

ATO CONVOCATÓRIO 003/2015

PLANOS DIRETORES MUNICIPAIS DE MACRODRENAGEM URBANA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SOROCABA E MÉDIO TIETÊ

ETAPA FINAL – PLANOS DIRETORES MUNICIPAIS DE MACRODRENAGEM URBANA

VOLUME IV – MUNICÍPIO DE ARAÇOIABA DA SERRA

TOMO I - TEXTO

REVISÃO 1

FEV/2021

EXECUÇÃO



**CERISO - CONSÓRCIO DE ESTUDOS, RECUPERAÇÃO E
DESENVOLVIMENTO DA BACIA DOS RIOS SOROCABA E MÉDIO TIETÊ**
RUA JOSÉ SOARES DE LIMA, 75 - JARDIM SANTA CRUZ, IPERÓ – SP
CEP: 18560-000 / TELEFONE: (15) 3244-1538

GESTÃO 2017/2020

PRESIDENTE: VANDERLEI POLIZELI (PREFEITO DE
IPERÓ-SP)
PRIMEIRO VICE-PRESIDENTE: DIRLEI SALAS ORTEGA
(PREFEITO DE ARAÇOIABA DA SERRA-SP)
SEGUNDO VICE-PRESIDENTE: PÉRICLES GONÇALVES
(PREFEITO DE CAPELA DO ALTO)
TERCEIRO VICE-PRESIDENTE: FERNANDO LOPES DA
SILVA (PREFEITO DE BOITUVA)
QUARTO VICE-PRESIDENTE: ALDOMIR JOSÉ SANSON
(PREFEITO DE CERQUILHO)
SECRETÁRIA EXECUTIVA E PRESIDENTE DA COMISSÃO
PERMANENTE DE LICITAÇÕES (CPL): MARIA OTÍLIA
GARCIA TOMAZELA

GESTÃO 2021/2024

PRESIDENTE: PÉRICLES GONÇALVES (PREFEITO DE
CAPELA DO ALTO-SP)
PRIMEIRO VICE-PRESIDENTE: JOSÉ QUEVEDO JUNIO
(PREFEITO DE ARAÇOIABA DA SERRA-SP)
SEGUNDO VICE-PRESIDENTE: LEONARDO ROBERTO
FOLIM (PREFEITO DE IPERÓ-SP)
TERCEIRO VICE-PRESIDENTE: MIGUEL TOMAZELA
(PREFEITO DE PEREIRAS-SP)
QUARTO VICE-PRESIDENTE: FABIOLA ALVES DA SILVA
PEDRICO (PREFEITA DE VOTORANTIM-SP)
SECRETÁRIA EXECUTIVA E PRESIDENTE DA COMISSÃO
PERMANENTE DE LICITAÇÕES (CPL): MARIA OTÍLIA
GARCIA TOMAZELA



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA DA SERRA - SP
AVENIDA LUANE MILANDA DE OLIVEIRA, 600, JD. SALETE, ARAÇOIABA DA SERRA – SP
CEP: 18190-000 / TELEFONE: (15) 3281-7000

GESTÃO 2017/2020

PREFEITO: DIRLEI SALAS ORTEGA
VICE-PREFEITO: JOÃO BATISTA DA ROCHA

GESTÃO 2021/2024

PREFEITO: JOSÉ CARLOS DE QUEVEDO JUNIOR
VICE-PREFEITO: ADILSON DOMINGUES



RECURSOS

FEHIDRO - FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
AVENIDA PROFESSOR FREDERICO HERMANN JUNIOR, 345 - ALTO DE PINHEIROS, SÃO
PAULO – SP / CEP: 05459-900 / TELEFONE: (11) 3133-4149



FISCALIZAÇÃO

DAEE – DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA

RUA CRISTIANO CLEOPATH, 1557 - CIDADE ALTA, PIRACICABA – SP

CEP: 13419-310/ TELEFONE: (19) 3433-6381

AGENTE TÉCNICO: REGINA APARECIDA RIBEIRO

CONSULTORIA ESPECIALIZADA CONTRATADA PARA APOIAR A ELABORAÇÃO DO PLANOS DIRETORES MUNICIPAIS DE MACRODRENAGEM URBANA

SHS - CONSULTORIA E PROJETOS DE ENGENHARIA LTDA. EPP

RUA PADRE TEIXEIRA, 1772, CENTRO - SÃO CARLOS/SP

CEP: 13.560-210 / TEL.: (16) 3374-1755



EQUIPE:

NOME	ÁREA	FUNÇÕES PRINCIPAIS
Swami Marcondes Villela	Engº Civil Sênior / Livre- docente da Universidade de São Paulo	Coordenação, consultoria e revisão geral
Iveti Ap. Pavão Macedo da Silva	Engª Civil Sênior / Especialista em projetos de saneamento/ Projetos	Supervisão, projetos e orçamento
Lívia Cristina Holmo Villela	Engª Civil Sênior / Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento/ Projetos	Supervisão, revisão; análise custo - benefício
Alessandro Hirata Lucas	Tecnólogo / Projetos	Levantamento e análises dos estudos existentes; Visitas técnicas; estudos hidrológicos e hidráulicos; mapeamento de áreas inundáveis; dimensionamento; projetos; e audiências públicas
Ana Carolina do Prado Whitaker Medeiros	Bacharel em Comunicação Social – Jornalismo / Pós- graduada em Gestão Ambiental	Mobilização Social
Ana Carolina Ferrari dos Santos	Engª Ambiental Junior / Projetos	Cartografia caracterização dos impactos ambientais, econômicos e sociais;

NOME	ÁREA	FUNÇÕES PRINCIPAIS
Danilo Gustavo	Desenhista	Elaboração de projetos e desenhos
Darci Pereira	Engº Civil Pleno / Projetos	Dimensionamento, projeto, orçamento e análise custo – benefício; visitas técnicas, estudos hidrológicos e hidráulicos e audiências públicas
Edson Donizeti Nicoletti	Engº Civil Pleno / Projetos	Dimensionamento, projeto e orçamento
Eliete Noemi	Desenhista	Elaboração de desenhos
Felipe Guazzelli Gonzalez	Engº Civil Junior / Projetos	Visitas técnicas; estudos hidrológicos e hidráulicos; dimensionamento; projetos e desenhos; e audiências públicas
Flávia Arlette Oliveira	Gestora Ambiental	Estudos para elaboração dos anteprojetos de rede de drenagem
Guilherme L. R. A. Ferreira	Engº Civil Junior/ Projetos	Levantamento e análises dos estudos existentes; estudos hidrológicos e hidráulicos; dimensionamento;
João Paulo Freitas Alves Pereira	Engº Ambiental Pleno/ Projetos	Estudos para elaboração dos anteprojetos de rede de drenagem
Larissa Nogueira Olmo Margarido	Engenheira Civil Sênior / Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento/ Projetos	Prognóstico, orçamento e análise custo – benefício
Marina da Costa Ribeiro de Almeida	Engª Ambiental Junior / Projetos	Cartografia caracterização dos impactos ambientais, econômicos e sociais;
Paloma Fernandes Paulino	Engª Ambiental Plena / Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento / Projetos	Cartografia, caracterização dos impactos ambientais, econômicos e sociais; e audiências públicas
Sheila Holmo Villela	Bacharel em Psicologia / Mestre e Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental	Mobilização Social e elaboração de propostas para educação ambiental
Valmir J. J. Roque P. Neves	Topógrafo	Levantamento planialtimétrico e cadastro
Vitor Catoia	Biólogo / Mestre em Biologia pela UFScar.	Elaboração de projeto para recuperação das áreas degradadas e conservação das áreas em bom estado

