	1.936
		Galeria-reservatório	Feira livre	198	–	4.158
		Galeria-reservatório	Av. Odila	879	–	21.536
	Córrego das Éguas	Reservatório REG-1	Pç. Dorina Nowill	–	–	25.000
	Córrego Uberabinha	Reservatório RUN-3	R. Araguari	–	–	36.000
		Galeria-reservatório	Av. dos Jamaris	734	–	17.983
		Galeria-reservatório	Al. dos Arapanés	345	–	2.415
		Galeria-reservatório	Av. Iraí	232	–	5.684
	Córrego Uberaba	Aumento de seção	R. Casa do Ator e Al. Vicente Pinzon	262	10,2	–


FIGURA 6.1 Medidas de controle de cheias da Alternativa 1 para a bacia do córrego Uberaba







Convenção

-  Rede Hídrica
-  Bacia do Uberaba
-  Quadra Viária



1ª etapa

-  Reservatório
-  Reforço de galeria

2ª etapa (Tr 25 anos)

-  Reservatório
-  Reforço de galeria
-  Aumento de seção
-  Galeria-reservatório

3ª etapa (Tr 100 anos)

-  Reservatório
-  Reforço de galeria
-  Aumento de seção
-  Galeria-reservatório

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004),
Mapa Hidrográfico do Município (2019) e
FCTH (2019)



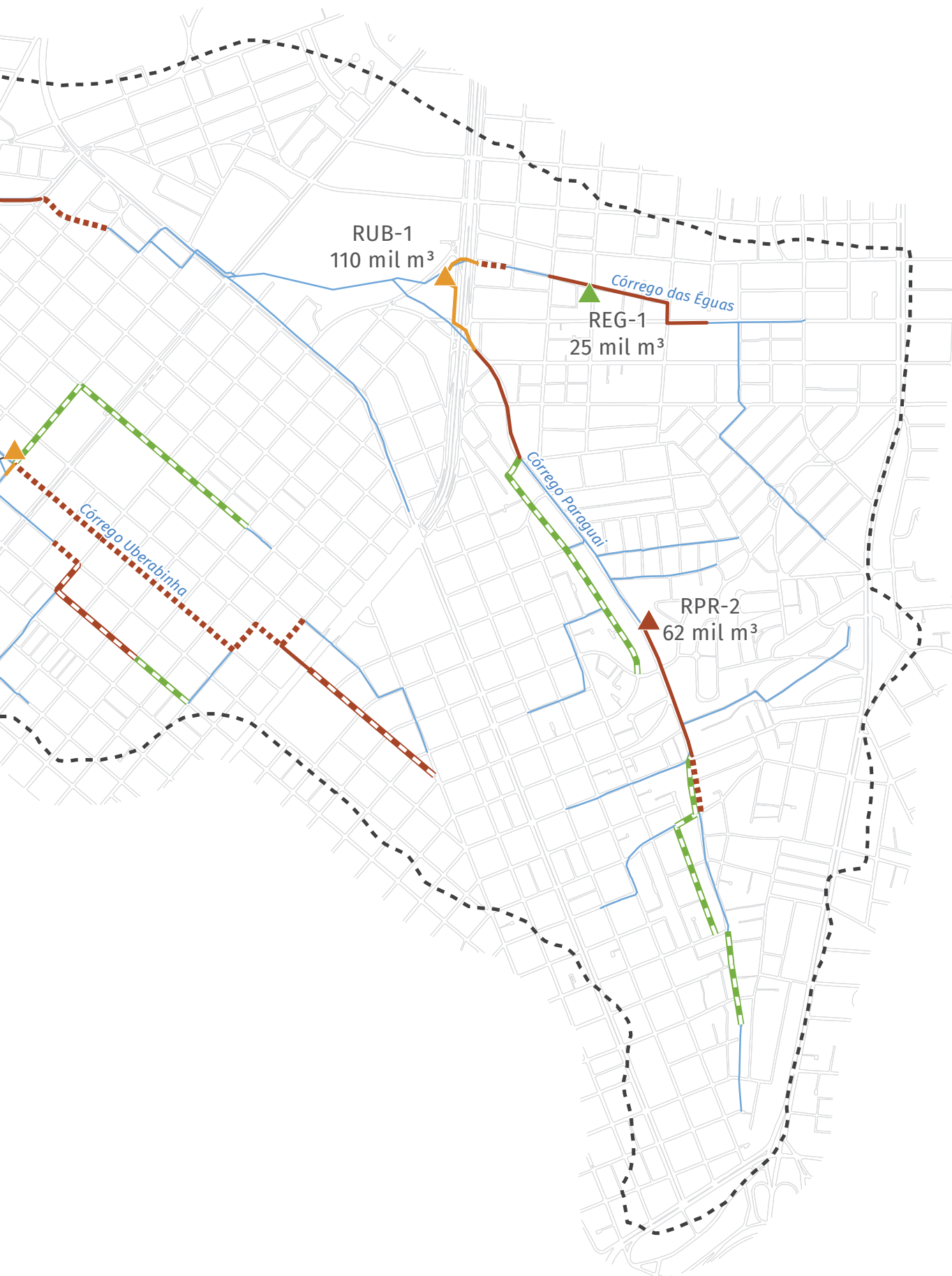
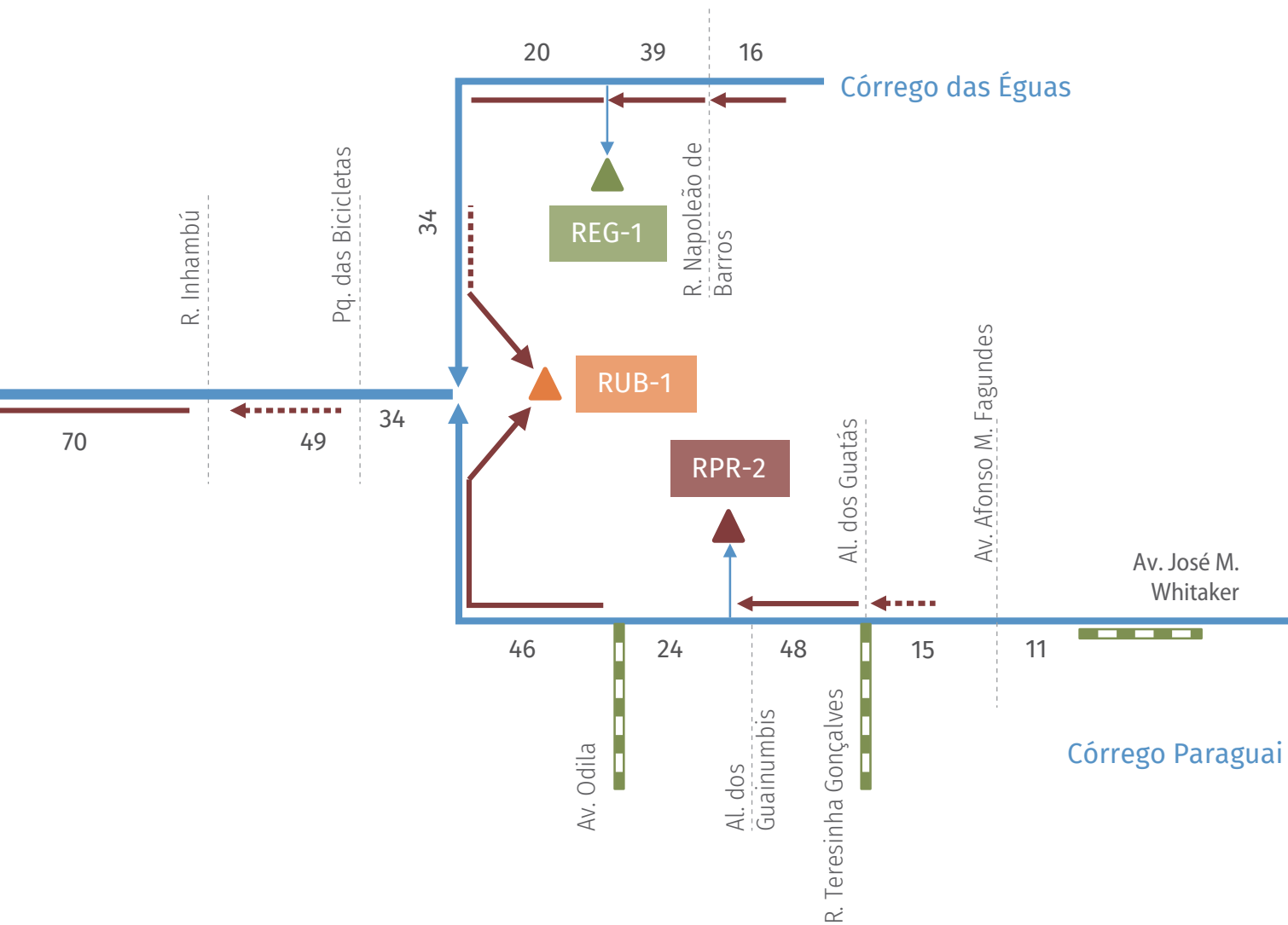



FIGURA 6.2 Diagrama unifilar de vazões da bacia do córrego Uberaba – Alternativa 1 com as obras da 1ª, 2ª e 3ª etapas





INTERVENÇÕES 1ª ETAPA
Etapa Inicial

-  Reservatório
-  Galeria de reforço

INTERVENÇÕES 2ª ETAPA
Tr 25 anos

-  Reservatório
-  Galeria de reforço
-  Aumento de seção
-  Galeria-reservatório

INTERVENÇÕES 3ª ETAPA
Tr 100 anos

-  Reservatório
-  Galeria de reforço
-  Aumento de seção
-  Galeria-reservatório

6.2 ALTERNATIVA 2

A Alternativa 2 foi concebida de modo a priorizar a implantação de reservatórios de armazenamento. Para complementar a proteção da bacia para um período de retorno de 100 anos, foram indicadas ações localizadas nos principais canais de escoamento.

As obras foram sugeridas em três etapas de implantação. A primeira etapa é composta por obras que propiciem a redução da mancha de inundação em locais frequentemente afetados pelas cheias ou naqueles caracterizados por áreas críticas sob o ponto de vista da drenagem urbana (**FIGURA 4.4**). A segunda etapa foi composta com intervenções que conferem 25 anos de proteção hidrológica, e a terceira etapa, por sua vez, com medidas que garantem 100 anos de proteção para toda a bacia estudada.

A Alternativa 2 é composta por nove reservatórios de armazenamento (672 mil m³),

galerias de reforço (3.004 m), galerias-reservatórios (63.872 m³) e aumento de seção de galerias existentes (1.803 m).

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.

A **FIGURA 6.3** mostra a localização das obras previstas na Alternativa 2, indicando as três etapas de implantação de ações.

A **FIGURA 6.4** indica o diagrama unifilar de vazões e, também, a capacidade de escoamento as estruturas de drenagem da bacia do córrego Uberaba a partir das intervenções propostas na Alternativa 2.

Os reservatórios propostos nessa alternativa são fechados, *off line* e com esgotamento por bombas.

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



Rua Olimpíadas (foto: FCTH)

TABELA 6.2 Medidas de controle da Alternativa 2

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Dimensões		
				Extensão (m)	Seção (m²)	Volume (m³)
1ª Etapa	Córrego Uberabinha	Reservatório RUN-2	Al. Arapanés	-	-	53.000
		Galeria de apoio	Al. Arapanés	44	5,1	-
	Córrego Uberaba	Reservatório RUB-1	Pç. Juca Mulato	-	-	110.000
		Reservatório RUB-2	Av. Santo Amaro	-	-	192.000
		Galeria de apoio	Acesso RUB-1 (Paraguai)	154	10,0	-
		Galeria de apoio	Acesso RUB-1 (Éguas)	50	3,1	-
Galeria de apoio	Acesso RUB-2	231	8,7	-		
2ª Etapa	Córrego Paraguai	Reservatório RPR-2	Ecoponto	-	-	65.000
		Aumento de seção	Av. José Maria Whitaker	191	6,0	-
		Galeria de apoio	Av. José Maria Whitaker	465	4,0	-
		Galeria de apoio	Av. José Maria Whitaker	403	6,0	-
	Córrego das Éguas	Galeria de apoio	Av. Onze de Junho até R. Agostinho Rodrigues Filho	705	3,1	-
		Aumento de seção	R. Agostinho Rodrigues Filho	98	8,0	-
	Córrego Uberabinha	Reservatório RUN-1	Av. Jurema	-	-	35.000
		Aumento de seção	Av. Ceci até Av. Jurema	526	2,6	-
		Aumento de seção	Av. Araguari	216	12,0	-
	Córrego Uberaba	Reservatório RUB-3	Pç. Pierre Gemayel	-	-	62.000
		Reservatório RUB-4	Al. Vicente Pinzon	-	-	53.000
Aumento de seção		R. Cnel. Raul Humaitá Vila Nova (montante)	159	6,5	-	
Aumento de seção		R. Cnel. Raul Humaitá Vila Nova (jusante)	91	13,8	-	
Galeria de apoio		Av. Hélio Pellegrino	734	4,9	-	

TABELA 6.2 Medidas de controle da Alternativa 2

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Dimensões		
				Extensão (m)	Seção (m ²)	Volume (m ³)
3ª Etapa	Córrego Paraguai	Reservatório RPR-1	Feira livre	-	-	26.000
		Aumento de seção	Av. José Maria Whitaker	413	4,0	-
		Galeria-reservatório	Av. Odila	879	-	21.536
	Córrego das Éguas	Reservatório REG-2	R. José de Magalhães	-	-	28.000
		Galeria de apoio	R. Agostinho Rodrigues Filho	96	3,1	-
	Córrego Uberabinha	Galeria-reservatório	Av. Jandira	226	-	5.537
		Galeria de apoio	Av. Jandira	122	1,1	-
		Galeria-reservatório	Av. Iraí e Al. dos Jurupis	694	-	17.003
		Aumento de seção	Av. Aratãs	109	2,8	-
		Galeria-reservatório	Av. dos Jamaris e Al. dos Jurupis	808	-	19.796
	Córrego Uberaba	Reservatório RUB-3 (expansão)	Pç. Pierre Gemayel	-	-	48.000

FIGURA 6.3 Medidas de controle de cheias da Alternativa 2 para a bacia do córrego Uberaba



Convenção

- Rede Hídrica
- Bacia do Uberaba
- Quadra Viária

1ª etapa

- ▲ Reservatório
- Reforço de galeria

2ª etapa (Tr 25 anos)

- ▲ Reservatório
- Reforço de galeria
- - - - Aumento de seção
- - - - Galeria-reservatório

3ª etapa (Tr 100 anos)

- ▲ Reservatório
- Reforço de galeria
- - - - Aumento de seção
- - - - Galeria-reservatório

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004),
Mapa Hidrográfico do Município (2019) e
FCTH (2019)



