

PLANO DIRETOR DE MACRODRENAGEM DO MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA

R11 – SÍNTESE PLANO DIRETOR DE MACRODRENAGEM



Empreendimento 2013 – PS_COB – 39 - Contrato FEHIDRO n.º 072/2014

Contrato Município n.º 037/2015

Processo n.º 7.680/2015

Tomada de Preço n.º 015/2014



JUNHO 2017



**PLANO DIRETOR DE MACRODRENAGEM
DO
MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA**



Fernando Cid Diniz Borges
Prefeito do Município de Caçapava

Marcos Aurélio Abitante
Secretário de Planejamento e Meio Ambiente

Claudinei Giovanelli
Secretário de Obras e Serviços Municipais

Equipe Técnica

Agenor Micaeli dos Santos
Responsável Técnico e Coordenação Geral

Alexandre Soares Diniz
Diego Pinto Guerreiro
Eliezer Gentil Costa

Jonas Luiz Nanni da Silva
Marcelo Campos Pereira
Rogério Nanni Da Silva

Contratada

Gentil Balzan
Responsável Técnico

Márcio Lúcio Gonzaga.
Coordenação Geral

Equipe Técnica

Abner Kurt da Silva
Alessandra D. Rasoppi Marassatto
Alisson Kurt da Silva
Dagoberto Mariano Cesar

Felipe Rodrigues Gonzaga
Marcel Rodrigues Gonzaga
Paulo Eduardo Esteves de Camargo





**PLANO DIRETOR DE MACRODRENAGEM
DO
MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA**



**R11
PLANO DIRETOR DE MACRODRENAGEM
DO
MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA**



SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	1
1.1. Introdução	2
1.2. Objetivos	5
1.3. Histórico do Município de Caçapava	6
1.4. Localização	7
1.4.1. Acesso.....	10
2. DADOS E INFORMAÇÕES COLETADAS (R1).....	10
2.1. Caracterização do Meio Físico	10
2.1.1. Aspectos Geológicos.....	10
2.1.2. Aspectos Geomorfológicos.....	13
2.1.3. Aspectos Pedológicos	16
2.1.4. Mapa Base Digital	21
2.1.5. Mapa de Declividades	23
2.1.6. Uso e Ocupação do Solo.....	28
2.1.7. Hidrografia.....	34
2.1.8. Aspectos Climáticos e Hidrológicos	38
2.2. Dados Socioeconômicos	43
2.2.1. Demografia.....	44
2.2.2. IDH - Índice de Desenvolvimento Humano.....	45
2.2.3. IPRS - Índice Paulista de Responsabilidade Social	46
3. FORMULAÇÃO DE CENÁRIOS, DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO (R2)	46
3.1. Cenários de Evolução	47
3.1.1. Horizonte de Projeto e População Futura.....	47
3.1.2. Habitação (Moradia)	48
3.2. Diagnósticos dos Sistemas de Drenagem.....	50
3.2.1. Modelagem Hidrológica.....	50
3.2.2. Atualização das Áreas Críticas Levantadas pelo Instituto Geológico do Estado de São Paulo - IG.....	57
3.2.2.1. Vila Beira Rio.....	57
3.2.2.2. Parque Residencial Eldorado	60

3.2.2.3. Vila Perinho	62
3.2.2.4. Condomínio Bom Jesus	63
3.2.2.5. Vila Antônio Augusto	65
3.2.2.6. Vila Santa Isabel.....	65
3.2.2.7. Cascavel.....	66
3.2.2.8. Guaramirim.....	67
3.2.2.9. Jardim Primavera	69
3.2.2.10. Parque Residencial Nova Caçapava	70
3.2.2.11. Vitória Vale	70
3.2.2.12. Caçapava Velha	71
3.2.3. Previsão de Cheias para o Cenário Atual.....	72
3.2.3.1. Previsão de Cheias para o Ribeirão Manoel Lito - Cenário Atual.....	74
3.2.3.2. Previsão de Cheias para o Ribeirão dos Mudos - Cenário Atual.....	75
3.2.3.3. Previsão de Cheias para o Ribeirão Iriguaçu - Cenário Atual	76
3.2.3.4. Previsão de Cheias para o Ribeirão Taperuçu - Cenário Atual	77
3.2.3.5. Síntese das Vazões Projetadas para o Cenário Atual.....	78
3.2.4. Previsão de Cheias para o Cenário Futuro	79
3.2.4.1. Previsão de Cheias para o Ribeirão Manoel Lito - Cenário Futuro	80
3.2.4.2. Previsão de Cheias para o Ribeirão dos Mudos - Cenário Futuro	81
3.2.4.3. Previsão de Cheias para o Ribeirão Iriguaçu - Cenário Futuro	82
3.2.4.4. Previsão de Cheias para o Ribeirão Taperuçu - Cenário Futuro.....	83
3.2.4.5. Síntese das Vazões Projetadas para o Cenário Futuro.....	84
3.2.5. Variação de Nível e Cotas de Inundação	85
4. FORMULAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE MITIGAÇÃO ESTRUTURAIS (R3).....	88
4.1. Critérios para Análise de Viabilidade.....	88
4.1.1. Composição de Custos para Remoção de Moradias	90
4.1.2. Descrição das Alternativas por Área	91
5. MEDIDAS DE CONTROLE NÃO ESTRUTURAIS (R4).....	93
5.1. Diretrizes de Gestão e Ações Não Estruturais	94
5.1.1. Diretrizes Institucionais.....	94
5.1.1.1. Institucionalização da Política de Drenagem Urbana do Município de Caçapava e determinação da Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente como	

Gestor do Plano	94
5.1.1.2. Vinculação dos Investimentos em Drenagem Urbana, Previstos e em Andamento, à Programação a ser estabelecida por este Plano Diretor de Drenagem	94
5.1.1.3. Instituição da Política Municipal de Educação Ambiental Relacionada às Questões de Drenagem Urbana e de Conservação das Bacias Hidrográficas	95
5.1.1.4. Integração e Articulação da Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente com a Secretaria de Educação	95
5.1.1.5. Integrar os Programas e Ações de Drenagem Urbana ao Conceito de Saneamento Ambiental	95
5.1.1.6. Integração e Articulação da Secretaria de Obras e Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente.....	96
5.2. Programas.....	96
5.2.1. Programas Institucionais	96
5.2.1.1. Fundo Social para Projetos de Educação Ambiental Relacionado à Drenagem e Conservação das Bacias Hidrográficas	96
5.2.1.2. Criação de Grupo de Trabalho	97
5.2.1.3. Programa de Institucionalização do Relacionamento Intragovernamental na Área do Saneamento Ambiental.....	97
5.2.1.4. Reforma e Complementação da Legislação Municipal do Setor de Obras e Drenagem Urbana.....	98
5.2.2. Programas Técnicos.....	98
5.2.2.1. Elaboração de Manual de Critérios para a Elaboração de Estudos Hidrológicos de Vazões Extremas.....	99
5.2.2.2. Elaboração de Manual de Procedimentos Para Análise e Aprovação de Obras, no que se Refere às Questões de Drenagem	99
5.2.2.3. Elaboração de Conjunto de Projetos Padrão, de Especificações Técnicas e de Instruções de Projeto para Sistemas de Drenagens de Obras Viárias e Redes Urbanas.....	100
6. LEVANTAMENTO COMPLEMENTARES DE CAMPO.....	100
6.1. Levantamento Planialtimétrico Cadastral	101
6.1.1. Tecnologia RTK.....	101

7. ANTEPROJETO DAS MEDIDAS ESTRUTURAIS DE CONTROLE (R6)	105
7.1. Premissas de Projeto	105
7.1.1. Intervenções Projetadas para a Bacia do Ribeirão Manoel Lito	109
7.1.1.1. Concepção Geral das Intervenções Projetadas	114
7.1.2. Intervenções Projetadas para a Bacia do Ribeirão dos Mudos	117
7.1.3. Intervenções Projetadas para a Bacia do Ribeirão Iriguaçu	119
7.1.4. Intervenções Projetadas para a Bacia do Ribeirão Taperuçu	121
7.1.5. Intervenções Projetadas no Sistema de Microdrenagem	123
7.1.5.1. Avenida Pedro Antônio	123
7.1.5.2. Rua Elvira Mendonça	123
7.1.5.3. Estrada Municipal Olivia Alegri	124
8. ESTUDO DE VIABILIDADE FINANCEIRA	125
8.1. Composição de Custos	126
8.1.1. Análise de Payback, Valor Presente Líquido e Tempo Interno de Retorno	127
8.1.2. Payback Simples	127
8.1.3. Valor Presente Líquido (VPL)	127
8.1.4. Tempo Interno de Retorno (TIR)	127
9. PROGRAMAS COMPLEMENTARES	129
9.1. Programa de Manutenção e Drenagem	129
9.2. Programa de Complementação do Cadastro do Sistema de Micro e Macrodrenagem	129
9.3. Estudo de Microdrenagem para a Vila Resende	130
10. PLANO MUNICIPAL DE DRENAGEM	131
10.1. Objetivos e Prioridades do Plano Diretor de Drenagem	131
10.2. Definição dos Recursos Humanos, Materiais, Tecnológicos, Econômico-Financeiros, Institucionais e Administrativos Necessários à Execução do Plano	134
10.2.1. Ações Estruturais	134
10.2.2. Ações Não Estruturais - Programas Técnicos	136
10.2.3. Ações Complementares	136
10.3. Programas, Ações e Metas	137
10.3.1. Ações Estruturais - Microdrenagem	137

10.3.2. Ações Estruturais - Macrodrenagem	138
10.3.3. Ações Não Estruturais - Programas Institucionais	140
10.3.4. Ações Não Estruturais - Programas Técnicos	140
10.3.5. Ações Complementares	141
11. FONTES DE FINANCIAMENTO	141
11.1. FEHIDRO	141
11.1.1. Público Alvo	142
11.1.2. Condições de Financiamento e Contrapartida	142
11.2. Fundo de Defesa dos Direitos Difusos (FDD) - Ministério da Justiça	142
11.2.1. Finalidade	142
11.2.2. Público Alvo	142
11.3. Recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (Saneamento para Todos)	143
11.3.1. Finalidade	143
11.4. Fonte de Recursos	144
11.5. Contrapartidas	144
12. CONCLUSÃO	145
13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	146

SUMÁRIO DE FIGURAS, FOTOS, GRÁFICOS E QUADROS

FIGURAS

Figura 01: Localização do Município de Caçapava no Estado de São Paulo	8
Figura 02: Imagem Via Satélite da Mancha Urbana do Município de Caçapava.....	9
Figura 03: Mapa Geológico do Município de Caçapava	11
Figura 04: Mapa Geomorfológico do Município de Caçapava.....	15
Figura 05: Mapa Pedológico do Município de Caçapava	18
Figura 06: Mapa Base Desenvolvido Sobre Base Existente na Escala 1:10.000 do IGC de 1978	23
Figura 07: Mapa de Declividade do Município de Caçapava	28
Figura 08: Mapa de Uso e Ocupação das Terras do Município de Caçapava, a partir de Imagens Landsat-5/TM e CBERS-2/CCD, Cenas de 2013	34
Figura 09: Mapa de Bacias Hidrográficas do Município de Caçapava	36
Figura 10: Mapa das Bacias Hidrográficas Município de Caçapava	38
Figura 11: Mancha de Inundação (TR = 100 anos)	88
Figura 12: Esquema das Estações de Referência e Móvel.....	104
Figura 13: Mancha de Inundação do Ribeirão Manoel Lito (TR = 100 anos)	111
Figura 14: Principais Travessias e Pontos de Intervenções no Rib. Manoel Lito	116
Figura 15: Principais Travessias e Pontos de Intervenções no Rib. dos Mudos	119
Figura 16: Principais Travessias e Pontos de Intervenções no Rib. Iriguaçu	121
Figura 17: Mancha de Inundação do Ribeirão Tapuruçu (TR = 100 anos).....	123

FOTOS

Foto 01: Vista de Ocupação Irregular no Trecho Final da Estrada dos Areeiros...	59
Foto 02: Detalhe da Ocupação Irregular a Margem Esquerda do Rio Paraíba do Sul	59
Foto 03: Vista de Ocupação Irregular a Margem do Rio Paraíba do Sul - 01	59
Foto 04: Vista de Ocupação Irregular a Margem do Rio Paraíba do Sul - 02	59
Foto 05: Ocupação Irregular a margem do Rio Paraíba do sul, na Estrada dos	

Areeiros - 01	60
Foto 06: Ocupação Irregular a Margem do Rio Paraíba do Sul, na Estrada dos Areeiros - 02.....	60
Foto 07: Detalhe de Ocupação Irregular na Estrada dos Areeiros	60
Foto 08: Detalhe de Diversos Pontos com Acúmulo de Lixo na Estrada, Denotando a Infraestrutura Precária.....	60
Foto 09: Vista da Ocupação Irregular na Estrada dos Areeiros - 01	61
Foto 10: Vista da Ocupação Irregular na Estrada dos Areeiros - 02	61
Foto 11: Detalhe da Ruptura em uma das Vigas de Apoio da Ponte Manoel Bispo de Souza - Ponte Sobre o Rio Iriguaçu	62
Foto 12: Vista Dianteira da Ruptura em uma das Vigas de Apoio da Ponte Manoel Bispo de Souza - Ponte Sobre o Rio Iriguaçu	62
Foto 13: Vista Geral da Rua José Raimundo da Silva	62
Foto 14: Ponte Sobre Curso D'água Intermitente na Planície de Inundação do Rio Iriguaçu	62
Foto 15: Vista Geral da Rua Doutor Alberto Moraes Borges	63
Foto 16: Vista do Trecho Final da Rua Doutor Alberto Moraes Borges.....	63
Foto 17: Canal ao Fundo das Residências na Vila Perinho - 01	64
Foto 18: Lançamento de Esgoto "In Natura" no Canal Denotam a Deficiência de Infraestrutura	64
Foto 19: Canal ao Fundo das Residências na Vila Perinho - 02	64
Foto 20: Vista Geral de Residências ao Final da Rua Elvira Mendonça - 01	65
Foto 21: Vista Geral de Residências ao Final da Rua Elvira Mendonça - 02	65
Foto 22: Canal ao Fundo das Residências na Vila Bom Jesus. A Esquerda Notamos Residências em Soleira Negativa.....	65
Foto 23: Vista Geral do Canal do Ribeirão Manoel Lito a Montante da Rodovia Presidente Dutra	66
Foto 24: Vista Geral do Canal do Ribeirão Manoel Lito na Avenida Brasil.....	66
Foto 25: Travessia do Ribeirão Manoel Lito Sob a Linha Férrea	66
Foto 26: Vista Geral do Canal do Ribeirão Manoel Lito - 01	67
Foto 27: Vista Geral do Canal do Ribeirão Manoel Lito - 02	67
Foto 28: Vista Geral da Rua Cascavel	68

Foto 29: Vista Geral do Ribeirão Manoel Lito a Jusante da Travessia.....	68
Foto 30: Vista Geral da Planície de Inundação - 01	68
Foto 31: Vista Geral das Residências na Planície de Inundação, Atingidas Frequentemente em Episódios de Chuvas Intensas	69
Foto 32: Vista Geral de Ponte Sobre Canal	69
Foto 33: Vista Geral de Ponte Sobre Canal, com as Margens Visivelmente Assoreadas	69
Foto 34: Vista Geral da Planície de Inundação - 02	69
Foto 35: Vista Geral de Residências Ocupando as Margens do Curso D'água	70
Foto 36: Vista Geral da Travessia Sob a Rua Túlio Giulio (Montante)	70
Foto 37: Vista Geral da Rua João Carvalho de Resende.....	70
Foto 38: Vista Geral da Travessia Sob a Avenida Roberto Lee	71
Foto 39: Vista Geral da Área de Inundação no Ponto Baixo da Estrada Municipal Professora Olivia Alegre.....	71
Foto 40: Vista Geral da Travessia Sobre o Ribeirão Caçapava Velha	72
Foto 41: Vista Geral da Travessia sobre o Ribeirão Caçapava Velha.....	72
Foto 42: Vista Geral de Residências às Margens do Ribeirão Caçapava Velha...	72
Foto 43: Profissional Utilizando Estação Móvel para Levantamento.....	104
Foto 44: Profissional Utilizando Estação Móvel para Levantamento.....	104
Foto 45: Profissional Utilizando Estação Móvel para Levantamento. Em Detalhe Coletor de Registro de Dados	105
Foto 46: Profissional Utilizando Estação Móvel para Levantamento e Elementos de Microdrenagem	105
Foto 47: Profissional Utilizando Estação Móvel para Levantamento.....	105
Foto 48: Profissional Utilizando Estação Móvel para Levantamento. Ao Fundo Estação de Referência	106
Foto 49: Profissional Utilizando Estação Móvel para Levantamento.....	106
Foto 50: Vista Geral do Equipamento de Levantamento. Em Detalhe, Estação de Referência Estacionada e Estação Móvel com o Operador	106
Foto 51: Ponte da Avenida Vera Cruz Sob o Canal do Ribeirão Manoel Lito na Avenida Brasil	112
Foto 52: Ponte da Rua Edivir de Moura Viana (Ladeira São José) Sob o Canal do	

Ribeirão Manoel Lito na Avenida Brasil.....	112
Foto 53: Ponte da Rua Dr. Odilon de Souza Miranda Sob o Canal do Ribeirão Manoel Lito na Avenida Brasil.....	112
Foto 54: Ponte da Rua Dr. Odilon de Souza Miranda Sob o Canal do Ribeirão Manoel Lito na Avenida Brasil os Tubos Implantados com o Intuito de Atuarem Como “By-Pass” se Tornaram uma Interferência, Dificultando o Escoamento no Canal.....	112
Foto 55: Interferência ao Escoamento na Ponte da Rua Pedro de Moura Alcantara Miranda Sob o Canal do Ribeirão Manoel Lito na Avenida Brasil o Acúmulo de Pedras e Sedimentos é Comum à Toda Extensão do Canal	113
Foto 56: Saída da Galeria da Sob a Rodovia Dutra, na Embocadura para Entrada no Canal da Avenida Brasil	113
Foto 57: No 07/02/2017 Devido as Fortes Chuvas Houve um Rompimento do Muro de Ala e dos Tubos na Passagem da Rua Antônio de Castro Junior.....	113
Foto 58: Vista a Jusante do Lançamento da Travessia Rua Antônio de Castro Junior	113
Foto 59: Vista a Montante da Travessia da Rua Duque de Caxias	114
Foto 60: Lançamento no Canal no Início da Avenida Brasil.....	114
Foto 61: Seção Típica do Ribeirão Manoel Lito na Avenida Imigrantes	114
Foto 62: Galeria Sob a Rodovia Dutra	115

GRÁFICOS

Gráfico 01: Distribuição das Classes de Declividades do Município de Caçapava	25
Gráfico 02: Distribuições das Categorias de Uso do Município de Caçapava.....	33
Gráfico 03: Curvas I-D-F em Função do Período T (Anos)	42
Gráfico 04: Curvas I-D-F em Função da Duração (minutos)	43
Gráfico 05: Precipitação Média Mensal (mm).....	44
Gráfico 06: Pirâmide Etária de 2010 - Distribuição por Sexo, Segundo os Grupos de Idade do Município de Caçapava	46
Gráfico 07: Hidrograma Admitido no Método de I-PAI-WU	55
Gráfico 08: Coeficiente de Distribuição Espacial de Chuva (K).....	57

Gráfico 09: Vazões de Cheia e Vazões de Pico Ribeirão Manoel Lito - Cenário Atual	75
Gráfico 10: Vazões de Cheia e Vazões de Pico Ribeirão dos Mudos - Cenário Atual	76
Gráfico 11: Vazões de Cheia e Vazões de Pico Ribeirão Iriguaçu - Cenário Atual	77
Gráfico 12: Vazões de Cheia e Vazões de Pico Ribeirão Tapuruçu - Cenário Atual	78
Gráfico 13: Vazões de Cheia e Vazões de Pico Ribeirão Manoel Lito - Cenário Futuro	81
Gráfico 14: Vazões de Cheia e Vazões de Pico Ribeirão dos Mudos - Cenário Futuro	82
Gráfico 15: Vazões de Cheia e Vazões de Pico Ribeirão Iriguaçu - Cenário Futuro	83
Gráfico 16: Vazões de Cheia e Vazões de Pico Ribeirão Tapuruçu - Cenário Futuro	84

QUADROS

Quadro 01: Descrição das Associações Pedológicas que Ocorrem no Município de Caçapava	17
Quadro 02: Terceiro Nível de Classificação dos Latossolos Vermelho-Amarelos	19
Quadro 03: Terceiro Nível de Classificação dos Argissolos Vermelho-Amarelos	20
Quadro 04: Terceiro Nível de Classificação dos Gleissolos Melânicos	21
Quadro 05: Área (em km ² e %) Ocupado por cada Classe de Declividade que Predominam nas Terras do Município de Caçapava	24
Quadro 06: Grupos e Categorias de Uso e Ocupação o Solo e suas Respectiveas Áreas	30
Quadro 07: Caracterização Morfométrica das Microbacias	37
Quadro 08: Previsão de Máximas Intensidades de Chuvas, em mm/h	40
Quadro 09: Previsão de Máximas Alturas de Chuvas, em mm	41
Quadro 10: Dados da Evolução Populacional dos Censos Demográficos 1991, 2000	

e 2010 do Município de Caçapava	45
Quadro 11: Dados de Evolução da Estrutura Etária da População do Município de Caçapava	45
Quadro 12: Evolução do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM	47
Quadro 13: Evolução do Índice Paulista de Responsabilidade Social - IPRS	47
Quadro 14: Projeção de Moradias - Urbanas e Rurais.....	51
Quadro 15: Grau de Impermeabilização do Solo em Função do Seu Uso	56
Quadro 16: Coeficientes Volumétricos de Escoamento (C2)	56
Quadro 17: Resumo das Vazões Projetadas para o Cenário Atual.....	79
Quadro 18: Caracterização Fisiográfica das Bacias Hidrográficas em Estudo - Cenário Futuro	80
Quadro 19: Resumo das Vazões Projetadas para o Cenário Futuro	85
Quadro 20: Cotas de Inundação para o Cenário Atual.....	86
Quadro 21: Cotas de Inundação para o Cenário Futuro	87
Quadro 22: Classes e Notas Ponderadas Utilizadas no Cálculo da Variável de Viabilidade.....	90
Quadro 23: Classes de Viabilidade	90
Quadro 24: Resumo do Estudo de Viabilidade.....	92
Quadro 25: Estimativa de Prejuízos Causados por Inundação	107
Quadro 26: Coeficientes de Escoamento Volumétricos Ponderados	108
Quadro 27: Aplicação dos Coeficientes Volumétricos Ponderados.....	109
Quadro 28: Resumo das Intervenções Projetadas.....	117
Quadro 29: Resumo das Intervenções Projetadas.....	118
Quadro 30: Resumo das Intervenções Projetadas.....	120
Quadro 31: Custos Necessários para Ações Estruturais de Microdrenagem.....	125
Quadro 32: Prejuízos Causados por Inundações (TR = 100 anos)	126
Quadro 33: Grupo de Serviços para Composição de Custos Unitários.....	127
Quadro 34: Resumo da Análise Econômica.....	129
Quadro 35: Estimativa de Custo para o Programa de Complementação do Cadastro.....	131
Quadro 36: Custos Necessários para Ações Estruturais de Microdrenagem.....	135
Quadro 37: Custos Necessários para Ações Estruturais de Macrodrenagem	136



**PLANO DIRETOR DE MACRODRENAGEM
DO
MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA**



Quadro 38: Custos Necessários para Programas Institucionais	137
Quadro 39: Custos Necessários para Programas Técnicos.....	137
Quadro 40: Custos Necessários para Ações Complementares	138
Quadro 41: Programas, Projetos, Ações e Metas para o Sistema de Microdrenagem	139
Quadro 42: Programas, Projetos, Ações e Metas para o Sistema de Macrodrenagem	140
Quadro 43: Programas, Projetos, Ações e Metas para os Programas Institucionais.....	141
Quadro 44: Programas, Projetos, Ações e Metas para os Programas Técnicos 141	
Quadro 45: Programas, Projetos, Ações e Metas para as Ações Complementares	142



SIGLAS

AMB - Ambiental.

ECO - Econômica.

BDI - Benefícios e Despesas Indiretas.

BSCC - Bueiro Simples Celular de Concreto.

CBH - Comitês de Bacias Hidrográficas.

CEF - Caixa Econômica Federal.

Cel. - Coronel.

CENSO - Pesquisa realizada periodicamente para calcular número de pessoas de um país, de um grupo social etc.; recenseamento demográfico: o censo escolar.

CNPJ - Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica.

COFEHIDRO - Conselho de Orientação do Fundo Estadual de Recursos Hídricos.

CREA - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia.

CUB - Custo Unitário Básico.

DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica.

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.

DRE - Drenagem.

EPP - Empresas de Pequeno Porte.

FDD - Fundo de Defesa dos Direitos Difusos.

FEHIDRO - Fundo Estadual de Recursos Hídricos.

R.F.F.S.A. - REDE FERROVIÁRIA FEDERAL SOCIEDADE ANÔNIMA.

FL - Folha.

FTGS - Fundo de Garantia por Tempo de Serviço.

GPS - Global Positioning System.

GTE - Grupo de Trabalho Externo.

GTI - Grupo de Trabalho Interno.

IGC - Instituto de Geologia e Cartografia.

INFRA - Infraestrutura Sanitária.

IA - Institucionais e administrativos.

IPCA - Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo.

IVf - Índice de Viabilidade Final.

Ltda - Limitada.

MT - Materiais e tecnologias.

MF - Ministério da Fazenda.

NBR - Norma Brasileira.

NTNB Princ - são títulos com rentabilidade vinculada à variação do IPCA, acrescida de juros definidos no momento da compra.

P - Perigo.

PAV - Pavimentação.

PC - Padrão Construtivo.

PERH - Plano Estadual de Recursos Hídricos.

PV - Pavimentação.

Rec - Recorrência.

RH - Recursos Humanos.

SELIC - Sistema Especial de Liquidação e de Custódia.

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil.

SIURB - Secretaria de Infraestrutura Urbana e Obras.

SOC - Socia.

SOSM - Secretaria de Obras e Serviços Municipais.

SP - São Paulo.

SPAM - Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente.

Tc - Tempo de Concentração.

TC - Tipo Construtivo.

TEC - Técnico.

TGCA - Taxa Geométrica de Crescimento Anual.

TIR - Tempo Interno de Retorno.

TMA - taxa Mínima de Atratividade.

TR - Tempo de Retorno.

UF - Unidade Federativa.

VPL - Valor Presente Líquido.

PLANO DIRETOR DE MACRODRENAGEM

Natureza do Trabalho: Plano Diretor de Macrodrenagem do Município de Caçapava - SP.

Interessado: Município de Caçapava - SP.

1. APRESENTAÇÃO

O presente Relatório R11 refere-se à síntese do Plano Diretor de Macrodrenagem do Município de Caçapava - SP, cujo território encontra-se inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 02 (UGRHI 02).

Os recursos financeiros para o desenvolvimento do referido Plano foram obtidos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo - FEHIDRO.

Este fundo foi criado pela Lei n.º 7.663/91 e regulamentado pelos Decretos n.º 37.300/93 e n.º 43.204/98, tem por objetivo dar suporte financeiro à Política Estadual de Recursos Hídricos e às ações correspondentes. O Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH é o instrumento técnico, estratégico e econômico-financeiro para implantação da Política Estadual de Recursos Hídricos. Ao longo do tempo, o Município de Caçapava vem investindo de forma intensa no combate e prevenção dos processos de enchentes e inundações. Tal esforço se dá tanto por medidas estruturais corretivas representadas pela ampliação do sistema de captação e condução das águas pluviais como ações preventivas no campo do planejamento, onde ambas visam a melhoria da qualidade de vida de seus moradores.

Dentro desse contexto, o Plano Diretor de Macrodrenagem do Município de Caçapava - SP apresenta os resultados de um trabalho altamente comprometido com o crescimento sustentável da cidade e o manejo de seus recursos naturais, principalmente ao que se refere às complexas relações entre os recursos hídricos e as atividades antrópicas. Sendo assim, o presente Plano representa de forma prática, o resultado de um estudo aprofundado no qual obedece às diretrizes do Programa de Drenagem Sustentável do Ministério das Cidades e do Termo de Referência que reconhecem a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, gerenciamento e trabalho onde o conjunto final de alternativas contemplam o nível de detalhamento suficiente para que sejam licitados e implantados.

1.1. Introdução

A interferência da drenagem no planejamento urbano se faz sentir em diversos níveis, seja no zoneamento do uso e ocupação dos terrenos, seja nas condições sanitárias da população, seja na própria manutenção dos serviços básicos, daí a grande relevância da matéria.

Uma das principais diretrizes instituídas pelo modelo de gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, estabelecido a partir da Lei n.º 7.663/91, é a elaboração de Estudos para atividades de manejo e aproveitamento das fontes hídricas naturais. Dentre estas atividades, inclui-se o lançamento de efluentes provenientes da drenagem dos terrenos, sabidamente uma das mais importantes fontes de degradação dos Recursos Hídricos e a causa de sérios problemas que afligem as populações urbanas do Brasil.

Dentro desta visão, qualquer planejamento para desenvolvimento do tecido urbano de uma cidade deve considerar, entre outros aspectos, as diretrizes previamente estabelecidas para a drenagem, fazendo com que os investimentos em melhoria da qualidade de vida das populações que nela habitarão sejam sustentáveis ao longo do tempo. Finalmente, a elaboração de um Plano Diretor de Macrodrenagem deve ser baseada em um Termo de Referência que apresente compatibilidade com Plano de Saneamento Básico (PMSB) atualmente em revisão no Município de Caçapava.

Segundo Parkinson et al, (2003) o Plano Diretor de Macrodrenagem representa o conjunto de diretrizes que determinam a gestão do sistema de drenagem que minimizam o impacto ambiental causado pelo escoamento superficial das águas pluviais onde durante sua elaboração deve-se manter sua relação com outras normas urbanísticas, Políticas Urbanas e Política Nacional de Recursos Hídricos.

Conforme o Termo de Referência o Plano Diretor de Macrodrenagem do Município de Caçapava tem por objetivo estabelecer diretrizes que orientem a ação do Poder Público e da iniciativa privada na elaboração de projetos e na execução de obras de drenagem, bem como na promoção de ações preventivas e corretivas sobre as causas e os efeitos dos processos erosivos, inundações, etc, visando proteger a população e as atividades econômicas sediadas na área urbana da cidade.

A análise e o encaminhamento das soluções das questões de Drenagem

Urbana tem sido um dos maiores desafios dos planejadores e administradores dos grandes centros urbanos do mundo. Nos países ditos emergentes, este problema foi particularmente agravado pela velocidade do processo de adensamento e urbanização, e pela precariedade da infraestrutura existente, associada à falta de planejamento urbano, além da enorme carência de recursos. Dentro desse contexto o Plano Municipal de Drenagem surge como uma poderosa ferramenta de planejamento que visa, em síntese, fornecer informações suficientes para a escolha da melhor decisão para implantação de ações com viabilidade técnico-financeira e socioambiental embasadas em diagnósticos e prognósticos da situação local dentro do horizonte de projeto.

Para alcançar os resultados esperados, o presente Plano Diretor de Macrodrenagem foi elaborado com base em estudos técnicos, aprofundados, detalhados, aprovados e apresentados em dez relatórios técnicos, sendo eles:

- R1 - Dados e Informações Coletados e Definição de Base Cartográfica;
- R2 - Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico de Inundação;
- R3 - Estudo de Alternativas e Medidas de Controle Estruturais;
- R4 - Medidas de Controle Não Estruturais;
- R5 - Levantamentos Complementares;
- R6 - Anteprojetos das Medidas Estruturais de Controle;
- R7 - Análise Custo Benefício;
- R8 - Programa Municipal de Drenagem;
- R9 - Manual de Drenagem Urbana; e
- R10 - Banco de Dados Georreferenciados.

O **Relatório R1** apresenta os dados municipais como as características socioeconômicas e os aspectos do meio físico local e regional que forneceu importantes dados e informações para a elaboração do Plano.

No **Relatório R2** houve o desenvolvimento das atividades relacionadas à elaboração dos cenários, do diagnóstico da situação atual do sistema de drenagem que inclui a atualização das áreas críticas levantadas pelo Instituto Geológico (IG), previsão de cheias para o cenário atual e o prognóstico, executando a previsão de

cheias para o cenário futuro. Também faz parte desse trabalho o estudo da variação das cotas de inundação e a avaliação dos prejuízos causados por ela.

O estudo relacionado às ações estruturais está apresentado no **Relatório R3** que contempla as premissas de projeto, os critérios de viabilidade técnica, estratégica, financeira e socioambiental.

O **Relatório R4** apresenta as medidas não estruturais de caráter legal e institucional e que procuram disciplinar a urbanização de tal forma a minimizar os seus efeitos no regime hídrico das bacias.

No **Relatório R5** foi apresentado os dados do levantamento planialtimétrico cadastral das áreas críticas diagnosticadas, buscando fornecer elementos quantitativos à tomada de decisão e seleção de ações estruturais e sua viabilidade.

O **Relatório R6** apresenta os anteprojetos com nível compatível com o de planejamento. Os anteprojetos serão utilizados para a elaboração de orçamentos estimativos que servirão de referência para o planejamento da implantação dessas medidas que fará parte do Programa Municipal de Manejo de Águas Pluviais.

O **Relatório R7** aborda os dados de análise de custo benefício com as estimativas de custos das obras elaboradas pelo método dos custos evitados, onde se considera que os benefícios são equivalentes aos danos evitados pela implementação das medidas de controle.

O Programa Municipal de Drenagem é apresentado no **Relatório R8** que propõem a gestão da Implementação do Plano, com a avaliação do sistema de gestão atual, definição das entidades que serão envolvidas nas ações previstas; procedimentos para fiscalização das obras, aprovação de projetos, operação e manutenção da rede de drenagem e áreas de risco e fiscalização do conjunto das atividades.

O Manual de Drenagem Urbana, **Relatório R9**, se apresenta como um mecanismo de gestão da drenagem urbana para o Município de Caçapava, e que visa formar os gestores públicos quanto aos aspectos operacionais e informativos sobre o sistema de drenagem urbana, além de fornecer diretrizes para o desenvolvimento de atividades de viabilidade de obras em drenagem urbana e para projetos de obras de microdrenagem, de macrodrenagem e de medidas de controle na fonte.

Por fim, o **Relatório R10** apresenta o banco de dados georreferenciado que tem por objetivo fornecer a consolidação dos resultados obtidos anteriormente nos

levantamentos de campo, estudos hidráulicos e hidrológicos no município de Caçapava.

1.2. Objetivo

Este Relatório Síntese tem por objetivo apresentar os principais dados do Plano Diretor de Macrodrenagem abordando a análise do diagnóstico do sistema global de drenagem de toda área urbana do Município de Caçapava, analisando todos os principais elementos de macrodrenagem, desde Córregos e Ribeirões até as galerias existentes.

Esta análise abrangeu a avaliação da pluviometria e fluviometria destes rios, a evolução de uso e ocupação do solo, variáveis diretamente intervenientes no problema da impermeabilização dos terrenos, até o planejamento econômico municipal, que indica as tendências de evolução de cada uma das bacias de drenagem que integram o município. Os produtos apresentados compreendem a estimativa de vazões afluentes para este sistema de drenagem principal e o pré-dimensionamento das estruturas necessárias para o escoamento destes caudais, considerando as projeções estabelecidas de antemão.

De forma mais central, o presente Plano visa a realização de estudo de pontos e áreas em situação de risco de enchentes e de processos erosivos, o dimensionamento hidráulico em fundo de vales, em função dos dados obtidos pelos estudos hidrológicos, bem como a proposição de indicativos para a legislação de uso e ocupação do solo. Tendo em vista esta preposição são descritos a seguir os objetivos específicos deste Plano:

- Subsidiar os técnicos da Prefeitura Municipal com dados sobre vazões de cheias e referências técnicas para a decisão de Planos e Obras de Drenagem Urbana;
- Subsidiar a Prefeitura Municipal com pré-dimensionamentos, levantamento topográfico cadastral e outros elementos necessários a elaboração de projetos executivos para a realização de obras prioritárias;
- Construir séries históricas de dados (banco de dados) que possibilitem a implantação de mecanismos de controle, disciplinamento e fiscalização do uso e

ocupação do solo, bem como a manutenção em condições ambientais adequadas, o aproveitamento múltiplo e racional com base no conhecimento realista das condições atuais;

- Subsidiar os órgãos técnicos estaduais e federais vinculados a gestão dos Recursos Hídricos como, por exemplo, as Câmaras Técnicas do Comitê da Bacia hidrográfica e o DAEE, com dados que permitam o acompanhamento e decisão, em conjunto com os representantes do município, das potenciais situações de risco existentes no município; e
- Constituir série histórica de dados hidrológicos, como vazões das bacias de contribuições, que possibilite o monitoramento das alterações a médio e longo prazos, decorrentes da possibilidade de intervenções ambientais futuras no uso do solo.

1.3. Histórico do Município de Caçapava

No médio curso do Rio Paraíba, em 1.705, no local denominado "caçapava", do tupi "caa" = mato e "çapava" = clareira, vereda, estabeleceu-se o fazendeiro Paulista, Jorge Dias Velho, que auxiliado pela sua mulher, Sebastiana de Unhate, construiu uma capela em louvor a Nossa Senhora da Ajuda.

Permitiu Dias Velho que, em torno da capela, fossem fixando-se outros moradores, constituindo um povoado, elevado à freguesia em 1.813, subordinada a Taubaté.

O centro tornou-se um ponto de dispersão de bandeiras porque daí partiram desbravadores e fundadores de cidades, como Francisco Barreto Leme do Prado, descendente de Jorge Dias Velho, que veio ser o Fundador de Campinas, ou Capitão Tomé Portes D'el Rei, fundador de São João D'el Rei, em Minas Gerais. Outros dirigiram-se para os sertões mineiros ou de Goiás em busca de terras e metais.

A partir de 1.842, por questões de desavenças políticas o povoamento se deslocou alguns quilômetros além de Caçapava-velha, em sítio mais próximo do rio Paraíba, na fazenda do cel. João Dias da Cruz Guimarães, que doou terras para construção de outra capela sob o orago de São João Batista. Nessa nova localidade o Capitão João Ramos da Silva, com o apoio do Capitão João Lopes Moreira e o Major Francisco Alves Moreira, cuidou para o desenvolvimento de Caçapava, que, em 1.855,

foi elevado à categoria de Vila, chegando já em 1.875, à cidade, passando a capela de São João Batista a ser a Matriz da paróquia de Nossa Senhora da Ajuda. Para isso muito contribuiu a maior proximidade do caudaloso rio Paraíba, que, ao mesmo tempo em que constituía uma via de comunicação com os outros centros, oferecia alimento para os habitantes de Caçapava. Gentílico: Caçapavense; Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, (2015).

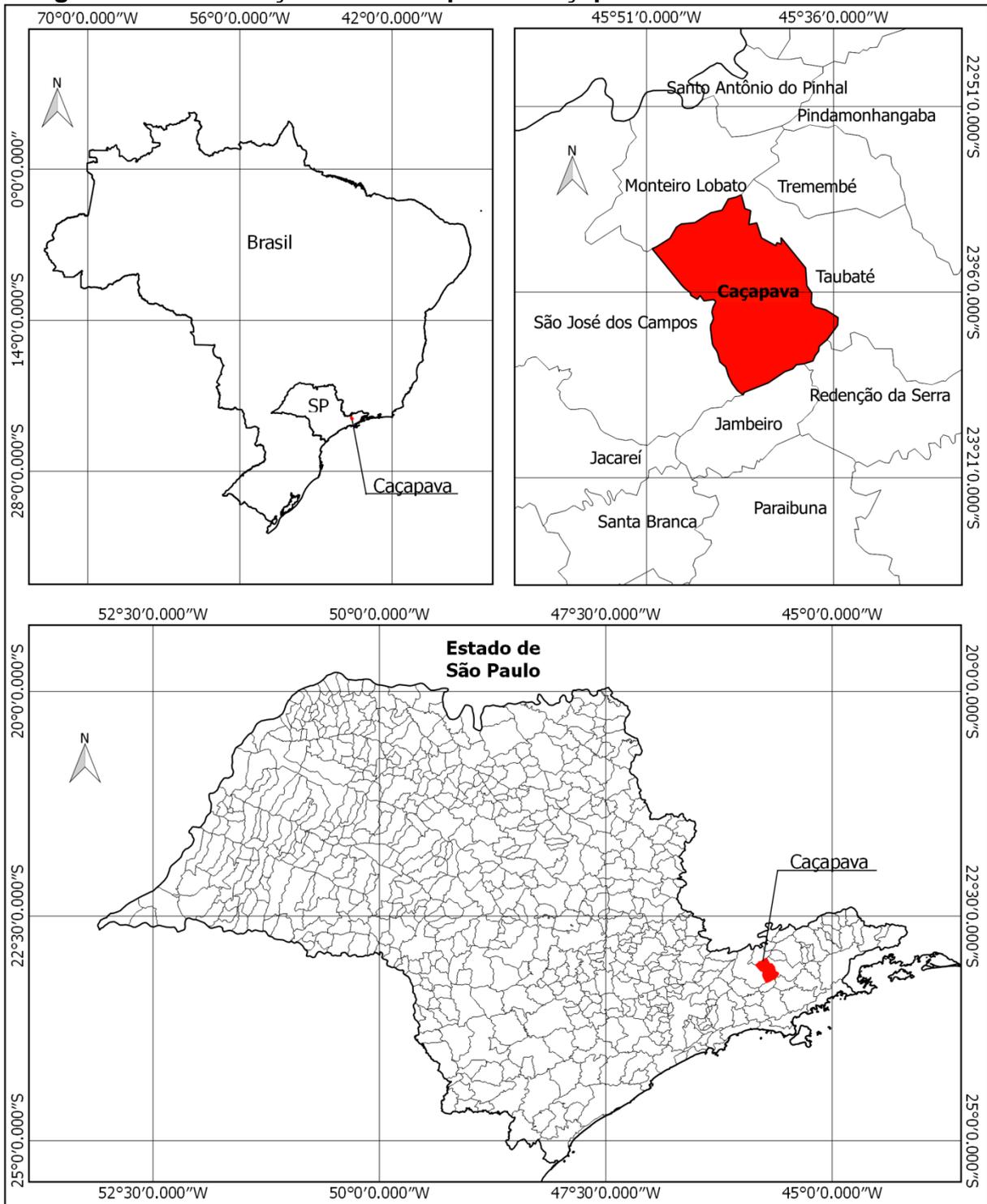
1.4. Localização

O Município de Caçapava está localizado na Região Administrativa e Região de Governo de São José dos Campos. Faz limites com os seguintes Municípios: ao norte confronta-se com o município de Monteiro Lobato, ao sul com os municípios de Jambeiro e Redenção da Serra, a leste confronta com o município de Taubaté e a oeste com São José dos Campos.

