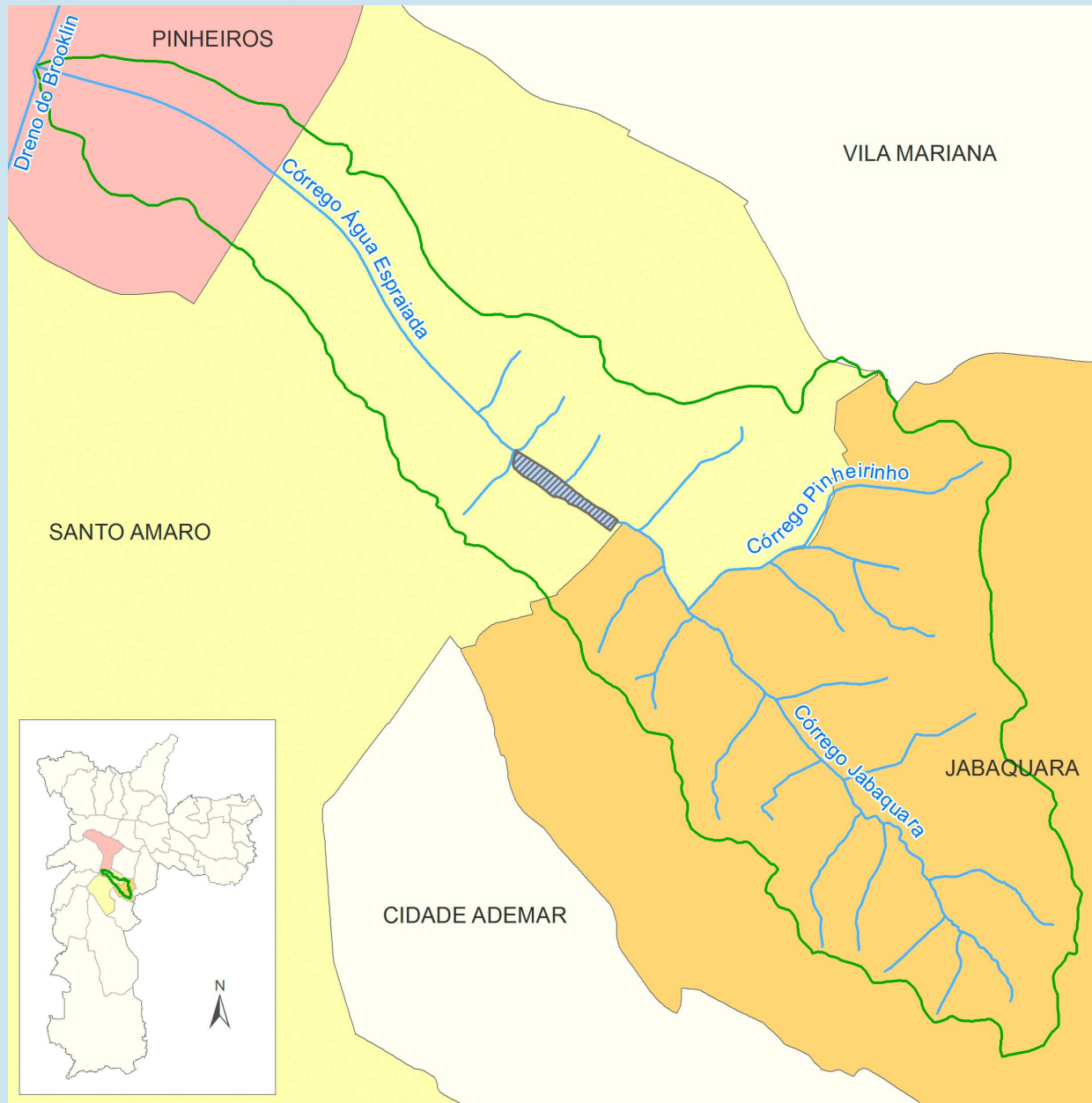




CADERNO DE BACIA HIDROGRÁFICA
CÓRREGO ÁGUA ESPRAIADA



Bacia do Córrego Água Espreada e Subprefeituras

Prefeitura do Município de São Paulo
Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras
Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica

CADERNO DE BACIA HIDROGRÁFICA
CÓRREGO ÁGUA ESPRAIDA

Agosto de 2016



**PREFEITURA DE
SÃO PAULO**
SERVIÇOS
E OBRAS



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica

Organização: Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica

Projeto gráfico e capa: Bruna Sanjar Mazzilli

Diagramação: Bruna Sanjar Mazzilli

C122 Caderno de bacia hidrográfica : córrego Água Espraiada / Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (Organizador). – São Paulo : SIURB/FCTH, 2016.
116 p.

ISBN 978-85-93064-02-9

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

CDD-627.12

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-93064-02-9



9 788593 064029

EQUIPE SIURB/PMSP

| Nome | Cargo |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| Roberto Nami Garibe Filho | Secretário de SIURB/PMSP |
| Pedro Luiz de Castro Algodoal | Superintendente de Projetos Viários |
| Afonso Luís Corrêa de Virgiliis | Engenheiro Proj-G |
| Equipe Técnica Proj-4 | |

EQUIPE TÉCNICA DA FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA

| Nome | Qualificação |
|--------------------------------------|----------------------|
| Mario Thadeu Leme de Barros | Coordenador Geral |
| Flavio Conde | Coordenador Setorial |
| Ana Paula Zubiaurre Brites | Engenheira Civil |
| André Sandor Kajdacsy Balla Sosnoski | Engenheiro Civil |
| Erika Naomi de Souza Tominaga | Engenheira Ambiental |
| Sandra Uemura | Engenheira Civil |
| Sara Martins Pion | Engenheira Civil |
| Icaro Sena Almeida | Geógrafo |
| Conrado Araújo Travassos | Estagiário |
| Newton Célio Becker de Moura | Arquiteto Urbanista |

DIRETORIA DA FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA

| Nome | Cargo |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| Mario Thadeu Leme de Barros | Diretor Presidente |
| Renato Carlos Zambon | Diretor Administrativo-Financeiro |
| José Carlos Mierzwa | Diretor Técnico-Científico |

Sumário

| | | | |
|--------------------------------|--|------------|--|
| Índice de figuras | 4 | | |
| Índice de tabelas | 6 | | |
| Lista de abreviaturas e siglas | 8 | | |
| Apresentação | 11 | | |
| 1 | DEFINIÇÃO DE DIRETRIZES BÁSICAS DOS ESTUDOS | 15 | |
| 2 | A BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO ÁGUA ESPRAIADA | 19 | |
| 2.1 | Localização | 19 | |
| 2.2 | Hidrografia | 19 | |
| 2.3 | Relevo | 23 | |
| 2.4 | Carta geotécnica | 24 | |
| 2.5 | Divisão administrativa municipal – subprefeituras | 27 | |
| 2.6 | Uso e ocupação do solo | 27 | |
| 2.7 | Zoneamento urbano | 31 | |
| 2.8 | Densidade demográfica | 37 | |
| 2.9 | Sistema viário e de transporte coletivo | 39 | |
| 2.10 | Inundações na Bacia do Córrego Água Espraiada | 39 | |
| 3 | MEMORIAL FOTOGRÁFICO | 43 | |
| 4 | ESTUDO HIDROLÓGICO | 51 | |
| 4.1 | Posto da rede telemétrica | 52 | |
| 4.2 | Chuva de projeto | 57 | |
| 4.3 | Escoamento superficial | 59 | |
| 5 | O RESERVATÓRIO JABAQUARA | 71 | |
| 6 | OPERAÇÃO URBANA CONSORCIADA ÁGUA ESPRAIADA | 75 | |
| 6.1 | Projeto da Operação Urbana | 78 | |
| 6.2 | Desempenho hidráulico do Córrego Água Espraiada | 80 | |
| 7 | ALTERNATIVAS PROPOSTAS | 87 | |
| 7.1 | Alternativa 1 | 88 | |
| 7.2 | Alternativa 2 | 91 | |
| 7.3 | Localização das medidas propostas nas Alternativas | 93 | |
| 7.4 | Vistas e perspectivas das medidas propostas nas Alternativas | 96 | |
| 8 | IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA EM DUAS ETAPAS: 25 E 100 ANOS | 101 | |
| 9 | ÁREAS SUJEITAS A INUNDAÇÕES | 103 | |
| 10 | CUSTO ESTIMADO | 107 | |
| 11 | AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE AMBIENTAL | 109 | |
| 12 | ZONEAMENTO DE ÁREAS SUJEITAS A INUNDAÇÕES | 111 | |
| 13 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 115 | |

Índice de figuras

CAPÍTULO 2

| | | |
|--------------------|--|----|
| FIGURA 2.1 | Bacia Hidrográfica do Córrego Água Espreiada | 21 |
| FIGURA 2.2 | Hidrografia Principal da Bacia do Córrego Água Espreiada | 22 |
| FIGURA 2.3 | Perfil longitudinal dos córregos Jabaquara e Água Espreiada | 23 |
| FIGURA 2.4 | Mapa Hipsométrico da Bacia do Córrego Água Espreiada | 25 |
| FIGURA 2.5 | Carta Geotécnica da Bacia do Córrego Água Espreiada | 26 |
| FIGURA 2.6 | Subprefeituras inseridas na Bacia do Córrego Água Espreiada | 28 |
| FIGURA 2.7 | Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Córrego Água Espreiada | 29 |
| FIGURA 2.8 | Parques Municipais e Estaduais da Bacia do Córrego Água Espreiada | 30 |
| FIGURA 2.9 | Macroáreas de Uso e Ocupação Do Solo da Bacia do Córrego Água Espreiada – PDE (LEI Nº 16.050/2014) | 33 |
| FIGURA 2.10 | Zoneamento Urbano da Bacia do Córrego Água Espreiada | 34 |
| FIGURA 2.11 | Densidade Demográfica da Bacia do Córrego Água Espreiada | 38 |
| FIGURA 2.12 | Sistema Viário e de Transporte Coletivo da Bacia do Córrego Água Espreiada | 40 |
| FIGURA 2.13 | Diagnóstico das Inundações na Bacia do Córrego Água Espreiada | 41 |

CAPÍTULO 3

| | | |
|-------------------|--|----|
| FIGURA 3.1 | Imagens do Córrego Jabaquara com a ocupação informal sobre o canal e nas margens, na travessia da Rua Tupiritama | 44 |
|-------------------|--|----|

| | | |
|-------------------|--|----|
| FIGURA 3.2 | Imagens do Córrego Jabaquara na travessia da Rua Marapés | 45 |
| FIGURA 3.3 | Imagens do Córrego Jabaquara ao longo da Rua Boçoroca (imagem superior) e na travessia da Rua Marapés (imagens inferiores) | 46 |
| FIGURA 3.4 | Imagens do Córrego Jabaquara na travessia da Rua Vitoriana | 47 |
| FIGURA 3.5 | Imagens da obra de canalização do Córrego Pinheirinho | 48 |
| FIGURA 3.6 | Imagem da entrada do Córrego Água Espreiada no Reservatório Jabaquara (superior) e da seção logo a jusante da travessia da Av. Dr. Lino de Moraes Leme | 49 |
| FIGURA 3.7 | Imagens do Reservatório Jabaquara no Córrego Água Espreiada | 50 |

CAPÍTULO 4

| | | |
|-------------------|---|----|
| FIGURA 4.1 | Localização dos Postos da Rede Telemétrica na Bacia do Córrego Água Espreiada | 53 |
| FIGURA 4.2 | Série Histórica do Posto “Cabeceiras – PMSP/SA 04” | 54 |
| FIGURA 4.3 | Precipitação média mensal no Posto “Cabeceiras – PMSP/SA 04” | 54 |
| FIGURA 4.4 | Série Histórica do Posto Montante Piscinão – PMSP/ SA 05” | 55 |
| FIGURA 4.5 | Precipitação média mensal no Posto Montante Piscinão – PMSP/ SA 05 | 55 |
| FIGURA 4.6 | Série Histórica do Posto Piscinão Jabaquara – PMSP/SA 02 | 56 |
| FIGURA 4.7 | Precipitação média mensal do Posto Piscinão Jabaquara – PMSP/SA 02 | 56 |

| | | |
|--------------------|--|----|
| FIGURA 4.8 | Sub-bacias Hidrográficas da Bacia do Córrego Água Espraiada | 60 |
| FIGURA 4.9 | Curva Número CN da Bacia do Córrego Água Espraiada | 64 |
| FIGURA 4.10 | Impermeabilização Atual da Bacia do Córrego Água Espraiada | 66 |
| FIGURA 4.11 | Impermeabilização Máxima Permitida da Bacia do Córrego Água Espraiada | 67 |
| FIGURA 4.12 | Calibração do modelo PCSWMM para os eventos registrados no Posto Montante Piscinão – PMSP/ SA 05 | 69 |
| FIGURA 4.13 | Calibração do modelo PCSWMM para os eventos registrados no Posto Cabeceiras – PMSP/SA 04 | 70 |

CAPÍTULO 5

| | | |
|-------------------|---|----|
| FIGURA 5.1 | Reservatório Jabaquara em 2011 | 72 |
| FIGURA 5.2 | Reservatório Jabaquara, em 2016, vista de jusante para montante | 72 |

CAPÍTULO 6

| | | |
|-------------------|---|----|
| FIGURA 6.1 | Infraestrutura proposta para o sistema de drenagem pela Operação Urbana Água Espraiada | 79 |
| FIGURA 6.2 | Obras da infraestrutura de drenagem previstas no Cenário Completo da Operação Urbana Água Espraiada | 82 |
| FIGURA 6.3 | Obras da infraestrutura de drenagem previstas no Cenário Parcial da Operação Urbana Água Espraiada | 83 |

CAPÍTULO 7

| | | |
|-------------------|--|----|
| FIGURA 7.1 | Medidas de Controle de Cheias da Alternativa 1 | 90 |
|-------------------|--|----|

| | | |
|-------------------|---|-----|
| FIGURA 7.2 | Medidas de Controle de Cheias da Alternativa 2 | 92 |
| FIGURA 7.3 | Localização das restrições de seção do Parque Linear | 94 |
| FIGURA 7.4 | Localização do Reservatório da Rua Alba | 95 |
| FIGURA 7.5 | Vista atual da área prevista para o Parque Linear com as estruturas de restrições de seção no Córrego Jabaquara | 97 |
| FIGURA 7.6 | Perspectiva do Parque Linear com as 5 estruturas de restrições de seção no Córrego Jabaquara | 98 |
| FIGURA 7.7 | Vista atual da área prevista para o Reservatório de armazenamento no Córrego Água Espraiada | 99 |
| FIGURA 7.8 | Perspectiva do Reservatório de armazenamento no Córrego Água Espraiada | 100 |

CAPÍTULO 8

| | | |
|-------------------|--|-----|
| FIGURA 8.1 | Medidas de Controle de Cheias para Primeira Etapa de Implantação – Alternativa 1 | 102 |
|-------------------|--|-----|

CAPÍTULO 9

| | | |
|-------------------|---|-----|
| FIGURA 9.1 | Áreas Sujeitas a Inundações – Cenário sem Intervenção e com as Obras da 1ª Etapa e Etapa Final da Alternativa 1 | 105 |
| FIGURA 9.2 | Áreas Sujeitas a Inundações – Cenário sem Intervenção e com as Obras da Etapa Final da Alternativa 2 | 105 |

CAPÍTULO 12

| | | |
|--------------------|--|-----|
| FIGURA 12.1 | Área Inundável para Futura Regulamentação na Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo | 114 |
|--------------------|--|-----|

Índice de tabelas

CAPÍTULO 2

| | | |
|-------------------|--|----|
| TABELA 2.1 | Uso e Ocupação do Solo Registrado na Bacia do Córrego Água Espraiada | 27 |
| TABELA 2.2 | Áreas Correspondentes às Zonas de Uso e Ocupação do Solo na Bacia | 35 |

CAPÍTULO 4

| | | |
|-------------------|--|----|
| TABELA 4.1 | Hietograma de Projeto para Diferentes Períodos de Retorno | 58 |
| TABELA 4.2 | Precipitação Total Acumulada | 59 |
| TABELA 4.3 | Características das Sub-bacias | 59 |
| TABELA 4.4 | Valores Recomendados para o CN | 62 |
| TABELA 4.5 | Valores de CN Adotados em Função do Uso e Ocupação do Solo e Classificação Hidrológica dos Solos | 63 |
| TABELA 4.6 | CN Médio por Sub-bacia | 63 |
| TABELA 4.7 | Área Impermeável (%) | 65 |

CAPÍTULO 5

| | | |
|-------------------|--|----|
| TABELA 5.1 | Análise de Sensibilidade do Reservatório Jabaquara | 73 |
|-------------------|--|----|

CAPÍTULO 6

| | | |
|-------------------|---|----|
| TABELA 6.1 | Movimentação Orçamentária (R\$) da Operação Urbana Consorciada Água Espraiada até 31/05/2016* | 77 |
|-------------------|---|----|

| | | |
|-------------------|--|----|
| TABELA 6.2 | Dimensões da Canalização Prevista pela Operação Urbana para os Córregos Jabaquara e Água Espraiada | 78 |
| TABELA 6.3 | Dimensões da Canalização Implantada nos Córregos Jabaquara e Água Espraiada – Cenário Completo | 80 |
| TABELA 6.4 | Dimensões da Canalização Implantada nos Córregos Jabaquara e Água Espraiada – Cenário Parcial | 81 |
| TABELA 6.5 | Diretrizes Hidrológicas Adotadas pelos Projetos | 84 |
| TABELA 6.6 | Grau de Proteção a Jusante do Reservatório Jabaquara para os Cenários de Implantação das Obras de Drenagem da Operação Urbana Água Espraiada | 85 |

CAPÍTULO 7

| | | |
|-------------------|--|----|
| TABELA 7.1 | Medidas de Controle Previstas nas Alternativas 1 e 2 | 88 |
| TABELA 7.2 | Medidas de Controle da Alternativa 1 | 89 |
| TABELA 7.3 | Medidas de Controle da Alternativa 2 | 91 |

CAPÍTULO 8

| | | |
|-------------------|---|-----|
| TABELA 8.1 | Medidas para Implantação na 1ª Etapa da Alternativa 1 | 101 |
|-------------------|---|-----|

CAPÍTULO 9

| | | |
|-------------------|--|-----|
| TABELA 9.1 | Efeitos das Alternativas sobre a Bacia do Córrego Água Espraiada | 104 |
|-------------------|--|-----|

CAPÍTULO 10

| | | |
|--------------------|---|-----|
| TABELA 10.1 | Custo Estimado da Alternativa 1 | 107 |
| TABELA 10.2 | Custo Estimado da Alternativa 2 | 108 |
| TABELA 10.3 | Custo Estimado das Alternativas Estudadas | 108 |

CAPÍTULO 11

| | | |
|--------------------|---|-----|
| TABELA 11.1 | Classificação das Medidas Segundo Índice de Qualidade Ambiental | 110 |
| TABELA 11.2 | Índice Ambiental das Medidas de Controle de Cheia na Bacia Do Córrego Água Espreada | 110 |

CAPÍTULO 12

| | | |
|--------------------|--|-----|
| TABELA 12.1 | Obras para TR 25 Anos | 113 |
| TABELA 12.2 | Custo Estimado para Obras de 25 e 100 Anos | 114 |

Lista de abreviaturas e siglas

| | | | |
|---------------|--|---------------------|---|
| AE | Água Espraiada | PDMAT | Plano Diretor de Macrodrenagem do Alto Tietê |
| CDHU | Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano | PERH | Plano Estadual de Recursos Hídricos |
| CEPAC | Certificados de Potencial Adicional de Construção | PLANMOB | Plano de mobilidade |
| CN | Curve Number | PMAPSP | Plano Municipal de Gestão do Sistema de Águas Pluviais de São Paulo |
| COE | Código de Obras e Edificações | PMH | Plano Municipal de Habitação |
| CRHI | Coordenadoria de Recursos Hídricos | PMSp | Prefeitura do Município de São Paulo |
| DAEE | Departamento de Águas e Energia Elétrica | PRES | Planos Regionais Estratégicos das Subprefeituras |
| DC | Duração crítica | SAISP | Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo |
| EPA | Environmental Protection Agency | SEHAB | Secretaria Municipal de Habitação |
| ETEC | Escola Técnica Estadual de São Paulo | SF | Secretaria Municipal de Finanças |
| FLU | Fluviométrico | SIURB | Secretaria Municipal de Infraestrutura e Urbanismo |
| FUSP | Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo | SMDU | Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano |
| HIS | Habitações de Interesse Social | SMSP | Secretaria Municipal de Coordenação das Subprefeituras |
| IDF | Intensidade-duração-frequência | SMT | Secretaria Municipal de Transportes |
| IQA | Índice de qualidade ambiental | SP URBANISMO | São Paulo Urbanismo |
| LPUOS | Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo | SPOBRAS | São Paulo Obras, da Prefeitura de São Paulo |
| MDC | Mapa Digital da Cidade | SSRH | Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos do Estado de São Paulo |
| MDT | Modelo Digital de Terreno | SVMA | Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente |
| METRÔ | Companhia do Metropolitano de São Paulo | SWMM | Storm Water Management Model |
| NRCS | National Resources Conservation Service | TC | Tempo de concentração |
| PCSWMM | Personal Computer Storm Water Management Model | | |
| PDE | Plano Diretor Estratégico | | |

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

Apresentação

Os Cadernos de Bacias Hidrográficas 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 n. 008/SIURB/14, com o objetivo básico de fornecer subsídios para planejamento e 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 de períodos de retorno de 25 anos.

Este Caderno corresponde à Bacia Hidrográfica do Córrego Água Espraiada, importante afluente da margem direita do Rio Pinheiros, localizada na região sul do Município de São Paulo. Esta bacia apresenta elevado grau de impermeabilização do solo, onde grande parte da bacia é ocupada por áreas residenciais verticais e horizontais. Nesta bacia está sendo implantada a Operação Urbana Consorciada Água Espraiada, criada pela Lei 13.260/2001, que prevê intervenções sobre o sistema de drenagem.

O Caderno está dividido em treze capítulos:



1. Definição de diretrizes básicas dos estudos
2. A Bacia Hidrográfica do Córrego Água Espraiada
3. Memorial fotográfico
4. Estudos hidrológicos
5. O Reservatório Jabaquara
6. Operação Urbana Água Espraiada
7. Alternativas propostas
8. Implantação do sistema em duas etapas: 25 e 100 anos
9. Áreas sujeitas a inundação
10. Custo estimado
11. Avaliação do índice de qualidade ambiental
12. Zoneamento de áreas sujeitas a inundações
13. 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 apresentada a caracterização física e urbanística da bacia. Também é apresentado um diagnóstico atual da bacia, em termos de drenagem.

No Memorial fotográfico, Capítulo 3, são apresentadas imagens ao longo do Córrego Jabaquara e Água Espraiada, mostrando alguns dos seus principais problemas.

Nos Estudos Hidrológicos, Capítulo 4, são apresentados temas que possibilitam o entendimento da geração do escoamento superficial direto, essencial para a atuação e formulação de medidas de controle de cheias.

O Capítulo 5 traz uma análise de sensibilidade do reservatório Jabaquara na sua configuração atual, após a construção dos pilares da estrutura do pátio de manobras do monotrilha da Linha 17 – Ouro do Metrô e alterações nas características do projeto executivo.

O Capítulo 6 faz uma análise do desempenho hidráulico do Córrego Água Espraiada com a implantação das obras do sistema de drenagem urbana propostas pela Operação Urbana Consorciada Água Espraiada.

No Capítulo 7 são apresentadas as alternativas estudadas compostas de medidas estruturais.

O planejamento de implantação do sistema de drenagem é apresentado no Capítulo 8, considerando obras de controle de cheias de 25 anos e de 100 anos.

O Capítulo 9 apresenta o comportamento do sistema proposto para chuvas com TR 100 anos.

No Capítulo 10 é realizada uma avaliação de custo preliminar considerando uma variação de 20 %.

O Capítulo 11 traz uma análise multicritério básica avaliando as alternativas em relação à questão ambiental.



No Capítulo 12 o Caderno de Bacia Hidrográfica introduz o zoneamento de áreas sujeitas a inundações partindo da formulação de alternativas de controle de cheias dimensionadas para chuvas com TR de 25 anos. O estudo propõe para chuvas com período de retorno entre 25 e 100 anos que as áreas sujeitas a inundações passem por regulamentação através de seu zoneamento

O Capítulo 13 apresenta as Considerações Finais com um resumo dos estudos.

1

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 exclusivamente da questão da drenagem urbana.

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.
 - Cenário de projeto para a ocupação máxima permitida pela Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (LPUOS – Lei nº 16.402/2016).
 - Definir 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 serem propostas.

- As intervenções propostas 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.
 - Aplicar tecnologias de modelagem hidrológica e hidráulica que permitam mapear as áreas de risco de inundação considerando diferentes alternativas de intervenções.
 - Proposição de medidas estruturais combinadas com medidas não estruturais e medidas 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.
 - Preservação e valorização das várzeas de inundação.
 - Integração do sistema de drenagem urbana de forma positiva ao ambiente da cidade.
 - 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 – PlanMob/SP (PMSP/SMT, 2015)¹, do Plano Municipal de Habitação – PMH (PMSP/SEHAB, 2011)², etc. Salienta-se a importância da articulação entre os planos

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

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



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, onde 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.

-
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.

2

A Bacia Hidrográfica do Córrego Água Espraiada

2.1 LOCALIZAÇÃO

A Bacia Hidrográfica do Córrego Água Espraiada localiza-se na zona sul do Município de São Paulo, abrangendo uma área de 11,3 km², correspondente a 0,8% da área total do Município.

O Córrego Água Espraiada nasce nas proximidades da Rodovia dos Imigrantes, onde recebe o nome de Córrego Jabaquara até a confluência com o seu principal afluente o Córrego Pinheirinho, o canal segue pela Avenida Jornalista Roberto Marinho, desaguando no Dreno do Brooklin, na Avenida Engenheiro Luís Carlos Berrini.

O Dreno do Brooklin, composto por galerias que correm sob a Av. Eng^o Luis Carlos Berrini e Dr. Chucri Zaidan, tem como finalidade recolher as águas das bacias dos córregos Cordeiro, Água Espraiada e Traição, impedidos de afluir naturalmente no canal do Rio Pinheiros por estarem localizados numa cota inferior. O dreno conduz as águas destes córregos até o ponto de descarga, logo a jusante da Usina Elevatória da Traição.

O Mapa da FIGURA 2.1 ilustra a localização da Bacia do Córrego Água Espraiada no Município de São Paulo.

2.2 HIDROGRAFIA

A hidrografia principal da Bacia do Córrego Água Espraiada é composta pelos córregos Jabaquara, Água Espraiada e



Pinheirinho. A Bacia foi dividida em quatro sub-bacias, obedecendo a contribuição dos afluentes principais e a existência de postos de monitoramento da rede telemétrica.

A extensão do eixo principal, considerando o curso do Córrego Jabaquara e seguindo pelo Córrego Água Espreada até a foz no Rio Pinheiros, é de 8,8 km. Já a extensão total dos cursos d'água na bacia é de aproximadamente 23 km.

A FIGURA 2.2 indica a hidrografia principal da Bacia do Córrego Água Espreada.