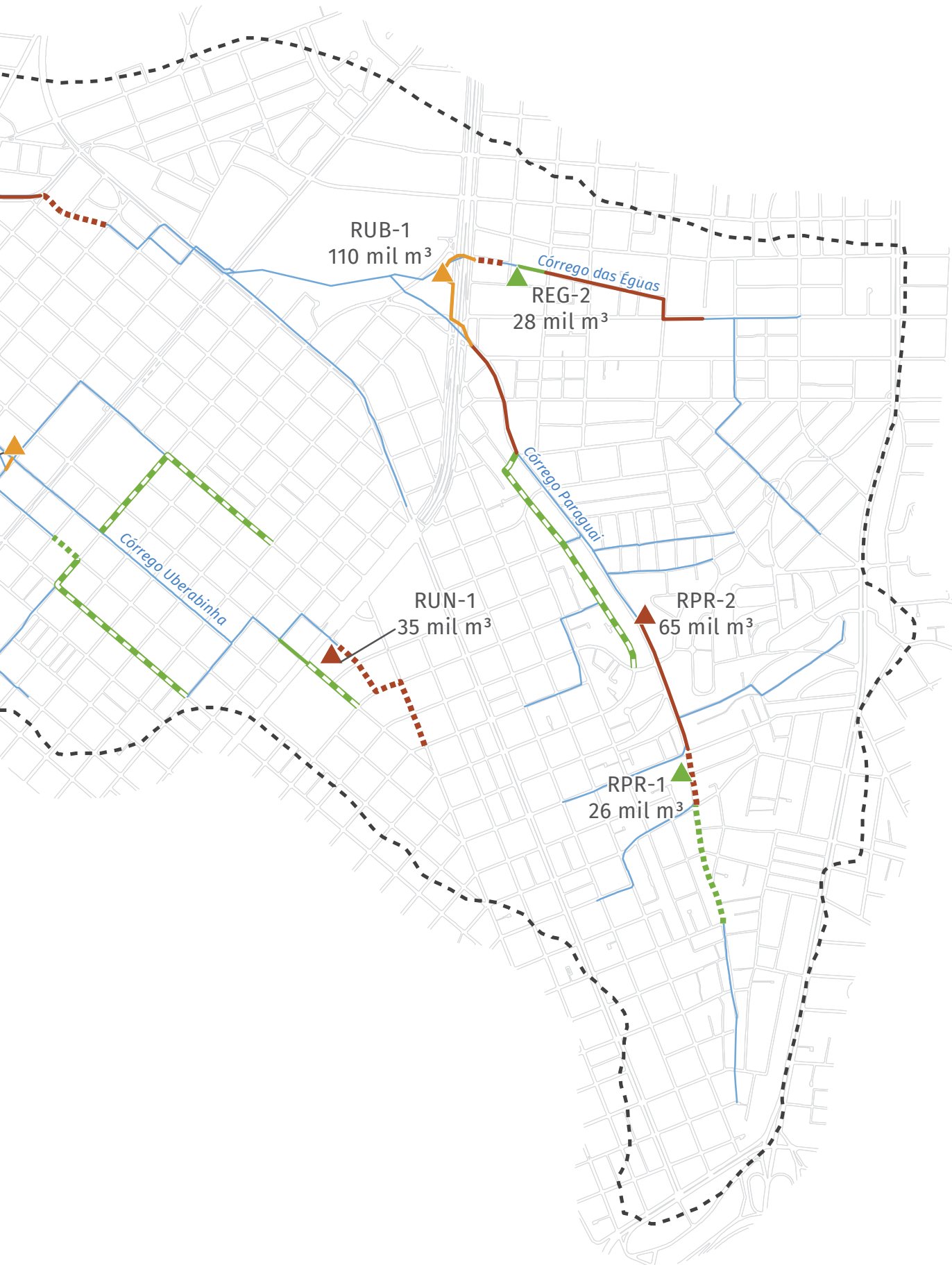
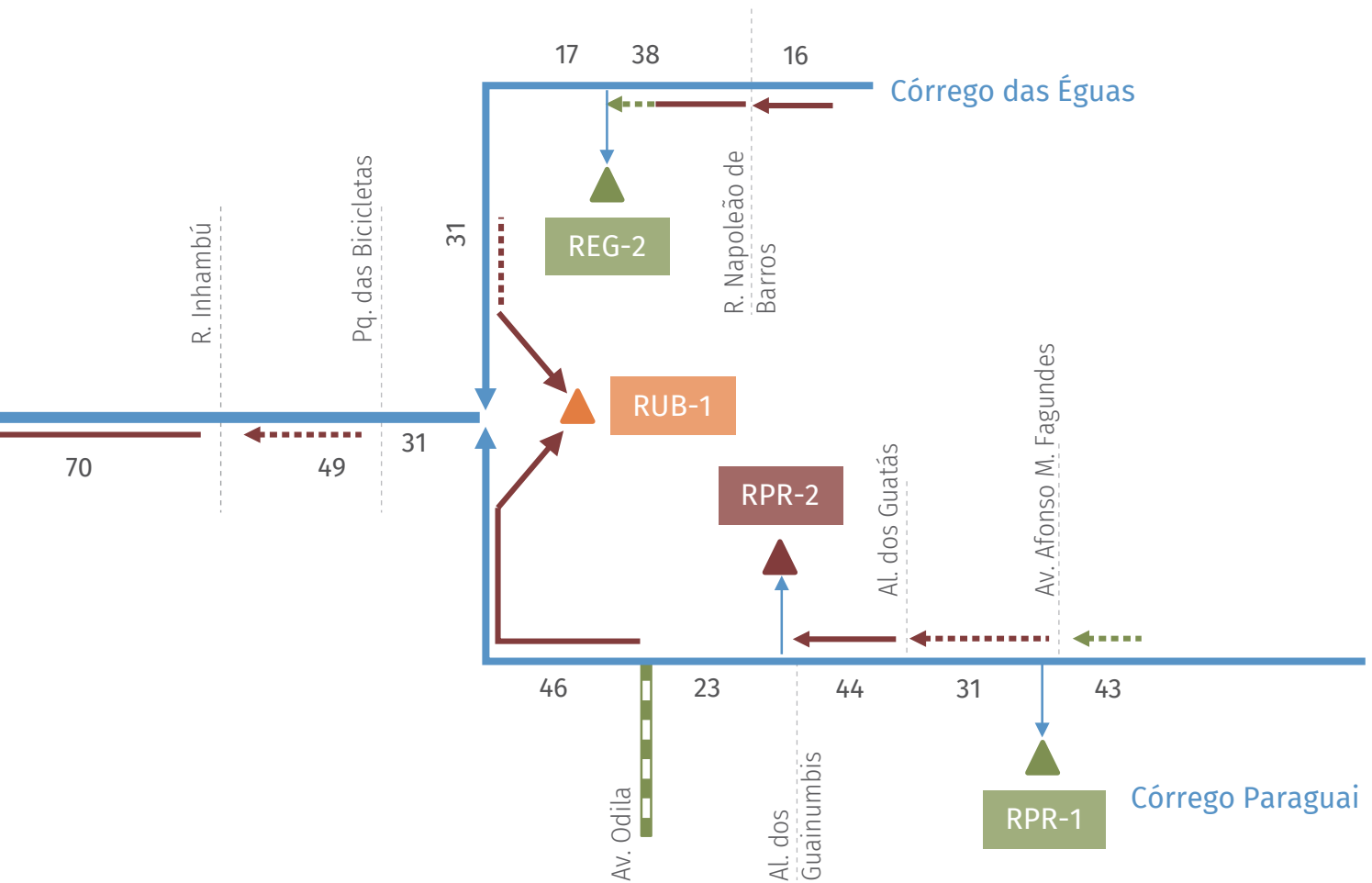


FIGURA 6.4 Diagrama unifilar de vazões da bacia do córrego Uberaba – Alternativa 2 com as obras da 1ª, 2ª e 3ª etapas





INTERVENÇÕES 1ª ETAPA
Etapa Inicial

-  Reservatório
-  Galeria de reforço

INTERVENÇÕES 2ª ETAPA
Tr 25 anos

-  Reservatório
-  Galeria de reforço
-  Aumento de seção
-  Galeria-reservatório

INTERVENÇÕES 3ª ETAPA
Tr 100 anos

-  Reservatório
-  Galeria de reforço
-  Aumento de seção
-  Galeria-reservatório

6.3 ALTERNATIVA 3

A Alternativa 3 prioriza a aproximação da população com os córregos urbanos através da abertura de canais e da implantação de um parque linear. Ações estruturais como reservatórios de armazenamento e ampliações de seções canalizadas foram propostas para complementar a proteção da bacia para um período de retorno de 100 anos.

A Alternativa 3 é composta pela implantação de um parque linear (22.000 m³) e uma abertura de canal (1.831 m). Foram sugeridos oito reservatórios de armazenamento (613 mil m³), galerias de reforço (2.503 m), galerias-reservatórios (42.336 m³) e aumento de seção de galerias existentes (2.070 m).

Foram propostas em três etapas de implantação de obras, em que a primeira etapa visa proteger as áreas da bacia classificadas como muito críticas. A segunda etapa foi

composta com intervenções que conferem 25 anos de proteção hidrológica, e a terceira etapa permite 100 anos de proteção para toda a bacia estudada.

A **TABELA 6.3** indica as obras previstas na Alternativa 3 em cada etapa de implantação, incluindo sua localização, o tipo de medida de controle e suas dimensões. A **FIGURA 6.5** mostra a localização das obras previstas na Alternativa 3, indicando as três etapas de implantação.

A **FIGURA 6.6** indica o diagrama unifilar de vazões e, também, a capacidade de escoamento das estruturas de drenagem da bacia do córrego Uberaba após a implantação das intervenções propostas na Alternativa 3.

A alternativa foi concebida para a condição máxima permitida de uso e ocupação do solo da bacia, conforme prevista na Lei nº 16.402/2016.



Parque das Bicicletas (foto: FCTH)

TABELA 6.3 Medidas de controle da Alternativa 3

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Dimensões		
				Extensão (m)	Seção (m²)	Volume (m³)
1ª Etapa	Córrego Uberabinha	Reservatório RUN-2	Al. Arapanés	–	–	53.000
		Galeria de apoio	Al. Arapanés	44	5,1	–
	Córrego Uberaba	Reservatório RUB-1	Pç. Juca Mulato	–	–	110.000
		Reservatório RUB-2	Av. Santo Amaro	–	–	192.000
		Galeria de apoio	Acesso RUB-1 (Paraguai)	154	10,0	–
		Galeria de apoio	Acesso RUB-1 (das Éguas)	50	3,1	–
Galeria de apoio	Acesso RUB-2	231	8,7	–		
2ª Etapa	Córrego Paraguai	Reservatório PR02	Ecoponto	–	–	48.000
		Parque linear PPR-1	Av. José Maria Whitaker	481	–	22.000
		Aumento de seção	Av. José Maria Whitaker	153	6,0	–
		Galeria de apoio	Av. José Maria Whitaker	403	6,0	–
	Córrego das Éguas	Galeria de apoio	Av. Onze de Junho até R. Agostinho Rodrigues Filho	609	3,1	–
		Abertura de canal	R. Agostinho Rodrigues Filho	25	19,0	–
		Aumento de seção	R. Agostinho Rodrigues Filho	98	8,0	–
	Córrego Uberabinha	Reservatório RUN-1	Av. Jurema	–	–	35.000
		Aumento de seção	Av. Ceci até Av. Jurema	526	2,6	–
		Abertura de canal	Av. Araguari	217	25,5	–
	Córrego Uberaba	Reservatório RUB-3	Pç. Pierre Gemayel	–	–	118.000
		Abertura de canal	Parque das Bicicletas	262	–	–
Aumento de seção		R. Cnel. Raul Humaitá Vila Nova	159	6,5	–	
Abertura de canal		Av. Hélio Pellegrino	1327	30,0	–	
Aumento de seção		Av. Hélio Pellegrino	160	8,4	–	




TABELA 6.3 Medidas de controle da Alternativa 3

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Dimensões		
				Extensão (m)	Seção (m ²)	Volume (m ³)
3ª Etapa	Córrego Paraguai	Reservatório RPR-1	Feira livre	–	–	32.000
		Aumento de seção	Av. José Maria Whitaker	327	4,0	–
	Córrego das Éguas	Reservatório REG-1	Pç. Dorina Nowill	–	–	25.000
	Córrego Uberabinha	Galeria-reservatório	Av. Jandira	226	–	5.537
		Galeria de apoio	Av. Jandira	122	1,1	–
		Galeria-reservatório	Av. Iraí e Al. dos Jurupis	694	–	17.003
		Aumento de seção	Av. Aratãs	109	2,8	–
		Galeria-reservatório	Av. dos Jamaris e Al. dos Jurupis	808	–	19.796
	Córrego Uberaba	Aumento de seção	R. Michel Milan	538	12,0	–
		Galeria de apoio	R. Olimpíadas e R. Gomes de Carvalho	890	4,9	–



FIGURA 6.5 Medidas de controle de cheias da Alternativa 3 para a bacia do córrego Uberaba







Convenção

-  Rede Hídrica
-  Bacia do Uberaba
-  Quadra Viária


1ª etapa

-  Reservatório
-  Reforço de galeria

2ª etapa (Tr 25 anos)

-  Reservatório
-  Reforço de galeria
-  Aumento de seção
-  Abertura de canal
-  Parque linear

3ª etapa (Tr 100 anos)

-  Reservatório
-  Reforço de galeria
-  Aumento de seção
-  Galeria-reservatório

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004),
Mapa Hidrográfico do Município (2019) e
FCTH (2019)



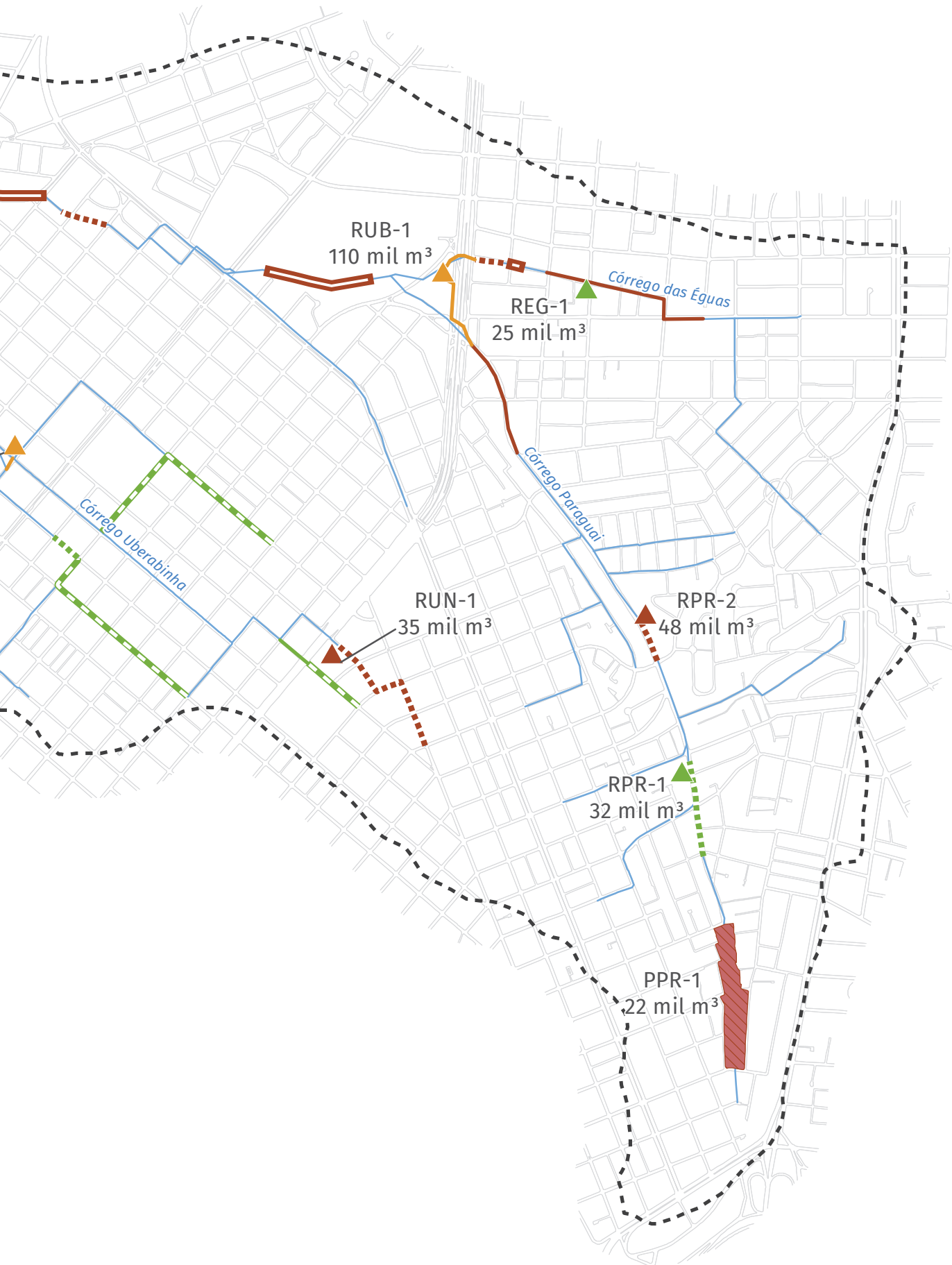
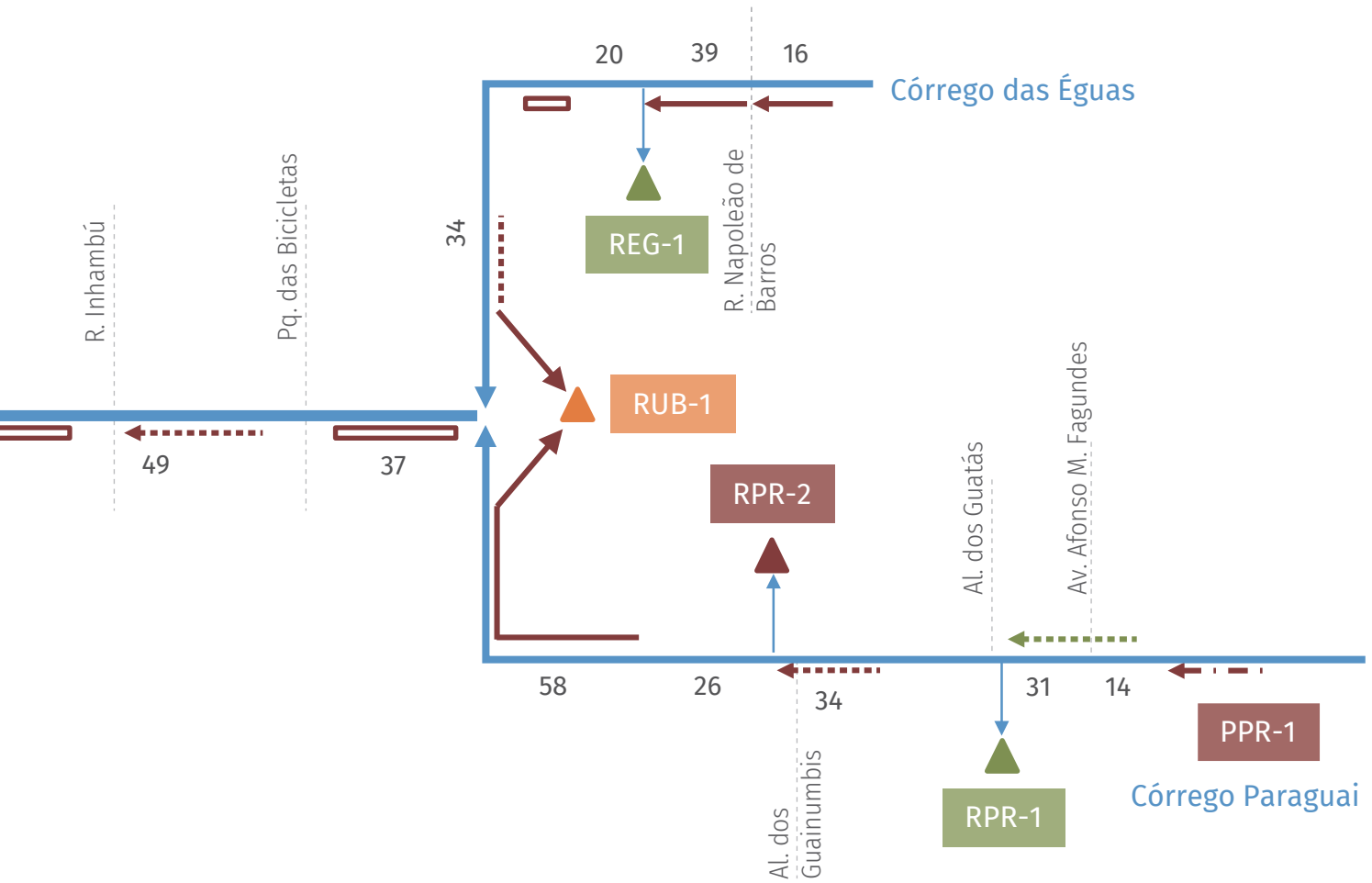


FIGURA 6.6 Diagrama unifilar de vazões da bacia do córrego Uberaba – Alternativa 3 com as ações da 1ª, 2ª e 3ª etapas





INTERVENÇÕES 1ª ETAPA
Etapa Inicial

-  Reservatório
-  Galeria de reforço

INTERVENÇÕES 2ª ETAPA
Tr 25 anos

-  Reservatório
-  Galeria de reforço
-  Abertura de canal
-  Aumento de seção
-  Parque linear

INTERVENÇÕES 3ª ETAPA
Tr 100 anos

-  Reservatório
-  Galeria de reforço
-  Aumento de seção
-  Galeria-reservatório

6.4 LOCALIZAÇÃO DAS OBRAS NAS BACIAS

A seguir, indicam-se as localizações das áreas dos onze reservatórios e do parque linear propostos nas Alternativas apresentadas para a bacia do córrego Uberaba.