Encontra-se nas coordenadas geográficas: Latitude: 23° 06' 03" S e Longitude: 45° 42' 25" W, conforme mostra a **Figura 01** e na **Figura 02** mostra a imagem via satélite da mancha urbana do Município.

Sua sede pertence à Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 02 (UGRHI 02) e está na sub-região 1 da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte.

Figura 01 - Localização do Município de Caçapava no Estado de São Paulo.



Fonte: Elaborado por TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP, (2017).

Figura 02 - Imagem Via Satélite da Mancha Urbana do Município de Caçapava.

1.4.2. Acesso

O principal acesso para Caçapava se dá pelas Rodovias Presidente Dutra (BR-116), Rodovia Ayrton Senna / Rodovia Carvalho Pinto (SP-070) e Rodovia João do Amaral Gurgel (SP-103). São aproximadamente 109 km da sede do Município até a capital do Estado de São Paulo.

2. DADOS E INFORMAÇÕES COLETADAS (R1)

2.1. Caracterização do Meio Físico

Consiste na aquisição de dados e caracterização dos aspectos do meio físico, incluso a inserção do município no contexto geológico, geomorfológico e pedológico da região. As unidades de inserção encontram-se descritas no Item 3 do Relatório Técnico R1.

Além da caracterização regional, realizou-se também a caracterização do meio físico local, incluso dados de planialtimetria, hidrografia, hipsometria e uso e ocupação do solo. O detalhamento e o método de desenvolvimento de cada um destes aspectos encontram-se no Item 3.6 do Relatório Técnico R1.

2.1.1. Aspectos Geológicos

De acordo com o mapa geológico do Estado de São Paulo (DAEE/UNESP, 1984), **Figura 03**, é possível observar que o município de Caçapava está inserido no contexto geológico dos depósitos sedimentares da Bacia de Taubaté. Sobrepostos a esses sedimentos estão os sedimentos inconsolidados recentes (cenozoicos).

Nos extremos NW e SE do Município ocorrem unidades proterozóicas (superior) compostas por Suítes Graníticas, *sin* e *pós*-tectônicas, e Migmatitos correlacionados às unidades orogênicas da Faixa Ribeira que, no Município, são representados pelos Complexos Embu e Pinhal.

Figura 03 - Mapa Geológico do Município de Caçapava.

Os sedimentos aluvionares com ocorrência em por toda a porção central do município, associados ao Rio Paraíba do Sul (**Figura 03**).

Estes depósitos são constituídos por aluviões, incluindo areias inconsolidadas de granulação variável, argilas e cascalheiras fluviais subordinadas, em depósitos de calha e/ou terraços. São depósitos holocênicos (Quaternário).

O Grupo Taubaté representa o pacote sedimentar que se instalou no “graben” formado a partir do sistema de falhas conjugadas nas bordas NW e SE do município e que se provocou o basculamento de blocos de ampla subsidência da bacia e soerguimento da Serra do Mar e da Serra da Mantiqueira.

Esse grupo possui idade Terciária/Quaternário Inferior e são compostos pelas Formações Caçapava e Tremembé.

A Formação Caçapava possui idade entre o Plioceno-Pleistoceno e é a unidade topo do Grupo Taubaté.

Essa formação é representada por conglomerados, arcóseos, arenitos, siltitos, argilitos e folhelhos formados em condições essencialmente fluviais de canais, planícies de inundação e lagos esparsos.

Apresenta descontinuidade erosiva com a unidade basal (Formação Tremembé).

A Formação Tremembé possui idade de deposição entre o Oligoceno-Mioceno e representa a unidade basal do Grupo Taubaté.

Compõe-se predominantemente de folhelhos, em parte pirobetuminosos, argilitos com intercalações de arenitos conglomeráticos, e arcóseos formados em condições essencialmente lacustrinas. Possuem espessura dominante de até cerca de 20 m, mas em alguns locais pode atingir de 290 a 400 m.

As suítes granitoides datam do proterozóico e são corpos de diversos tamanhos, desde batólitos a pequenos stocks. Segundo Hasui et al. (1978) estas rochas são de origens sin e pós-tectônica. De acordo com Hasui & Carneiro (1980) as rochas granitoides que ocorrem na Região Metropolitana de São Paulo constituem batólitos e bossas que sustentam relevos de topografia elevada, tais como nas Serras da Cantareira, Itaquí, Itapeti e Caucaia, onde ocorrem os mais extensos corpos granitoides. Esse relevo é preservado devido à alta resistência dessas rochas à processos erosivos (Rodrigues, 1998).

O Complexo Pinhal e o Complexo Socorro são as principais áreas granítico-

migmatíticas do Grupo Pinhal, e incluem “granitos formadores de migmatitos”, granitos migmatíticos, granitos normais e vários tipos de metamorfismo regionais, de médio a alto grau de metamorfismo. O conjunto de rochas graníticas inclui diversos tipos equigranulares e porfíroides, bem como diques apolíticos, porfíricos e pegmatíticos.

Dados Rb/Sr indicam o Complexo Pinhal com idades referíveis ao Ciclo Brasileiro, mas com uma evolução complexa e polifásica para o magma granítico (Wernick & Penalva, 1980).

O Complexo Embu ocorre em uma faixa de afloramentos com grande expressividade em área, de direção NE-SW, na RMSP. É constituído por xistos, filitos, migmatitos, gnaisses migmatizados e corpos lenticulares de quartzitos, anfibolitos e rochas calciossilicáticas.

É limitado ao norte pelo sistema de falhas de Taxaquara e Jaguari e ao sul pela falha de Cubatão, representando o embasamento de maior expressão em área nas bacias de São Paulo e de Taubaté.

DNPM/CPRM (1991), baseado em Tassinari et al. (1988), atribuem idades do Proterozoico Superior para essa unidade. A mesma idade é indicada por IPT (1981).

2.1.2. Aspectos Geomorfológicos

O Município de Caçapava, de acordo com a Divisão Geomorfológica de São Paulo realizado pelo IPT (1981), se encontra no domínio geomorfológico do Planalto Atlântico, na transição entre as zonas do Planalto do Paraitinga, Médio Vale do Paraíba, e Serra da Mantiqueira.

A **Figura 04**, apresenta a geomorfologia regional, no Município e em seus entornos, de acordo com o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981).

Do mapa, observa-se que na área do município as unidades de relevo que ocorrem são as Planícies Aluviais (111), Tabuleiros (211), Colinas Pequenas com Espigões Locais (214) e Morrotes Alongados Paralelos (232), Morrotes Paralelos (244) e Montanhas com Vales Profundos (253).

Essas informações são importantes para o contexto de estudos hidrológicos, pois a forma do relevo pode definir a morfometria da bacia e a distribuição da mancha de inundação.

As unidades geomorfológicas estão mais bem caracterizadas a seguir.

Figura 04 - Mapa Geomorfológico do Município de Caçapava.

As Planícies Aluviais estão relacionadas aos depósitos cenozoicos de sedimentos aluviais, que ocorrem na porção central do município. É um tipo de relevo de agradação continental.

São terrenos baixos e mais ou menos planos, junto às margens dos rios, sujeitos periodicamente a inundações.

Os Tabuleiros são um tipo de relevo de degradação, em planaltos dissecados, em que predominam baixas declividades (até 15%) e amplitudes locais inferiores a 100 metros.

São características dessa unidade interflúvios extensos e aplainados, vertentes ravinadas de pequena expressão em área com perfis retilíneos de alta declividade, drenagem de baixa densidade e vales abertos.

As Colinas Pequenas com Espigões Locais, assim como os Tabuleiros, esse é um tipo de relevo de degradação em planaltos dissecados em que predominam as baixas declividades (até 15%), com amplitudes locais inferiores a 100 m.

Predominam interflúvios sem orientação, com área inferior a 1 km², topos aplainados a arredondados, vertentes ravinadas com perfis convexos a retilíneos.

Possuem drenagem de média a baixa densidade, padrão subparalelo à dendrítico, vales fechados, planícies aluviais interiores restritas.

Os Morrotes Alongados Paralelos fazem parte de um tipo de relevo onde predominam declividades médias a altas (acima de 15%), com amplitudes locais inferiores a 100 metros.

Nessa unidade predominam topos arredondados com vertentes com perfis retilíneos à convexos. Possuem drenagem de alta densidade, com padrão paralelo a treliça e vales fechados.

Os Morros Paralelos são um relevo de degradação, em planaltos dissecados onde predominam declividades médias a altas (acima de 15%), com amplitudes locais entre 100 e 300 metros. Ocorrem por quase toda a área do Município de Caçapava.

Nessa unidade predominam topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos a convexos. Drenagem de alta densidade, padrão em treliça a localmente subdendrítica, vales fechados a abertos, planícies aluvionares interiores restritas.

O domínio das Montanhas com Vales Profundos é caracterizado como um tipo de relevo montanhoso, em que predominam declividades médias e altas (acima

de 15%) e amplitudes locais acima de 300 metros.

Possuem topos angulosos a arredondados, vertentes com perfis retilíneos a convexos. São caracterizados por drenagem de alta densidade, padrão dendrítico e vales fechados.

2.1.3. Aspectos Pedológicos

Os solos podem ser entendidos como produtos da ação combinada de cinco fatores: o clima, o relevo, os organismos vivos (inclusive o ser humano), o material de origem e o tempo. A ação conjunta desses fatores é responsável pela grande diversidade de solos na paisagem, tornando-se assim importante o reconhecimento por meio de um sistema de classificação.

A classificação é um procedimento indispensável para a execução do levantamento pedológico, que é básico não só para a pesquisa, mas também no manejo agrícola ou não agrícola das terras.

No Mapeamento Pedológico do Estado de São Paulo (Oliveira et al., 1999), os solos do município de Caçapava foram identificados e classificados de acordo com o **Quadro 01** e com a **Figura 05**.

Quadro 01 - Descrição das Associações Pedológicas que Ocorrem no Município de Caçapava.

Solo Predominante	Associação Pedológica	Descrição
LVA	LVA-1	Latossolos Vermelhos-Amarelos distróficos A moderado textura argilosa relevo forte ondulado.
	LVA-23	Latossolos Vermelhos-Amarelos distróficos relevo montanhoso e forte ondulado + Cambissolos Háplicos Tb distróficos relevo montanhoso ambos A moderado textura argilosa.
	LVA-40	Latossolos Vermelhos-Amarelos distróficos relevo suave ondulado e plano + Argissolos Vermelhos-Amarelos distróficos latossólicos relevo suave ondulado ambos A moderado textura argilosa.
PVA	PVA-66	Argissolos Vermelhos-Amarelos distróficos + Argissolos Vermelhos eutróficos ambos A moderado textura médio-argilosa relevo forte ondulado e montanhoso.
GM	GM	Gleissolos Melânicos distróficos Tb textura argilosa + Neossolos Flúvicos Tb textura média + Organossolos distróficos todos relevo de várzea.

Figura 05 - Mapa Pedológico do Município de Caçapava.

Dentre essas unidades ocorrem diversas subdivisões (com exceção dos Gleissolos Melânicos), mas no Município de Caçapava ocorrem apenas as associações LVA-1, LVA-23, LVA-40, PVA-66 e GM, de acordo com o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (**Figura 05**), que estão caracterizadas abaixo (**Quadro 02**).

Os Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA) são identificados em extensas áreas dispersas em todo o território nacional associados aos relevos, plano, suave ondulado ou ondulado. Ocorrem em ambientes bem drenados, sendo muito profundos e uniformes em características de cor, textura e estrutura em profundidade.

São muito utilizados para agropecuária apresentando limitações de ordem química em profundidade ao desenvolvimento do sistema radicular se forem álicos, distróficos ou ácricos. Em condições naturais, os teores de fósforo são baixos, sendo indicada a adubação fostatada. Outra limitação ao uso desta classe de solo é a baixa quantidade de água disponível às plantas.

Os Latossolos Vermelho-Amarelos podem ser classificados no terceiro nível categórico do SiBCS como demonstrado no **Quadro 02**, onde são relacionadas as características das classes de solo e as implicações para uso e manejo.

Quadro 02 - Terceiro Nível de Classificação dos Latossolos Vermelho-Amarelos.

Terceiro Nível	Características
Acriférricos	Altos teores de ferro; baixos teores de nutrientes nos solos indicando a necessidade de adubação e correção da acidez para o uso agrícola.
Ácricos	Pobreza nutricional, sendo necessário adubação e correção da acidez para o uso agrícola.
Alumínicos	Teores muito elevados de alumínio no solo afetando significativamente o desenvolvimento de raízes; atividade de argila menor do que 20 cmolc/kg de argila.
Distroférricos	Solos de baixa fertilidade e altos teores de ferro nos horizontes subsuperficiais.
Distróficos	Solos de baixa fertilidade.
Eutróficos	Solos de alta fertilidade.

O relevo plano ou suavemente ondulado permite a mecanização agrícola. Por serem profundos e porosos ou muito porosos, apresentam condições adequadas para um bom desenvolvimento radicular em profundidade, sendo ampliadas estas condições se em solos eutróficos (de alta fertilidade).

A classe dos Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA) está presente em todo o território nacional, do Amapá ao Rio Grande do Sul, constituindo a classe de solo

das mais extensas no Brasil, ao lado dos Latossolos. Ocorrem em áreas de relevos mais acidentados e dissecados do que os relevos nas áreas de ocorrência dos Latossolos.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos podem ser classificados no terceiro nível categórico do SiBCS como demonstrado na **Quadro 03**, onde são relacionadas as características destas classes de solo e as implicações para uso e manejo.

Quadro 03 - Terceiro Nível de Classificação dos Argissolos Vermelho-Amarelos.

Terceiro Nível	Características
Alíticos	Solos de baixa fertilidade; Teores muito elevados de alumínio no solo afetando significativamente o desenvolvimento de raízes; atividade de argila igual ou maior do que 20 cmolc/kg de argila.
Alumínicos	Teores muito elevados de alumínio no solo afetando significativamente o desenvolvimento de raízes; atividade de argila menor do que 20 cmolc/kg de argila.
Ta Distróficos	Solos com argila de alta atividade e de baixa fertilidade.
Distróficos	Solos de baixa fertilidade.
Eutróficos	Solos de alta fertilidade.

Os Gleissolos (G) são solos minerais, hidromórficos, desenvolvidos de sedimentos recentes não consolidados, de constituição argilosa, argilo-arenosa e arenosa, do período do Holoceno.

Podem ocorrer com algum acúmulo de matéria orgânica, porém, com o horizonte glei iniciando dentro de 50 cm da superfície, ou entre 50 e 125 cm, desde que precedido por horizontes com presença de mosqueados abundantes e cores de redução.

Compreende solos mal a muito mal drenados e que possuam características resultantes da influência do excesso de umidade permanente ou temporário, devido a presença do lençol freático próximo à superfície, durante um determinado período do ano. Apresentam um horizonte subsuperficial de coloração acinzentada, cinzenta, com mosqueados amarelados ou avermelhados, oriundos da oxidação do ferro na matriz do solo, em consequência dos fenômenos de oxi-redução.

São solos bastante diversificados em suas características físicas, químicas e morfológicas, devido às circunstâncias em que são formados, de aporte de sedimentos e sob condição hidromórfica. Podem ser eutróficos, distróficos, com argilas de atividade alta ou baixa, acidez moderada a forte. De um modo geral, apresentam sequência de horizontes A ou Ag, Cg; A, Big, Cg; A, Btg, Cg; H (menor

que 40 cm), Cg. O horizonte A comumente é do tipo moderado ou proeminente (EMBRAPA, *op. cit.*).

Os Gleissolos Melânicos (GM) apresentam horizonte A escuro relativamente espesso e, logo abaixo, uma camada de cor acinzentada com ou sem mosqueado ou variegado.

Anteriormente, eram conhecidos como Gleis Húmicos.

O teor de matéria orgânica é relativamente alto e, em consequência, a capacidade de troca de cátions é alta. Se for eutrófico, haverá condições bastante favoráveis para o desenvolvimento radicular em profundidade.

Mas se for álico ou distrófico, haverá limitação em subsuperfície quanto ao desenvolvimento do sistema radicular. Apresentam baixo teor de fósforo natural.

Ocorrem em relevo plano de várzea e devido ao nível elevado do lençol freático, há necessidade de se fazer a drenagem do solo.

Os Gleissolos Melânicos podem ser classificados no terceiro nível do SiBCS como demonstrado na **Quadro 04**, onde são relacionadas suas características e as implicações para uso e manejo.

Quadro 04 - Terceiro Nível de Classificação dos Gleissolos Melânicos.

Terceiro Nível	Características
Carbonáticos	Presença de carbonato de cálcio sem que este afete o desenvolvimento da maioria das plantas.
Alíticos	Solos de baixa fertilidade; Teores muito elevados de alumínio no solo afetando significativamente o desenvolvimento de raízes; atividade de argila igual ou maior do que 20 cmolc/kg de argila.
Alumínicos	Teores muito elevados de alumínio no solo afetando significativamente o desenvolvimento de raízes; atividade de argila menor do que 20 cmolc/kg de argila.
Ta Distróficos	Solos com argila de alta atividade e de baixa fertilidade.
Ta Eutróficos	Solos com argila de alta atividade e de alta fertilidade.
Tb Distróficos	Solos com argila de baixa atividade e de baixa fertilidade.
Tb Eutróficos	Solos com argila de baixa atividade e de alta fertilidade.

2.1.4. Mapa Base Digital

A Elaboração da Base Cartográfica Planialtimétrica e Hidrográfica do município de Caçapava foi desenvolvida sobre base existente do mapeamento sistemático do Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo - IGC de 1978 que faz parte do Projeto de Mapeamento do Macro Eixo-Paulista na Escala 1:10.000 chegando ao resultado ilustrado na **Figura 06**.



**PLANO DIRETOR DE MACRODRENAGEM
DO
MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA**



**Figura 06 - Mapa Base Desenvolvido Sobre Base Existente na Escala 1:10.000
do IGC de 1978.**

2.1.6. Mapa de Declividades

Conforme mencionado anteriormente, um dos principais elementos do meio físico estudado durante o monitoramento em pauta é a capacidade de escoamento das águas superficiais sobre o terreno. Essa característica é associada diretamente às formas e declividades do relevo, assim foi confeccionado um Mapa de Declividades do Município de Caçapava, **RE-DE-CPV-002 - Anexo II**, do Relatório R1 e **Figura 07** do presente plano, abrangendo todo o território da Área de Estudo.

A confecção desse mapa foi possível por meio do desenvolvimento da Base Cartográfica Planialtimétrica e Hidrográfica digital, que foi elaborada a partir da topografia na escala 1:50.000 contida nas Folhas Topográficas do IBGE de Tremembé, Taubaté, São José dos Campos e Monteiro Lobato.

A partir desta Base Planialtimétrica digital, com curvas de nível equidistantes de 20 m, os dados do arquivo digital foram exportados para o Sistema de Informação Geográfica - SIG *Arcinfo*, versão para o ambiente *Windows*, onde foi gerado o Modelo Digital de Elevação do Terreno e, posteriormente delimitadas as Classes de Declive que foram assim identificadas conforme apresentado no **Quadro 05** e no **Gráfico 01**.

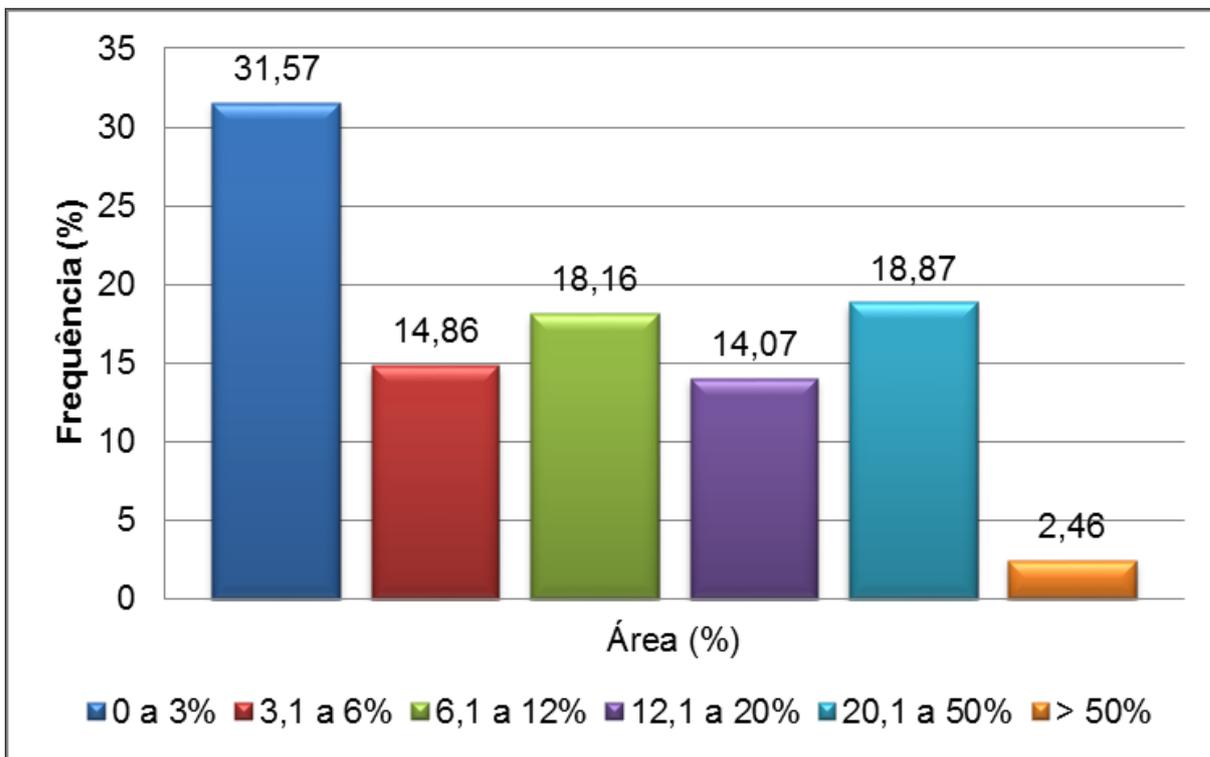
Definidas as classes de declives a serem individualizadas no estudo, partiu-se para confecção final do Mapa de Declividades, o qual é apresentado em escala 1:50.000, **RE-DE-CPV-002 - Anexo II**, deste Relatório e ilustrada na **Figura 07**, que apresenta o mesmo em escala reduzida, de modo a facilitar o acompanhamento das caracterizações que se seguem.

Quadro 05 - Área (em km² e %) Ocupado por cada Classe de Declividade que Predominam nas Terras do Município de Caçapava.

Classe de Declividade	Área (km ²)	Área (%)
0 a 3%	116,73	31,57
3,1 a 6%	54,97	14,86
6,1 a 12%	67,14	18,16
12,1 a 20%	52,05	14,07
20,1 a 50%	69,80	18,87
> 50%	9,11	2,46
Total	369,80	100,00

Fonte: TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP, (2015).

Gráfico 01 - Distribuição das Classes de Declividades do Município de Caçapava.



Fonte: TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP, (2015).

Essa distribuição sintetizada no **Quadro 05**, onde são apresentadas as frequências de ocorrência em termos de área em quilômetros quadrados e a respectiva porcentagem em relação ao território municipal é detalhada a seguir.

- **Classe A (entre 0 e 3%) predomina em 116,73 km² (31,57% das terras do Município de Caçapava)**

Compreende áreas planas ou quase planas, onde o escoamento superficial (deflúvio) é lento ou muito lento. Essa classe não oferece dificuldade ao uso de máquinas agrícolas.

A erosão hídrica não é significativa, exceto em vertentes muito longas e com solos altamente suscetíveis à erosão.

- **Classe B (entre 3,1 a 6 %) predomina em 54,97 km² (14,86 % das terras do Município de Caçapava)**

Os terrenos dessa classe têm declives suaves, onde geralmente o deflúvio é lento ou médio.

Nessa classe o trabalho mecanizado usual é de fácil operação. Geralmente práticas simples de conservação do solo são suficientes (cultivo em nível ou plantio

direto), exceto em solos erodíveis (arenosos) com comprimento de rampa muito longo.

- **Classe C (entre 6,1 e 12 %) predomina em 67,14 km² (18,16 % das terras do Município de Caçapava)**

A classe C engloba terrenos inclinados em relevo geralmente ondulado. O deflúvio é médio ou rápido. O declive normalmente não prejudica o uso de máquinas agrícolas. Em alguns casos, a erosão hídrica pode ser controlada com práticas simples. Porém, normalmente são necessárias práticas complexas de conservação do solo (terraceamento, plantio direto), para que seja cultivado intensamente.

- **Classe D (entre 12,1 e 20%) predomina em 52,05 km² (14,07 % das terras do Município de Caçapava)**

A classe D compreende terrenos inclinados em relevo ondulado. Geralmente o escoamento superficial é rápido para a grande maioria dos solos. O uso de máquinas agrícolas é parcialmente prejudicado. A erosão hídrica compromete o cultivo intenso.

- **Classe E (entre 20,1% e 50 %) predomina em 69,80 km² (18,87 % das terras do Município de Caçapava)**

A classe E constitui terrenos muito inclinados a fortemente inclinados, onde o escoamento superficial é muito rápido. Nessa classe, a grande maioria dos solos, é extremamente suscetível à erosão, e os terrenos devem ser utilizados somente para cultivos perenes, pastagens e, principalmente, reflorestamentos.

- **Classe F (> 50 %) predomina em 9,11 km² (2,46 % das terras do Município de Caçapava)**

Áreas destinadas exclusivamente à conservação de topo de morro, encostas e demais casos previstos Código Florestal.

A partir da análise do Mapa de Declividades do Município de Caçapava é possível notar que as classes de declive estabelecidas durante o estudo apresentam distribuição relativamente equilibrada com exceção da (Classe A) que atinge 31,57 %. A variação observada entre as frequências das classes vai de 31,57 % (Classe A), 14,86 % (Classe B), 18,16 % (Classe C), 14,07 % (Classe D) e 18,87 % (Classe E) e

2,46 % (Classe F).

A **Figura 07** a seguir apresenta as classes de declividade de todo o território do município de Caçapava.

Figura 07 - Mapa de Declividade do Município de Caçapava.

2.1.8. Uso e Ocupação do Solo

A caracterização do uso e ocupação considera o conhecimento da utilização das terras pelo homem e a presença de vegetação natural, alterada ou não.

A metodologia adotada para a elaboração do Mapa de Uso e Ocupação do Solo consistiu na aquisição, processamento e interpretação visual de imagem, digital ETM+ (Enhanced Thematic Mapper) do satélite Landsat-5 TM, com posterior conferência em campo do mapa elaborado e refinamento das descrições.

Posteriormente, a imagem foi transferida para o programa Spring, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (CÂMARA et al. 1996), juntamente com a base cartográfica, para a elaboração do Mapa de Uso e Ocupação das Terras do Município de Caçapava, que é apresentado na escala 1:50.000 no **RE-DE-CPV-003 - Anexo II**, do Relatório R1 e ilustrado na **Figura 08** do presente relatório.

A identificação das categorias de uso e ocupação existentes do Município de Caçapava foi realizada a partir da interpretação da imagem de satélite e de observações de campo, as quais consistiram na verificação da interpretação preliminar da imagem de satélite na escala 1:50.000, com detalhamento das descrições realizadas. Cabe ressaltar que a metodologia utilizada, foi adotada por estar completamente condizente com o escopo dos trabalhos propostos, porém há uma limitação no que tange à delimitação fiel das manchas de uso e consequentemente do cálculo preciso da área ocupada por cada uma delas e sua relação estatística com a área total do município. Para uma delimitação com maiores detalhes, seriam necessários maiores levantamentos de campo com o fechamento georreferenciado de cada tipologia de uso ao longo do Município, atividade esta que não consta do atual escopo e, se desejada futuramente, deverá ser objeto de estudo e contrato específico. Neste contexto, a identificação de cada categoria ou tipologia de uso para fins deste trabalho foi elaborada considerando sua resposta espectral imageada.

Este método utiliza como parâmetros de individualização a tonalidade, a textura fotográfica, o porte da vegetação (presença de sombra lateral) e outros aspectos associados, tais como a presença de carreadores, estrutura e a forma das glebas, limites e outras evidências que fazem convergir para a melhor definição de

cada categoria de uso e ocupação. Porém, entre a época da tomada das imagens e o levantamento de campo podem ter ocorrido mudanças nas categorias de uso e ocupação, principalmente em relação às áreas preparadas para plantio ou em pousio. A escala de mapeamento é compatível com os propósitos do projeto e da resolução da imagem, mas não permite contemplar toda a diversidade existente como pequenas propriedade ou glebas. Na seqüência dos trabalhos, elaborou-se uma legenda com 12 (doze) categorias de uso e ocupação, as quais são referenciadas às suas respectivas áreas no **Quadro 06**. A conceituação das categorias de uso e ocupação das terras, apresentadas a seguir, reproduz parcialmente trabalhos anteriores sobre o assunto, como IPT (1987). As definições foram originalmente extraídas de SERRA FILHO et al. (1974) e CHIARINI et al. (1976).

Quadro 06 - Grupos e Categorias de Uso e Ocupação o Solo e suas Respectivas Áreas.

Classe de Uso	Área (km²)	Área (%)
Corpos D'Água	3,51	0,95%
Área Urbana	12,86	3,48%
Campo Antrópico	241,96	65,43%
Campos Úmidos	0,78	0,21%
Cultura Anual	0,59	0,16%
Cultura Perene	1,00	0,27%
Culturas Semi-Perenes	0,48	0,13%
Industrial	0,46	0,13%
Mata	77,89	21,06%
Mata Ciliar	6,56	1,77%
Mineração	2,97	0,80%
Reflorestamento	20,75	5,61%
Total	369,80	100,00%

Fonte: TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP, (2015).

Dessa forma a seguir, são descritas as categorias de uso e ocupação das terras predominantes no Município de Caçapava, agrupadas segundo o porte da vegetação.

Corpos d'água

Os espelhos d'água observáveis na escala de mapeamento, que representam 0,95 %, são os reservatórios e os cursos d'água de maior ordem.

Área Urbana

Esta categoria ocupa 3,48 % da área total do município, representa a mancha de ocupação urbana do município de Caçapava.

Mata Ciliar

Correspondem à toda vegetação arbórea e arbustiva localizada às margens dos corpos d'água, cuja função natural, como o próprio nome sugere é a de proteger os recursos hídricos. Essas matas cumprem ainda a função de habitat ou proteção aos animais em momentos de dessedentação ou passagem. Representa 1,77 % da total do município

Matas

Nesse grupo estão incluídos a vegetação nativa de porte arbóreo, as capoeiras e as maciços florestais, descritas individualmente a seguir.

Durante a classificação digital da imagem e, posteriormente durante os levantamentos de campo foi observado que no Município de Caçapava ocorrem inúmeras manchas de vegetação nativa em estágio de regeneração natural, apresentando diversos portes e estágios sucessionais, porém, a todo este tipo de cobertura vegetal, incluindo-se aqui as matas ciliares enquadraram-se na categoria "Mata", que corresponde ao segundo maior tipo de uso em termos de frequência no município. Como resultado da classificação digital da imagem de satélite, portanto recente, as manchas identificadas como "Mata" representaram 21,06 % da área do Município.

Campo Antrópico

Abrange as pastagens artificiais ou plantios de forrageiras para pastoreio, em diversos níveis de tecnificação e manejo, além das pastagens de vegetação espontânea que sobrevivem aos desmatamentos, podendo ou não ser melhoradas com espécies de gramíneas exóticas. Por vezes, podem ser caracterizadas como campo antrópico. A ocorrência desta categoria de uso também se mostrou bastante abrangente no município, podendo ser observada em todos os seus quadrantes associadas aos demais tipos de uso.

Como resultado da classificação digital, as manchas identificadas como

“Campo Antrópico” representaram 65,43 % da área do Município.

Campos Úmidos

Os campos úmidos são formações essencialmente herbáceo-subarbustivas que ocorrem em terrenos úmidos ou alagadiços em regiões savânicas. Podem ser encontrados formando estreitas faixas de transição entre o cerrado (sensu lato) e as florestas ribeirinhas, ao longo de cursos d'água permanentes ou temporários, ocupando amplas planícies de declive suave ou associados a áreas de nascentes. Como resultado da classificação digital, as manchas identificadas como “Campo Antrópico” representaram 0,21 % da área do Município.

Indústria e Mineração

Esta categoria de uso, engloba as terras onde ocorre a exploração econômica de minérios. Como resultado da classificação digital, as manchas identificadas como “Indústria e Mineração” representaram 0,93 % da área do Município.

Culturas Anuais, Perenes e Semi-Perenes

O termo perene designa algo permanente ou que dura muito anos. Desse modo, a cultura perene é a cultura que após ser plantada e concluir um ciclo produtivo, não há necessidade de se replantar. Este tipo de cultura representa 0,27 % da área do município. As culturas semi-perenes são aquelas em que uma mesma planta é capaz de gerar vários ciclos produtivos, e representam uma área de 0,13 % na área total do município. As culturas anuais são aquelas que após o ciclo produtivo devem ser replantadas para nova colheita. Representam uma área 0,16 % do total do município

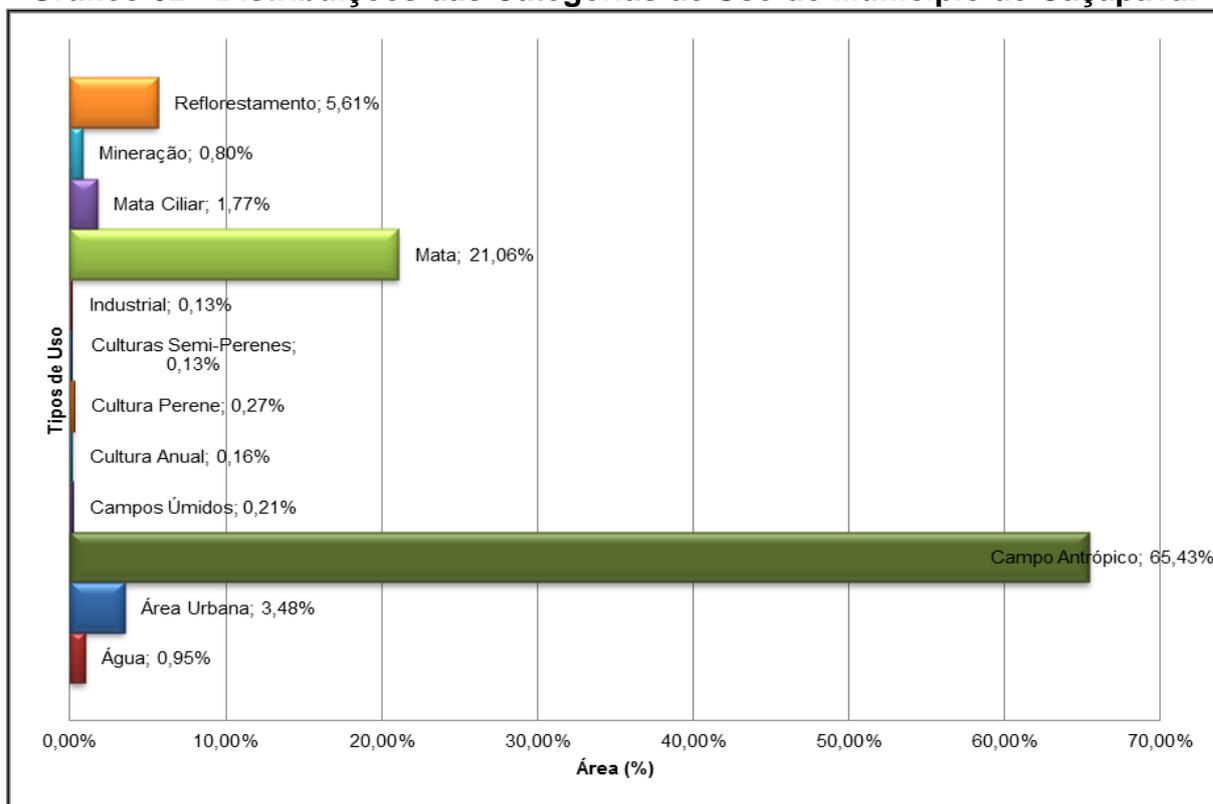
Reflorestamento

Esta categoria de uso que representa cerca, de 5,61 % da área total do município, e engloba as terras onde ocorre o reflorestamento com espécies arbóreas nativas ou exóticas como pinus e eucaliptos, visando a exploração econômica da madeira.

Quanto a distribuição, o Mapa de Uso e Ocupação das Terras do Município

de Caçapava mostra que todas as categorias de uso podem ocorrer em todos os seus quadrantes geográficos, observando-se o predomínio de áreas, a categoria de uso Campo Antrópico está distribuída em 241,96 km², seguida das áreas de Matas que ocupam 84,45 km², Reflorestamento que ocupam 20,75 km², Área Urbana que ocupam 12,86 km², Campos Úmidos e Corpos D'água 4,28 km², Mineração e Industria que ocupam 3,43 km², e por ultimo Culturas que ocupam 2,07 km², conforme pode ser observado a seguir no **Gráfico 02** de barras.

Gráfico 02 - Distribuições das Categorias de Uso do Município de Caçapava.



Fonte: TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP, (2015).



**PLANO DIRETOR DE MACRODRENAGEM
DO
MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA**



Figura 08 - Mapa de Uso e Ocupação das Terras do Município de Caçapava, a partir de Imagens Landsat-5/TM e CBERS-2/CCD, Cenas de 2013.

2.1.10. Hidrografia

O município de Caçapava é dividido em duas porções pelo Rio Paraíba do Sul. No presente Plano, são denominadas de porção norte (margem esquerda) e porção sul (margem direita).

Na porção norte contempla as Sub-bacias:

1. Ribeirão Cabuçu;
2. Ribeirão Iriguaçu;
3. Ribeirão Taperuçu; e
4. Ribeirão Pitangueiras.

Na porção sul, temos as Sub-bacias do:

5. Ribeirão Dois Córregos;
6. Ribeirão Olho D'água;
7. Córrego dos Leões;
8. Ribeirão do Manuel Lito;
9. Ribeirão dos Mudos;
10. Ribeirão Guaçaira; e
11. Ribeirão Caçapava Velha.

Em cima da Base Cartográfica Planialtimétrica e Hidrográfica, foi elaborado o Mapa das Principais Sub-Bacias Hidrográficas do Município de Caçapava, que estão apresentadas no **RE-DE-CPV-004 - Anexo II**, do Relatório R1, e representado na **Figura 09 e Figura 10** do presente trabalho, para avaliação da disponibilidade hídrica e estudos da morfometria de cada bacia estuda.



**PLANO DIRETOR DE MACRODRENAGEM
DO
MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA**



Figura 09 - Mapa de Bacias Hidrográficas do Município de Caçapava.

O **Quadro 07** relaciona as bacias e apresenta as características morfométricas de cada.

Quadro 07 - Caracterização Morfométrica das Microbacias.

Microbacia	Área Total (km ²)	Extensão do Talvegue Principal	Somatória das Extensões dos Talvegues (km)	Densidade de Drenagem (km/km ²)	Extensão do Percorso Superficial	Índice de Sinuosidade	Fator de Forma	Índice de Compacidade	Coefficiente de Manutenção
Ribeirão Cabuçu ¹	43,12	25,25	138,19	3,20	1,60	2,10	3,41	1,45	312,02
Ribeirão Iriguaçu	39,92	14,05	126,00	3,16	1,58	1,19	1,97	1,57	316,81
Ribeirão Taperuçu	21,29	11,71	63,23	2,97	1,48	1,26	2,25	1,60	336,73
Ribeirão das Pitangueiras	13,41	6,53	38,85	2,90	1,45	1,28	1,58	1,25	345,14
Ribeirão Dois Córregos	27,74	11,24	48,18	1,74	0,87	1,54	1,89	1,17	575,76
Ribeirão Olho da Água	20,19	15,96	38,33	1,90	0,95	1,44	3,15	1,76	526,68
Córrego dos Leões	4,28	4,8	6,65	1,55	0,78	1,18	2,06	1,61	643,61
Ribeirão Manoel Lito	16,53	9,22	25,02	1,51	0,76	1,08	2,01	1,48	660,77
Ribeirão dos Mudos	49,53	15,27	125,48	2,53	1,27	1,10	1,92	1,48	394,72
Ribeirão Guaçaira	29,27	18,91	71,31	2,44	1,22	1,28	3,10	1,90	410,48
Ribeirão Caçapava Velha	33,34	16,64	70,45	2,11	1,06	1,21	2,55	1,74	473,26

(¹) A bacia do Ribeirão Cabuçu possui 3,67 km² de sua área no município de São José dos Campos.

A caracterização morfométrica e a interpretação ambiental dos resultados obtidos são apresentadas no Item 4.1 do Relatório Técnico R6, R7 e R8.

Figura 10 - Mapa das Bacias Hidrográficas Município de Caçapava.

2.1.11. Aspectos Climáticos e Hidrológicos

O dimensionamento de obras hidráulicas em geral, tais como: galerias de águas pluviais, canalizações de córregos, calhas de escoamento, bueiros, canais de irrigação e drenagem, vertedores de barragens, requer, na maioria das vezes, o conhecimento das características das precipitações intensas de curta duração.