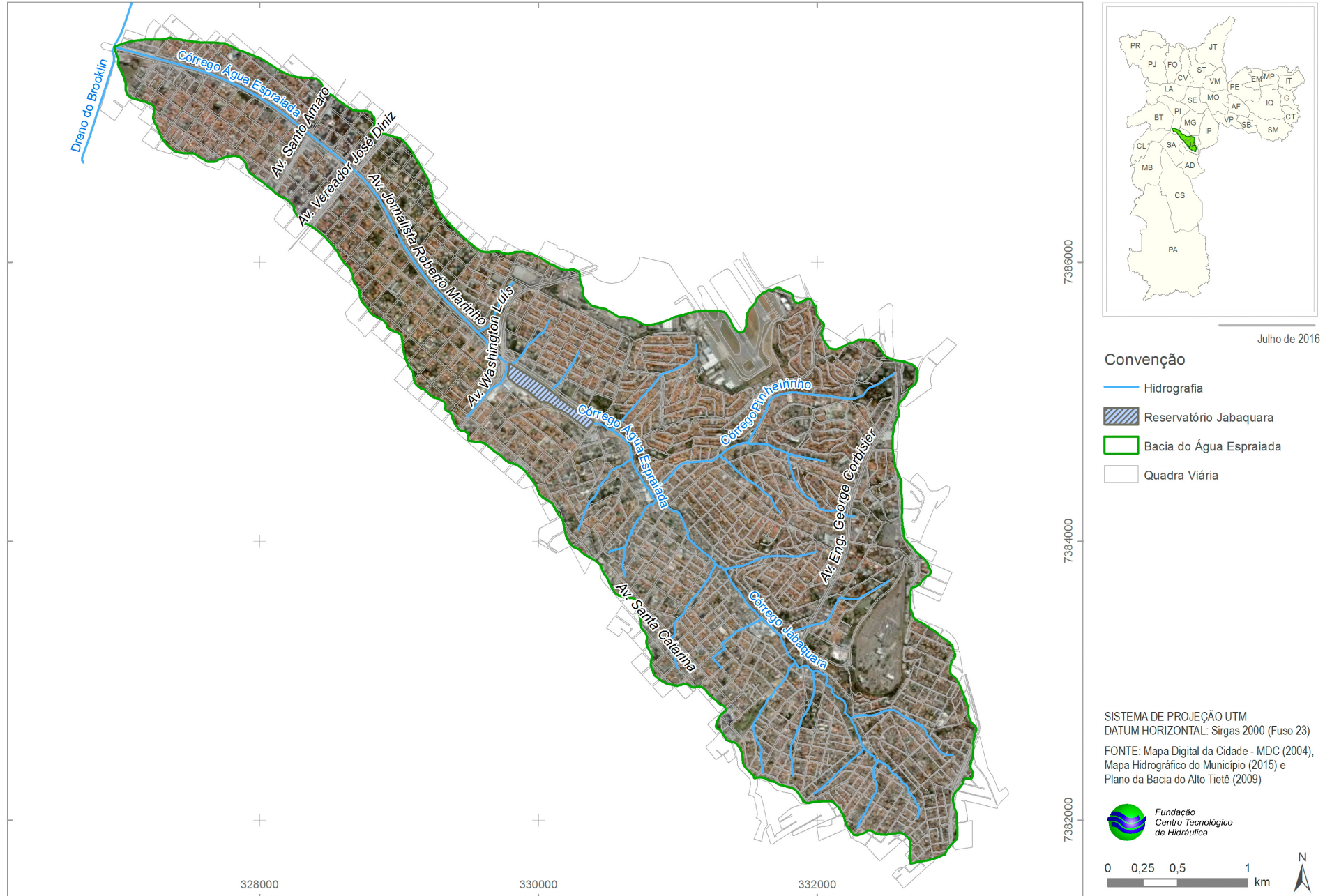
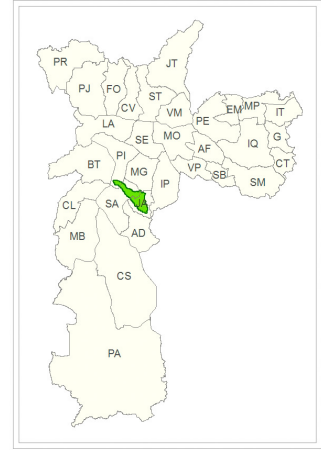
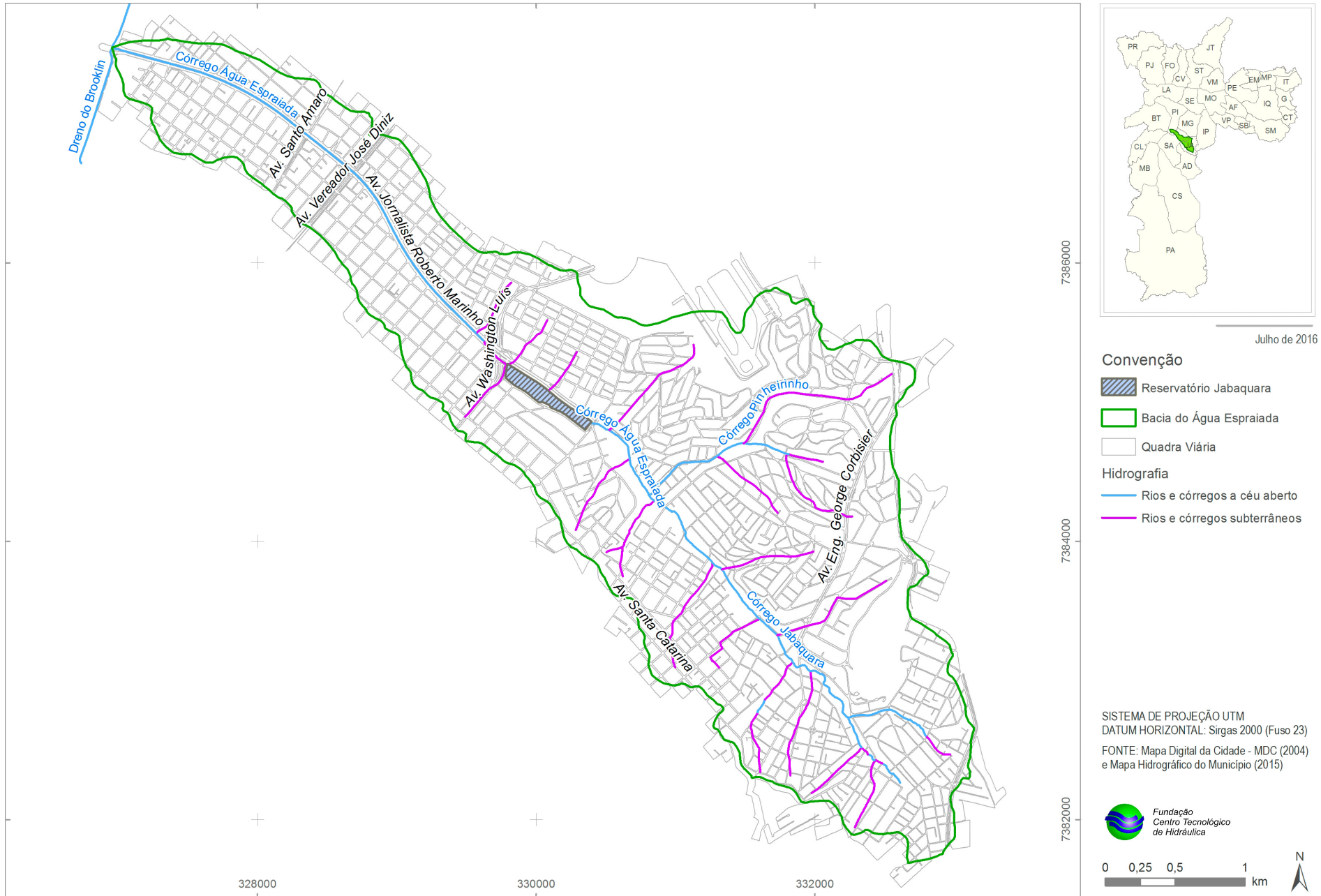


FIGURA 2.1 Bacia Hidrográfica do Córrego Água Esprada



Julho de 2016

Convenção

Reservatório Jabaquara

Bacia do Água Espreada

Quadra Viária

Hidrografia

Rios e córregos a céu aberto

Rios e córregos subterrâneos

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

FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004)
e Mapa Hidrográfico do Município (2015)

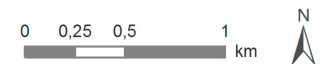


FIGURA 2.2 Hidrografia Principal da Bacia do Córrego Água Espreada



2.3 RELEVO

A região da Bacia do Córrego Água Espreiada, localizada na vertente direita do Rio Pinheiros, é constituída por terraços fluviais de nível intermediário das colinas paulistas, baixos terraços fluviais do vale do Pinheiros e planícies aluviais do Pinheiros (Ab'Sáber, 1958⁶).

Na FIGURA 2.3 é apresentado o perfil longitudinal dos córregos Jabaquara e Água Espreiada. Nesta FIGURA também é indicada a localização do Reservatório Jabaquara, cuja descrição é apresentada no Capítulo 5.

As elevações na bacia variaram de 833 m na cabeceira até 720 m no exutório, conforme verificado no Mapa Hipsométrico apresentado na FIGURA 2.4, que foi desenvolvido por meio de informações de elevação do Mapa Digital da Cidade (MDC).

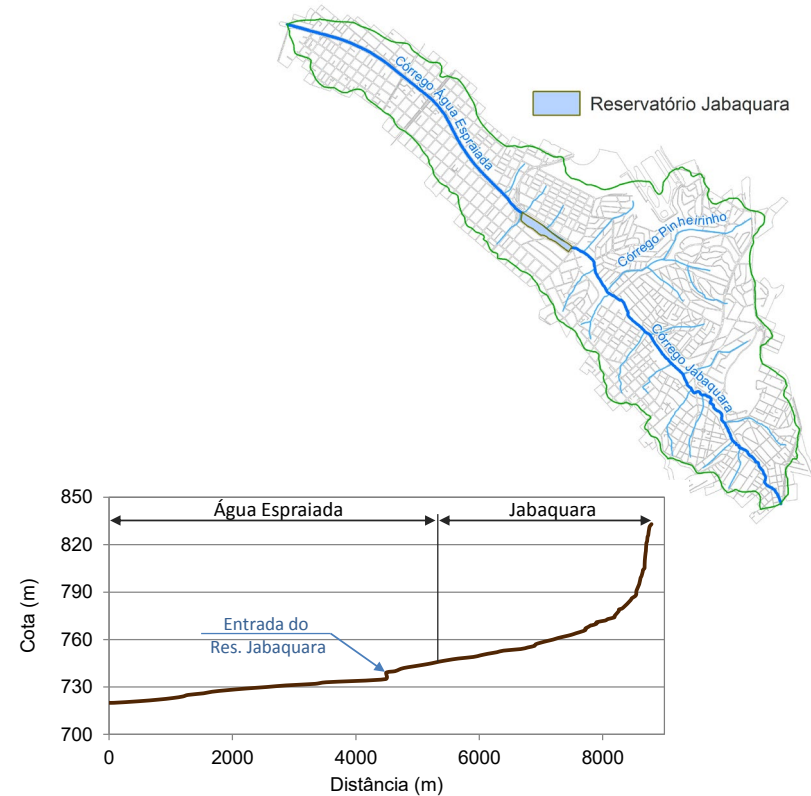


FIGURA 2.3 Perfil longitudinal dos córregos Jabaquara e Água Espreiada

6. Aziz Nacib Ab'Sáber. O Sítio Urbano de São Paulo. In: Aroldo de Azevedo (org): A cidade de São Paulo: estudo de geografia Urbana. São Paulo. Companhia Editora Nacional (Coleção Brasileira, vol 14), p. 169-243. 1958.



2.4 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. Estas características, combinadas à forma de ocupação, possibilitam a interpretação do meio físico e avaliação das potencialidades e limitações ao uso e ocupação do solo.

A FIGURA 2.5 apresenta a Carta Geotécnica da Bacia do Córrego Água Espreada com suas unidades geológicas. Destaca-se neste Mapa a planície aluvial como áreas de fundo de vale com baixa declividade (menos de 5%), solos arenosos e argilosos de espessura variável, nível de água raso, que são áreas sujeitas à inundação.

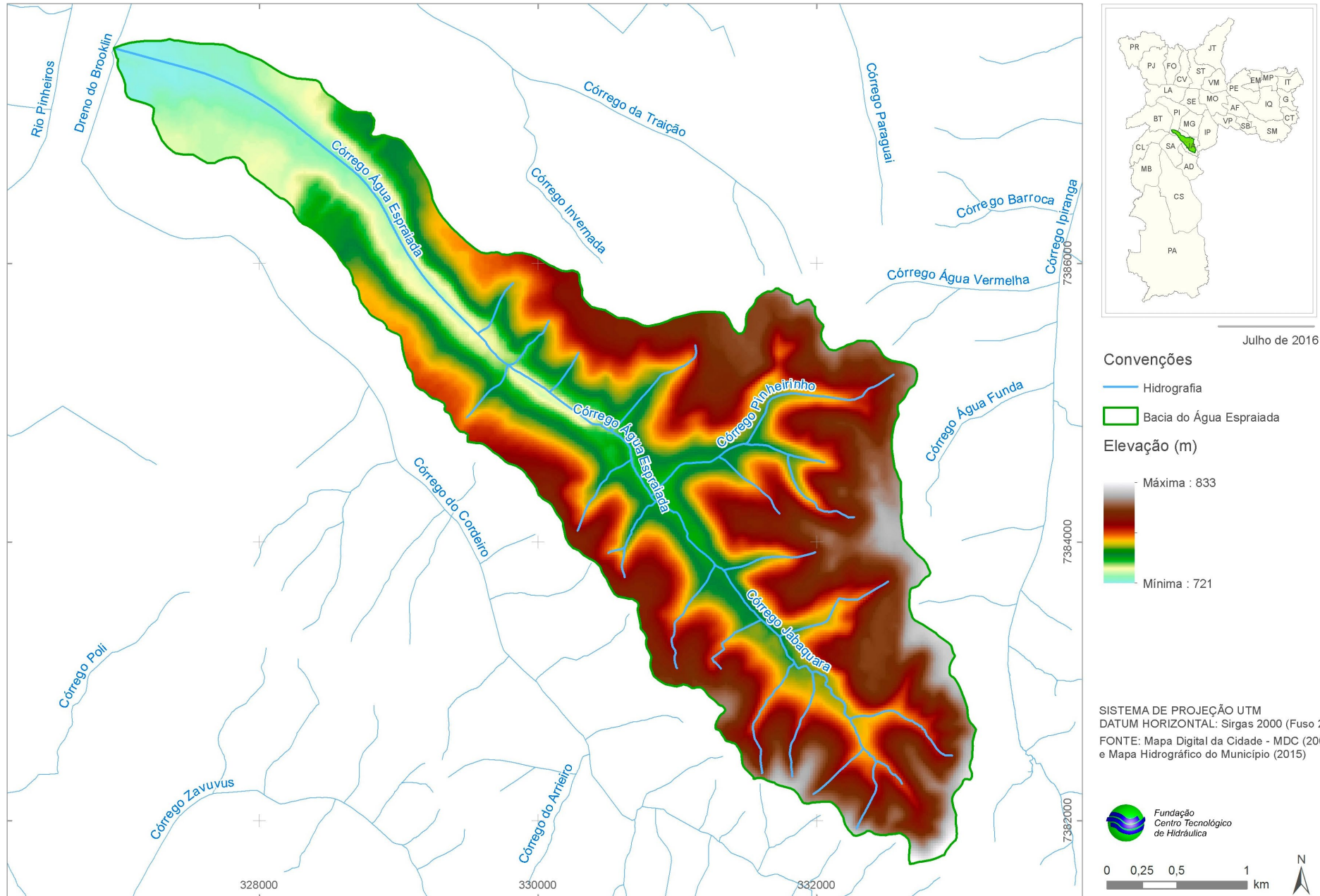


FIGURA 2.4 Mapa Hipsométrico da Bacia do Córrego Água Espraída

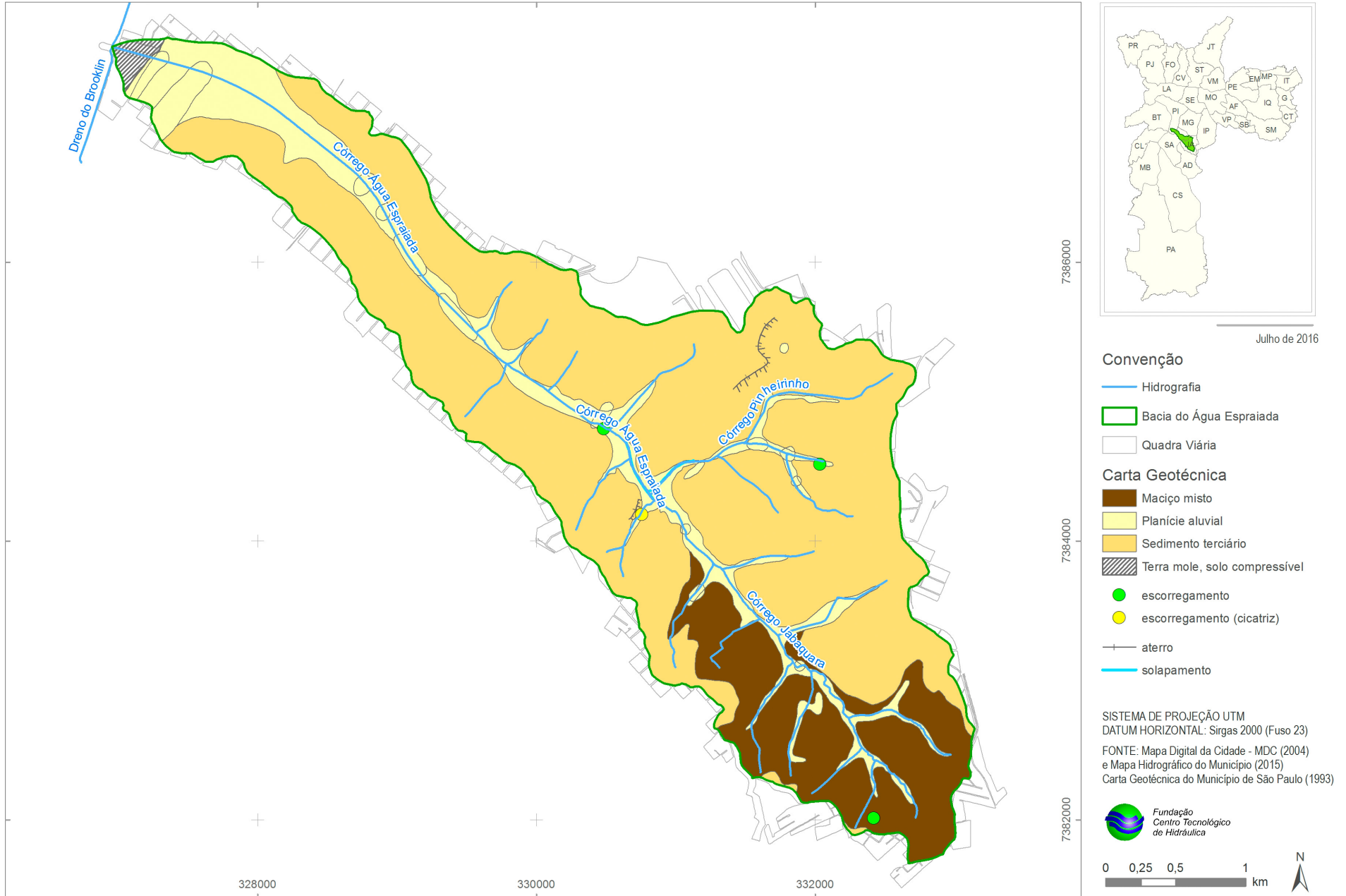


FIGURA 2.5 Carta Geotécnica da Bacia do Córrego Água Espreada



2.5 DIVISÃO ADMINISTRATIVA MUNICIPAL – SUBPREFEITURAS

A administração municipal na Bacia do Córrego Água Espriada é feita por três subprefeituras, Pinheiros, Santo Amaro e Jabaquara.

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

A FIGURA 2.6 indica a localização da bacia no âmbito das Subprefeituras.

2.6 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

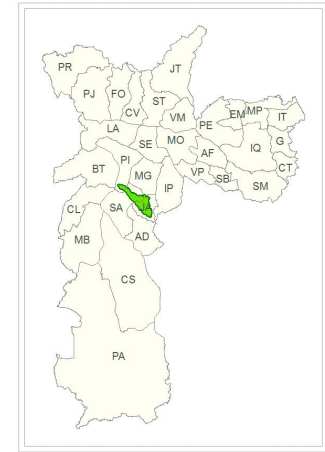
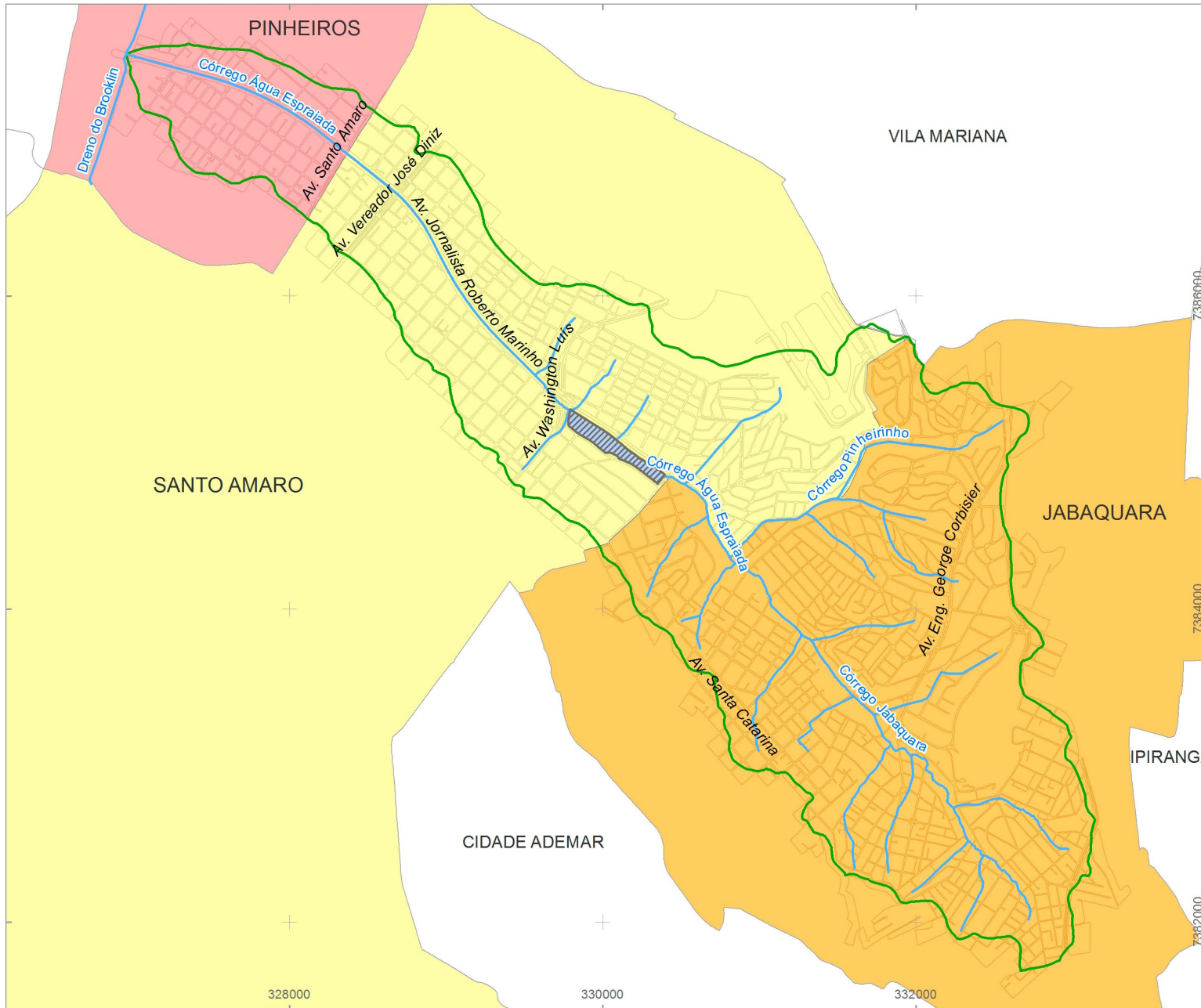
A caracterização do uso e ocupação do solo foi realizada a partir do Uso do Solo Predominante nos Distritos do Município de São Paulo, escala 1:30.000, elaborado pela Secretaria de Finanças do Município de São Paulo (SF, 2013).

A TABELA 2.1 indica os usos observados na Bacia do Córrego Água Espriada com suas respectivas áreas e a porcentagem em relação à área total da bacia. O mapa contendo os usos do solo predominantes é apresentado na FIGURA 2.7.

TABELA 2.1 – USO E OCUPAÇÃO DO SOLO REGISTRADO NA BACIA DO CÓRREGO ÁGUA ESPRAIDA

| Uso e Ocupação | Área (km ²) | % Área da Bacia |
|--|-------------------------|-----------------|
| Residencial Horizontal Médio e Alto Padrão | 3,47 | 29,0 |
| Ruas e Estradas | 1,96 | 16,4 |
| Residencial Vertical Médio e Alto Padrão | 1,59 | 13,3 |
| Espaços Abertos | 1,06 | 8,8 |
| Residencial e Comércio/Serviços | 0,93 | 7,8 |
| Equipamento Urbano | 0,86 | 7,2 |
| Residencial e Indústria | 0,80 | 6,7 |
| Residencial Horizontal Baixo Padrão | 0,49 | 4,1 |
| Comércio/Serviço | 0,47 | 3,9 |
| Comércio/Serviço e Indústria | 0,30 | 2,5 |
| Indústria | 0,01 | 0,1 |
| Residencial Vertical Baixo Padrão | 0,01 | 0,1 |

Os parques e áreas verdes existentes na Bacia do Córrego Água Espriada e adjacências estão localizadas no mapa da FIGURA 2.8.