FIGURA 6.7 Localização do reservatório REG-1 – Alternativas 1 e 3



FIGURA 6.8 Localização do reservatório REG-2 – Alternativa 2



FIGURA 6.9 Localização do parque linear PPR-1 – Alternativa 3



FIGURA 6.10 Localização do reservatório RPR-1 – Alternativas 2 e 3



FIGURA 6.11 Localização do reservatório RPR-2 – Alternativas 1, 2 e 3



FIGURA 6.12 Localização do reservatório RUB-1 – Alternativas 1, 2 e 3



FIGURA 6.13 Localização do reservatório RUB-2 – Alternativas 1, 2 e 3



FIGURA 6.14 Localização do reservatório RUB-3 – Alternativas 1, 2 e 3



FIGURA 6.15 Localização do reservatório RUB-4 – Alternativa 2



FIGURA 6.16 Localização do reservatório RUN-1 – Alternativas 2 e 3



FIGURA 6.17 Localização do reservatório RUN-2 – Alternativas 1, 2 e 3



FIGURA 6.18 Localização do reservatório UN3 – Alternativa 1

6.5 VISTAS E PERSPECTIVAS DAS MEDIDAS PROPOSTAS NAS ALTERNATIVAS

Na sequência, são apresentadas as vistas e perspectivas das áreas onde foram propostas as medidas de controle de cheias na bacia do córrego Uberaba.

Foram simuladas as perspectivas de três medidas de controle de cheias, um reservatório de armazenamento, um parque linear com reservação e uma abertura de canal. As intervenções foram: o reservatório de amortecimento de cheias na Praça Juca Mulato, no córrego Uberaba; a abertura de canal no Parque das Bicicletas, no córrego Uberaba; e o parque linear localizado na cabeceira do córrego Paraguai.

As perspectivas foram elaboradas visando a melhoria do espaço urbano, paisagem e meio ambiente, a partir de critérios urbanísticos e paisagísticos que vislumbrem a integração harmônica das infraestruturas de controle de cheias com o meio ambiente urbano.

Na Praça Juca Mulato, foi proposto um reservatório fechado em duas células cilíndricas conectadas entre si, seguindo o critério de concepção proposto pela Hidrostudio Engenharia. A **FIGURA 6.19** indica a planta de localização do reservatório entre as avenidas Rubem Berta e Prof. Ascendino Reis, em

frente ao Tribunal de Contas do Município de São Paulo. A imagem ainda indica as localizações das perspectivas e do corte elaborados para o local. A **FIGURA 6.20** ilustra a perspectiva aérea da Praça Juca Mulato, posição V1 na planta de localização, sobre o reservatório RUB-1, e a **FIGURA 6.21** indica a mesma perspectiva com a representação do reservatório. A **FIGURA 6.22** mostra uma imagem da praça, posição V2 na planta de localização, sobre o reservatório com equipamentos, espaços de lazer criados e obras de arte, que remetem à identidade visual de rodas de bicicletas, ao redor dos acessos e ventilações do reservatório. Por fim, a **FIGURA 6.23** ilustra o corte da seção indicada na planta com a posição do reservatório em relação à superfície da praça e ao sistema viário. Também está representado o volume disponível para reservação de água durante os períodos de cheias.

A abertura de canal no Parque das Bicicletas foi perspectivada com o objetivo de retomar a relação da cidade com seus rios, criando uma nova tipologia de espaço de lazer, com áreas de caminhada, travessias sobre o córrego e deques que possibilitam momentos de lazer vinculados aos córregos urbanos. Foram inseridos conceitos de canais anastomosados com a presença de ilhas de fitorremediação, onde o curso de água se divide entre elas,

formando um córrego sem um canal principal. Isso pode ser observado na planta apresentada na **FIGURA 6.24**. A **FIGURA 6.25** indica a perspectiva aérea do Parque das Bicicletas com o canal do córrego Uberaba aberto, destacando o deque proposto, as ilhas de fitorremediação formando os canais anastomosados, assim como os jardins de chuva e as pistas de caminhada ao longo do canal. A **FIGURA 6.26** ilustra o corte transversal do canal, indicado em planta, com os elementos urbanísticos propostos e os sistemas de esgoto e de águas pluviais existentes no parque.

A próxima imagem traz o parque linear no córrego Paraguai. O parque linear foi proposto seguindo os conceitos estabelecidos pelo PDE, como intervenções urbanísticas associadas aos cursos d'água inseridos no tecido urbano, tendo como principais objetivos conectar áreas e espaços públicos, controlar enchentes, propiciar áreas verdes destinadas ao lazer, à fruição e a atividades culturais e, com isso, ampliar a percepção dos cidadãos sobre o meio físico. A **FIGURA 6.27** mostra a planta do parque

PPR-1 em sua extensão de 481 m. Observa-se nela ainda os elementos de conexão do parque com o meio urbano, as pistas de caminhada, as ciclovias, as travessias e os deques, que propiciam a convivência dos cidadãos com as águas urbanas. A **FIGURA 6.28** ilustra a perspectiva do parque linear na condição sem chuva, destacando as passarelas para pedestres, as ciclovias e as soleiras para restrição de vazão durante a ocorrência de chuvas, proporcionando o armazenamento do escoamento superficial. Na **FIGURA 6.29**, pode-se observar a mesma perspectiva durante um evento chuvoso. Nota-se o funcionamento das soleiras e o consequente aumento da lâmina d'água no canal do córrego Paraguai. A última imagem (**FIGURA 6.30**) mostra o corte da seção transversal do parque, destacando-se o posicionamento da soleira de restrição de vazão para períodos chuvosos e os elementos paisagísticos inseridos que propiciam múltiplas funções, tais como lazer, recreação, controle de cheias, conservação ambiental e convivência da população com as águas urbanas.



SÓ ÔNIBUS
2ª a 6ª 06-22ª
↓

Juca Mulato

Praça Juca Mulato e Av. Rubem Berta (foto: FCTH)



Acesso e ventilação

Reservatório de detenção

Poço de bombeamento

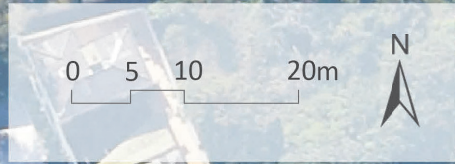
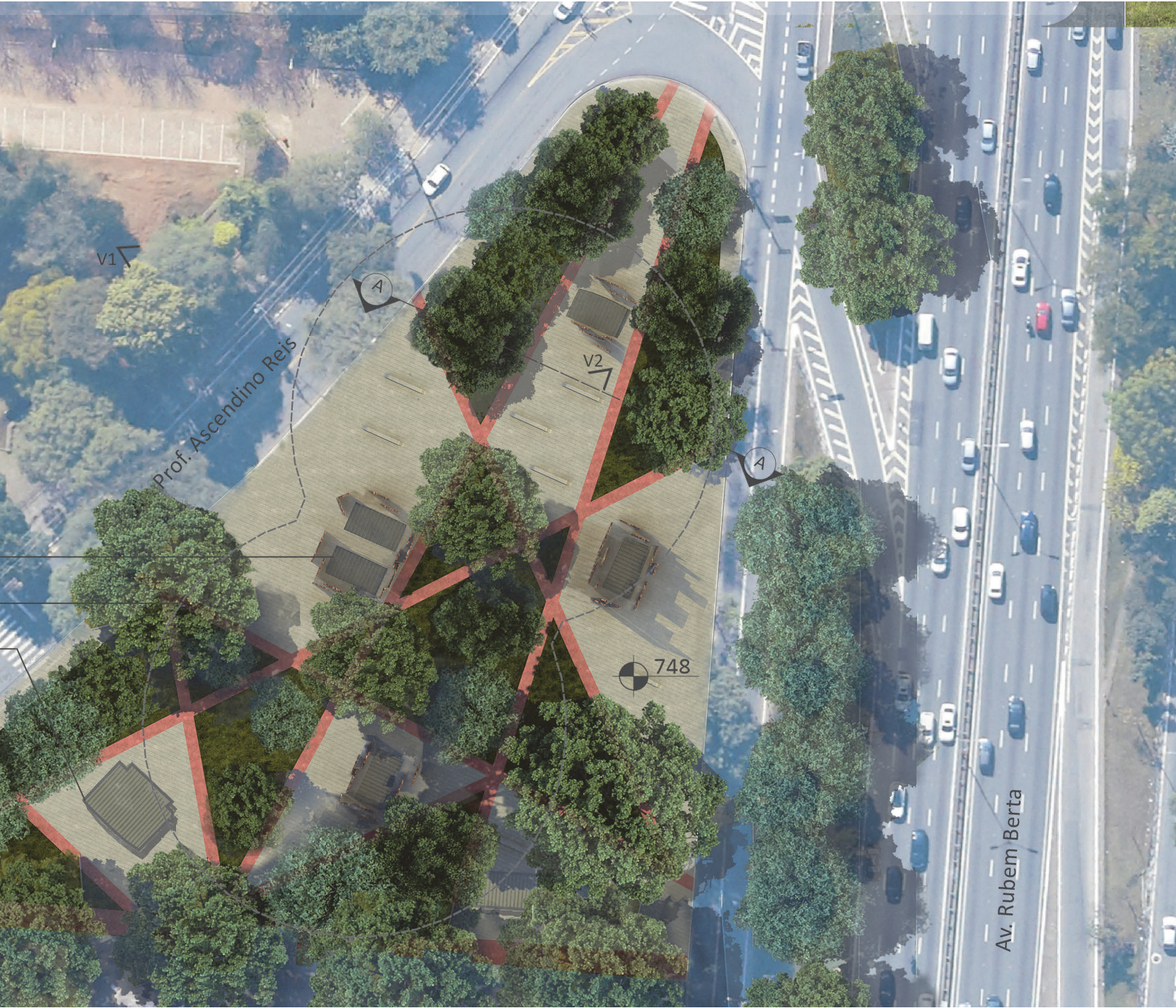


FIGURA 6.19 Planta do reservatório de amortecimento de cheias na Pç. Juca Mulato (córrego Uberaba)



v1

Prof. Ascendino Reis

A

v2

A

748

Av. Rubem Berta





FIGURA 6.20 Perspectiva do reservatório de amortecimento de cheias na Pç. Juca Mulato (córrego Uberaba), vista aérea



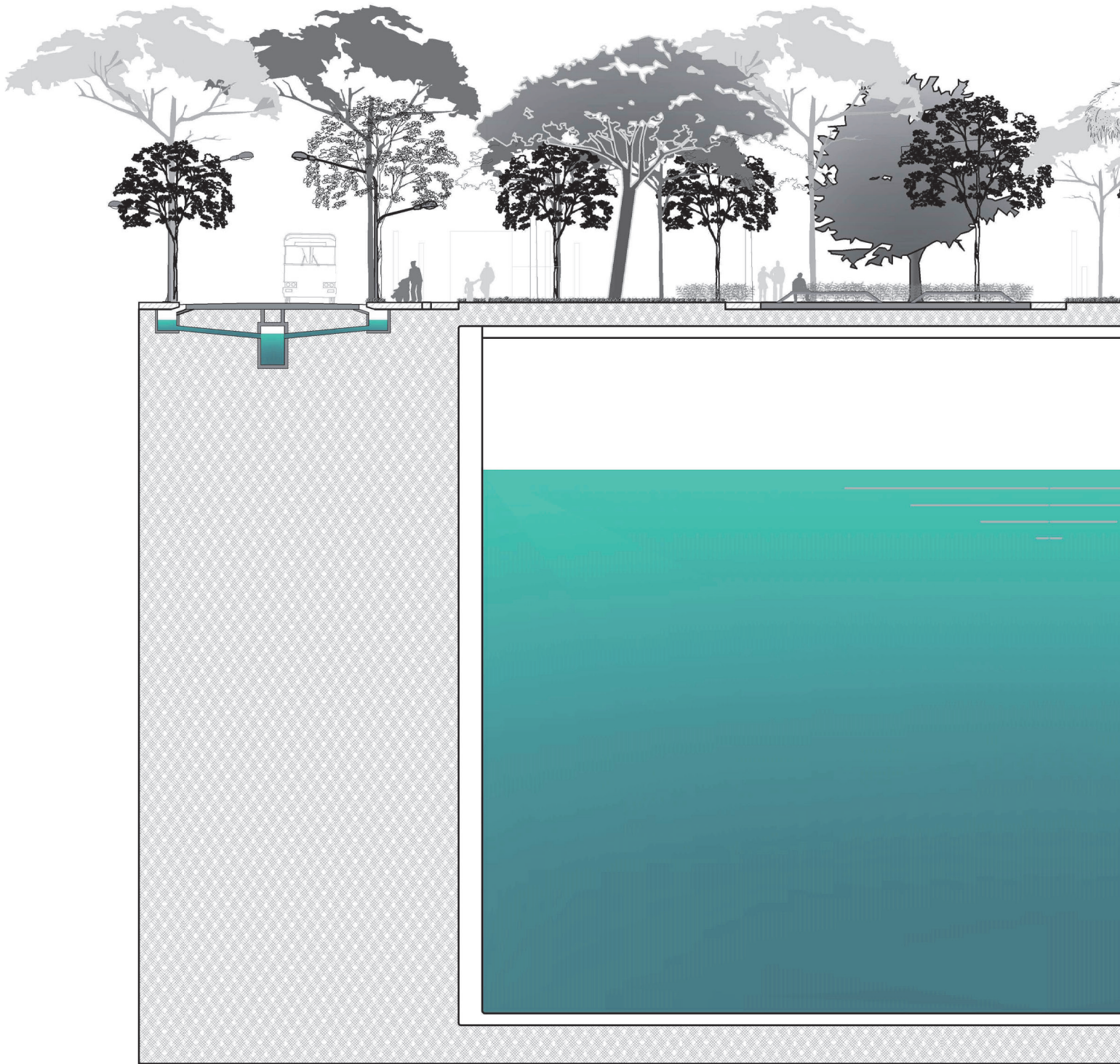


FIGURA 6.21 Perspectiva do reservatório de amortecimento de cheias na Pç. Juca Mulato (córrego Uberaba), vista aérea com representação do reservatório

FIGURA 6.22 Perspectiva do reservatório de amortecimento de cheias na Pç. Juca Mulato (córrego Uberaba), vista do pedestre







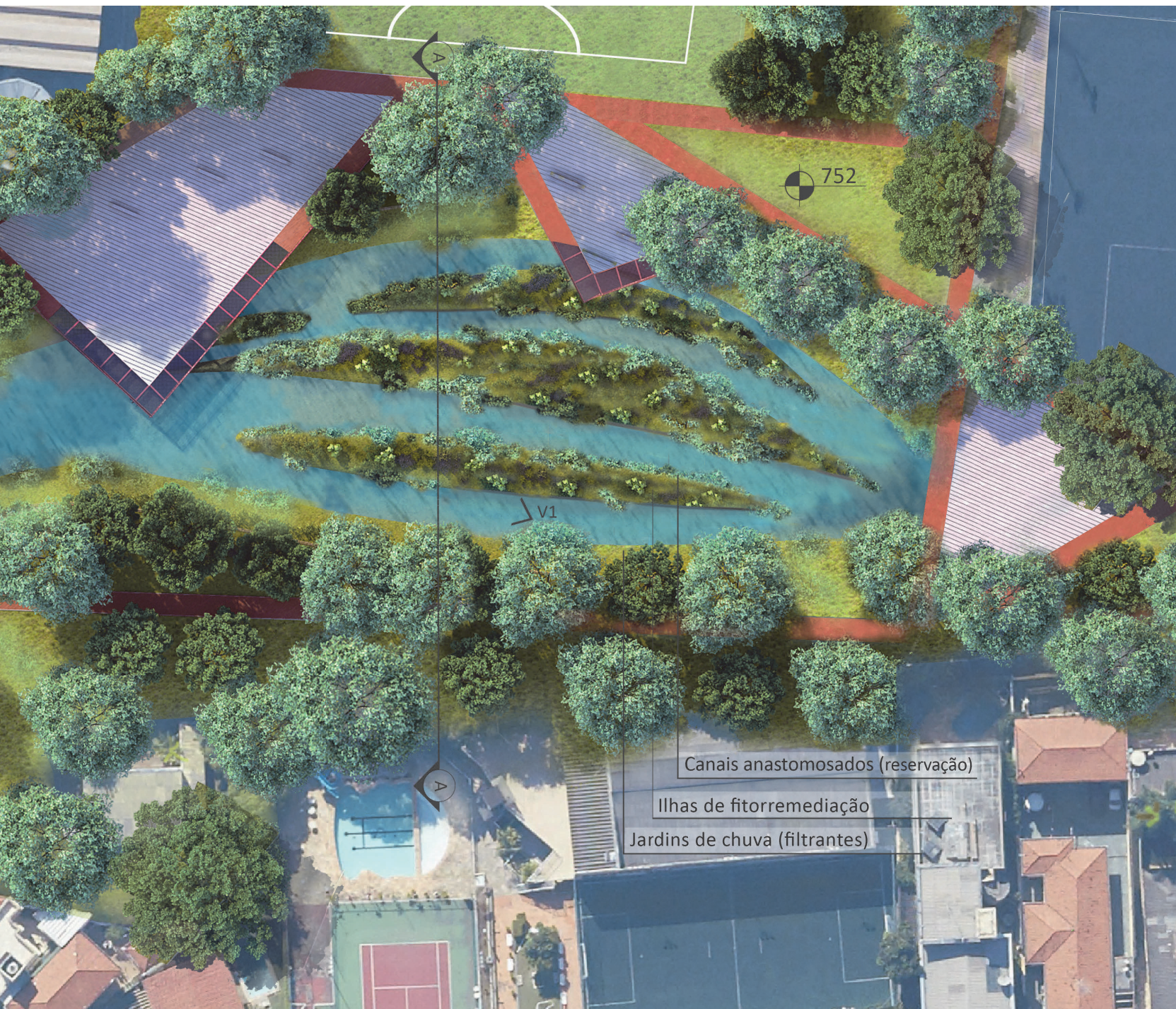
CORTE A-A



FIGURA 6.23 Corte do reservatório de amortecimento de cheias na Pç. Juca Mulato (córrego Uberaba)