Para os córregos situados nas zonas urbanas, a previsão de descargas de cheias baseada em medições diretas não é recomendável, em função dos extravasamentos e represamentos muitas vezes verificados. Igualmente, observa-se que a execução de projetos de canalização de cursos d'água, assim como o processo de urbanização, proporcionam descargas completamente diferentes das anteriormente observadas, tornando pouco significativas as enchentes já ocorridas para as previsões futuras.

Na realidade, não existem medições de vazões nos cursos d'água, o que torna imprescindível, para o dimensionamento das obras hidráulicas, o conhecimento das precipitações intensas.

Em 1999, foi publicado o trabalho “Equações de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo” realizado sob os auspícios do “Convênio DAEE-USP”, onde foram determinadas as equações de chuvas intensas para 30 postos pluviográficos do Estado de São Paulo.

Considerando-se as equações elaboradas por outras entidades e autores, foram identificados, até 2012, a existência de equações para 52 postos pluviográficos, situados em 43 municípios.

Entretanto, analisando-se a questão, constatou-se que as equações existentes, até então, ainda não cobriam satisfatoriamente todo o Estado de São Paulo, havendo regiões para as quais elas não foram elaboradas. Verificou-se também a necessidade de elaborar novas equações para os casos em que a série histórica utilizada tinha extensão inferior a 20 anos. Sendo assim em 2013, o município de Caçapava teve sua equação de chuva com elaboração conforme apresentado:

Precipitações intensas para Caçapava, Martinez e Magni (2013)

Nome da estação/ Entidade: Santa Luzia - E2-001/ DAEE

Coordenadas geográficas: Lat. 23°08' S; Long. 45° 45' W

Altitude: 550 m

Duração da estação: 1959-1999

Período de dados utilizados: 1969-1984, 1992-1995, 1997, 1999 (21 anos).

$$i_{t,T} = 43,3719 * (t + 20)^{-0,94535} + 31,8078 * (t + 50)^{-1,07604} * \{- 0,4923 - 0,9357 \ln \ln [T/(T - 1)]\}$$

para $10 \leq t \leq 1440$

Onde:

i = intensidade da chuva, para a duração t e período de retorno T, em mm/min;

t = duração da chuva em minutos; e

T = período de retorno em anos.

Os **Quadros 08 e 09** apresentam a previsão de máximas de chuvas, previsão de máximas alturas respectivamente os **Gráfico 03 e 04** apresentam as curvas I-D-F em função da duração e as curvas I-D-F em função do período respectivamente.

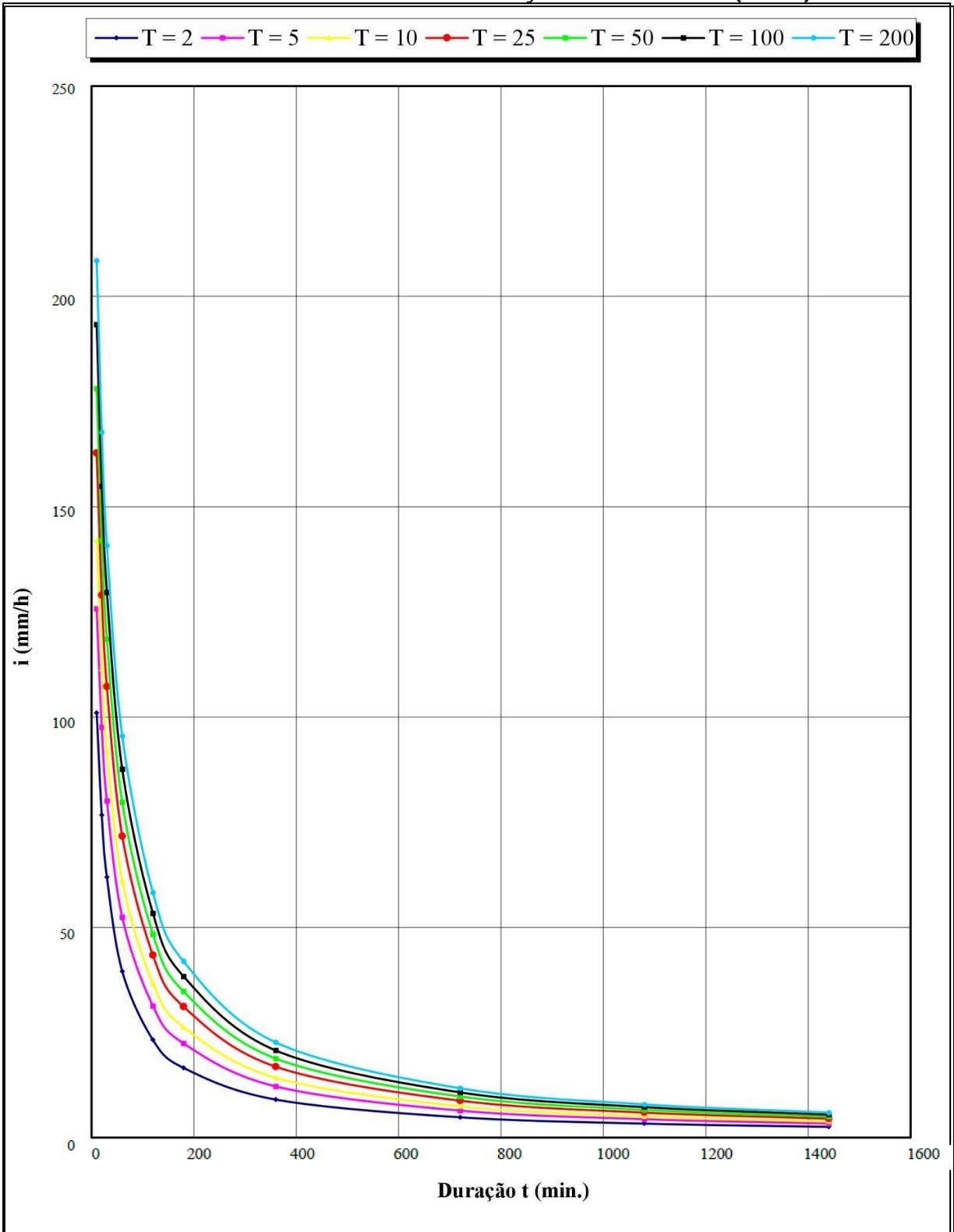
Quadro 08 - Previsão de Máximas Intensidades de Chuvas, em mm/h.

Duração t (minutos)	Período de Retorno T (anos)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	101,00	125,70	142,10	151,30	157,70	162,70	178,10	193,30	208,40
20	76,60	97,60	111,40	119,30	124,70	128,90	141,90	154,80	167,70
30	61,90	80,00	92,00	98,80	103,50	107,20	118,50	129,60	140,70
60	39,50	52,40	60,90	65,70	69,10	71,70	79,70	87,60	95,50
120	23,20	31,30	36,60	39,60	41,70	43,30	48,30	53,30	58,30
180	16,60	22,40	26,20	28,40	29,90	31,10	34,70	38,30	41,90
360	9,00	12,20	14,20	15,40	16,20	16,80	18,80	20,70	22,60
720	4,80	6,40	7,50	8,10	8,50	8,80	9,80	10,70	11,70
1.080	3,30	4,40	5,10	5,50	5,70	5,90	6,60	7,20	7,90
1.440	2,50	3,30	3,80	4,10	4,30	4,50	5,00	5,50	5,90

Quadro 09 - Previsão de Máximas Alturas de Chuvas, em mm.

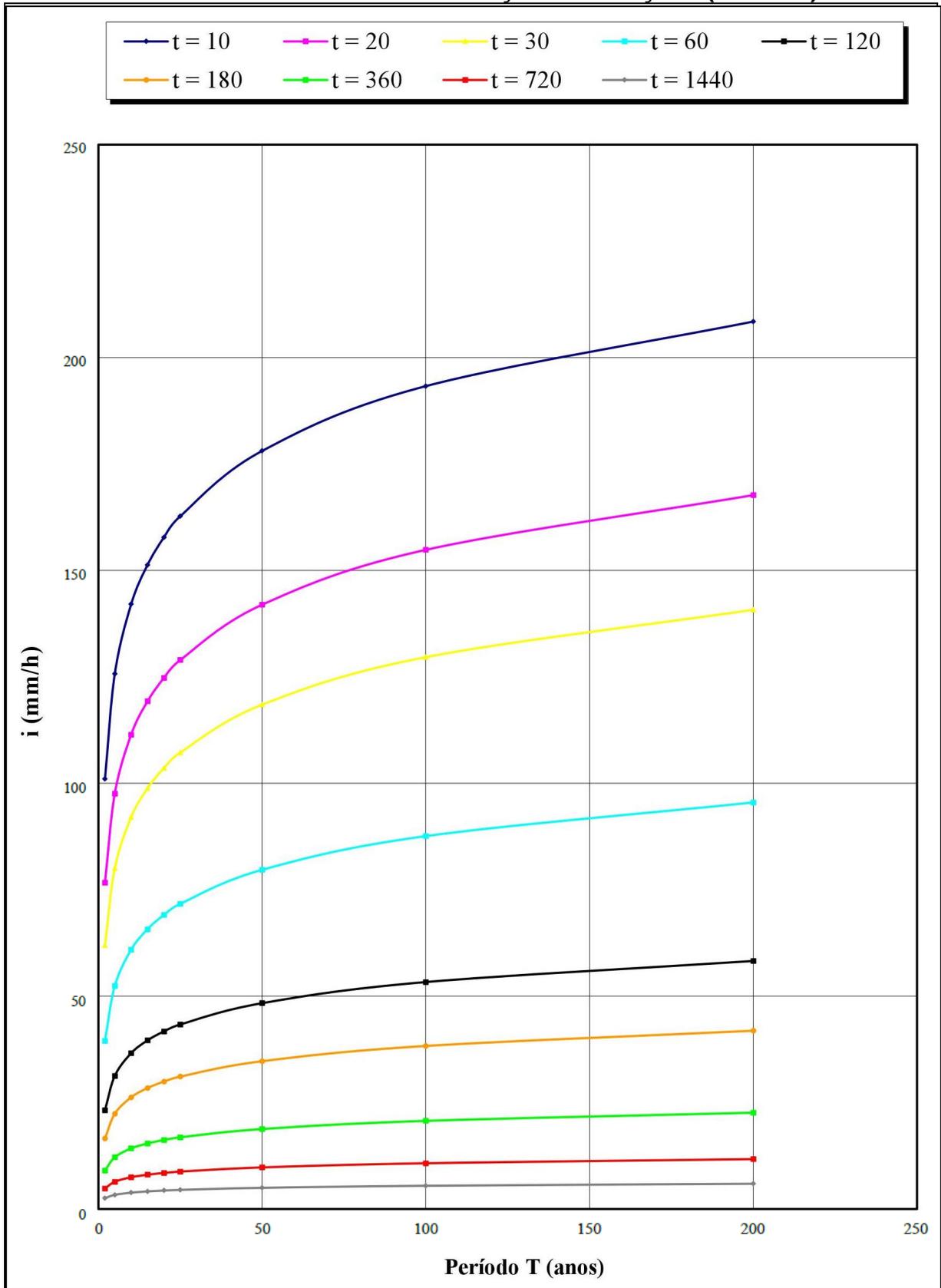
Duração t (minutos)	Período de Retorno T (anos)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	16,80	20,90	23,70	25,20	26,30	27,10	29,70	32,20	34,70
20	25,50	32,50	37,10	39,80	41,60	43,00	47,30	51,60	55,90
30	30,90	40,00	46,00	49,40	51,80	53,60	59,20	64,80	70,40
60	39,50	52,40	60,90	65,70	69,10	71,70	79,70	87,60	95,50
120	46,40	62,50	73,20	79,20	83,40	86,70	96,70	106,60	116,50
180	49,70	67,10	78,70	85,20	89,80	93,30	104,10	114,90	125,60
360	54,20	73,00	85,40	92,40	97,30	101,00	112,70	124,20	135,70
720	57,90	76,90	89,50	96,60	101,60	105,40	117,20	128,90	140,60
1.080	59,80	78,70	91,20	98,20	103,20	107,00	118,70	130,30	141,90
1.440	61,10	79,80	92,20	99,10	104,00	107,80	119,40	130,90	142,40

Gráfico 03 - Curvas I-D-F em Função do Período T (Anos).



Fonte: Manual DAEE - Precipitações Intensas no Estado de São Paulo, (2016).

Gráfico 04 - Curvas I-D-F em Função da Duração t (minutos).

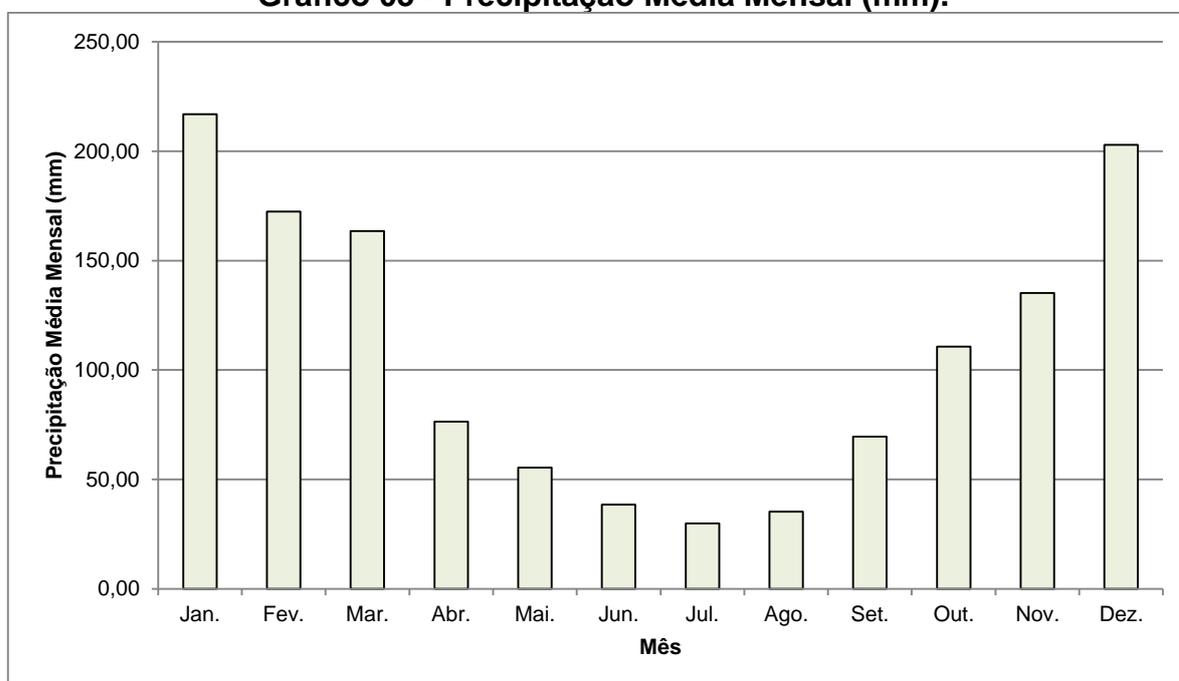


Fonte: Manual DAEE - Precipitações Intensas no Estado de São Paulo, (2016).

Quanto ao clima, segundo o Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura - CEPAGRI (www.cpa.unicamp.br), a região é caracterizada por temperatura média anual de 21,5°C, oscilando entre mínima média de 15,1°C e máxima média de 27,9°C. A precipitação anual de Caçapava é de 1.306,9 mm, onde no mês de janeiro ocorre uma precipitação mensal máxima de 216,90 mm e no mês de julho a mínima é de 29,90 mm.

O **Gráfico 05** a seguir possibilita uma análise temporal das características das chuvas, apresentando a distribuição das mesmas ao longo do ano, bem como os períodos de maior e menor ocorrência.

Gráfico 05 - Precipitação Média Mensal (mm).



Fonte: CEPAGRI, (2015).

2.2. Dados Socioeconômicos

O levantamento de dados socioeconômicos constituiu-se na inclusão de indicadores de desenvolvimento e aspectos populacionais. Dessa forma, as informações foram estruturadas de maneira a possibilitar a estratificação, as projeções e a identificação de setores censitários.

2.2.1. Demografia

Segundo o último Censo Demográfico do IBGE de 2010 a população residente é de 84.752, sendo desse total, 41.996 homens e 42.756 mulheres.

Entre 2000 e 2010, a população de Caçapava cresceu a uma taxa média anual de 1,08%, enquanto no Brasil foi de 1,17%, no mesmo período. Nesta década, a taxa de urbanização do município passou de 87,67% para 85,56%.

Entre 1991 e 2000, a população do município cresceu a uma taxa média anual de 1,59%. Na UF, esta taxa foi de 1,78%, enquanto no Brasil foi de 1,63%, no mesmo período. Na década, a taxa de urbanização do município passou de 88,28% para 87,67%.

Quadro 10 - Dados da Evolução Populacional dos Censos Demográficos 1991, 2000 e 2010 do Município de Caçapava.

População	População (1991)	População (2000)	População (2010)
População total	66.058	76.130	84.752
Homens	33.213	37.797	41.996
Mulheres	32.845	38.333	42.756
Urbana	58.316	66.741	72.517
Rural	7.742	9.389	12.235

Fonte: IBGE: Censo Demográfico 1991, Censo Demográfico 2000 e Censo Demográfico 2010;

Entre 2000 e 2010, o percentual da população de menos de 15 anos e da população de 65 anos e mais (população dependente) em relação à população de 15 a 64 anos (população potencialmente ativa) no município passou de 48,02% para 41,92% e a taxa de envelhecimento (razão entre a população de 65 anos ou mais de idade em relação à população total), de 5,47% para 7,64%. Já na UF, a razão de dependência passou de 54,94% em 2000 para 45,92% em 2010; enquanto a taxa de envelhecimento passou de 5,83% para 7,36%, respectivamente.

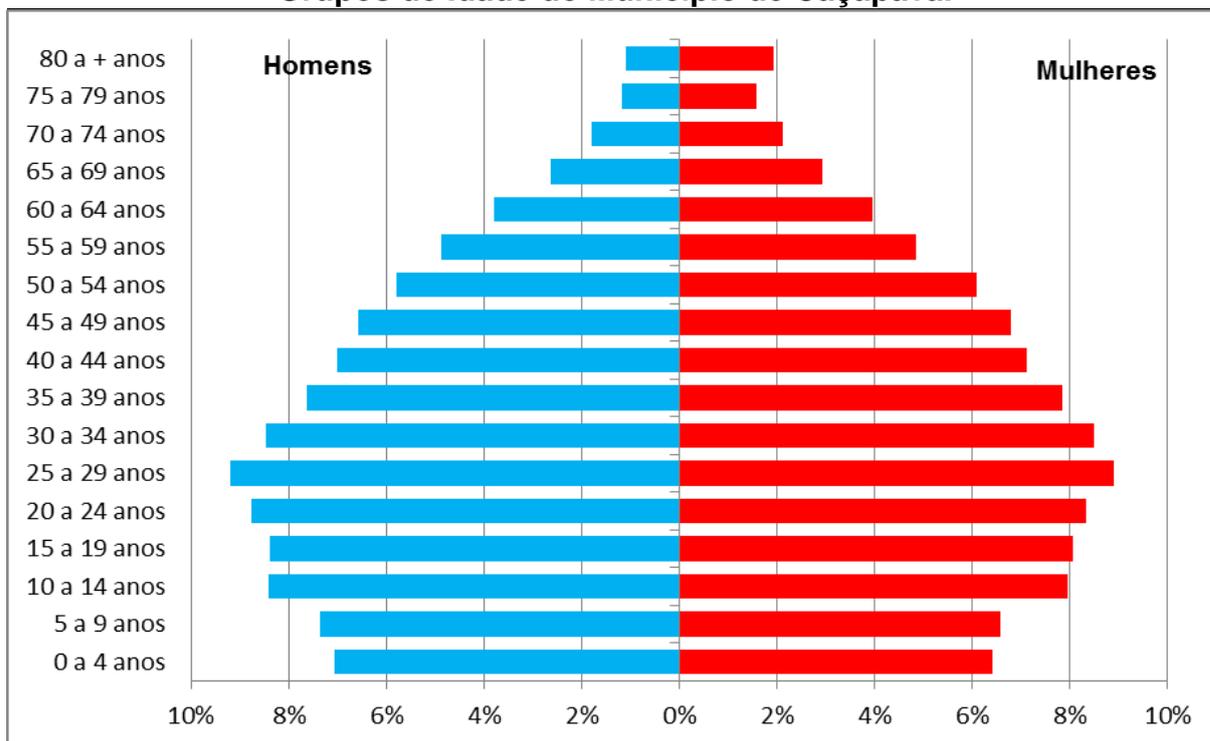
Quadro 11 - Dados de Evolução da Estrutura Etária da População do Município de Caçapava.

Estrutura Etária	População (1991)	População (2000)	População (2010)
Menos de 15 anos	21.705	20.531	18.557
15 a 64 anos	41.287	51.433	59.717
65 anos ou mais	3.066	4.166	6.478
Razão de dependência	60	48,02	41,92
Índice de envelhecimento	4,64	5,47	7,64

Fonte: IBGE: Censo Demográfico 1991, Censo Demográfico 2000 e Censo Demográfico 2010;

Gráfico 06 - Pirâmide Etária de 2010 - Distribuição por Sexo, Segundo os

Grupos de Idade do Município de Caçapava.



Fonte: Censo Demográfico 2010;

2.2.2. IDH - Índice de Desenvolvimento Humano

O IDH foi desenvolvido pela ONU - Organização das Nações Unidas - dentro do PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Trata-se de uma medida de comparação entre Municípios, Estados, Regiões e Países, com objetivo de medir o grau de desenvolvimento econômico e a qualidade de vida oferecida à população. Este índice é calculado com base em dados econômicos e sociais (expectativa de vida ao nascer, educação e PIB *per capita*) e varia de 0 (nenhum desenvolvimento) a 1 (desenvolvimento total).

Em **Caçapava**, o IDH-M apontado para o ano de 2010 foi de 0,788, superior às medições anteriores (1991 e 2000), colocando o município na 40ª posição no *ranking* do Estado. Inclusive, o município se encontra superior do IDH estadual, que é 0,783.

Quadro 12 - Evolução do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM.

Local	1991		2000		2010	
	IDHM	Posição	IDHM	Posição	IDHM	Posição
Caçapava	0,542	136	0,694	96	0,788	40
Estado de São Paulo	0,578	-	0,702	-	0,783	-

Fonte: Fundação Seade (2015).

2.2.3. IPRS - Índice Paulista de Responsabilidade Social

O Índice Paulista de Responsabilidade Social - IPRS - “sintetiza a situação de cada município do Estado no que diz respeito à riqueza, escolaridade e longevidade, gerando uma tipologia que os classifica em 5 grupos” (SEADE).

O Grupo 1 representa os “municípios com alto nível de riqueza e bons índices sociais”.

O Grupo 5 representa os “municípios mais desfavorecidos do estado, tanto em riqueza como em indicadores sociais”.

O IPRS classifica Caçapava como integrante do Grupo 2 “Municípios que, embora com níveis de riqueza elevados, não exibem bons indicadores sociais”, SEADE/2015. Os indicadores de escolaridade e longevidade tiveram altas e o indicador riqueza teve baixa no período analisado.

Com exceção de escolaridade, os demais indicadores encontrando-se, em patamares abaixo ao estadual.

Quadro 13 - Evolução do Índice Paulista de Responsabilidade Social - IPRS.

Local	Escolaridade			Longevidade			Riqueza			IPRS / Grupo		
	2008	2010	2012	2008	2010	2012	2008	2010	2012	2008	2010	2012
Caçapava	39	50	53	62	65	69	43	44	42	2	2	2
Estado de São Paulo	40	48	52	68	69	70	42	45	46	-	-	-

Fonte: Fundação Seade (2015).

3. FORMULAÇÃO DE CENÁRIOS, DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO (R2)

Os Cenários formulados possibilitaram a avaliação da eficiência das medidas de controle propostas, otimizando as soluções e fornecendo elementos para o Programa Municipal de Manejo de Águas Pluviais a ser desenvolvido na fase final do Plano.

Em princípio foram estudados os cenários descritos a seguir: Cenário Atual, Cenário Tendencial, Cenários Alternativos de Planejamento e Cenário Proposto que, Cenários Alternativos de Planejamento e Cenários Futuros.

O diagnóstico apresenta as causas das inundações e o mapeamento das áreas de risco, contornos e cotas das linhas de inundação, trechos críticos, singularidades do sistema, eventos pluviométricos críticos e custos dos prejuízos causados pelas inundações.

Este diagnóstico também apresenta uma análise da legislação de uso e ocupação do solo em vigor, como também do sistema atual de gestão das águas pluviais, identificando as posturas legais mais impactantes e os gargalos institucionais.

O prognóstico mostra o comportamento futuro das inundações sem a implantação das propostas do Plano Diretor de Macrodrenagem utilizando, como ferramenta, os modelos de simulação.

3.1. Cenários de Evolução

3.1.1. Horizonte de Projeto e População Futura

Uma das condições essenciais ao planejamento adequado dos sistemas de drenagem é antever sua necessidade e demanda, na medida em que esta demanda aumenta com o crescimento populacional e a expansão e consolidação das zonas urbanas.

Comumente os sistemas de drenagem são planejados para atender às expectativas durante certo número de anos (horizonte de projeto). Isso impõe o conhecimento da população que deverá ser beneficiada n anos após a elaboração do projeto. No caso do Plano Diretor de Macrodrenagem, o horizonte de projeto é 2035 (n = 20 anos). Outro aspecto bastante relevante é que o crescimento populacional está intimamente ligado ao aumento das taxas de impermeabilização, devido ao crescimento e criação de empreendimentos habitacionais.

Dessa forma, a população futura deve ser definida por projeção, de modo criterioso, com base no desenvolvimento demográfico do passado próximo, a fim de que a margem de erro seja pequena. A projeção deve efetivar-se mediante uma Lei de Crescimento que forneça o número de habitantes em qualquer época, dentro do

período de n anos.

Ao se projetar populações deve-se atentar para os seguintes pontos:

Os estudos de projeção populacional são normalmente bastante complexos, devendo analisar todas as variáveis que possam interagir na localidade específica. Ainda assim, podem ocorrer eventos inesperados que mudem totalmente a trajetória prevista para o crescimento populacional. Isto ressalta a necessidade do estabelecimento de um valor realístico para o horizonte de projeto, assim como sua implantação em etapas;

- As sofisticações matemáticas, associadas às determinações dos parâmetros de algumas equações de projeção populacional, perdem o sentido se não forem embasadas por informações paralelas, na maioria das vezes imensuráveis, tais como aspectos sociais, econômicos, geográficos, históricos e outras;
- O bom senso do analista é de grande importância na escolha do Método de Projeção a ser adotado e na interpretação dos resultados; e
- Os últimos dados censitários no Brasil têm indicado uma tendência geral (com exceções localizadas) de redução nas taxas anuais de crescimento populacional.

As previsões de densidades demográficas são feitas mediante aplicação dos Métodos Gerais de Previsão Populacional, em cada uma das áreas que a cidade se divide. Estas áreas parciais são delimitadas em função dos fatores que governam a intensidade de ocupação da área urbana, tais como: condições topográficas, facilidades de expansão da área urbana, preço de terrenos, planos urbanísticos, zoneamento, facilidade de transportes e comunicações, hábitos e condições socioeconômicas de população etc.

3.1.2. Habitação (Moradia)

Para o cálculo da projeção de moradias utilizou-se o Método do crescimento geométrico - função exponencial, com o uso da Taxa Geométrica de Crescimento Anual (TGCA), por esse Método ser baseado em dados reais e oficiais

de moradias e expressar a realidade mais próxima da atual e, portanto, mais viável no horizonte de projeto pretendido.

Inicialmente foi calculada a TGCA, utilizando-se dados dos censos demográficos de 2000 e 2010, para a quantidade de moradias urbanas e rurais, por serem dados oficiais e mais recentes, conforme segue:

$$TGCA_{00/10} = \left[(M_{2010}/M_{2000})^{\{1/[(\text{data referência (2010)} - \text{data referência (2000)})/365]\}} \right] - 1 \quad \text{Equação 01}$$

$$TGCA_{00/10} \text{ moradias urbanas} = 1,41\%$$

$$TGCA_{00/10} \text{ moradias rurais} = -2,50\%$$

Saliente-se que as datas referências (em dias) são contadas a partir de 01 de janeiro de 1900. O **Quadro 14** apresenta a projeção de moradias, conforme as TGCA's empregadas.

Quadro 14 - Projeção de Moradias - Urbanas e Rurais.

Ano	População Estimada	Taxa de Urbanização (%)	Moradias Urbanas (Estimativa)	Moradias Rurais (Estimativa)	Moradias Total (Estimativa)	Moradias Urbanas (%) (Estimativa)	Moradias Rurais (%) (Estimativa)
2010	84.752	85,98	21.334	3.489	24.883	85,98	14,02
2011	85.398	89,48	22.571	2.653	25.224	89,48	10,52
2012	86.125	92,11	23.553	2.017	25.569	92,11	7,89
2013	86.859	94,08	24.387	1.533	25.920	94,08	5,92
2014	87.599	95,56	25.109	1.166	26.275	95,56	4,44
2015	88.346	96,67	25.749	886	26.635	96,67	3,33
2016	88.193	97,50	26.326	674	27.000	97,50	2,50
2017	89.483	98,13	26.857	512	27.370	98,13	1,87
2018	90.057	98,60	27.355	389	27.745	98,60	1,40
2019	90.636	98,95	27.829	296	28.125	98,95	1,05
2020	91.217	99,21	28.285	225	28.510	99,21	0,79
2021	91.650	99,41	28.729	171	28.901	99,41	0,59
2022	92.084	99,56	29.166	130	29.297	99,56	0,44
2023	92.517	99,67	29.599	99	29.698	99,67	0,33
2024	92.951	99,75	30.030	75	30.105	99,75	0,25
2025	93.385	99,81	30.460	57	30.517	99,81	0,19
2026	93.653	99,86	30.892	43	30.935	99,86	0,14
2027	93.922	99,89	31.326	33	31.359	99,89	0,11
2028	94.191	99,92	31.764	25	31.789	99,92	0,08
2029	94.460	99,94	32.205	19	32.224	99,94	0,06
2030	94.965	99,96	32.651	15	32.666	99,96	0,04
2031	95.202	99,97	33.102	11	33.113	99,97	0,03
2032	95.439	99,97	33.558	8	33.567	99,97	0,03
2033	95.676	99,98	34.020	6	34.027	99,98	0,02
2034	95.913	99,99	34.488	5	34.493	99,99	0,01
2035	96.149	99,99	34.962	4	34.965	99,99	0,01

3.2. Diagnósticos dos Sistemas de Drenagem

3.2.1. Modelagem Hidrológica

Para a fase de diagnóstico e de prognóstico há necessidade da elaboração de um modelo hidrológico. Nesse contexto, atendendo a solicitação dos técnicos da Prefeitura, utilizou-se o Método I-PAI-WU para o cálculo das vazões de cheia, utilizando-se de diferentes períodos de retorno e durações de chuva.

O Método I-PAI-WU consta entre as metodologias sintéticas que figuram o “Manual de Cálculo das Vazões Máximas, Médias e Mínimas nas Bacias Hidrográficas

do Estado de São Paulo”, e ainda é aceito para efeitos de aprovação, no entanto, vale ser destacado que o Método não leva em conta o efeito da redução do tempo de concentração devido à Canalização dos Cursos D’água da Bacia. Ao ignorar a variação do tempo de concentração, oferece como resultado somente a vazão de pico, fator que limita as operações de defasagem dos hidrogramas.

Comumente, este Método não é utilizado para estudos da natureza deste Plano, por simplificar variáveis relevantes na simulação de cheias, porém o Grupo de Trabalho Externo - GTE optou por atender à exigência dos técnicos da Prefeitura.

Este Método constitui-se num aprimoramento do Método Racional, podendo ser aplicado para Bacias com áreas de drenagem de até 200 km².

A fórmula racional, apesar de não se constituir na metodologia de cálculo mais recomendável em projetos de moderna engenharia, permite, entretanto, um aperfeiçoamento através de uma análise e ajuste dos diversos fatores intervenientes.

Os fatores adicionais a serem considerados na fórmula Racional referem-se ao armazenamento na Bacia, à distribuição da chuva e à forma da Bacia. Sua aplicação torna-se adequada na medida em que se exerce um julgamento criterioso das inúmeras variáveis em jogo no desenvolvimento de uma cheia.

A expressão-base para aplicação do Método advém no Método Racional, qual seja:

$$Q = (0,278 \cdot C \cdot i \cdot A^{0,9}) \cdot K \quad \text{Equação 05}$$

Onde:

Q = vazão de cheia [Q] = m³/s;

C = coeficiente de escoamento superficial;

I = intensidade da chuva crítica; [i] = mm/h;

A = área da Bacia de contribuição; [A] = km²; e

K = coeficiente de distribuição espacial da chuva.

Os principais fatores intervenientes, que deverão ser avaliados em cada Bacia Hidrográfica, são os seguintes:

- a) Forma, área e declividade da Bacia Hidrográfica;
- b) Intensidade e distribuição da chuva crítica;
- c) Características da superfície da Bacia Hidrográfica envolvendo:
 - Provável utilização futura dos terrenos.
 - Grau de impermeabilização do solo.
 - Existência de depressões ou Bacias de acumulação que diminuam os picos de cheias.
 - Grau de saturação do solo devido a chuvas antecedentes.
- d) Tempo de escoamento superficial (ts);
- e) Tempo de concentração (tc); e
- f) Tempo de pico (tp).

No Método Racional admite-se que a chuva crítica, numa dada Bacia Hidrográfica, tenha uma duração igual ao tempo de concentração. Entretanto, em Bacias de forma alongada, no sentido do talvegue, o tempo de concentração poderá ser superior ao tempo de pico. Isto corresponde a dizer que a chuva que cai na parte mais remota da Bacia chegará tarde demais à seção estudada para contribuir para a vazão máxima. Assim, o efeito da forma da Bacia pode ser considerado através do coeficiente de forma (C1).

$$C1 = \frac{t_p}{t_c} \quad \text{Equação 06}$$

Onde:

tc = tempo de concentração;

tp = tempo de pico.

O coeficiente de forma também é dado pela expressão:

$$C1 = \frac{4}{(2 + F)}$$

Onde (F), é o fator de forma da Bacia, que relaciona a forma da Bacia com um círculo de mesma área, ou seja, ele mede a taxa de alongamento da Bacia. Assim se uma Bacia fosse exatamente circular $F = 1$.

Levando-se em conta apenas o formato das Bacias, C1 deverá ser menor que 1 para Bacias alongadas. No Método Racional admite-se $C1 = 1$.

Adotando-se a nomenclatura utilizada nos estudos de I-PAI-WU, 1963, demonstra-se que o coeficiente de escoamento da fórmula racional pode ser calculado por:

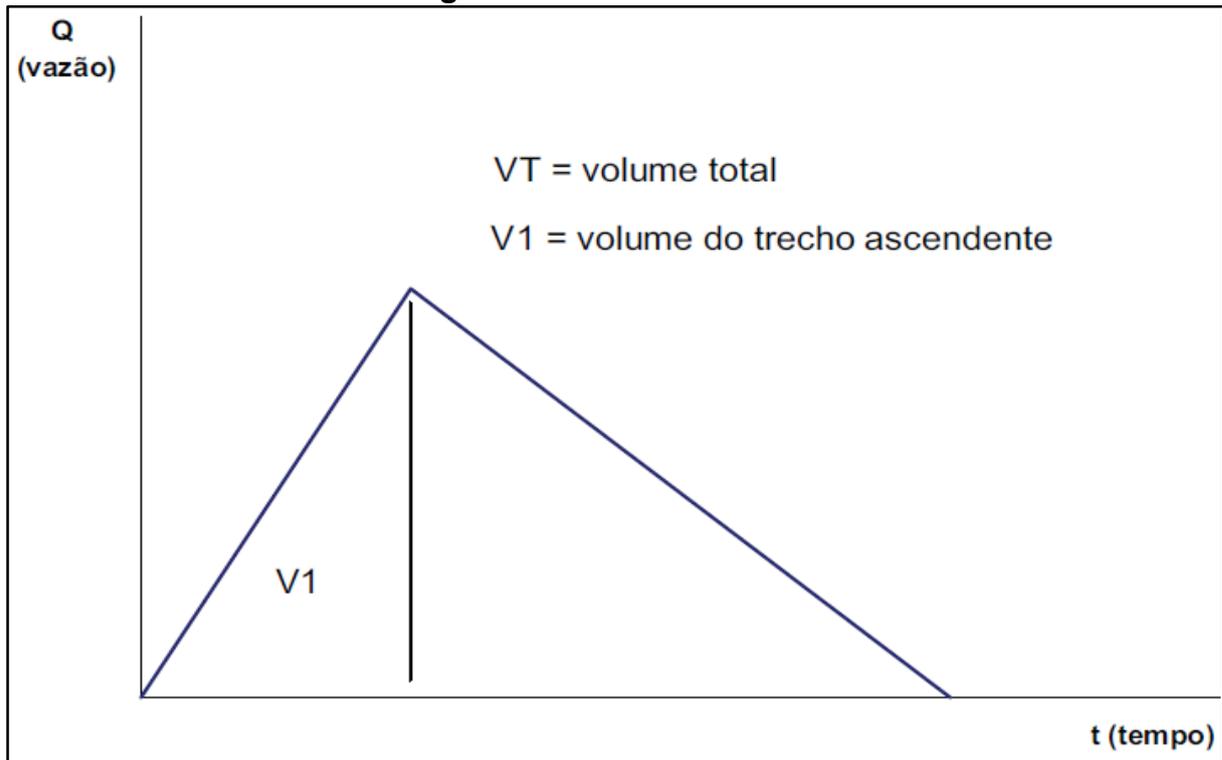
$$C = f \cdot \left(\frac{C2}{C1} \right) \quad \text{Equação 07}$$

Onde:

$$f = \frac{2 \cdot V1}{V}$$

O parâmetro (f) é a relação entre o volume de escoamento da parte ascendente do hidrograma ($V1$), admitindo este com forma triangular, e o volume total do escoamento superficial (VT), **Gráfico 07**.

Gráfico 07 - Hidrograma Admitido no Método de I-PAI-WU.



Fonte: PMSP, (1999).

O coeficiente C2, que é o coeficiente volumétrico de escoamento, é definido pela seguinte equação:

$$C2 = \frac{V \cdot T}{(I_e \cdot A)} \quad \text{Equação 08}$$

Onde:

I_e = representa a quantidade de chuva efetiva que passa pela seção estudada, ou seja, são descontadas as perdas durante a ocorrência da chuva de projeto.

Essas perdas na chuva de projeto são devidas à infiltração no solo, à interceptação pela cobertura vegetal e ao efeito do armazenamento de água superficial em pontos específicos na Bacia.

Portanto, na aplicação deste Método, inicialmente determina-se a chuva crítica, conhecida também como a de projeto. A partir desta e descontando-se as perdas mencionadas, obtém-se a chuva efetiva.

A parcela da chuva crítica que se infiltra no solo depende do grau de

impermeabilização do mesmo. O grau de impermeabilização do solo é classificado a partir do conhecimento do uso do solo, do grau de urbanização, da cobertura vegetal e do tipo de solo, conforme é indicado no **Quadro 15**.

Quadro 15 - Grau de Impermeabilização do Solo em Função do Seu Uso.

Grau de Impermeabilização do Solo	Cobertura ou Tipo de Solo	Uso do Solo ou Grau de Urbanização
Baixo	- com vegetação rala e/ou esparsa; - solo arenoso seco; - terrenos cultivados;	- zonas verdes não urbanizadas;
Médio	- terrenos com manto fino de material poroso; - solos com pouca vegetação; - gramados amplos; - declividades médias;	- zona residencial com lotes amplos (maior que 1.000 m ²); - zona residencial rarefeita;
Alto	- terrenos pavimentados; - solos argilosos; - terrenos rochosos estéreis ondulados; - vegetação quase inexistente;	- zona residencial com lotes pequenos (100 a 1.000 m ²);

Fonte: PMSP, (1999).

O coeficiente C2 deverá ser obtido pela ponderação dos coeficientes das áreas parciais ou Sub-bacias, coeficientes estes que são classificados pelo grau de impermeabilização e que estão especificados no **Quadro 16**.