Julho de 2016

Convenção

- Hidrografia
 - Reservatório Jabaquara
 - Bacia do Água Esprada
 - Quadra Viária
- Subprefeitura**
- Jabaquara
 - Pinheiros
 - Santo Amaro

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)
 FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004)
 e Mapa Hidrográfico do Município (2015)



FIGURA 2.6 Subprefeituras inseridas na Bacia do Córrego Água Esprada

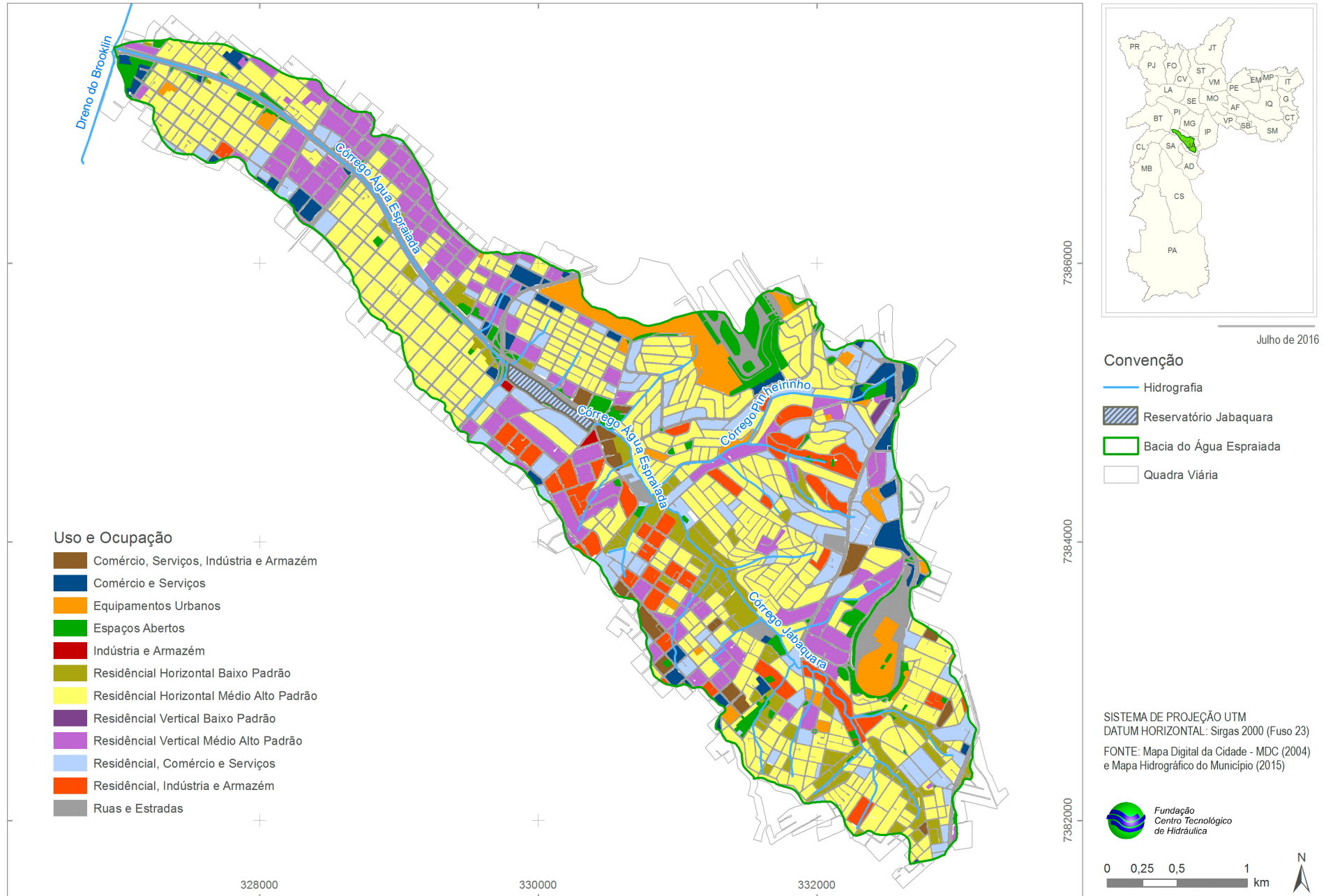
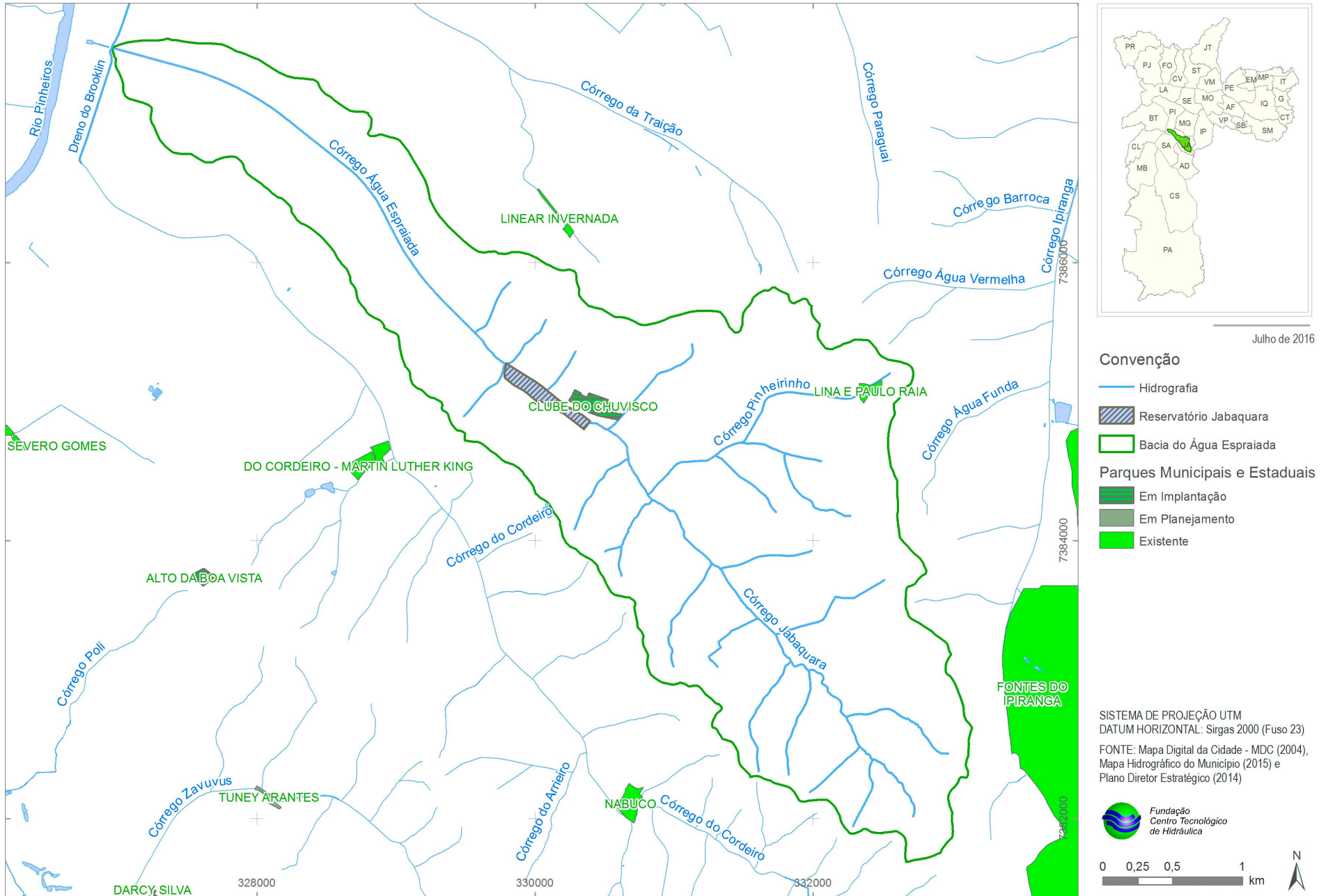


FIGURA 2.7 Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Córrego Água Espreada



Julho de 2016

FIGURA 2.8 Parques Municipais e Estaduais da Bacia do Córrego Água Espreada



2.7 ZONEAMENTO URBANO

O zoneamento da Bacia do Córrego Água Espriada se insere no contexto do Plano Regional Estratégico das subprefeituras Pinheiros, Santo Amaro e Jabaquara.

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, Planos Regionais das Subprefeituras, Planos de Bairros, planos setoriais de políticas urbano-ambientais e demais normas correlatas.

O PDE divide o território do Município de São Paulo em duas macrozonas, cada uma subdividida em quatro macroáreas. As macroáreas se caracterizam por áreas homogêneas que orientam, ao nível do território, os objetivos específicos de desenvolvimento urbano e a aplicação dos instrumentos urbanísticos e ambientais.

- Macrozona de Estruturação e Qualificação Urbana:
 - Macroárea de Estruturação Metropolitana
 - Macroárea de Urbanização Consolidada
 - Macroárea de Qualificação da Urbanização
 - Macroárea de Redução da Vulnerabilidade Urbana
- Macrozona de Proteção e Recuperação Ambiental

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

Dentre os objetivos da Macrozona de Estruturação e Qualificação Urbana estão a promoção da convivência mais equilibrada entre a urbanização e a conservação ambiental; a compatibilização do uso e ocupação do solo com a oferta de sistemas de transporte coletivo e de infraestrutura para os serviços públicos; a redução das situações de vulnerabilidades urbanas; a diminuição das desigualdades na oferta e distribuição dos serviços e a manutenção, proteção e requalificação das zonas exclusivamente residenciais.

A Macrozona de Proteção e Recuperação Ambiental tem dentre seus objetivos a conservação e recuperação dos serviços ambientais existentes, em especial aqueles relacionados com a produção da água, biodiversidade, proteção do solo e regulação climática.

As Macroáreas inseridas na Bacia do Córrego Água Espriada podem ser visualizadas na FIGURA 2.9.



O PDE dá diretrizes para a legislação de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo – LPUOS para atender aos objetivos e diretrizes estabelecidas pelo Plano para as macrozonas, macroáreas e rede de estruturação da transformação urbana. Atendendo a estas diretrizes, foi sancionada no dia 22 de março de 2016 a nova Lei de Zoneamento (Lei nº 16.402/2016).

De acordo com a nova Lei de Zoneamento, as zonas foram organizadas em 3 diferentes agrupamentos:

- Territórios de transformação: objetiva a promoção do adensamento construtivo e populacional das atividades econômicas e dos serviços públicos, a diversificação de atividades e a qualificação paisagística dos espaços públicos de forma a adequar o uso do solo à oferta de transporte público coletivo. (Formado 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. (Formado 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. (Formado pelas Zonas: ZEPEC | ZEP | ZEPAM | ZPDS | ZER | ZPR).

A área da Bacia do Córrego Água Espreada, pertencente aos Planos Regionais das Subprefeituras Pinheiros, Santo Amaro e Jabaquara, apresenta seu zoneamento classificado conforme indica a FIGURA 2.10.

A TABELA 2.2 indica a área correspondente a cada zona de uso e ocupação na bacia, com suas descrições.

A partir das zonas de uso são estabelecidos valores limites para a taxa de permeabilidade mínima (Quadro 3A – da Lei nº 16.402/2016), possibilitando a formulação de um cenário futuro de impermeabilização, ou seja, a situação máxima permitida por lei. O resultado desta análise é apresentado no próximo Capítulo, no Mapa de Impermeabilização Futura Permitida.

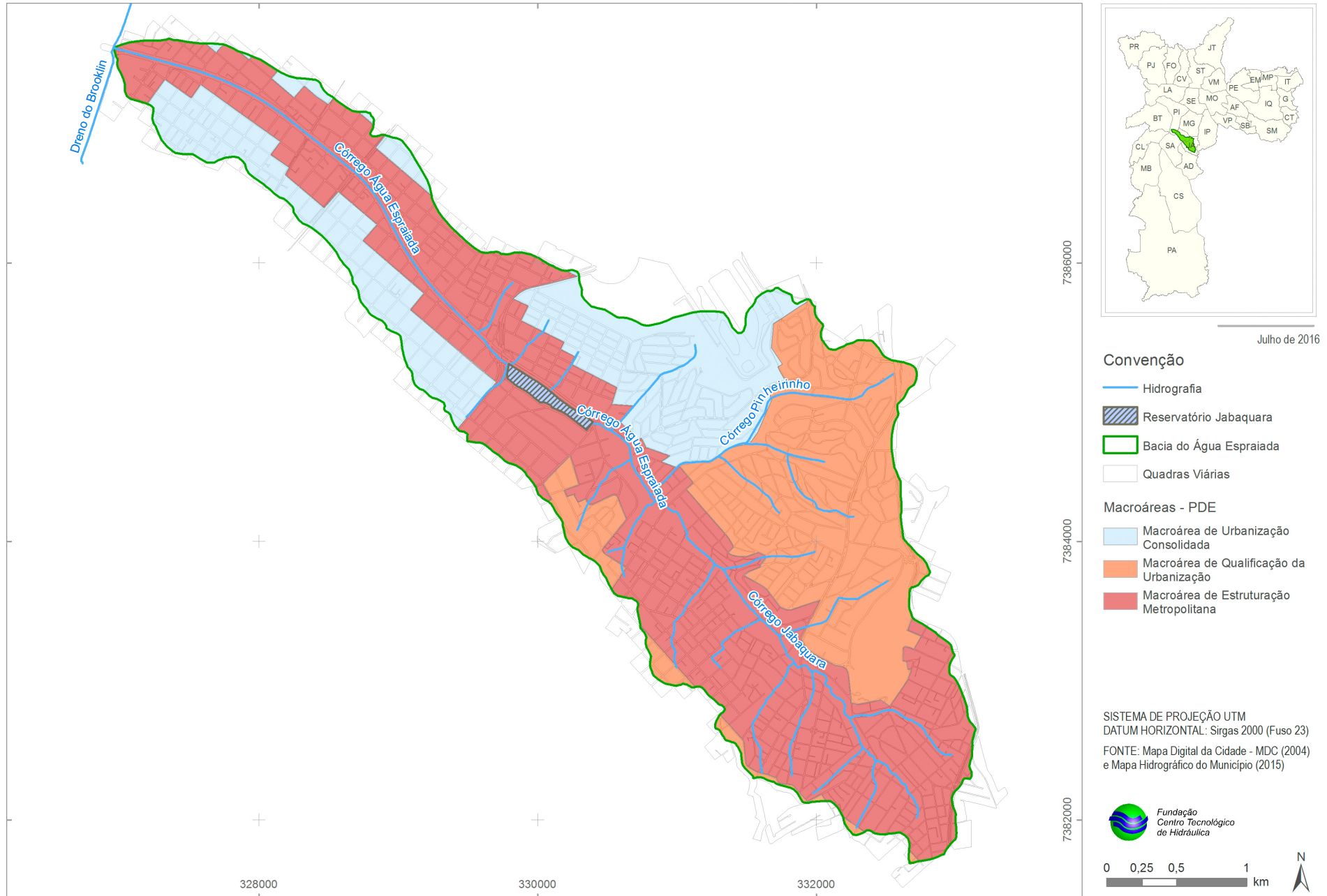


FIGURA 2.9 Macroáreas de Uso e Ocupação Do Solo da Bacia do Córrego Água Espreada – PDE (LEI N° 16.050/2014)

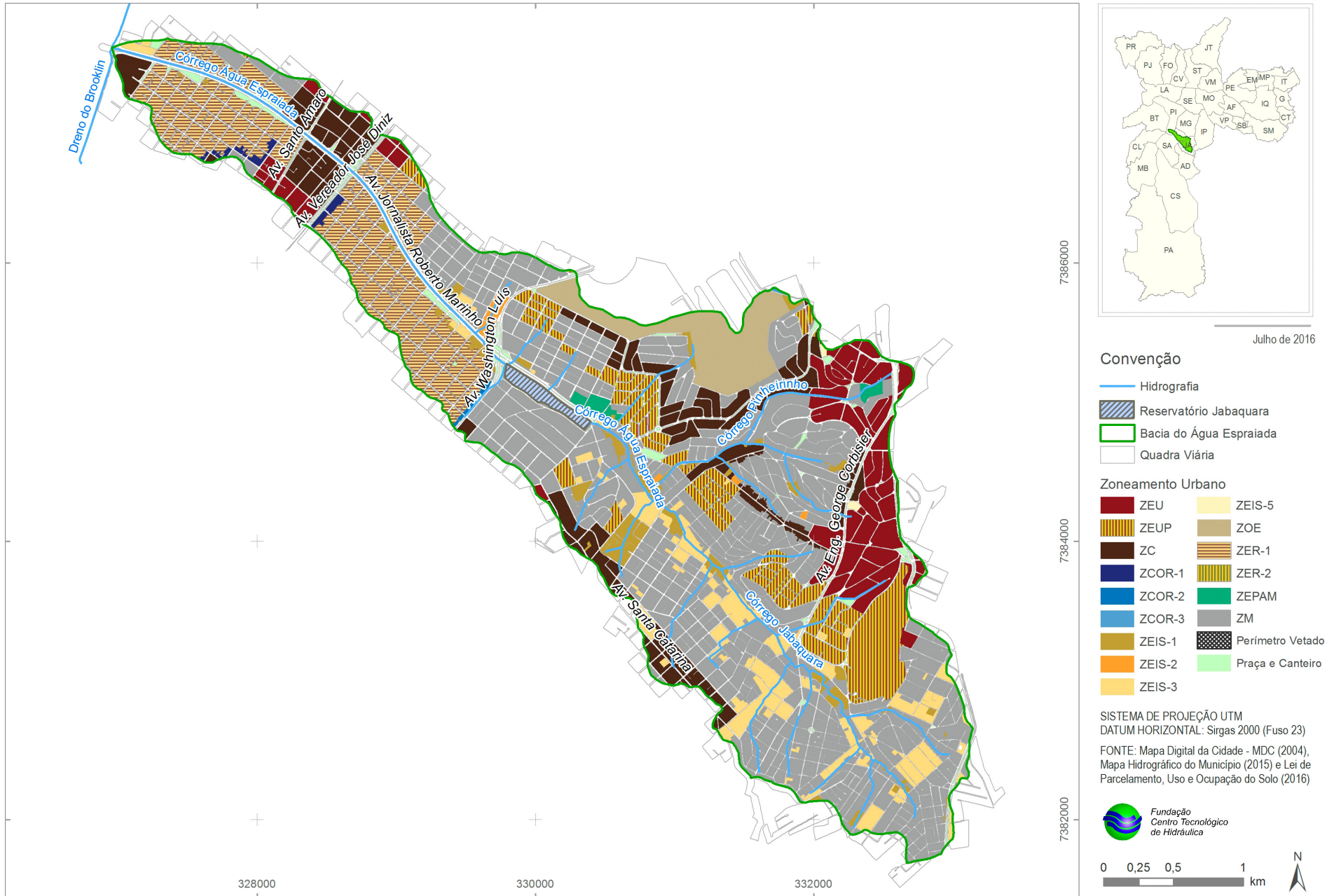


FIGURA 2.10 Zoneamento Urbano da Bacía do Córrego Água Espreada



TABELA 2.2 – ÁREAS CORRESPONDENTES ÀS ZONAS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA

| Zonas | Sigla | Área (%) | Descrição da Zona |
|--|--------|----------|---|
| Zona Mista | ZM | 41,96 | Porções do território destinadas a promover usos residenciais e não residenciais, com predominância do uso residencial |
| Zona Exclusivamente Residencial 1 | ZER-1 | 13,36 | Áreas destinadas exclusivamente ao uso residencial com predominância de lotes de médio porte |
| Zona de Centralidade | ZC | 9,92 | Porções do território voltadas à promoção de atividades típicas de áreas centrais, destinadas principalmente aos usos não residenciais, à manutenção das atividades comerciais e de serviços |
| Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana Previsto | ZEUP | 9,07 | Zonas inseridas na Macrozona de Estruturação e Qualificação Urbana, com parâmetros de parcelamento, uso e ocupação do solo compatíveis com as diretrizes da referida macrozona e com a perspectiva de ampliação da infraestrutura de transporte público coletivo; |
| Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana | ZEU | 8,22 | Zonas inseridas na Macrozona de Estruturação e Qualificação Urbana, com parâmetros de parcelamento, uso e ocupação do solo compatíveis com as diretrizes da referida macrozona |
| Zona Especial de Interesse Social 3 | ZEIS-3 | 6,38 | Áreas com ocorrência de imóveis ociosos, subutilizados, não utilizados, encortiçados ou deteriorados localizados em regiões dotadas de serviços, equipamentos e infraestruturas urbanas, boa oferta de empregos |
| Zona de Ocupação Especial | ZOE | 4,82 | Porções do território destinadas a abrigar atividades que, por suas características únicas, necessitem de disciplina especial de parcelamento, uso e ocupação do solo. |



TABELA 2.2 – ÁREAS CORRESPONDENTES ÀS ZONAS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA

| Zonas | Sigla | Área (%) | Descrição da Zona |
|--|------------|----------|---|
| Zona Especial de Interesse Social 1 | ZEIS-1 | 3,02 | Áreas caracterizadas pela presença de favelas, loteamentos irregulares e empreendimentos habitacionais de interesse social, e assentamentos habitacionais populares, tendo como objetivo manter a população moradora e promover a regularização fundiária e urbanística, recuperação ambiental e produção de Habitação de Interesse Social. |
| Praça Canteiro | PRACA CANT | 1,68 | |
| Zona Especial de Preservação Ambiental | ZEPAM | 0,53 | Porções do território destinadas a parques estaduais, e municipais e outras Unidades de Proteção Integral, tendo por objetivo a preservação dos ecossistemas |
| Zona Especial de Interesse Social 2 | ZEIS-2 | 0,41 | Áreas caracterizadas por glebas ou lotes não edificados, adequados à urbanização e onde haja interesse público ou privado em produzir Empreendimentos de Habitação de Interesse Social |
| Zona de Corredor 1 | ZCOR-1 | 0,35 | Trechos de vias destinados à diversificação de usos de forma compatível à vizinhança residencial |
| Zona de Corredor 2 | ZCOR-2 | 0,11 | Trechos de vias destinados à diversificação de usos de forma compatível à vizinhança residencial e à conformação de subcentro regional |
| Zona Especial de Interesse Social 5 | ZEIS-5 | 0,08 | Lotes ou conjunto de lotes, preferencialmente vazios, situados em áreas dotadas de serviços, equipamentos e infraestruturas urbanas, onde haja interesse privado em produzir empreendimentos habitacionais de mercado popular e de interesse social |
| Veto | - | 0,05 | Perímetro Vetado |
| Zona de Corredor 3 | ZCOR-3 | 0,02 | Trechos junto a vias que estabelecem conexões de escala regional |
| Zona Exclusivamente Residencial 2 | ZER-2 | 0,005 | Áreas destinadas exclusivamente ao uso residencial com predominância de lotes de pequeno porte |



2.8 DENSIDADE DEMOGRÁFICA

Os aspectos populacionais de uma sociedade, incluindo a análise das componentes demográficas, tamanho da população, alterações no tempo, sua distribuição espacial e a composição segundo diferentes características, são essenciais para o planejamento de áreas urbanas.

A FIGURA 2.11 apresenta a densidade populacional da Bacia do Córrego Água Espreada. No Capítulo 9 é feita uma avaliação do número de lotes atingidos pelas manchas de inundações estimadas pelo modelo.

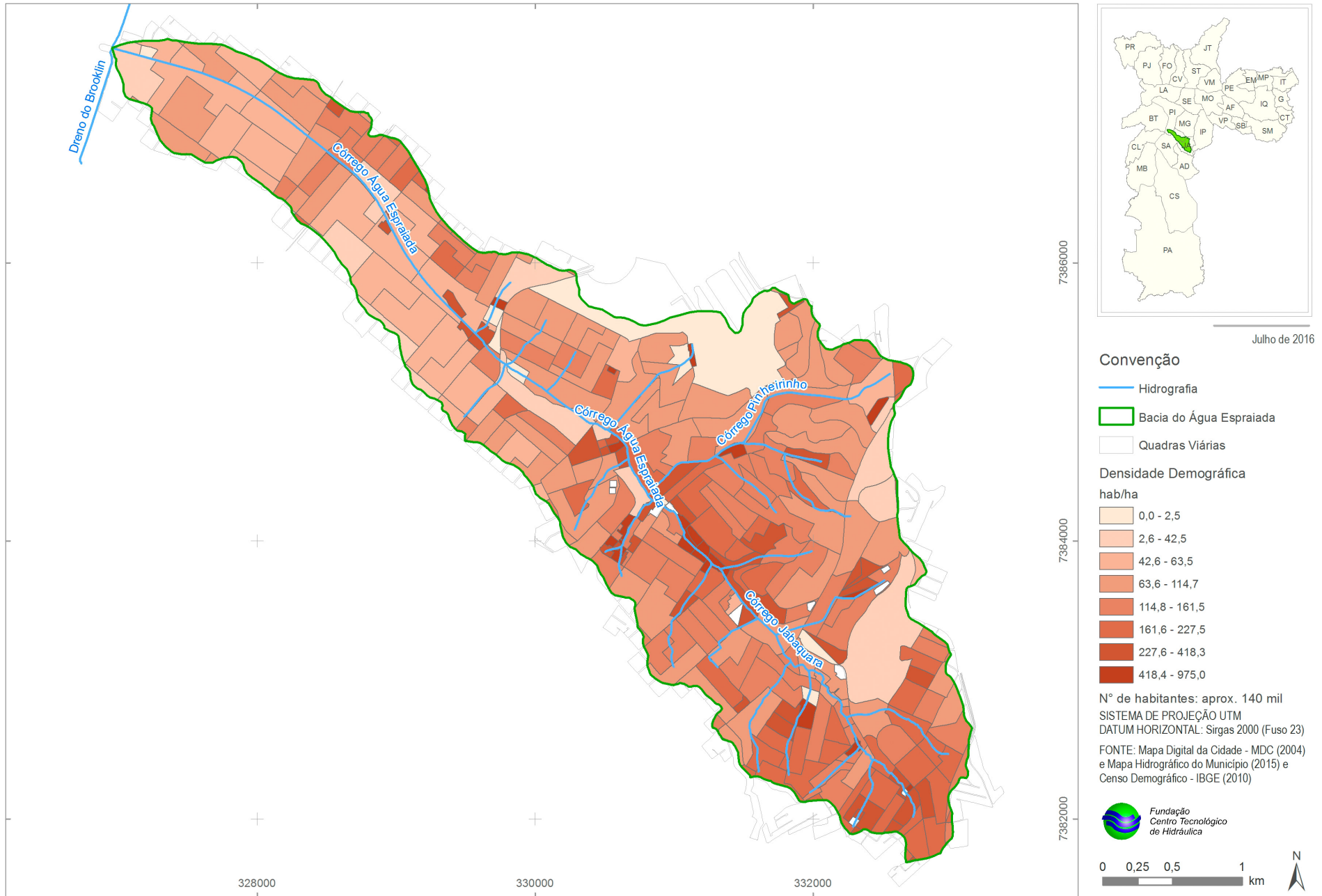


FIGURA 2.11 Densidade Demográfica da Bacia do Córrego Água Esprada



2.9 SISTEMA VIÁRIO E DE TRANSPORTE COLETIVO

A rede de macrodrenagem da Bacia do Córrego Água Espraiada segue importantes vias do Município, como a Avenida Jornalista Roberto Marinho, Avenida Santo Amaro, Avenida Vereador José Diniz, Avenida Washington Luís entre outras que podem ser visualizadas na FIGURA 2.12.

Como sistema de transporte coletivo esta bacia possui duas estações da Linha Azul do Metrô na cabeceira da bacia, estações Jabaquara e Conceição. Está prevista a implantação de uma estação de metrô nas proximidades da Avenida Santo Amaro, para 2016, pertencente à Linha Lilás do Metrô, também em implantação.

Reforçando o sistema de transporte a bacia possui dois corredores de ônibus municipal, um na Avenida Santo Amaro e o outro na Avenida Vereador José Diniz. Possui a previsão de implantação de mais três corredores de ônibus, na Av. Washington Luís e Avenida Engenheiro Luís Carlos Berrini, com um terminal de ônibus municipal cada um, e o terceiro cabeceira da bacia, com previsão para 2025, percorrendo a Linha Azul do Metrô.

Encontra-se em implantação a linha do Monotrilho percorrendo toda a bacia em seu eixo principal, interligando linhas do metrô e da CPTM. Estão previstas doze estações do Monotrilho na área da bacia.

A figura 2.12 Apresenta o sistema viário e de transporte pertencente à bacia do córrego água espraiada.

2.10 INUNDAÇÕES NA BACIA DO CÓRREGO ÁGUA ESPRAIDA

A Bacia do Córrego Água Espraiada possui um reservatório de armazenamento, o Reservatório Jabaquara, localizado aproximadamente na região intermediária da bacia. Este reservatório protege a região a sua jusante.

No entanto, a montante do reservatório são apontadas áreas sujeitas a inundações, conforme indicadas na FIGURA 2.13.

O diagnóstico dos pontos de inundação foi realizado a partir de informações obtidas junto à SIURB e complementado com o levantamento de campo feito pela equipe da FCTH para apurar os pontos de inundação na bacia.