FIGURA 6.24 Planta da abertura de canal no Pq. das Bicicletas (córrego Uberaba)



752

V1

Canais anastomosados (reservação)

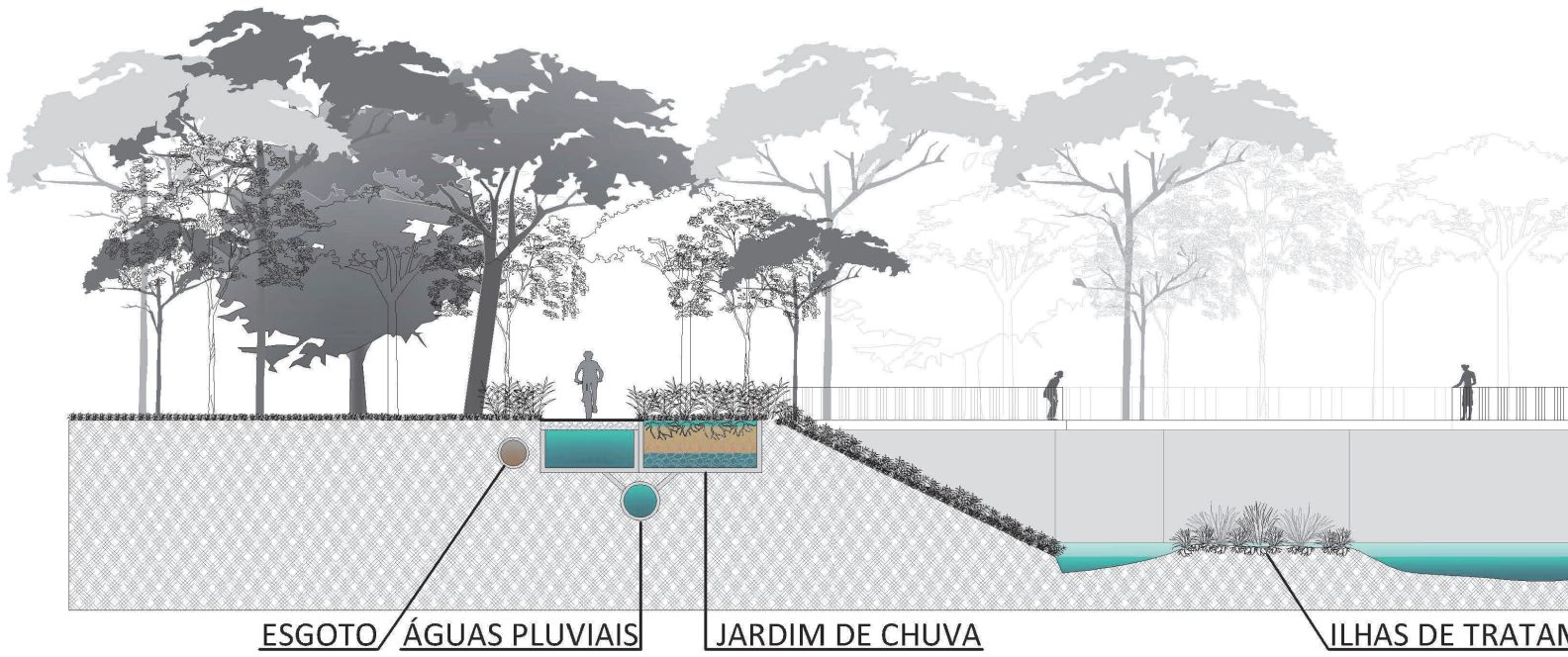
Ilhas de fitorremediação

Jardins de chuva (filtrantes)

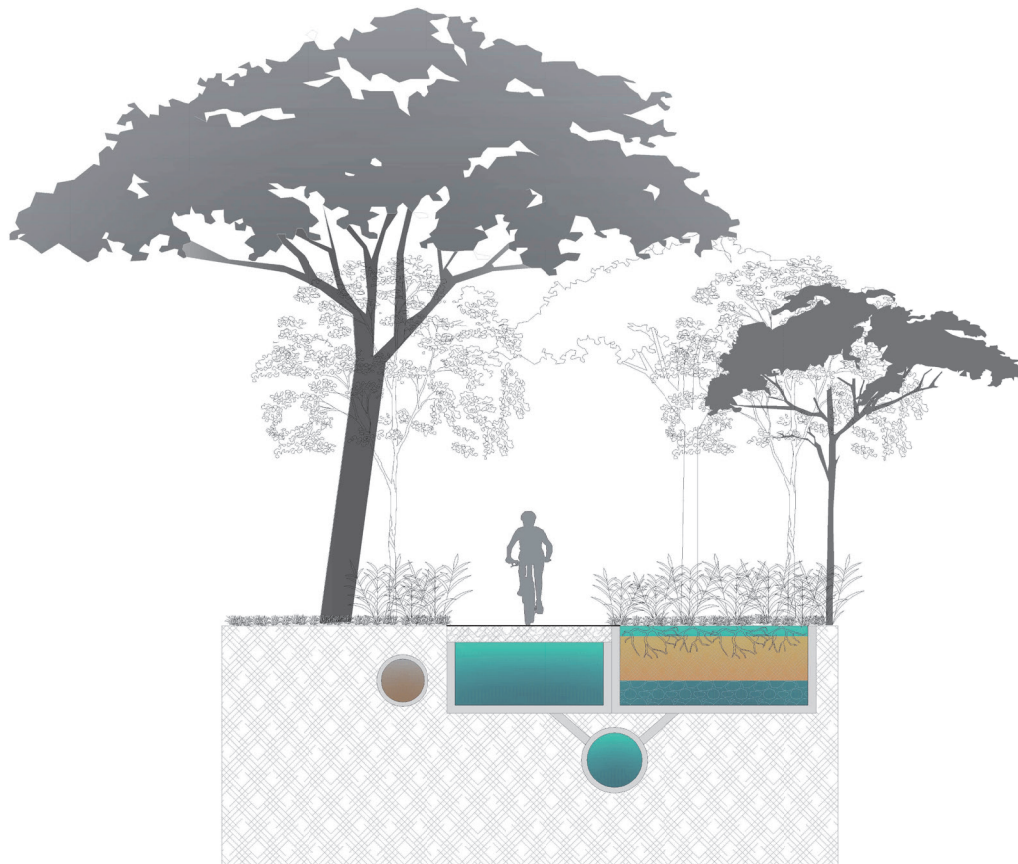




FIGURA 6.25 Perspectiva da abertura de canal no Pq. das Bicicletas (córrego Uberaba)



CORTE A-A



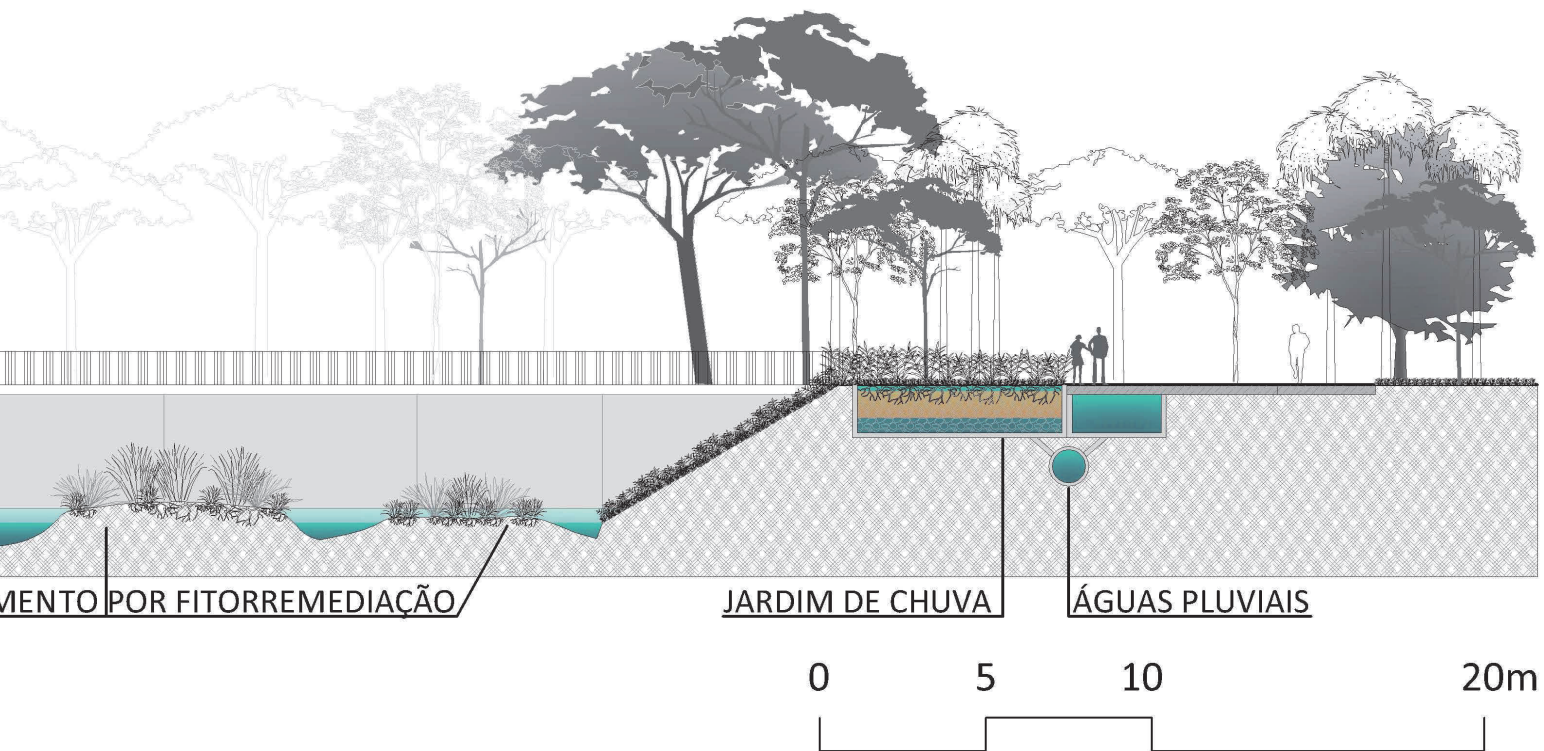


FIGURA 6.26 Corte da abertura de canal no Pq. das Bicicletas (córrego Uberaba)



FIGURA 6.27 Planta do parque linear na cabeceira do córrego Paraguai



Tv. João Miró

779

V1

Canal vazão de base

Canal vazão de cheia





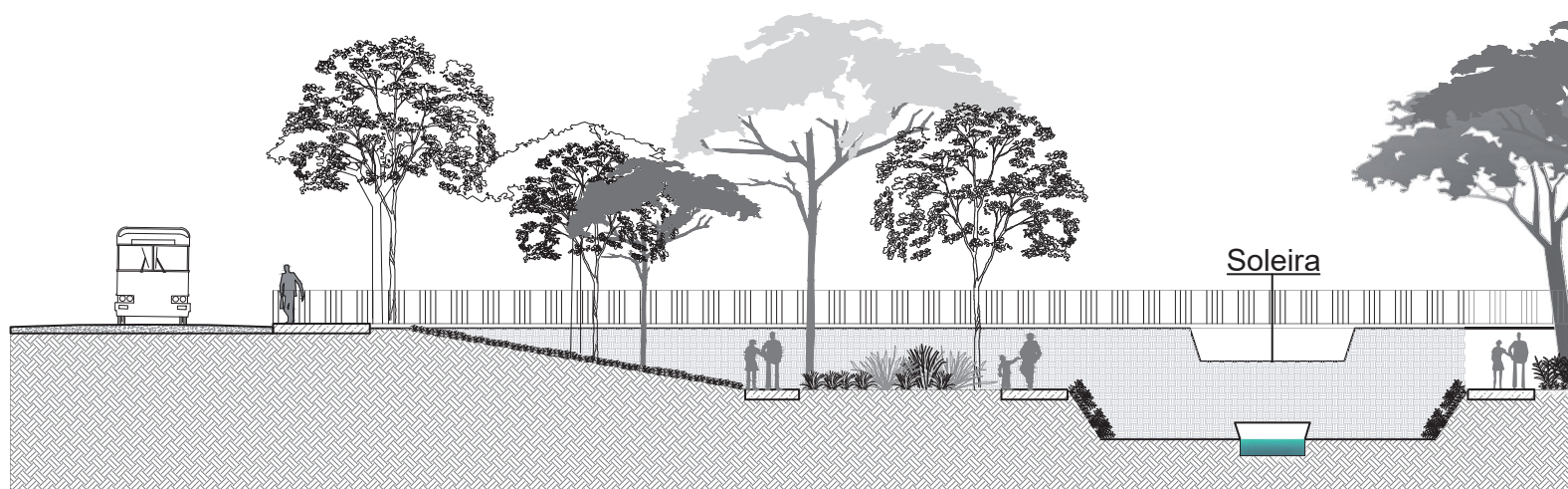
FIGURA 6.28 Perspectiva do parque linear na cabeceira do córrego Paraguai no período de seca



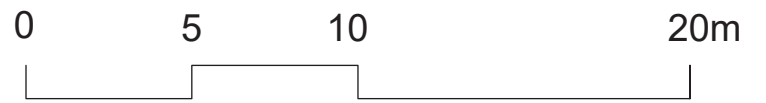
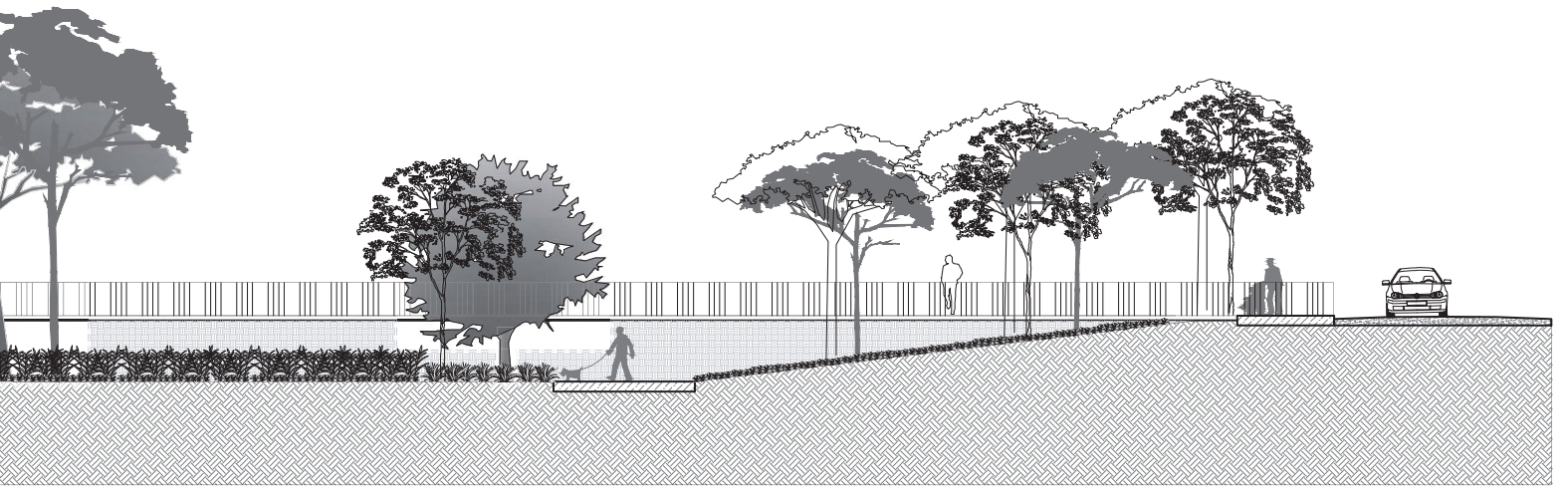


FIGURA 6.29 Perspectiva do parque linear na cabeceira do córrego Paraguai no período de cheia

FIGURA 6.30 Corte do parque linear na cabeceira do córrego Paraguai



CORTE A-A



6.6 MEDIDAS COMPLEMENTARES

Recomenda-se a realização de nova inspeção nas galerias existentes e o cadastramento dos pontos de restrição identificados, tais como:

- Interferências – tubulações que atravessam a galeria reduzindo sua capacidade de escoamento;
- Singularidades – trechos com redução de seção ou declividade e confluências;
- Danos estruturais – trincas e fissuras, armadura exposta e colapso estrutural.