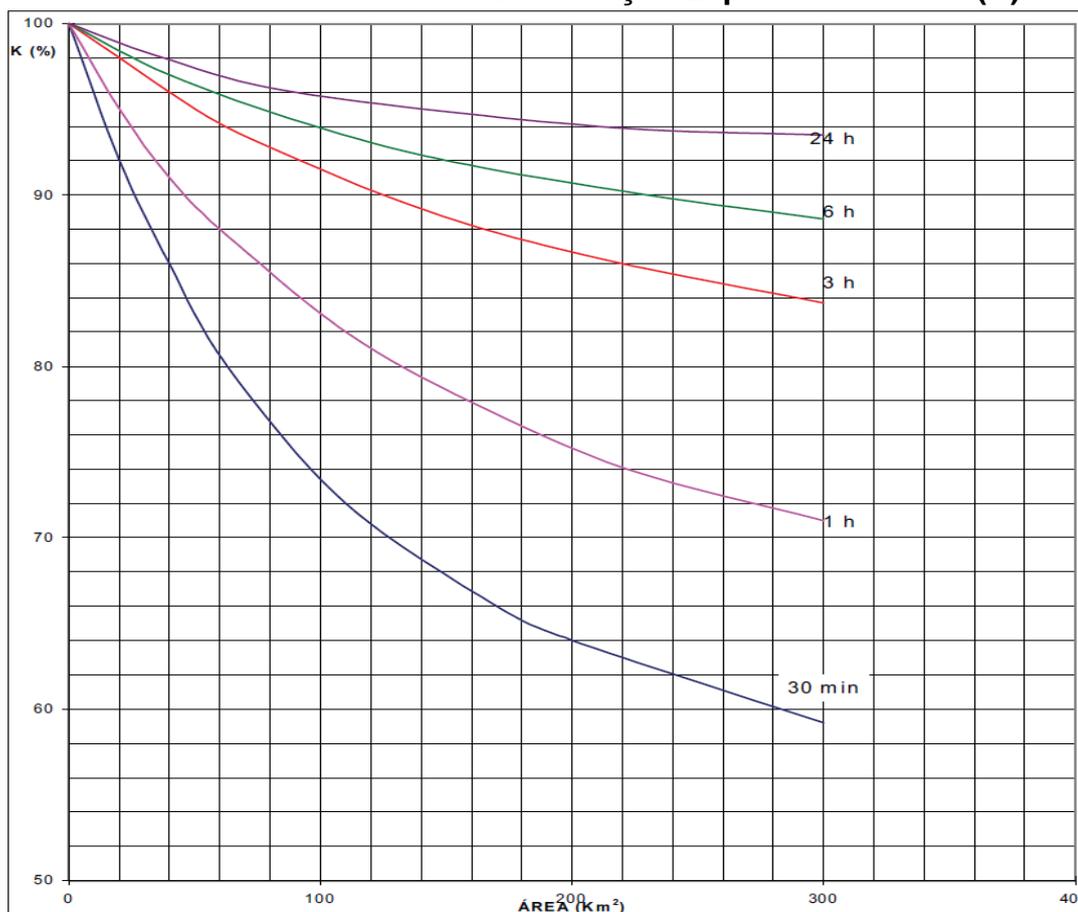
Quadro 16 - Coeficientes Volumétricos de Escoamento (C2).

Grau de Impermeabilização da Superfície	Coeficiente Volumétrico de Escoamento
Baixo	0,30
Médio	0,50
Alto	0,80

Fonte: PMSP, (1999).

A desigualdade de distribuição das chuvas na Bacia será levada em conta mediante a aplicação de um coeficiente redutor (K) de distribuição de chuvas, obtido do **Gráfico 08**. A determinação da intensidade de precipitação se faz de modo análogo ao utilizado no Método Racional.

Gráfico 08 - Coeficiente de Distribuição Espacial de Chuva (K).



Fonte: PMSP, (1999).

O efeito do armazenamento de água na Bacia que ocorre em pontos localizados nos leitos de cursos de água ou mesmo em galerias e obras afins, é levado em consideração através de um expoente redutor (n) aplicado sobre o parâmetro área de Drenagem da Bacia. Adota-se usualmente $n = 0,9$.

Sempre que a área da Bacia em estudo apresentar diferentes usos do solo, costuma-se considerar um valor médio do coeficiente de escoamento, calculado através da equação:

$$C2 = \frac{[\sum(C2_i \cdot A_i)]}{A} \quad \text{Equação 09}$$

Onde:

$A_i = C2_i$

$A = \sum A_i$.

Com esses parâmetros obtém-se o hidrograma relativo à chuva de projeto. Este hidrograma foi admitido como triangular, determinando-se então o volume total de escoamento superficial e a vazão de cheia.

A vazão de cheia determinada deve ser adicionada a vazão de base, esta última admitida como sendo da ordem de 10% daquela. Assim, obtém-se a vazão máxima de projeto.

3.2.2. Atualização das Áreas Críticas Levantadas pelo Instituto Geológico do Estado de São Paulo - IG

Atendendo a solicitação dos técnicos da Prefeitura, e compondo a etapa de Diagnóstico do presente Plano, foram vistoriadas as áreas críticas apontadas no mapeamento do Instituto Geológico do Estado de São Paulo (IG), visando aferir se as medidas propostas no documento foram implantadas e a condição atual de cada ponto.

3.2.2.1. Vila Beira Rio

Corresponde a uma ocupação localizada à margem direita do Rio Paraíba do Sul, a noroeste da ocupação urbana principal do Município, abrangendo a ocupação localizada ao longo da Estrada dos Areeiros. A ocupação na área constitui-se de moradias precárias de madeira e alvenaria às margens do Rio Paraíba do Sul. Entre outras ações, o estudo do Instituto de Geologia - IG sugeriu a remoção de 165 moradias de forma permanente e adoção de ações visando coibir a reocupação dos terrenos adjacentes às margens. Em vistoria no local constatou-se que houve um aumento na ocupação irregular, conforme podemos observar entre as **Fotos 01 e 10**.



Foto 01 - Vista De Ocupação Irregular No Trecho Final Da Estrada Dos Areeiros.



Foto 02 - Detalhe Da Ocupação Irregular A Margem Esquerda Do Rio Paraíba Do Sul.



Foto 03 - Vista De Ocupação Irregular A Margem Do Rio Paraíba Do Sul - 01.



Foto 04 - Vista De Ocupação Irregular A Margem Do Rio Paraíba Do Sul - 02.



Foto 05 - Ocupação Irregular A Margem Do Rio Paraíba Do Sul, Na Estrada Dos Areeiros - 01.



Foto 06 - Ocupação Irregular A Margem Do Rio Paraíba Do Sul, Na Estrada Dos Areeiros - 02.



Foto 07 - Detalhe De Ocupação Irregular Na Estrada Dos Areeiros.



Foto 08 - Detalhe De Diversos Pontos Com Acúmulo De Lixo Na Estrada, Denotando A Infraestrutura Precária.

	<p>Foto 09 - Vista Da Ocupação Irregular Na Estrada Dos Areeiros - 01.</p>
	<p>Foto 10 - Vista da Ocupação Irregular Na Estrada Dos Areeiros - 02.</p>

3.2.2.2. Parque Residencial Eldorado

Corresponde a um trecho do Bairro Parque Residencial Eldorado, localizado junto à desembocadura do Ribeirão Iriguaçu, em um meandro abandonado da margem esquerda do Rio Paraíba do Sul, abrangendo terrenos menos elevados, principalmente os finais das ruas Alcino Rodrigues, José Silvestre, Capitão Vitório Lopes Batista, Doutor Alberto Moraes Borges e José Heráclito Borges.

A ocupação na área é predominantemente residencial consolidada e com infraestrutura adequada. As ações propostas pelo Instituto de Geologia - IG incluíam serviços de recuperação e limpeza e microdrenagem.

Em vistoria ao local, constatou-se que não houve alteração do cenário e as medidas sugeridas não foram implantadas, conforme podemos verificar entre as **Fotos 11 a 16.**



Foto 11 - Detalhe Da Ruptura Em Uma Das Vigas De Apoio Da Ponte Manoel Bispo De Souza - Ponte Sobre O Rio Iriguaçu.



Foto 12 - Vista Dianteira Da Ruptura Em Uma Das Vigas De Apoio Da Ponte Manoel Bispo De Souza- Ponte Sobre O Rio Iriguaçu.



Foto 13 - Vista Geral Da Rua José Raimundo Da Silva.



Foto 14 - Ponte Sobre Curso D'água Intermitente Na Planície De Inundação Do Rio Iriguaçu.



Foto 15 - Vista Geral Da Rua Doutor Alberto Morais Borges.



Foto 16 - Vista Do Trecho Final Da Rua Doutor Alberto Morais Borges.

3.2.2.3. Vila Perinho

Corresponde ao Bairro Vila Perinho situado na planície de inundação do Ribeirão Taperuçu e por outro afluente abrangendo principalmente as moradias localizadas nos finais da Rua Dione Ivani Göpfert Cetrone (Rua 1), da Rua Edilson de Freitas Ramalho (Rua 2) e da Rua José Bartolomeu (Rua 3), além da Avenida A, da Rua Célia de Lara Ramalho (Rua 4), da Sunanda A. de Araújo Costa (Avenida C) e da Rua José Francisco Ribeiro.

As ações sugeridas pelo documento do Instituto de Geologia - IG incluíam serviços de limpeza e recuperação e alargamento do canal no fundo das vias supracitadas, no entanto, as ações sugeridas não foram implantadas, conforme podemos verificar entre as **Fotos 17 a 19**.

	<p>Foto 17 - Canal Ao Fundo Das Residências Na Vila Perinho -01.</p>
	<p>Foto 18 - Lançamento De Esgoto “In Natura” No Canal Denotam A Deficiência De Infraestrutura.</p>
	<p>Foto 19 - Canal Ao Fundo Das Residências Na Vila Perinho - 02.</p>

3.2.2.4. Condomínio Bom Jesus

Corresponde a trecho do Bairro Condomínio Bom Jesus, abrangendo moradias do final da Rua Elvira Mendonça, com algumas residências em soleira negativa inclusive. A ocupação é predominantemente urbana consolidada, mas a infraestrutura é insuficiente para atender as demandas do bairro. Não houve qualquer alteração no cenário, e nenhuma das medidas propostas foram implantadas conforme podemos verificar entre as **Fotos 20 e 22**.

	<p>Foto 20 - Vista Geral De Residências Ao Final Da Rua Elvira Mendonça - 01.</p>
	<p>Foto 21 - Vista Geral De Residências Ao Final Da Rua Elvira Mendonça - 02.</p>
	<p>Foto 22 - Canal Ao Fundo Das Residências Na Vila Bom Jesus. A Esquerda Notamos Residências Em Soleira Negativa.</p>

3.2.2.5. Vila Antônio Augusto

Corresponde a trecho mais crítico do Município, (Bairro Vila Antônio Augusto) sujeito a eventos de inundação decorrentes do transbordamento do Ribeirão Manoel Lito, na região central entre a Rodovia Presidente Dutra e a linha férrea, abrangendo toda a extensão da Avenida Brasil e os cruzamentos das vias transversais a ela. As ações sugeridas pelo documento do Instituto de Geologia - IG constam da implantação de reservatórios de amortecimento de cheias e Intervenções no canal

para aumento da vazão. Os estudos para estas intervenções já estão em andamento, sendo desenvolvidos pela empresa System. As **Fotos 23 a 25**.



Foto 23 - Vista Geral Do Canal Do Ribeirão Manoel Lito A Montante Da Rodovia Presidente Dutra.



Foto 24 - Vista Geral Do Canal Do Ribeirão Manoel Lito Na Avenida Brasil.



Foto 25 - Travessia Do Ribeirão Manoel Lito Sob A Linha Férrea.

3.2.2.6. Vila Santa Isabel

Corresponde ao trecho à montante da Rodovia Presidente Dutra na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Manoel Lito. Esta área está contemplada nos estudos da Bacia do Ribeirão Manoel Lito realizados pela System. As **Fotos 26 a 27**.

	<p>Foto 26 - Vista Geral Do Canal Do Ribeirão Manoel Lito - 01.</p>
	<p>Foto 27 - Vista Geral Do Canal Do Ribeirão Manoel Lito - 02.</p>

3.2.2.7. Cascavel

Este trecho corresponde a uma travessia sobre o Ribeirão Manoel Lito na Rua Cascavel. Por se tratar de área de várzea, este ponto é inundado devido à ocorrência de chuvas intensas ao longo da Bacia, agravada pela crescente taxa de impermeabilização à montante.

As ações sugeridas pelo documento do Instituto de Geologia - IG incluíam serviços de limpeza e controle da drenagem superficial, que pouco se aplicavam a área em questão. As **Fotos 28 a 29** ilustram a condição atual da área.



Foto 28 - Vista Geral Da Rua Cascavel.



Foto 29 - Vista Geral Do Ribeirão Manoel Lito A Jusante Da Travessia.

3.2.2.8. Guaramirim

Corresponde a trecho do Bairro Guaramirim, localizado na Microbacia do Ribeirão Olho D'água, tributário da margem direita do Ribeirão da Divisa, na zona rural do município, ao longo da Rodovia João do Amaral Gurgel e próximo à Rodovia Carvalho Pinto. Toda área encontra-se em uma planície de inundação e as seções encontram-se bastante assoreados, conforme podemos verificar nas **Fotos 30 a 35**.



Foto 30 - Vista Geral Da Planície De Inundação - 01.

	<p>Foto 31 - Vista Geral Das Residências Na Planície De Inundação, Atingidas Frequentemente Em Episódios De Chuvas Intensas.</p>
	<p>Foto 32 - Vista Geral De Ponte Sobre Canal.</p>
	<p>Foto 33 - Vista Geral De Ponte Sobre Canal, Com As Margens Visivelmente Assoreadas.</p>
	<p>Foto 34 - Vista Geral Da Planície De Inundação - 02.</p>



3.2.2.9. Jardim Primavera

Corresponde a travessia da Rua Dr. Túlio Giulio sobre o Ribeirão dos Mudos e seu entorno. O estudo do Instituto de Geologia – IG, recomendou o desenvolvimento de estudos de redimensionamento da travessia. Os referidos estudos ainda não foram realizados. As **Fotos 36 a 37** ilustram as condições atuais da área.



3.2.2.10. Parque Residencial Nova Caçapava

A área corresponde ao trecho à montante da travessia da Avenida Robert Lee, no canal do Ribeirão dos Mudos. O documento elaborado pelo do Instituto de Geologia - IG, sugeria o redimensionamento da travessia e reconfiguração da seção do canal. A **Foto 38** ilustra a condição atual da travessia.



Foto 38 - Vista Geral Da Travessia Sob A Avenida Roberto Lee.

3.2.2.11. Vitória Vale

Corresponde a um trecho da Estrada Municipal Professora Olivia Alegre, no Bairro Vitória Vale, localizado sobre um afluente do Rio Paraíba do Sul, em um ponto onde este forma um ponto baixo. A **Foto 39** ilustra a área, que até o momento não sofreu qualquer tipo de intervenção.



Foto 39 - Vista Geral Da Área De Inundação No Ponto Baixo Da Estrada Municipal Professora Olivia Alegre.

3.2.2.12. Caçapava Velha

Corresponde a trecho do Bairro Rural Caçapava Velha, localizado na Sub-bacia do Córrego Moçoroca/Caçapava Velha, a montante da Rodovia Carvalho Pinto, na região sudoeste do Município. Apesar das edificações de boa tipologia construtiva, a infraestrutura é insuficiente e densidade ocupacional é alta. As **Fotos 40 a 42** ilustram a área.

	<p>Foto 40 - Vista Geral Da Travessia Sobre O Ribeirão Caçapava Velha.</p>
	<p>Foto 41 - Vista Geral Da Travessia Sobre O Ribeirão Caçapava Velha.</p>
	<p>Foto 42 - Vista Geral De Residências Às Margens Do Ribeirão Caçapava Velha.</p>

3.2.3. Previsão de Cheias para o Cenário Atual

O conhecimento da Rede de Macrodrenagem constitui o primeiro passo a ser considerado nos trabalhos de Diagnóstico e Modelagem Hidrológica. Sua definição deve basear-se na análise do Sistema Hídrico a ser estudo, adequando as variáveis às limitações do modelo matemático adotado.

Conforme constante no Relatório Técnico R1, foram definidas 4 (quatro) Bacias Hidrográficas críticas no município de Caçapava, seja pelo tipo de ocupação preponderante ou suas características fisiográficas. As Bacias Hidrográficas selecionadas foram as do Ribeirão Manoel Lito, Ribeirão dos Mudos, Ribeirão Iriguaçu e Ribeirão Taperuçu.

Caçapava é dividida em 2 (duas) porções pelo Rio Paraíba do Sul, que cruza o Município de Oeste a Leste. Na porção norte encontram-se as Bacias Hidrográficas do Ribeirão Iriguaçu e Taperuçu. Estas Bacias são bem drenadas e desaguam à margem esquerda do Paraíba do Sul. Apesar de predominantemente rurais, elas já são reconhecidas como áreas de expansão da mancha urbana do Município, notadamente a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Iriguaçu, onde já se encontram Bairros como: Residencial Alvorada, Jd. Panorama, Vila Menino Jesus e Eldorado.

O Ribeirão dos Mudos e Ribeirão Manoel Lito, encontram-se à margem direita do Paraíba do Sul.

O Ribeirão dos Mudos comporta parte da área urbana do Município, inclusos os Bairros J. Primavera, Village das Flores, Jd. Amália e Vitória Vale, além de outros empreendimentos que se encontram em processo de implantação ou aprovação.

Por fim, temos a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Manoel Lito, onde concentram praticamente toda a área urbana do município e os problemas de inundação mais severos. Atualmente a Bacia possui um índice de impermeabilização de 36%, chegando a 41% com a consolidação de novos empreendimentos no horizonte de projeto. As inundações são recorrentes, principalmente no trecho do canal na Avenida Brasil. Para o trecho em questão, existe um estudo em andamento, que prevê a criação de um reservatório de amortecimento e uma mudança no tipo de seção do canal. Este estudo será considerado para o Prognóstico e Elaboração de

Cenários da Bacia.

Para a determinação da intensidade de precipitação, foram utilizados os valores calculados no Relatório Técnico R1 - Dados e Informações Coletadas e Definição da Base Cartográfica. Conforme solicitado em reunião técnica realizada no dia 26/04/2016, foram utilizados cinco Períodos de Retorno, TR = 5, 10, 25, 50 e 100 anos e durações de 30, 60 e 120 minutos.

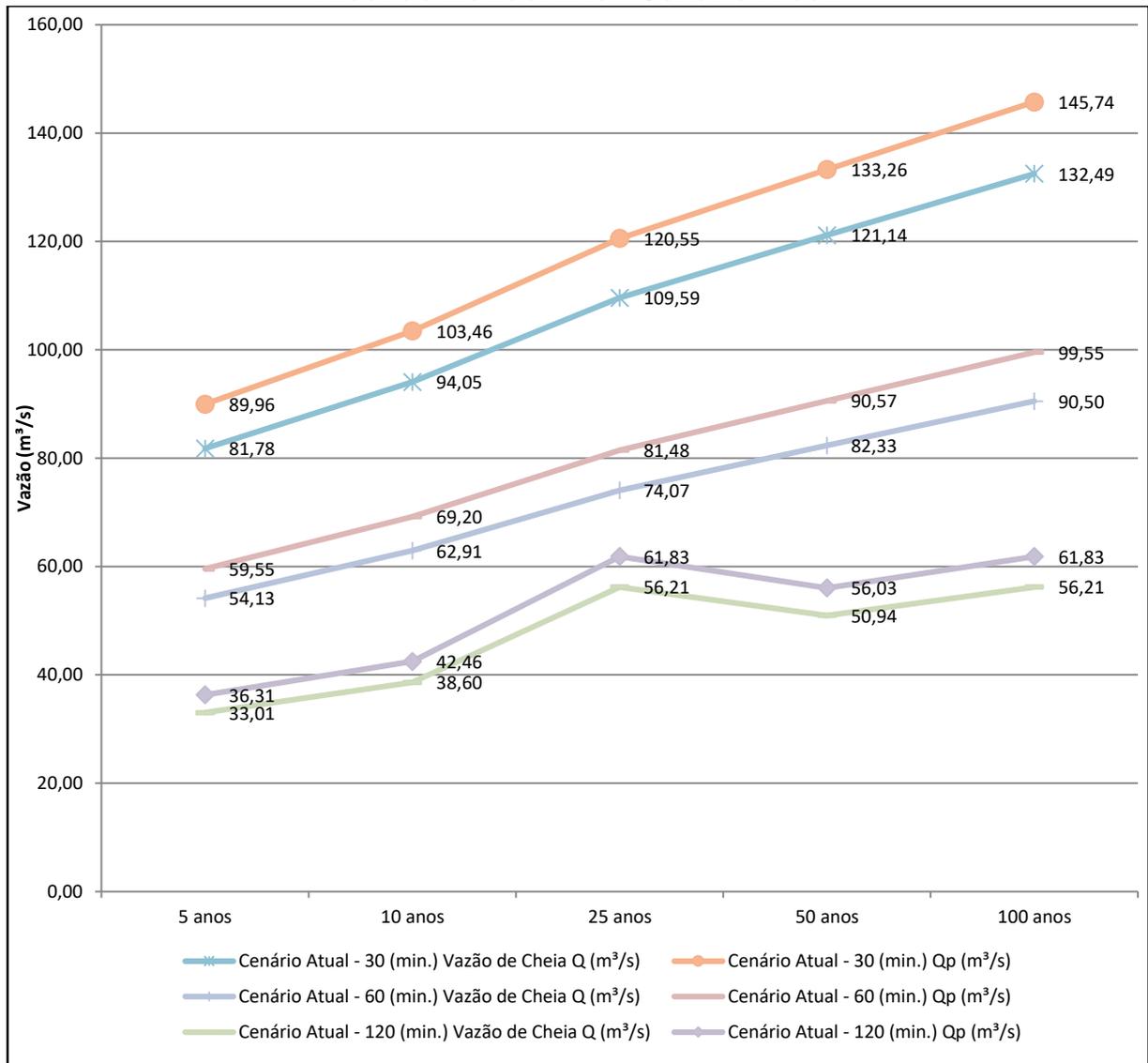
É válido ressaltar que as vazões explicitadas entre os Itens 4.2.2.1 a 4.2.4 deste Relatório foram determinadas para efeito de comparação entre o cenário atual e futuro. Posteriormente os estudos hidrológicos foram refinados, aplicando-se os coeficientes de escoamento ponderado, conforme apresentado nos **Quadros 15 e 16**, deste Relatório.

3.2.3.1. Previsão de Cheias para o Ribeirão Manoel Lito - Cenário Atual

Apresentamos a seguir os cálculos referentes a previsão das vazões de pico para o Ribeirão Manoel Lito.

O **Gráfico 09** demonstra a comparação das vazões de cheia e de pico, conforme parâmetros explicitados anteriormente.

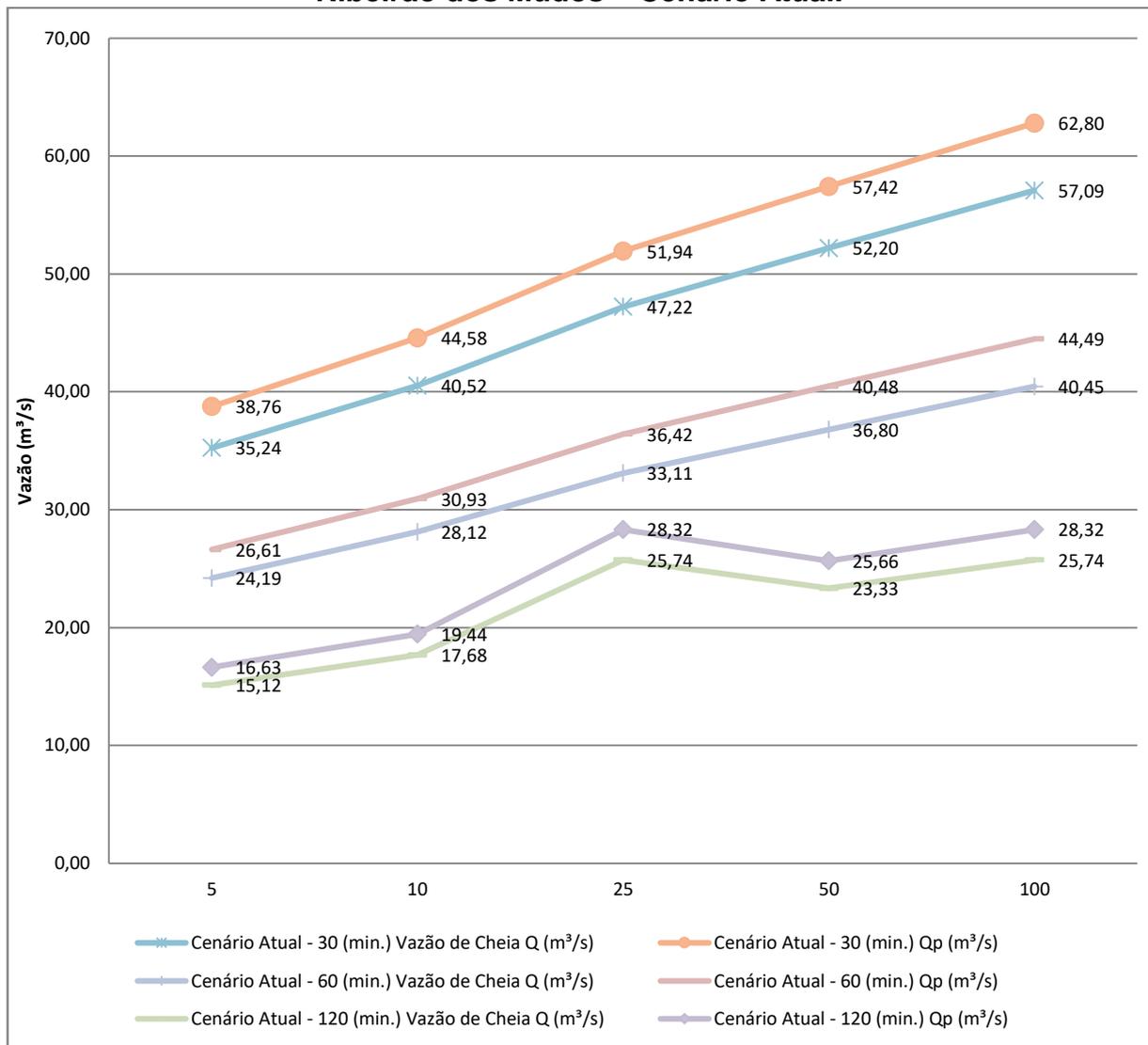
**Gráfico 09 - Vazões de Cheia e Vazões de Pico
Ribeirão Manoel Lito - Cenário Atual.**



3.2.3.2. Previsão de Cheias para o Ribeirão dos Mudos - Cenário Atual

Apresentamos a seguir os cálculos referentes a previsão das vazões de pico para Ribeirão dos Mudos. O **Gráfico 10** demonstra a comparação das vazões de cheia e de pico, conforme parâmetros explicitados anteriormente.

**Gráfico 10 - Vazões de Cheia e Vazões de Pico
Ribeirão dos Mudos – Cenário Atual.**

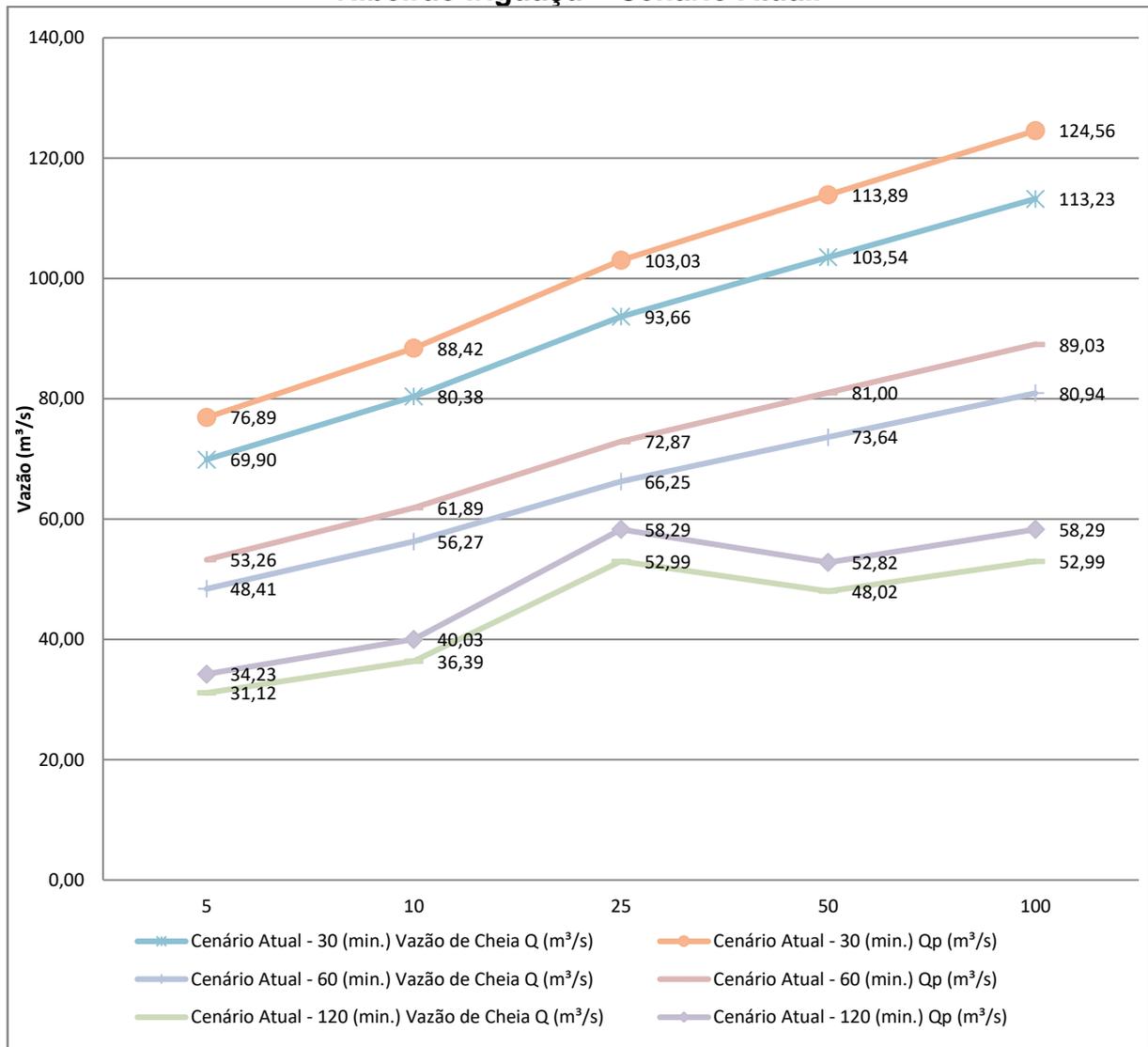


3.2.3.3. Previsão de Cheias para o Ribeirão Iriguaçu - Cenário Atual

Apresentamos a seguir os cálculos referentes a previsão das vazões de pico para Ribeirão Iriguaçu.

O **Gráfico 11** demonstra a comparação das vazões de cheia e de pico, conforme parâmetros explicitados anteriormente.

**Gráfico 11 - Vazões de Cheia e Vazões de Pico
Ribeirão Iriguaçu – Cenário Atual.**

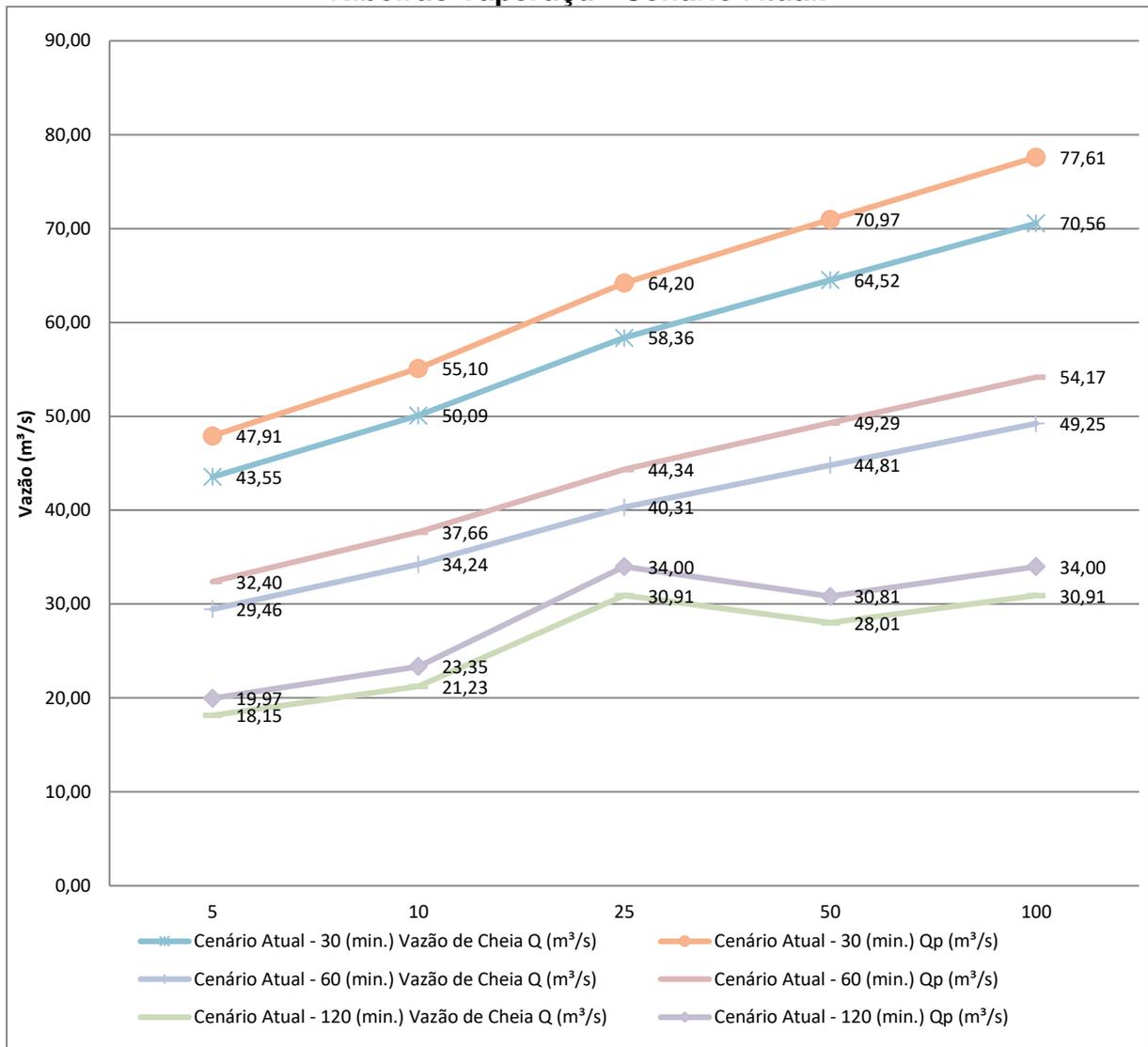


3.2.3.4. Previsão de Cheias para o Ribeirão Taperuçu - Cenário Atual

Apresentamos a seguir os cálculos referentes a previsão das vazões de pico para Ribeirão Taperuçu.

O **Gráfico 12** demonstra a comparação das vazões de cheia e de pico, conforme parâmetros explicitados anteriormente.

**Gráfico 12 - Vazões de Cheia e Vazões de Pico
Ribeirão Taperuçu - Cenário Atual.**



3.2.3.5. Síntese das Vazões Projetadas para o Cenário Atual

No **Quadro 17** consta um resumo das vazões projetadas para o Cenário Atual.

Quadro 17 - Resumo das Vazões Projetadas para o Cenário Atual.

Bacia	Período de Retorno (Anos)	Cenário Atual					
		30 (min.)		60 (min.)		120 (min.)	
		Vazão de Cheia Q (m ³ /s)	Qp (m ³ /s)	Vazão de Cheia Q (m ³ /s)	Qp (m ³ /s)	Vazão de Cheia Q (m ³ /s)	Qp (m ³ /s)
Ribeirão Manoel Lito	5	81,78	89,96	54,13	59,55	33,01	36,31
	10	94,05	103,46	62,91	69,20	38,60	42,46
	25	109,59	120,55	74,07	81,48	56,21	61,83
	50	121,14	133,26	82,33	90,57	50,94	56,03
	100	132,49	145,74	90,50	99,55	56,21	61,83
Ribeirão dos Mudos	5	35,24	38,76	24,19	26,61	15,12	16,63
	10	40,52	44,58	28,12	30,93	17,68	19,44
	25	47,22	51,94	33,11	36,42	25,74	28,32
	50	52,20	57,42	36,80	40,48	23,33	25,66
	100	57,09	62,80	40,45	44,49	25,74	28,32
Ribeirão Iriguaçu	5	69,90	76,89	48,41	53,26	31,12	34,23
	10	80,38	88,42	56,27	61,89	36,39	40,03
	25	93,66	103,03	66,25	72,87	52,99	58,29
	50	103,54	113,89	73,64	81,00	48,02	52,82
	100	113,23	124,56	80,94	89,03	52,99	58,29
Ribeirão Taperuçu	5	43,55	47,91	29,46	32,40	18,15	19,97
	10	50,09	55,10	34,24	37,66	21,23	23,35
	25	58,36	64,20	40,31	44,34	30,91	34,00
	50	64,52	70,97	44,81	49,29	28,01	30,81
	100	70,56	77,61	49,25	54,17	30,91	34,00

3.2.4. Previsão de Cheias para o Cenário Futuro

Para a Elaboração do Prognóstico (Cenário Futuro) considerou-se as mesmas características fisiográficas das Bacias. Os coeficientes de permeabilidade foram alterados para retratar a expansão urbana decorrente da implantação dos empreendimentos listados no Item 4.1.2.1 deste Relatório Técnico R2. Novamente foram utilizados 5 (cinco) Períodos de Retorno, TR = 5, 10, 25, 50 e 100 anos e durações de 30, 60 e 120 minutos.

O **Quadro 18** apresenta a caracterização das Bacias Hidrográficas para o Cenário Futuro.

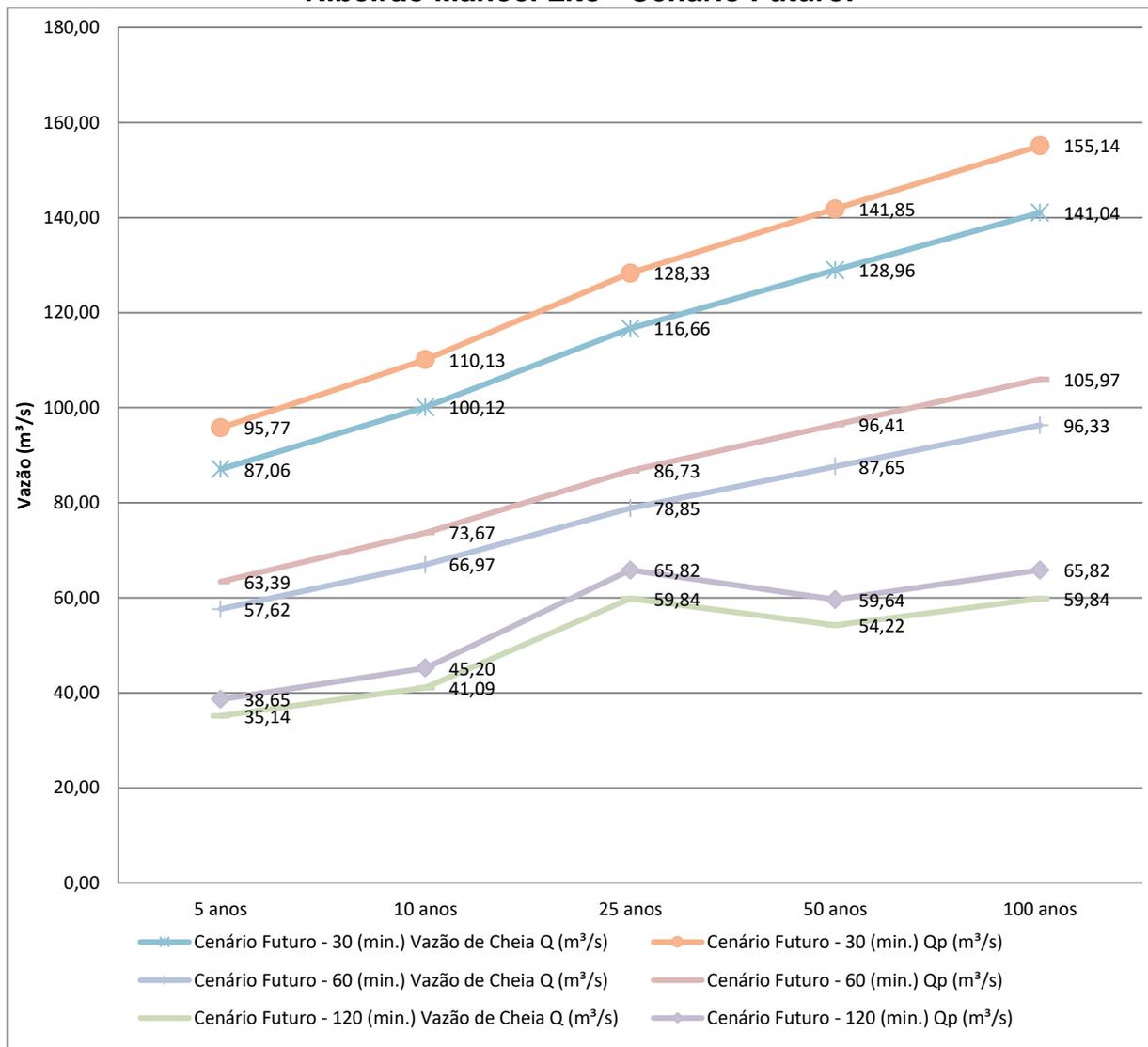
Quadro 18 - Caracterização Fisiográfica das Bacias Hidrográficas em Estudo - Cenário Futuro.

Bacia	Manoel Lito	Ribeirão dos Mudos	Ribeirão Iriguaçu	Ribeirão Taperuçu	
Área Total (km ²)	16,53	49,53	39,92	21,29	
Ext. do Talvegue (km)	9,22	15,27	14,05	11,71	
Dens. Drenagem (km/km ²)	1,51	2,53	3,16	2,97	
Diferença de Nível (m)	75	425	475	450	
Declividade Equivalente (m/m)	0,003	0,0035	0,0038	0,0073	
Fator de Forma da Bacia (F)	2,01	1,92	1,97	2,25	
Coeficiente (C1)	0,54	0,23	0,21	0,29	
Coeficiente Volumétrico de Escoamento (C2)	0,65	0,3	0,3	0,3	
Coeficiente de Escoamento Ponderado - C	0,31	0,13	0,13	0,14	
Coeficiente de Distribuição Espacial de Chuva (K)	30 (min.)	95	83	87	95
	60 (min.)	96	87	92	96
	120 (min.)	98	91	99	98
Tempo de Concentração Kirpichc (min.)	444,21	1.424,05	1383,5	630,2	
Tempo de Concentração Tc (horas)	7,4	23,73	23,06	10,5	

3.2.4.1. Previsão de Cheias para o Ribeirão Manoel Lito - Cenário Futuro

Apresentamos a seguir os cálculos referentes a previsão das vazões de pico para o Ribeirão Manoel Lito. O **Gráfico 13** demonstra a comparação das vazões de cheia e de pico, conforme parâmetros explicitados anteriormente.