Sumário

Lista de Figuras	15
Lista de Quadros	19
Lista de Tabelas.....	21
Apresentação.....	22
1. Características gerais do município de Araçoiaba da Serra	23
1.1 Características socioeconômicas do município	23
1.1.1 <i>Evolução da população.....</i>	<i>24</i>
1.1.2 <i>Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM).....</i>	<i>24</i>
1.1.3 <i>Índice de Gini.....</i>	<i>25</i>
1.1.4 <i>Aspectos econômicos</i>	<i>26</i>
1.1.4.1 PIB per capita	26
1.1.4.2 Emprego e Rendimento	27
1.2 Caracterização ambiental	28
1.2.1 <i>Formações geológicas.....</i>	<i>28</i>
1.2.2 <i>Geomorfologia</i>	<i>28</i>
1.2.3 <i>Pedologia.....</i>	<i>29</i>
1.2.4 <i>Cobertura vegetal</i>	<i>30</i>
1.3 Descrição do sistema de drenagem urbana existente	30
2. Levantamento de dados e informações do município.....	32
2.1 Análise e avaliação crítica da Legislação Vigente e dos Dados e Informações Obtidos	32
2.1.1 <i>Plano Diretor Municipal de Araçoiaba da Serra</i>	<i>33</i>
2.1.2 <i>Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB)</i>	<i>33</i>
2.1.3 <i>Revisão do Plano Diretor de Saneamento Básico</i>	<i>34</i>
2.1.4 <i>Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Sorocaba e Médio Tietê (UGRHI 10).....</i>	<i>36</i>
2.1.5 <i>Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico.....</i>	<i>37</i>

2.1.6	<i>Relatório de Ação Emergencial do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT</i>	38
2.1.7	<i>Análise Ambiental de Áreas de Interesse para o Estabelecimento de unidades de Conservação para Proteção dos Mananciais do Município de Araçoiaba da Serra</i>	39
3.	Caracterização dos setores do Saneamento Básico	40
3.1	Sistema de Abastecimento de Água (SAA)	40
3.2	Sistema de Esgotamento Sanitário	42
3.3	Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos	44
3.4	Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais	47
4.	Prospecção do Crescimento Populacional	51
4.1	Caracterização demográfica	51
4.1.1	<i>População</i>	51
4.1.2	<i>Projeção populacional</i>	53
4.1.2.1	Metodologia	53
4.1.2.2	Projeções	54
5.	Levantamento Planialtimétrico	56
6.	Análise e diagnóstico do município de Araçoiaba da Serra	57
6.1	Estudos Hidrológicos	57
6.1.1	<i>Declividade do talvegue</i>	58
6.1.2	<i>Equação de chuva (Intensidade-Duração-Frequência)</i>	58
6.1.3	<i>Tempo de concentração</i>	59
6.1.4	<i>Relação chuva-deflúvio</i>	59
6.1.4.1	Método I-PAI-WU	60
6.1.4.2	Método Racional	72
6.2	Estudos Hidráulicos	74
6.2.1	<i>Hidráulica de canais</i>	74
6.2.2	<i>Hidráulica de pontes, travessias e bueiros</i>	75

6.3	Rede de drenagem de águas pluviais.....	78
7.	Análise do cenário futuro	79
7.1	Estudos Hidrológicos	80
7.1.1	<i>Método I-PAI-WU.....</i>	<i>80</i>
7.2	Estudos Hidráulicos	84
7.2.1	<i>Hidráulica de canais.....</i>	<i>84</i>
7.2.2	<i>Hidráulica de pontes, travessias e bueiros</i>	<i>84</i>
7.3	Rede de drenagem de águas pluviais.....	85
8.	Resultados dos diagnósticos	86
8.1	Ponto 1 – Rua Benedito Antunes Ribeiro.....	86
8.2	Ponto 2 – Rua Antonio Alves de Oliveira	87
8.3	Ponto 3 – Rua Benedito Antunes Ribeiro.....	88
8.4	Ponto 4 – Rua Benedito Antunes Ribeiro.....	89
8.5	Ponto 5 – Avenida Lucas Nogueira Garcez	89
8.6	Ponto 6 – Rua José Julio Costa Cabral Júnior.....	90
8.7	Ponto 7 – Lago Municipal.....	91
8.8	Ponto 8 – Rua Ercília G. da Costa	91
8.9	Ponto 9 – Rua José Paulino.....	92
8.10	Ponto 10 – Rua Oscar Domingues de Campos	92
8.11	Ponto 11 – Córrego Poço Fundo, jusante da Rua Oscar Domingues de Campos	93
8.12	Ponto 12 – Córrego Poço Fundo, jusante da Rua Antonio Pessuti.....	94
8.13	Ponto 13 – Travessia da estrada Irmã Theoberta.....	95
8.14	Ponto 14 – Travessia da estrada Irmã Theoberta.....	96
8.15	Ponto 15 – Bairro Jardim Dalila	96
8.16	Ponto 16 – Travessia da estrada municipal ARS 455 sobre rio Verde	97
8.17	Ponto 17 – Travessia da estrada Dr. Celso Charuri.....	98
8.18	Ponto 18 – Travessia da Alameda das Paineiras	99
8.19	Ponto 19 – Travessia da Alameda dos Flamboyants	99

8.20	Ponto 20 – Lago à jusante da avenida Itália	100
8.21	Ponto 21 – Travessia na estrada da Cooperativa sobre ribeirão do Lajeado....	101
8.22	Travessia na estrada da Cooperativa sobre córrego sem nome (Ponto 22)	101
8.23	Ponto 23 – Estrada Geraldo Fernandes Vieira	102
8.24	Ponto 24 – Bairro Jundiaquara	103
8.25	Ponto 25 – Travessia da estrada do Cristóvão	103
8.26	Ponto 26 – Condomínio Village Ipanema 2.....	104
8.27	Ponto 27 – Travessia da estrada do Jundiacanga	105
8.28	Ponto 28 – Travessia da estrada da Bica	105
8.29	Ponto 29 – Rua Ana da Silva Machado e estrada da Bica.....	106
8.30	Ponto 30 – Travessia da Rua Alameda Sorocaba	106
8.31	Ponto 31 – Alameda Éden	107
8.32	Ponto 32 – Rua Eduardo Ribeiro Fernandes	107
8.33	Ponto 33 – Lago no bairro Camapuã	108
8.34	Ponto 34 – Rua Dr. Afonso Vergueiro.....	109
8.35	Ponto 35 – Travessia da Rua José Maria dos Santos	110
8.36	Ponto 36 – Bairro do Cercado.....	110
8.37	Ponto 37 – Travessia da Estrada Municipal ARS 317	111
8.38	Ponto 38 – Estrada Municipal ARS 177 – Fazenda São Bento	111
8.39	Ponto 39 – Travessia da Estrada Municipal ARS 177 – Bairro Campininha.....	112
8.40	Ponto 40 – Travessia da Estrada Municipal ARS 177 – Bairro Aparecidinha ...	112
8.41	Ponto 41 – Travessia da Estrada Municipal ARS 177 – Fazenda Zé Mocinho .	113
8.42	Ponto 42 – Travessia da Rua Sem Nome (1)	113
8.43	Ponto 43 – Travessia da Rua Sem Nome (2)	114
8.44	Ponto 44 – Travessia da Rua Sem Nome – Bairro Tijuco Preto	115
8.45	Ponto 45 – Travessia da Estrada Municipal ARS 317 sobre ribeirão Iperó.....	115
8.46	Ponto 46 – Travessia da Rodovia Oswaldo Eugenio Antunes	116
8.47	Ponto 47 – Travessia da rua Severino C. de Campos	116
8.48	Ponto 48 – Travessia da Rodovia ARS 117	117
8.49	Ponto 49 – Travessia da Rodovia ARS 459.....	117
8.50	Ponto 50 – Travessia da rodovia ARS 030	118
8.51	Ponto 51 – Rua Benedito Antunes Ribeiro.....	118