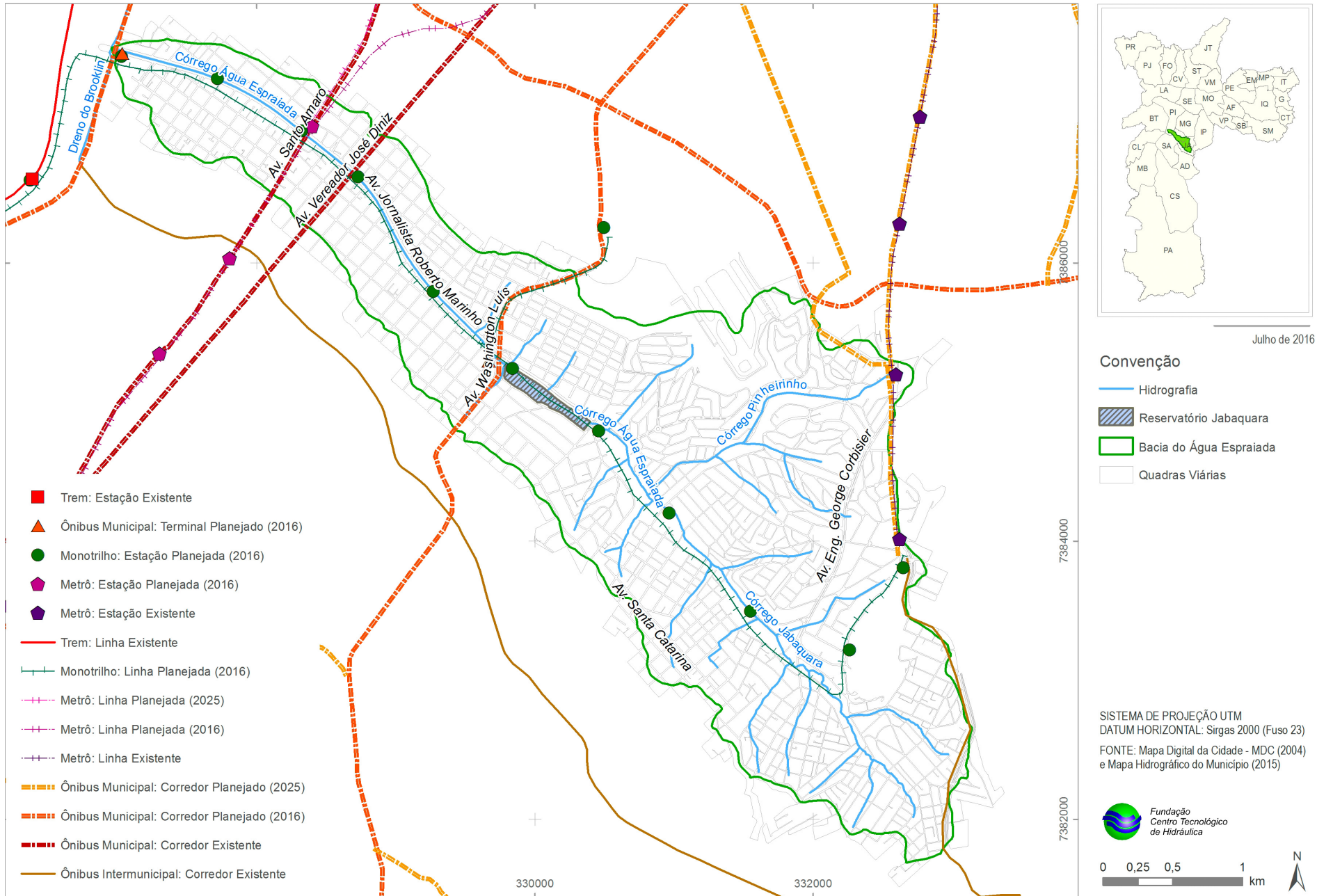


FIGURA 2.12 Sistema Viário e de Transporte Coletivo da Bacia do Córrego Água Espraiada

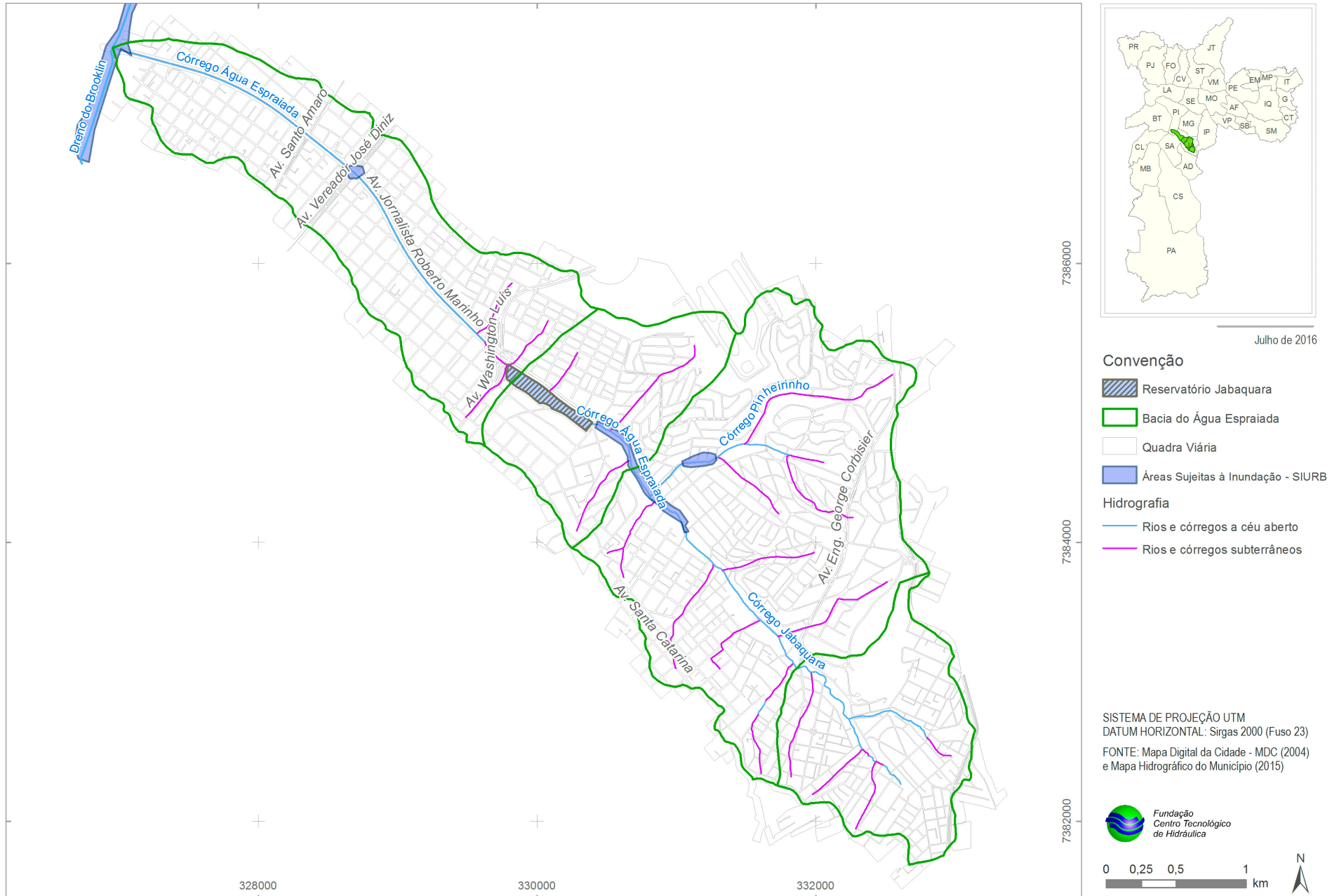


FIGURA 2.13 Diagnóstico das Inundações na Bacia do Córrego Água Espraiada

3

Memorial fotográfico

A seguir apresenta-se o memorial fotográfico da Bacia do Córrego Água Espriada ao longo de seu corpo hídrico principal, iniciando de montante para jusante, conforme indicada a localização no Mapa de referência ao lado das fotos.



FIGURA 3.1 Imagens do Córrego Jabaquara com a ocupação informal sobre o canal e nas margens, na travessia da Rua Tupiritama



FIGURA 3.2 Imagens do Córrego Jabaquara na travessia da Rua Marapés

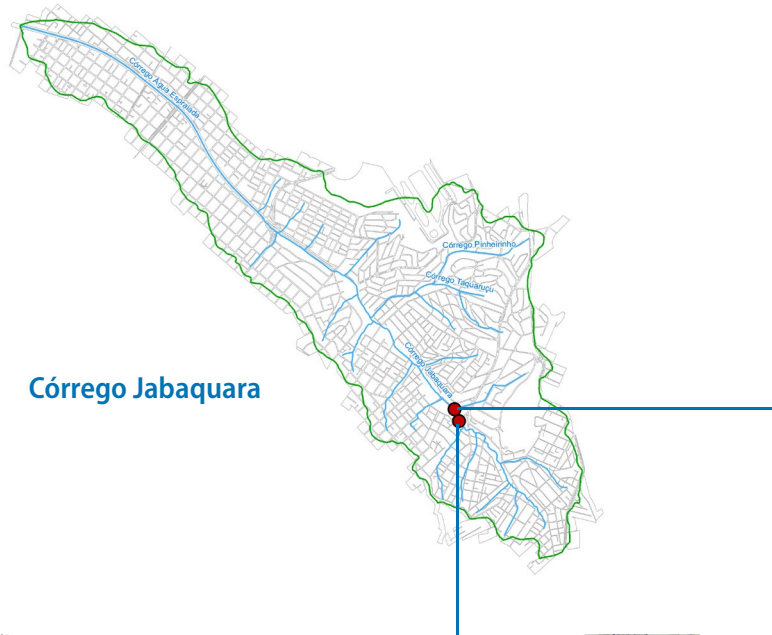


FIGURA 3.3 Imagens do Córrego Jabaquara ao longo da Rua Boçoroca (imagem superior) e na travessia da Rua Marapés (imagens inferiores)



FIGURA 3.4 Imagens do Córrego Jabaquara na travessia da Rua Vitoriana



Córrego Pinheirinho



FIGURA 3.5 Imagens da obra de canalização do Córrego Pinheirinho



FIGURA 3.6 Imagem da entrada do Córrego Água Espraiada no Reservatório Jabaquara (superior) e da seção logo a jusante da travessia da Av. Dr. Lino de Moraes Leme



FIGURA 3.7 Imagens do Reservatório Jabaquara no Córrego Água Esprada

4

Estudo hidrológico

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, as perdas por evaporação ou por 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 elemento gerador do processo que é a precipitação: sua magnitude, o risco de ocorrência, 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 vazão dos cursos d'água. Além disso, as características fisiográficas da bacia, como área drenada, declividade e 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 concentra 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 Água Espriada,



a partir dos registros dos postos da rede telemétrica, e 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 o tempo de concentração, o CN (*Curve Number*) e a impermeabilização atual e a impermeabilização máxima permitida, segundo a atual LPUOS.

Para 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-Vennan para o estudo do escoamento superficial.

4.1 POSTO DA REDE TELEMÉTRICA

O posto da rede telemétrica do Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo (SAISP) pertencente à Bacia do Córrego Água

Espraiada coleta dados a cada 10 minutos, onde são registrados os índices pluviométricos e os níveis dos Córregos Jabaquara e Água Espreada.

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

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

Existem três postos na bacia, conforme descrição a seguir:

- Posto Cabeceiras – PMSP/SA 04 – operação com início em 24/02/2012;
- Posto Montante Piscinão – PMSP/ SA 05 – operação com início em 08/05/2013;
- Posto Piscinão Jabaquara – PMSP/SA 02 – operação com início em 08/05/2013.

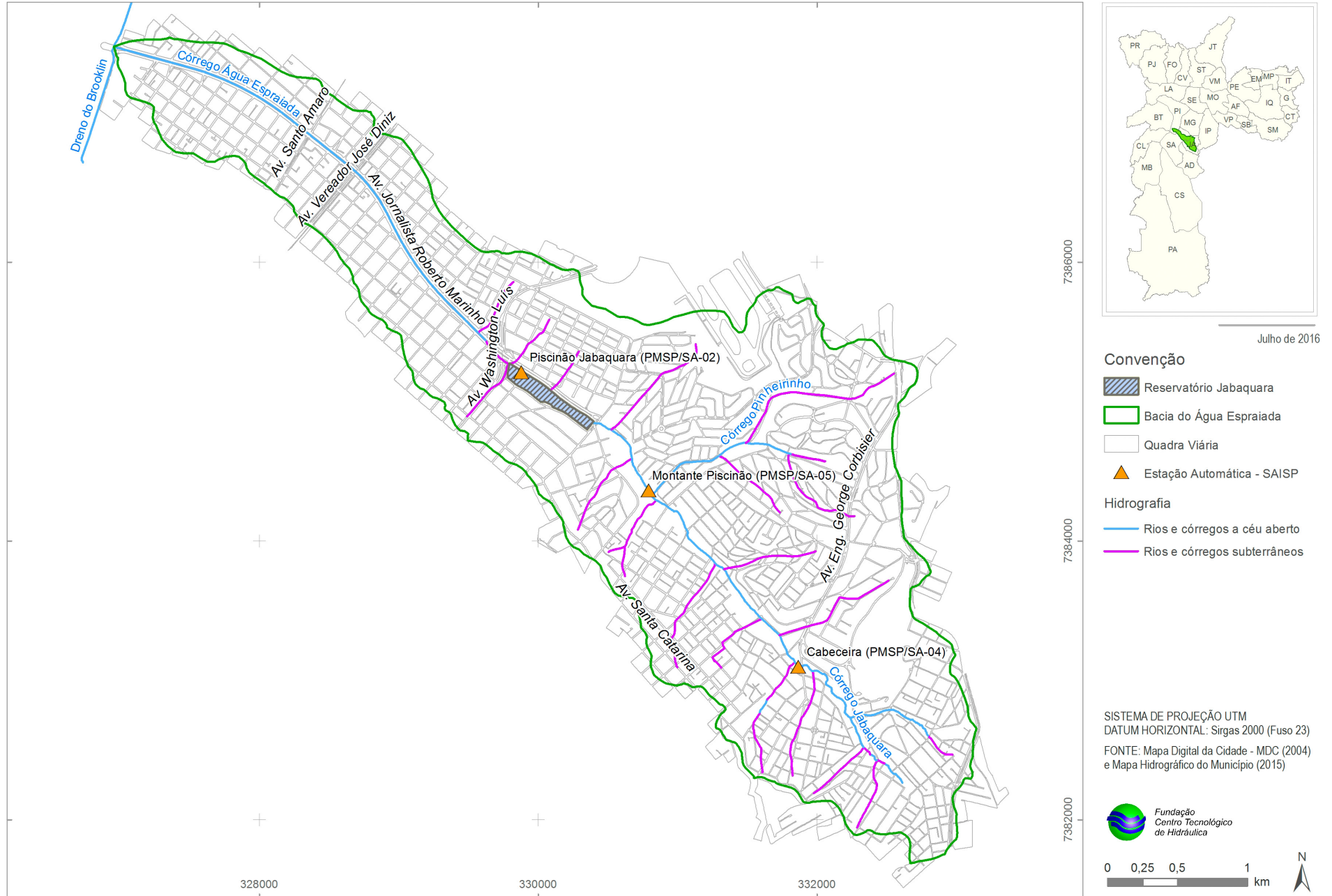


FIGURA 4.1 Localização dos Postos da Rede Telemétrica na Bacia do Córrego Água Esprada



A FIGURA 4.2 apresenta a série histórica dos dados pluviométricos e fluviométricos diários registrados no Posto “Cabeceiras – PMSP/SA 04” desde o início da operação e a FIGURA 4.3 indica a precipitação média mensal neste posto.

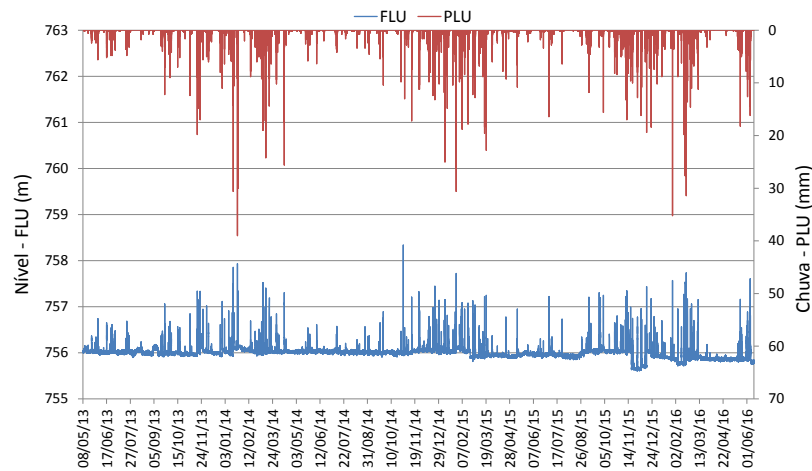


FIGURA 4.2 Série Histórica do Posto “Cabeceiras – PMSP/SA 04”

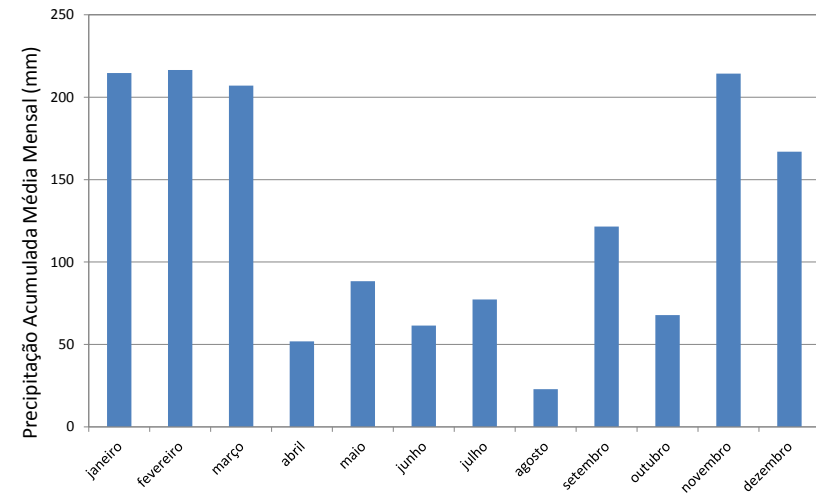


FIGURA 4.3 Precipitação média mensal no Posto “Cabeceiras – PMSP/SA 04”



A FIGURA 4.4 apresenta a série histórica dos dados pluviométricos e fluviométricos diários registrados no Posto Montante Piscinão – PMSP/ SA 05 desde o início da operação.

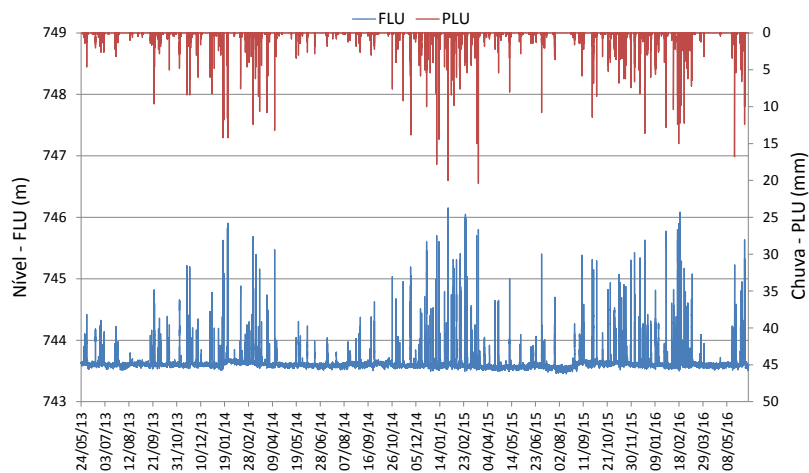


FIGURA 4.4 Série Histórica do Posto Montante Piscinão – PMSP/ SA 05”

Na FIGURA 4.5 está indicada a precipitação média mensal neste posto.

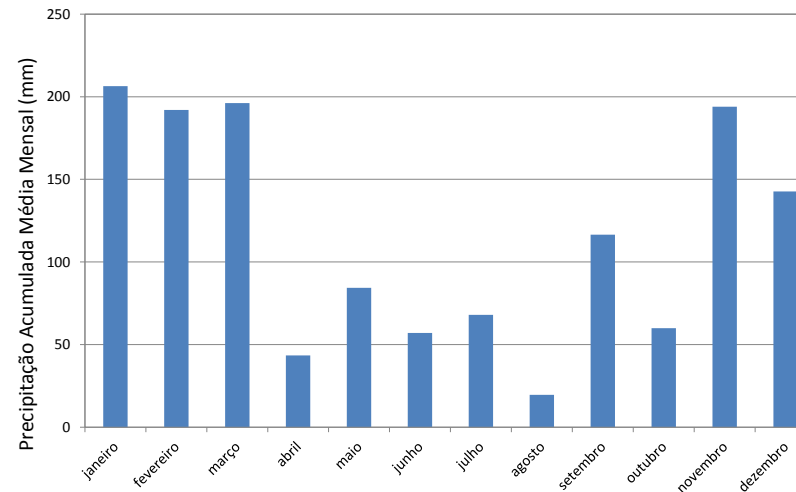


FIGURA 4.5 Precipitação média mensal no Posto Montante Piscinão – PMSP/ SA 05



A FIGURA 4.6 apresenta a série histórica dos dados pluviométricos e fluviométricos diários registrados no Posto Piscinão Jabaquara – PMSP/SA 02 desde o início da operação.

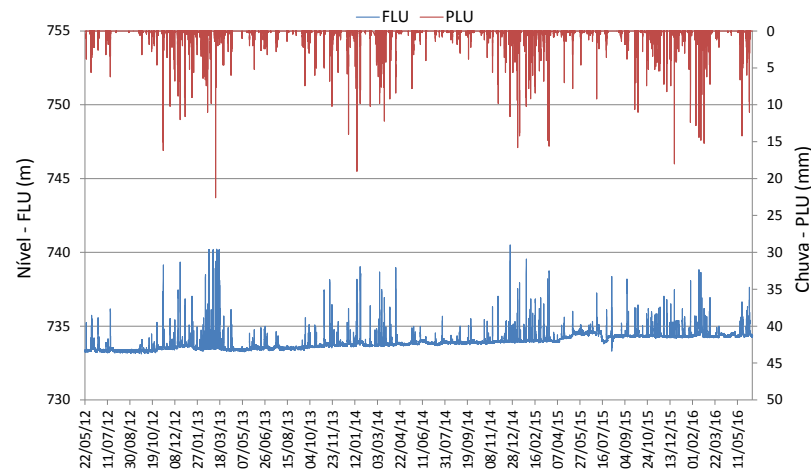


FIGURA 4.6 Série Histórica do Posto Piscinão Jabaquara – PMSP/SA 02

Na FIGURA 4.7 está indicada a precipitação média mensal neste posto.

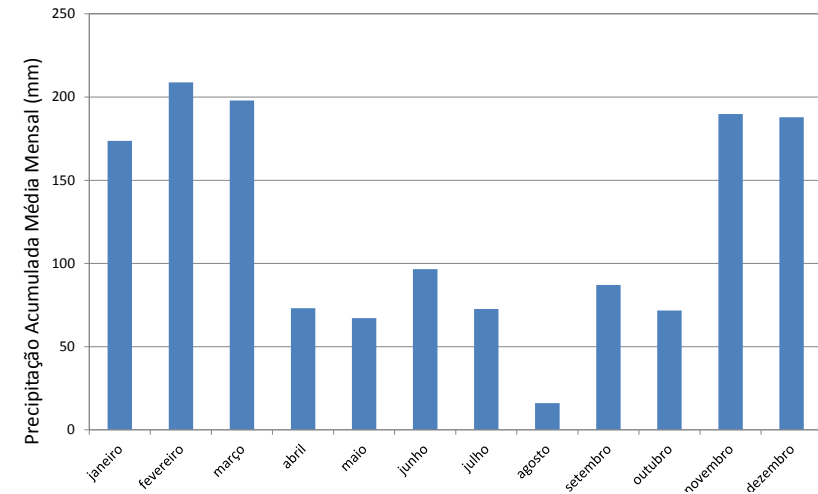


FIGURA 4.7 Precipitação média mensal do Posto Piscinão Jabaquara – PMSP/SA 02



4.2 CHUVA DE PROJETO

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

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

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

As IDF's fornecem 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 na Bacia do Córrego Água Espreada foram estimadas através da equação IDF de São Paulo, ajustada para o posto do Centro Tecnológico de Hidráulica (CTH).

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

válida para $10 \leq t \leq 1.440$ min, onde:

$$A = 39.302$$

$$B = 20$$

$$C = -0,923$$

$$D = 10,177$$

$$E = 20$$

$$F = -0,876$$

$$G = -0,465$$

$$H = -0,841$$

t é a duração da chuva em minutos;

T é o período de retorno da chuva em anos;

i é a intensidade da chuva em mm/min.

A tormenta de projeto frequentemente utilizada em projetos hidrológicos para bacias urbanas muito pequenas é uma chuva de 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. É, portanto, comum assumir que a duração da chuva de projeto seja maior que o tempo de concentração da bacia. Nestes estudos a duração da chuva crítica é 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.

Os métodos existentes para determinação da distribuição temporal de uma tormenta classificam-se em métodos que se utilizam da análise de eventos de tormenta e métodos que utilizam as relações IDF.

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 TABELA 4.1 apresenta o hietograma de projeto para os períodos de retorno de 2, 10, 25, 50 e 100 anos, discretizados em 5 min.

| TABELA 4.1 – HIETOGRAMA DE PROJETO PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO | | | | | |
|--|--------|-------|-------|-------|--------|
| t (min) | P (mm) | | | | |
| | TR 2 | TR 10 | TR 25 | TR 50 | TR 100 |
| 5 | 0,44 | 0,73 | 0,87 | 0,98 | 1,08 |
| 10 | 0,50 | 0,82 | 0,98 | 1,10 | 1,21 |
| 15 | 0,57 | 0,93 | 1,11 | 1,25 | 1,38 |
| 20 | 0,66 | 1,08 | 1,28 | 1,44 | 1,59 |
| 25 | 0,79 | 1,26 | 1,51 | 1,68 | 1,86 |
| 30 | 0,95 | 1,52 | 1,81 | 2,02 | 2,23 |
| 35 | 1,18 | 1,87 | 2,22 | 2,48 | 2,74 |
| 40 | 1,53 | 2,40 | 2,84 | 3,16 | 3,48 |
| 45 | 2,07 | 3,22 | 3,80 | 4,23 | 4,65 |
| 50 | 3,00 | 4,63 | 5,44 | 6,05 | 6,65 |
| 55 | 4,87 | 7,42 | 8,70 | 9,65 | 10,59 |
| 60 | 9,60 | 14,40 | 16,82 | 18,62 | 20,40 |
| 65 | 6,62 | 10,00 | 11,71 | 12,97 | 14,23 |
| 70 | 3,76 | 5,76 | 6,77 | 7,51 | 8,25 |
| 75 | 2,47 | 3,82 | 4,50 | 5,00 | 5,51 |
| 80 | 1,76 | 2,76 | 3,26 | 3,63 | 4,00 |
| 85 | 1,34 | 2,11 | 2,50 | 2,79 | 3,07 |
| 90 | 1,06 | 1,68 | 2,00 | 2,23 | 2,46 |
| 95 | 0,86 | 1,38 | 1,64 | 1,84 | 2,03 |
| 100 | 0,72 | 1,16 | 1,39 | 1,55 | 1,72 |
| 105 | 0,61 | 1,00 | 1,19 | 1,34 | 1,48 |
| 110 | 0,53 | 0,87 | 1,04 | 1,17 | 1,29 |
| 115 | 0,47 | 0,77 | 0,92 | 1,03 | 1,14 |
| 120 | 0,41 | 0,69 | 0,82 | 0,92 | 1,02 |



A precipitação total acumulada para os períodos de retorno analisados é apresentada na TABELA 4.2

| TABELA 4.2 – PRECIPITAÇÃO TOTAL ACUMULADA | | | | |
|---|-------|-------|-------|--------|
| P (mm) | | | | |
| TR 2 | TR 10 | TR 25 | TR 50 | TR 100 |
| 42 | 64 | 76 | 84 | 92 |

4.3 ESCOAMENTO SUPERFICIAL

O estudo do escoamento superficial inclui a análise de fatores que influenciam a sua geração. Fatores como características climáticas, físicas e de uso e ocupação do solo são fundamentais para o conhecimento do processo de formação do escoamento superficial.

4.3.1 Sub-bacias hidrográficas

A bacia do Córrego Água Espraiada foi dividida em quatro sub-bacias. O critério adotado para esta divisão foi a localização dos postos da rede telemétrica de monitoramento pluviométrico e fluviométrico.

A TABELA 4.3 apresenta as principais características físicas de cada sub-bacia.