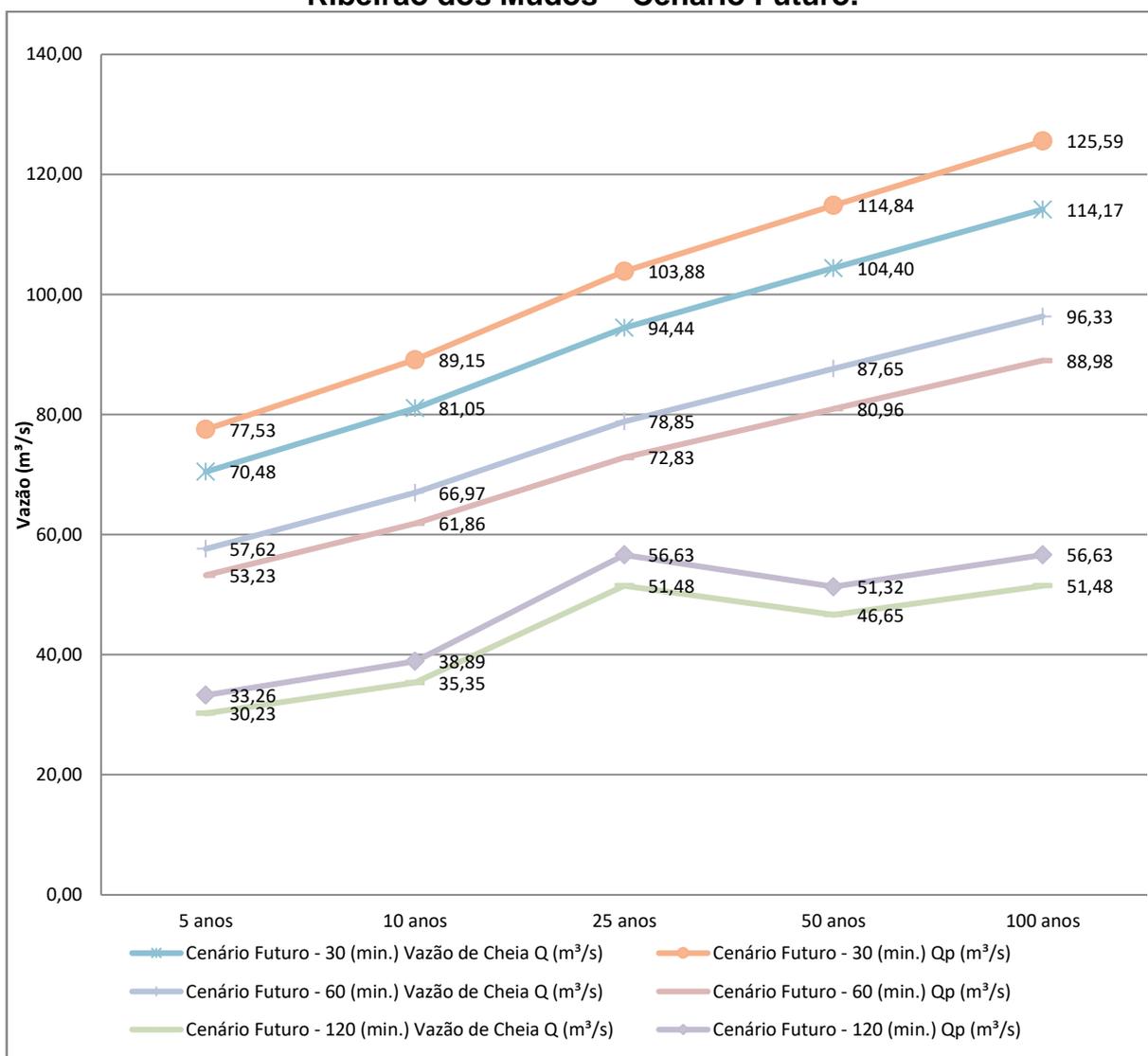
**Gráfico 13 - Vazões de Cheia e Vazões de Pico
Ribeirão Manoel Lito - Cenário Futuro.**



3.2.4.2. Previsão de Cheias para o Ribeirão dos Mudos - Cenário Futuro

Apresentamos a seguir os cálculos referentes a previsão das vazões de pico para Ribeirão dos Mudos. O **Gráfico 14** demonstra a comparação das vazões de cheia e de pico, conforme parâmetros explicitados anteriormente.

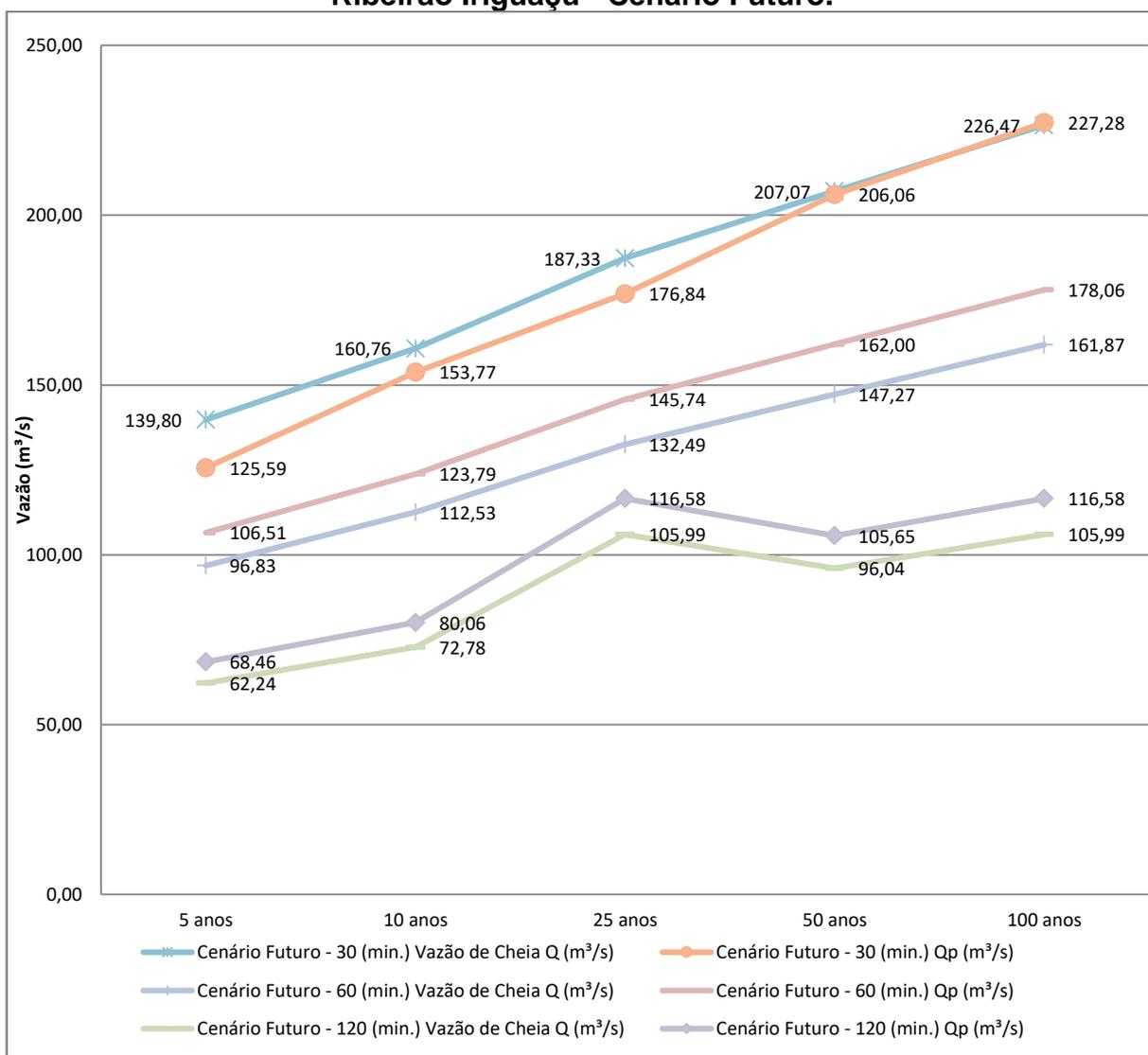
**Gráfico 14 - Vazões de Cheia e Vazões de Pico
Ribeirão dos Mudos – Cenário Futuro.**



3.2.4.3. Previsão de Cheias para o Ribeirão Iriguauçu - Cenário Futuro

Apresentamos a seguir os cálculos referentes a previsão das vazões de pico para Ribeirão Iriguauçu. O **Gráfico 15** demonstra a comparação das vazões de cheia e de pico, conforme parâmetros explicitados anteriormente.

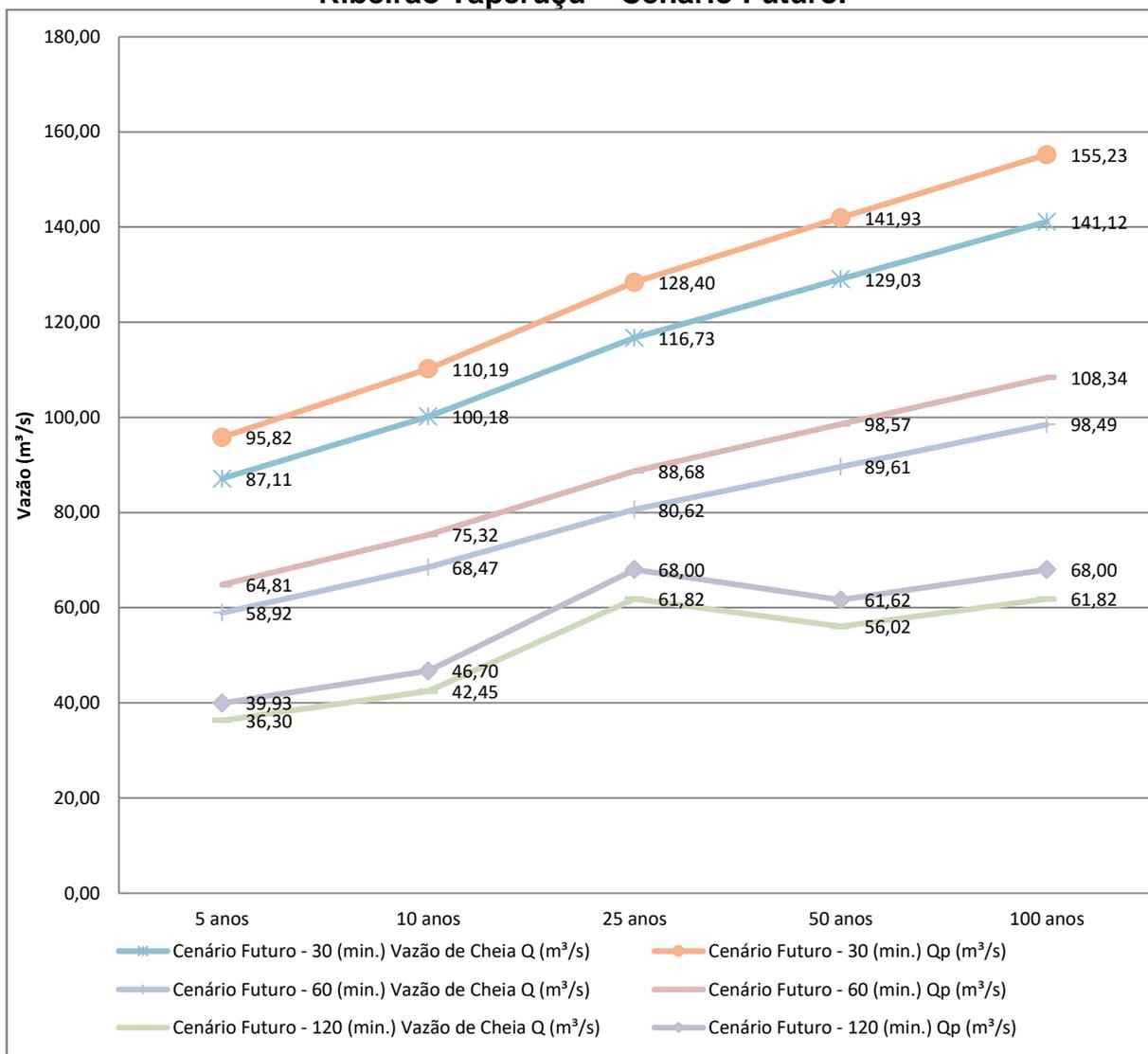
**Gráfico 15 - Vazões de Cheia e Vazões de Pico
Ribeirão Iriguauçu - Cenário Futuro.**



3.2.4.4. Previsão de Cheias para o Ribeirão Taperuçu - Cenário Futuro

Apresentamos a seguir os cálculos referentes a previsão das vazões de pico para Ribeirão Taperuçu. O **Gráfico 16** demonstra a comparação das vazões de cheia e de pico, conforme parâmetros explicitados anteriormente.

**Gráfico 16 - Vazões de Cheia e Vazões de Pico
Ribeirão Taperuçu – Cenário Futuro.**



3.2.4.5. Síntese das Vazões Projetadas para o Cenário Futuro

O **Quadro 19** apresenta um resumo das vazões projetadas para o Cenário Futuro.

Quadro 19 - Resumo das Vazões Projetadas para o Cenário Futuro.

Bacia	Período de Retorno (Anos)	Cenário Futuro					
		30 (min.)		60 (min.)		120 (min.)	
		Vazão de Cheia Q (m³/s)	Qp (m³/s)	Vazão de Cheia Q (m³/s)	Qp (m³/s)	Vazão de Cheia Q (m³/s)	Qp (m³/s)
Ribeirão Manoel Lito	5	87,06	95,77	57,62	63,39	35,14	38,65
	10	100,12	110,13	66,97	73,67	41,09	45,20
	25	116,66	128,33	78,85	86,73	59,84	65,82
	50	128,96	141,85	87,65	96,41	54,22	59,64
	100	141,04	155,14	96,33	105,97	59,84	65,82
Ribeirão dos Mudos	5	70,48	77,53	48,39	53,23	30,23	33,26
	10	81,05	89,15	56,24	61,86	35,35	38,89
	25	94,44	103,88	66,21	72,83	51,48	56,63
	50	104,40	114,84	73,60	80,96	46,65	51,32
	100	114,17	125,59	80,89	88,98	51,48	56,63
Ribeirão Iriguaçu	5	139,80	153,77	96,83	106,51	62,24	68,46
	10	160,76	176,84	112,53	123,79	72,78	80,06
	25	187,33	206,06	132,49	145,74	105,99	116,58
	50	207,07	227,28	147,27	162,00	96,04	105,65
	100	226,47	249,11	161,87	178,06	105,99	116,58
Ribeirão Taperuçu	5	87,11	95,82	58,92	64,81	36,30	39,93
	10	100,18	110,19	68,47	75,32	42,45	46,70
	25	116,73	128,40	80,62	88,68	61,82	68,00
	50	129,03	141,93	89,61	98,57	56,02	61,62
	100	141,12	155,23	98,49	108,34	61,82	68,00

3.2.5. Variação de Nível e Cotas de Inundação

As cotas de nível d'água geradas nas simulações são apresentadas no **Quadro 20**, e foram construídas a partir de seções representativas de cada Bacia. Visando a segurança de projeto, utilizou-se a vazão de pico em todos os períodos de retorno e duração, simulando o pior cenário possível, e eventos extremos.

Quadro 20 - Cotas de Inundação para o Cenário Atual.

Bacia	Período de Retorno (anos)	Cenário Atual					
		30 (min.)		60 (min.)		120 (min.)	
		Qp (m³/s)	NA (m)	Qp (m³/s)	NA (m)	Qp (m³/s)	NA (m)
Ribeirão Manoel Lito	5	89,96	2,33	59,55	1,90	36,31	1,58
	10	103,46	2,34	69,20	2,05	42,46	1,67
	25	120,55	2,41	81,48	2,14	50,23	1,93
	50	133,26	2,57	90,57	2,22	56,03	1,86
	100	145,74	2,66	99,55	2,31	61,83	1,93
Ribeirão dos Mudos	5	89,98	2,30	61,78	1,93	38,60	1,61
	10	103,48	2,34	71,80	2,04	45,14	1,71
	25	120,58	2,48	84,54	2,17	53,40	1,82
	50	133,29	2,57	93,97	2,26	59,56	1,90
	100	145,77	2,66	103,28	2,34	65,73	1,97
Ribeirão Iriguaçu	5	76,89	0,24	53,26	0,19	34,23	0,14
	10	88,42	0,26	61,89	0,21	40,03	0,16
	25	103,03	0,28	72,87	0,23	47,36	0,18
	50	113,89	0,30	81,00	0,24	52,82	0,19
	100	124,56	0,32	89,03	0,26	58,29	0,20
Ribeirão Taperuçu	5	47,91	0,83	32,40	0,70	19,97	0,56
	10	55,10	0,88	37,66	0,75	23,35	0,60
	25	64,20	0,95	44,34	0,80	34,00	0,71
	50	70,97	0,987	49,29	0,84	30,81	0,68
	100	77,61	1,03	54,17	0,88	34,00	0,71

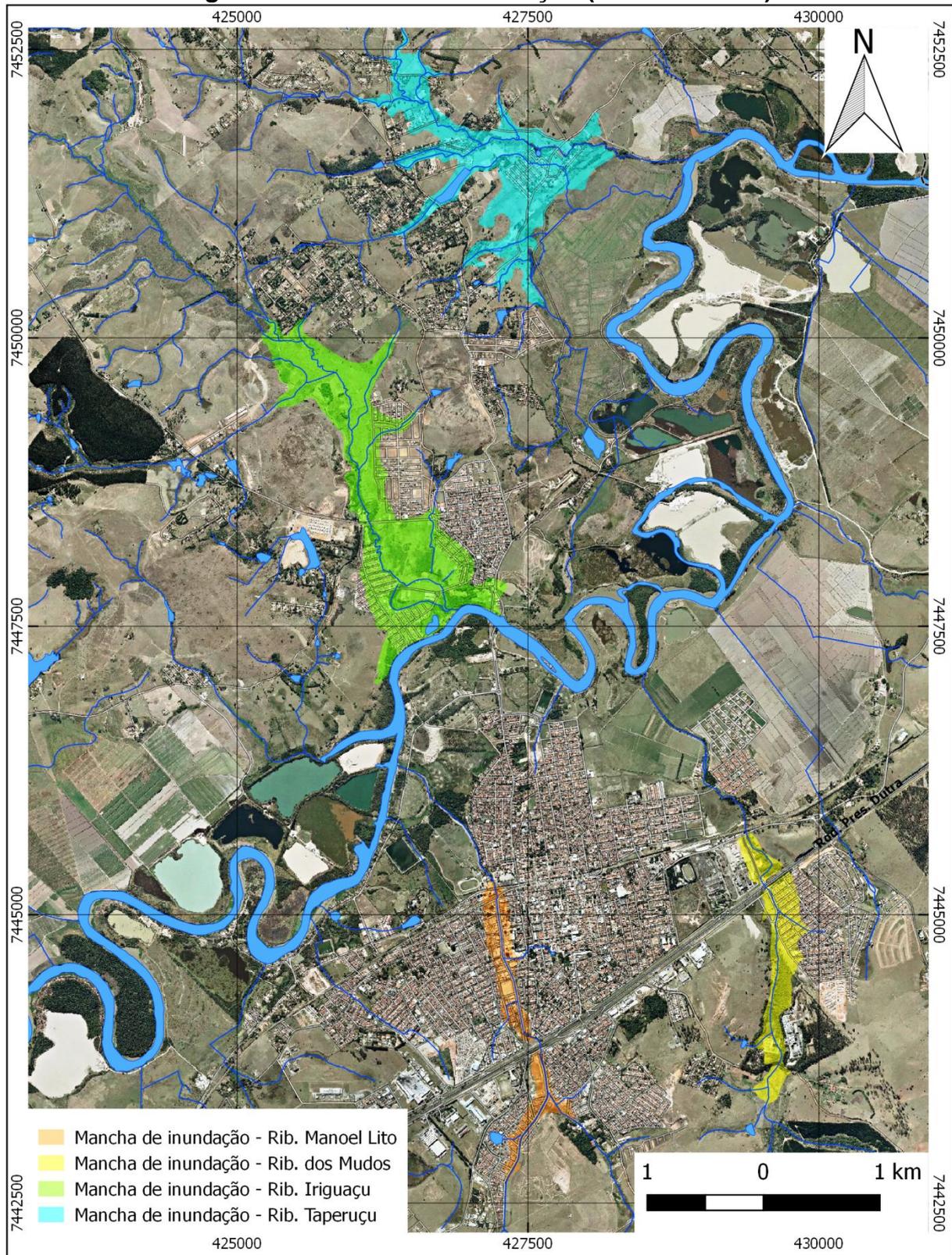
Quadro 21 - Cotas de Inundação para o Cenário Futuro.

Bacia	Período de Retorno (anos)	Cenário Futuro					
		30 (min.)		60 (min.)		120 (min.)	
		Qp (m³/s)	NA (m)	Qp (m³/s)	NA (m)	Qp (m³/s)	NA (m)
Ribeirão Manoel Lito	5	95,77	2,27	63,39	1,95	38,65	1,62
	10	110,13	2,39	73,67	2,03	45,20	1,71
	25	128,33	2,54	86,73	2,19	53,47	1,82
	50	141,85	2,63	96,41	2,28	59,64	1,90
	100	155,14	2,72	105,97	2,36	65,82	1,97
Ribeirão dos Mudos	5	179,97	2,88	123,56	2,50	77,20	2,09
	10	206,96	3,03	143,60	2,65	90,27	2,22
	25	241,16	3,21	169,07	2,81	106,80	2,37
	50	266,58	3,34	187,93	2,92	119,13	2,47
	100	291,55	3,45	206,56	3,03	131,46	2,56
Ribeirão Iriguaçu	5	153,77	0,36	106,51	0,29	68,46	0,22
	10	176,84	0,39	123,79	0,31	80,06	0,24
	25	206,06	0,43	145,74	0,35	94,71	0,27
	50	227,28	0,45	162,00	0,36	105,65	0,29
	100	249,11	0,48	178,06	0,39	116,58	0,30
Ribeirão Taperuçu	5	95,82	1,12	64,81	0,95	39,93	0,77
	10	110,19	1,19	75,32	1,01	46,70	0,82
	25	128,40	1,27	88,68	1,08	55,24	0,89
	50	141,93	1,32	98,57	1,12	61,62	0,93
	100	155,23	1,38	108,34	1,18	68,00	0,97

Após a determinação do NA variante, procedeu-se a elaboração das manchas de inundação. Foram representados a mancha para o período de retorno de 5 e 100 anos, para uma chuva de duração de 30 minutos.

A **Figura 11** apresenta as manchas de inundação conforme descrito acima.

Figura 11 - Mancha de Inundação (TR = 100 anos).



Fonte: Google Earth, adaptado TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP, (2017).

4. FORMULAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE MITIGAÇÃO ESTRUTURAIS (R3)

4.1. Critérios para Análise de Viabilidade

Atendendo as solicitações da Prefeitura, houve um estudo para compatibilização da metodologia do IG, utilizada para análise de risco no “Mapeamento de riscos associados a escorregamentos, inundações, erosão, solapamento, colapso e subsidência do município de Caçapava, SP”, proposta por Fernandes da Silva et al. (2011), para a determinação da variável Perigo (P) - utilizada para o cálculo do índice (grau) de risco de inundação (R) em três estágios distintos e considerando dois atributos: o nível estimado ou efetivamente atingido pela água (Nat) em diferentes locais e a recorrência (Rec) dos eventos registrados no setor.

Para a modelagem e determinação do índice de vulnerabilidade, foram utilizados os seguintes atributos:

- Tipo Construtivo (TC);
- Padrão Construtivo (PC);
- Pavimentação (PAV); e
- Infraestrutura Sanitária (INFRA);

Essas características foram correlacionadas com os aspectos técnicos, econômicos, sociais e ambientais, atribuindo-se os mesmos pesos, conforme apresentado no **Quadro 22**.

Quadro 22 - Classes e Notas Ponderadas Utilizadas no Cálculo da Variável de Viabilidade.

Atributo (IG)	Aspecto Relacionado	Classes e Notas Ponderadas Utilizadas no Cálculo da Variável de Viabilidade			
		Atende	Atende Parcialmente	Não Atende	
(TC) Tipo Construtivo	(TEC) Técnico	Atende	Atende Parcialmente	Não Atende	
		0,833	0,500	0,1667	
(PC) Padrão Construtivo	(ECO) Econômica	Atende	Atende Parcialmente	Não Atende	
		0,833	0,500	0,1667	
(PV) Pavimentação	(AMB) Ambiental	Promove recuperação da área	Controla impactos negativos	Não causa impacto de qualquer natureza	Causa impactos negativos
		0,9	0,7	0,5	0,1
(INFRA) Infraestrutura Sanitária	(SOC) Social	Promove aumento da qualidade de vida da população	Coloca a população fora da zona de vulnerabilidade e social	Não há alteração das condições sociais	Piora as condições sociais
		0,875	0,625	0,375	0,125

A modelagem da variável de viabilidade foi efetuada através na **Equação 03**, na qual são adotados pesos diferenciados utilizando-se da mesma ponderação arbitrada do Mapeamento do IG, para cada um dos atributos considerados:

$$V_{iab.} = 0,4 \cdot (TEC) + 0,4 \cdot (ECO) + 0,05 \cdot (AMB) + 0,15 \cdot (SOC) \quad \text{Equação 03}$$

Os valores obtidos com a aplicação da **Equação 03**, foram divididos em 4 classes indicando diferentes níveis de viabilidade, conforme apresentado no **Quadro 23**.

Quadro 23 - Classes de Viabilidade.

Viabilidade	Intervalo de Valores
Viabilidade Baixa	$0,1571 \leq Vi \leq 0,2872$
Viabilidade Média	$0,2872 < Vi \leq 0,4178$
Viabilidade Alta	$0,4178 < Vi \leq 0,5485$
Viabilidade Muito Alta	$0,5485 < Vi \leq 0,8429$

Para determinação da viabilidade das alternativas propostas foram utilizados critérios técnicos, econômicos e socioambientais, conforme descrito abaixo.

Os custos de uma obra ou projeto são um dos fatores preponderantes para análise de sua viabilidade. Em conjunto com os técnicos da Prefeitura decidiu-se que

as intervenções estruturais do Plano Diretor de Drenagem constariam de 3 modalidades, sendo:

- **Remoção de moradias em áreas de ocupação irregular** constando da desocupação de áreas naturalmente suscetíveis à inundação e a escorregamentos;
- **Intervenção nos sistemas de macrodrenagem** incluso redimensionamento e substituição de travessias e canais; e
- **Intervenção nos sistemas de microdrenagem** incluso reforço e implantação de galeria de águas pluviais.

4.1.1. Composição de Custos para Remoção de Moradias

Para a estimativa dos custos de remoção das edificações será o utilizado o METODO DE QUANTIFICAÇÃO DE CUSTOS do DNIT, definido como aquele em que o custo do bem ou de suas partes é identificado por de orçamentos sintéticos ou analíticos a partir da quantidade de serviços e respectivos custos diretos e indiretos. Conforme especificado no Item 8.3.2 da NBR 14.653-1, por este método o custo pode ser apropriado a partir do custo unitário básico de construção. Para o cálculo do índice de depreciação será utilizado o critério Ross Heidecke, que relaciona a idade real da edificação e o seu estado de conservação, em função da vida útil adotada.

$$VB = A \cdot CUB \cdot D \quad \text{Equação 04}$$

Onde:

VB = Valor da edificação;

A = Área de Construção Total;

CUB = Custo Unitário Básico; e

D = Depreciação física e funcional.

Para a determinação do Custo Unitário Básico (CUB) das edificações serão utilizados os custos unitários publicados pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - DNIT.

O SINAPI é um sistema de pesquisa mensal que informa custos e índices

da construção civil, resultantes de trabalhos técnicos conjuntos da Caixa Econômica Federal - CAIXA.

4.1.2. Descrição das Alternativas por Área

A seguir são listadas as alternativas para cada uma das áreas consideradas críticas na etapa de diagnóstico. Para cada alternativa serão analisados os aspectos e índices listados no Item 4.3.1, para determinação do Índice de Viabilidade Final (IVf).

O **Quadro 24** apresenta um resumo das alternativas por área e seus índices de viabilidade

Quadro 24 - Resumo do Estudo de Viabilidade.

Área	Descrição	Descrição De Alternativas	Custos Estimados de Intervenção (R\$)	Critérios para Análise de Viabilidade				
				Técnica	Financeira	Social	Ambiental	Resultado
1	Vila Beira Rio	Alternativa 1: Remoção de 165 moradias que se encontram na zona de inundação natural do Rio Paraíba do Sul.	R\$ 1.800.214,02	0,1667	0,1667	0,6250	0,7000	0,137
		Alternativa 2: Adoção de medidas de fiscalização e zoneamento da área, afim de que não sejam consolidados novos núcleos populacionais irregulares.	R\$ 40.000,00	0,8330	0,8330	0,3750	0,5000	0,668
2	Parque Residencial Eldorado	Alternativa 1: Remoção de 67 moradias que se encontram na zona de inundação natural do Ribeirão Iriguaçu.	R\$ 4.593.842,14	0,8330	0,1667	0,3750	0,9000	0,402
		Alternativa 2: Substituição da Ponte Manoel Bispo de Souza e redimensionamento da travessia Rua Desembargador Percival de Moura Alcântara.	R\$ 290.837,57	0,8330	0,8330	0,7000	0,3750	0,668
3	Vila Perinho	Alternativa 1: Limpeza do canal e ligação à emissário de esgoto.	R\$ 1.534.516,37	0,8330	0,8330	0,7000	0,8750	0,671

Área	Descrição	Descrição De Alternativas	Custos Estimados de Intervenção (R\$)	Critérios para Análise de Viabilidade					
				Técnica	Financeira	Social	Ambiental	Resultado	
		A, da Rua Célia de Lara Ramalho (Rua 4), da Sunanda A. de Araújo Costa (Avenida C) e da Rua José Francisco Ribeiro.							
4	Condomínio Bom Jesus	Corresponde a trecho do Bairro Condomínio Bom Jesus, abrangendo moradias do final da Rua Elvira Mendonça / José Monteiro de Alvarenga, com algumas residências em soleira negativa inclusive.	Alternativa 1: Construção de galeria de águas pluviais no ponto baixo da Rua José Monteiro de Alvarenga.	R\$ 123.080,71	0,8330	0,8330	0,9000	0,8750	0,672
5	Rua Cascavel	Este trecho corresponde a uma travessia sobre o Ribeirão Manoel Lito na Rua Cascavel. Por se tratar de área de várzea, este ponto é inundado devido à ocorrência de chuvas intensas ao longo da Bacia, agravada pela crescente taxa de impermeabilização à montante.	Alternativa 1: Redimensionamento da travessia sob o Ribeirão Manoel Lito.	R\$ 97.076,38	0,8330	0,8330	0,9000	0,8750	0,672
6	Guamirim	Corresponde a trecho do Bairro Guaramirim, localizado na Microbacia do Ribeirão Olho D'água, tributário da margem direita do Ribeirão da Divisa, na zona rural do município, ao longo da Rodovia João do Amaral Gurgel e próximo à Rodovia Carvalho Pinto. Toda área encontra-se em uma planície de inundação e as seções encontram-se bastante assoreados.	Alternativa 1: Limpeza e desassoreamento do canal.	R\$ 11.032,80	0,5000	0,8330	0,5000	0,3750	0,535
		Alternativa 2: Remoção das moradias existentes na área de inundação.	R\$ 139.611,60	0,1667	0,1667	0,9000	0,8750	0,139	
7	Jd. Primavera	Corresponde a travessia da Rua Dr. Túlio Giulio sobre o Ribeirão dos Mudos e seu entorno.	Alternativa 1: Remoção das moradias existentes na área de inundação.	R\$ 2.742.592,32	0,1667	0,1667	0,9000	0,8750	0,139
		Alternativa 2: Redimensionamento e substituição da travessia sob a Rua Dr. Túlio Giulio	R\$ 128.453,70	0,8330	0,8330	0,7000	0,6250	0,670	
8	Parque Residencial Nova Caçapava	A área corresponde ao trecho à montante da travessia da Avenida Robert Lee, no canal do Ribeirão dos Mudos.	Alternativa 1: Redimensionamento e substituição da travessia da Avenida Robert Lee.	R\$ 132.453,19	0,8330	0,8330	0,7000	0,3750	0,668
9	Vitoria Vale	Corresponde a um trecho da Estrada Municipal Professora Olívia Alegre, no Bairro Vitória Vale, localizado sobre um afluente do Rio Paraíba do Sul, em um ponto onde este forma um ponto baixo	Alternativa 1: Implantação de galerias de águas pluviais na Estrada Municipal Profª Olívia Alegri.	R\$ 242.059,30	0,8330	0,8330	0,5000	0,3750	0,668
10	Caçapava Velha	Corresponde a trecho do Bairro Rural Caçapava Velha, localizado na Sub-bacia do Córrego Moçoroca/Caçapava	Alternativa 1: Remoção das moradias existentes na zona de inundação.	R\$ 327.311,64	0,1667	0,5000	0,9000	0,6250	0,271

Área	Descrição	Descrição De Alternativas	Custos Estimados de Intervenção (R\$)	Critérios para Análise de Viabilidade				
				Técnica	Financeira	Social	Ambiental	Resultado
	Velha, a montante da Rodovia Carvalho Pinto, na região sudoeste do Município.	Alternativa 2: Redimensionamento e substituição da travessia existente.	R\$ 111.955,52	0,8330	0,8330	0,5000	0,3750	0,668

É válido ressaltar que todos os valores, mesmo que criteriosamente, foram estimados e poderão sofrer alterações significativas quando da elaboração do projeto executivo nas fases posteriores de desenvolvimento do Plano, bem como, estarão sujeitos a análise custo-benefício para amortização dos custos projetados, tendo em vista o horizonte de projeto de 20 anos.

5. MEDIDAS DE CONTROLE NÃO ESTRUTURAIS (R4)

Entende-se por Diretrizes um conjunto de indicações para se levar a termo um plano traçado. Com esta visão, e com os princípios fundamentais estabelecidos, foram elencadas as diretrizes denominadas gerais que definirão os programas, projetos e ações de natureza institucional e de caráter mais abrangente, a serem empreendidos no âmbito da drenagem urbana. São diretrizes institucionais deste Plano:

- a. Institucionalização da Política de Drenagem Urbana do Município de Caçapava e determinação da Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente como Gestor do Plano.
- b. Vinculação dos Investimentos em Drenagem Urbana, Previstos e em Andamento, à Programação a ser estabelecida por este Plano Diretor de Drenagem.
- c. Instituição da Política Municipal de Educação Ambiental Relacionada às Questões de Drenagem Urbana e de Conservação das Bacias Hidrográficas.
- d. Integração e Articulação da Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente com a Secretaria de Educação.
- e. Integrar os Programas e Ações de Drenagem Urbana ao Conceito

de Saneamento Ambiental.

f. Integração e Articulação da Secretaria de Obras e Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente.

5.1. Diretrizes de Gestão e Ações Não Estruturais

5.1.1. Diretrizes Institucionais

Entende-se por Diretrizes um conjunto de indicações para se levar a termo um plano traçado. Com esta visão, e com os princípios fundamentais estabelecidos, foram elencadas as diretrizes denominadas gerais que definirão os programas, projetos e ações de natureza institucional e de caráter mais abrangente, a serem empreendidos no âmbito da drenagem urbana.

5.1.1.1. Institucionalização da Política de Drenagem Urbana do Município de Caçapava e determinação da Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente como Gestor do Plano

A Política de drenagem urbana de Caçapava será estabelecida a partir da aprovação do Plano de Diretor de Drenagem. O Plano ensejará a elaboração e estabelecimento de legislação específica, a ser aprovada pela Câmara Municipal. Dado o caráter abrangente do plano será necessária a revisão e complementação da totalidade dos instrumentos legais municipais referentes ao assunto; estando a cargo da Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente (SPMA) a implementação e gestão do Plano Diretor de Drenagem no âmbito municipal.

5.1.1.2. Vinculação dos Investimentos em Drenagem Urbana, Previstos e em Andamento, à Programação a ser estabelecida por este Plano Diretor de Drenagem

Com a aprovação do Plano, o executivo municipal deverá adequar seu orçamento e a programação de investimentos, de forma a atender a programação estabelecida pelo Plano Diretor de Drenagem.

5.1.1.3. Instituição da Política Municipal de Educação Ambiental Relacionada às Questões de Drenagem Urbana e de Conservação das Bacias Hidrográficas

Promover, de forma abrangente e em larga escala, o acesso à Educação Ambiental da população, de maneira formal ou informal, seja através de um processo institucionalizado que ocorre nas unidades de ensino, como também por sua realização fora da escola, envolvendo flexibilidade de métodos e de conteúdos e um público alvo variável em suas características (faixa etária, nível de escolaridade, nível de conhecimento da problemática da drenagem urbana, etc.);

5.1.1.4. Integração e Articulação da Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente com a Secretaria de Educação

Como forma de assegurar a instituição eficiente da Política Municipal de Educação Ambiental nos assuntos referentes à drenagem urbana, a integração e articulação entre o gestor do Plano Diretor de Drenagem (Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente) e a Secretaria da Educação deverá se concretizar de maneira institucionalizada, com previsão tanto das atribuições de cada órgão bem como de reserva de parcela percentual orçamentária, com vistas a resguardar e assegurar o monitoramento a implementação da Política Municipal de Educação Ambiental e outras medidas afins;

5.1.1.5. Integrar os Programas e Ações de Drenagem Urbana ao Conceito de Saneamento Ambiental

Considerar a interação das ações entre os setores de abastecimento de água, de esgotamento sanitário, de manejo dos resíduos sólidos e manejo das águas pluviais (Drenagem Urbana), com a obtenção de resultados especialmente mensuráveis, reduzindo o efeito de pulverização das ações e, portanto, dos resultados relativos à salubridade ambiental.

5.1.1.6. Integração e Articulação da Secretaria de Obras e Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente

Esta integração deverá ocorrer de modo que as 2 (duas) Secretarias trabalhem coordenada e articuladamente na gestão do Plano Diretor Municipal, do Plano Diretor de Drenagem e do Plano de Saneamento Ambiental, impedindo empreendimentos e ações em desacordo com os conceitos e diretrizes estabelecidos no presente plano. A articulação deverá se concretizar de maneira institucionalizada entre o gestor do Plano Diretor de Drenagem a SPMA e a SOSM, nas questões que envolvem drenagem, salubridade ambiental, planejamento urbano e meio ambiente, com previsão tanto das atribuições de cada órgão bem como de reserva de parcela percentual orçamentária, com vistas a monitorar e incrementar as ações que envolvam medidas afins que subsidiem direta e indiretamente a melhoria das condições de salubridade ambiental.

5.2. Programas

5.2.1. Programas Institucionais

São aqueles criados de modo a implementar e operacionalizar as diretrizes institucionais previstas no presente Plano.

5.2.1.1. Fundo Social para Projetos de Educação Ambiental Relacionado à Drenagem e Conservação das Bacias Hidrográficas

Busca-se aqui o estabelecimento de bases para a institucionalização de um Programa de Educação Permanente envolvendo as Secretarias Municipais de Educação, SPMA e SOSM, considerado como gestor do processo, deverá coordenar os trabalhos para a implantação e implementação da política a ser estabelecida.

A Educação Ambiental a ser empreendida pelo poder executivo deverá observar a legislação em vigor, em especial a Lei Federal N.º 9.795 de 1999, que trata da Política Nacional de Educação Ambiental.

Os projetos e ações necessárias para o alcance deste programa estão a

seguir relacionados.

5.2.1.2. Criação de Grupo de Trabalho

Este grupo deverá ser criado com o objetivo de traçar e formular as bases da Política Municipal de Educação Ambiental, em consonância com a Lei Federal N.º 9.795 de 1999. Deverá ser composto por profissionais ligados à Área da Educação e da Assistência Social, da Área da Saúde, além das Áreas Técnicas que exercem atividades de Gerenciamento e Controle do Setor de Drenagem e Meio Ambiente.

Seu estabelecimento deverá ter retaguarda institucional, com definição de prazos e resultados esperados. O documento final deverá conter os objetivos e os princípios que nortearão os trabalhos e, ainda, diretrizes, programas específicos, projetos e ações a serem empreendidas no âmbito municipal.

5.2.1.3. Programa de Institucionalização do Relacionamento Intragovernamental na Área do Saneamento Ambiental

Mesmo com a centralização das atividades relativas à drenagem urbana na SPMA, no que se refere ao planejamento, gestão e operação, algumas Secretarias Municipais deverão exercer atividades em conjunto com a primeira, mantendo relações estreitas de trabalho e participando diretamente, seja no aporte de recursos, seja no desenvolvimento de atividades ou, ainda, nos resultados a serem obtidos relativos à implementação do Plano Diretor de Drenagem.

Este relacionamento institucional deverá ser regulamentado e, ainda, os trabalhos deverão ser regidos por meio de Decreto Municipal onde estará estabelecido, no mínimo, os objetivos, a composição do grupo, as funções a serem exercidas, a responsabilidade de cada órgão, a periodicidade de fluxo das informações, e as atividades a serem desenvolvidas.

Em razão das peculiaridades inerentes a cada órgão público e segundo as especificidades dos trabalhos a serem desenvolvidos, a SPMA, em um prazo não superior a 180 dias, a contar da data de aprovação do Plano Diretor de Drenagem, enviar ao executivo municipal as minutas dos decretos que regulamentarão as relações com cada Secretaria ou instituição pública, relacionada diretamente com a

implementação do Plano. Para que não haja prejuízos na implementação do Plano, o executivo municipal, por sua vez, deverá regulamentar esta matéria em um prazo não superior a 180 dias.

A princípio, as Secretarias Municipais que manterão estrita relação de trabalho com a SPMA são:

- Secretaria de Educação;
- SOSM; e
 - Período da despesa: entre julho/2015 e julho/2034; e
 - Valor estimado: R\$ 15.000,00 / ano.