8.52	Ponto 52 – Rua Professor Toledo.....	120
8.53	Ponto 53 – Travessia da Rua Luiz Celestino Bertanha.....	120
8.54	Ponto 54 – Estrada Municipal ARS 407.....	121
8.55	Ponto 55 – Travessia da Estrada Municipal ARS 117	122
8.56	Ponto 56 – Travessia da Rua Abilio Paes de Almeida	123
8.57	Ponto 57 – Travessia da Estrada Municipal ARS 455	124
8.58	Ponto 58 – Travessia da Estrada Municipal ARS 415	124
8.59	Ponto 59 – Travessia da Rua Anade Miranda Lourenço.....	125
8.60	Ponto 60 – Travessia da Rua Sem Nome (3)	126
8.61	Ponto 61 – Travessia da rua Sem Nome (4).....	126
8.62	Ponto 62– Travessia da Rua Sem Nome (5)	127
8.63	Ponto 63 – Travessia da Rua Sem Nome (6)	127
8.64	Ponto 64 – Travessia da Estrada do Jundiacanga.....	128
8.65	Ponto 65 – Travessia da Estrada Municipal ARS 117	128
8.66	Ponto 66 – Rua Roque Ramos de Oliveira	130
8.67	Ponto 67 – Travessia da Estrada do Jundiacanga.....	130
8.68	Ponto 68 – Travessia da estrada Celso Charuri	131
8.69	Ponto 69 – Travessia da Estrada Celso Charuri	132
9.	Cenários alternativos norteadores da compatibilização das demandas com as ações do Plano de Macrodrenagem	133
10.	Definição de objetivos e metas.....	141
11.	Plano de Ações	144
12.	Proposta de ações imediatas.....	145
12.1	Indicações de ações de operação e manutenção dos sistemas de drenagem .	145
12.1.1	<i>Medidas de controle de erosão, escorregamentos e assoreamento</i>	<i>145</i>
12.1.2	<i>Medidas para a redução da disposição de resíduos sólidos nos corpos d'água</i>	<i>148</i>
12.1.3	<i>Desassoreamento e limpeza de canais e estruturas de drenagem</i>	<i>150</i>
12.1.4	<i>Substituição ou reparo de estruturas danificadas</i>	<i>151</i>
12.1.5	<i>Plano de manutenção.....</i>	<i>151</i>
12.2	Correções de adaptações de obras e projetos em curso.....	154

12.3	Recomendações de proteção, desocupação e reserva de áreas	155
12.3.1	<i>Indicação das áreas a serem preservadas ou reconstituídas</i>	<i>155</i>
12.3.2	<i>Recuperação de áreas sujeitas à processos erosivos</i>	<i>156</i>
12.4	Propostas de medidas de utilização e manutenção de várzeas em áreas de desapropriação.....	156
13.	Propostas de ações prioritárias.....	157
13.1	Programa de intervenções estruturais	157
13.1.1	<i>Travessia da Rua Benedito Antunes Ribeiro – P1/Tr24.....</i>	<i>157</i>
13.1.2	<i>Travessia da Rua Antonio Alves de Oliveira – P2/Tr25</i>	<i>157</i>
13.1.3	<i>Trecho do córrego Vacariu à montante da Rua Antonio Alves de Oliveira – P2/Trecho 5.....</i>	<i>158</i>
13.1.4	<i>Travessia da Avenida Manoel M. de Oliveira – P2/Tr26.....</i>	<i>158</i>
13.1.5	<i>Travessia da Rua Benedito Antunes Ribeiro – P3/Tr19.....</i>	<i>158</i>
13.1.6	<i>Rua Benedito Antunes Ribeiro – P4/Tr20.....</i>	<i>158</i>
13.1.7	<i>Trecho do córrego sem nome à jusante da Rua Benedito Antunes Ribeiro – P4/Trecho 4.....</i>	<i>158</i>
13.1.8	<i>Travessia da Avenida Lucas Nogueira Garcez – P5/Tr21</i>	<i>158</i>
13.1.9	<i>Travessia da Rua José Júlio Costa Cabral Júnior – P6/Tr22.....</i>	<i>159</i>
13.1.10	<i>Travessia da Avenida Manoel Vieira – P7/Tr27.....</i>	<i>159</i>
13.1.11	<i>Travessia da Rua Ercília G. da Costa – P8/Tr28.....</i>	<i>159</i>
13.1.12	<i>Travessia da Rua José Paulino – P9/Tr29.....</i>	<i>159</i>
13.1.13	<i>Rede de microdrenagem da Rua José Paulino – P9</i>	<i>159</i>
13.1.14	<i>Córrego Passo Fundo.....</i>	<i>159</i>
13.1.14.1	<i>Trecho do córrego Passo Fundo – P53 e 54/Trecho 7</i>	<i>160</i>
13.1.14.2	<i>Trecho do córrego Passo Fundo – P11/Trecho 2A.....</i>	<i>160</i>
13.1.14.3	<i>Trecho do córrego Passo Fundo – P10/Trecho 2B.....</i>	<i>160</i>
13.1.14.4	<i>Travessia da Rua Antonio Pessutti – P10/Tr 16</i>	<i>161</i>
13.1.14.5	<i>Córrego Passo Fundo – P12/Trecho 3</i>	<i>161</i>
13.1.14.6	<i>Travessia da Rua Daniel Vieira Rodrigues – P12/Tr17.....</i>	<i>161</i>
13.1.14.7	<i>Travessia da Estrada Irmã Theoberta – P13/Tr18.....</i>	<i>161</i>
13.1.14.8	<i>Travessia da Estrada Irmã Theoberta – P14/Tr14.....</i>	<i>161</i>

13.1.15 Rede de microdrenagem do Bairro Jardim Dalila – P15.....	161
13.1.16 Travessia da Estrada Municipal ARS 455 sobre Rio Verde – P16/Tr13.....	161
13.1.17 Trecho do Rio Verde à jusante da Estrada Municipal ARS 455 – P16/Trecho 1.....	162
13.1.18 Travessia da Estrada Dr. Celso Charuri – P17/Tr7.....	162
13.1.19 Travessia da Estrada Celso Charuri – P69/Tr4.....	162
13.1.20 Travessia da Alameda das Paineiras – P18/Tr9.....	162
13.1.21 Rede de microdrenagem do Bairro Jardim Dalila – P19.....	162
13.1.22 Córrego Ipanema.....	162
13.1.22.1 Alternativa 1 - Adequação das travessias do córrego Ipanema.....	163
13.1.22.1.1 Travessia da Estrada Municipal ARS 117 – P65/Tr57.....	163
13.1.22.1.2 Travessia da Estrada Celso Charuri – P68/Tr3.....	163
13.1.22.1.3 Travessia da Alameda dos Flamboyants – P19/Tr5.....	163
13.1.22.1.4 Travessia da Avenida Itália – P20/Tr10.....	163
13.1.22.1.5 Trecho do ribeirão Lajeado à montante da Avenida Itália – P20/Trecho 8.....	163
13.1.22.1.6 Travessia da Estrada Municipal Ars 467 – P21/Tr11.....	164
13.1.22.1.7 Travessia da Rua Abílio Paes de Almeida – P56/Tr48.....	164
13.1.22.2 Alternativa 2 - Construção de barragem.....	164
13.1.22.3 Comparação das Alternativas.....	167
13.1.23 Rede de microdrenagem da Estrada Geraldo Fernandes Vieira – P23.....	168
13.1.24 Rede de microdrenagem de Ruas no Bairro Jundiaguara – P24.....	168
13.1.25 Travessia da Estrada do Jundiacanga – P27/Tr41.....	168
13.1.26 Travessia da Estrada da Bica – P28/Tr39.....	168
13.1.27 Trecho do córrego sem nome à montante da Estrada da Bica – P28/Trecho 9	169
13.1.28 Rede de microdrenagem da Rua Ana Silva Machado e Estrada da Bica – P29	169
13.1.29 Travessia da Alameda Éden – P31/Tr43.....	169
13.1.30 Rua Eduardo Ribeiro Fernandes – P32/Tr58.....	169
13.1.31 Rede de microdrenagem da Rua Dr. Afonso Vergueiro – P34.....	169
13.1.32 Travessia da Rua José Maria dos Santos – P35/Tr44.....	170