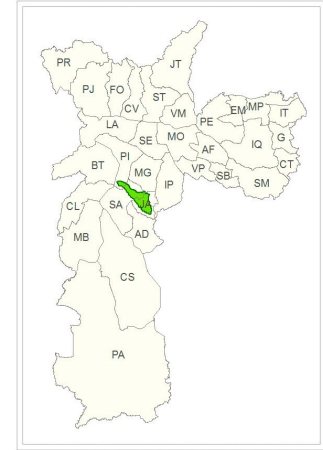
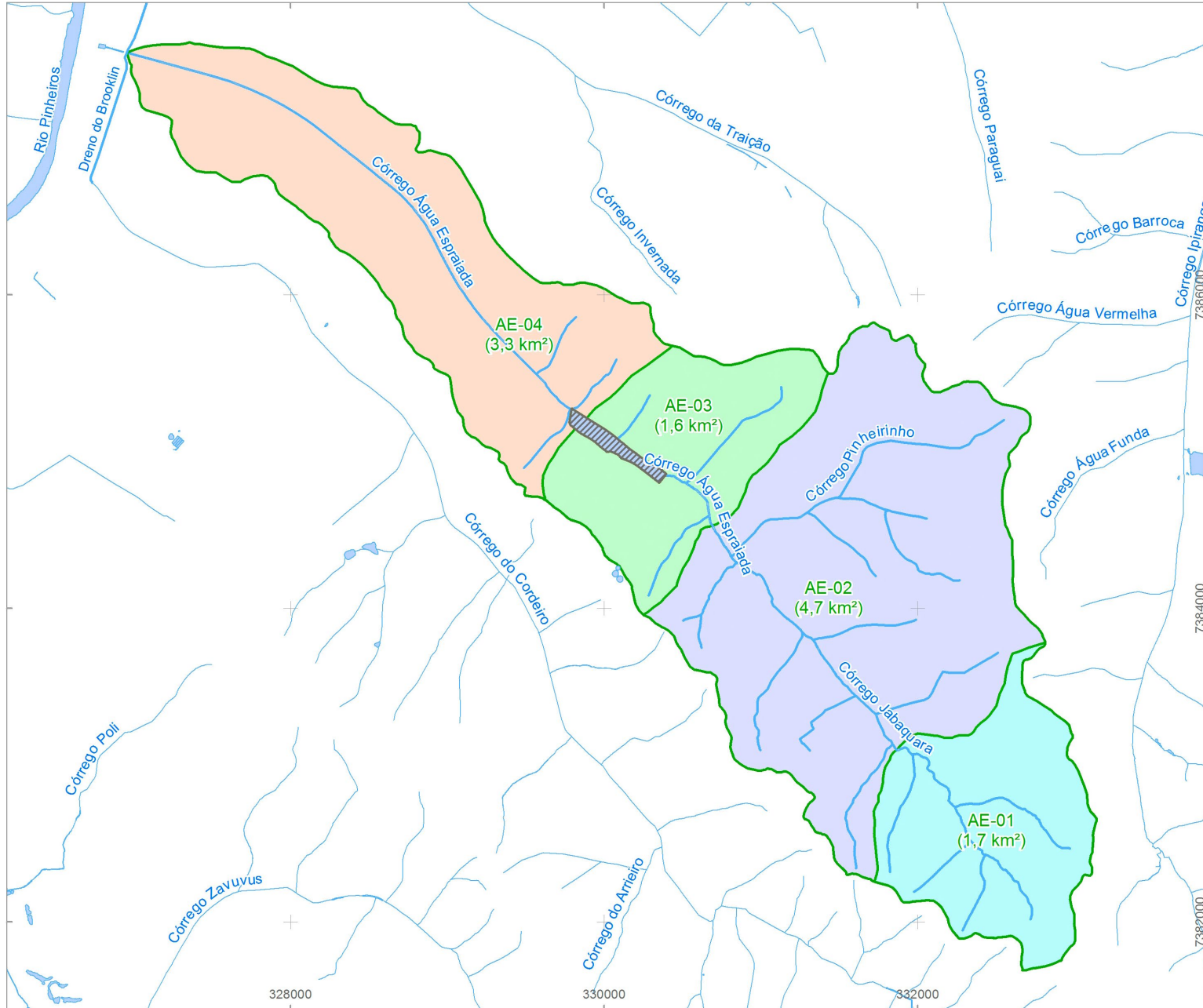
O tempo de concentração, apresentado na TABELA 4.3, é calculado pelo modelo matemático por meio da equação da onda cinemática e leva em consideração as características hidrológicas e hidráulicas de cada sub-bacia.

$$t_c = 55 \times \left(\frac{n^{0,6} \times L^{0,6}}{I^{0,4} \times S^{0,3}} \right)$$

Onde: t_c é o tempo de concentração (min); n é o coeficiente de Manning; L o comprimento de talvegue (m); I a intensidade da chuva (mm/h) e S a declividade (m/km).

| TABELA 4.3 – CARACTERÍSTICAS DAS SUB-BACIAS | | | | |
|---|-------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Sub-bacia | Área (km ²) | Comprimento de talvegue (m) | Tempo de Concentração (hora) | Declividade média (%) |
| AE-01 | 1,7 | 1.171 | 1h13 | 14,9 |
| AE -02 | 4,7 | 2.206 | 1h21 | 12,4 |
| AE -03 | 1,7 | 1.169 | 1h10 | 10,8 |
| AE -04 | 3,2 | 762 | 1h27 | 7,7 |

No mapa da FIGURA 4.8 é apresentada a divisão de sub-bacias empregada no modelo hidrológico-hidráulico adotado.



Julho de 2016

Convenção

- Hidrografia
- Reservatório Jabaquara
- Sub-bacias

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM
 DATUM HORIZONTAL: Sirgas 2000 (Fuso 23)
 FONTE: Mapa Digital da Cidade - MDC (2004)
 e Mapa Hidrográfico do Município (2015)



FIGURA 4.8 Sub-bacias Hidrográficas da Bacia do Córrego Água Esprada



4.3.2 CN (*Curve Number*)

O CN é um índice para escoamento adimensional baseado no grupo hidrológico de solos, uso e cobertura, condições hidrológicas e condições antecedentes de umidade. O CN é um importante fator que permite avaliar o efeito das alterações no uso e ocupação do solo sobre o escoamento superficial.

O mapeamento do CN foi realizado a partir da constituição geológica da bacia, baseando-se na carta geológica disponível. Assim, foram identificados os litotipos mais significativos sob o ponto de vista hidráulico-hidrológico.

Este índice varia de 0 a 100, valores próximos de zero indicam que a bacia submetida a certa precipitação intensa gera pouco escoamento superficial. Já valores próximos de 100, indicam que a bacia submetida a mesma precipitação irá produzir elevados volumes de escoamento superficial.

A classificação dos grupos hidrológicos de solo seguiu a metodologia do National Resources Conservation Service (NRCS):

Grupo A – Solos de mais baixo potencial de deflúvio; são solos profundos, de constituição arenosa, com pouco silte e argila.

Podem também ser constituídos por cascalhos, de alta permeabilidade.

Grupo B – Solos com potencial de escoamento (“runoff”) moderadamente baixo. Predominam solos arenosos, menos profundos e menos agregados que o acima (A); o Grupo, como um todo, apresenta, após seu intenso umedecimento, capacidade de infiltração acima da média.

Grupo C – Solos com potencial de escoamento moderadamente alto. Compreende solos rasos e solos contendo consideráveis teores de argilas e colóides, porém inferiores ao Grupo D. Este solo tem infiltração abaixo da média após saturação.

Grupo D – Solos com o mais alto potencial de escoamento. Inclui a maioria das argilas e também solos rasos com sub-horizontes impermeáveis próximos à superfície.

Os valores recomendados de CN em função da classe hidrológica do solo e de seu uso e ocupação são apresentados na TABELA 4.4.



TABELA 4.4 – VALORES RECOMENDADOS PARA O CN

| Descrição do Uso do Solo | Classe Hidrológica do Solo – NRCS | | | |
|---|-----------------------------------|----|----|----|
| | A | B | C | D |
| Terra Cultivada | | | | |
| Sem tratamento para conservação | 72 | 81 | 88 | 91 |
| Com tratamento para conservação | 62 | 71 | 78 | 81 |
| Pastagem | | | | |
| Condição Ruim | 68 | 79 | 86 | 89 |
| Condição Boa | 39 | 61 | 74 | 80 |
| Campo | | | | |
| Condição Boa | 30 | 58 | 71 | 78 |
| Floresta | | | | |
| Densidade baixa, coberturas pobres, sem cobertura | 45 | 66 | 77 | 83 |
| Boa cobertura | 25 | 55 | 70 | 77 |
| Espaços abertos, gramados, parques, campos de golfe, cemitérios, etc. | | | | |
| Condição boa: cobertura de grama em 75% ou mais da área | 39 | 61 | 74 | 80 |
| Condição justa: cobertura de grama em 50-75% da área | 49 | 69 | 79 | 84 |
| Áreas comerciais e de negócios (85% impermeáveis) | 89 | 92 | 94 | 95 |
| Distritos industriais (72% impermeáveis) | 81 | 88 | 91 | 93 |
| Residencial – Tamanho médio do lote (% impermeáveis) | | | | |
| 0,05 ha ou menos (65) | 77 | 85 | 90 | 92 |
| 0,10 ha (38) | 61 | 75 | 83 | 87 |
| 0,13 ha (30) | 57 | 72 | 81 | 86 |
| 0,20 ha (25) | 54 | 70 | 80 | 85 |
| 0,40 ha (20) | 51 | 68 | 79 | 84 |
| Estacionamento pavimentado, telhados, calçadas etc. | 98 | 98 | 98 | 98 |
| Ruas e estradas | | | | |
| Pavimentada com meio fio e drenagem | 98 | 98 | 98 | 98 |
| Em cascalho | 76 | 85 | 89 | 91 |
| Sujas | 72 | 82 | 87 | 89 |

Condição de umidade antecedente II. Fonte: SCS Urban Hydrology for Small Watersheds, 2nd Ed, (TR-55), June 1986



Foi adotado o CN médio para cada uso do solo assumindo que possuíam proporções iguais de cada grupo hidrológico de solo, como mostra a TABELA 4.5.

| TABELA 4.5 – VALORES DE CN ADOTADOS EM FUNÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E CLASSIFICAÇÃO HIDROLÓGICA DOS SOLOS | | | | | |
|---|--|----|----|----|-------|
| Uso do solo | CN | | | | |
| | Grupo hidrológico | | | | Média |
| | A | B | C | D | |
| Comércio e Serviços | 89 | 92 | 94 | 95 | 93 |
| Equipamento Urbano | 89 | 92 | 94 | 95 | 93 |
| Indústria e Armazém | 81 | 88 | 91 | 93 | 88 |
| Comércio e Serviços, Indústria e Armazém | Média entre os CNs comércio e serviços / indústria e armazém | | | | 90 |
| Espaços Abertos | 49 | 69 | 79 | 84 | 70 |
| Massa D'água | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 |
| Ruas e Estradas | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 |
| Residencial Horizontal Baixo Padrão | 77 | 85 | 90 | 92 | 86 |
| Residencial Horizontal Médio Alto Padrão | 77 | 85 | 90 | 92 | 86 |
| Residencial Vertical Baixo Padrão | 77 | 85 | 90 | 92 | 86 |
| Residencial Vertical Médio Alto Padrão | 77 | 85 | 90 | 92 | 86 |

| TABELA 4.5 – VALORES DE CN ADOTADOS EM FUNÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E CLASSIFICAÇÃO HIDROLÓGICA DOS SOLOS | | | | | |
|---|--|---|---|---|-------|
| Uso do solo | CN | | | | |
| | Grupo hidrológico | | | | Média |
| | A | B | C | D | |
| Residencial, Comércio e Serviços | Média entre os CNs residencial / comércio e serviços | | | | 89 |
| Residencial, Indústria e Armazém | Média entre os CNs Residencial / indústria e armazém | | | | 87 |

O CN de cada sub-bacia, apresentado na TABELA 4.6, foi determinado a partir da média ponderada espacial dos CNs pela área de cada uso do solo.

| TABELA 4.6 – CN MÉDIO POR SUB-BACIA | |
|-------------------------------------|----------|
| Sub-bacia | CN Médio |
| AE-01 | 89 |
| AE-02 | 90 |
| AE-03 | 90 |
| AE-04 | 90 |

A FIGURA 4.9 representa o CN associado a cada uso e ocupação do solo na Bacia do Córrego Água Espreada.

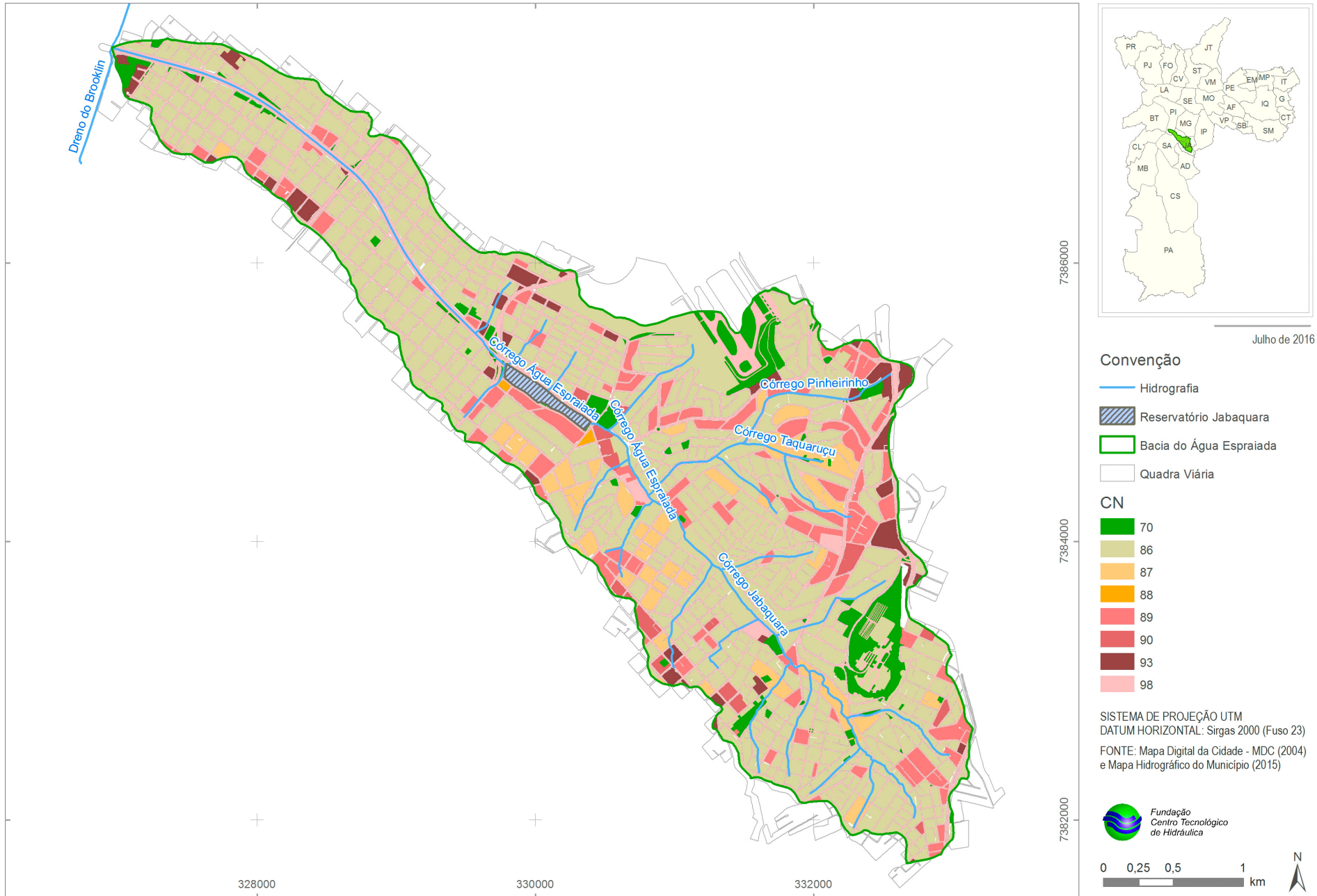


FIGURA 4.9 Curva Número CN da Bacia do Córrego Água Espreada



4.3.3 Impermeabilização da Bacia

A área impermeável foi estimada a partir de um estudo do NRCS, o qual relaciona, para diferentes usos do solo, porcentagens de áreas impermeáveis a valores de coeficientes de escoamento. Assim, foi calculada a taxa de impermeabilização por sub-bacia do Córrego Água Espraiada. A FIGURA 4.10 ilustra a impermeabilização atual da bacia.

Para análise da impermeabilização máxima permitida da bacia foram utilizados os limites para a taxa de permeabilidade mínima estabelecidos pelo projeto de Lei nº 272/2015 que disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação do solo no Município de São Paulo.

Os limites estabelecidos foram considerados como sendo o máximo adensamento permitido por lei. O resultado deste estudo gerou o mapa de Impermeabilização Permitida e é apresentado na FIGURA 4.11.

A TABELA 4.7 indica a parcela de área impermeável de cada sub-bacia do Córrego Água Espraiada.

| TABELA 4.7 – ÁREA IMPERMEÁVEL (%) | | |
|-----------------------------------|-------|-----------|
| Sub-bacia | Atual | Permitida |
| AE-01 | 72 | 80 |
| AE-02 | 73 | 81 |
| AE-03 | 73 | 79 |
| AE-04 | 74 | 78 |

Utilizando-se a taxa de permeabilidade mínima estabelecida pela Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (LPUOS – Lei nº 16.402/2016), obteve-se um aumento da parcela de área impermeável nas sub-bacias do Córrego Água Espraiada.

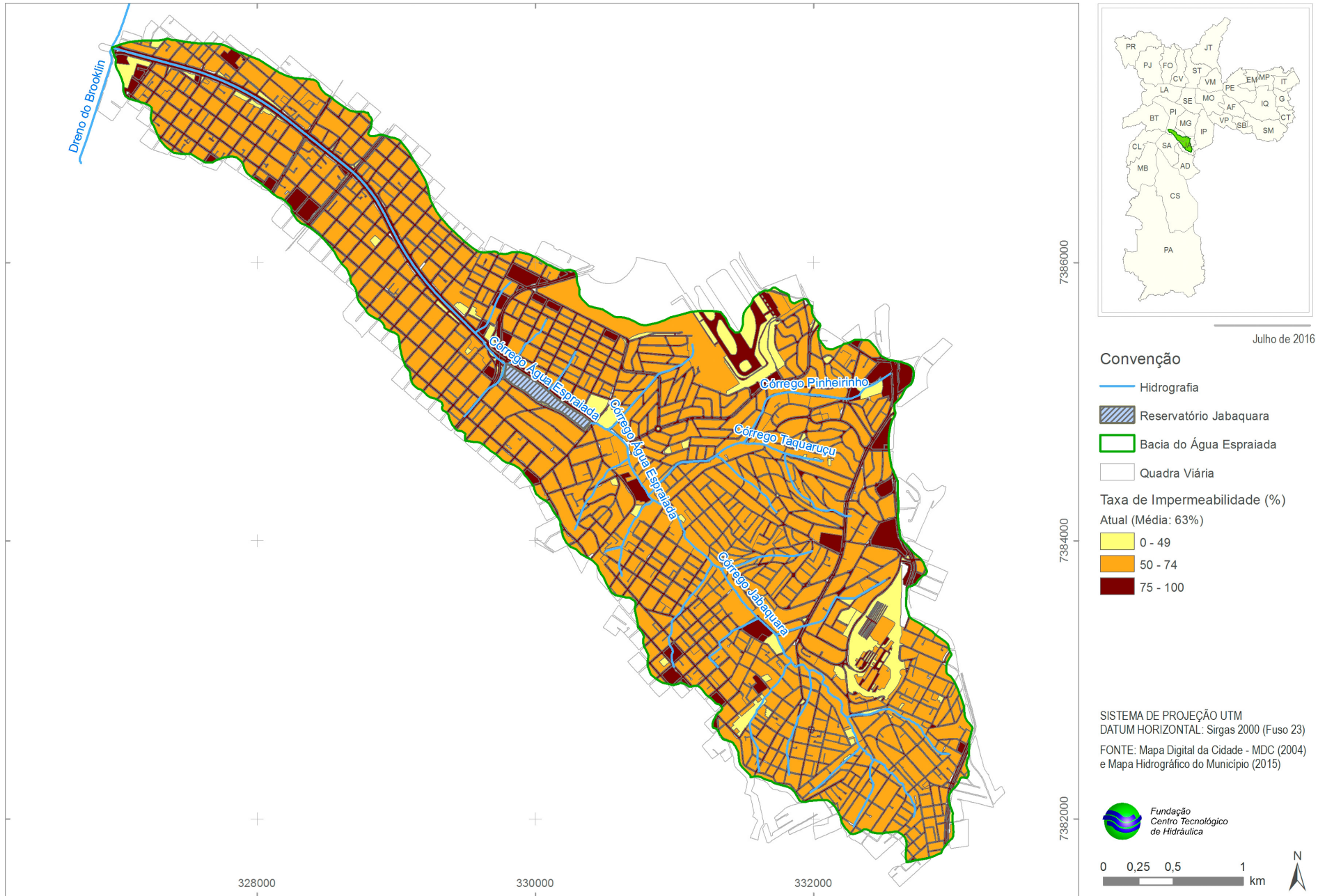


FIGURA 4.10 Impermeabilização Atual da Bacia do Córrego Água Esprada

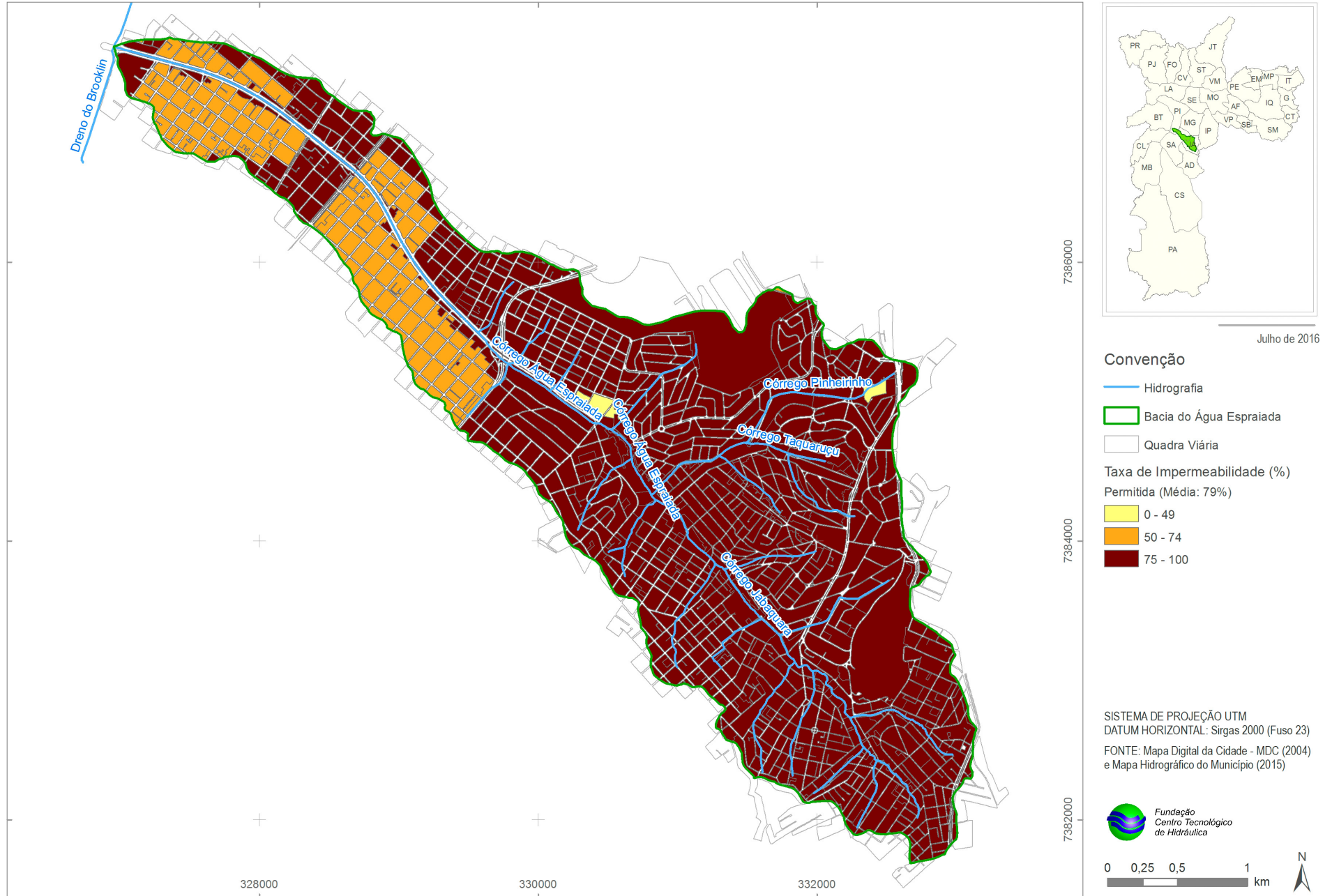


FIGURA 4.11 Impermeabilização Máxima Permitida da Bacia do Córrego Água Esprada



4.3.4 Calibração do modelo PCSWMM

A calibração é um processo que busca o ajuste dos parâmetros do modelo para que este represente os fenômenos hidrológicos e hidráulicos da bacia hidrográfica de forma adequada e condizente com observações em campo.

No processo de calibração do modelo PCSWMM na Bacia do Córrego Água Espreada foram utilizados os postos da rede telemétrica “Posto Montante Piscinão – PMSP/ SA 05” e “Posto Cabeceiras – PMSP/SA 04”. Os eventos selecionados para a calibração ocorreram entre os dias 3 e 7 de junho de 2016. O total precipitado no Posto Montante Piscinão no período foi 131 mm e no Posto Cabeceiras 171 mm.

No período selecionado foram registrados 3 eventos principais nos dias 3, 5 e 7 de junho de 2016.

A FIGURA 4.12 apresenta o resultado da calibração do modelo PCSWMM para o Posto Montante Piscinão – PMSP/ SA 05. Nesta FIGURA são apresentados os dados observados no posto, representados pela curva FLU na FIGURA, e os dados simulados pelo modelo, representados pela curva FLU Modelo. A FIGURA 4.13 ilustra a mesma situação para a calibração para o Posto Cabeceiras – PMSP/SA 04.

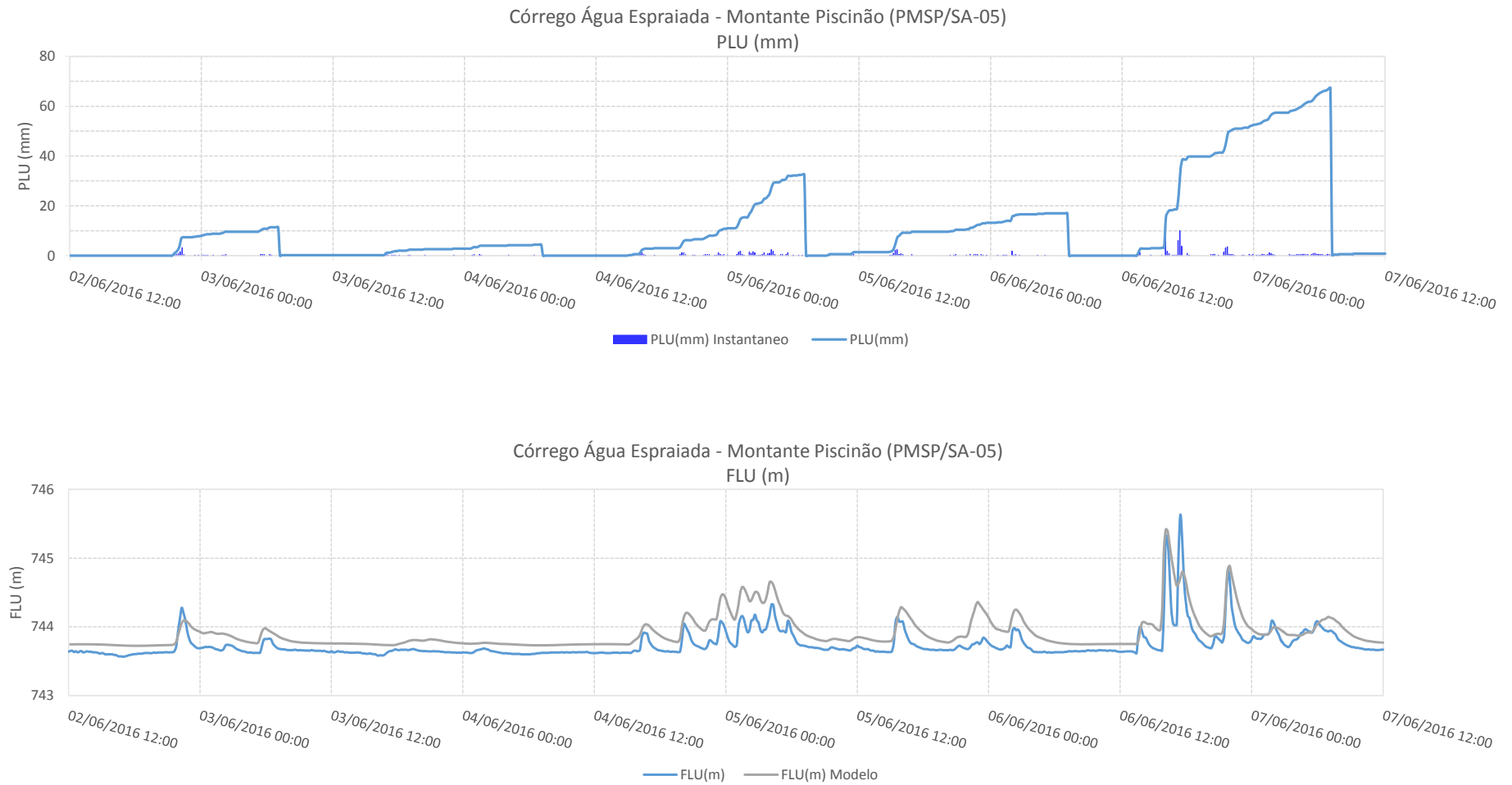


FIGURA 4.12 Calibração do modelo PCSWMM para os eventos registrados no Posto Montante Piscinão – PMSP/ SA 05

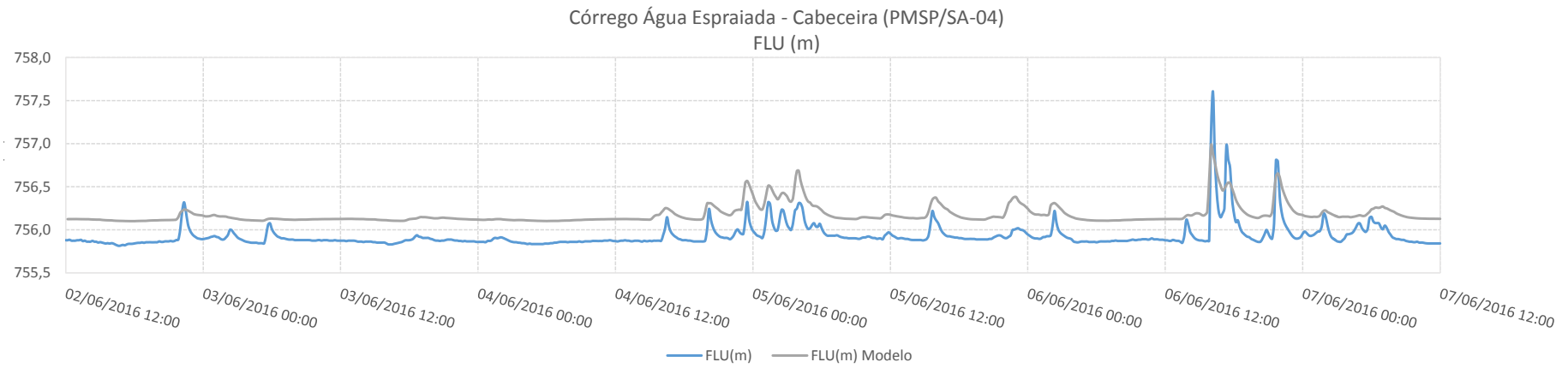
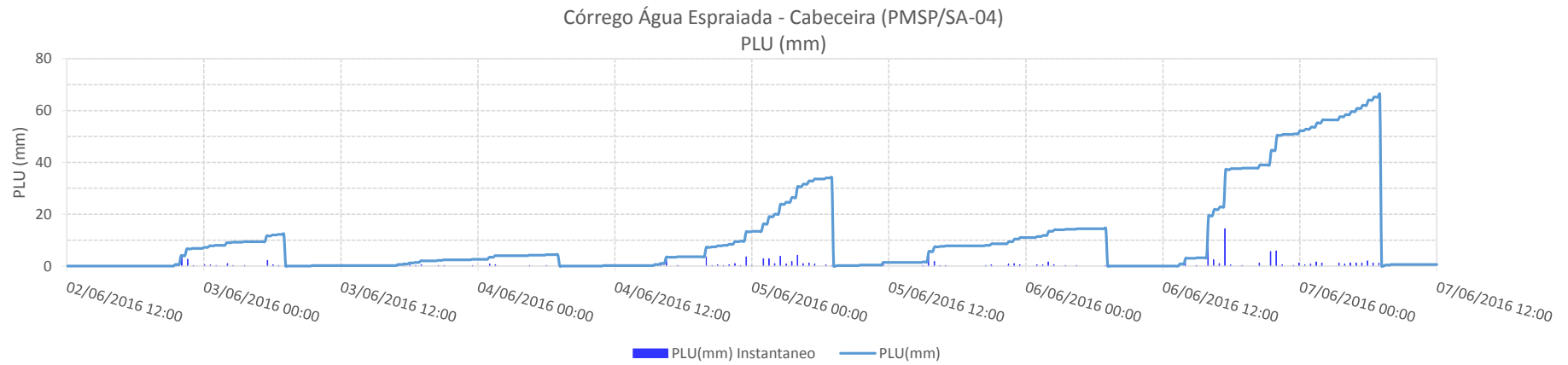


FIGURA 4.13 Calibração do modelo PCSWMM para os eventos registrados no Posto Cabeceiras – PMSP/SA 04

5

O Reservatório Jabaquara

O Reservatório Jabaquara foi projetado para ocupar uma área de aproximadamente 68.000 m² e apresentar capacidade de reservação de 363.000 m³ (volume de projeto)⁷.