5.2.1.4. Reforma e Complementação da Legislação Municipal do Setor de Obras e Drenagem Urbana

Todos os programas institucionais e alguns dos programas setoriais a serem desenvolvidos necessitarão de legislação municipal adequada à sua implementação.

O executivo municipal, com a assessoria da SPMA deverá promover a reforma e complementação da Legislação Municipal que dispõe sobre os serviços de Drenagem Urbana, inclusive no que se refere ao Plano Diretor Urbanístico, uso e ocupação do solo e posturas, de forma a adequá-la à Legislação Federal vigente e ao Plano Diretor de Drenagem aprovado pelo Legislativo Municipal.

Após a promulgação da Lei do Plano Diretor de Drenagem, sua regulamentação não poderá ultrapassar o prazo de 180 dias, com a finalidade de dar andamento consistente aos programas estabelecidos.

- Período da despesa: entre janeiro/2019 e julho/2019; e
- Valor estimado: R\$ 60.000,00.

5.2.2. Programas Técnicos

5.2.2.1. Elaboração de Manual de Critérios para a Elaboração de Estudos Hidrológicos de Vazões Extremas

No prazo de 90 dias após a aprovação da Lei do Plano Diretor de Drenagem, a SPMA deverá elaborar, com base nas diretrizes e anexos do presente plano um manual de critérios para a elaboração de estudos hidrológicos de vazões extremas, definindo conteúdos mínimos, metodologias e critérios técnicos para a elaboração de estudos e projetos de drenagem no município, quer sejam de obras privadas, quanto públicas. Este manual deverá estar de acordo com os critérios estabelecidos pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo, especialmente nos casos em que a obtenção de aprovação e/ou outorga deste último for necessária.

O manual elaborado deverá fazer parte integrante dos decretos e leis municipais que tratem da aprovação de obras e empreendimentos e deverá, portanto ser considerado na elaboração do Programa de Reforma e Complementação do Setor de Obras e Drenagem Urbana.

- Período da despesa: entre janeiro/2019 março/2019; e
- Valor estimado: R\$ 40.000,00.

5.2.2.2. Elaboração de Manual de Procedimentos Para Análise e Aprovação de Obras, no que se Refere às Questões de Drenagem

No prazo de 180 dias após a aprovação da Lei do Plano Diretor de Drenagem, a SPMA com a participação da SOSM deverá elaborar um manual de procedimentos para a análise e aprovação de Projetos submetidos à Prefeitura Municipal de Caçapava, no que se refere às questões de drenagem, estabelecendo:

- A abrangência das normas de aprovação;
- Os critérios para a elaboração dos estudos e projetos a serem submetidos à aprovação; e
- Os procedimentos, fluxogramas e prazos de aprovação, bem como a matriz de responsabilidades dos processos.

- O manual de procedimentos deverá fazer parte integrante dos decretos e leis municipais que tratem da aprovação de obras e empreendimentos e deverá, portanto, ser considerado na elaboração do Programa de Reforma e Complementação do Setor de Obras e Drenagem Urbana.
 - Período da despesa: entre janeiro/2019 e março/2019; e
 - Valor estimado: R\$ 30.000,00.

5.2.2.3. Elaboração de Conjunto de Projetos Padrão, de Especificações Técnicas e de Instruções de Projeto para Sistemas de Drenagens de Obras Viárias e Redes Urbanas

No prazo de 360 dias após a aprovação da Lei do Plano Diretor de Drenagem, a SPMA e a SOSM deverão elaborar um conjunto de documentos técnicos com o objetivo de padronizar e buscar a qualidade nas Obras Públicas Municipais de Drenagem Viária e Urbana. Os documentos deverão conter, no mínimo:

- Um conjunto de projetos padrão de engenharia de dispositivos de drenagem, que inclua quantitativos de materiais e serviços;
- Um manual de especificações técnicas de materiais e serviços utilizados para a construção e implantação dos dispositivos projetados;
- Um caderno de encargos para o estabelecimento de preços unitários dos serviços necessários à construção e implantação dos dispositivos de drenagem; e
- Um caderno de instrução de projeto que especifique conteúdos mínimos dos projetos, padrões de apresentação, critérios técnicos, normas a adotar, etc.
 - Período da despesa: entre janeiro/2017 e dezembro/2017; e
 - Valor estimado: R\$ 120.000,00.

6. LEVANTAMENTO COMPLEMENTARES DE CAMPO

Tendo em vista os diagnósticos realizados anteriormente, os estudos de viabilidade e os apontamentos dos técnicos da Prefeitura, foram realizados os

levantamentos topográficos, a fim de reunir e caracterizar os elementos necessários para a elaboração dos projetos estruturais nas fases posteriores deste Plano.

6.1. Levantamento Planialtimétrico Cadastral

Visando a celeridade que o levantamento implica o GTE da TCA optou pela utilização da tecnologia de posicionamento em tempo real com GPS RTK.

Foram levantadas 8 áreas, contemplando todos os elementos necessários para desenvolvimento posterior de projetos de intervenção.

6.1.1. Tecnologia RTK

A técnica de posicionamento RTK é baseada na solução da portadora dos sinais transmitidos pelos sistemas globais de navegação por satélites GPS, Glonass e Galileo, este último ainda em fase de implantação. Uma estação de referência provê correções instantâneas para estações móveis, o que faz com que a precisão obtida chegue ao nível centimétrico.

A estação base retransmite a fase da portadora que ela mediu, e as unidades móveis comparam suas próprias medidas da fase com a recebida da estação de referência. Isto permite que as estações móveis calculem suas posições relativas com precisão milimétrica, ao mesmo tempo em que suas posições relativas absolutas são relacionadas com as coordenadas da estação base.

Esta técnica exige a disponibilidade de pelo menos uma estação de referência, com as coordenadas conhecidas e dotada de um receptor GNSS e um rádio-modem transmissor. A estação gera e transmite as correções diferenciais para as estações móveis, que usam os dados para determinar precisamente suas posições.

O formato das correções diferenciais é definido pela *Radio Technical Committee for Maritime Service* (RTCM). Os rádios transmissores operam nas faixas de frequência VHF/UHF, e a observação fundamental usada no RTK é a medida da fase da portadora.

O emprego das correções diferenciais faz com que a influência dos erros

devidos à distância entre a estação base e a móvel seja minimizada. Esses erros devem-se:

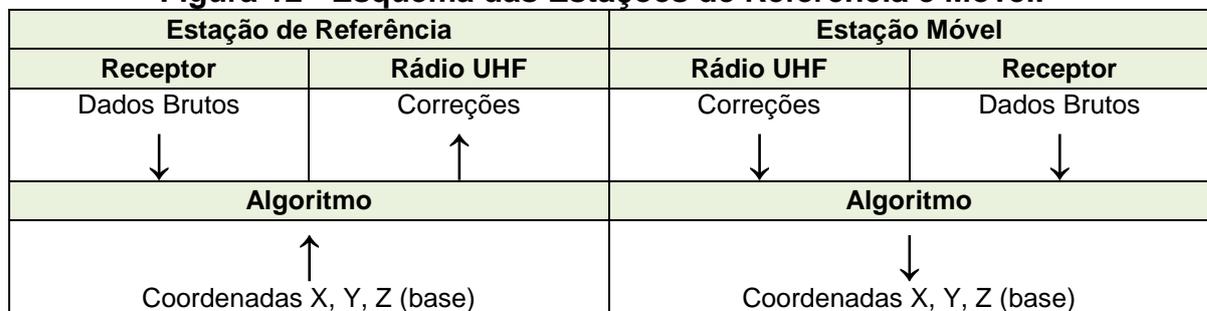
- ao relógio do satélite;
- às efemérides;
- à propagação do sinal na atmosfera.

No caso de uso de rádio-modem, a técnica RTK se restringe a linhas de base curtas (até 10 km), devido ao alcance limitado do UHF, e também porque a determinação da posição por esta técnica emprega apenas a solução da portadora L1, ainda que a portadora L2 esteja presente para a resolução das ambiguidades.

Estações virtuais de referência

O método *Virtual Reference Station (VRS)* expande o uso do RTK para toda a área de uma rede de estações base. A capacidade de realização dos levantamentos e as precisões disponibilizadas dependem da densidade e capacidade da rede de estações de referência.

Figura 12 - Esquema das Estações de Referência e Móvel.



As **Fotos 43 a 50** a seguir ilustram o levantamento realizado.

	<p>Foto 43 - Profissional utilizando estação móvel para levantamento.</p>
	<p>Foto 44 - Profissional utilizando estação móvel para levantamento.</p>
	<p>Foto 45 - Profissional utilizando estação móvel para levantamento. Em detalhe coletor de registro de dados.</p>

		<p>Foto 46 - Profissional utilizando estação móvel para levantamento e elementos de microdrenagem.</p>
		<p>Foto 47 - Profissional utilizando estação móvel para levantamento.</p>
		<p>Foto 48 - Profissional utilizando estação móvel para levantamento. Ao fundo estação de referência.</p>

	<p>Foto 49 - Profissional utilizando estação móvel para levantamento.</p>
	<p>Foto 50 - Vista geral do equipamento de levantamento. Em detalhe, estação de referência estacionada e estação móvel com o operador.</p>

7. ANTEPROJETO DAS MEDIDAS ESTRUTURAIS DE CONTROLE (R6)

7.1. Premissas de Projeto

Para a elaboração dos anteprojetos e as análises financeiras de custo benefício, serão utilizados os seguintes preceitos.

- Detalhamento das alternativas selecionadas após a análise de viabilidade;
- Definição das condições de escoamento e vazão, utilizando-se do Método I-PAI-WU para determinação das vazões de cheia, com chuvas de duração entre 30 e 120 min., e período de retorno TR = 5, 10, 25, 50 e 100 anos;

- Utilização das diretrizes técnicas e composição de custos unitários da Secretaria de Infraestrutura Urbana de São Paulo; e
- Estimativa de prejuízos causados pelas inundações conforme constante no **Quadro 25**.

Quadro 25 - Estimativa de Prejuízos Causados por Inundação.

Bacia	Período de Retorno (anos)	Cenário Futuro		
		Área Inundada (m ²)	NA (m)	Prejuízos Decorrentes de Inundação (R\$)
Manoel Lito	100	428.621,95	2,14	17.202.373,39
Ribeirão dos Mudos	100	508.976,27	2,88	6.341.314,24
Ribeirão Iriguaçu	100	1.795.738,65	0,36	1.005.013,00
Ribeirão Taperuçu	100	1.338.939,93	1,12	176.299,24

Estes valores servirão como referência para análise de custo-benefício e “payback” das intervenções projetadas.

Com bases nos parâmetros apresentados, e em estudos anteriores, foram definidos coeficientes de run-off para cada uma das bacias do município.

Atendendo as solicitações dos técnicos da Prefeitura realizou-se uma análise fragmentada, considerando o zoneamento municipal e a densidade de ocupação.

A razão entre os coeficientes e sua respectiva distribuição nas bacias, permitiu obtermos um coeficiente de escoamento ponderado, conforme apresentado no **Quadro 26** abaixo.

Quadro 26 - Coeficientes de Escoamento Volumétricos Ponderados.

Densidade de Ocupação	Categorias de Zoneamento	Coeficiente de Escoamento Volumétrico (LPAI WU)	Área x Tipo de Ocupação										
			Ribeirão do Cabuçu (km ²)	Ribeirão Iriguaçu (km ²)	Ribeirão Taperuçu (km ²)	Ribeirão Pitangueiras (km ²)	Ribeirão Dois Córregos (km ²)	Ribeirão Olho d'água (km ²)	Córrego dos Leões (km ²)	Ribeirão Manoel Lito (km ²)	Ribeirão dos Mudos (km ²)	Córrego Guaçaira (km ²)	Ribeirão Caçapava Velha (km ²)
Zona de Ocupação densa	Núcleo Urbano	0,90	0,00	-	-	-	0,52	0,00	-	-	0,59	0,29	0,20
	Zona Urbana	0,90	0,00	4,80	3,32	-	2,78	2,19	2,51	8,80	3,08	0,30	2,12
Zona de Ocupação mediana	Zona Industrial	0,70	0,00	-	-	-	-	0,10	0,59	0,34	0,79	1,60	2,23
	Zona de Expansão Urbana	0,70	9,08	0,01	2,37	0,07	16,41	16,10	0,71	7,02	21,90	15,90	16,34
	Zona de Expansão	0,70	3,20	6,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Zona de Transição	0,70	0,00	-	-	-	-	0,10	0,19	0,37	0,90	0,92	0,52
Zona de Ocupação baixa	Zona Ambientalmente Protegida	0,50	10,40	21,70	11,07	13,34	8,03	1,70	-	-	11,47	8,96	9,58
	Zona de Meandros	0,50	0,04	0,03	0,28	-	-	-	0,02	-	-	0,07	0,01
	Zona de Várzea	0,50	4,36	-	0,42	-	-	-	0,26	-	1,53	0,47	2,34
	Zona Rural	0,50	12,49	7,20	3,83	-	-	-	-	-	9,27	0,76	-
Coeficiente de escoamento (área x coeficiente volumétrico)			0,56	0,58	0,57	0,50	0,66	0,70	0,80	0,81	0,62	0,63	0,64

Aplicados os coeficientes acima listados obtivemos os seguintes resultados, apresentados no **Quadro 27**.

Quadro 27 - Aplicação dos Coeficientes Volumétricos Ponderados.

Microbacia	Área Total (km ²)	Dens. Drenagem (km/km ²)	Ocupação Predominante	Vazão Média Plurianual (m ³ /s)	Vazão Q _{T,10} (m ³ /s)	Vazão de Pico (m ³ /s)	Coefficiente de Escoamento Volumétrico	Coefficiente de Escoamento Ponderado (I PAI WU)	(Soil Conservation Service)
Córrego dos Leões	4,28	0,59	Predominantemente rural	0,054	0,018	66,36	0,80	0,47	86
Ribeirão Olho da Água	20,19	0,71	Predominantemente rural	0,234	0,078	79,42	0,70	0,35	86
Ribeirão Guaçaira	29,27	1,34	Predominantemente rural	0,344	0,135	239,81	0,63	0,35	86
Ribeirão Caçapava Velha	33,34	1,15	Predominantemente rural	0,399	0,133	275,53	0,64	0,34	86
Ribeirão Cabuçu	39,57	5,31	Predominantemente rural	0,492	0,164	283,66	0,56	0,30	86
Ribeirão das Pitangueiras	13,41	1,31	Predominantemente rural	0,199	0,066	122,47	0,50	0,30	86
Ribeirão Dois Córregos	27,74	3,39	Predominantemente rural	0,283	0,102	367,99	0,66	0,50	86
Ribeirão Manoel Lito	16,53	0,66	Altamente urbanizada	0,191	0,063	109,16	0,81	0,60	90
Ribeirão dos Mudos	49,53	0,41	Medianamente urbanizada em expansão	0,584	0,193	184,40	0,62	0,32	90
Ribeirão Iriguaçu	39,92	0,32	Medianamente urbanizada em expansão	0,482	0,16	240,81	0,58	0,25	90
Ribeirão Taperuçu	1,29	,35	ouco urbanizada	,193	,064	47,47	,57	,26	0

Conforme definido no Termo de Referência, a elaboração de anteprojetos tem por objetivo orientar o planejamento e levantar custos para a implantação e continuidade do Plano Diretor de Macrodrenagem de Caçapava.

A elaboração destes anteprojetos incluiu o dimensionamento, levantamento de quantidades, elaboração de orçamentos e análise de viabilidade econômica (*payback*) das intervenções.

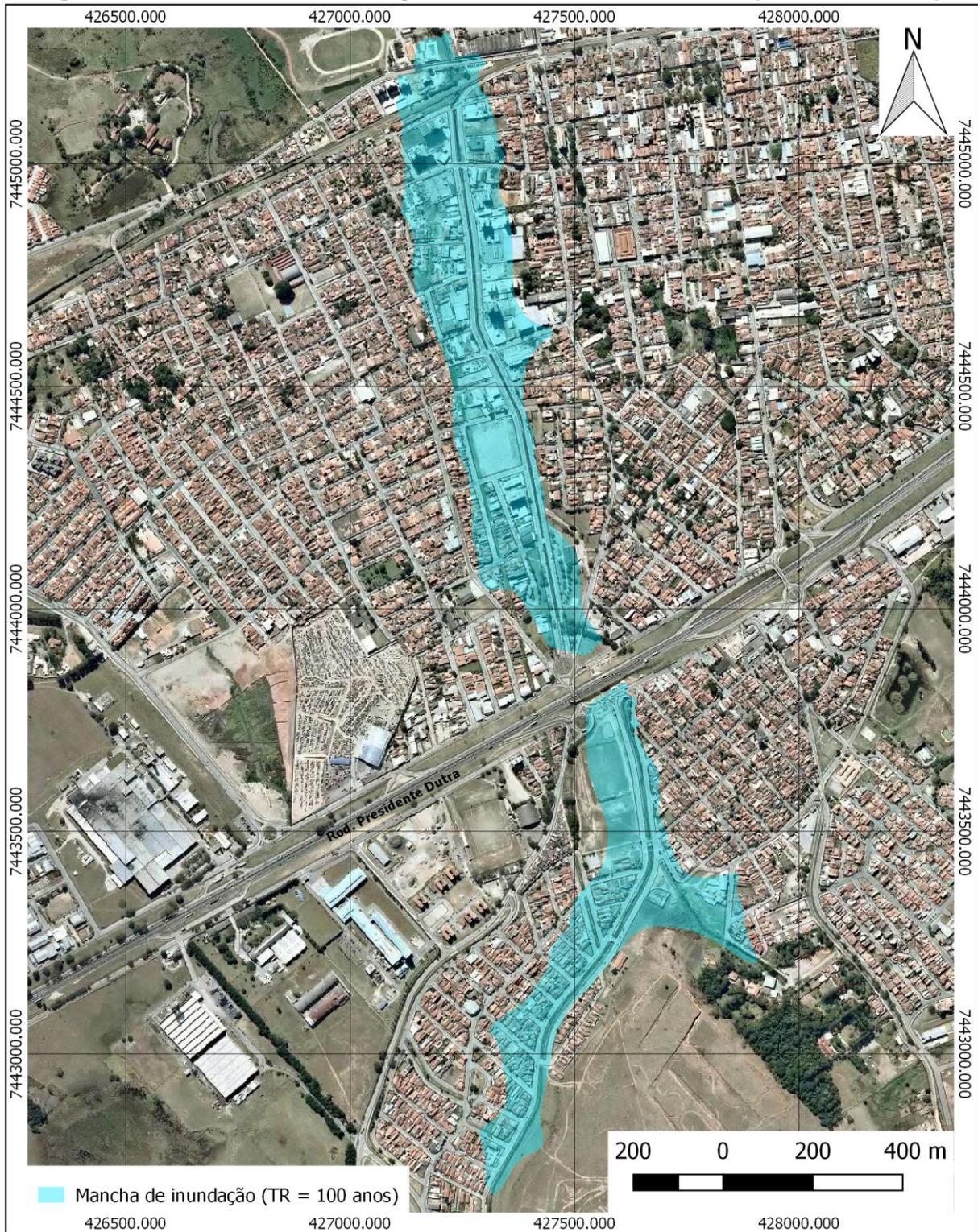
7.1.1. Intervenções Projetadas para a Bacia do Ribeirão Manoel Lito

O Ribeirão Manoel Lito, é um dos afluentes da margem direita do Rio Paraíba do Sul, e sua bacia de contribuição abrange toda a região central do município de Caçapava com uma área total de aproximadamente 16,70 km². Nasce porção sul do município, em uma área de relevo acentuado, atravessa a zona rural, corta a Rodovia Carvalho Pinto, segue marginal à Avenida dos Imigrantes, onde recebe um de seus maiores afluentes pela margem direita. Deste ponto em diante, cruza a Rodovia Presidente Dutra e posteriormente atravessa uma área densamente habitada, cortado o município, paralelamente à Avenida Brasil, atravessa a Ferrovia R.F.F.S.A. e a Avenida Marechal Castelo Branco, passa pela área militar até desaguar no Rio Paraíba do Sul.

No trecho da Avenida junto a Avenida Brasil, compreendido entre a Rodovia Presidente Dutra e a Linha Férrea, o Ribeirão Manoel Lito encontra-se canalizado a céu aberto através de um canal de pedra argamassada com seção trapezoidal. Ao longo da Avenida Brasil, a ocupação urbana impõe uma série de interferências ao escoamento natural das águas, tais como, as pontes, travessias, redes de esgotamento sanitário, entre outros, além do assoreamento. Logo, quando da ocorrência de chuvas intensas associadas à capacidade de escoamento reduzida deste corpo d'água, tem-se a ocorrência dos eventos de inundações, entre outros problemas.

A **Figura 13** ilustra o Ribeirão Manoel Lito e a sua mancha de inundação, calculada para um período de retorno de 100 anos.

Figura 13 - Mancha de Inundação do Ribeirão Manoel Lito (TR = 100 anos).



Fonte: Google Earth, adaptado TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP, (2017).

As **Fotos 51 a 60** ilustram os trechos de maior criticidade em vistoria realizada com representante da Prefeitura.



Foto 51 - Ponte da Avenida Vera Cruz Sob o Canal do Ribeirão Manoel Lito na Avenida Brasil.



Foto 52 - Ponte da Rua Edivir de Moura Viana (Ladeira São José) Sob o Canal do Ribeirão Manoel Lito na Avenida Brasil.



Foto 53 - Ponte da Rua Dr. Odilon de Souza Miranda Sob o Canal do Ribeirão Manoel Lito na Avenida Brasil.



Foto 54 - Ponte da Rua Dr. Odilon de Souza Miranda Sob o Canal do Ribeirão Manoel Lito na Avenida Brasil. Os Tubos Implantados com o Intuito de Atuarem como "by-pass" se Tornaram uma Interferência, Dificultando o Escoamento no Canal.



Foto 55 - Interferência ao Escoamento na Ponte da Rua Pedro de Moura Alcantara. Miranda Sob o Canal do Ribeirão Manoel Lito na Avenida Brasil. O Acúmulo de Pedras e Sedimentos é Comum à Toda Extensão do Canal.



Foto 56 - Saída da Galeria da Sob a Rodovia Dutra, na Embocadura para Entrada no Canal da Avenida Brasil.



Foto 57 - No 07/02/2017 Devido as Fortes Chuvas Houve um Rompimento do Muro de Ala e dos Tubos na Passagem da Rua Antônio de Castro Junior.



Foto 58 - Vista a Jusante do Lançamento da Travessia Rua Antônio de Castro Junior.



Foto 59 - Vista a Montante da Travessia da Rua Duque de Caxias.



Foto 60 - Lançamento no Canal no Início da Avenida Brasil.

A montante da Rodovia Dutra, o Ribeirão Manoel Lito segue canalizado ao longo da Avenida Imigrantes, no bairro da Vila Santa Isabel. Por se tratar de área menos adensada, mesmo na ocorrência de inundações tende a causar menos impactos. A **Foto 61** ilustra a configuração típica do canal no trecho descrito.



Foto 61 - Seção típica do Ribeirão Manoel Lito na Avenida Imigrantes.

Na Avenida Imigrantes, a principal restrição ao escoamento é a galeria sob Rodovia Dutra. Trata-se de uma galeria semicircular moldada (capelinha) de 2,5 x 2,5

e encontra-se ligeiramente elevada em relação ao nível d'água, conforme pode verificar na **Foto 62**.



Foto 62 - Galeria sob a Rodovia Dutra.

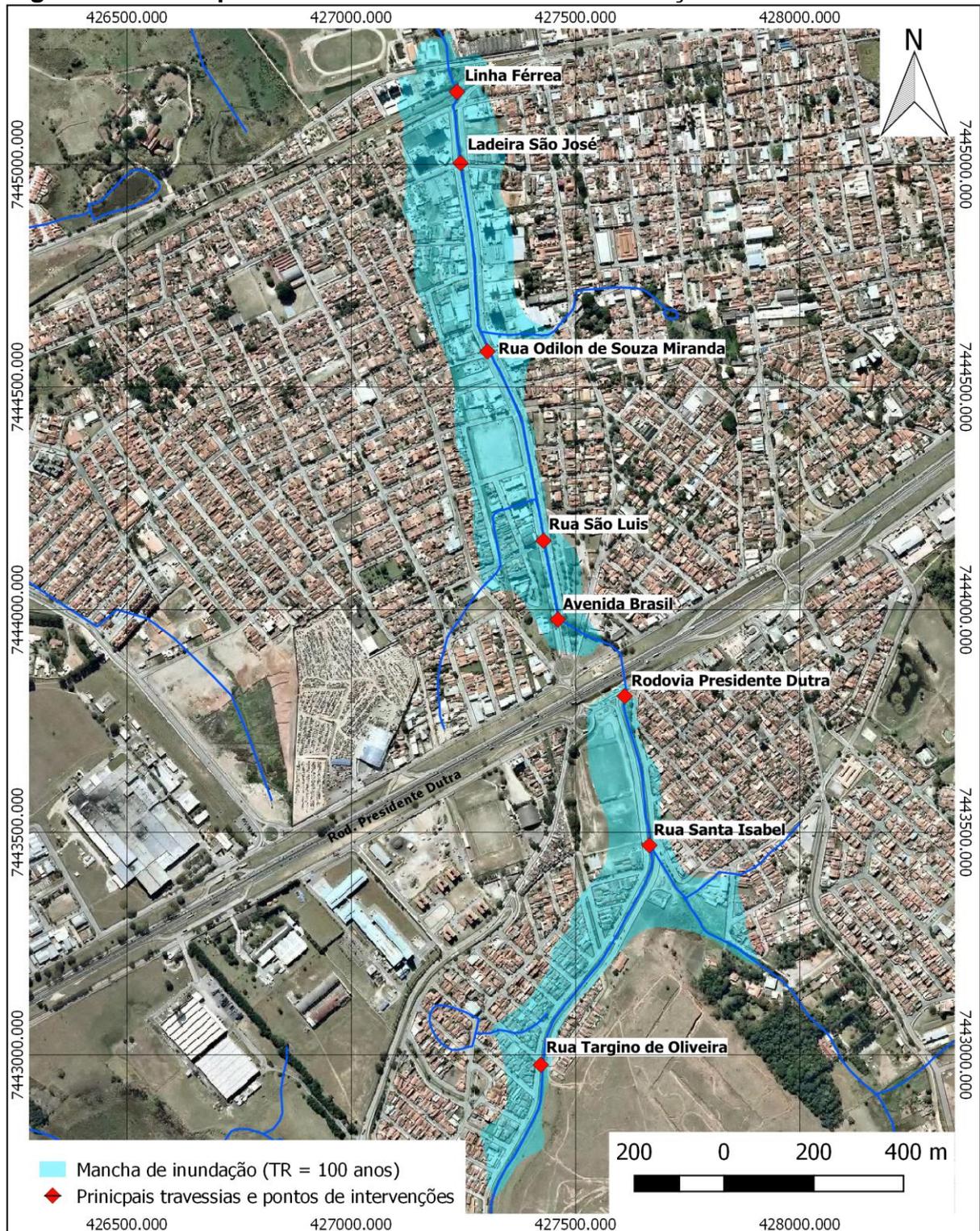
É válido ressaltar que qualquer intervenção neste trecho é de responsabilidade da Concessionária da Rodovia.

7.1.1.1. Concepção Geral das Intervenções Projetadas

Atendendo a solicitação dos técnicos da Prefeitura, o sistema foi concebido de maneira a utilizar a galeria da Rodovia Dutra como seção de restrição, mantendo-se a mesma linha piezométrica ao longo do canal. Para tal, o aumento da vazão ao longo do canal foi gradualmente compensado pelo alargamento do mesmo. Assim sendo, de montante à jusante, o canal progressivamente aumenta em sua largura, mantendo-se a mesma cota piezométrica.

A **Figura 14** ilustra as principais travessias e pontos de intervenções no Ribeirão Manoel Lito.

Figura 14 - Principais Travessias e Pontos de Intervenções no Rib. Manoel Lito.



Fonte: Google Earth, adaptado TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP, (2017).

A intervenção na Avenida Imigrantes consta da reconfiguração do canal partindo da travessia da Rua Targino de Oliveira até Rodovia Dutra em gabião tipo caixa, com altura constante $h = 2,5$ m e largura variando ao longo do canal. Após a

travessia da Rodovia Dutra, o canal da Avenida Brasil, o canal projetado mantém o revestimento em gabião, com altura constante $h = 3,0$ m e largura de $b = 10,00$. Para o trecho final, entre a linha férrea e Avenida Mal. Castelo Branco, será mantida a seção existente, combinada a implantação de um BSCC = $6,00 \times 2,5$. Após a ponte da Avenida Marechal haverá um prolongamento de 750 metros do canal em gabião obedecendo as dimensões das seções a montante.

As ações estruturais no Ribeirão Manoel Lito visam diminuir as interferências ao escoamento através da substituição de travessias e do armazenamento “in line” dos volumes de cheia, decorrentes de precipitações intensas.

Apresentamos a seguir no **Quadro 28** um resumo dos estudos e intervenções projetadas.

Quadro 28 - Resumo das Intervenções Projetadas.

Seção	Local	Vazão (m³/s)	Tipo	Dimensões	Custo Projetado (R\$)
1	Avenida Pedro Antônio	32,470	BSCC	3,0 x 3,0	225.725,67
2	Rua Targino de Oliveira	51,160	Canal em Gabião	10 x 2,5	8.075.975,35
3	Rua Santa Isabel	68,840	Canal em Gabião	13 x 2,5	5.951.314,76
4	Rodovia Dutra	81,250	Canal em Gabião	15 x 2,5	8.018.108,07
5	Avenida Brasil	104,210	Canal em Gabião	10 x 3,0	5.286.215,05
6	Rua São Luis	104,550	Canal em Gabião	10 x 3,0	11.698.708,44
7	Rua Dr. Odilon de Souza Miranda	104,080	Canal em Gabião	10 x 3,0	11.283.736,34
8	Ladeira São José	99,046	Canal em Gabião	10 x 3,0	3.429.280,15
9	Linha Férrea	116,285	BSCC	Seção Existente + 6 x 2,5 + extensão do canal em gabião.	20.622.276,25

* Vazões calculadas pelo Método I PAI WU para TR = 100 anos.

Apresentamos entre os Itens 5.2.2 a 5.2.10 do Relatório Técnico R6 os cálculos e detalhamento das intervenções propostas. Nos Desenhos DRE-DE-CPV-014 - FL01 a DRE-DE-CPV-014 - FL14 são apresentados os Desenhos de implantação e detalhes técnicos das intervenções.

7.1.2. Intervenções Projetadas para a Bacia do Ribeirão dos Mudos

As ações estruturais no Ribeirão dos Mudos visam diminuir as interferências ao escoamento através do redimensionamento e substituição das travessias. As intervenções constaram da substituição da travessia da Avenida Robert Lee e da Avenida Tullio Giulio, conforme apresentado a seguir no **Quadro 29**.

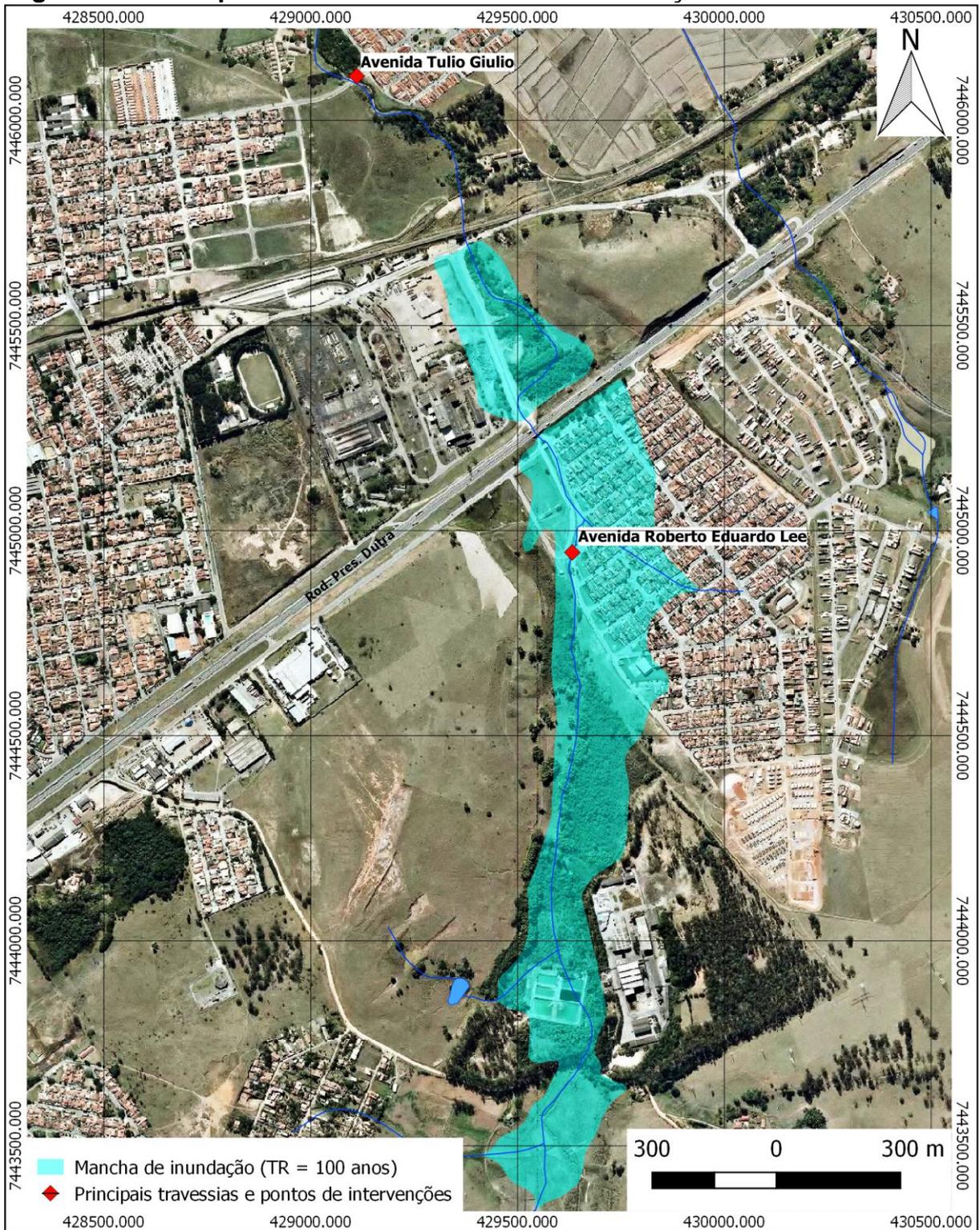
Quadro 29 - Resumo das Intervenções Projetadas.

Seção	Local	Vazão (m³/s)	Tipo	Dimensões	Custo Projetado (R\$)
1	Avenida Roberto Eduardo Lee	186,32	Ponte	12,0 x 2,5	403.661,05
2	Avenida Giulio Túlio	184,40	Ponte	12,0 x 2,5	417.926,76

* Vazões calculadas pelo Método I PAI WU para TR = 100 anos.

Apresentamos entre os Itens 5.3.1 a 5.3.2 do Relatório Técnico R6 os cálculos e detalhamento das intervenções propostas. Nos Desenhos DRE-DE-CPV-011 e DRE-DE-CPV-013 são apresentados os Desenhos de implantação e detalhes técnicos das intervenções.

Figura 15 - Principais Travessias e Pontos de Intervenções no Rib. dos Mudos.



Fonte: Google Earth, adaptado TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP, (2017).

7.1.3. Intervenções Projetadas para a Bacia do Ribeirão Iriguaçu

As ações estruturais no Ribeirão Iriguaçu visam diminuir as interferências ao escoamento através do redimensionamento e substituição das travessias. As intervenções constaram da substituição da travessia da Rua Claudino Ribeiro da Silva e Rua Desembargador Percival Alcântara Moura, conforme apresentado a seguir no **Quadro 30**.

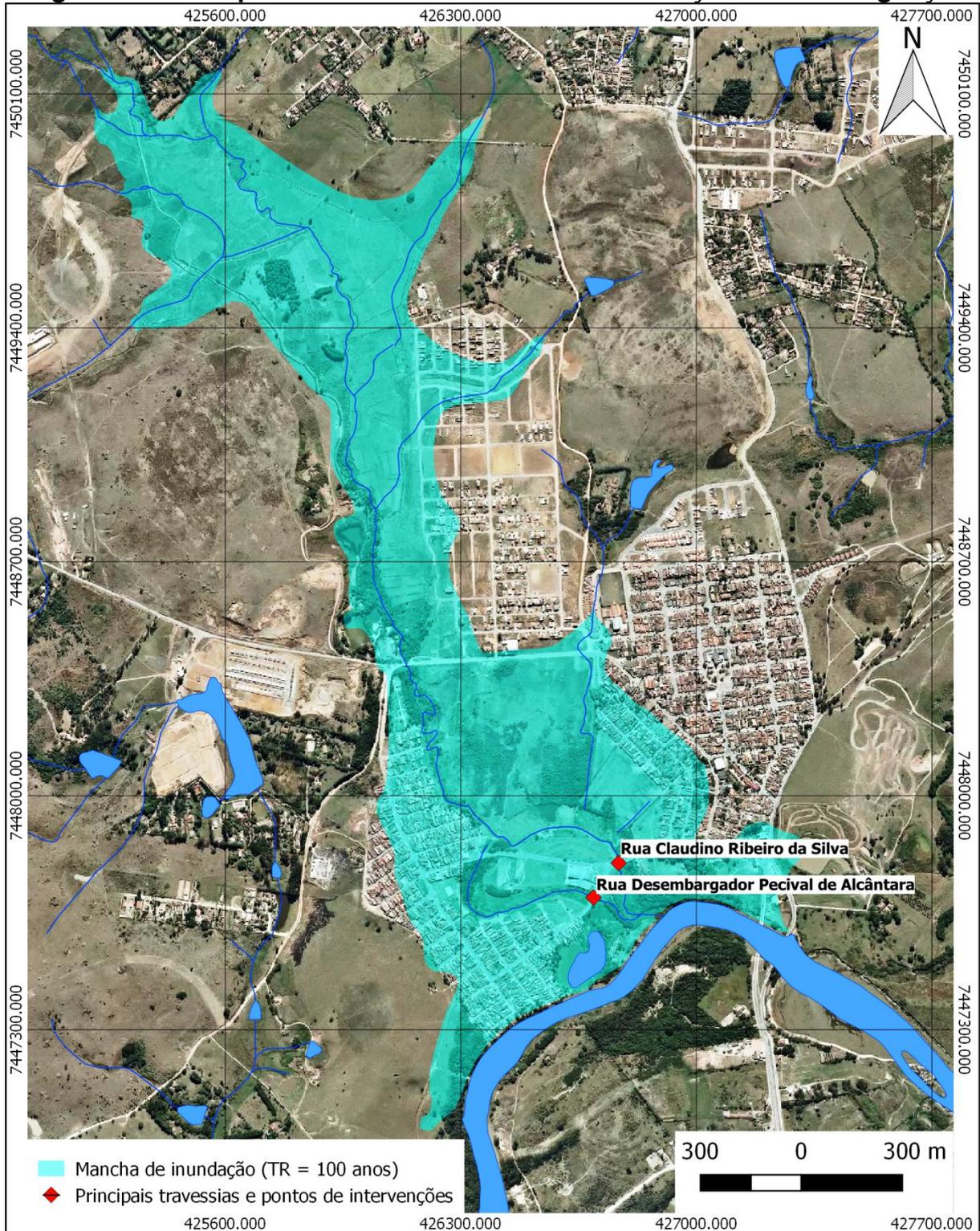
Quadro 30 - Resumo das Intervenções Projetadas.

Seção	Local	Vazão (m³/s)	Tipo	Dimensões	Custo Projetado (R\$)
1	Rua Claudino Ribeiro da Silva	240,11	Ponte	12,0 x 4,00	216.612,56
2	Rua Desembargador Percival Alcântara Moura	249,11	Ponte	12,0 x 4,00	518.518,73

* Vazões calculadas pelo Método I PAI WU para TR = 100 anos.

Apresentamos entre os Itens 5.4.1 a 5.4.1 do Relatório Técnico R6 os cálculos e detalhamento das intervenções propostas. Nos Desenhos DRE-DE-CPV-012 e DRE-DE-CPV-013 são apresentados os Desenhos de implantação e detalhes técnicos das intervenções.

Figura 16 - Principais Travessias e Pontos de Intervenções no Rib. Iriguaçu.