13.1.33 Rede de microdrenagem da Rua Alfredo M. de Moraes – P36	170
13.1.34 Travessia da Estrada Municipal ARS 317 – P37/Tr32	170
13.1.35 Travessia da Estrada Municipal ARS 177 – P38/Tr38	170
13.1.36 Travessia da Estrada Municipal ARS 177 – P39/Tr33	170
13.1.37 Travessia da Estrada Municipal ARS 177, Bairro Aparecidinha – P40/Tr34... ..	170
13.1.38 Rede de microdrenagem da Rua Sem Nome – P42	171
13.1.39 Rede de microdrenagem da Rua Sem Nome (2) – P43	171
13.1.40 Rede de microdrenagem da Rua Sem Nome, Bairro Tijuco Preto – P44	171
13.1.41 Travessia da Rodovia Oswaldo Eugenio Antunes – P46/Tr23	171
13.1.42 Travessia da Rua Severino C. de Campos – P47/Tr12	171
13.1.43 Travessia da Rodovia ARS 117 – P48/Tr2	171
13.1.44 Travessia da Rodovia ARS 459 – P49/Tr-6	171
13.1.45 Travessia da Rodovia ARS 030 – P50/Tr30	172
13.1.46 Rede de microdrenagem da Rua Benedito Antunes Ribeiro – P51	172
13.1.47 Rede de microdrenagem da Rua Professor Toledo – P52	172
13.1.48 Rede de microdrenagem da Estrada Municipal ARS 407 – P54	172
13.1.49 Travessia da Estrada Municipal ARS 117 – P55/Tr47	172
13.1.50 Travessia da Rua Ana de Miranda Lourenço – P59/Tr51	172
13.1.51 Travessia da Rua Sem Nome (3) – P60/Tr52	173
13.1.52 Travessia da Rua Sem Nome (4) – P61/Tr53	173
13.1.53 Travessia da Rua Sem Nome (5) P62/Tr54	173
13.1.54 Travessia da Rua Sem Nome (6) P63/Tr55	173
13.1.55 Travessia da Estrada do Jundiacanga – P64/Tr56	173
13.1.56 Rede de microdrenagem da Rua Roque Ramos de Oliveira – P66	173
13.1.57 Estimativa de Custos	174
14. Programa de medidas não estruturais e ações sistemáticas	178
14.1 Regulamentação do uso e ocupação do solo em áreas sujeitas à inundação..	179
14.2 Classificação de níveis de urgência e/ou emergência	179
14.2.1 Indicação de medidas para situações de emergência e contingência	181
14.2.2 Programa de monitoramento hidráulico-hidroológico	188
14.3 Sistema de alerta e controle de cheias	189

14.4	Indicações de ordem operacional e de manutenção nos sistemas de drenagem	191
14.5	Seguro contra inundações	192
14.6	Sustentabilidade econômica no setor de drenagem	193
14.7	Educação ambiental.....	195
14.8	Arcabouço legal e institucional, para implementação do plano e da proposta de legislação específica	196
14.8.1	<i>Legislação Municipal.....</i>	<i>196</i>
14.8.2	<i>Legislação Estadual.....</i>	<i>197</i>
14.8.3	<i>Legislação Federal.....</i>	<i>198</i>
14.9	Arranjo institucional e criação de uma Divisão de Drenagem Urbana (DDU) ...	199
14.10	Recursos Humanos.....	209
14.11	Orientação para Projetos	210
14.12	Programa de medidas de fiscalização e controle.....	220
14.13	Programa de revisão do Plano Diretor Municipal de Macrodrenagem.....	221
15.	Anteprojeto de Macrodrenagem	222
15.1	Estudos Hidrológicos	222
15.2	Obras de macrodrenagem	223
15.3	Obras de desassoreamento dos cursos d'água	223
15.4	Áreas de preservação e recuperação das áreas de degradadas.....	225
15.4.1	<i>Considerações preliminares</i>	<i>225</i>
15.4.2	<i>Projeto para recuperação das áreas degradadas e conservação das áreas em bom estado.....</i>	<i>226</i>
15.4.3	<i>Procedimentos para eliminação ou minimização de fatores de degradação ..</i>	<i>227</i>
15.4.3.1	Isolamento da área	227
15.4.3.2	Contenção de fogo	227
15.4.3.3	Controle de formigas cortadeiras	227
15.4.3.4	Controle de plantas competidoras	228
15.4.4	<i>Estratégias para recuperação das áreas degradadas ou conservação das áreas em bom estado.....</i>	<i>229</i>

15.4.4.1	Condução da regeneração natural.....	230
15.4.4.2	Regeneração natural com manejo – Adensamento	230
15.4.4.3	Regeneração natural com manejo – Enriquecimento.....	231
15.4.4.4	Regeneração natural com manejo – Reflorestamento com mudas nativas.....	231
15.4.5	<i>Técnicas sugeridas para conservação das áreas em bom estado e recuperação das áreas degradadas no município de Araçoiaba da Serra</i>	<i>239</i>
15.4.6	<i>Estimativa do projeto de conservação e/ou recuperação a ser implementado.....</i>	<i>240</i>
16.	Anteprojeto de Microdrenagem	241
16.1	Rede de drenagem de águas pluviais.....	241
17.	Estimativas de custos.....	242
17.1	Recursos Financeiros	242
18.	Priorização das obras de Macrodrenagem	248
19.	Referências.....	250

Lista de Figuras

Figura 1 – Localização de Araçoiaba da Serra no estado de São Paulo.....	23
Figura 2 – Evolução da população no município de Araçoiaba da Serra	24
Figura 3 – PIB <i>per capita</i> do estado de São Paulo e do município de Araçoiaba da Serra.....	26
Figura 4 – Mapa de municípios com maior concentração de processos erosivos na UGRHI 10.....	48
Figura 5 – Pirâmide etária da população de Araçoiaba da Serra em 2010	53
Figura 6 – Projeção populacional para o município de Araçoiaba da Serra	55
Figura 7 – Imagem das bacias hidrográficas da área de estudo	62
Figura 8 – Travessia da rua Benedito Antunes Ribeiro (esquerda), boca de lobo assoreada (direita).....	87
Figura 9 – Vista da rua Antonio Alves de Oliveira	88
Figura 10 – Vista da rua Benedito Antunes Ribeiro.....	88
Figura 11 – Vertedor danificado (esquerda), erosão à jusante do lago Alvorada (direita)	89
Figura 12 – Vista da travessia da Avenida Lucas Nogueira Garcez.....	90
Figura 13 – Vista da travessia da Rua José Julio Costa Cabral Jr.....	90
Figura 14 – Vista de jusante do Lago Municipal (esquerda), vista de montante (direita)	91
Figura 15 – Vista da ciclovia e fundos das residências da rua Benedito Diogo da Silva.....	92
Figura 16 – Vista da Rua José Paulino	92
Figura 17 – Córrego Poço Fundo em propriedade particular.....	93
Figura 18 – Córrego Poço Fundo, na rua Oscar Domingues de Campos	94
Figura 19 – Córrego Poço Fundo canalizado em propriedade particular	94
Figura 20 – Córrego do Poço Fundo à montante da travessia (esquerda), à jusante (direita)	95
Figura 21 – Vista do pesqueiro, à montante da travessia.....	96
Figura 22 – Travessia da estrada Irmã Theoberta.....	96
Figura 23 – Rua Aleixo Celino Pinto.....	97

Figura 24 – Vista da estrada municipal ARS 455	97
Figura 25 – Travessia da estrada Dr. Celso Charuri	98
Figura 26 – Travessia alça de acesso à estrada Dr. Celso Charuri.....	98
Figura 27 – Vista da região da travessia da Alameda das Paineiras.....	99
Figura 28 – Vista da travessia da Alameda dos Flamboyants.....	100
Figura 29 – Vista da barragem do ribeirão do Lajeado.....	100
Figura 30 – Vista da travessia da estrada da cooperativa sobre ribeirão do Lajeado .	101
Figura 31 – Vista da travessia da estrada da cooperativa sobre córrego sem nome ..	101
Figura 32 – Vista da travessia da rua sem nome sobre córrego sem nome.....	102
Figura 33 – Vista da estrada Geraldo Fernandes Vieira e Rua das Magnólias	103
Figura 34 – Bairro Jundiaguara	103
Figura 35 – Vista da travessia da estrada do Cristóvão	104
Figura 36 – Condomínio Village Ipanema 2.....	104
Figura 37 – Travessia na estrada do Jundiacanga.....	105
Figura 38 – Travessia da estrada da Bica	106
Figura 39 – Rua Ana da Silva Machado (esquerda), estrada da Bica (direita).....	106
Figura 40 – Travessia da rua Alameda Sorocaba	107
Figura 41 – Travessia da rua Alameda Eden	107
Figura 42 – Início de processos erosivos à jusante da via	108
Figura 43 – Vista do lago no bairro Camapuã	108
Figura 44 – Vista da Rua Dr. Afonso Vergueiro.....	109
Figura 45 – Vista da Rua José Maria dos Santos (esquerda), travessia sob a via (direita)	110
Figura 46 – Vista da Rua Alfredo M. de Moraes.....	110
Figura 47 –Estrada da Aparecida	111
Figura 48 – Estrada Municipal ARS 177 – Fazenda São Bento	111
Figura 49 –Travessia da estrada Municipal ARS 177 - Bairro Campininha.....	112
Figura 50 –Travessia da estrada Municipal ARS 177 – Bairro Aparecidinha	112
Figura 51 –Travessia da estrada Municipal ARS 177 – Fazenda Zé Mocinho	113
Figura 52 –Travessia da estrada Municipal ARS 177 – Fazenda Zé Mocinho	114
Figura 53 –Travessia da rua sem nome (2).....	114
Figura 54 –Travessia da rua sem nome sobre ribeirão Iperó - Mirim	115