O reservatório é *in-line*, possui um canal de drenagem com a função de escoar a vazão de base da galeria de entrada até a estrutura de controle dos níveis d'água na saída do reservatório.

A medida de controle de cheia foi concebida considerando a função de lazer, com a implantação de quadras de esportes e outros equipamentos nos patamares mais elevados do reservatório. A FIGURA 5.1 mostra duas vistas do Reservatório Jabaquara.

Em 2013 foram iniciadas obras para o recobrimento do reservatório para a construção do pátio de manobras do monotrilha da Linha 17 – Ouro do Metrô.

Estima-se que, atualmente, o Reservatório Jabaquara tenha capacidade de reservação de 295 mil m³, calculado a partir da redução de 14% do volume calculado com base no Modelo Digital do Terreno elaborado através das informações do Mapa Digital da Cidade (2004). A redução de 14%, valor aproximado e informado pelos técnicos da PMSP, corresponde às

7. Hidrostudio, 2012. Reservatório Jabaquara Parecer Técnico – Estudos hidrológicos e considerações sobre riscos durante as obras do pátio de manobras do Metrô.



alterações em virtude da construção dos pilares da estrutura do pátio de manobras e do depósito de sedimentos no leito do reservatório.

Luciano Piva (2011), cedida pela SMSP



Vista de jusante para montante



Vista de montante para jusante

FIGURA 5.1 Reservatório Jabaquara em 2011

A FIGURA 5.2 ilustra a condição atual do Reservatório Jabaquara com os pilares de sustentação da cobertura que servirá de pátio de manobras do monotrilho.



FIGURA 5.2 Reservatório Jabaquara, em 2016, vista de jusante para montante

Tendo em vista a redução da capacidade de reservação do Jabaquara, o qual foi concebido para fornecer grau de proteção hidrológica de 100 anos a jusante de sua implantação, foi avaliada, através de simulação matemática, a sensibilidade do reservatório em função das alterações da capacidade de reservação. No estudo foi considerado o volume original de projeto (363 mil m^3), o volume calculado em função do MDT (333 mil m^3) e o volume reduzido de 14% a partir do MDT (295 mil m^3).

Nesta análise foi considerada a situação do sistema de drenagem atual e a canalização pertencente à Operação Urbana Água Espreada, a qual será detalhada no Capítulo 6. A canalização



total tem 3138 m a partir do trecho que inicia imediatamente a montante do reservatório Jabaquara.

O período de retorno adotado é de 100 anos e para manter este grau de proteção a montante do reservatório deve ser assegurada a vazão de 90 m³/s na estrutura de saída do reservatório. Esta vazão foi estabelecida a partir de sucessivas simulações com o intuito de avaliar as condições que não produzam inundações a jusante do reservatório para proteção TR100 anos.

A TABELA 5.1 indica as vazões a jusante do Reservatório Jabaquara para chuva de projeto de 100 anos com o volume original, o volume calculado pelo MDT e o volume reduzido a partir do MDT.

Observa-se que o reservatório atende a restrição de vazão a jusante de 90 m³/s para as condições de projeto original e do MDT. Já para o volume atual, com redução de capacidade de reservação de 14% sobre o volume calculado pelo MDT, a vazão de jusante supera os 90 m³/s em 54%.

TABELA 5.1 – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DO RESERVATÓRIO JABAQUARA

| Condição do reservatório | Volume (m ³) | Vazão a jusante (m ³ /s) |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Projeto Original | 363.000 | 53 |
| Curvas do MDT | 333.000 | 77 |
| Redução de 14% do MDT | 295.000 | 136 |

6

Operação Urbana Consorciada Água Espraiada

Criada pela Lei 13.260/2001 a Operação Urbana Consorciada Água Espraiada tem como diretriz principal a revitalização da região de sua abrangência com intervenções que incluem sistema viário, transporte coletivo, habitação social e criação de espaços públicos de lazer e esportes.

A Lei 13.260/2001 estabelece diretrizes urbanísticas para a área de influência da atual Avenida Jornalista Roberto Marinho, de interligação entre a Avenida Nações Unidas (Marginal do Rio Pinheiros) e a Rodovia dos Imigrantes, cria incentivos por meio de instrumentos de política urbana para sua implantação.

A Operação Urbana Água Espraiada que engloba um conjunto de obras na região, que trará grande impacto social e ambiental, dentre as quais destacam-se⁸:

- Habitações de Interesse Social- HIS:
 - Serão construídas oito mil unidades habitacionais, sendo seis mil de responsabilidade da Prefeitura e as outras duas mil a cargo da CDHU;
 - Parceria: entre CDHU, Secretaria de Habitação e SPObras;
- Parque Linear:

8. Operação Urbana Água Espraiada – Obras em andamento. Disponível em: http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/infraestrutura/sp_obras/operacoes_urbanas/agua_espraiada/index.php?p=167263



- Cerca de 3.400 m de extensão, com aproximadamente 305.000 m² de área interna, incluindo uma ETEC, ciclovia, áreas de lazer e paisagismo.
- Via Parque:
 - 7.600 m de sistema viário contornando o Parque Linear, com 3 faixas de tráfego, em mão única.
- Prolongamento da Av. Jornalista Roberto Marinho até a Rodovia dos Imigrantes
 - 750 m em nível, 2 pistas com 4 faixas cada pista;
 - 2.350 m em 2 túneis paralelos, com 3 faixas em cada túnel;
 - 180 m em nível, 2 pistas com 3 faixas em cada pista;
 - 4.230 m de ramos de ligação e vias marginais à Rodovia dos Imigrantes, sendo 1.160m em viadutos, todos com 2 faixas em cada viaduto.
- Prolongamento da Avenida Chucri Zaidan em 3.250 m, até chegar na Av. João Dias e construção de duas pontes sobre o Rio Pinheiros.

Os recursos para financiar tais intervenções são oriundos da venda em leilões de Certificados de Potencial Adicional de Construção – os CEPAC, e também de investimentos do orçamento do município.

Dentre os objetivos da Operação Urbana Consorciada Água Espraiada⁹ pode-se citar os seguintes que estão de acordo com os interesses do planejamento e gestão do sistema de drenagem urbana os seguintes:

- Promover a ocupação ordenada da região, segundo diretrizes urbanísticas, visando a valorização dos espaços de vivência e uso públicos;
- Criar estímulos para a implantação de usos diversificados, com índices e parâmetros urbanísticos compatíveis com as tendências e potencialidades dos lotes inclusos no perímetro da Operação Urbana Consorciada Água Espraiada, visando alcançar as transformações urbanísticas e ambientais desejadas;
- Dotar o perímetro da Operação Urbana Consorciada de qualidades urbanísticas compatíveis com os adensamentos propostos;
- Criar condições para que proprietários, moradores e investidores participem das transformações urbanísticas objetivadas pela presente Operação Urbana Consorciada;
- Estabelecer um mínimo de espaços por Setor destinados à implementação de áreas verdes sob a forma de praças e/ou

9. Art. 4º da Lei nº 13.260 de 28 de dezembro de 2001.



parques lineares, além das áreas destinadas na quadrícula das vias à implantação de passeios públicos arborizados e ajardinados;

- Prever a implantação, em cada nova edificação, de dispositivo de drenagem, por retenção, com capacidade proporcional à área impermeabilizada.

Segundo dados da SP Urbanismo, a movimentação orçamentária da Operação Urbana Água Espraiada até maio de 2016 é apresentada na TABELA 6.1. Observa-se que em obras e serviços, onde incluem-se os custos da infraestrutura de drenagem, o valor movimentado foi R\$ 942.420.290,39.

TABELA 6.1 – MOVIMENTAÇÃO ORÇAMENTÁRIA (R\$) DA OPERAÇÃO URBANA CONSORCIADA ÁGUA ESPRAIDA ATÉ 31/05/2016*

| Entradas | |
|-------------------------------|-------------------------|
| Leilão CEPAC | 2.891.275.029,00 |
| CEPAC – Colocação Privada | 55.030.819,86 |
| Receita Financeira Líquida | 889.153.060,46 |
| TOTAL | 3.835.458.909,32 |
| Saídas | |
| Obras e serviços | 942.420.290,39 |
| Habitação de interesse social | 294.748.805,95 |
| Taxa de Administração | 154.584.999,07 |
| Outras despesas | 29.519.816,91 |
| Desapropriação | 907.185.175,56 |
| Desapropriação – HIS | 253.277.630,29 |
| Trasporte Coletivo – Metrô | 390.109.364,47 |
| TOTAL | 2.971.846.082,64 |
| Saldo Final | 863.612.826,68 |

*http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/desenvolvimento_urbano/sp_urbanismo/arquivos/ouae/ouc_agua_espraiada_resumo_financeiro_31_05_2016.pdf



6.1 PROJETO DA OPERAÇÃO URBANA

O consórcio THEMAG-COBRAPE-GEOTEC-PAULO BASTOS (THEMAG) foi contratado para o desenvolvimento dos estudos e projetos para implantação do prolongamento da Avenida Jornalista Roberto Marinho até a rodovia dos Imigrantes. O projeto trata da elaboração dos Projetos Executivos visando a implantação do Parque Linear na superfície do prolongamento da Av. Jornalista Roberto Marinho, até a Rodovia dos Imigrantes, Licenciamento Ambiental para Instalação das Obras, dos projetos das Vias Marginais da adequação Urbanístico/Paisagística da Av. Jornalista Roberto Marinho, no trecho entre a Av. Luis Carlos Berrini e a Av. Lino de Moraes Leme e dos Planos de Urbanização para ZEIS – Zonas Especiais de Interesse Social e de Arquitetura de HIS – Habitação de Interesse Social.

O projeto consta de 3831 m de canalização nos Córregos Jabaquara e Água Espraiada e 289 mil m² de parque linear.

A TABELA 6.2 apresenta as dimensões da canalização prevista pela Operação Urbana para os Córregos Jabaquara e Água

Espraiada. Na TABELA é possível observar as dimensões das seções transversais e o comprimento total de cada trecho.

A FIGURA 6.1 ilustra as intervenções propostas, canalização e parque linear, pelo projeto da Operação Urbana para a Bacia do Córrego Água Espraiada.

TABELA 6.2 – DIMENSÕES DA CANALIZAÇÃO PREVISTA PELA OPERAÇÃO URBANA PARA OS CÓRREGOS JABAQUARA E ÁGUA ESPRAIDA

| Trecho | Base | H1 (m) | H2 (m) | Boca Mínima do Canal (m) | Extensão (m) |
|--------------------------|------|--------|--------|--------------------------|--------------|
| Reservatório a Estaca 22 | 6,0 | 6,5 | - | 6,0 | 520 |
| Estaca 22 a 39 | 5,0 | 2,8 | 6,8 | 38,5 | 340 |
| Estaca 39 a 71 | 5,0 | 2,0 | 3,9 | 23,5 | 640 |
| Estaca 71 a 123 | 5,0 | 1,9 | 3,9 | 23,8 | 1040 |
| Estaca 123 a 150 | 4,0 | 1,8 | 3,0 | 17,7 | 540 |
| Estaca 150 a 171 | 3,0 | 1,2 | 2,0 | 12,5 | 420 |
| Estaca 171 a 187 + 11,3 | 2,5 | 2,0 | - | 2,5 | 331,3 |

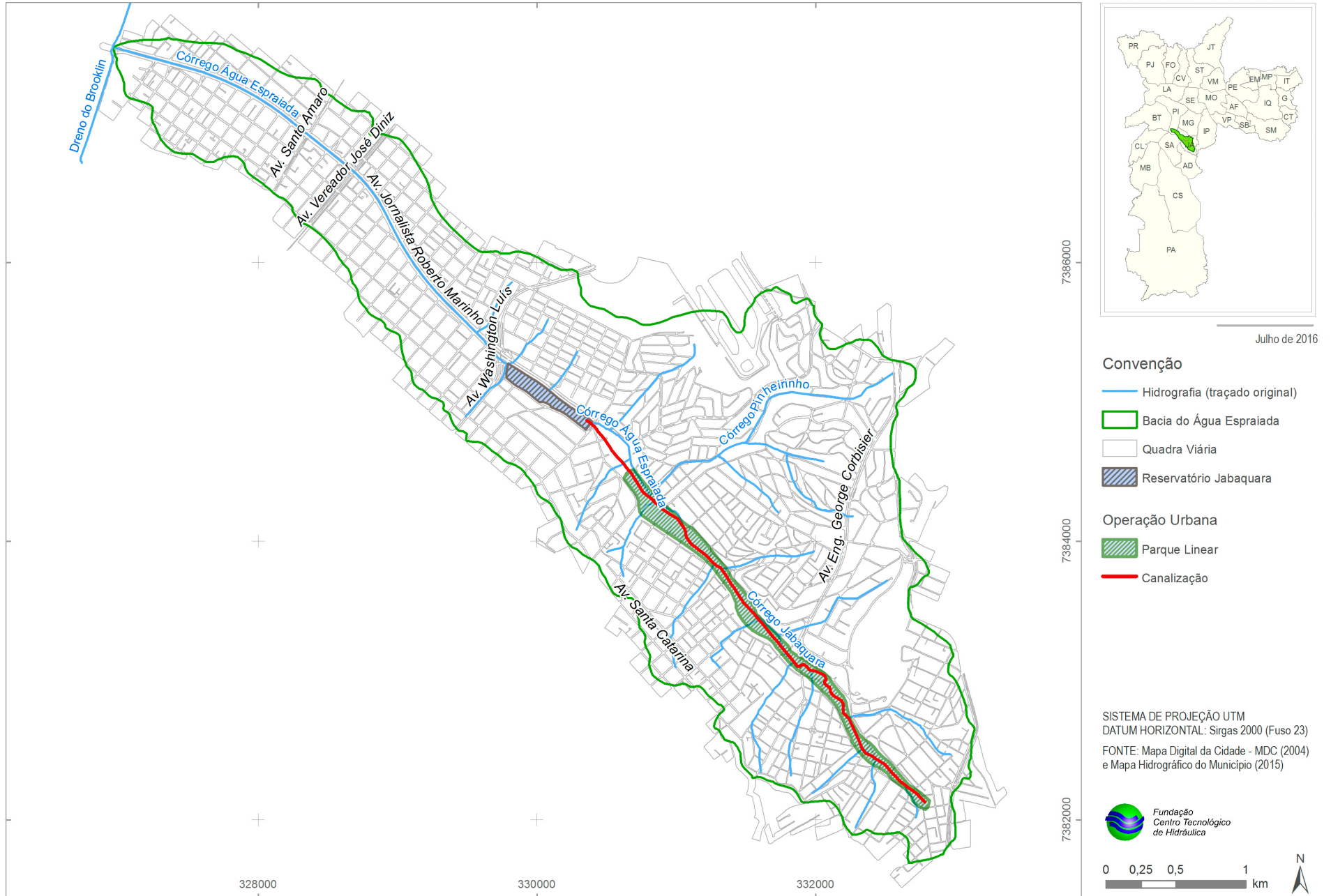


FIGURA 6.1 Infraestrutura proposta para o sistema de drenagem pela Operação Urbana Água Esprada



6.2 DESEMPENHO HIDRÁULICO DO CÓRREGO ÁGUA ESPRAIDA

A partir dos estudos realizados pelo Consórcio THEMAG, foi avaliado o desempenho hidráulico do Córrego Água Espriada, tendo em vista as obras de canalização previstas no projeto da Operação Urbana Água Espriada.

Para isso foi realizada a simulação matemática com o modelo PCSWMM, onde foram formulados dois cenários que compõem o conjunto de obras propostas para o sistema de drenagem, o Cenário Operação Urbana Completo e o Cenário Operação Urbana Parcial.

6.2.1 Cenário completo

O Cenário Completo foi simulado considerando a implantação de toda a canalização prevista para os Córregos Jabaquara e Água Espriada a montante do Reservatório Jabaquara.

A execução do projeto de canalização imediatamente a montante do Reservatório Jabaquara teve que ser alterada em função da necessidade de adequação da obra em relação à infraestrutura existente. O projeto Operação Urbana original previa a chegada da galeria com dimensão de 6,0 x 6,5 m. A galeria passou a ter a dimensão de 4,5 x 6,0 m. A extensão total de canalização neste cenário é 3831 m.

A TABELA 6.3 indica as dimensões finais da canalização, após ajuste na galeria de entrada ao reservatório Jabaquara. Estas dimensões compõem o sistema simulado que caracteriza o Cenário Completo.

TABELA 6.3 – DIMENSÕES DA CANALIZAÇÃO IMPLANTADA NOS CÓRREGOS JABAQUARA E ÁGUA ESPRAIDA – CENÁRIO COMPLETO

| Trecho | Base (m) | H1 (m) | H2 (m) | Boca Mínima do Canal (m) | Extensão (m) |
|-------------------------|----------|--------|--------|--------------------------|--------------|
| Estaca (-1+12,3) a -4 | 4,5 | 6,0 | - | 4,0 | 72 |
| Estaca 4 a (-1+12,3) | 6,0 | 6,5 | - | 6,0 | 88 |
| Estaca 4 a 11 | 6,0 | 6,5 | - | 6,0 | 140 |
| Estaca 11 a 22 | 6,0 | 6,5 | - | 6,0 | 220 |
| Estaca 22 a 39 | 5,0 | 2,8 | 6,8 | 38,5 | 340 |
| Estaca 39 a 71 | 5,0 | 2,0 | 3,9 | 23,5 | 640 |
| Estaca 71 a 123 | 5,0 | 1,9 | 3,9 | 23,8 | 1040 |
| Estaca 123 a 150 | 4,0 | 1,8 | 3,0 | 17,7 | 540 |
| Estaca 150 a 171 | 3,0 | 1,2 | 2,0 | 12,5 | 420 |
| Estaca 171 a 187 + 11,3 | 2,5 | 2,0 | - | 2,5 | 331,3 |

A FIGURA 6.2 ilustra a infraestrutura de drenagem prevista no Cenário Completo da Operação Urbana Água Espriada. Podem ser observadas as dimensões finais projetadas, incluindo o detalhamento do trecho final a montante do Reservatório Jabaquara.



6.2.2 Cenário parcial

O Cenário Parcial foi composto pelas obras da Operação Urbana que já foram implantadas. Esta etapa contempla a canalização de dois trechos do projeto completo, conforme indicado na FIGURA 6.3. As dimensões dos trechos implantados são apresentadas na TABELA 6.4

| TABELA 6.4 – DIMENSÕES DA CANALIZAÇÃO IMPLANTADA NOS CÓRREGOS JABAQUARA E ÁGUA ESPRAIDA – CENÁRIO PARCIAL | | | | | | |
|---|-----------------------|----------|--------|--------|--------------------------|--------------|
| | Trecho | Base (m) | H1 (m) | H2 (m) | Boca Mínima do Canal (m) | Extensão (m) |
| 1 | Estaca (-1+12,3) a -4 | 4,5 | 6,0 | - | 4,0 | 72 |
| | Estaca 4 a (-1+12,3) | 6,0 | 6,5 | - | 6,0 | 88 |
| | Estaca 4 a 11 | 6,0 | 6,5 | - | 6,0 | 140 |
| | Estaca 11 a 22 | 6,0 | 6,5 | - | 6,0 | 220 |
| 2 | Estaca 81 a 114 | 5,0 | 1,9 | 3,9 | 23,8 | 660 |

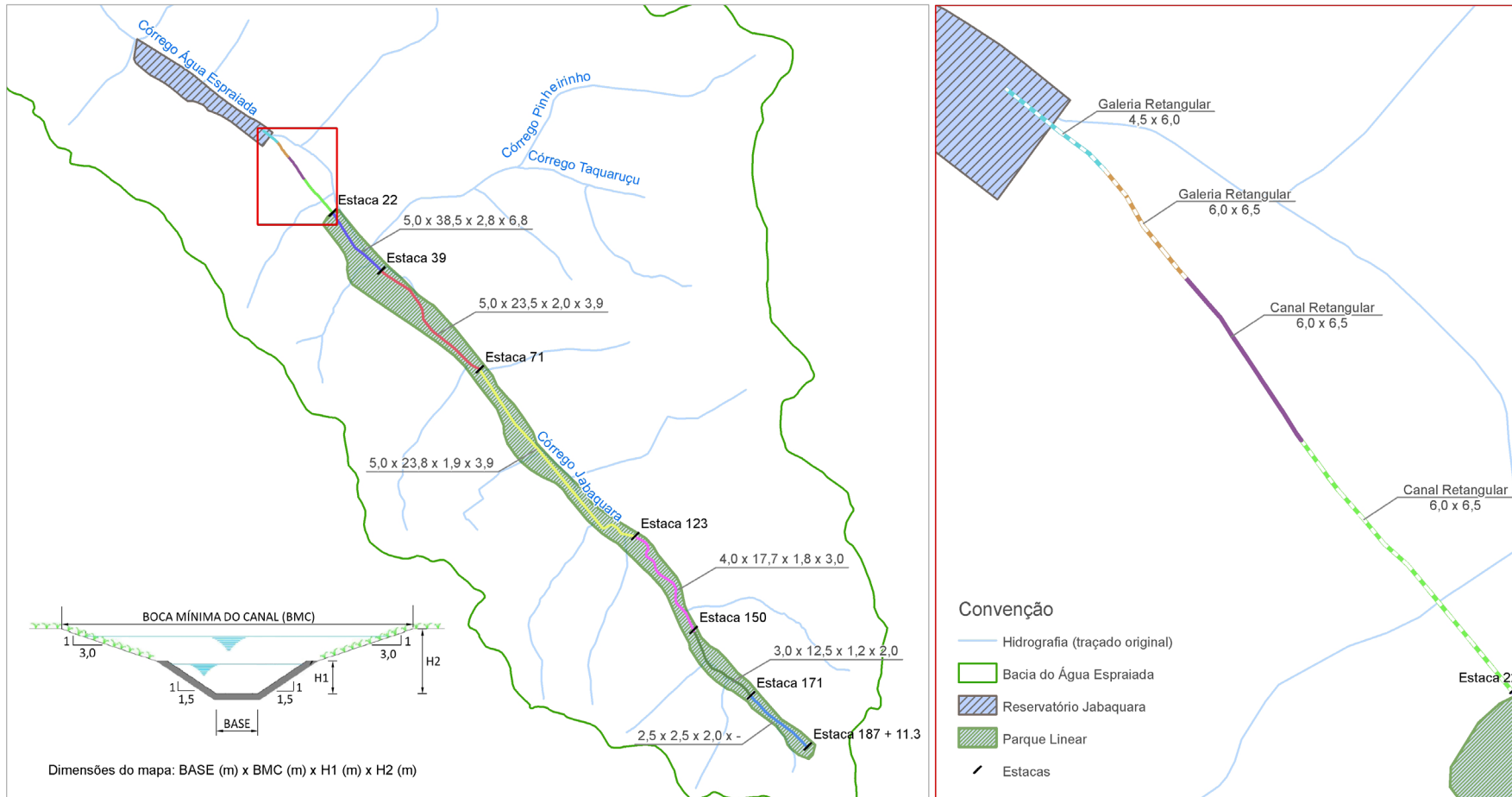


FIGURA 6.2 Obras da infraestrutura de drenagem previstas no Cenário Completo da Operação Urbana Água Espraiada

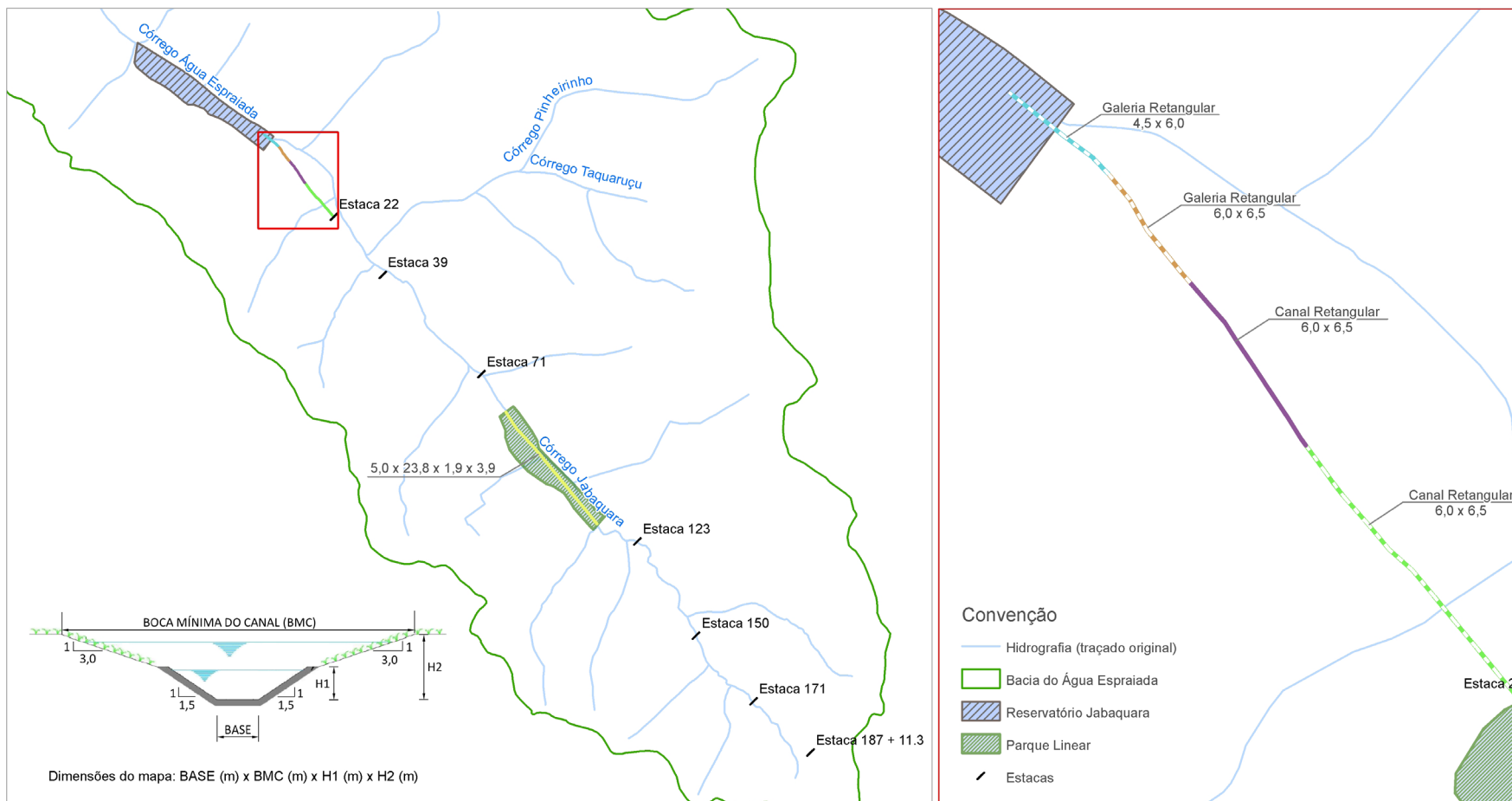


FIGURA 6.3 Obras da infraestrutura de drenagem previstas no Cenário Parcial da Operação Urbana Água Espraiada



Os desempenhos hidrológicos dos cenários propostos, parcial e completo, foram analisados para as seguintes condições:

- Parâmetros hidrológicos utilizados pelo Consórcio THEMAG;
- Parâmetros hidrológicos utilizados pela FCTH em função do uso e ocupação do solo atual;
- Parâmetros hidrológicos utilizados pela FCTH em função do uso e ocupação do solo permitido por lei.