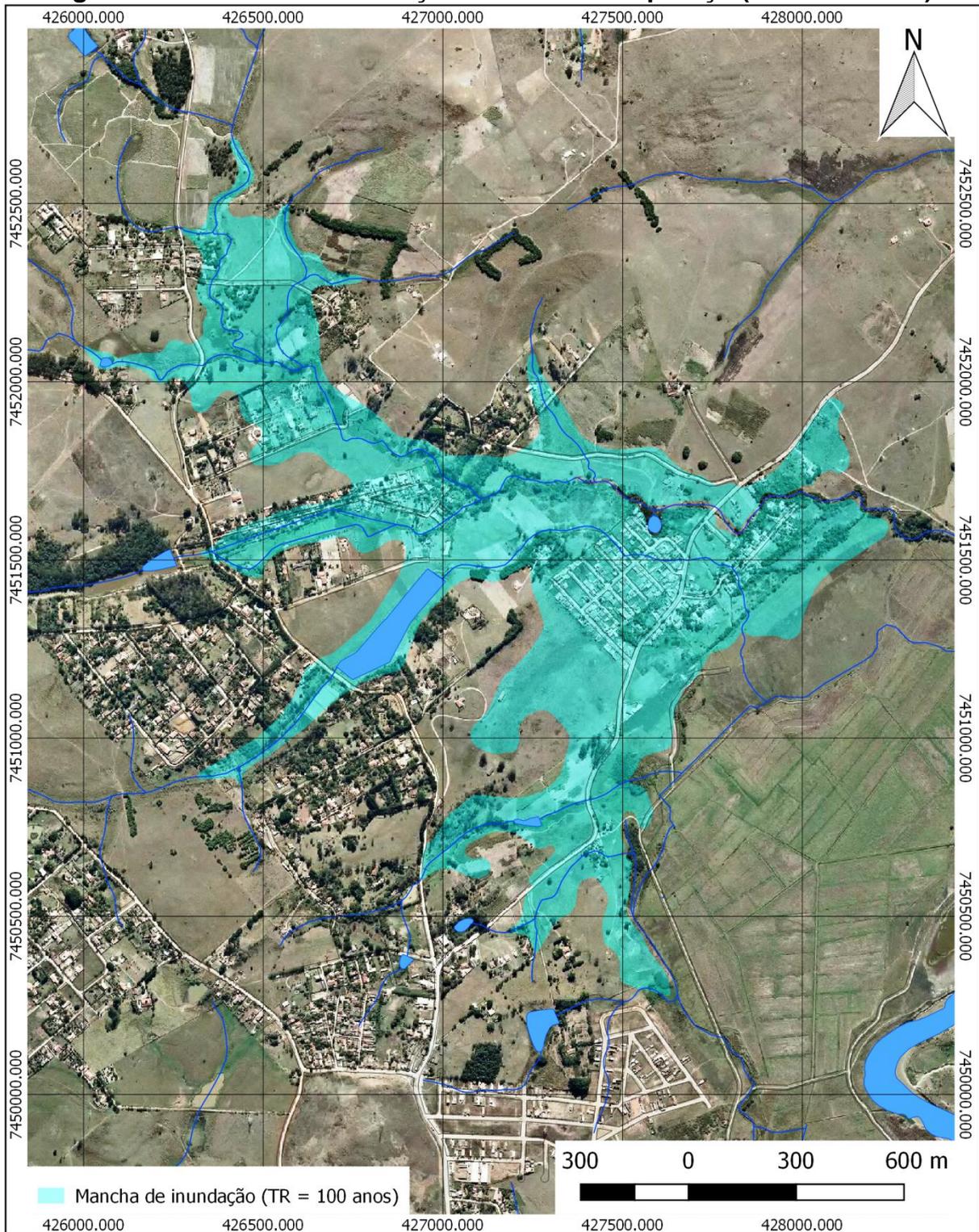


Fonte: Google Earth, adaptado TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP, (2017).

7.1.4. Intervenções Projetadas para a Bacia do Ribeirão Taperuçu

As ações estruturais no Ribeirão Taperuçu contemplam obras de microdrenagem representadas pela construção de galerias de águas pluviais descritas com maior detalhe no item 7.1.5.2. A **Figura 17** a seguir mostra a mancha de inundação do Ribeirão Taperuçu.

Figura 17 - Mancha de Inundação do Ribeirão Taperuçu (TR = 100 anos).



Fonte: Google Earth, adaptado TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP, (2017).

7.1.5. Intervenções Projetadas no Sistema de Microdrenagem

As ações estruturais de microdrenagem visam o disciplinamento do escoamento superficial nas vias do município. O diagnóstico identificou 3 (três) pontos críticos para os quais foram realizados estudos e projetados sistemas de galeria de águas pluviais, conforme descrito:

- Avenida Pedro Antônio;
- Rua Elvira Mendonça; e
- Estrada Municipal Olivia Alegri.

Além das vias supracitadas, existem processos de inundação recorrentes na Vila Resende, principalmente no entorno da Rua João Moreira da Costa. Houve um conjunto de ações que visavam realizar a ligação desta área à Avenida Coronel Alcantara, porém devido à falhas de projeto não foi possível. Este plano recomenda a realização de um estudo técnico específico para esta área, tendo em vista que exigem o cadastramento e a microfilmagem para determinação das condições reais das galerias, como parte das ações complementares de macrodrenagem.

7.1.5.1. Avenida Pedro Antônio

A galeria projetada da Avenida Pedro Antônio é composta por dois trechos, separados ao centro da via pela travessia do Ribeirão Manoel Lito. O Trecho 1 realiza a captação do escoamento proveniente da Rua 1, Rua 2, Rua 3 e Rua 4 e realiza o lançamento na margem direita do Ribeirão Manoel Lito. O trecho 2 visa realizar a captação do escoamento proveniente do Bairro Cascavel, como as ruas Santa Branca, Santa Clara e Estrada João Borsoi, e realiza o lançamento na margem esquerda do Ribeirão Manoel Lito.

Apresentamos no Item 5.5.1 do Relatório Técnico R6, os estudos e o dimensionamento da galeria projetada conforme trechos descritos.

7.1.5.2. Rua Elvira Mendonça

Esta rede realiza a captação do escoamento proveniente da Estrada Municipal Prof^o Nair Soledad Spinelli e da Rua Aurea Campos Ferraz, além da própria Elvira Mendonça. O lançamento é realizado em um pequeno afluente do Ribeirão Taperuçu. Apresentamos no Item 5.5.2 do Relatório Técnico R6, os estudos e o dimensionamento da galeria projetada conforme trechos descritos.

7.1.5.3. Estrada Municipal Olivia Alegri

Representa a maior intervenção na microdrenagem do município. Visando reduzir a mancha de inundação na Estrada Municipal Olivia Alegri, foram projetados diversos trechos de galerias a montante, realizando a interceptação do escoamento nas vias superiores, amortecendo o volume que chega à Estrada Municipal. As vias contempladas são as seguintes:

- Rua Luis de Carvalho Gonçalves;
- Rua Elipídio Manoel dos Santos;
- Rua Benedito de Sá Araújo;
- Rua João Onofre de Mecnas;
- Rua José Ribamar de Sara Lima; e
- Rua Delfim Lourença da Cunha.

Apresentamos no Item 5.5.3 do Relatório Técnico R6, os estudos e o dimensionamento da galeria projetada conforme trechos descritos.

Apresentamos no **Quadro 31** o resumo das intervenções projetadas para o sistema de microdrenagem.

Quadro 31 - Custos Necessários para Ações Estruturais de Microdrenagem.

Ação	Custos Projetados (R\$)
Construção de galeria de águas pluviais na Estrada Municipal Olivia Alegri	2.209.810,14
Construção de galeria de águas pluviais na Avenida Pedro Antônio - Lanç. 01	1.199.025,12
Construção de galeria de águas pluviais na Avenida Pedro Antônio - Lanç. 02	504.869,35
Construção de galerias de águas pluviais na Rua Elvira Mendonça	413.924,27

8. ESTUDO DE VIABILIDADE FINANCEIRA

Um dos métodos mais simples de engenharia econômica e análise de investimentos é o período de payback. O payback simples (ou período de payback), ou período de payback é o método mais simples para se analisar a viabilidade de um investimento. É definido como o número de períodos (anos, meses, semanas etc.) para se recuperar o investimento inicial. Para se calcular o período de payback de um projeto basta somar os valores dos fluxos de caixa auferidos, período a período, até que essa soma se iguale ao valor do investimento inicial.

Uma vez que o período de payback é encontrado quando os fluxos de caixa "pagam" o investimento, então basta somar os fluxos de caixa ao valor do investimento inicial.

Consideramos para análise que a "margem de lucro" da obra seria representada pelos custos e prejuízos evitados com inundações. Para tal, foram utilizados os valores de prejuízo calculados para TR = 100 anos, diluídos em frações mensais para se adequar ao fluxo de caixa, conforme apresentado no **Quadro 32**.

Quadro 32 - Prejuízos Causados por Inundações (TR = 100 anos).

Bacia	Período de Retorno (anos)	Cenário Futuro		
		Área Inundada (m ²)	NA (m)	Prejuízos Decorrentes de Inundação (R\$)
Manoel Lito	100	428.621,95	2,14	17.202.373,39
Ribeirão dos Mudos	100	508.976,27	2,88	6.341.314,24
Ribeirão Iriguaçu	100	1.795.738,65	0,36	1.005.013,00
Ribeirão Taperuçu	100	1.338.939,93	1,12	176.299,24

Nota-se que as áreas inundadas dos Córregos Manoel Lito e Mudos são menores do que as dos Córregos Iriguaçu e Taperuçu diferentemente dos prejuízos. Isso ocorre devido à topografia da região alagada e ao grau de ocupação das mesmas. O Córrego Manoel Lito está situado na região central do município em uma topografia mais acidentada do que as demais, o que explica a relação inversamente proporcional dos valores de área inundada e prejuízos decorrentes da inundação.

Além do método supracitado, foram utilizados os seguintes indexadores financeiros:

- Valores orçados com base na Tabela SIURB Jan/2016;
- Indexador capital próprio: Tesouro IPCA + 2035 (NTNB Princ.);
- Taxa de capital para terceiros (SELIC): 12,94%;
- Inflação média mensal (2016): 4,78%;
- Período de depreciação das obras: 600 meses;
- Custos fixos baseados na desoneração dos prejuízos causados por inundações;
- 10% de capital próprio (Prefeitura); e
- 90% de capital de terceiros (subsídios e recursos a fundo perdido).

Foram consideradas para todas as simulações, os cenários de pagamento provável, otimista e pessimista.

8.1. Composição de Custos

Para determinação do custo das intervenções foram utilizadas tabelas de custos unitários da SINAPI e da SIURB, dividido em 7 grupos de serviços conforme apresentado no **Quadro 33**.

Tendo em vista, que se tratam de anteprojetos, os valores orçados incluem valores de desvio padrão (10%), BDI (37.5 %), gerenciamento e controle tecnológico (5%) e elaboração de projeto executivo (5%).

Quadro 33 - Grupo de Serviços para Composição de Custos Unitários.

Item	Grupo de Serviços	Descrição
01.00	serviços preliminares	Inclui a realização de serviços de levantamento topográfico, sondagens e nivelamento de seções.
02.00	projeto	Inclui a realização de serviços de elaboração de projetos estruturais e galerias de águas pluviais
03.00	canteiro de obras	Inclui os custos necessários para a implantação do canteiro de obras
04.00	demolições/retiradas e recomposições	Inclui os custos para demolições e transporte de materiais
05.00	galerias em tubos de concreto	Inclui os custos unitários por metro, de galerias de concreto com diâmetro variando a 0,40 m e a 1,20 m.
06.00	galeria celular (aduelas)	Inclui os custos unitários por metro galerias celulares de concreto
07.00	canal aberto de gabião tipo caixa com fundo de gabião tipo colchão	Inclui os custos unitários por metro para confecção de canal retangular em gabião.

8.1.1. Análise de Payback, Valor Presente Líquido e Tempo Interno de Retorno

Todo empreendimento, seja ele nas esferas públicas ou privadas, necessitam realizar análises de viabilidade econômica para seu projeto de investimento.

8.1.2. Payback Simples

O payback simples, ou período de payback, é o método mais simples para se analisar a viabilidade de um investimento. É definido como o número de períodos (anos, meses, semanas etc.) para se recuperar o investimento inicial. Para se calcular o período de payback de um projeto basta somar os valores dos fluxos de caixa auferidos, período a período, até que essa soma se iguale ao valor do investimento inicial.

Uma vez que o período de payback é encontrado quando os fluxos de caixa “pagam” o investimento, então basta somar os fluxos de caixa ao valor do investimento inicial.

8.1.3. Valor Presente Líquido (VPL)

Dos métodos tradicionais de engenharia econômica, o VPL é o método mais recomendado sob o ponto de vista econômico. Possui algumas vantagens, como: leva em conta o valor do dinheiro no tempo; leva em conta o custo de capital da empresa (TMA); pode ser aplicado a qualquer fluxo de caixa (convencional e não convencional); entre outros.

8.1.4. Tempo Interno de Retorno (TIR)

A TIR é a, considerando o valor do dinheiro no tempo. É a taxa de desconto que zera o valor presente líquido dos fluxos de caixa de um projeto, ou seja, faz com que todas as entradas igualem todas as saídas de caixa do empreendimento.

No **Quadro 34** apresentamos um resumo da análise econômica para as intervenções Projetadas.

Quadro 34 - Resumo da Análise Econômica.

Ação	Custo Total R\$	Análise Econômica			
		Valor Presente Líquido (VPL) (R\$)	Tempo Interna de Retorno (TIR)	Payback	Interpretação dos Resultados
Alargamento e reconformação do canal da Avenida Imigrantes na Seção 4 (Rodovia Dutra)	8.018.108,08	- 660.177.482,80	0,00%	Não Recupera	Caso a medida proposta não seja implantada dentro do horizonte de projeto, os prejuízos acumulados no período são irreversíveis.
Implantação do BSCC sob a Linha Férrea e Avenida Marechal Castelo Branco e prolongamento em gabião do canal do Ribeirão Manoel Lito após a ponte da Avenida Marechal Castelo Branco	25.777.845,30	-1.674.009.698,18	0,00%	Não Recupera	Caso a medida proposta não seja implantada dentro do horizonte de projeto, os prejuízos acumulados no período são irreversíveis.
Alargamento e reconformação do canal da Avenida Imigrantes na Seção 3 (Rua Santa Isabel)	5.951.314,76	- 478.999.417,55	0,00%	Não Recupera	Caso a medida proposta não seja implantada dentro do horizonte de projeto, os prejuízos acumulados no período são irreversíveis.
Alargamento e reconformação do canal da Avenida Imigrantes na Seção 5 (Avenida Brasil)	5.286.215,05	- 435.570.050,72	0,00%	Não Recupera	Caso a medida proposta não seja implantada dentro do horizonte de projeto, os prejuízos acumulados no período são irreversíveis.
Alargamento e reconformação do canal da Avenida Brasil na Seção 8 (Ladeira São José)	3.429.280,15	- 283.084.628,70	0,00%	Não Recupera	Caso a medida proposta não seja implantada dentro do horizonte de projeto, os prejuízos acumulados no período são irreversíveis.
Alargamento e reconformação do canal da Avenida Brasil na Seção 7 (Rua Dr. Odilon de Souza Miranda)	11.283.736,34	- 913.347.132,60	0,00%	Não Recupera	Caso a medida proposta não seja implantada dentro do horizonte de projeto, os prejuízos acumulados no período são irreversíveis.
Alargamento e reconformação do canal da Avenida Brasil na Seção 6 (Rua São Luís)	11.698.708,44	- 961.958.952,15	0,00%	Não Recupera	Caso a medida proposta não seja implantada dentro do horizonte de projeto, os prejuízos acumulados no período são irreversíveis.
Alargamento e reconformação do canal da Avenida Imigrantes na Seção 2 (Rua Targino de Oliveira)	8.075.975,34	- 652.061.779,13	0,00%	Não Recupera	Caso a medida proposta não seja implantada dentro do horizonte de projeto, os prejuízos acumulados no período são irreversíveis.
Substituição da travessia da Avenida Robert Lee	5.951.314,76	51.613.849,98	4.818,00%	Menos de 1 ano	Com a implantação da medida proposta dentro do horizonte de projeto, os custos evitados seriam superiores ao custo da obra.
Substituição da travessia da Avenida Giulio Túlio	5.951.314,76	- 33.307.581,60	0,00%	Não Recupera	Caso a medida proposta não seja implantada dentro do horizonte de projeto, os prejuízos acumulados no período são irreversíveis.
Substituição da travessia da Rua Claudino Ribeiro da Silva	5.951.314,76	172.138.363,22	20.325,00%	Menos de 1 ano	Com a implantação da medida proposta dentro do horizonte de projeto, os custos evitados seriam superiores ao custo da obra.

Ação	Custo Total R\$	Análise Econômica			
		Valor Presente Líquido (VPL) (R\$)	Tempo Interna de Retorno (TIR)	Payback	Interpretação dos Resultados
Substituição da travessia da Rua Desembargador Percival Alcântara Moura	5.951.314,76	- 41.777.327,99	0,00%	Não Recupera	Caso a medida proposta não seja implantada dentro do horizonte de projeto, os prejuízos acumulados no período são irre recuperáveis.
Construção de galeria de águas pluviais na Estrada Municipal Olívia Alegri	2.209.810,14	- 2.420.427,09	0,00%	Não Recupera	Caso a medida proposta não seja implantada dentro do horizonte de projeto, os prejuízos acumulados no período são irre recuperáveis.
Construção de galeria de águas pluviais na Avenida Pedro Antônio - Lanç. 01	1.199.025,12	- 17.892.727,32	0,00%	Não Recupera	Caso a medida proposta não seja implantada dentro do horizonte de projeto, os prejuízos acumulados no período são irre recuperáveis.
Construção de galeria de águas pluviais na Avenida Pedro Antônio - Lanç. 02	504.869,35	23.107.973,43	1.242,00%	Menos de 1 ano	Com a implantação da medida proposta dentro do horizonte de projeto, os custos evitados seriam superiores ao custo da obra.
Construção de galerias de águas pluviais na Rua Elvira Mendonça	413.924,27	23.107.973,43	1.242,00%	Menos de 1 ano	Com a implantação da medida proposta dentro do horizonte de projeto, os custos evitados seriam superiores ao custo da obra.

9. PROGRAMAS COMPLEMENTARES

Os programas complementares estabelecem um conjunto de ações que devem ser desenvolvidas paralelamente às demais ações do Plano, com vistas à operação adequada dos sistemas de drenagem.

9.1. Programa de Manutenção e Drenagem

As diretrizes para operação e manutenção da micro e macrodrenagem compreendem um conjunto de rotinas que deverão ser incorporadas em um Sistema de Informações de Drenagem Urbana.

Estas diretrizes encontram-se descritas no Item 5 do Manual de Drenagem, conforme constante o Relatório Técnico R9 no Volume I.

Estima-se um custo anual de R\$ 74.400,00 para manutenção dos sistemas drenagem.

9.2. Programa de Complementação do Cadastro do Sistema de Micro e Macrodrenagem

A Prefeitura deverá de desenvolver e manter um programa permanente de atualização periódica do cadastro do sistema de drenagem, incorporando ao cadastro às intervenções que forem sendo realizadas ao longo do tempo. Este cadastro será realizado de maneira complementar ao Programa de Manutenção, e visa obter, além dos aspectos dimensionais dos sistemas de drenagem, elaborar uma descrição do estado estrutural, limpeza e conservação, de modo que permita manter o sistema operando com eficiência e de acordo com a sua capacidade projetada ao longo do tempo.

Considerando o cadastro visual realizado na etapa de diagnóstico, que identificou aproximadamente 1.376 dispositivos de captação (boca de lobo, boca de leão, grelhas e canaletas) estimou-se os custos para o cadastro total do sistema de drenagem, conforme apresentado no **Quadro 35**.

Quadro 35 - Estimativa de Custo para o Programa de Complementação do Cadastro.

Código	Descrição	Unid.	Valor Unitário R\$	Quant.	Preço Total R\$
1-16-00	cadastro de galeria existente	pv	167,88	688,00	115.501,44
1-25-00	cadastro e amarração de boca de lobo ou leão	un	37,89	1.376,00	52.136,64
1-20-00	cadastro especial de galeria moldada (1:500)	m	8,38	115,00	963,70
1-22-00	relatório técnico	m	11,9	688,00	8.187,20
SUBTOTAL A					176.788,98

9.3. Estudo de Microdrenagem para a Vila Resende

A área da Vila Resende deverá ser alvo de estudo específico complementando as ações de macrodrenagem, incluso o cadastro e microfilmagem da galeria da Avenida Cel. Alcantara. Estima-se um custo de R\$ 250.00,00 para realização do estudo, o cadastro técnico das galerias e a elaboração de projeto executivo.

10. PLANO MUNICIPAL DE DRENAGEM

A implantação de uma gestão equilibrada e sustentável para o sistema de drenagem, de acordo com os conceitos e princípios apresentados, exige o cumprimento, entre outras, das seguintes diretrizes e orientações:

- a) gestão dinâmica do sistema de drenagem, mediante o acompanhamento permanente, dos impactos provocados pelas intervenções ou expansões e adensamento urbano no sistema de drenagem, compatibilizadas com as previsões e prognósticos estabelecidos para cada sub-bacia;
- b) adoção da bacia e sub-bacia como unidade de planejamento e avaliação dos impactos gerados pelas modificações urbanas no sistema de drenagem;
- c) evitar ou compensar a transferência de impactos provocados por intervenções ou medidas nos corpos d'água, capazes de contribuir, agravar ou provocar enchentes; e
- d) incorporação das medidas de prevenção e controle de enchentes de forma integrada em todos os instrumentos de gestão urbana do Município e desde Plano Diretor, planos setoriais, Manual de Drenagem e legislações municipais;

10.1. Objetivos e Prioridades do Plano Diretor de Drenagem

Considerando os desafios que Caçapava apresenta para se adequar às condições requeridas pelos recursos hídricos, mais especificamente em relação aos problemas criados no tocante às águas pluviais, foram estabelecidos quatro objetivos principais:

1. Capacitar o Município de Caçapava para a Gestão e o Manejo de Águas Pluviais, criando os meios político-institucionais, administrativos, financeiros e técnicos necessários para enfrentar as perspectivas de agravamento das enchentes.

Essa capacitação inclui, dentre outras condições:

- a) A criação de sistema articulado de gestão entre os diferentes setores da administração municipal que partilham responsabilidades e atribuições em relação aos recursos hídricos;
- b) A criação de um núcleo ou organismo coordenador, com ascendência hierárquica e os demais meios necessários para tratar das questões de recursos hídricos, incluída a gestão das inundações;
- c) A qualificação dos quadros técnicos e operacionais;
- d) A criação de canais para a participação cidadã na deliberação sobre as políticas municipais nesse campo, ou com interfaces sobre ele; e
- e) A capacitação do município para lidar com as políticas externas ao seu território, que tenham interferência ou se mostrem determinantes no equacionamento de problemas e nas possibilidades de utilização dos recursos hídricos. Demais diretrizes para atingir este objetivo poderão ser vistas, mais adiante, no âmbito dos seguintes temas: gestão municipal articulada e interfaces com outros municípios. Essa qualificação constitui pré-requisito para o Município estar em condições de enfrentar seus problemas na dimensão que eles têm, utilizando informações que possibilitem clareza na definição dos focos e prioridades de suas políticas, bem como o exercício de escolha entre diferentes alternativas de solução desses problemas.

2. Reduzir o agravamento das inundações que se verifica pelo avanço da ocupação, degradação de áreas estratégicas através de grandes investimentos na infraestrutura urbana, já realizados, abrangendo, entre outras, as seguintes diretrizes.

- a) Impedir o desmatamento e outras formas de perda da cobertura vegetal existente;
- b) Manter atual nível de espaços de acomodação das águas, incluindo as várzeas e margens dos cursos d'água, assim como a capacidade existente de infiltração das águas pluviais no solo;
- c) Implementar um aprimorado sistema de manutenção e operação da infraestrutura de drenagem; de controle dos processos erosivos e do lançamento de resíduos sólidos fora dos locais habilitados;
- d) Criar alternativas de construção e adensamento urbano, de forma a não avançar

sobre os espaços das águas;

- e) Implementar incentivos e compensações aos proprietários para a manutenção das áreas estratégicas protegidas; e
- f) Planejar e implementar um conjunto de medidas destinadas a preparar o município para o enfrentamento dos efeitos mais sérios das mudanças climáticas, o que pode incluir a ampliação das medidas apontadas acima.

3. Reduzir as consequências dos casos mais críticos de inundação e equacionar os pequenos alagamentos; buscando-se estabelecer formas de convivência menos danosa e insalubre com as inundações; melhorando a qualidade dos espaços e da infraestrutura por onde passam as águas pluviais, através de medidas que incluam:

- a) Atualização periódica do cadastro das áreas afetadas;
- b) Implementação de sistemas de alerta à população quanto à ocorrência de inundações;
- c) Remoção de habitações e relocação de moradores das áreas afetadas;
- d) Monitoramento da qualidade das águas nas diferentes sub-bacias;
- e) Implantação do sistema de esgotos, com tratamento dos efluentes, abrangendo com a coleta, prioritariamente, as áreas a montante dos trechos inundáveis, onde a população tem contato com as águas pluviais; e
- f) Controle da disposição dos resíduos sólidos e dos efluentes domésticos, hospitalares e industriais nessas sub-bacias.

4. Reequilibrar o regime hídrico, diminuindo-se os picos das cheias e das estiagens em níveis capazes de superar os efeitos das mudanças climáticas, assegurando o uso sustentável das águas, reduzindo o risco de ocorrência de situações de escassez e de inundações, através da adoção de medidas para ampliação dos espaços atualmente disponíveis para a acomodação, produção e depuração das águas superficiais e subterrâneas. Nesse sentido, trata-se de ampliar, especialmente, as medidas destinadas à infiltração de águas pluviais, à redução de sua velocidade de escoamento para as áreas mais baixas e, nelas, a capacidade de acomodação das cheias. Isto deve ser realizado, também,

através da ampliação da cobertura vegetal nas diferentes sub-bacias, além, é claro, da eliminação dos riscos de erosão e assoreamento, bem como do lançamento de resíduos, que obstrui e eliminam os espaços das águas nos cursos d'água, fundos de vale e infraestruturas de drenagem, além de piorar sua qualidade, inviabilizando seu uso. No que se refere às interferências da urbanização, atingir esse objetivo pressupõe ainda:

- Liberar trechos de várzeas aterradas para acomodar as cheias;
- Rever as disposições da legislação de uso e ocupação do solo e do código de edificações, no sentido de estabelecer limites e condicionantes relativos às áreas permeáveis; e
- Reorientar o crescimento, o adensamento e a renovação da cidade para reduzir as vazões de cheia; entre outras medidas.

10.2. Definição dos Recursos Humanos, Materiais, Tecnológicos, Econômico-Financeiros, Institucionais e Administrativos Necessários à Execução do Plano

10.2.1. Ações Estruturais

O **Quadro 36** mostra os custos necessários para a execução do das ações estruturais de microdrenagem do plano de acordo com o tipo de gasto, discriminado em: Recursos Humanos - RH; Materiais e tecnologias - MT; Institucionais e administrativos - IA.

Quadro 36 - Custos Necessários para Ações Estruturais de Microdrenagem.

Ação	Tipo	2017-2020 (R\$)	2021-2024 (R\$)	2025-2028 (R\$)	2029-2032 (R\$)	2033-2036 (R\$)
Construção de galeria de águas pluviais na Estrada Municipal Olivia Alegri	MT	-	-	-	2.209.810,14	-
Construção de galeria de águas pluviais na Avenida Pedro Antônio - Lanç. 01	MT	-	-	-	1.199.025,12	-
Construção de galeria de águas pluviais na Avenida Pedro Antônio - Lanç. 02	MT	-	-	-	504.869,35	-
Construção de galerias de águas pluviais na Rua Elvira Mendonça	MT	-	-	-	-	413.924,27
TOTAL		-	-	-	3.913.704,61	413.924,27

* Recursos Humanos - RH; Materiais e tecnologias - MT; Institucionais e administrativos - IA.

A seguir apresentamos os custos necessários para a execução do das

ações estruturais de macrodrenagem do plano de acordo com o tipo de gasto, discriminado em: Recursos Humanos - RH; Materiais e tecnologias - MT; Institucionais e administrativos - IA.

Quadro 37 - Custos Necessários para Ações Estruturais de Macrodrenagem.

Ação	Tipo	2017-2020 (R\$)	2021-2024 (R\$)	2025-2028 (R\$)	2029-2032 (R\$)	2033-2036 (R\$)
Alargamento e reconformação do canal da Avenida Imigrantes na Seção 4 (Rodovia Dutra)	MT	4.009.054,04	4.009.054,04	-	-	-
Implantação do BSCC sob a Linha Férrea e Avenida Marechal Castelo Branco e prolongamento em gabião do canal do Ribeirão Manoel Lito após a ponte da Avenida Marechal Castelo Branco	MT	5.155.569,06	5.155.569,06	5.155.569,06	5.155.569,06	5.155.569,06
Alargamento e reconformação do canal da Avenida Imigrantes na Seção 3 (Rua Santa Isabel)	MT	-	2.975.657,38	2.975.657,38	-	-
Alargamento e reconformação do canal da Avenida Imigrantes na Seção 5 (Avenida Brasil)		-	5.286.215,05	-	-	-
Alargamento e reconformação do canal da Avenida Brasil na Seção 8 (Ladeira São José)	MT	-	-	3.429.280,15	-	-
Alargamento e reconformação do canal da Avenida Brasil na Seção 7 (Rua Dr. Odilon de Souza Miranda)	MT	-	-	5.641.868,17	5.641.868,17	-
Alargamento e reconformação do canal da Avenida Brasil na Seção 6 (Rua São Luís)	MT	-	-	5.849.354,22	5.849.354,22	-
Alargamento e reconformação do canal da Avenida Imigrantes na Seção 2 (Rua Targino de Oliveira)	-	-	4.037.987,67	4.037.987,67	-	-
Substituição da travessia da Avenida Robert Lee	MT	-	-	-	403.661,05	-
Substituição da travessia da Avenida Giulio Túlio	MT	-	-	-	417.926,76	-
Substituição da travessia da Rua Claudino Ribeiro da Silva	-	-	-	-	-	216.612,56
Substituição da travessia da Rua Desembargador Percival Alcântara Moura	-	-	-	-	518.518,73	-
TOTAL		9.164.623,10	21.464.483,20	27.089.716,65	17.986.897,99	5.372.181,62

* Recursos Humanos - RH; Materiais e tecnologias - MT; Institucionais e administrativos - IA.

O **Quadro 38** mostra os custos necessários para a execução dos programas institucionais do plano de acordo com o tipo de gasto, discriminado em: Recursos Humanos - RH; Materiais e tecnologias - MT; Institucionais e administrativos - IA.

Quadro 38 - Custos Necessários para Programas Institucionais.

Ação	Tipo	2017-2020 (R\$)	2021-2024 (R\$)	2025-2028 (R\$)	2029-2032 (R\$)	2033-2036 (R\$)
Fundo Social para Projetos de Educação Ambiental Relacionado à Drenagem e Conservação das Bacias Hidrográficas	RH/IA	60.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00
Reforma e Complementação da Legislação Municipal do Setor de Obras e Drenagem Urbana	RH/IA	60.000,00	-	-	-	-
TOTAL		120.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00

* Recursos Humanos - RH; Materiais e tecnologias - MT; Institucionais e administrativos - IA.

10.2.2. Ações Não Estruturais - Programas Técnicos

O **Quadro 39** mostra os custos necessários para a execução dos programas técnicos do plano de acordo com o tipo de gasto, discriminado em: Recursos Humanos - RH; Materiais e tecnologias - MT; Institucionais e administrativos - IA.

Quadro 39 - Custos Necessários para Programas Técnicos.

Ação	Tipo	2017-2020 (R\$)	2021-2024 (R\$)	2025-2028 (R\$)	2029-2032 (R\$)	2033-2036 (R\$)
Elaboração de Manual de Critérios para a Elaboração de Estudos Hidrológicos de Vazões Extremas.	RH/IA	40.000,00	-	-	-	-
Elaboração de Manual de Procedimentos Para Análise e Aprovação de Obras, no que se Refere às Questões de Drenagem.	RH/IA	40.000,00	-	-	-	-
Elaboração de Conjunto de Projetos Padrão, de Especificações Técnicas e de Instruções de Projeto para Sistemas de Drenagens de Obras Viárias e Redes Urbanas.	RH/IA	120.000,00	-	-	-	-
TOTAL		200.000,00	-	-	-	-

* Recursos Humanos - RH; Materiais e tecnologias - MT; Institucionais e administrativos - IA.

10.2.3. Ações Complementares

O **Quadro 40** mostra os custos necessários para a execução das ações complementares do plano de acordo com o tipo de gasto, discriminado em: Recursos Humanos - RH; Materiais e tecnologias - MT; Institucionais e administrativos - IA.

Quadro 40 - Custos Necessários para Ações Complementares.

Ação	Tipo	2017-2020 (R\$)	2021-2024 (R\$)	2025-2028 (R\$)	2029-2032 (R\$)	2033-2036 (R\$)
Programa de Manutenção dos Sistemas de Drenagem	RH/MT	297.600,00	297.600,00	297.600,00	297.600,00	297.600,00
Programa de Cadastro Complementar dos Sistemas de Drenagem	RH/MT	176.788,98	-	-	-	-
Estudo técnico e cadastro para elaboração de projeto executivo da Vila Resende	RH/MT	250.000,00	-	-	-	-
TOTAL		724.388,98	297.600,00	297.600,00	297.600,00	297.600,00

* Recursos Humanos - RH; Materiais e tecnologias - MT; Institucionais e administrativos – IA.

10.3. Programas, Ações e Metas

As metas devem, na medida do possível, ser quantificáveis de modo que seu alcance seja mensurável e, por consequência, aferido. Devem também se referir a horizontes temporais.

Esta etapa deve definir os programas, projetos e ações para o atendimento das metas estabelecidas para a execução do Plano Diretor de Macrodrenagem.

Os projetos e ações darão subsídio para o alcance das metas e cada programa possui diversas metas para a sua execução, tais programas foram definidos em função de temáticas específicas.

10.3.1. Ações Estruturais - Microdrenagem

O **Quadro 41** mostra os programas, projetos, ações e metas necessários para as intervenções no sistema de microdrenagem período de 2017 a 2036.

Quadro 41 - Programas, Projetos, Ações e Metas para o Sistema de Microdrenagem.

Modalidade	Programas e Ações	2017-2020	2021-2024	2025-2028	2029-2032	2033-2036
Ações Estruturais	Intervenção nos sistemas de microdrenagem	-	-	-	Construção de galeria de águas pluviais na Estrada Municipal Olívia Alegri.	-
		-	-	-	Construção de galeria de águas pluviais na Avenida Pedro Antônio - Lanç. 01.	-
		-	-	-	Construção de galeria de águas pluviais na Avenida Pedro Antônio - Lanç. 02.	-
		-	-	-	-	Construção de galerias de águas pluviais na Rua Elvira Mendonça.

10.3.2. Ações Estruturais - Macrodrenagem

O **Quadro 42** mostra os programas, projetos, ações e metas necessárias para as intervenções no sistema de macrodrenagem período de 2017 a 2036.

Quadro 42 - Programas, Projetos, Ações e Metas para o Sistema de Macrodrenagem.

Modalidade	Programas e Ações	2017-2020	2021-2024	2025-2028	2029-2032	2033-2036
Ações Estruturais	Intervenção nos sistemas de macrodrenagem	Alargamento e reconformação do canal da Avenida Imigrantes na Seção 4 (Rodovia Dutra)	-	-	-	-
		-	Implantação do BSCC sob a Linha Férrea e Avenida Marechal Castelo Branco	-	-	-
		-	Alargamento e reconformação do canal da Avenida Imigrantes na Seção 5 (Avenida Brasil)	-	-	-
		-	-	Reconformação do canal da Avenida Imigrantes na Seção 3 (Rua Santa Isabel)	-	-
		-	-	Alargamento e reconformação do canal da Avenida Brasil na Seção 8 (Ladeira São José)	-	-
		-	-	Alargamento e reconformação do canal da Avenida Brasil na Seção 7 (Rua Dr. Odilon de Souza Miranda)	-	-
		-	-	Alargamento e reconformação do canal da Avenida Brasil na Seção 6 (Rua São Luís)	-	-
		-	-	Alargamento e reconformação do canal da Avenida Imigrantes na Seção 2 (Rua Targino de Oliveira)	-	-
Ações Estruturais	Intervenção nos sistemas de macrodrenagem	-	-	Substituição da travessia da Av. Robert Lee	-	-
		-	-	Substituição da travessia da Av. Giulio Túlio	-	-
		-	-	-	-	Substituição da travessia da Rua Claudino Ribeiro da Silva
		-	-	-	Substituição da travessia da Rua Desembargador Alcântara Moura	-
		Prolongamento do canal em gabião da Avenida Brasil após a Avenida Marechal Castelo Branco				

10.3.3. Ações Não Estruturais - Programas Institucionais

O **Quadro 43** mostra os programas, projetos, ações e metas necessárias para o desenvolvimento de programas institucionais no de período de 2017 a 2036.

Quadro 43 - Programas, Projetos, Ações e Metas para os Programas Institucionais.

Modalidade	Programas e Ações	2017-2020	2021-2024	2025-2028	2029-2032	2033-2036
Ações Não-Estruturais	Programas Institucionais	Fundo Social para Projetos de Educação Ambiental Relacionado à Drenagem e Conservação das Bacias Hidrográficas	-	-	-	-
		Reforma e Complementação da Legislação Municipal do Setor de Obras e Drenagem Urbana	-	-	-	-
		Delimitação da faixa de APP a montante da Rua Targino de Oliveira, prevendo o prolongamento da Avenida Imigrantes.	-	-	-	-

10.3.4. Ações Não Estruturais - Programas Técnicos

O **Quadro 44** mostra os programas, projetos, ações e metas necessárias para o desenvolvimento de programas técnicos no de período de 2017 a 2036.

Quadro 44 - Programas, Projetos, Ações e Metas para os Programas Técnicos.

Modalidade	Programas e Ações	2017-2020	2021-2024	2025-2028	2029-2032	2033-2036
Ações Não Estruturais	Programas Técnicos	Elaboração de Manual de Critérios para a Elaboração de Estudos Hidrológicos de Vazões Extremas	-	-	-	-
		Elaboração de Manual de Procedimentos Para Análise e Aprovação de Obras, no que se Refere às Questões de Drenagem.	-	-	-	-
		Elaboração de Conjunto de Projetos Padrão, de Especificações Técnicas e de Instruções de Projeto para Sistemas de Drenagens de Obras Viárias e Redes Urbanas.	-	-	-	-

10.3.5. Ações Complementares

O **Quadro 45** mostra os programas, projetos, ações e metas necessárias para o desenvolvimento das ações complementares período de 2017 a 2036.

Quadro 45 - Programas, Projetos, Ações e Metas para as Ações Complementares.

Modalidade	Programas e Ações	2017-2020	2021-2024	2025-2028	2029-2032	2033-2036
Ações Complementares		Programa de Manutenção dos Sistemas de Drenagem				
	Manutenção e Cadastro		-	-	-	-
	Estudo técnico e cadastro para elaboração de projeto executivo da Vila Resende		-	-	-	-

11. FONTES DE FINANCIAMENTO

A fonte primária de recursos para o setor de drenagem se constitui nas tarifas, taxas e preços públicos. Estes se constituem na principal fonte de canalização de recursos financeiros para alavancar investimentos, quer sejam com recursos próprios e/ou de terceiros.

11.1. FEHIDRO

O FEHIDRO - Fundo Estadual de Recursos Hídricos, criado pela Lei n.º 7.663/91 e regulamentado pelos Decretos n.º 37.300/93 e n.º 43.204/98, tem por objetivo dar suporte financeiro à Política Estadual de Recursos Hídricos e às ações correspondentes. O Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH é o instrumento técnico, estratégico e econômico-financeiro para implantação da Política Estadual de Recursos Hídricos.

11.1.1. Público Alvo

- Pessoas jurídicas de direito público, da administração direta ou indireta do Estado e dos municípios;
- Concessionárias de serviços públicos nos campos de saneamento, meio ambiente e de aproveitamento múltiplo de Recursos Hídricos;
- Pessoas jurídicas de direito privado, usuárias de Recursos Hídricos;
- Consórcios intermunicipais regularmente constituídos;
- Associações de usuários de Recursos Hídricos; e
- Universidades, instituições de ensino superior e entidades especializadas em pesquisa, desenvolvimento tecnológico públicos e capacitação de recursos humanos, no campo dos Recursos Hídricos, com verificação do cumprimento desses requisitos pela análise dos respectivos Estatutos pela Secretaria Executiva do COFEHIDRO.

11.1.2. Condições de Financiamento e Contrapartida

Os recursos do FEHIDRO destinam-se a financiamentos, reembolsáveis ou a fundo perdido, de projetos, serviços e obras que se enquadrem no PERH, com participação mínima (contrapartida) variando de acordo com a população do município.

11.2. Fundo de Defesa dos Direitos Difusos (FDD) - Ministério da Justiça

11.2.1. Finalidade

Reparação dos danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico, paisagístico, bem como aqueles ocasionados por infração à ordem econômica e a outros interesses difusos e coletivos.

11.2.2. Público Alvo

Instituições governamentais da administração direta ou indireta, nas diferentes esferas do governo (federal, estadual e municipal) e organizações não governamentais brasileiras, sem fins lucrativos e que tenham em seus estatutos objetivos relacionados à atuação no campo do meio ambiente, do consumidor, de bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico ou paisagístico e por infração à ordem econômica.

11.3. Recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (Saneamento Para Todos)

11.3.1. Finalidade

O Programa Saneamento para Todos financia os projetos abaixo relacionados, divididos em grupos de acordo com as distintas taxas de juros e prazos de amortização:

GRUPO 1

- Abastecimento de Água;
- Esgotamento Sanitário;
- Manejo de Águas Pluviais; e
- Tratamento Industrial de Água e Efluentes Líquidos e Reuso de Água.

GRUPO 2

- Saneamento Integrado;

GRUPO 3

- Desenvolvimento Institucional;
- Preservação de Recuperação de Mananciais; e
- Redução e Controle de Perdas.

GRUPO 4

- Manejo de Resíduos Sólidos;

GRUPO 5

- Estudos e Projetos; e
- Plano de Saneamento.

11.4. Fonte de Recursos

Os recursos são provenientes do Orçamento do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FTGS) e de recursos de contrapartida aos empréstimos obtidos.

Participantes:

Gestor da Operação - Ministério das Cidades.

Agente Operador - Caixa Econômica Federal (CEF).

Agente Financeiro - Instituições Financeiras delegadas da CEF.

Agente Promotor e Mutuário - Estados, Municípios e Distrito Federal, Entidades da Administração Indireta, inclusive Empresas Públicas e de Economia Mista.

Agente Garantidor - União, Estados e Municípios e Sociedades de Economia Mista.

11.5. Contrapartidas

A contrapartida consiste em recursos e outras fontes próprias do mutuário, financeiros ou não, destinados a compor o valor dos investimentos. O valor da contrapartida mínima é de 5% do valor do investimento, exceto para a modalidade Abastecimento de Água que é de 10%.