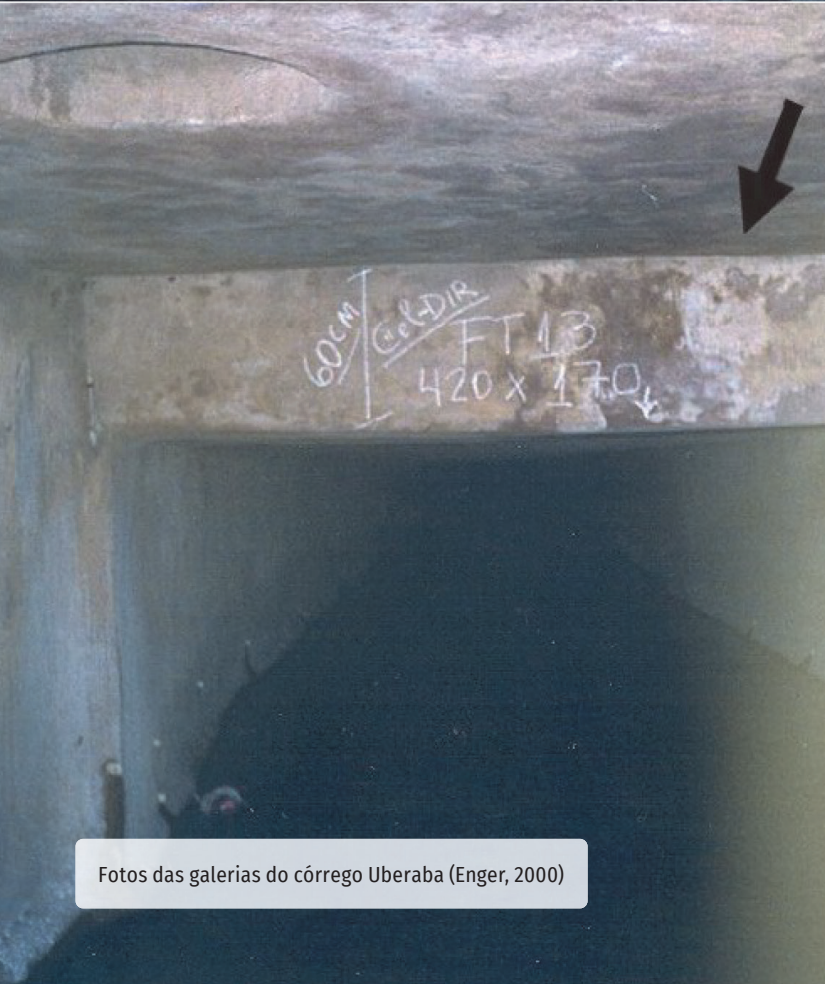
Tais problemas devem ser objeto de um projeto de recuperação e otimização das galerias existentes, condição necessária para um bom desempenho das outras medidas propostas.

6.7 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.



6.7.1 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, 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 total restrição à ocupação, cabendo a sua utilização apenas para parques lineares, campos de esportes não impermeabilizados etc., conforme definido em decreto.

Como exemplo, foram estimadas as zonas de inundação gerada 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 segue¹²:

- Estabelecimento de um piso com nível superior à linha d'água estimada;
- Prever o transporte de material de valor para pisos superiores e a habitação por até três meses nos pisos superiores;

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

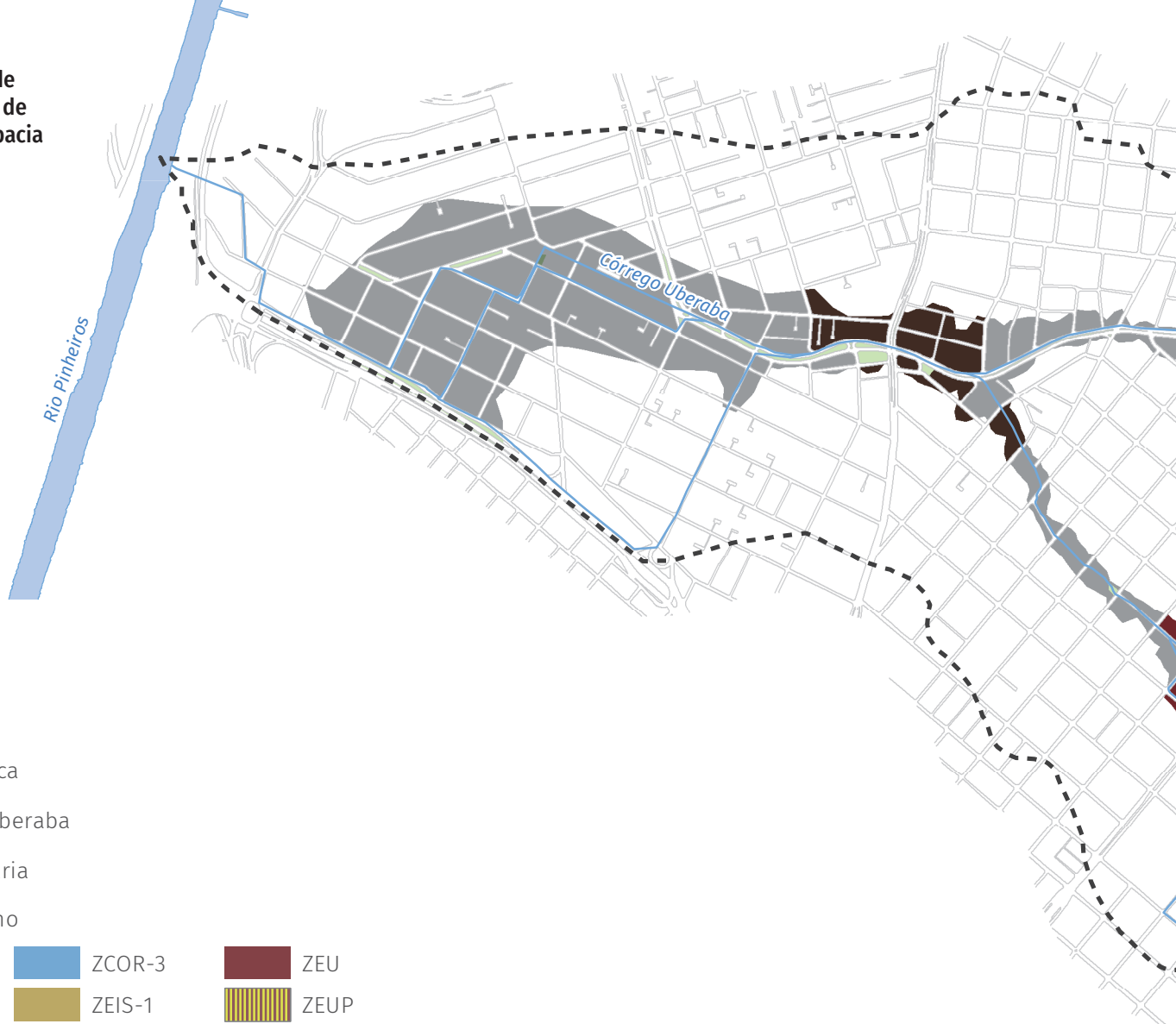
- Vedação, temporária ou permanente, de aberturas como portas, janelas e dispositivos de ventilação;
 - Elevação de estruturas existentes;
 - Construção de novas estruturas sobre pilotis;
 - Construção de pequenos diques circundando as estruturas;
 - Realocação ou proteção individual de artigos que possam 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 pisos sujeitos à inundação;
 - 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 6.31** indica as zonas de uso que devem passar por regulamentação junto à Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo. 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 situações de emergência.

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
















FIGURA 6.31 Zonas de inundação passíveis de regulamentação na bacia do córrego Uberaba



Convenção

-  Rede Hídrica
-  Bacia do Uberaba
-  Quadra Viária

Zoneamento Urbano

- | | | |
|--|--|--|
|  AC-1 |  ZCOR-3 |  ZEU |
|  PracaCant |  ZEIS-1 |  ZEUP |
|  ZC |  ZEIS-3 |  ZM |
|  ZCOR-1 |  ZEPAM |  ZPDS |
|  ZCOR-2 |  ZER-1 |  ZPR |

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004),
Mapa Hidrográfico do Município (2019) e Lei de
Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (2016)





6.7.2 PLANO DE CONTINGÊNCIA

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

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

- Centro de Gestão de Emergências (CGE), órgão vinculado à Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras (SIURB). Atua na interpretação dos dados hidrometeorológicos e na previsão de chuvas que possam causar alagamentos, inundações ou transbordamentos de córregos ou rios.
- Coordenadoria Municipal de Defesa Civil, vinculada à Secretaria Municipal de Segurança Urbana (SMSU). Monitora a ocorrência de problemas com base nas previsões e observações do CGE, emite

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

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

inundações, a SEHAB proporciona soluções que podem ser adotadas para preservar a segurança e o bem-estar das populações atingidas pelas inundações.

- Secretaria Municipal de Assistência 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 6.32**.

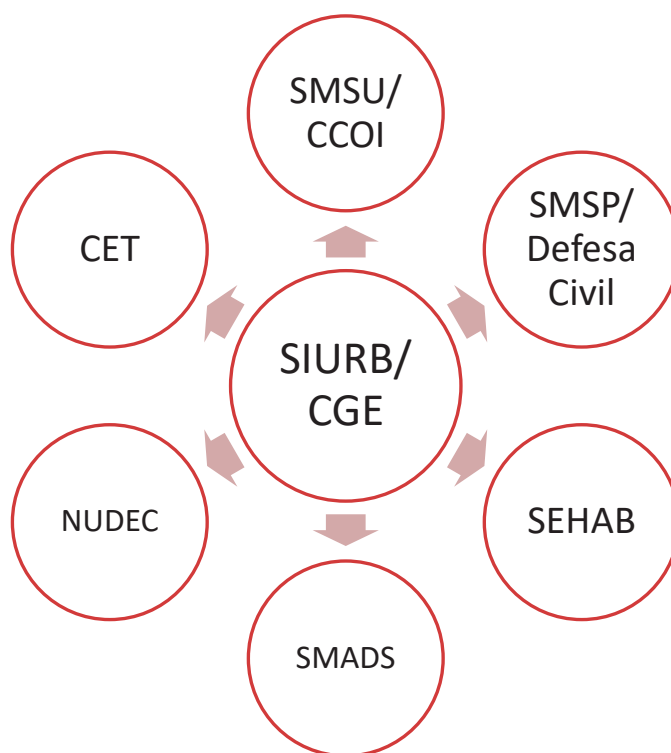


FIGURA 6.32 Articulação institucional em situações de emergência

6.7.3 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 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, 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.

6.7.3.1 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 elas 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.

O mapa da **FIGURA 6.34** 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, é enviada uma mensagem com uma breve descrição sobre sua intensidade, sua localização e seu deslocamento.

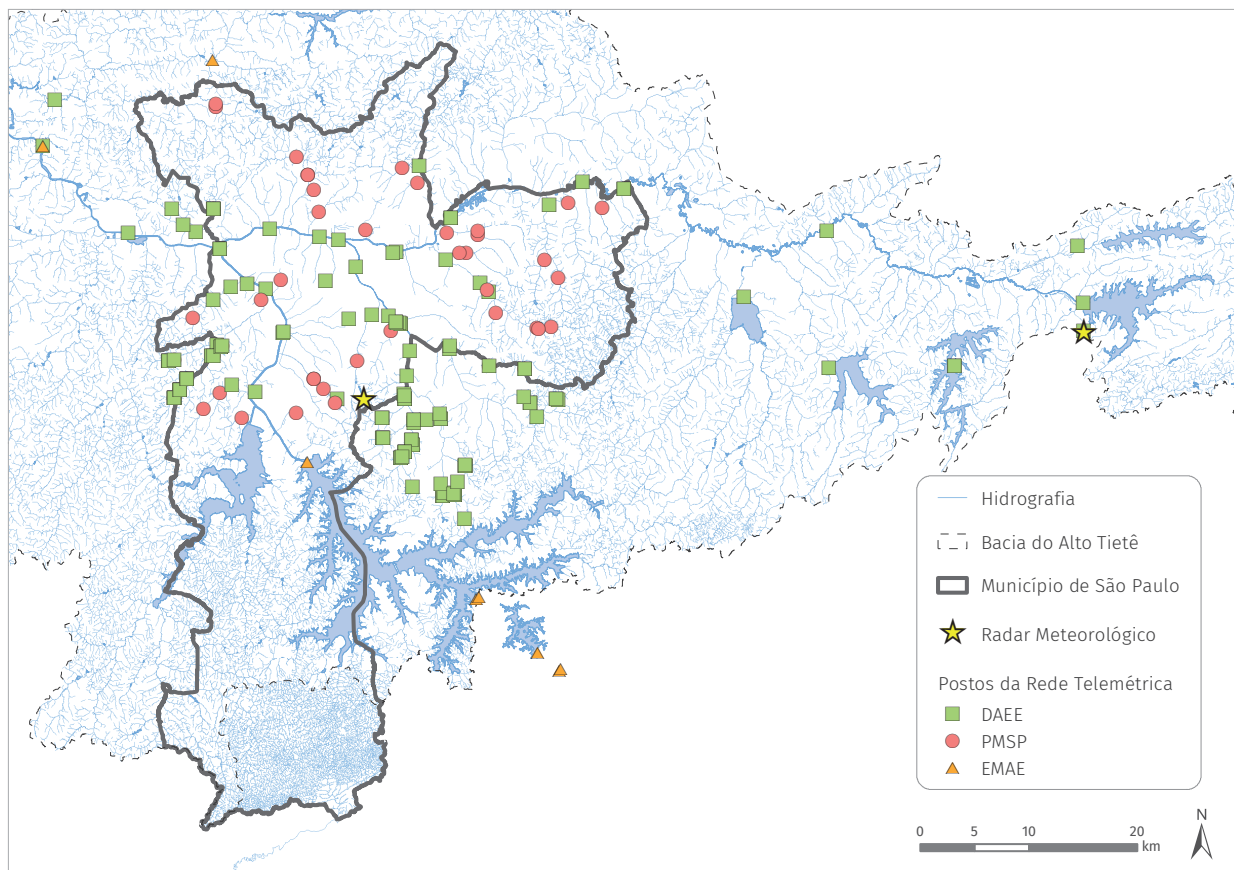


FIGURA 6.33 Postos da rede telemétrica do SAISP

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 gráfico apresentado na **FIGURA 6.36** indica o nível do córrego Ipiranga durante a passagem da onda de cheia no evento do dia 11 de janeiro de 2019 e seus níveis de criticidade.