Figura 55 – Travessia da Estrada Municipal sobre ribeirão Iperó.....	115
Figura 56 – Travessia sob a Rodovia Oswaldo Eugenio Antunes	116
Figura 57 – Travessia na rua Severino C. de Campos.....	116
Figura 58 – Rodovia ARS 117 (esquerda), vista da travessia sobre córrego sem nome (direita)	117
Figura 59 – Rodovia ARS 459 (esquerda), vista da travessia sobre córrego do Barreiro (direita).....	118
Figura 60 – Rodovia ARS 030 (esquerda), vista da travessia sobre ribeirão Iperó (direita)	118
Figura 61 – Rua Benedito Antunes Ribeiro	119
Figura 62 – Lançamento da rede da Rua Benedito Antunes Ribeiro.....	119
Figura 63 – Entorno da praça da Igreja Matriz	120
Figura 64 – Travessia sob a Rua Luiz Celestino Bertanha.....	121
Figura 65 – Trecho da Estrada Municipal ARS 407.....	122
Figura 66 – Travessia sob Estrada Municipal ARS 117	123
Figura 67 – Trecho à montante da travessia	123
Figura 68 – Travessia da Rua Abilio Paes de Almeida.....	124
Figura 69 – Travessia da Estrada Municipal ARS 455	124
Figura 70 – Travessia da Estrada Municipal ARS 415	125
Figura 71 – Travessia da Estrada Municipal ARS 415	125
Figura 72 – Travessia da Rua Anade Miranda Lourenço	126
Figura 73 – Travessia da Rua Sem Nome (3)	126
Figura 74 – Travessia da Rua Sem Nome (4)	127
Figura 75 – Travessia da Rua Sem Nome (5)	127
Figura 76 – Travessia da Rua Sem Nome (6)	128
Figura 77 – Travessia da Estrada do Jundiacanga	128
Figura 78 – Travessia do Córrego Ipanema sob a Estrada ARS 117.....	129
Figura 79 – Bacia de retenção assoreada.....	130
Figura 80 – Travessia da estrada Jundiacanga.....	131
Figura 81 – Travessia da Estrada Celso Charuri sobre o Córrego do Colégio.....	131
Figura 82 – Travessia na Estrada Celso Charuri sobre o Ribeirão do Lajeado.....	132
Figura 83 – Reservatório de detenção do córrego Ipanema	165

Figura 84 – Curva nível de água x volume do reservatório de retenção do córrego Ipanema.....	166
Figura 85 – Curva nível de água x vazão do reservatório de retenção do córrego Ipanema.....	166
Figura 86 – Simulação dos hidrogramas do reservatório proposto	166
Figura 87 – Simulação dos níveis de água do reservatório proposto	167
Figura 88 – Disposição das espécies pioneiras e secundárias (não-pioneiras) na área de plantio.....	233

Lista de Quadros

Quadro 1 – Faixas de classificação do IDHM.....	25
Quadro 2 – Evolução do IDHM no estado de São Paulo e no município de Araçoiaba da Serra.....	25
Quadro 3 – Emprego e rendimento no estado de São Paulo e no município de Araçoiaba da Serra, em 2015.....	27
Quadro 4 – Resumo do pontos indicado na revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico	36
Quadro 5 – Resumo do pontos indicado no Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico	38
Quadro 6 – Projeção das demandas d’água para diversos usos do município de Araçoiaba da Serra e da bacia em que está inserido (Médio Sorocaba).....	40
Quadro 7 – Projeção da disponibilidade de águas superficiais para a sub-bacia do Médio Sorocaba	41
Quadro 8 – Valores de Referência da demanda subterrânea em relação às reservas exploráveis.....	41
Quadro 9 – Demanda Subterrânea em relação à Reserva Explotável: Médio Sorocaba	42
Quadro 10 – Classificação do ICTEM	43
Quadro 11 – Projeção dos índices de Coleta e de Tratamento de Esgoto Doméstico para o município de Araçoiaba da Serra.	43
Quadro 12 – Estimativas dos valores de carga orgânica poluidora.....	43
Quadro 13 – Projeção da geração de RSU para o município de Araçoiaba da Serra ...	45
Quadro 14 – Projeção de rejeitos de RSD e de RSI.....	45
Quadro 15 – Metas de reaproveitamento dos RSD a serem assumidas pelo município de Araçoiaba da Serra (RSD)	46
Quadro 16 – Prioridades para o saneamento básico dos municípios da UGRHI 10	50
Quadro 17 – Matriz SWOT de Araçoiaba da Serra-SP	136
Quadro 18 – Descrição dos cenários previsível e normativo para o município de Araçoiaba da Serra.....	139

Quadro 19 – Objetivos e metas para o município de Araçoiaba da Serra-SP	142
Quadro 20 – Medidas para prevenção, controle, mitigação e/ou recuperação que podem ser utilizadas em áreas degradadas por processos erosivos	146
Quadro 21 – Procedimentos de inspeção para as estruturas do sistema de drenagem	153
Quadro 22 – Procedimentos de limpeza para as estruturas do sistema de drenagem	154
Quadro 23 – Procedimentos de manutenção para as estruturas do sistema de drenagem e de áreas de risco	154
Quadro 24 – Classificação de desastres e medidas necessárias.....	183
Quadro 25 – Objetivos e metas para a criação de uma Divisão de Drenagem Urbana em Araçoiaba da Serra.....	202
Quadro 26 – Informações sobre a estrutura das trincheiras de infiltração	215
Quadro 27 – Informações sobre a estrutura de pavimentos permeáveis	218
Quadro 28 – Funções da gestão e entidades passíveis de atuar como responsáveis	220
Quadro 29 – Distribuição das mudas	233
Quadro 30 – Espécies pioneiras sugeridas para serem plantadas em solos úmidos e encharcados	234
Quadro 31 – Espécies não-pioneiras sugeridas para serem plantadas em solos úmidos e encharcados	235
Quadro 32 – Espécies pioneiras indicadas para os plantios em solos secos.....	236
Quadro 33 – Espécies não-pioneiras indicadas para os plantios em solos secos.....	237
Quadro 34 – Modalidades de Financiamento em Drenagem Urbana.....	244

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Evolução e distribuição da população de Araçoiaba da Serra nos anos de 1991, 2000 e 2010.....	52
Tabela 2 – Estrutura etária da população de Araçoiaba da Serra nos anos de 1991, 2000 e 2010.....	53
Tabela 3– Projeção Sistema RCoortes	54
Tabela 4 – Valores do coeficiente C_2	61
Tabela 5 – Parâmetros para aplicação do I-PAI-WU.....	63
Tabela 6 – Vazões máximas para as seções de interesse calculadas pelo método do I-PAI-WU - cenário atual.....	66
Tabela 7 - Valores mínimos do coeficiente C_2 corrigidos	69
Tabela 8 – Vazões máximas obtidas com coeficiente C_2 corrigido WU - cenário atual.....	70
Tabela 9 – Valores do coeficiente C.....	73
Tabela 10 – Resumo da hidráulica dos canais – cenário atual.....	75
Tabela 11 – Resumo da hidráulica das travessias – cenário atual.....	77
Tabela 12 – Valores de C_2 para Zoneamento Urbano.....	81
Tabela 13 – Parâmetros C_2 para aplicação do I-PAI-WU – cenário futuro	81
Tabela 14 – Resumo da hidráulica dos canais – cenário futuro	84
Tabela 15 – Resumo da hidráulica das travessias – cenário futuro	84
Tabela 16 – Evolução das estruturas de retenção de resíduos sólidos — autolimpantes	150
Tabela 17 – Características do reservatório de detenção do córrego Ipanema	165
Tabela 18 – Comparação das estruturas para as alternativas 1 e 2	167
Tabela 19 – Comparação de custos das obras para as alternativas 1 e 2	174
Tabela 20 – Precipitações críticas do município de Araçoiaba da Serra.....	188

Apresentação

Este documento apresenta o Tomo I - Texto do Relatório Final da **Etapa Final – Planos Diretores Municipais de Macrodrenagem Urbana** do município de **Araçoiaba da Serra**, referente à “**Elaboração de Planos Diretores Municipais de Macrodrenagem Urbana na Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba e Médio Tietê**”.