A TABELA 6.5 indica as diretrizes hidrológicas adotadas pelos projetos do Consórcio THEMAG, FCTH atual e FCTH permitido.

| TABELA 6.5 – DIRETRIZES HIDROLÓGICAS ADOTADAS PELOS PROJETOS | |
|--|---|
| Projeto | Diretriz |
| Consórcio THEMAG | Adotados parâmetros hidrológicos gerais para toda a bacia: CN 90 e Área impermeável de 76% |
| FCTH atual | Adotados parâmetros hidrológicos por sub-bacia em função do uso e ocupação do solo atual, conforme apresentado nos Itens 4.3.2 (CN médio por sub-bacia) e 4.3.3 (A_i média por sub-bacia). |
| FCTH permitido | Adotados parâmetros hidrológicos por sub-bacia em função do uso e ocupação do solo permitido, conforme apresentado no Item 4.3.3. |

No estudo foi considerada a situação atual do Reservatório Jabaquara, com redução de 14% da capacidade de reservação e mantida a vazão de restrição efluente máxima para jusante do Reservatório Jabaquara, estabelecida nos estudos como sendo de $90 \text{ m}^3/\text{s}$, acima da qual ocorrem extravasamentos no canal a jusante.

O desempenho hidráulico das obras do projeto da Operação Urbana foi avaliado utilizando-se o grau de proteção como parâmetro de análise dos cenários compostos com as fases de implantação das obras. A TABELA 6.6 indica o grau de proteção para os cenários de implantação parcial e completo, conforme as diretrizes hidrológicas adotadas pelos projetos do Consórcio THEMAG, FCTH atual e FCTH permitido.

É possível observar na TABELA 6.6 que para o Cenário Parcial de implantação das obras o grau de proteção de 100 anos a jusante do Reservatório Jabaquara é mantido quando utilizadas as diretrizes de projeto do Consórcio THEMAG e FCTH atual. Já com as diretrizes de projeto FCTH permitido, o grau de proteção foi reduzido para 75 anos, uma vez que a condição de impermeabilização do solo foi intensificada.

Quando analisado o Cenário Completo verifica-se que há uma redução significativa do grau de proteção a jusante do Reservatório Jabaquara, justificada pela canalização completa



do canal a montante do reservatório. No Cenário Parcial a água fica retida nos extravasamentos ocorridos a montante do reservatório, o que implica na diminuição da vazão afluente ao reservatório. Quando implantada a canalização, proposta pelo Cenário Completo, reduz-se a reservação nas seções extravasadas a montante do reservatório, aumentando a vazão afluente, conseqüentemente, isto diminui o grau de proteção a jusante do reservatório Jabaquara.

No Cenário Completo observa-se que o grau de proteção para o projeto THEMAG é de 15 anos, condição mais crítica quando comparada com o grau de proteção do projeto FCTH atual que é de 25 anos. Esta situação é explicada pelas diretrizes hidrológicas, CN e área impermeável gerais para toda a bacia, do projeto THEMAG serem mais conservadoras que as adotadas para o projeto FCTH atual. O projeto FCTH permitido apresentou o menor grau de proteção para a bacia a jusante do Reservatório Jabaquara, 10 anos, por possuir a condição de impermeabilização do solo mais crítica, em função da utilização dos limites permitidos pela Lei nº 16.402/2016.

TABELA 6.6 – GRAU DE PROTEÇÃO A JUSANTE DO RESERVATÓRIO JABAQUARA PARA OS CENÁRIOS DE IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS DE DRENAGEM DA OPERAÇÃO URBANA ÁGUA ESPRAIDA

| Cenário | Diretriz de Projeto | | |
|----------|---------------------|------------|----------------|
| | THEMAG | FCTH atual | FCTH permitido |
| Parcial | 100 | 100 | 75 |
| Completo | 15 | 25 | 10 |

O projeto da Operação Urbana Água Espreada já se encontra em implantação e como visto trará impactos a bacia quanto à ocorrência de inundações. Assim sendo, este Caderno de Bacia Hidrográfica elaborou duas alternativas com obras complementares de reservação a montante do Reservatório Jabaquara, essenciais para a manutenção do grau de proteção de 100 anos para a bacia do Córrego Água Espreada.

7

Alternativas propostas

O Caderno de Bacia Hidrográfica tem como objetivo dar subsídios à Prefeitura para futuras discussões quanto ao planejamento e à gestão das bacias do Município de São Paulo no que tange o Controle de Cheias. Este Capítulo apresenta propostas de alternativas que poderão ser discutidas, estudadas e complementadas tendo em vista a redução das inundações na Bacia do Córrego Água Espaiada.

O ponto de partida para a formulação das alternativas foram os projetos existentes em estoque na Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras – SIURB e o projeto da Operação Urbana Água Espaiada, assim como as expectativas das demais Secretarias do Município, como Secretaria Municipal de Habitação – SEHAB, Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente – SVMA e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano – SMDU.

Foram estudadas duas alternativas compostas por medidas estruturais, propiciando à bacia o grau de proteção de 100 anos. Essas alternativas foram dimensionadas para o cenário da ocupação máxima permitida por Lei.

O estudo considerou, nas simulações matemáticas, o cenário de impermeabilização máxima permitida, o reservatório Jabaquara operando na sua condição atual, com o volume de reservação equivalente à 295.000 m³, e a canalização proposta



pelo projeto da Operação Urbana Água Espraiada, Cenário Completo, conforme descrição no Item 6.2.

É importante ressaltar que nos futuros projetos sejam consideradas estruturas de controle da qualidade da água para cada medida a ser implantada.

A TABELA 7.1 apresenta um resumo das medidas previstas nas alternativas propostas, indicando a localização na Bacia do Córrego Água Espraiada.

| TABELA 7.1 – MEDIDAS DE CONTROLE PREVISTAS NAS ALTERNATIVAS 1 E 2 | | |
|---|--|-------------------------------|
| Localização | Alternativa 1 | Alternativa 2 |
| Córrego Jabaquara | 5 estruturas de restrição de seção no Parque linear da Operação Urbana | - |
| Entre a Rua Alba e Av. Hélio Lobo | Reservatório de armazenamento | Reservatório de armazenamento |

7.1 ALTERNATIVA 1

Esta Alternativa consiste no controle do escoamento superficial através de ações estruturais situadas no Córrego Jabaquara e Água Espraiada, sub-bacia AE – 02.

As obras previstas nesta Alternativa são cinco restrições de seção, tendo em vista atribuir a função de reservação ao parque linear previsto pela Operação Urbana Água Espraiada, e um reservatório de armazenamento (96 mil m³).

O parque linear compreende uma das ações previstas pelo projeto da Operação Urbana e compreende uma área de 111.890 m² no canal do Córrego Jabaquara até o trecho inicial do Córrego Água Espraiada.

A TABELA 7.2 indica as obras previstas na Alternativa 1, com o tipo de medida de controle e sua respectiva dimensão. A FIGURA 7.1 mostra a localização das obras previstas na Alternativa 1.



TABELA 7.2 – MEDIDAS DE CONTROLE DA ALTERNATIVA 1

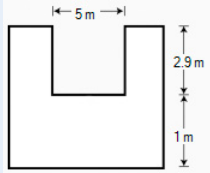
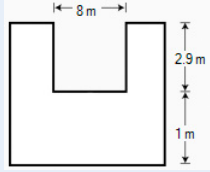
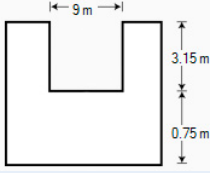
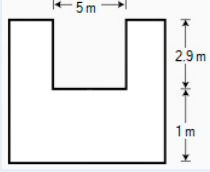
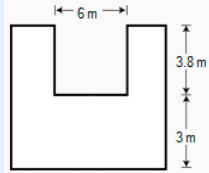
| Medida | Dimensão |
|----------------------|---|
| Restrição de seção 1 |  |
| Restrição de seção 2 |  |
| Restrição de seção 3 |  |
| Restrição de seção 4 |  |

TABELA 7.2 – MEDIDAS DE CONTROLE DA ALTERNATIVA 1

| Medida | Dimensão |
|------------------------------|---|
| Restrição de seção 5 |  |
| Parque linear ⁽¹⁾ | 111.890 m ² |
| Reservatório ⁽²⁾ | 96.000 m ³ |

(1) Parque linear do projeto Operação Urbana Água Espreada

(2) Aberto em concreto – paredes diafragma atirantadas – com bombeamento

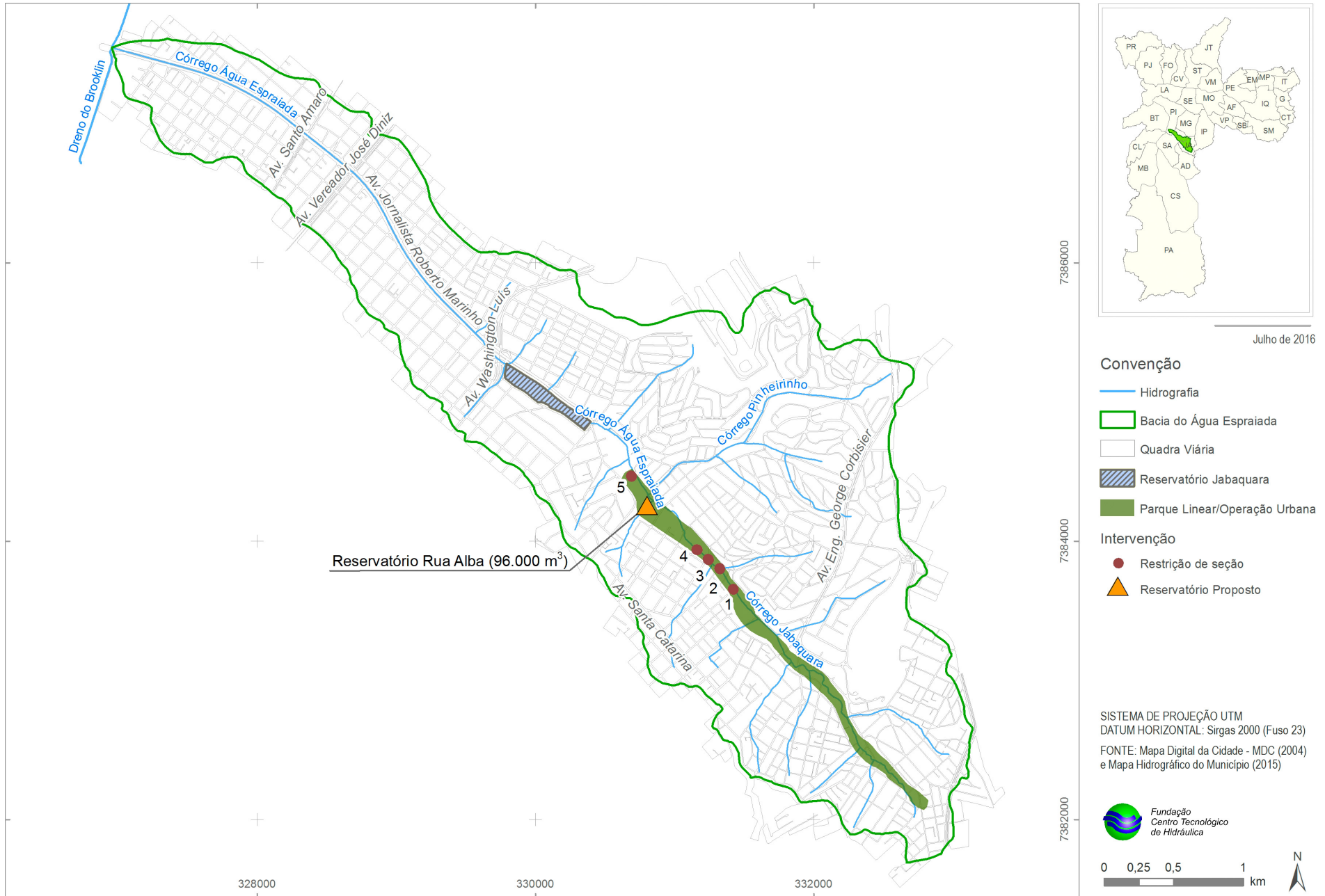


FIGURA 7.1 Medidas de Controle de Cheias da Alternativa 1



7.2 ALTERNATIVA 2

Esta Alternativa considera, como adicional às obras em curso, a implantação de um reservatório de armazenamento (111 mil m³).

O reservatório localiza-se entre a Rua Alba e Avenida Hélio Lobo. A localização do reservatório proposto pode ser visualizada na FIGURA 7.2.

A TABELA 7.3 indica as obras previstas na Alternativa 2, com o tipo de medida de controle e sua respectiva dimensão.

TABELA 7.3 – MEDIDAS DE CONTROLE DA ALTERNATIVA 2

| Medida | Dimensão |
|-----------------------------|------------------------|
| Reservatório ⁽¹⁾ | 111.000 m ³ |

(1) Aberto em concreto – paredes diafragma atirantadas – com bombeamento

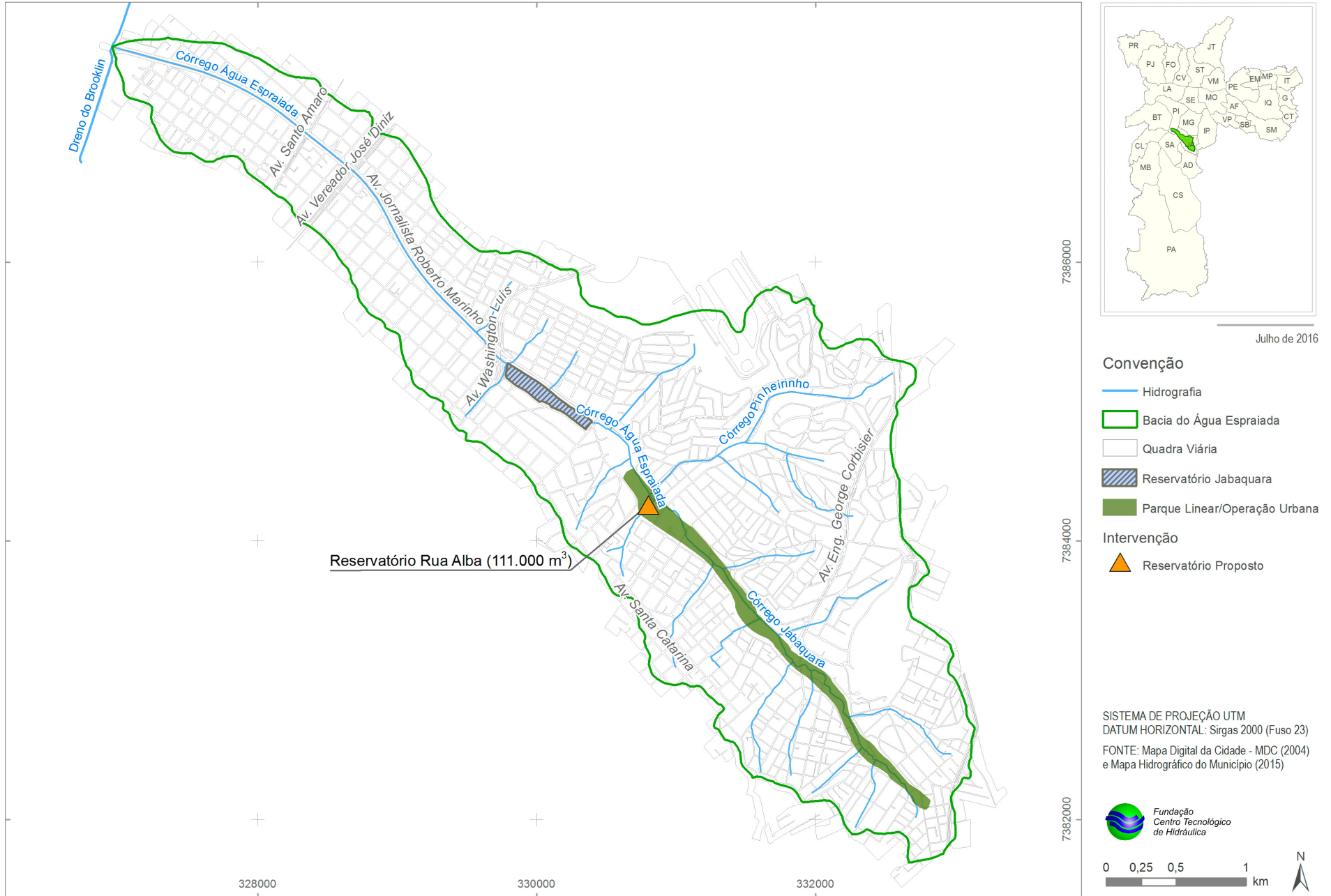


FIGURA 7.2 Medidas de Controle de Cheias da Alternativa 2



7.3 LOCALIZAÇÃO DAS MEDIDAS PROPOSTAS NAS ALTERNATIVAS

Este Item ilustra as localizações das áreas onde foram previstas as medidas de controle de cheia para a Bacia do Córrego Água Espraiada.



FIGURA 7.4 Localização do Reservatório da Rua Alba



7.4 VISTAS E PERSPECTIVAS DAS MEDIDAS PROPOSTAS NAS ALTERNATIVAS

Na sequência são apresentadas as vistas atuais das áreas onde são previstas as medidas de controle de cheia e as perspectivas das medidas de controle propostas para a Bacia do Córrego Água Espraiada.

Foram simuladas as perspectivas de duas medidas de controle de cheia, sendo o parque linear com as estruturas de restrição de seção e o reservatório de armazenamento.

A FIGURA 7.5 e a FIGURA 7.6 ilustram a vista atual da área prevista para implantação do Parque Linear com as 5 estruturas de restrições de seção no Córrego Jabaquara e a perspectiva do Parque Linear com as restrições de seção.

A FIGURA 7.7 indica a vista atual da área prevista para implantação do Reservatório de armazenamento no Córrego Água Espraiada e a FIGURA 7.8 representa a perspectiva do Reservatório.

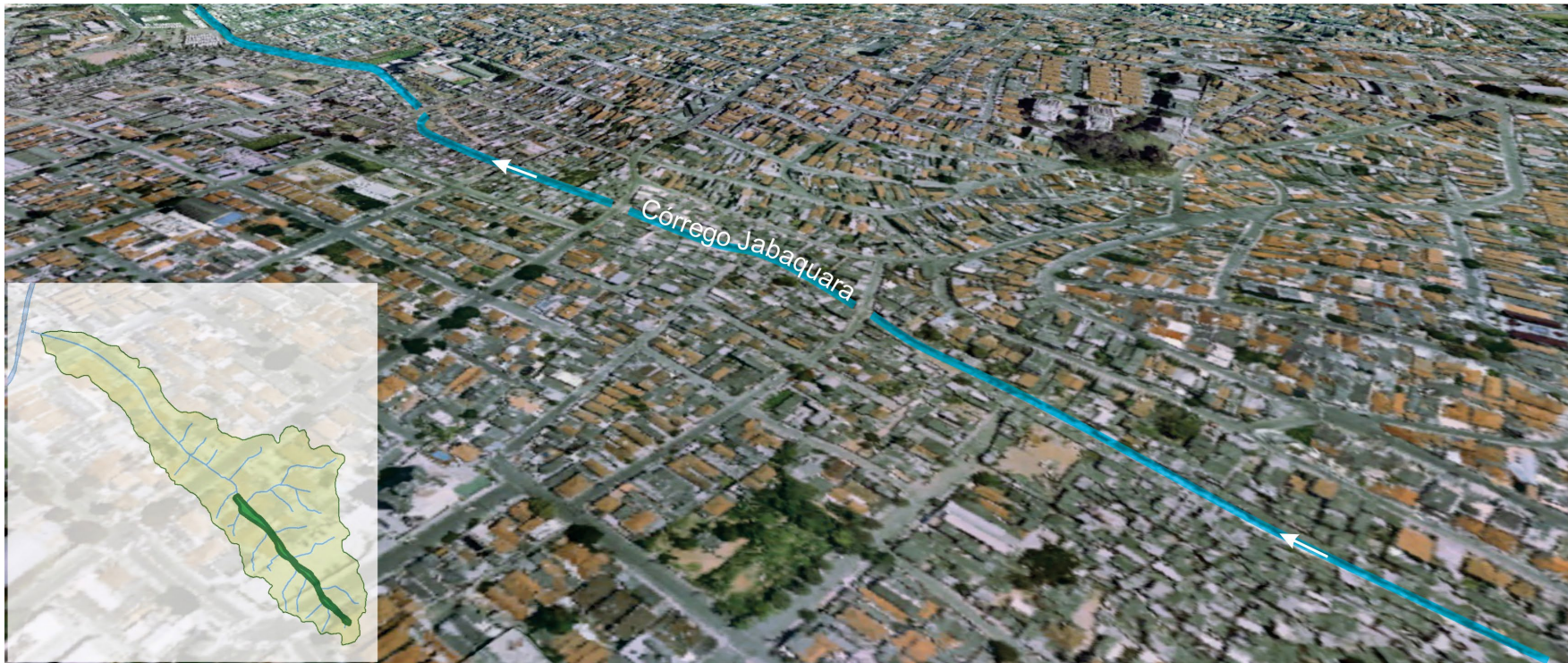


FIGURA 7.5 Vista atual da área prevista para o Parque Linear com as estruturas de restrições de seção no Córrego Jabaquara



FIGURA 7.6 Perspectiva do Parque Linear com as 5 estruturas de restrições de seção no Córrego Jabaquara

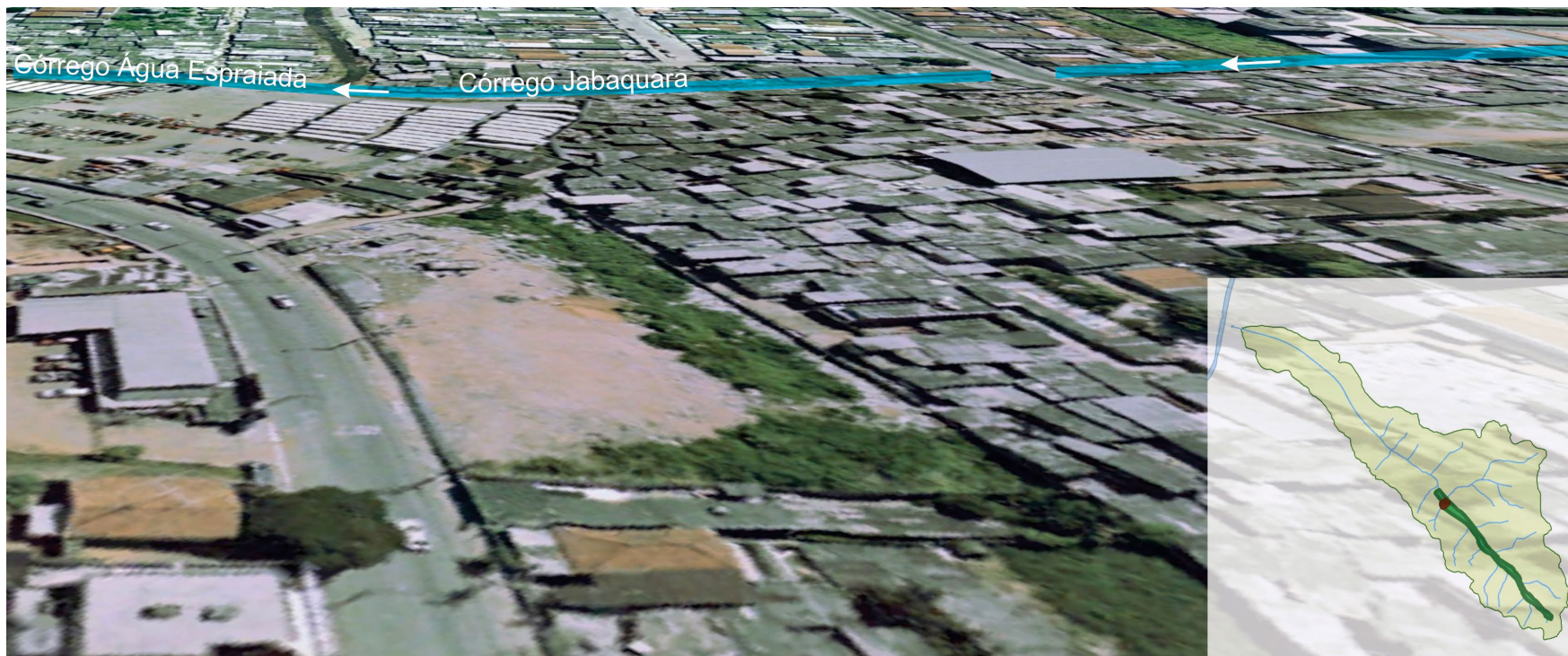


FIGURA 7.7 Vista atual da área prevista para o Reservatório de armazenamento no Córrego Água Espraiada



FIGURA 7.8 Perspectiva do Reservatório de armazenamento no Córrego Água Espriada

8

Implantação do sistema em duas etapas: 25 e 100 anos

Uma das vantagens do planejamento do sistema de drenagem é a proposição da implantação das obras em etapas, tendo em vista a redução paulatina dos riscos de inundação na bacia até o nível correspondente a precipitações de período de retorno de 100 anos.

Assim sendo, foram previstas duas etapas de implantação para a Alternativa 1, a primeira etapa para atingir o grau de proteção de 25 anos e a segunda a proteção de 100 anos. Já a Alternativa 2 compreende apenas uma medida de controle, portanto, sua implantação se dará em apenas uma etapa.