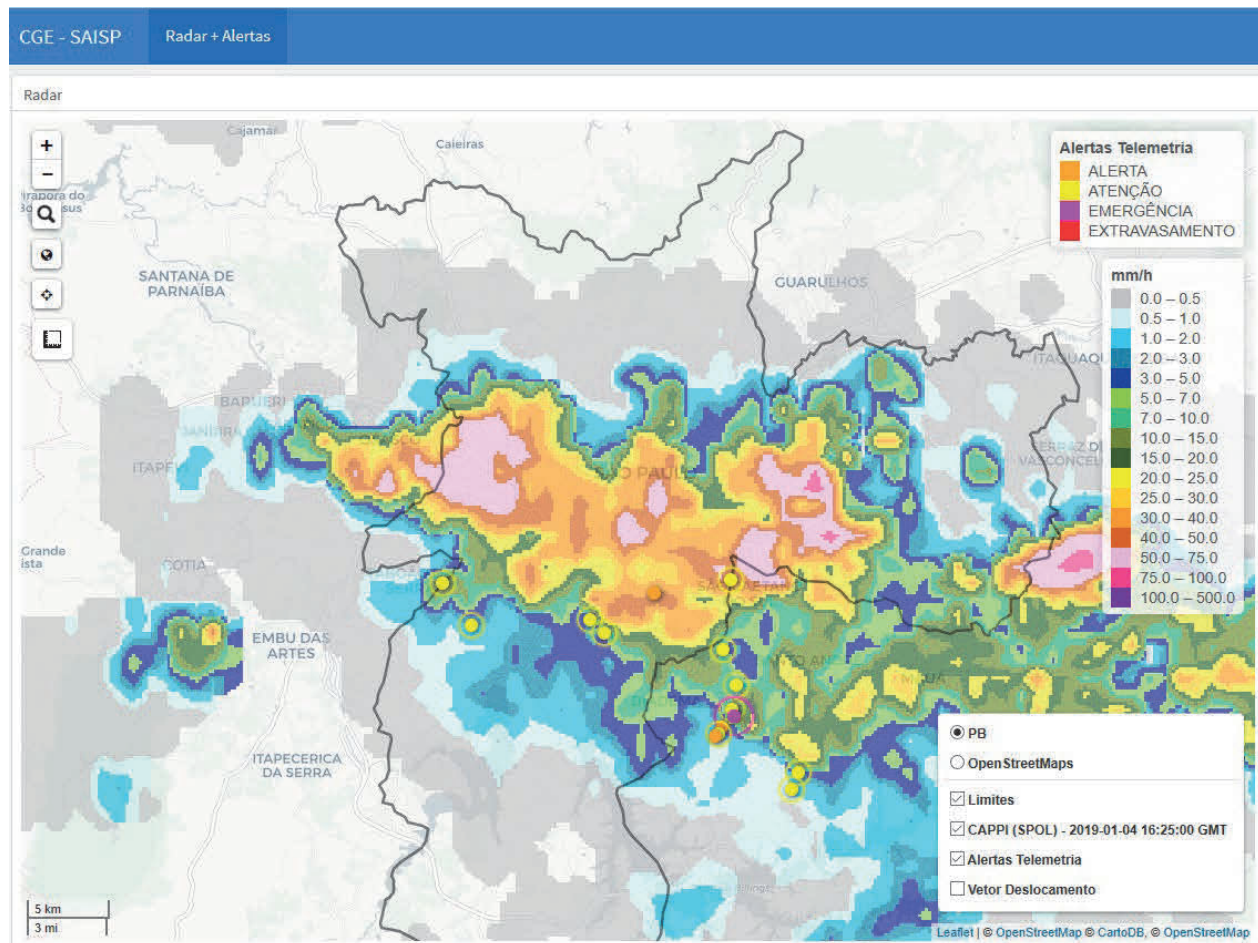


FIGURA 6.34 Mapa de chuva observada e alertas da telemetria

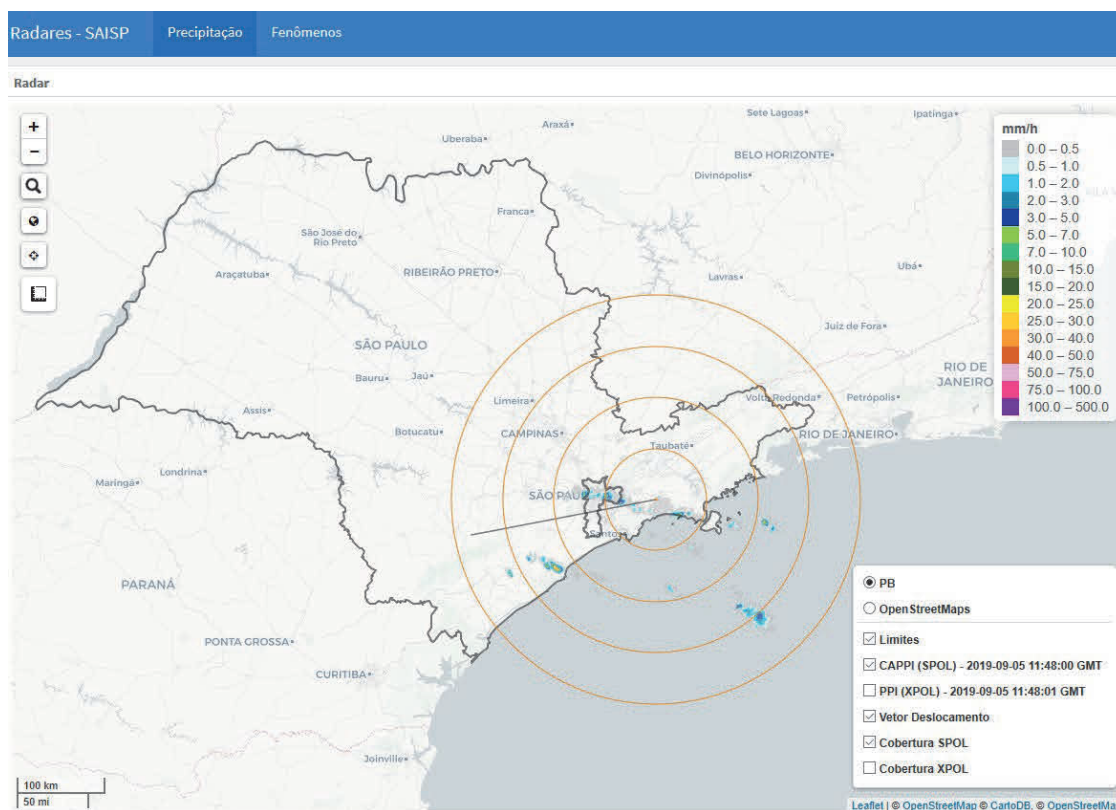


FIGURA 6.35 Área de cobertura do Radar Meteorológico do DAEE

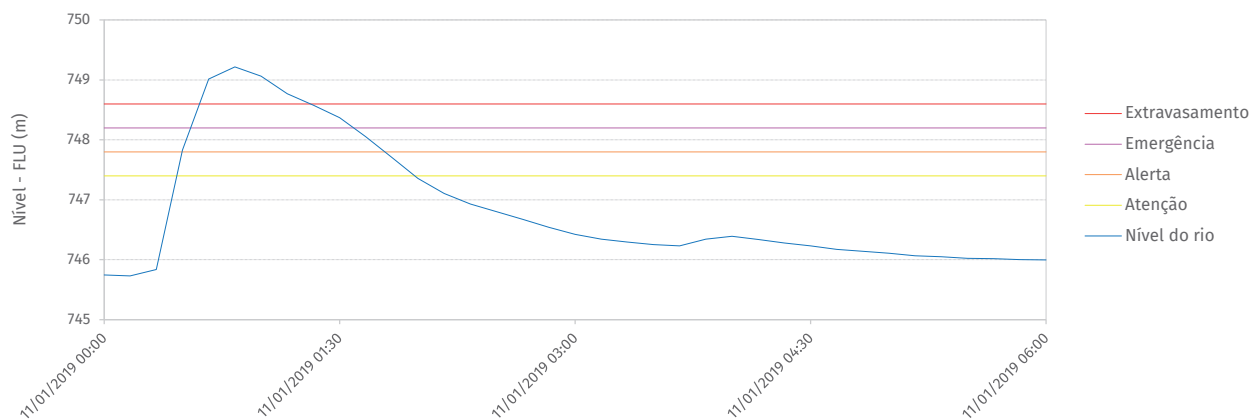


FIGURA 6.36 Nível do Posto Córrego Ipiranga – Pç. Leonor Kaupa

6.7.3.2 CENTRO DE GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIA (CGE)

Órgão da Prefeitura de São Paulo responsável pelo monitoramento das condições meteorológicas na capital. O papel do CGE é transmitir 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, que compreende os meses de outubro a março, 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), da Defesa Civil, da Secretaria Municipal das Subprefeituras, do Corpo de Bombeiros, entre outros.

6.8 MEDIDAS DE CONTROLE NA FONTE

Dentre as medidas de controle de cheias estruturais, estão incluídas as de controle na fonte, que 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.

O papel das medidas de controle na fonte 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 escoam 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 propostos pelas medidas estruturais de controle na fonte 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 6.4.

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

No que tange à aplicabilidade das medidas de infiltração, é apresentado na **FIGURA 6.37** um mapa que, em função da declividade e da geologia da bacia, mostra o potencial de implantação dessas medidas na bacia do córrego Uberaba.

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

- Alto potencial: áreas com declividade entre 0 a 5% fora da planície aluvial;
- Potencial médio: áreas com declividade entre 5 e 30% fora da planície 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 é reduzida, porém não inviável, sendo necessárias, na realidade, adaptações como: impermeabilização do fundo da estrutura, fazendo com que ela funcione como um reservatório, ou implantação de medidas escalonadas, de modo a manter a declividade em até 5%.

A efetividade no uso dessas medidas depende da participação da população e da fiscalização constante do crescimento da cidade e da ocupação de áreas de forma irregular, bem como da aplicação das legislações e normas vigentes.

A aplicação das medidas aqui relacionadas conjuntamente com os sistemas de drenagem tradicionais conduz a uma gestão sustentável da drenagem urbana no Município de São Paulo.

**TABELA 6.4 Tipologia das principais medidas de controle na fonte
(PMSP, 2012¹³; UACDC, 2010¹⁴ e MPCA, 2019¹⁵)**

Medida	Descrição
<p>Jardim de chuva (biorretenção)</p> 	<p>Função: filtração, infiltração e detenção</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</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</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</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>

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

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

15. MPCA (Minnesota Pollution Control Agency). **Green Infrastructure for stormwater management – Minnesota Stormwater Manual**, 2019. Disponível em: <<https://stormwater.pca.state.mn.us>>. Acesso em: 9 jun. 2019.

**TABELA 6.4 Tipologia das principais medidas de controle na fonte
(PMSP, 2012¹³; UACDC, 2010¹⁴ e MPCA, 2019¹⁵)**

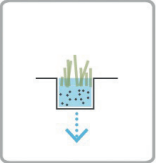
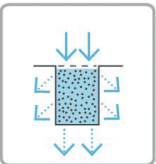
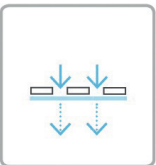
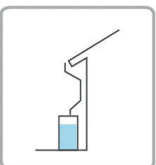

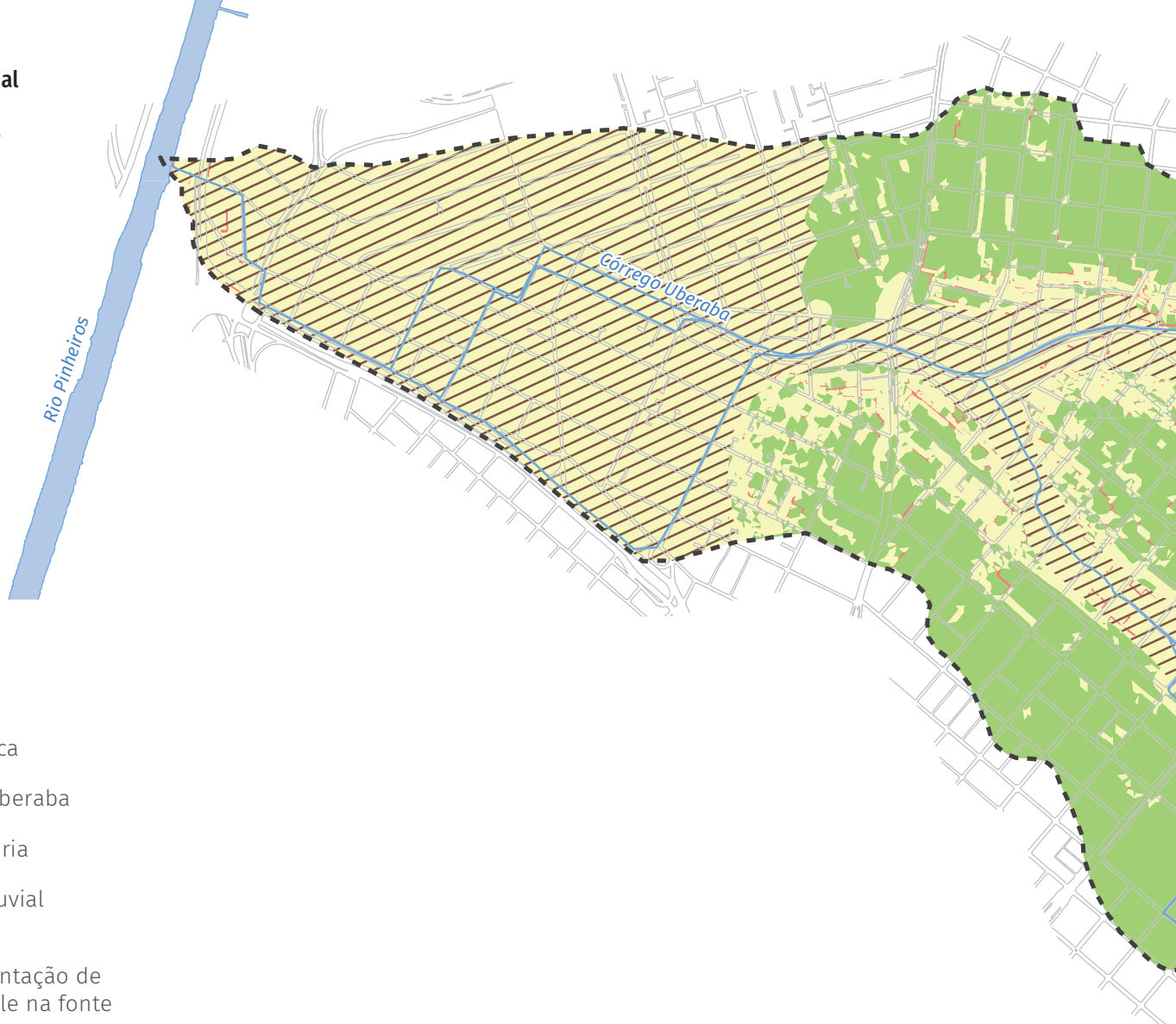
Medida	Descrição
<p>Trincheiras de infiltração</p> 	<p>Função: filtração e infiltração</p> <p>Valas de infiltração com material poroso sobre solo permeável são implantadas na superfície ou em pequenas profundidades, e têm por objetivo recolher as águas pluviais de afluência perpendicular a seu comprimento. 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>

FIGURA 6.37 Potencial de implantação de medidas de controle na fonte na bacia do córrego Uberaba



Convenção

- Rede Hídrica
- - - - - Bacia do Uberaba
- Quadra Viária
- ▨ Planície Aluvial

Potencial de implantação de medidas de controle na fonte

- Alto
- Médio
- Baixo

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004),
Mapa Hidrográfico do Município (2019) e Carta
Geotécnica do Município de São Paulo (1993)



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica





Etapas de implantação das alternativas

Este capítulo apresenta o efeito das obras propostas implantadas em etapas. Um método para mensurar o efeito das medidas de controle propostas são as manchas de inundação.

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 hidrológica de 5 anos para as áreas críticas da bacia; a 2ª etapa protege a bacia para chuvas de Tr 25 anos; e a 3ª etapa, para chuvas de Tr 100 anos.

A **TABELA 7.1** apresenta os efeitos das alternativas através da área atingida pelas inundações e do número de lotes atingidos. Os dados referem-se à condição atual (sem intervenção) e à 1ª, 2ª e 3ª etapas de implantação de obras quando submetidas à chuva de projeto de 100 anos.

Observa-se que, para a 1ª etapa, que é igual nas três alternativas, ocorre uma redução significativa da mancha sobre a área inundada, quando comparadas à situação sem intervenção. Para a etapa final de implantação de obras, não são verificadas inundações nas regiões analisadas da bacia para as três alternativas estudadas.

A **FIGURA 7.1** ilustra a mancha de inundação originada de uma chuva com Tr 5 anos para a situação atual e depois da implantação das obras prioritárias consideradas na 1ª etapa para as três alternativas.

A **FIGURA 7.2** apresenta as manchas de inundação resultante de uma chuva com Tr 100 anos para a condição sem intervenções e para as duas etapas da Alternativa 1. A **FIGURA 7.3** e a **FIGURA 7.4** apresentam as

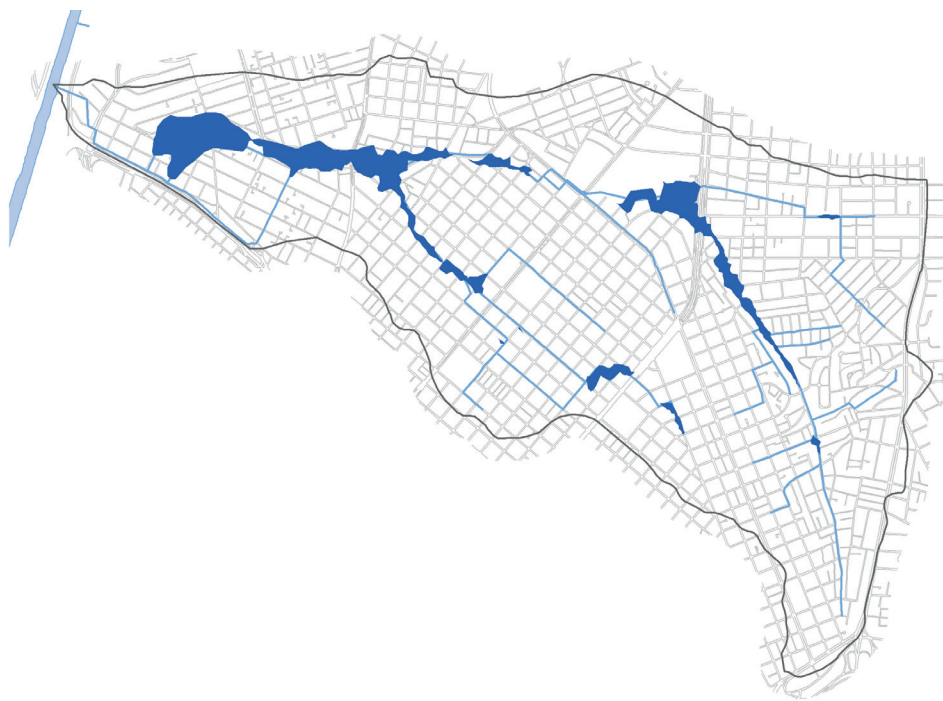
mesmas informações para as Alternativas 2 e 3, respectivamente.

As figuras ilustram o comportamento das manchas quando implantadas as obras previstas em cada etapa e quando submetidas a uma chuva com Tr de 100 anos.

Destaca-se que as Alternativas analisadas conferem à bacia proteção hidrológica para chuvas de 100 anos. Para eventos hidrológicos com períodos de retorno maiores que 100 anos, ocorrerão inundações.