Essa etapa consiste na síntese das demais quatro etapas desenvolvidas anteriormente, sendo assim constituindo as seguintes etapas:

- ✓ Etapa I: Levantamento de Informações Básicas;
- ✓ Etapa II: Análise e Diagnóstico da Situação Atual;
- ✓ Etapa III: Prognósticos;
- ✓ Etapa IV: Elaboração de Anteprojetos;
- ✓ Etapa Final: Planos Diretores Municipais de Macrodrenagem Urbana.

Trata-se do contrato nº 004/2016, firmado entre o **Consórcio de Estudos, Recuperação e Desenvolvimento da Bacia do Rio Sorocaba e Médio Tietê (CERISO)** e a **SHS Consultoria e Projetos de Engenharia Ltda. EPP**, com sede na cidade de São Carlos, à Rua Padre Teixeira, nº 1772 e registrada no CNPJ/MF sob o nº 68.320.217/0001-12.

Neste contrato foram elaborados 15 Planos Diretores de Macrodrenagem Urbana dos seguintes municípios da bacia hidrográfica do rio Sorocaba e Médio Tietê:

- | | |
|-------------------------------|-----------------------|
| 1. Alambari; | 9. Laranjal Paulista; |
| 2. Anhembi; | 10. Pereiras; |
| 3. Araçariçuama; | 11. Piedade; |
| 4. Araçoiaba da Serra; | 12. Porto Feliz; |
| 5. Bofete; | 13. São Manuel; |
| 6. Boituva; | 14. Sarapuí; |
| 7. Cabreúva; | 15. Torre de Pedra. |
| 8. Iperó; | |

1. Características gerais do município de Araçoiaba da Serra

1.1 Características socioeconômicas do município

O município de Araçoiaba da Serra está situado na região centro-sul e sudeste do estado de São Paulo, a 123 km da capital e a uma altitude média de 630 metros em relação ao nível do mar. Sua localização pode ser melhor vista na Figura 1, a seguir.

Figura 1 – Localização de Araçoiaba da Serra no estado de São Paulo



Fonte: Wikipédia, 2017.

O clima, pela classificação de Koppen, corresponde ao Cwa (clima temperado úmido com Inverno seco e verão quente) A temperatura média anual é de 20,8 °C, sendo que fevereiro é o mês mais quente, com temperatura média de 24 °C, e julho sendo o mês mais frio, com 17 °C (CEPAGRI, 2017).

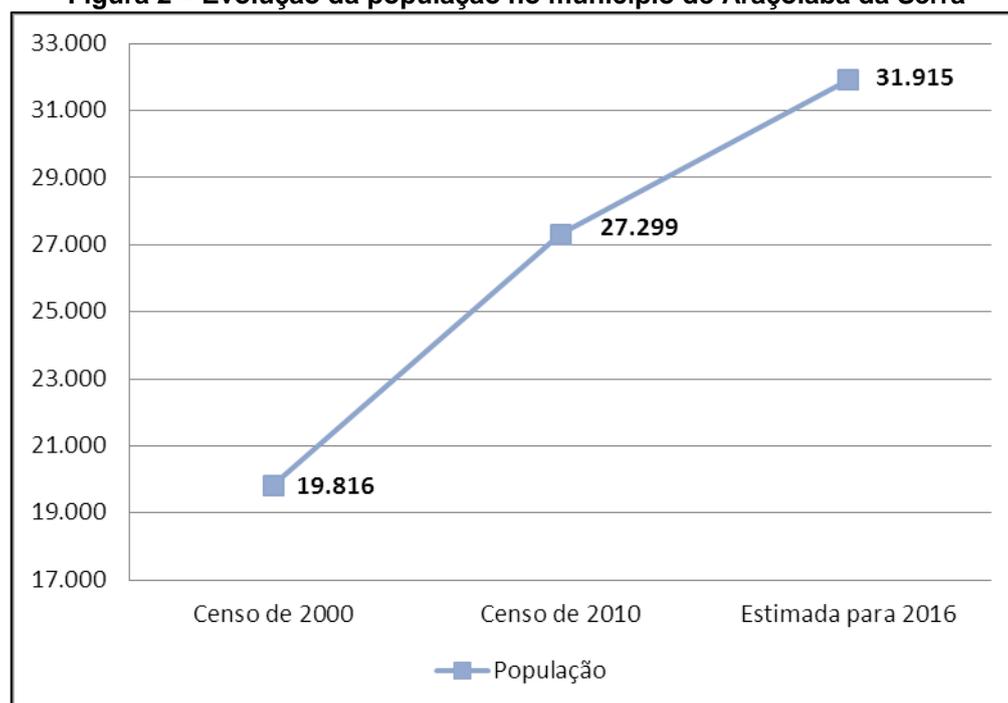
Com relação à precipitação total anual, tem-se o valor de 1.248 mm, sendo agosto é mês menos chuvoso, com precipitação de média de 42,5 mm e janeiro o mês mais chuvoso, com precipitação média de 206,1 mm.

O município de Araçoiaba da Serra pertence à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Sorocaba e Médio Tietê (UGRHI 10). A UGRHI 10 é definida pelas bacias hidrográficas dos rios Sorocaba e Médio Tietê.

1.1.1 *Evolução da população*

Segundo dados do IBGE, o município de Araçoiaba da Serra apresentou, no Censo Demográfico de 2000, uma população de 19.816 habitantes. Em 2010, houve um aumento para 27.299 habitantes. O IBGE também fez uma projeção para o ano de 2016, que para o município, é de 31.915 habitantes. A densidade demográfica do ano de 2010 era de 106,88 hab/km², tendo uma área ocupada de, aproximadamente, 255,42 km². A evolução da população é apresentada na Figura 2, a seguir.

Figura 2 – Evolução da população no município de Araçoiaba da Serra



Fonte: adaptado de IBGE (2010).

1.1.2 *Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)*

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) tem como objetivo ser uma medida geral do desenvolvimento humano no município em questão. Porém, esse indicador não abrange todos os aspectos do desenvolvimento social, deixando de lado aspectos como democracia, participação, equidade, sustentabilidade, entre outros. O IDHM, então, é mantido por três pilares: longevidade, educação e renda do município

(PNUD, 2017). Os valores de IDHM podem se enquadrar em cinco faixas, que são apresentadas a seguir, no Quadro 1.

Quadro 1 – Faixas de classificação do IDHM

Valores	Classificação
0 – 0,499	Muito Baixo Desenvolvimento Humano
0,500 – 0,599	Baixo Desenvolvimento Humano
0,600 – 0,699	Médio Desenvolvimento Humano
0,700 – 0,799	Alto Desenvolvimento Humano
0,800 – 1	Muito Alto Desenvolvimento Humano

Fonte: Adaptado de Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2017).

Os dados do IDHM para o estado de São Paulo e para o município são apresentados no Quadro 2, a seguir.

Quadro 2 – Evolução do IDHM no estado de São Paulo e no município de Araçoiaba da Serra

Ano	IDHM do estado de São Paulo	IDHM do município de Araçoiaba da Serra
1991	0,578	0,494
2000	0,702	0,658
2010	0,783	0,776

Fonte: Adaptado de Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2017).

O estado de São Paulo apresentou uma evolução do IDHM de Baixo Desenvolvimento Humano em 1991 (0,578), para Alto Desenvolvimento Humano em 2000 (0,702), chegando próximo de Muito Alto Desenvolvimento Humano em 2010 (0,783), porém ainda enquadrado como Alto Desenvolvimento Humano. Já o município teve uma evolução de Muito Baixo Desenvolvimento Humano em 1991 (0,494) para Alto Desenvolvimento Humano em 2010 (0,776). Comparando com o estado, o município apresenta valores similares: em 2010, Araçoiaba da Serra teve um IDHM de 0,776, mais próximo do Alto Desenvolvimento Humano, enquanto o estado apresentou um valor de 0,783, também próximo ao Muito Alto Desenvolvimento Humano, segundo a classificação do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2017).