A TABELA 8.1 apresenta em destaque as obras e ações previstas para a primeira etapa de implantação da Alternativa 1. As medidas não sublinhadas serão implantadas em uma segunda etapa do horizonte de planejamento.

| TABELA 8.1 – MEDIDAS PARA IMPLANTAÇÃO NA 1ª ETAPA DA ALTERNATIVA 1 | |
|--|---|
| Localização | Alternativa 1 |
| Córrego Jabaquara | <u>5 estruturas de restrição de seção no Parque linear da Operação Urbana</u> |
| Entre a Rua Alba e Av. Hélio Lobo | Reservatório de armazenamento |

A 1ª Etapa da Alternativa 1 será composta das 5 estruturas que fornecerão ao parque linear da Operação Urbana Água Espriada a função de reservação, conforme mostra a FIGURA 8.1.

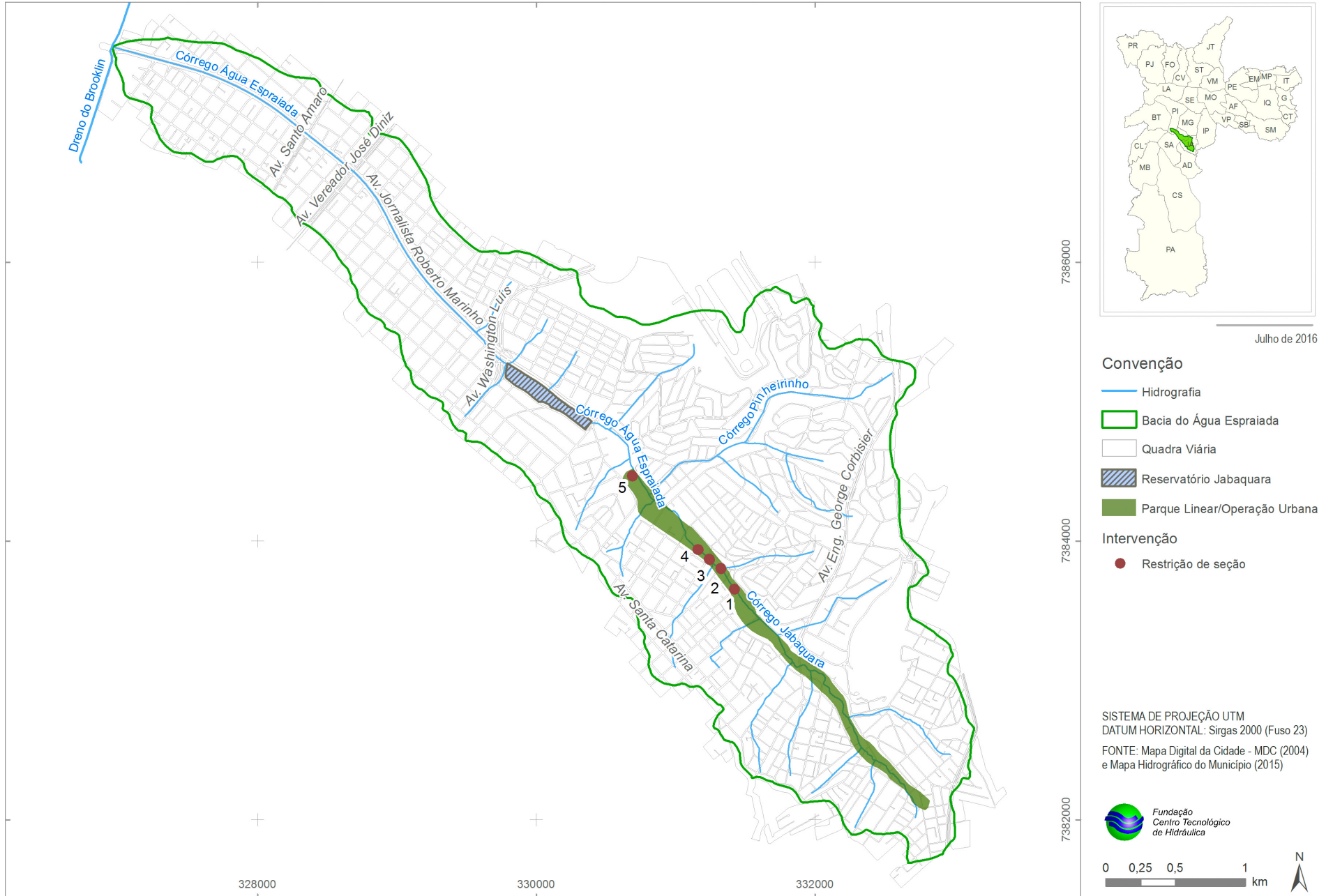


FIGURA 8.1 Medidas de Controle de Cheias para Primeira Etapa de Implantação – Alternativa 1

9

Áreas sujeitas a inundações

As medidas estudadas foram dimensionadas tendo em vista o controle do escoamento superficial e a redução das inundações para o nível de segurança hidrológico de 100 anos.

Um método eficiente de visualizar o efeito das medidas de controle propostas é através de manchas de inundação produzidas a partir da utilização de modelo matemático, que são um indicativo das áreas suscetíveis a inundações.

Na FIGURA 9.1 são apresentadas as manchas de inundação para a condição sem intervenções e para a Alternativa 1 estudada com as obras propostas. Um dos cenários indicados nesta Figura (1ª Etapa) ilustra o comportamento das alternativas quando implantadas as obras previstas para a primeira etapa e submetidas a uma chuva com TR de 100 anos. Observa-se que há uma redução da mancha de inundação quando comparado à situação sem intervenção já com a implantação das obras de primeira etapa.

O segundo cenário, apresentado na FIGURA 9.2, indica a situação com a implantação das obras propostas na Alternativa 2, quando simulada a chuva de projeto de TR 100 anos. Nota-se que não são visualizadas manchas após a implantação do reservatório, como esperado.

A TABELA 9.1 apresenta os efeitos das alternativas em termos de área atingida pelas inundações e o número de lotes atingidos



para as condições atual (sem intervenção), 1ª etapa de implantação de obras quando submetidas a chuva de projeto de 100 anos e para etapa final.

Observa-se que para a 1ª etapa da Alternativa 1 ocorre uma redução na expansão da mancha sobre a área inundada para a Alternativa 1 quando comparada à situação sem intervenção. Para a etapa final de implantação de obras não são verificadas inundações nas regiões analisadas da bacia nas duas alternativas. Destaca-se que a Alternativa 2 é composta de apenas uma etapa, por este motivo não é apresentada a área inundada em uma etapa intermediária, toda a inundação é reduzida na etapa final.

TABELA 9.1 – EFEITOS DAS ALTERNATIVAS SOBRE A BACIA DO CÓRREGO ÁGUA ESPRAIDA

| Etapa | Alternativa | Impactos | |
|---------------------------|---------------|----------------------------------|-----------------|
| | | Área inundada (km ²) | Lotes atingidos |
| Sem Intervenção | TR 100 anos | 0,36 | 388 |
| 1ª etapa | Alternativa 1 | 0,28 | 298 |
| Etapa Final – TR 100 anos | Alternativa 1 | - | - |
| | Alternativa 2 | - | - |

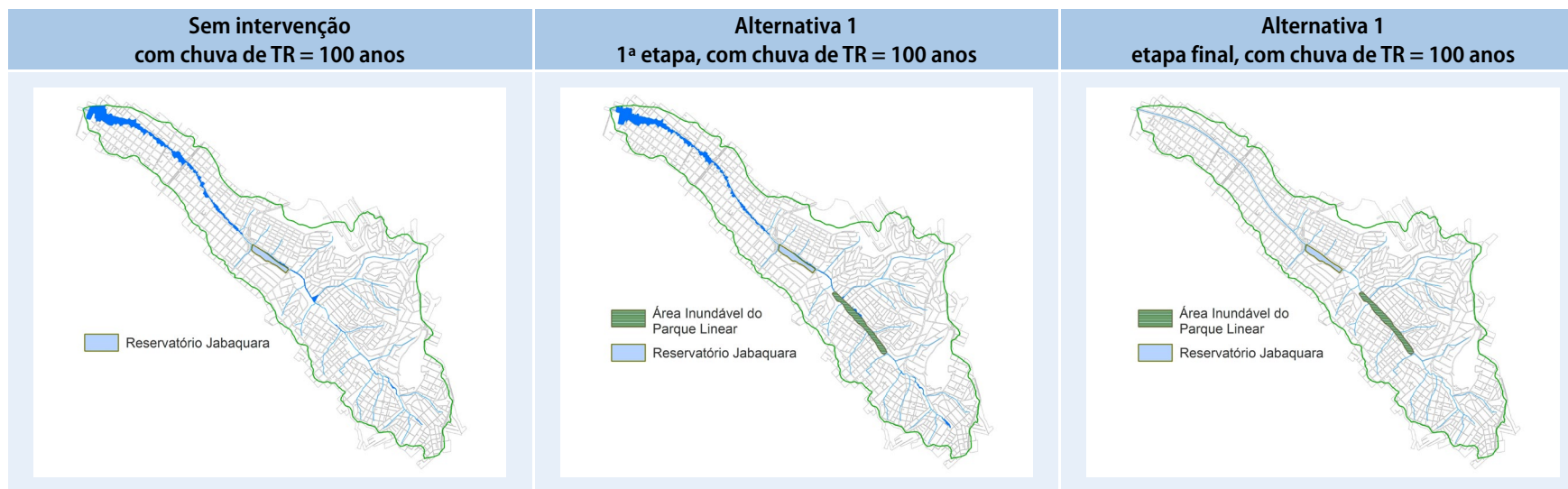


FIGURA 9.1 Áreas Sujeitas a Inundações – Cenário sem Intervenção e com as Obras da 1ª Etapa e Etapa Final da Alternativa 1

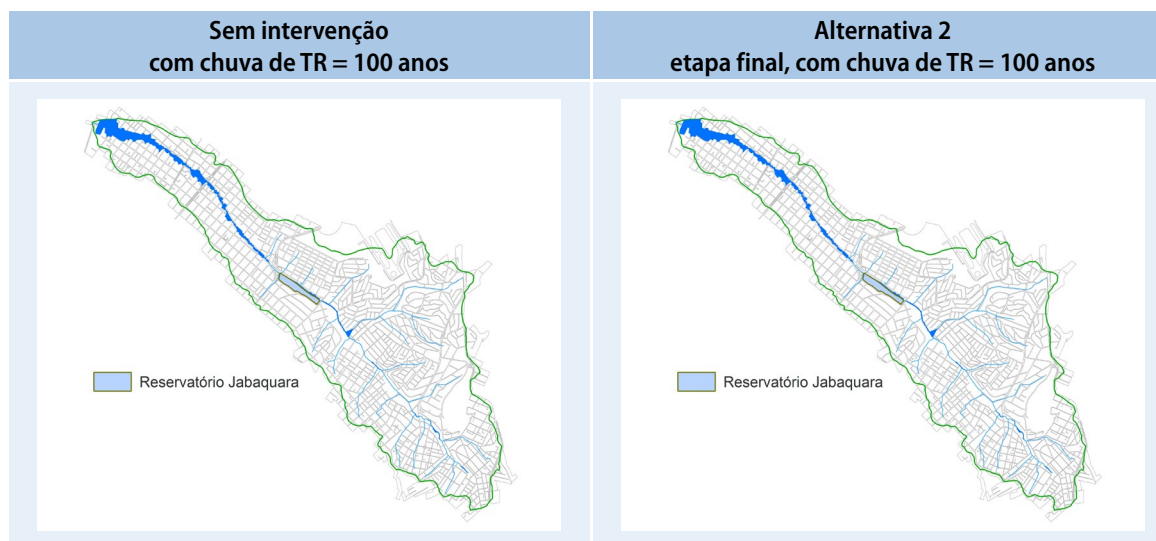


FIGURA 9.2 Áreas Sujeitas a Inundações – Cenário sem Intervenção e com as Obras da Etapa Final da Alternativa 2

10

Custo estimado

Uma primeira estimativa de custo foi realizada no intuito de apoiar a análise de viabilidade de implantação das alternativas apresentadas.

Os valores foram levantados a partir de uma relação de dados das obras realizadas pela PMSP. Os custos apresentados foram ajustados para data base de outubro de 2015.

A TABELA 10.1 e a TABELA 10.2 apresentam os custos estimados das Alternativas 1 e 2. Foram indicadas todas as ações previstas em cada alternativa, distinguindo os valores estimados em desapropriações, quando existente.

Destaca-se que esta abordagem é uma estimativa aproximada e deve ser analisada com cautela considerando-se uma margem de segurança de 20% para mais ou para menos.

TABELA 10.1 – CUSTO ESTIMADO DA ALTERNATIVA 1

| Medida | Dimensão | Custo estimado (R\$) |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Restrições | 5 seções (total 60m ³) | 200.000,00 |
| Reservatório | 96.000 m ³ | 39.000.000,00 |
| TOTAL | | 39.200.000,00 |
| TOTAL COM MARGEM DE SEGURANÇA ±20% | | 31,4 milhões – 46,3 milhões |

Valores com data base de out/2015



TABELA 10.2 – CUSTO ESTIMADO DA ALTERNATIVA 2

| Medida | Dimensão | Custo estimado (R\$) |
|------------------------------------|------------------------|------------------------------------|
| Reservatório | 111.000 m ³ | 41.300.000,00 |
| TOTAL | | 41.300.000,00 |
| TOTAL COM MARGEM DE SEGURANÇA ±20% | | 33,0 milhões – 49,5 milhões |

Valores com data base de out/2015

A TABELA 10.3 mostra o resumo dos custos estimados das alternativas estudadas com a margem de segurança de 20% para mais e para menos em cada alternativa.

TABELA 10.3 – CUSTO ESTIMADO DAS ALTERNATIVAS ESTUDADAS

| Alternativa | Medidas de Controle Previstas | Orçamento estimado* (R\$) |
|---------------|---|---------------------------|
| Alternativa 1 | Reservatório 96.000 m ³ + e restrições de seção no parque linear | 31,4 – 46,3 milhões |
| Alternativa 2 | Reservatório 111.000 m ³ | 33,0 – 49,5 milhões |

Valores com data base de out/2015

*Com margem de segurança de 20% para mais e para menos

Para a composição destes custos foi considerado o reservatório aberto em concreto – paredes diafragma atirantadas – com bombeamento.

Como apontado no Capítulo 6, a Operação Urbana Água Espreada já mobilizou R\$ 942.420.290,39 em serviços e obras. O orçamento estimado para as duas Alternativas, como obras complementares e essenciais para a manutenção do grau de proteção de 100 anos, representa aproximadamente 5% deste valor.

11

Avaliação do índice de qualidade ambiental

Este item apresenta uma avaliação da representatividade das alternativas quanto à questão da água como parte da paisagem urbana, o qual foi chamado de índice de qualidade ambiental (IQA). O método empregado foi baseado em uma pontuação subjetiva, realizada pela FCTH, que considera a água integrada ao ambiente urbano, permitindo sua visualização pela população.

A pontuação levou em consideração a permanência da água na bacia através da reservação e sua integração e possíveis benefícios com a paisagem urbana, admitindo a dupla funcionalidade da medida. A classificação das medidas de controle de cheias, seguindo o conceito de índice de qualidade ambiental, é indicada na TABELA 11.1.

A pontuação foi realizada atribuindo-se pontos para as alternativas que priorizam a reservação de água na bacia na seguinte ordem: parques lineares, reservatórios de armazenamento, em menor escala canalização e túnel.

A TABELA 11.2 indica uma classificação subjetiva para o IQA das alternativas da Bacia do Córrego Água Espreada em função do número e tipo de medidas de controle de cheia.

Seguindo estes conceitos, a Alternativa 1 foi classificada com IQA “muito alto”, por apresentar um parque linear, um reservatório de armazenamento, seguindo o conceito de manter a água



na bacia como parte integrante do ambiente urbano, além de canalização. A Alternativa 2 foi pontuada com IQA “alto”, por contemplar um reservatório e canalização. A existência do parque linear na Alternativa 1 contribuiu para elevar o IQA da alternativa.

TABELA 11.1 – CLASSIFICAÇÃO DAS MEDIDAS SEGUNDO ÍNDICE DE QUALIDADE AMBIENTAL

| Classificação | Medida |
|---------------|---|
| Muito Alto | Parque linear – apresenta os benefícios ambientais próprios do parque e a função de reservação |
| Alto | Reservatório – tem a função de reservação e reduz os impactos a jusante |
| Médio | Canalização – conduz as águas para jusante, mas pode manter o contato visual da água no canal, quando não subterrâneo |
| Baixo | Túnel – desvia a água por via subterrânea |

TABELA 11.2 – ÍNDICE AMBIENTAL DAS MEDIDAS DE CONTROLE DE CHEIA NA BACIA DO CÓRREGO ÁGUA ESPRAIDA

| Alternativas | Parque linear | Reservatório | Canalização | Túnel | Índice Qualidade Ambiental |
|---------------|---------------|--------------|-------------|-------|----------------------------|
| Alternativa 1 | 1 | 1 | 1 | - | Muito alto |
| Alternativa 2 | - | 1 | 1 | - | Alto |

12

Zoneamento de áreas sujeitas a inundações

É parte da gestão da drenagem urbana articulação dos aspectos referentes ao manejo das águas pluviais com o ordenamento territorial. Isso pode valorizar o espaço urbano, obtendo padrões urbanísticos adequados ao meio ambiente. Estas questões devem ser abordadas no Plano Diretor Estratégico (PDE), nos Planos Regionais Estratégicos das Subprefeituras (PREs) e na Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (LPUOS).

O PDE orienta o desenvolvimento da cidade na direção do equilíbrio social, ambiental e econômico, aumentando a qualidade de vida da população.

Os Planos Regionais Estratégicos das Subprefeituras constituem partes complementares do PDE, e são instrumentos determinantes das ações dos agentes públicos e privados no território de cada Subprefeitura. Estes Planos contemplam proposições relativas às especificidades próprias, definindo no plano urbanístico-ambiental os aspectos físicos, territoriais e sociais, inclusive os parâmetros urbanísticos mínimos e máximos, para que se faça cumprir a função social da propriedade.

O ordenamento do território consiste no planejamento do uso e ocupação do solo de forma utilizar o potencial das infraestruturas existentes sem deixar de considerar a preservação de recursos naturais, incluído a capacidade de escoamento do sistema de drenagem.



O PDE consolida, como instrumento estruturante para o ordenamento territorial da cidade de São Paulo, as Áreas de Intervenção Urbana. Estas áreas são passíveis de serem regulamentadas por lei específica, proposta pela Prefeitura e geridas com a participação efetiva da sociedade civil.

A Área de Intervenção Urbana constitui uma região com potencialidades para a reestruturação e transformação urbana, que poderão receber novas formas de uso e ocupação do solo, combinadas com medidas que promovam o desenvolvimento econômico, racionalizem e democratizem a utilização das redes de infraestrutura e a preservação dos sistemas ambientais.

Isto evidencia a possibilidade de incorporação de novos conceitos e diretrizes à Lei de Uso e Ocupação do Solo. Assim, pode-se adotar o zoneamento de áreas de inundação como diretriz para definir um conjunto de regras para a ocupação dessas áreas de risco, visando minimizar as perdas materiais e humanas resultantes das inundações ou valorando ambientalmente essas áreas como espaço de lazer e/ou de conservação ambiental. Desse modo, estabelece-se o conceito da convivência da cidade com as suas cheias.

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.

Os Cadernos de Bacia Hidrográfica introduziram o zoneamento de áreas sujeitas a inundações partindo da formulação de alternativas de controle de cheias dimensionadas para chuvas com TR de 25 anos. O estudo propõe para chuvas com período de retorno entre 25 e 100 anos que as áreas sujeitas a inundações passem por regulamentação através de seu zoneamento. Para esta faixa de TR as restrições de uso e ocupação diminuem conforme aumenta o período de retorno.

Sugere-se como diretrizes de uso e ocupação do solo, a serem inseridas na lei de zoneamento, os seguintes critérios gerais:

- 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.

As áreas com total restrição à ocupação correspondem aquelas inundadas com chuvas de TR imediatamente superiores a 25 anos até 75 anos, por exemplo. Já as áreas com ocupação



parcialmente restrita podem ser classificadas pelas áreas inundadas com chuvas de TR superiores a 75 até 100 anos. Áreas livres de risco de inundação podem ser alocadas acima da área inundada com chuvas de TR 100 anos.

Destaca-se que para áreas já ocupadas, o zoneamento pode estabelecer um programa de transferência da população e/ou convivência com os eventos mais frequentes, aplicando-se para estes casos medidas adicionais como o caso de sistemas de alertas de inundações.

O Caderno de Bacia Hidrográfica incorporou, nas análises do sistema de drenagem, a adoção de áreas sujeitas a inundação como parte da solução para eventos com período de retorno acima de 25 anos, considerando que para eventos acima desta magnitude as áreas inundáveis devem ser passíveis de regulamentação do uso e ocupação do solo.

A introdução deste conceito visa fornecer subsídios técnicos a PMSP para futuras discussões de questões como a incorporação e a regulamentação do zoneamento de inundações à Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo – LPUOS.

Para análise do conceito de zoneamento de inundações partiu-se da solução proposta para TR 25 anos na Alternativas 1. A obra para proteger a bacia do Córrego Água Espreada para eventos com TR 25 anos é reportado na TABELA 12.1.

TABELA 12.1 – OBRAS PARA TR 25 ANOS

| Localização | Alternativa 1 |
|-------------------|--|
| Córrego Jabaquara | 5 estruturas de restrição de seção no Parque linear da Operação Urbana |

As estruturas de restrição de seção no Parque linear da Operação Urbana compreendem as ações propostas para a primeira etapa de implantação detalhadas no Capítulo 8.

A definição das áreas inundáveis, passíveis de regulamentação, foi desenvolvida a partir da configuração de obras indicada para proteção de 25 anos. Nesta situação, foram estimadas as áreas inundáveis, passíveis de regulamentação, para chuvas de 100 anos, para todas Alternativas.

A FIGURA 12.1 indica as áreas sujeitas a inundação para as Alternativas 1, que protegem a bacia para TR 25 anos, quando submetidas a uma chuva de TR 100 anos.

Essas áreas de inundação devem ter seu uso e ocupação revistos, que definem quais atividades podem ou não serem aí instaladas. São áreas que certamente poderão levar a uma revisão urbanística da bacia como um todo.

A TABELA 12.2 indica o custo estimado para as obras previstas nas Alternativas 1 para fornecer a bacia o grau de proteção de



25 e 100 anos. Destaca-se que a solução discutida neste Capítulo considera, como medida complementar não estrutural, a inserção das áreas apresentadas na FIGURA 12.1 ao zoneamento de áreas sujeitas a inundações.

TABELA 12.2 – CUSTO ESTIMADO PARA OBRAS DE 25 E 100 ANOS

| Alternativa | TR 25 anos* | TR 100 anos** |
|---------------|-------------|--------------------------------|
| Alternativa 1 | 200.000,00 | 31,4 milhões – 46,3 milhões |

Valores com data base de out/2015

*Estes valores representam os custos das obras para TR 25 anos apresentadas na TABELA 10.1, não foram inseridos os custos para implantação do zoneamento de áreas inundáveis

**Custos das obras para TR 100 anos apresentados na TABELA 10.3.

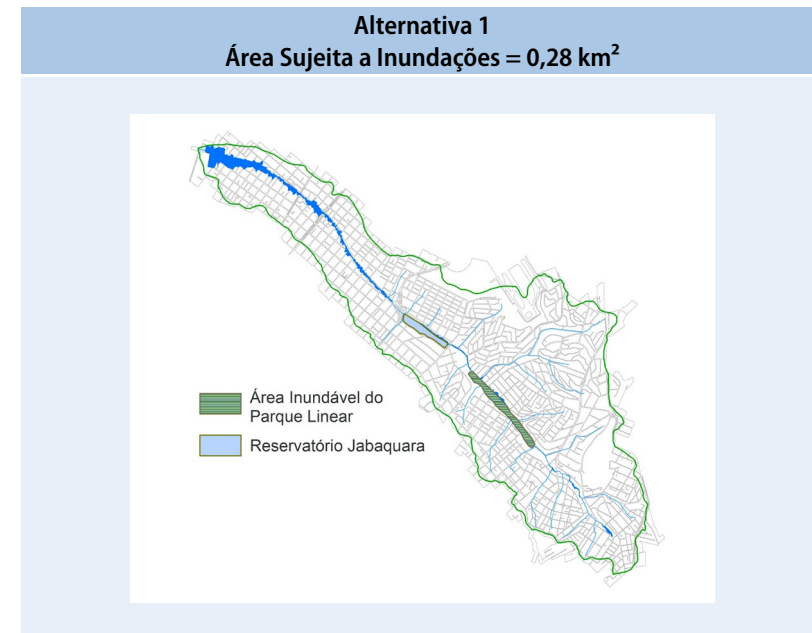


FIGURA 12.1 Área Inundável para Futura Regulamentação na Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo

13

Considerações finais

O Caderno de Bacia Hidrográfica tem como objetivo formular uma série de alternativas para o controle de cheias tendo em vista fornecer subsídios para futuras discussões que venham a ocorrer no nível da Prefeitura quanto ao planejamento, contratação de novos estudos e à gestão das bacias do Município de São Paulo.

Este estudo avaliou o desempenho hidráulico do Córrego Água Espraiada em função da redução da capacidade de reservação do Reservatório Jabaquara, projetado para TR de 100 anos, e das obras da Operação Urbana Água Espraiada. Observou-se que as obras produzirão impactos a bacia quanto à ocorrência de inundações. Desta forma, este Caderno de Bacia Hidrográfica elaborou duas alternativas com obras complementares de reservação a montante do Reservatório Jabaquara, visando manter o grau de proteção de 100 anos para a bacia do Córrego Água Espraiada.

As alternativas propostas foram estudadas em nível de viabilidade, questões como desapropriações foram consideradas e deverão ser mais bem discutidas em nível de projetos básicos.

As medidas de controle estudadas abordaram soluções de reservação, canalização, reforço de galeria e parque linear. Um levantamento de custo preliminar foi realizado no intuito de fornecer elementos para o planejamento das ações, sendo



considerado um grau de segurança de 20% para mais e para menos, uma vez que os valores são aproximações.

Para a bacia hidrográfica do Córrego Água Espriada foram avaliadas duas alternativas. A Alternativa 1 é composta de cinco estruturas de restrição de seção que fornecerão ao parque linear proposto pela Operação Urbana Água Espriada a função de reservação e um reservatório de armazenamento de 96 mil m³. A Alternativa 2 compreende um reservatório de armazenamento de 111 mil m³.

Uma classificação subjetiva quanto à qualidade ambiental das alternativas foi realizada, seguindo conceitos da FCTH, em relação à água como parte integrante do ambiente urbano. O estudo mostrou que a Alternativa 1 classificou-se com índice de qualidade ambiental “Muito Alto” por possuir um parque linear e um reservatório de armazenamento e a Alternativa 2 com índice de qualidade ambiental “Alto” por compreender um reservatório de armazenamento.

Destaca-se que a incorporação do zoneamento de inundação associado ao risco hidrológico pode trazer benefícios à convivência com a água no ambiente urbano. Para isso recomenda-se a incorporação deste conceito no Plano Diretor Estratégico – PDE (Lei nº 16.050/2014), o qual fornece diretrizes para a legislação de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo – LPUOS

visando atender aos objetivos e diretrizes estabelecidos para as macrozonas, macroáreas e rede de estruturação da transformação urbana.

A introdução desse conceito de convivência com a água no âmbito do Caderno de Bacia Hidrográfica tem como objetivo trazer elementos para futuras discussões sobre o zoneamento de áreas inundáveis associado ao risco hidrológico. Esta discussão pode ser adequada no ordenamento territorial da cidade de São Paulo como uma Área de Intervenção Urbana.

Recomenda-se, para futuras revisões da Lei de Zoneamento, a inclusão dessas zonas de inundação como elemento técnico a ser observado na especificação do conjunto de regras que define quais atividades podem ou não serem instaladas e como os imóveis devem ser construídos nessas áreas. Esta ação permite a convivência adequada com as inundações, reduzindo as perdas materiais, os riscos de vida e os custos com a transferência de população.

O desenvolvimento deste Caderno contou com a articulação institucional das Secretarias Municipais: SIURB, SVMA, SEHAB, SMDU e Subprefeitura Pinheiros, Santo Amaro e Jabaquara.