TABELA 7.1 Efeitos das Alternativas 1, 2 e 3 sobre as bacias			
Etapa	Alternativa	Impactos	
		Área inundada (km ²)	Lotes atingidos
Atual	Sem intervenção	1,26	2.481
1ª etapa (Tr 10 anos)	Alternativa 1	0,61	1.255
	Alternativa 2	0,61	1.255
	Alternativa 3	0,61	1.255
2ª etapa (Tr 25 anos)	Alternativa 1	0,17	441
	Alternativa 2	0,19	502
	Alternativa 3	0,22	562
3ª etapa (Tr 100 anos)	Alternativa 1	-	-
	Alternativa 2	-	-
	Alternativa 3	-	-

Sem intervenção – chuva de Tr = 5 anos

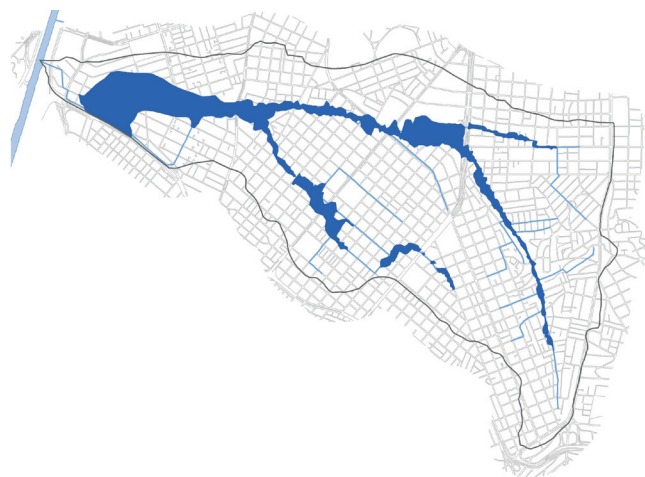


Primeira etapa das alternativas – chuva de Tr = 5 anos

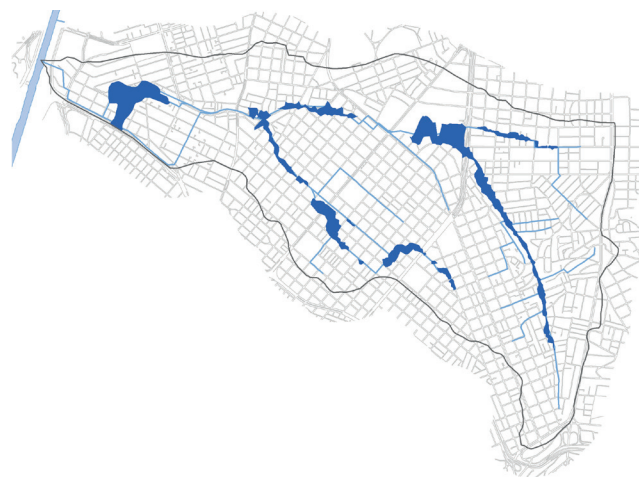


FIGURA 7.1 Áreas sujeitas a inundações para chuvas de Tr 5 anos: cenário sem intervenção e com as obras da etapa inicial

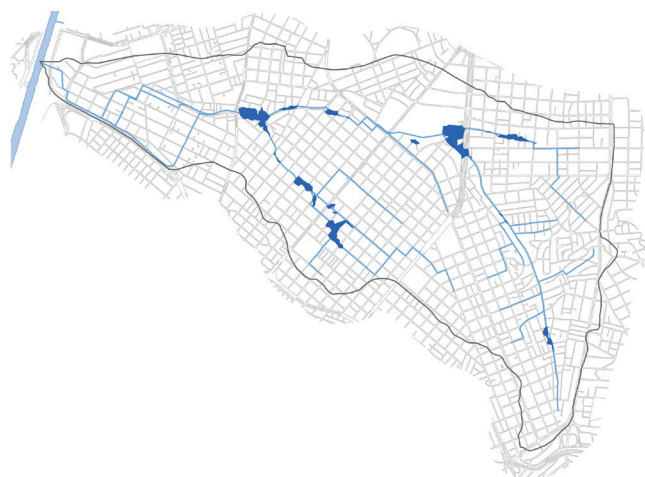
Sem intervenção - chuva de Tr = 100 anos



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



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



Alternativa 1 - 3ª etapa, chuva de Tr = 100 anos

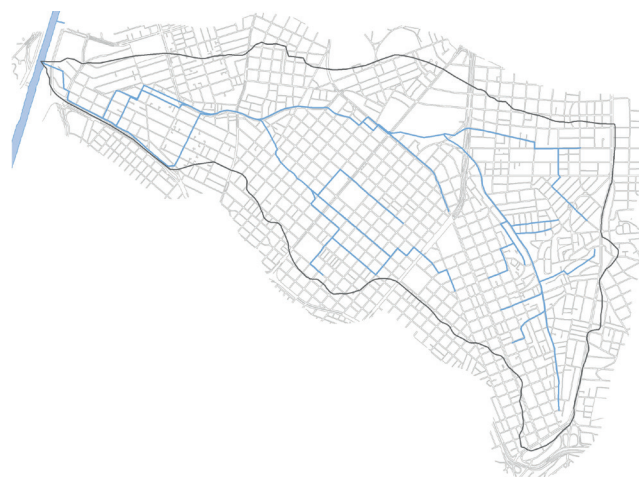
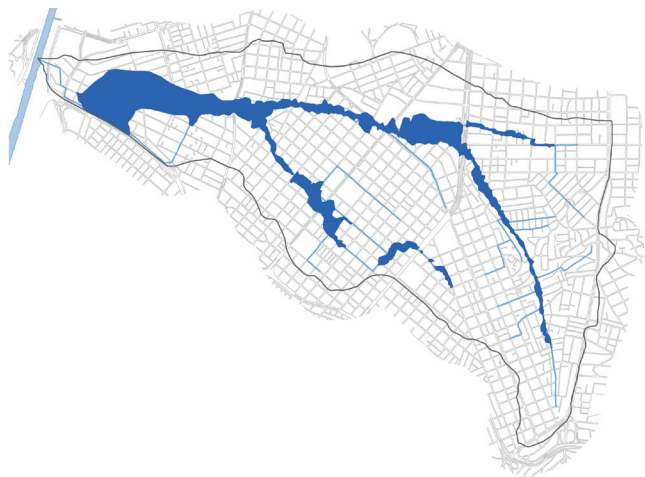
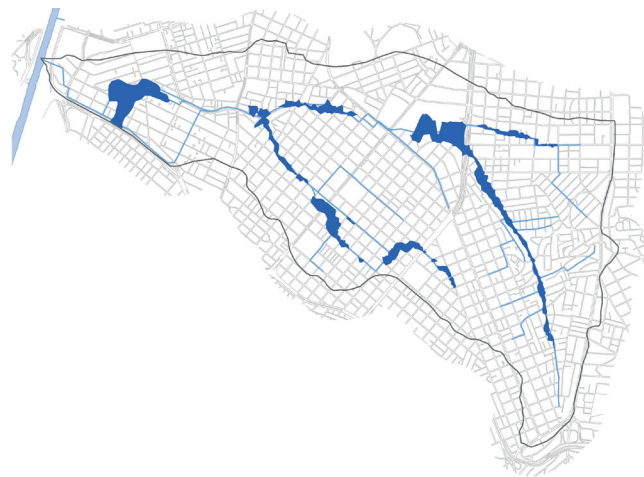


FIGURA 7.2 Áreas sujeitas a inundações para chuvas de Tr 100 anos: cenário sem intervenção e com as obras da 1ª, 2ª e 3ª etapas da Alternativa 1

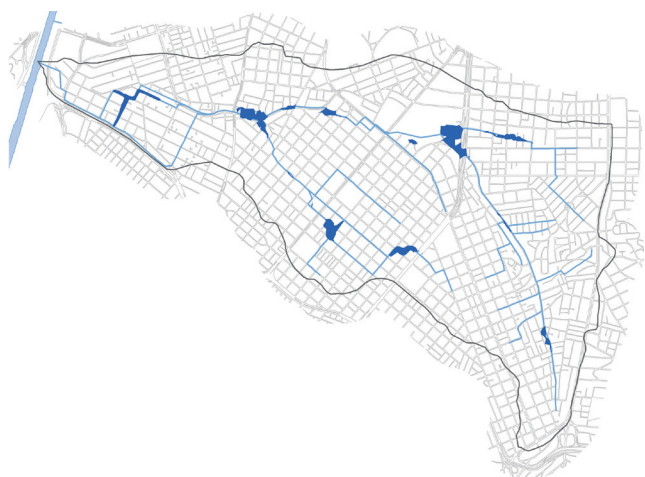
Sem intervenção – chuva de Tr = 100 anos



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



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

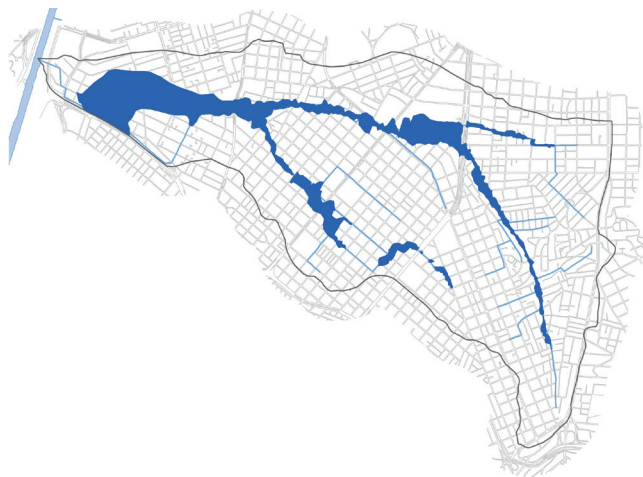


Alternativa 2 – 3ª etapa, chuva de Tr = 100 anos



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

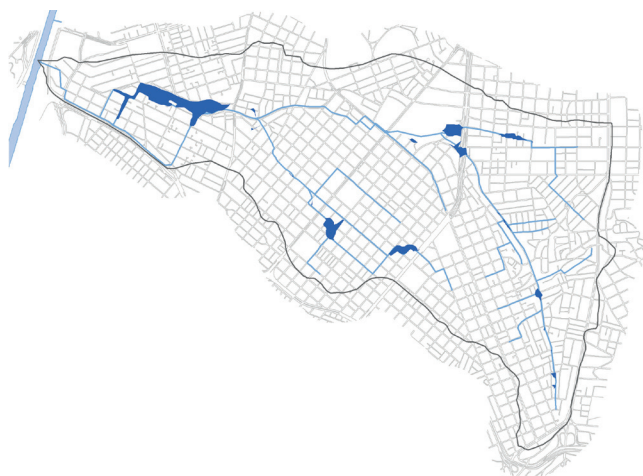
Sem intervenção – chuva de Tr = 100 anos



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



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



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

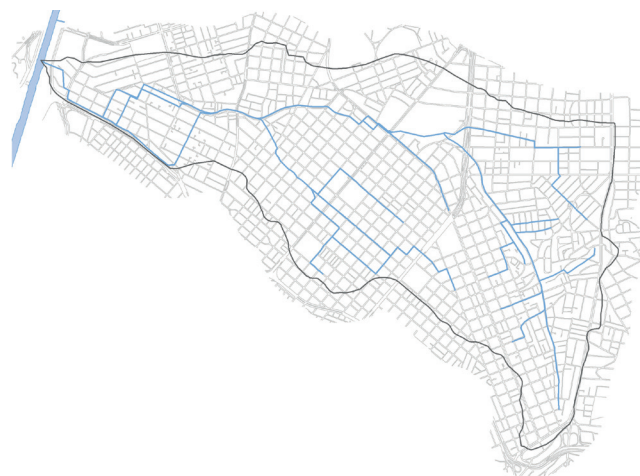


FIGURA 7.4 Áreas sujeitas a inundações para chuvas de Tr 100 anos: cenário sem intervenção e com as obras da 1ª, 2ª e 3ª etapas da Alternativa 3

7.1 DESEMPENHO DAS INTERVENÇÕES DA 1ª ETAPA

O desempenho individual de cada medida de controle de cheia 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 são índices que traduzem de modo sintético a evolução do desempenho do sistema de drenagem e manejo de águas pluviais e, desse modo, são capazes de auxiliar o processo de gestão através de sua aplicabilidade na avaliação e no acompanhamento dos planos, programas, projetos e de outras medidas de controle da drenagem.

A área da mancha de inundação na configuração da rede atual para uma chuva de Tr 5 anos na bacia do córrego Uberaba é de 0,59 km².

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

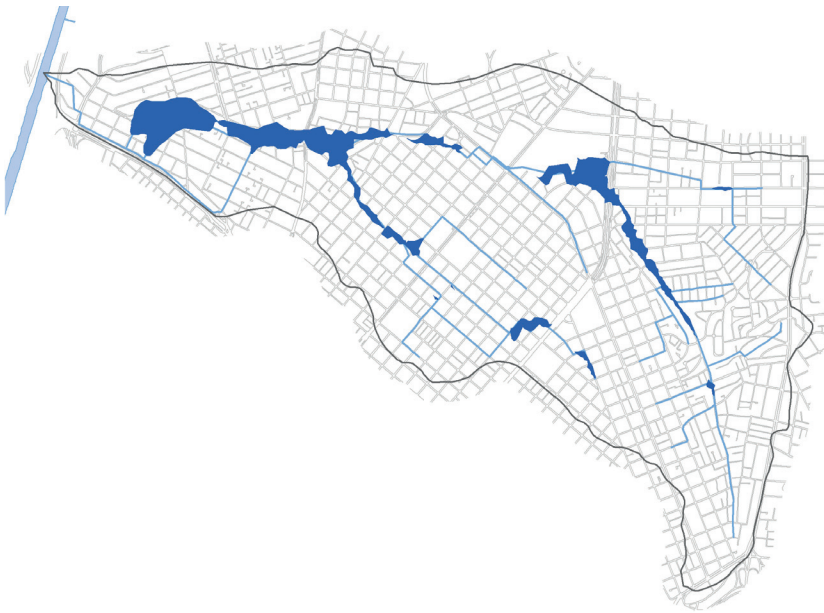
- Reservatório na Pç. Juca Mulato – RUB-1 (110.000 m³) e galerias de acesso a esse reservatório (204 m);
- Reservatório na Av. Santo Amaro – RUB-2 (192.000 m³) e galeria de apoio na Av. Hélio Pelegrino (231 m);
- Reservatório na Al. Arapanés – RUN-2 (53.000 m³) e galeria de apoio nessa mesma avenida (44 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, indicamos o impacto isolado de cada obra da 1ª Etapa para a chuva de 5 anos (**FIGURA 7.5**).

O pré-dimensionamento das intervenções, tais como os volumes dos reservatórios, dos parques lineares e das seções de galerias, foi efetuado considerando a implantação de todas as obras para 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.

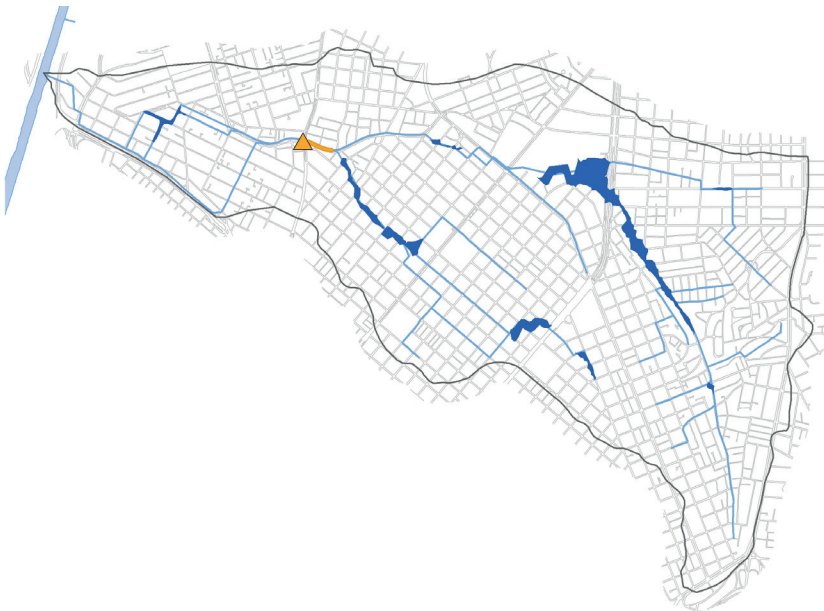
Mancha de inundação para a configuração da rede atual – Tr 5 anos



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

0,590 km²

Reservatório na Av. Santo Amaro – RUB-2 e galeria de acesso



Descrição

Implantação de reservatório de armazenamento de cheia, com capacidade de reservação de 192.000 m³ e galerias de acesso a esse reservatório (231 m)

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

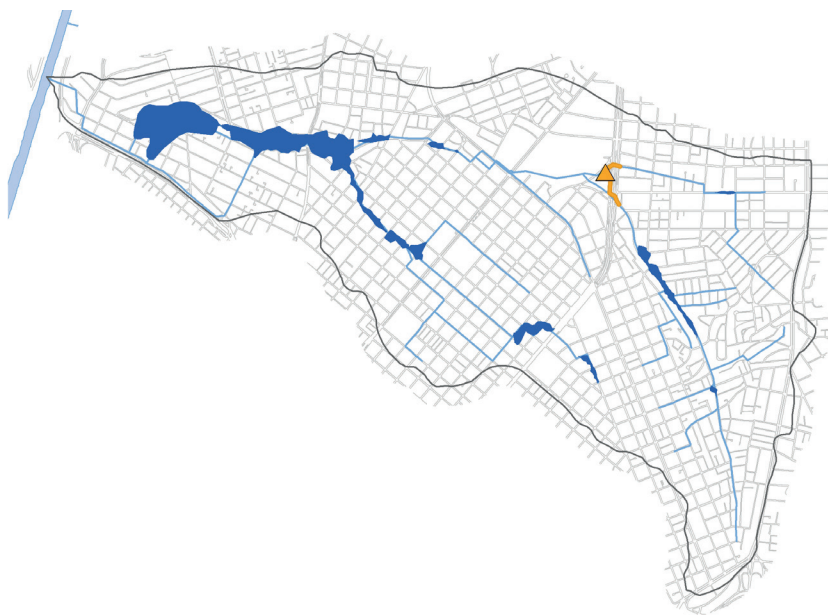
0,348 km²

Custo estimado da medida

R\$ 194.630.000,00

FIGURA 7.5 Características das intervenções

Reservatório na Pç. Juca Mulato – RUB-1 e galerias de acesso



Descrição

Implantação de reservatório de armazenamento de cheia, com capacidade de reservação de 110.000 m³ e galerias de acesso a esse reservatório (204 m)

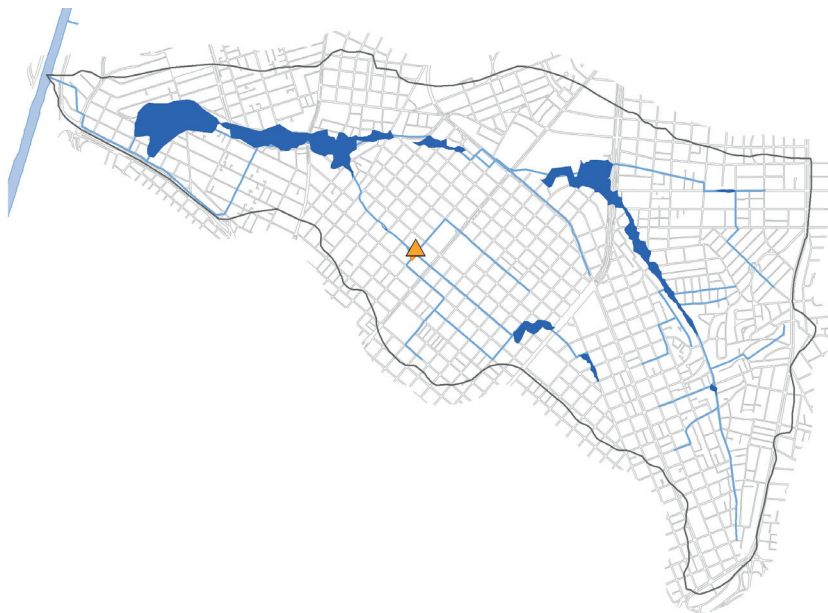
Área de redução da mancha de inundação para chuva com Tr 5 anos

0,150 km²

Custo estimado da medida

R\$ 112.210.000,00

Reservatório na Al. Arapanés – RUN-2 e galeria de acesso



Descrição

Implantação de reservatório de armazenamento de cheia, com capacidade de reservação de 53.000 m³ e galerias de acesso a esse reservatório (44 m)

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

0,076 km²

Custo estimado da medida

R\$ 70.912.000,00

8

Custo estimado

Uma estimativa preliminar de custo foi realizada no intuito de avaliar a viabilidade de implantação das alternativas propostas.