1.1.3 Índice de Gini

O Índice de Gini tem o objetivo de mensurar o grau de concentração de renda de uma localidade. Os valores variam de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de zero, maior a uma situação de igualdade, indicando, no caso de 0, que todos têm a mesma renda. Quanto mais próximo de 1, maior a desigualdade do local, isto é, poucas

peças detêm a riqueza. O Brasil apresentou um valor de 0,591 para o Índice de Gini no ano de 2004, indicando que o país tende a desigualdade (IPEA, 2014).

O estado de São Paulo obteve o valor de 0,5768 para o Índice de Gini em 2010. Araçoiaba da Serra apresentou, para o mesmo ano, o valor de 0,5332 (IBGE, 2010). Isso mostra que o município apresenta uma situação de tendência mais equilibrada de igualdade quando comparado ao estado.

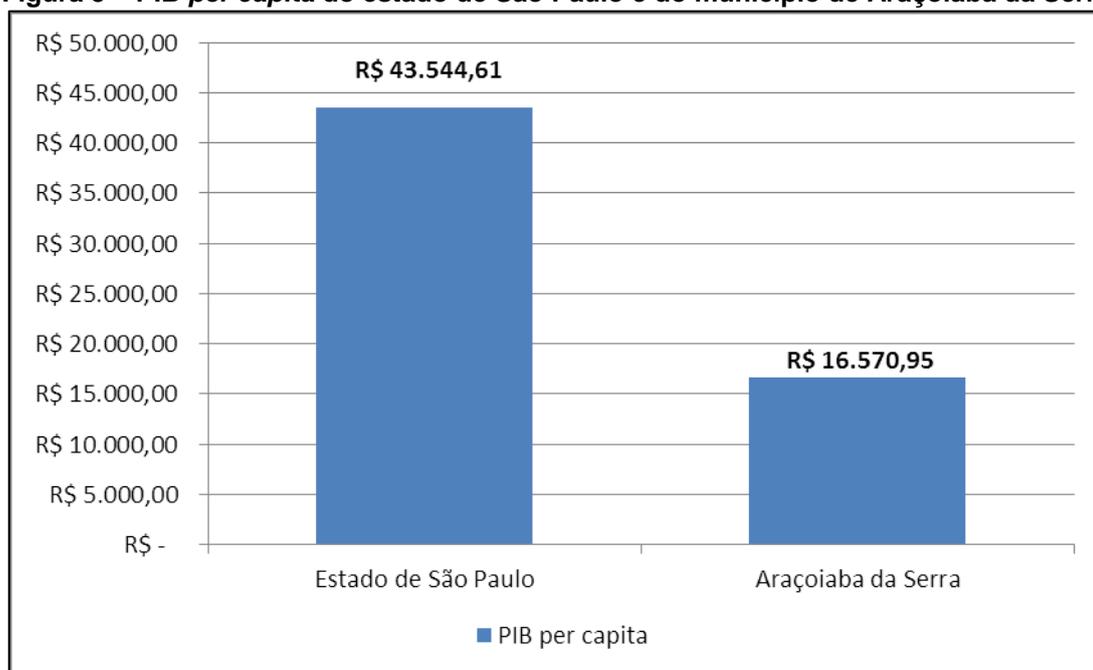
1.1.4 Aspectos econômicos

1.1.4.1 PIB per capita

O PIB *per capita* é o Produto Interno Bruto (valor anual) dividido pela quantidade de habitantes de um país, estado ou cidade. O PIB *per capita* é utilizado como indicador de riqueza, pois quanto mais rico é o local, maior o valor dividido por seus habitantes. Porém, o PIB *per capita* não considera a questão da desigualdade de renda, como é avaliado pelo Índice de Gini, podendo dar uma impressão de falsa riqueza.

A Figura 3 apresenta os valores do PIB *per capita* para o estado de São Paulo e para o município de Araçoiaba da Serra.

Figura 3 – PIB *per capita* do estado de São Paulo e do município de Araçoiaba da Serra



Fonte: adaptado de SEADE (2014).

O estado de São Paulo apresenta um valor de PIB *per capita* para 2014 de R\$ 43.544,61. Araçoiaba da Serra apresenta para o mesmo ano o valor de R\$ 16.570,95, quase um terço a menos que o estado (SEADE, 2014).

1.1.4.2 Emprego e Rendimento

O SEADE (2015) apresenta, por setores, informações referentes aos empregos conforme os setores, e ao rendimento médio por empregos formais. Os dados para o estado de São Paulo e para o município de Araçoiaba da Serra são apresentados a seguir, no Quadro 3.

Quadro 3 – Emprego e rendimento no estado de São Paulo e no município de Araçoiaba da Serra, em 2015

Setor	Araçoiaba da Serra		Estado de São Paulo	
	Participação dos empregos formais (%)	Rendimento médio (em reais)	Participação dos empregos formais (%)	Rendimento médio (em reais)
Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura	8,45	R\$ 1.348,06	2,40	R\$ 1.785,00
Indústria	15,65	R\$ 2.073,51	18,36	R\$ 3.468,54
Construção	5,23	R\$ 2.290,47	4,96	R\$ 2.499,15
Comércio Atacadista e Varejista e do Comércio e Reparação de Veículos Automotores e Motocicletas	20,47	R\$ 1.550,95	19,78	R\$ 2.237,39
Serviços	50,20	R\$ 1.852,18	54,50	R\$ 3.164,58
Total	100	R\$ 1.806,18	100	R\$ 2.970,72

Fonte: Adaptado de SEADE (2014 e 2015).

Como pode ser observado no Quadro 3, Araçoiaba da Serra apresenta mais de 50 % da fonte de empregos baseada nos serviços, seguida pelo setor de comércio (20,47 %), indústria (15,65 %), agricultura e pecuária (8,45 %) e por fim, construção (5,23 %). Esses dados se assemelham com os apresentados no estado de São Paulo, que tem a maior parte dos empregos baseada nos serviços (54,5 %), seguida pelo comércio (19,78 %), indústria (18,36 %), construção (4,96 %) e por fim, agricultura (2,4 %).

Assim, nota-se que a economia do município de Araçoiaba da Serra gira em torno do setor de serviços e comércio, do mesmo modo que no estado. O que chama a atenção na comparação entre as economias do município de Alambari e do estado de São Paulo é uma participação de empregos formais, no município, na área agrícola quase quatro vezes maior que no estado.

1.2 Caracterização ambiental

1.2.1 Formações geológicas

O município de Araçoiaba da Serra possui as seguintes unidades geológicas em seu território: Depósitos aluvionares, Granitóides tipo I, Itararé e Alcalina Ipanema. A maior parte do município, incluindo quase toda a sua área urbana, está inserida na formação Itararé.

Essa formação tem origem vulcânica, e seu relevo é plano a suavemente ondulado, fazendo com que o potencial de erosão hídrica seja baixo, assim como os movimentos naturais de massa. Além disso, a formação apresenta boa capacidade de compactação (CPRM, 2010).

O mapa com as formações geológicas do município de Araçoiaba da Serra pode ser visto no Anexo 1.

1.2.2 Geomorfologia

O município de Araçoiaba da Serra apresenta dois domínios geomorfológicos: Colinas amplas e suaves, Colinas dissecadas e morros baixos e Planícies fluviais ou flúvio-lacustres. O território está inserido quase totalmente no primeiro domínio, assim como a sua área urbana.

No Domínio de Colinas Amplas e Suaves ocorre relevo de degradação em qualquer litologia, porém, predominam rochas sedimentares. Trata-se de colinas pouco dissecadas de morfologia tabular ou alongadas com vertentes convexas e topos amplos. Há preponderância de processos de pedogênese, formação de solos espessos e bem drenados com baixa à moderada erodibilidade. Ocorrências eventuais restringidas a processos de erosão laminar ou linear – ravinas e voçorocas, e formação de rampas de colúvios nas baixas vertentes. A amplitude relevo é de 20 a 50 m e inclinação das vertentes de 3° a 10° (CPRM, 2010).

O Domínio de Colinas Dissecadas e de Morros Baixos é um relevo de degradação em qualquer litologia. Suas vertentes são convexo-côncavas e topos arredondados ou aguçados, e seu sistema de drenagem principal possui deposição de planícies aluviais restritas ou em vales fechados. Há tanto processos de pedogênese quanto de morfogênese, que é a formação de solos espessos e bem drenados com moderada erodibilidade. Frequência de processos de erosão laminar e eventual erosão linear acelerada – sulcos, ravinas e voçorocas, além de rampas de colúvios nas baixas vertentes (CPRM, 2010).