Ao critério do Agente Financeiro poderá ser aceito como contrapartida recursos oriundos das seguintes fontes:

- a) Cobrança pelo uso da água;
- b) Comitês e Agências de Bacias Hidrográficas;
- c) Fundos destinados ao Saneamento; e
- d) Entidades integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos.

12. CONCLUSÃO

O Plano Diretor de Drenagem se mostra um poderoso instrumento de gestão, planejamento e orientação visando o manejo adequado das águas pluviais no município, e é resultado de longo estudo e discussões com GTI.

Este estudo visou o desenvolvimento de anteprojetos, determinação de sua viabilidade econômica e estabeleceu metas e programas para mitigação dos problemas de inundação do município.

Os serviços de drenagem devem possuir forte amparo legal e técnico. Para tal, apresenta-se no **Anexo V** do Relatório Técnico R6, R7 e R8 uma minuta de lei para regulamentação dos serviços no município. Esta minuta tem caráter orientativo e deverá passar pelo crivo dos Poderes Executivo e Legislativo do município.

Espera-se que este estudo em conjunto com o Manual de Drenagem forme uma base sólida para manejo sustentável da macrodrenagem do município.

São Paulo, 12 de junho de 2017.

Responsáveis Técnicos

Eng.º Civil Gentil Balzan
Responsável Técnico
CREA - SP 0601512472

Tecn.º Marcio Lucio Gonzaga
Sócio Diretor
CREA - SP 0601315882

13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS) - Avaliação de Custos de Construção para Incorporação Imobiliária e Outras Disposições para os Condomínios Edilícios. NBR 12.721:2005. 2005. Rio de Janeiro.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1996b. Sistema de Gestão Ambiental: *Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio*. NBR ISO 14004. 32p.

ALLEVIATION: A Manual of Assessment Techniques, Farnborough, England, Saxon House.

ALMEIDA, F. F. M. 1964. Fundamentos geológicos do relevo paulista. São Paulo: IGG. p.167-263 (Boletim 41).

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. Perfil - Município de Caçapava. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br>. 2016.

BELL, F.C. Generalized rainfall-duration-frequency relationships. J. HYDR. DIV., ASCE, v.65, n.1, Ser. HY, p.311-327, Jan. 1969.

BENGTSSON, L. Influence of storm movement on peak flows. In: CONGRESSO da ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL de PESQUISAS HIDRÁULICAS, 22º /e/ CONFERÊNCIA INTERNACIONAL sobre DRENAGEM URBANA, IARH, 4º, Lausanne, Suíça, 1987. Proceedings of the XXII International Congress of Hydraulic Research. Technical session D: topics in urban drainage hydraulics and hydrology/and/ Proceedings of the IV International Conference on Urban Storm Drainage. Editor: B.C. Yen. Lausanne, IAHR, 1987. 1v., p.270-275.

BERNDTSSON, R. & NIEMCZYNOWICZ, J. Spatial and temporal scales in rainfall analysis: some aspects and future perspectives. J.HYDROL., v.100, p.293-313, 1988.

BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. Piracicaba, Livroceres. 1985. 329p.

BITAR, O. Y. et al. 1995. A abordagem do meio físico em EIA através do estudo de processos: um método recomendado para obras em ambientes tropicais. Avaliação de Impactos, v. 1, n.2, p.35-45.

BRASIL Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos

Hídricos. 1997.

CASTANHO FILHO E.P. & FEIJÓ, L.F.C.A. Política setorial de recursos naturais para o Estado de São Paulo: Contribuição à estratégia mundial para conservação. São Paulo, Coordenadoria da Pesquisa de Recursos Naturais, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, 1987. 131p.

CERRI, L. E. da. 1992. Análise de riscos geológicos em planos de defesa civil. In: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Geologia de engenharia aplicada a problemas ambientais. São Paulo: IPT. p.233-54. (Apostila de Curso).

CERRI, L. E. S., 1993. Riscos geológicos associados a escorregamentos: uma proposta para a prevenção de acidentes. Rio Claro. (Tese de Doutorado IGCE/Unesp - Rio Claro). p. 197.

CETESB. Drenagem Urbana - Manual de Projeto. 3ª ed. São Paulo. CETESB/ASCETESB, 464p., 1986.

CHIARINI, J. et al. Uso atual das terras do Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, 1976. (Boletim Técnico, 37).

CHOW, V.T., MAIDMENT, D.R., MAYS, L.W. Applied Hydrology. McGraw-Hill Book Company, 1988. 572 p.

CÓDIGO DE ÁGUAS. Disponível em <http://www.soleis.com.br/ebooks/0-aeronautica.htm> HESPANHOL, I. Um novo paradigma para a gestão de Recursos Hídricos. In: Estudos Avançados. São Paulo, vol. 22, no. 63, 2008.

COLLIER, C.G. Studies of short duration storm profiles using radar data. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL sobre APLICAÇÕES HIDROLÓGICAS em RADAR METEOROLÓGICO, 2º, Hannover, Alemanha. Proceedings of the 2nd International Symposium on Hydrological Applications of Weather Radar. Hannover, 1992.

COMPANHIA DE PESQUISAS E RECURSOS MINERAIS – CPRM. 1980. Geologia do Bloco 46, Relatório Final. Consórcio CESP/IPT – PAULIPETRO. São Paulo.

CORRÊA, A. L. A. 2000. Certificação segundo a ISO 14001: metodologia para revisão ambiental inicial. São Paulo, 346p. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

DENVER, C. A. C. O. Storm Drainage Design and Technical Criteria. [S.I.]. 2006.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. 1984. Caracterização dos recursos hídricos no Estado de São Paulo. São Paulo: DAEE. 175p.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. 2015. Banco de Dados Pluviométricos do Estado de São Paulo – Disponível em: <http://www.daee.sp.gov.br>. 2016.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA – DAEE. Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos – CTH. 1998. Banco de dados pluviométricos do Estado de São Paulo (atualizado até 1997). São Paulo. (CD Rom).

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. Equações de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo. Convênio Departamento de Águas e Energia Elétrica e Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 125p., 1999

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê – PDMAT. [S.I.]. 1998.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE; CETESB. Drenagem Urbana 2a ed. São Paulo. 1980.

DP-H06. Diretrizes de Projeto para Estudos Hidrológicos – Método se “I-PAI-WU” – PMSP. 1999. Prefeitura Municipal de São Paulo.

EITEN, G. A Vegetação do Estado de São Paulo. São Paulo, Instituto de Botânica. 1970.

EMPLASA - Carta Geológica da R.M.S.P.- escala 1:100.000 – EMLASA, 1980.

EMPLASA - Mapa de Uso e Ocupação do Solo, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

FCTH; PMSP. Diretrizes Básicas para Projetos de Drenagem Urbana no Município de São Paulo. [S.I.]. 1999.

FEHIDRO; FCTH, F. C. T. D. H. Critérios e Diretrizes sobre Drenagem Urbana no Estado de São Paulo 1a. Etapa. [S.I.]. 2004.

FORNASARI FILHO, N. et al. 1996. O meio físico em instrumentos de gerenciamento ambiental sob a ótica da ISO 14000. Apostila de curso da Associação

Brasileira de Geologia de Engenharia - ABGE. São Paulo. 48p.

FRANÇA, G. V. Interpretação fotográfica de bacias e redes de drenagem aplicada a solos da região de Piracicaba. Piracicaba, 1968. 151p. Tese (Doutor em Agronomia/ Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. 1991. Vocabulário básico de meio ambiente. 3a ed. Rio de Janeiro: Petrobrás. 246p.

Governo de São Paulo Lei nº 12.233, de 16 de janeiro de 2006 Define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Guarapiranga, e dá outras providências correlatas (Lei Específica da Guarapiranga).

Governo de São Paulo Lei nº 13.579, de 13 de julho de 2009 Define a área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings – APRM-B e dá outras providências correlatas.

Governo Provisório da República dos Estados Unidos do Brasil, Decreto 24.643 de 10 de Julho de 1934.

HALL, M.J. Urban Hydrology. Elsevier Applied Science Publishers Ltd., London and New York, 1986.

HERSHFIELD, D.M.; WILSON, W.T. A comparison of extreme rainfall depths from tropical and nontropical storms. J. GEOPHYS. RES., v.65, n.3, p.959-982, Mar. 1960.

HIRUMA, S. T.; PONÇANO, W. L. Densidade de drenagem em sua relação com fatores geomorfopedológicos na área do alto Rio Prado, SP e MG. Revista IG. São Paulo, 15, jan./dez., 1994. p. 49-57.

HUFF, F.A. Time distribution of rainfall in heavy storms. WATER RES. RESEARCH, v.3, n.4, p.1007-1019, 1967.

IG-CEDEC - Município de Caçapava. Mapeamento de riscos associados a escorregamentos, inundações, erosão, solapamento, colapso e subsidência do município de Caçapava, SP Termo de Cooperação Técnica IG-CEDEC de 02/12/2009.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Censo Demográfico 2000. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. 2016.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Cidades - Município de Caçapava. Disponível em <http://www.cidades.ibge.gov.br>. 2016.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT, 1997a. Base de dados geoambientais do Estado de São Paulo. CD-ROM.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. 1981a. Mapa Geológico do Estado de São Paulo. Escala 1:500.000. São Paulo. 2v. (IPT. Monografias, 6. Publicação, 1 184).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. 1981b. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. Escala 1:500.000. São Paulo. 2v. (IPT. Monografias, 5. Publicação, 1 183).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. 1989. Compartimentação estrutural e evolução tectônica do Estado de São Paulo. São Paulo, IPT/SCTDE/Pró-Minério. (Relatório IPT no 27.394).

IPEA/ANTP – Redução das Deseconomias Urbanas pela Melhoria do Transporte Público. 1997. Rio de Janeiro.

JAMES, L. D.; LEE, R. R. Economics of Water Resources Planning. New York: McGraw-Hill Book, 1971.

KEIFER, C.J.; CHU, H.H. Synthetic storm pattern for drainage design. J.HYDR.DIV., ASCE, v.83, n.4, Ser. HY, p.1-25, Proc. Paper 1332, Aug. 1957.

KUTNER, A.S.; CONTE, A.E.; NITTA, T. – Análise Geológica e Caracterização dos solos para Avaliação do Coeficiente de Escoamento Superficial na Bacia do Alto Tietê – RMSP- XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Aracaju – 2001.

MAGNI, N. L. G.; MERO, F. Precipitações intensas no Estado de São Paulo. B.TECN. CTH, São Paulo, n.4, 1986.

MAIDMENT, D.R. Handbook of Hydrology. McGraw-Hill, Inc, 1993.

MARCELLINI, S. S. Análise de critérios para a determinação de tormentas de projeto e sua influencia nos hidrogramas de pequenas bacias hidrográficas. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, 176p, 1994.

McCUEN, R. A guide to hydrologic analysis using NRCS methods. New Jersey, Prentice-Hall, 1982. 145p.

NEWYORK, C. O. NYC Green Infrastructure Plan – A Sustainable Strategy for Clean Waterways. [S.I.]. 2010.

OLIVEIRA, A.M.S. 1994. Depósitos tecnogênicos e assoreamento de reservatórios. Exemplo do reservatório de Capivara, Rio Paranapanema, SP/PR. 2 v. (Tese de Doutorado. Departamento de Geografia da FFLCH-USP).

OLIVEIRA, J.B.; Camargo, M.N.; Rossi, M. & Calderano Filho, B. 1999. Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida. Campinas, Instituto Agrônomo/EMBRAPA-Solos. Campinas. 64p.

ORSINI YAZAKI, L. F. Manejo de águas pluviais e revitalização do ambiente urbano Disponível em http://www.abap.org.br/congresso/paginas_palestrantes/luiz_fernando_yazaki.html

PAHL-WOSTL, Claudia Requirements for Adaptive Water Management In: Pahl-Wostl, Kabat and Möltgen (eds): Adaptive and Integrated Water Management. Coping with Complexity and Uncertainty, Springer Verlag, 2007.

PALERMO, M. A. Gerenciamento Ambiental Integrado. São Paulo, Editora Annablume, 2006

PARMENTER, A. 1996. Europe: survey of recent developments in ISO 14000. MERN Bulletin (9): p. 60 -62. Spring 1996.

PENNING-ROSWELL, E. C., CHATTERTON, J. B. – The Benefits of Flood Alleviation: A Manual of Assessment Techniques, Farnborough, England, Saxon House. 1977. England, Saxon.

PENNING-ROSWELL, E.C., CHATTERTON, J.B., 1977, The Benefits of Flood

Petri, S. & Fúlfaro, V.J. 1983. In: Geologia do Brasil (Fanerozóico). São Paulo: USP. 631 p.

PFAFSTETTER, O. Chuvas intensas no Brasil: relação entre precipitação, duração e frequência de chuvas, registradas com pluviógrafos, em 98 postos meteorológicos. 2a.ed. Rio de Janeiro, MINTER/DNOS, 1982. 426p.

PILGRIM, D.H.; CORDERY, I. Rainfall temporal patterns for design floods. J. HYDR. DIV., ASCE, v.101, n.1, ser. HY, p.81-95, Jan. 1975.

PINTO, N. L. de S. Hidrologia Básica. São Paulo, Edgard Blücher, 1976. 278p.

PLANO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ – Relatório Final, Vol.2/4, Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo, dezembro de 2009.

PMSP. Diretrizes Básicas para Projetos de Drenagem Urbana no Município

de São Paulo. [S.l.]. 1999.

PORTO, M. F. A. e PORTO, R. L. L. A Gestão de bacias hidrográficas. In: Estudos Avançados no. 22, 2008, pp. 43-60. 2008.

PORTO, R.L.L. et al. Drenagem Urbana. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA de RECURSOS HÍDRICOS. Hidrologia: ciência e aplicação /por/ Carlos E.M. Tucci /e outros/ Porto Alegre, ABRH/EDUSP, 1993. 943p., Cap.21, p.805-842. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos, 4).

PORTO, R.L.L.; MARCELLINI, S.S. Generalização de curvas de distribuição temporal de projeto. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 10º /e/ Simpósio de Recursos Hídricos do Cone Sul, ABRH, 1º, Gramado, R.S. 7-12 Nov. 1993. Anais. Porto Alegre, ABRH, v.2, p.213-222.

RADAMBRASIL, não publicado. Mapa de solos do Estado de São Paulo, escala 1:250.000.

RIDENTE JR., 2000. Prevenção e controle da erosão urbana: bacia do córrego do Limoeiro e bacia do córrego do Cedro, municípios de Presidente Prudente e Álvares Machado, SP. Rio Claro. Dissertação de mestrado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas - IGCE, Unesp, Rio Claro. 108p.

RIGHETTO, J. M., MENDIONDO, E. M. - Avaliação de Riscos Hidrológicos: Principais Causas, Danos e Propostas de Seguro contra Enchentes – III Simpósio de Recursos Hídricos Centro-Oeste - ABRH. 2004. Goiânia, Goiás, 20-22 Maio.

SALOMÃO, F. X. T., 1994a. Processos erosivos lineares em Bauru (SP): regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural. São Paulo. 200 p. (Tese de Doutorado. FFLCH/USP).

SEADE - FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS –. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>> acesso em 10/Fevereiro de 2015.

SEADE - Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. Perfil Municipal - Município de Caçapava. Disponível em: <http://www.seade.gov.br>. 2016.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE - SMA. 1998. Atlas das Unidades de Conservação Ambiental do Estado de São Paulo, parte II – Interior. São Paulo. 32p. il., mapas.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. RESOLUÇÃO – SMA. RESOLUÇÃO SMA Nº 32, DE 03 DE ABRIL DE 2014. Estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica no

Estado de São Paulo e dá providências correlatas. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/files/2014/04/Resolu%C3%A7%C3%A3o-SMA-032-2014-a.pdf>>. Acesso em 03 de janeiro de 2017.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE – SMA. 1999. Perfil ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo: SMA. (CD Rom).

SERRA FILHO, R. et al. 1974. Levantamento da cobertura vegetal natural do Estado de São Paulo. São Paulo: SMA/ Instituto Florestal. p. 1-53. (Boletim Técnico, 11).

SETZER, J. & LA LAINA, PORTO, R.- Boletim Técnico – DAEE “Tentativa de Avaliação do Escoamento Superficial de acordo com o solo e o seu recobrimento vegetal nas condições do Estado de São Paulo, 1979.

SILVEIRA, A. L. L.. Desempenho de fórmulas de tempo de concentração em bacias urbanas e rurais. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 5-23, 2005.

SILVEIRA, Gabriel Rondina Pupo et al. Geoprocessamento Aplicado na Espacialização da Capacidade de Uso do Solo em uma Área de Importância Agrícola. ENERGIA NA AGRICULTURA, v. 30, n. 4, p. 363-371, 2015.

STEPHENSON, D.; MEADOWS, M.E. Kinematic hydrology and modelling. Amsterdam, Elsevier, s.d. (Developments in Water Science 26)

SUDERHSA; CH2MHILL. Manual de Drenagem Urbana Região Metropolitana de Curitiba- PR. [S.l.]. 2002.

THORNTHWAITE, C. W. & MATHER, J. R. 1955. The water balance. New Jersey. Laboratory of Climatology.

TOLEDO SILVA, R. e PORTO, M. F. A. Gestão urbana e gestão das águas: caminhos da integração In: Estudos Avançados 17 (47), pp 129 a 145, 2003.

TOMAZ, Plinio. Curso de Manejo de Águas Pluviais. São Paulo, 2016. Disponível em: http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos_livros/livro_metodo_calculos_vazao/capitulo38.pdf . Consultado em 24/12/2016.

TUCCI, C.E.M. Hidrologia, Ciência e Aplicação. Porto Alegre, ABRH/EDUSP, 1993. 943p. (coleção ABRH de Recursos Hídricos, 4).

TUCCI, C.E.M., 2000 – Coeficiente de Escoamento e Vazão Máxima de Bacias Urbanas. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Vol 5, no. 1,

Jan/Mar, pp61-68.

U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, SOIL SURVEY MANUAL # 18, Washington D.C., 1951 , in WANIELISTA, M. – Hidrology and Water Quantity Control, J. Wiley, N.Y. – 1990.

UEHARA, K. et al. Pequenas bacias hidrográficas do Estado de São Paulo. Estudo de vazões médias e máximas. FDTE/EPUSP, 1980. 780 p.

VALLE, C. E. do. 1995. Qualidade ambiental: O desafio de ser competitivo protegendo o meio ambiente. Como ser preparar para as normas ISO 14.000. Livraria Pioneira Editora. 117p.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. Hidrologia Aplicada. São Paulo: Editora McGraw-Hill, 1975. 245p.

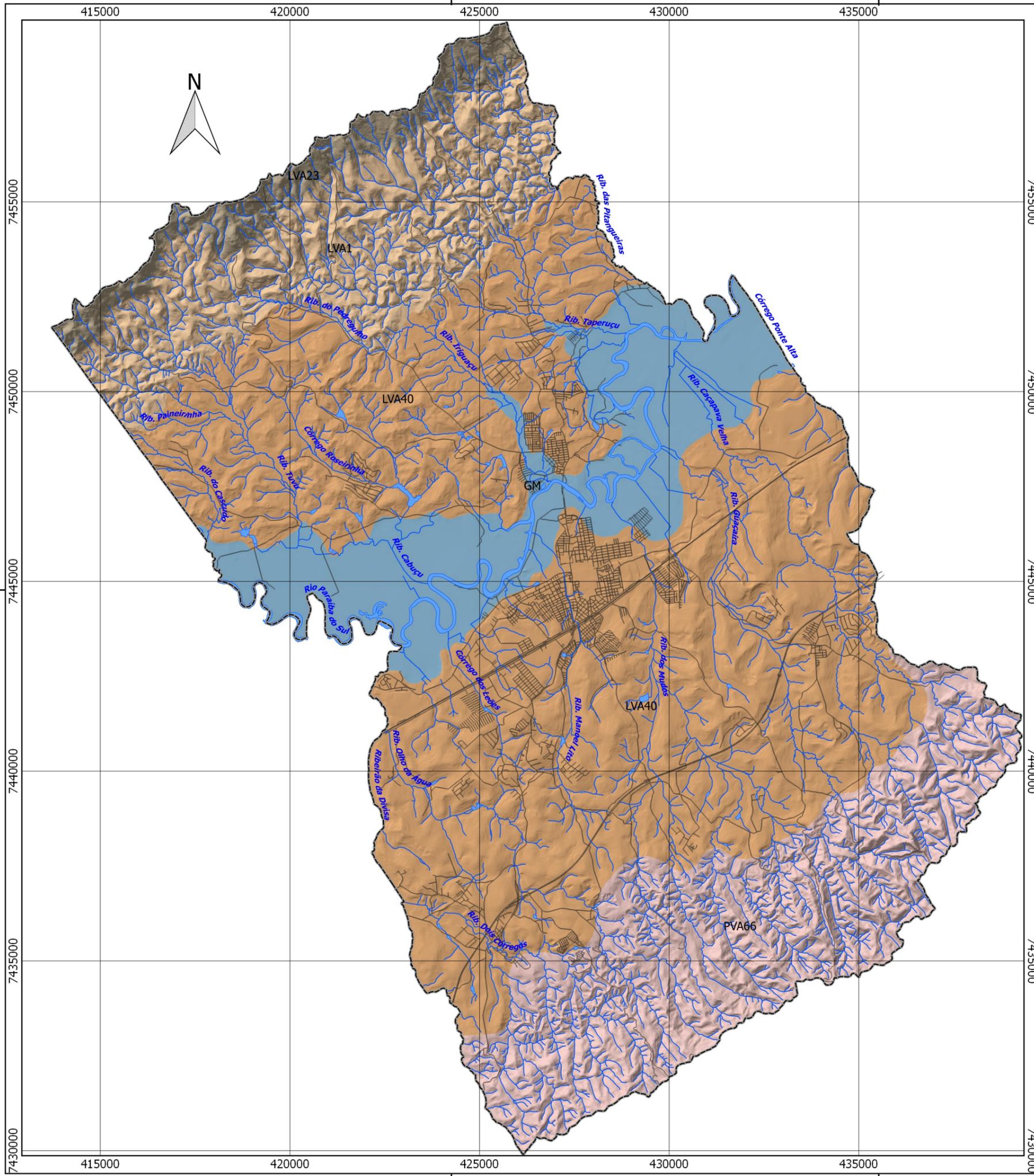
WIESNER, C.J. Hydrometeorology. London, Chapman & Hall, 1970. 232p.

WILKEN, P.S., Engenharia de Drenagem Superficial, CETESB, São Paulo, 1978, 276p.

WMO, WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. Manual for estimation of probable maximum precipitation, Geneva, 190p. 1973.

WSUD. WSUD, 2010. Disponível em: <<http://www.wsud.org/picture-library/>>. Acesso em: 2016.

YEN, B.C.; CHOW, V.T. Design hyetographs for small drainage structures. J. HYDR. DIV., ASCE, v.106, n.6, Ser. HY, p.1055-1076, Jun. 1980.



LEGENDA

- Sistema viário
- ▭ Limite municipal
- Hidrografia
- Corpo d' água

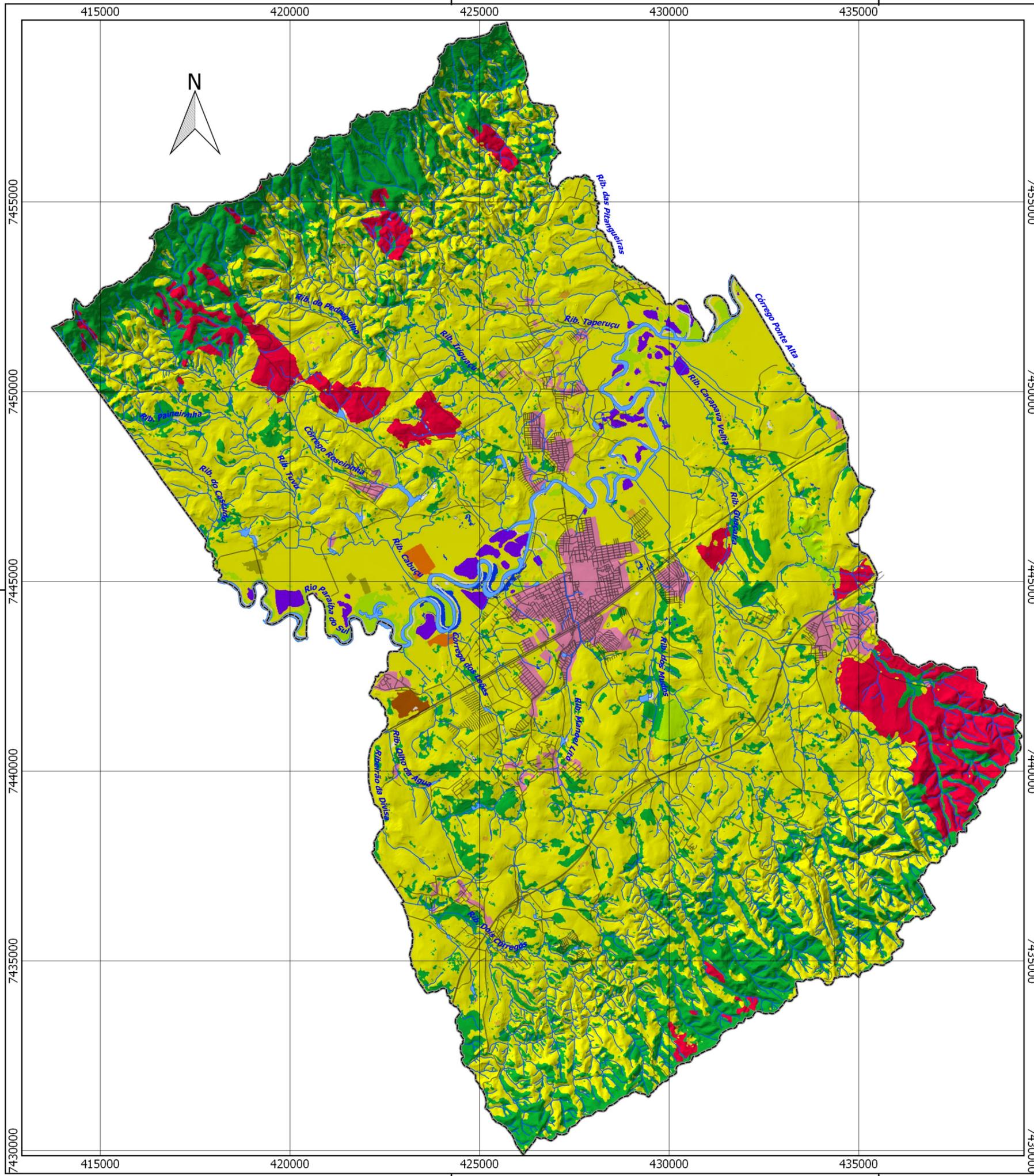
ASSOCIAÇÕES PEDOLÓGICAS

- GM - Gleissolos Melânicos
- LVA1 - Latossolos Vermelho-Amarelos
- LVA23 - Latossolos Vermelho-Amarelos
- LVA40 - Latossolos Vermelho-Amarelos
- PVA66 - Argissolos Vermelho-Amarelos

2 0 2 km

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS 2000
Fuso 23 S

 <p>PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA</p>			
 <p>TCA SOLUÇÕES E PLANEJAMENTO AMBIENTAL LTDA - EPP</p>		 <p>FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS</p>	
<p>Empreendimento: Empreendimento 2013-PS COB-39 - Contrato FEHIDRO 072/2014</p>			
<p>Localização: Município de Caçapava, SP</p>			
<p>Título: Mapa Pedológico</p>			
<p>Projeto: "Plano Diretor de Macrodrenagem do Município de Caçapava - SP"</p>			
<p>Execução: TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP</p>			
<p>Data: Fevereiro/2018</p>	<p>Escala: Indicada</p>	<p>Desenho: -</p>	<p>Folha: -</p>
<p>Responsáveis Técnicos:</p>			
<p>Eng.º Civil Gentil Balzan CREA - SP 0601512472</p>		<p>Tec.º Marcio Lúcio Gonzaga CREA - SP 0601512472</p>	



LEGENDA

- Sistema viário
- ▭ Limite municipal
- Hidrografia
- Corpo d' água

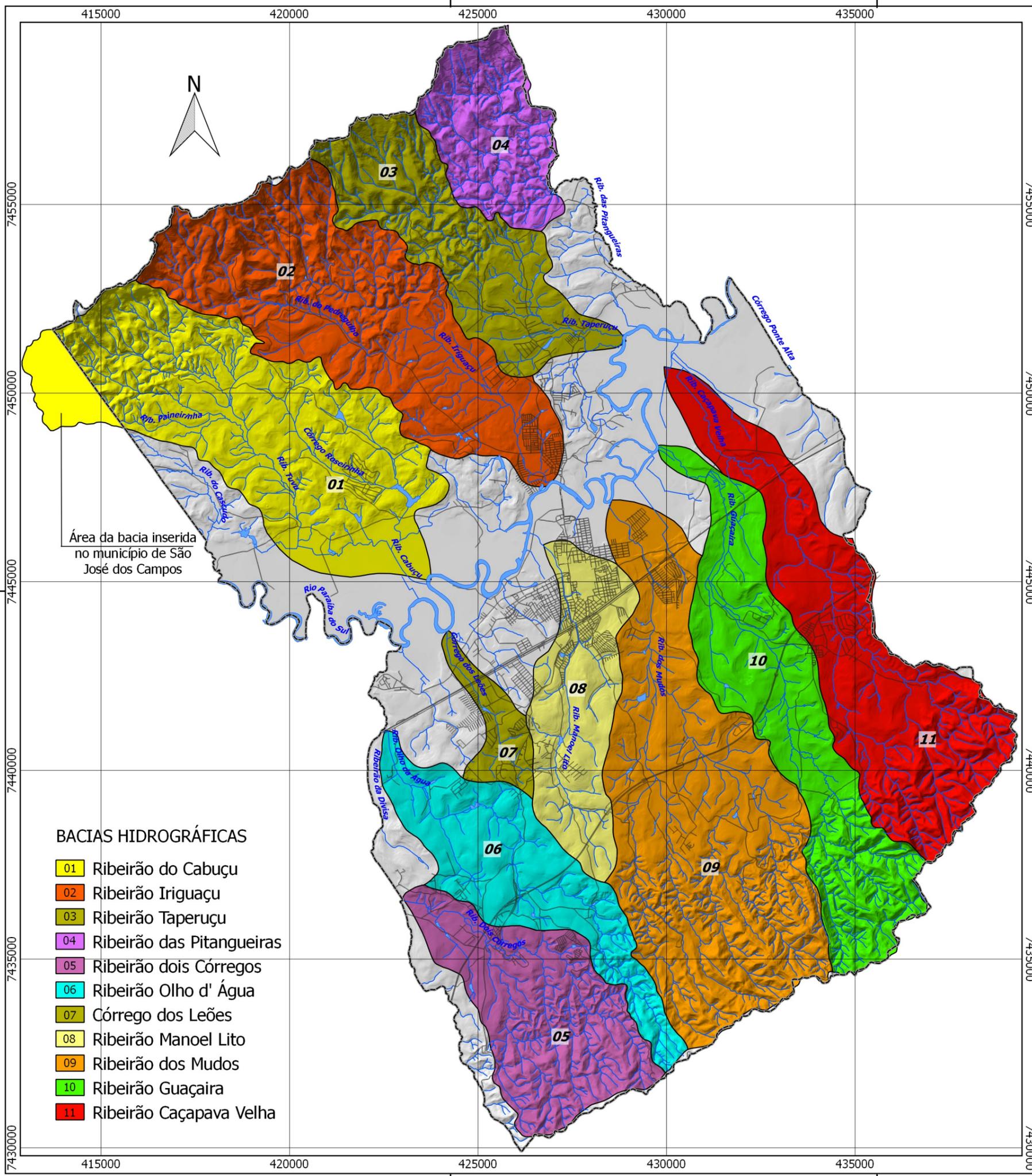
TIPOS DE USO E OCUPAÇÃO

- Área Urbana
- Campo Antrópico
- Cultura Perene
- Cultura Anual
- Culturas Semi-Perenes
- Industrial
- Mata Ciliar
- Mata
- Mineração
- Campos Úmidos
- Reflorestamento

2 0 2 km

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS 2000
Fuso 23 S

 <p>PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA</p>			
 <p>TCA SOLUÇÕES E PLANEJAMENTO AMBIENTAL LTDA - EPP</p>		 <p>FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS</p>	
<p>Empreendimento: Empreendimento 2013-PS COB-39 - Contrato FEHIDRO 072/2014</p>			
<p>Localização: Município de Caçapava, SP</p>			
<p>Título: Mapa de Uso e Ocupação do Solo</p>			
<p>Projeto: "Plano Diretor de Macrodrenagem do Município de Caçapava - SP"</p>			
<p>Execução: TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP</p>			
Data: Fevereiro/2018	Escala: Indicada	Desenho: RE-DE-CPV-003	Folha: -
<p>Responsáveis Técnicos:</p> <p style="text-align: center;">Eng.º Civil Gentil Balzan CREA - SP 0601512472</p> <p style="text-align: right;">Tecn.º Marcio Lúcio Gonzaga CREA - SP 0601512472</p>			



- BACIAS HIDROGRÁFICAS**
- 01 Ribeirão do Cabuçu
 - 02 Ribeirão Iriguaçu
 - 03 Ribeirão Taperuçu
 - 04 Ribeirão das Pitangueiras
 - 05 Ribeirão dois Córregos
 - 06 Ribeirão Olho d' Água
 - 07 Córrego dos Leões
 - 08 Ribeirão Manoel Lito
 - 09 Ribeirão dos Mudos
 - 10 Ribeirão Guaçaira
 - 11 Ribeirão Caçapava Velha

LEGENDA

- Sistema viário
- Limite municipal
- Hidrografia
- Corpo d' água

Nº	Bacia Hidrográfica	Área Total (km²)	Vazão Média Plurianual (m³/s)	Vazão Q _{7,10} (m³/s)	Vazão de Pico (m³/s)	Coefficiente de Escoamento Superficial Direto I - PAI - WU (C ₂) Método Racional (C)	Coefficiente de Escoamento CN Natural Resources Conservation Service
1	Ribeirão do Cabuçu	43,12	0,492	0,164	283,66	0,56	86
2	Ribeirão Iriguaçu	39,92	0,482	0,160	240,81	0,58	90
3	Ribeirão Taperuçu	21,29	0,193	0,064	147,47	0,57	90
4	Ribeirão Pitangueiras	13,41	0,199	0,066	122,47	0,50	86
5	Ribeirão Dois Córregos	27,74	0,283	0,102	367,99	0,66	86
6	Ribeirão Olho d'água	20,19	0,234	0,078	79,42	0,70	86
7	Córrego dos Leões	4,28	0,054	0,018	66,36	0,80	86
8	Ribeirão Manoel Lito	16,53	0,191	0,063	109,16	0,81	90
9	Ribeirão dos Mudos	49,53	0,584	0,193	184,40	0,62	90
10	Córrego Guaçaira	29,27	0,344	0,135	239,81	0,63	86
11	Ribeirão Caçapava Velha	33,34	0,399	0,133	275,53	0,64	86

2 0 2 km

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS 2000
Fuso 23 S



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA



TCA SOLUÇÕES E PLANEJAMENTO AMBIENTAL LTDA - EPP



FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS

Empreendimento: Empreendimento 2013-PS COB-39 - Contrato FEHIDRO 072/2014

Localização: Município de Caçapava, SP

Título: Mapa de Bacias Hidrográficas

Projeto: "Plano Diretor de Macrodrenagem do Município de Caçapava - SP"

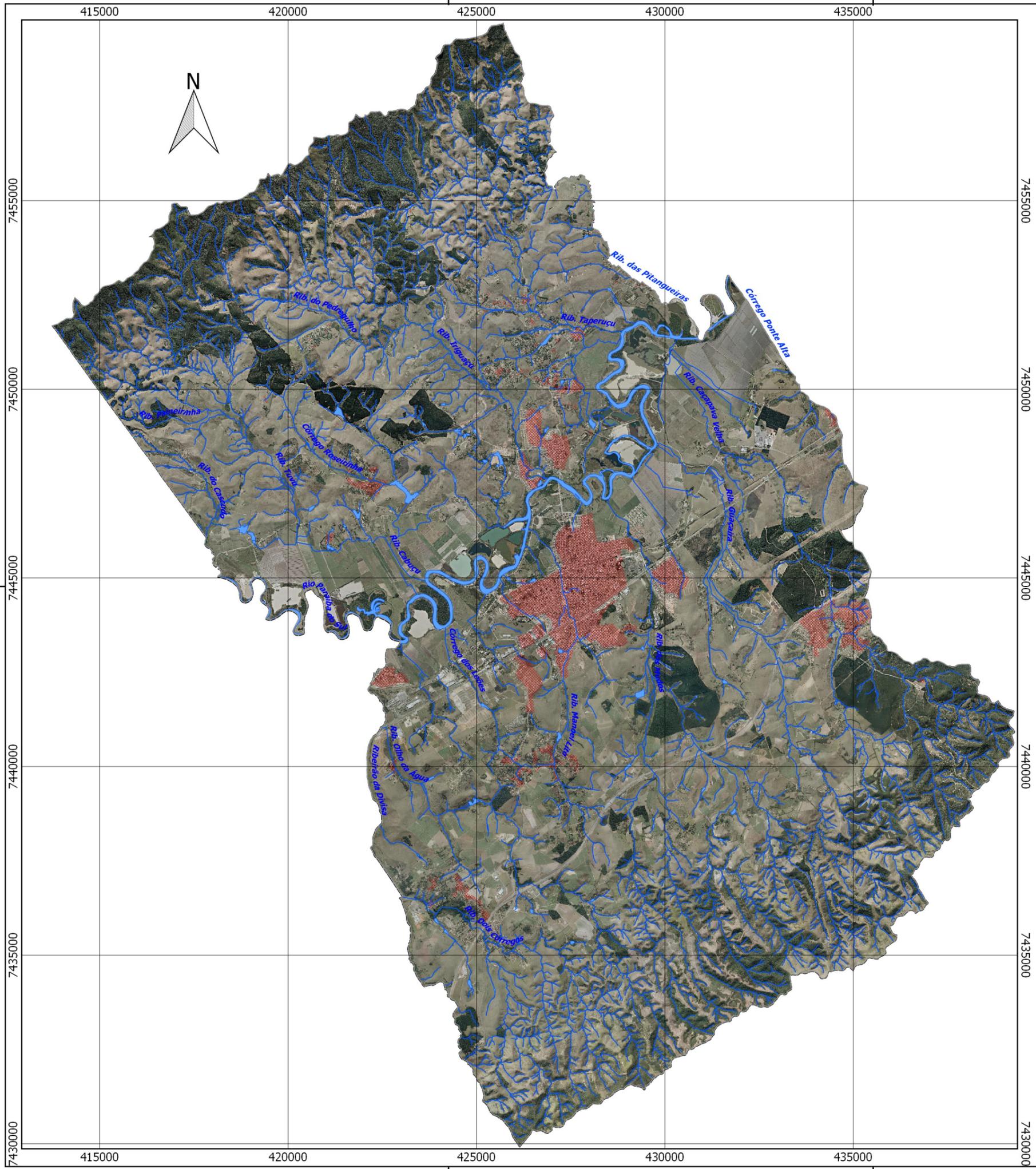
Execução: TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP

Data: Fevereiro/2018	Escala: Indicada	Desenho: -	Folha: -
----------------------	------------------	------------	----------

Responsáveis Técnicos:

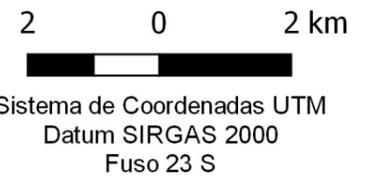
Eng.º Civil Gentil Balzan
CREA - SP 0601512472

Tecn.º Marcio Lúcio Gonzaga
CREA - SP 0601512472



LEGENDA

-  Hidrografia
-  Massa d'água
-  Limite municipal
-  Sistema viário
-  Área urbanizada



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA



TCA SOLUÇÕES E PLANEJAMENTO AMBIENTAL LTDA - EPP



FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS

Empreendimento:
Empreendimento 2013-PS COB-39 - Contrato FEHIDRO 072/2014

Localização:
Município de Caçapava, SP

Título:
Mapa de Áreas Urbanizadas

Projeto:
"Plano Diretor de Macrodrenagem do Município de Caçapava - SP"

Execução:
TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP

Data: Fevereiro/2018	Escala: Indicada	Desenho: -	Folha: -
-------------------------	---------------------	---------------	-------------

Responsáveis Técnicos:

Eng.º Civil Gentil Balzan
CREA - SP 0601512472

Tecn.º Marcio Lúcio Gonzaga
CREA - SP 0601512472

TCA SOLUÇÕES E PLANEJAMENTO AMBIENTAL LTDA – EPP

A TCA – Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP constituída em 03 de julho de 2008, tem como objetivo atender os setores públicos e privados, na prestação de serviços, estudos, pesquisas, planejamento e gerenciamento de controle ambiental, estudos topográficos, geotécnicos, hidrológicos, projetos de engenharia, rodoviárias, empreitada de mão-de-obra na construção civil, consultoria de movimento de terra, pavimentação, irrigação, recursos hídricos e saneamento.

A TCA dispõe de uma equipe de consultores independentes especializados nos diversos campos da Engenharia, Geologia e Ciências Ambientais, ao longo de vinte e sete anos de experiência técnica, já atuaram na direção, supervisão e coordenação de estudos e

projetos, tanto para indústria, como na área de planejamento territorial e grandes obras civis. Além dos serviços de empresas colegiadas que desempenham funções em áreas afins, como é o caso de estudos socioeconômicos e institucionais. Seu corpo técnico realiza os trabalhos por contratação direta, em regime de parceria ou por meio de convênios, de forma a atender amplo aspecto de demanda dos setores descritos nas suas áreas de atuação.

A empresa é estruturada de maneira simples e direta. Gerenciada diretamente pelos seus sócios que dividem as funções administrativas e operacionais. Oferecemos autonomia e poder de decisão aos gestores dos projetos e incentivamos a formação de parcerias estratégicas.