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

A **TABELA 8.1**, a **TABELA 8.2** e a **TABELA 8.3** apresentam os custos estimados das Alternativas 1, 2 e 3. Foram indicadas todas as ações previstas nas etapas de cada alternativa, destacando os valores estimados em desapropriações, quando existente.

TABELA 8.1 Custo estimado das medidas de controle da Alternativa 1 (valores com data base de dezembro/2018)

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Dimensão	Custo de implantação (R\$)	Custo de desapropriação (R\$)	Custo total (R\$)
1ª Etapa	Córrego Uberabinha	Reservatório RUN-2	Al. Arapanês	53.000 m ³	53.000.000,00	17.620.000,00	70.620.000,00
		Galeria de apoio	Al. Arapanês	44 m	950.000,00	-	950.000,00
	Córrego Uberaba	Reservatório RUB-1	Pç. Juca Mulato	110.000 m ³	110.000.000,00	-	110.000.000,00
		Reservatório RUB-2	Av. Santo Amaro	192.000 m ³	192.000.000,00	-	192.000.000,00
		Galeria de apoio	Acesso UB01 (Paraguai)	154 m	6.500.000,00	-	6.500.000,00
		Galeria de apoio	Acesso UB01 (Éguas)	50 m	660.000,00	-	660.000,00
		Galeria de apoio	Acesso UB02	231 m	10.000.000,00	-	10.000.000,00
2ª Etapa	Córrego Paraguai	Reservatório RPR-2	Ecoponto	62.000 m ³	62.000.000,00	-	62.000.000,00
		Aumento de seção	Av. José Maria Whitaker	191 m	1.490.000,00	-	1.490.000,00
		Galeria de apoio	Av. José Maria Whitaker	465 m	2.418.000,00	-	2.418.000,00
		Galeria de apoio	Av. José Maria Whitaker	403 m	10.150.000,00	-	10.150.000,00
	Córrego das Éguas	Galeria de apoio	Av. Onze de Junho até R. Agostinho Rodrigues Filho	609 m	2.487.000,00	-	2.487.000,00
		Aumento de seção	R. Agostinho Rodrigues Filho	98 m	1.020.000,00	-	1.020.000,00
	Córrego Uberabinha	Galeria-reservatório	Av. Jandira	13.598 m ³	27.195.000,00	-	27.195.000,00
		Galeria de apoio	Av. Jandira	122 m	180.000,00	-	180.000,00
		Aumento de seção	Al. Guaramomis até Al. dos Tupiniquins	343 m	1.857.000,00	-	1.857.000,00
		Aumento de seção	Av. Jurucê	695 m	3.763.000,00	-	3.763.000,00
		Aumento de seção	Av. Jurucê	382 m	2.483.000,00	-	2.483.000,00
		Galeria-reservatório	Av. Iraí e Al. dos Jurupis	11.368 m ³	22.736.000,00	-	22.736.000,00
		Aumento de seção	Av. Aratãs	109 m	398.000,00	-	398.000,00
		Aumento de seção	R. Araguari	90 m	1.404.000,00	-	1.404.000,00
Aumento de seção	R. Araguari	126 m	2.294.000,00	-	2.294.000,00		

TABELA 8.1 Custo estimado das medidas de controle da Alternativa 1 (valores com data base de dezembro/2018)

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Dimensão	Custo de implantação (R\$)	Custo de desapropriação (R\$)	Custo total (R\$)
2ª Etapa	Córrego Uberaba	Reservatório RUB-3	Pç. Pierre Gemayel	89.000 m³	89.000.000,00	2.100.000,00	91.100.000,00
		Aumento de seção	R. Cnel. Raul Humaitá Vila Nova	159 m	1.344.000,00	-	1.344.000,00
		Aumento de seção	R. Cnel. Raul Humaitá Vila Nova	91 m	1.633.000,00	-	1.633.000,00
		Galeria de apoio	Av. Hélio Pellegrino	734 m	15.150.000,00	-	15.150.000,00
		Galeria de apoio	R. Gomes de Carvalho	575 m	4.709.000,00	-	4.709.000,00
3ª Etapa	Córrego Paraguai	Galeria-reservatório	Av. José Maria Whitaker	2.499 m³	4.998.000,00	-	4.998.000,00
		Galeria-reservatório	Av. José Maria Whitaker	2.744 m³	5.488.000,00	-	5.488.000,00
		Galeria-reservatório	R. Teresinha Gonçalves	4.765 m³	9.531.000,00	-	9.531.000,00
		Galeria-reservatório	Av. Afonso Mariano Fagundes	1.936 m³	3.871.000,00	-	3.871.000,00
		Galeria-reservatório	Feira livre	4.158 m³	8.316.000,00	-	8.316.000,00
		Galeria-reservatório	Av. Odila	21.536 m³	43.071.000,00	-	43.071.000,00
	Córrego das Éguas	Reservatório REG-1	Pç. Dorina Nowill	25.000 m³	25.000.000,00	3.040.000,00	28.040.000,00
	Córrego Uberabinha	Reservatório UN3	R. Araguari	36.000 m³	36.000.000,00	14.150.000,00	50.150.000,00
		Galeria-reservatório	Av. dos Jamaris	17.983 m³	35.966.000,00	-	35.966.000,00
		Galeria-reservatório	Al. dos Arapanês	2.415 m³	4.830.000,00	-	4.830.000,00
		Galeria-reservatório	Av. Iraí	5.684 m³	11.368.000,00	-	11.368.000,00
	Córrego Uberaba	Aumento de seção	R. Casa do Ator e Al. Vicente Pinzon	262 m	11.250.000,00	-	11.250.000,00
	TOTAL					826.510.000,00	36.910.000,00

TABELA 8.2 Custo estimado das medidas de controle da Alternativa 2 (valores com data base de dezembro/2018)

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Dimensão	Custo de implantação (R\$)	Custo de desapropriação (R\$)	Custo total (R\$)
1ª Etapa	Córrego Uberabinha	Reservatório RUN-2	Al. Arapanês	53.000 m ³	53.000.000,00	17.620.000,00	70.620.000,00
		Galeria de apoio	Al. Arapanês	44 m	950.000,00	-	950.000,00
	Córrego Uberaba	Reservatório RUB-1	Pç. Juca Mulato	110.000 m ³	110.000.000,00	-	110.000.000,00
		Reservatório RUB-2	Av. Santo Amaro	192.000 m ³	192.000.000,00	-	192.000.000,00
		Galeria de apoio	Acesso UB01 (Paraguai)	154 m	6.500.000,00	-	6.500.000,00
		Galeria de apoio	Acesso UB01 (Éguas)	50 m	660.000,00	-	660.000,00
		Galeria de apoio	Acesso UB02	231 m	10.000.000,00	-	10.000.000,00
2ª Etapa	Córrego Paraguai	Reservatório RPR-2	Ecoponto	65.000 m ³	65.000.000,00	-	65.000.000,00
		Aumento de seção	Av. José Maria Whitaker	191 m	1.490.000,00	-	1.490.000,00
		Galeria de apoio	Av. José Maria Whitaker	465 m	2.418.000,00	-	2.418.000,00
		Galeria de apoio	Av. José Maria Whitaker	403 m	3.144.000,00	-	3.144.000,00
	Córrego das Éguas	Galeria de apoio	Av. Onze de Junho	705 m	2.880.000,00	-	2.880.000,00
		Aumento de seção	R. Agostinho Rodrigues Filho	98 m	1.020.000,00	-	1.020.000,00
	Córrego Uberabinha	Reservatório RUN-1	Av. Jurema	35.000 m ³	35.000.000,00	15.470.000,00	50.470.000,00
		Aumento de seção	Av. Ceci até Av. Jurema	526 m	1.744.000,00	-	1.744.000,00
		Aumento de seção	Av. Araguari	216 m	2.074.000,00	-	2.074.000,00
	Córrego Uberaba	Reservatório RUB-3	Pç. Pierre Gemayel	62.000 m ³	62.000.000,00	-	62.000.000,00
		Reservatório RUB-4	Al. Vicente Pinzon	53.000 m ³	53.000.000,00	-	53.000.000,00
		Aumento de seção	R. Cnel. Raul Humaitá Vila Nova	159 m	1.344.000,00	-	1.344.000,00
		Aumento de seção	R. Cnel. Raul Humaitá Vila Nova	91 m	1.633.000,00	-	1.633.000,00
Galeria de apoio		Av. Hélio Pellegrino	734 m	484.000,00	-	484.000,00	

TABELA 8.2 Custo estimado das medidas de controle da Alternativa 2 (valores com data base de dezembro/2018)

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Dimensão	Custo de implantação (R\$)	Custo de desapropriação (R\$)	Custo total (R\$)
3ª Etapa	Córrego Paraguai	Reservatório RPR-1	Feira livre	26.000 m ³	26.000.000,00	-	26.000.000,00
		Aumento de seção	Av. José Maria Whitaker	413 m	2.148.000,00	-	2.148.000,00
		Galeria-reservatório	Av. Odila	21.536 m ³	43.071.000,00	-	43.071.000,00
	Córrego das Éguas	Reservatório REG-2	R. José de Magalhães	28.000 m ³	28.000.000,00	15.580.000,00	43.580.000,00
		Galeria de apoio	R. Agostinho Rodrigues Filho	96 m	392.000,00	-	392.000,00
	Córrego Uberabinha	Galeria-reservatório	Av. Jandira	5.537 m ³	11.074.000,00	-	11.074.000,00
		Galeria de apoio	Av. Jandira	122 m	180.000,00	-	180.000,00
		Galeria-reservatório	Av. Iraí e Al. dos Jurupis	17.003 m ³	34.006.000,00	-	34.006.000,00
		Aumento de seção	Av. Aratãs	109 m	398.000,00	-	398.000,00
		Galeria-reservatório	Av. dos Jamaris e Al. dos Jurupis	19.796 m ³	39.592.000,00	-	39.592.000,00
	Córrego Uberaba	Reservatório RUB-3 (expansão)	Pç. Pierre Gemayel	47.000 m ³	47.000.000,00	12.340.000,00	59.340.000,00
TOTAL					838.202.000,00	61.010.000,00	899.212.000,00

TABELA 8.3 Custo estimado das medidas de controle da Alternativa 3 (valores com data base de dezembro/2018)

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Dimensão	Custo de implantação (R\$)	Custo de desapropriação (R\$)	Custo total (R\$)
1ª Etapa	Córrego Uberabinha	Reservatório RUN-2	Al. Arapanês	53.000 m³	53.000.000,00	17.620.000,00	70.620.000,00
		Galeria de apoio	Al. Arapanês	44 m	950.000,00		950.000,00
	Córrego Uberaba	Reservatório RUB-1	Pç. Juca Mulato	110.000 m³	110.000.000,00		110.000.000,00
		Reservatório RUB-2	Av. Santo Amaro	192.000 m³	192.000.000,00		192.000.000,00
		Galeria de apoio	Acesso UB01 (Paraguai)	154 m	6.500.000,00		6.500.000,00
		Galeria de apoio	Acesso UB01 (Éguas)	50 m	660.000,00		660.000,00
		Galeria de apoio	Acesso UB02	231 m	10.000.000,00		10.000.000,00
	2ª Etapa	Córrego Paraguai	Reservatório PR02	Ecoponto	48.000 m³	48.000.000,00	
Parque Linear PRPR-1			Av. José Maria Whitaker	22.000 m³	35.402.000,00	119.680.000,00	155.082.000,00
Aumento de seção			Av. José Maria Whitaker	153 m	1.194.000,00		1.194.000,00
Galeria de apoio			Av. José Maria Whitaker	403 m	10.155.000,00		10.155.000,00
Córrego das Éguas		Galeria de apoio	Av. Onze de Junho	609 m	2.488.000,00		2.488.000,00
		Abertura de canal	R. Agostinho Rodrigues Filho	25 m	380.000,00		380.000,00
		Aumento de seção	R. Agostinho Rodrigues Filho	98 m	1.019.000,00		1.019.000,00
Córrego Uberabinha		Reservatório RUN-1	Av. Jurema	35.000 m³	35.000.000,00	15.470.000,00	50.470.000,00
		Aumento de seção	Av. Ceci até Av. Jurema	526 m	1.744.000,00		1.744.000,00
		Abertura de canal	Av. Araguari	217 m	4.427.000,00		4.427.000,00
Córrego Uberaba		Reservatório UB3	Pç. Pierre Gemayel	118.000 m³	118.000.000,00	12.340.000,00	130.340.000,00
		Abertura de canal	Pq. das Bicletas	262 m	36.766.000,00		36.766.000,00
	Aumento de seção	R. Cnel. Raul Humaitá Vila Nova	159 m	1.344.000,00		1.344.000,00	
	Abertura de canal	Av. Hélio Pellegrino	1327 m	31.848.000,00		31.848.000,00	
	Aumento de seção	Av. Hélio Pellegrino	160 m	1.739.000,00		1.739.000,00	

TABELA 8.3 Custo estimado das medidas de controle da Alternativa 3 (valores com data base de dezembro/2018)

Etapa	Local	Intervenção	Referência	Dimensão	Custo de implantação (R\$)	Custo de desapropriação (R\$)	Custo total (R\$)
3ª Etapa	Córrego Paraguai	Reservatório RPR-1	Feira livre	32.000 m³	32.000.000,00		32.000.000,00
		Aumento de seção	Av. José Maria Whitaker	327 m	1.701.000,00		1.701.000,00
	Córrego das Éguas	Reservatório REG-1	Pç. Dorina Nowill	25.000 m³	25.000.000,00	2.050.000,00	27.050.000,00
	Córrego Uberabinha	Galeria-reservatório	Av. Jandira	5537 m³	11.074.000,00		11.074.000,00
		Galeria de apoio	Av. Jandira	122 m	179.000,00		179.000,00
		Galeria-reservatório	Av. Iraí e Al. dos Jurupis	17.003 m³	34.006.000,00		34.006.000,00
		Aumento de seção	Av. Aratãs	109 m	398.000,00		398.000,00
		Galeria-reservatório	Av. dos Jamaris e Al. dos Jurupis	19.796 m³	39.592.000,00		39.592.000,00
	Córrego Uberaba	Aumento de seção	R. Michel Milan	538 m	8.393.000,00		8.393.000,00
		Galeria de apoio	Av. Jandira	890 m	18.350.000,00		18.350.000,00
TOTAL					873.309.000,00	167.160.000,00	1.040.469.000,00

A **TABELA 8.4** mostra o resumo dos custos totais estimados e em cada etapa das alternativas estudadas.

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

- Reservatório: fechado em concreto – paredes de diafragma atirantadas e com bombeamento;
- Galerias de reforço e aumento de seção: galeria em concreto armado, com método de construção a céu aberto. Dependendo da localização da intervenção,

foi considerado o custo de túnel liner e ATM;

- Parques lineares com equipamentos de lazer e estruturas de restrição de seção;
- Galerias-reservatórios: custo médio de galeria-reservatório fornecido pela Tellar Engenharia Ltda.;
- Abertura de canal: canal em concreto armado.

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.

TABELA 8.4 Custo estimado por etapas das Alternativas estudadas				
Alternativa	Etapa			TOTAL (milhões R\$)
	1ª (milhões R\$)	2ª (milhões R\$)	3ª (milhões R\$)	
Alternativa 1	391	256	217	863
Alternativa 2	391	249	260	899
Alternativa 3	391	477	173	1.040

Valores com data base de dezembro/2018.

Considerações finais

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

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

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

As medidas de controle estudadas abordaram soluções estruturais, como reservatórios, canalizações, parques lineares e túneis. São citadas medidas não estruturais, como o zoneamento das áreas inundáveis no processo de controle de cheias no Município de São Paulo, onde estudos específicos devem ser desenvolvidos. 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 na fonte.

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

Foram avaliadas três alternativas de controle de cheias para a bacia do Uberaba. A Alternativa 1 priorizou a implantação de ações nos canais de drenagem. A Alternativa 2 prioriza os reservatórios de armazenamento. A Alternativa 3 traz o conceito da convivência com as águas urbanas através da abertura de canais e da implantação de um parque linear.

As três alternativas protegem a bacia para um Tr 100 anos. Isso indica que, para eventos hidrológicos maiores que 100 anos, ocorrerão inundações, ou seja, a bacia não está protegida para eventos de tamanha magnitude.

A concepção das alternativas partiu da minimização das inundações. A primeira etapa de obras priorizou a redução das inundações mais frequentes em áreas críticas, apontadas pelo estudo com risco muito alto de inundação. A segunda etapa foi composta por obras que protejam a bacia para chuvas de 25 anos, e a terceira etapa, com obras para proteção de 100 anos.

O desenvolvimento deste Caderno foi liderado 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 subprefeitura da Lapa.

Glossário

Alagamento

Acúmulo de água nas vias da cidade decorrente da deficiência ou inexistência do sistema de microdrenagem.

Chuva de projeto

Determinação do volume de chuva e de sua distribuição temporal e espacial, sobre uma bacia hidrográfica, necessária para desenvolvimento de um projeto de drenagem. A essa chuva associa-se um determinado risco hidrológico, comumente chamado de período de retorno.

Dano

Definição da severidade ou intensidade da lesão resultante de um acidente ou evento adverso. Os danos causados por desastres classificam-se em: danos humanos, materiais, econômicos e ambientais.¹⁶

Dique

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

Escoamento superficial direto

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

Inundação

Transbordamento de água da calha de rios, lagos e reservatórios, provocado por chuva intensa e 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 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.

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

Parque linear

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 de tempo (em anos) em 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 diminui. 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.