As Planícies Fluviais ou Fluvialacustres são áreas de baixadas inundáveis e constituem zonas de acumulação atual, sub-horizontais, compostas por depósitos arenoargilosos a argiloarenosos. Apresentam gradientes extremamente suaves e convergentes em direção aos cursos d'água principais. São terrenos inundados periodicamente, mal drenados nas planícies de inundação e bem drenados nos terraços. A amplitude de relevo é nula (zero) e a inclinação das vertentes varia entre 0 e 3° (CPRM, 2010). O mapa com os domínios geomorfológicos do município de Araçoiaba da Serra pode ser visto no Anexo 2.

1.2.3 Pedologia

O município de Araçoiaba da Serra apresenta dois tipos de solos, sendo eles os Argissolos e os Latossolos. Ambos os tipos se distribuem igualmente entre o município, mas na área urbana há um predomínio dos latossolos.

Os Argissolos são compostos por material mineral com argila de atividade baixa e possuem horizonte B textural imediatamente abaixo de horizonte A ou E, e, ainda, se houver horizonte plântico ou horizonte glei não estão acima nem coincidem com a superfície do horizonte B textural (Oliveira, 1999).

Já os Latossolos são compostos por material mineral com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de horizonte A, dentro de 200 ou 300 cm da superfície do solo caso o horizonte A possua mais de 150 cm de espessura (Oliveira, 1999). O mapa com os tipos de solo do município de Araçoiaba da Serra pode ser visto no Anexo 3.

1.2.4 Cobertura vegetal

O município de Araçoiaba da Serra apresenta em sua extensão territorial alguns tipos de vegetação: Floresta Ombrófila Densa, Vegetação secundária da Floresta Ombrófila Densa e Formação Arbórea/Arbustiva em Região de Várzea e Savana.

A Floresta Ombrófila Densa se caracteriza por fanerófitos, lianas lenhosas e abundantes epífitas. Sua ocorrência está relacionada a fatores climáticos tropicais de elevadas temperaturas, médias de 25°C e alta precipitação (IBGE, 2012).

A Vegetação Secundária de Floresta Ombrófila Densa pode ser chamada de “Capoeira” (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2017). A Capoeira compõe o sistema de vegetação secundária (tratos antrópicos), que é caracterizada pela intervenção humana para uso da terra, seja este minerador agrícola ou pecuário, desfigurando a vegetação primária nativa. Essa vegetação reage de maneira diferente de acordo com o uso da terra, porém, sempre reflete parâmetros ecológicos do ambiente. Predominam microfanerófitos com até 5 m, apesar de ser uma vegetação complexa (IBGE, 2012).

A Formação Arbórea/Arbustiva em Região de Várzea abrange a “vegetação de várzea”, que é a vegetação que sofre influência fluvial. Esse tipo de vegetação se localiza nos ambientes das várzeas úmidas e alagadas, em periferias de cursos d’água e em lugares úmidos. Essas formações podem ser densas, mas, por vezes, são abertas com presença de três a quatro espécies predominantes (AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA – AGEITEC, 2011). O mapa de vegetação do município de Araçoiaba da Serra pode ser visto no Anexo 4.

1.3 Descrição do sistema de drenagem urbana existente

Segundo informações disponibilizadas pela Prefeitura Municipal, as estruturas de captação das águas pluviais estão presentes na área urbana do município, no entanto a rede de galerias de águas pluviais está disposta em trechos pequenos, principalmente na região central, como nas Ruas Vinte e Um de Abril, Professor Toledo, Tenente Benedito e Benedito Antunes Ribeiro; Avenidas Antônio Vieira do Amaral, Manoel Vieira e Manoel Machado de Oliveira.

Os demais bairros, assim como os novos loteamentos, não apresentam infraestrutura de microdrenagem. Também é apontada a inexistência de cadastro do

sistema existente, assim como informações sobre a regularidade da manutenção e limpeza destas.

A inexistência da infraestrutura de microdrenagem se deve ao fato de, a maior parte dos bairros da área urbana, possuírem características de chácaras ou ainda área rural. Nestes bairros as vias não são pavimentadas. Conseqüentemente, não há guias, sarjetas, bocas de lobo, poços de visita e tubulações.

No que se refere ao sistema de macrodrenagem faz-se necessário citar os principais cursos d'água presentes na área urbana do município Rio Ipanema, Rio Verde; Ribeirões Iperó, do Lajeado e Ipanema; Córregos Vacariu, Nhô-Tó, do Barreiro, do Colégio e Poço Fundo. As maiores influências na macrodrenagem são as travessias e os estrangulamentos das seções dos cursos d'águas.

2. Levantamento de dados e informações do município

O levantamento de dados e informações objetiva reunir, analisar e selecionar estudos, planos, trabalhos e projetos concluídos e/ou em andamento pertinentes ao desenvolvimento do Plano de Macrodrenagem do Município. Os dados e informações não disponíveis na literatura ou em *sites* oficiais foram solicitados à Prefeitura e/ou aos órgãos e entidades públicas e privadas, mediante intervenção da Prefeitura.

Os documentos fornecidos pela Prefeitura Municipal são descritos abaixo:

- Plano Diretor;
- Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico;
- Revisão Plano Municipal de Saneamento Básico;
- Mapa com traçado viário e divisão de lotes do município;
- Mapa com proposta de Perímetro Urbano;
- Zoneamento do município
- Análise Ambiental de Áreas de Interesse para o Estabelecimento de unidades de Conservação para Proteção dos Mananciais do Município de Araçoiaba da Serra.

Os documentos obtidos através de pesquisa pela equipe da SHS são apresentados abaixo:

- Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB);
- Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Sorocaba e Médio Tietê (UGRHI 10);
- Relatório de Ações Emergenciais.

2.1 Análise e avaliação crítica da Legislação Vigente e dos Dados e Informações Obtidos

Todos os documentos e dados obtidos foram analisados com objetivo de ampliar o entendimento dos problemas de drenagem de águas pluviais do município e obter informações complementares. Durante a análise dos dados foi verificada a

consistência, atualidade e confiabilidade destes e selecionados aqueles pertinentes ao desenvolvimento dos trabalhos.

Nos itens seguintes são descritos, resumidamente, os conteúdos de cada documento.

2.1.1 Plano Diretor Municipal de Araçoiaba da Serra

O Plano Diretor é de suma importância para o município, uma vez que tem a função de estabelecer metas e diretrizes da política urbana, com o objetivo de garantir as condições de vida dos habitantes, por meio de instrumentos de ordenamento territorial, aplicação do parcelamento do solo e critérios para sua utilização (BRASIL, 2001).

No Plano Diretor, portanto, encontrar-se-ia as delimitações do perímetro urbano e das áreas de expansão, os parâmetros e os coeficientes para sua utilização, o que impacta diretamente no sistema de drenagem de águas pluviais.

O Plano Diretor do Município de Araçoiaba da Serra foi instituído com a Lei complementar N°127 de 5 de dezembro de 2006. Dentre as diretrizes específicas listadas neste plano, é citada a necessidade de se eliminar os pontos críticos de inundação da cidade, através da execução das melhorias necessárias, estabelecer programa de limpeza e manutenção permanente do sistema de galerias da cidade e preservar e recuperar as margens dos cursos d'água da área urbana (Araçoiaba da Serra, 2006).

O Plano Diretor determina a priorização de investimentos na recuperação e melhoria dos equipamentos e serviços públicos, transporte, infraestrutura, sistema de lazer e paisagismo urbano para a Zona Residencial Mista (ZRM). A Infraestrutura Urbana, por sua vez, é compreendida por Pavimentação, Sistema de Drenagem de Águas Pluviais, Sistema de Abastecimento de Água e Sistema de Coleta e Tratamento de Esgoto Araçoiaba da Serra, 2006.

2.1.2 Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB)

Neste item são reunidos dados apresentados em PNSB, de 2008, referentes aos municípios em análise, e que subsidiam a interpretação dos problemas relacionados à Drenagem Urbana de Águas Pluviais.

Um dos principais fatores que impactam na drenagem urbana é o escoamento superficial produzido. As vias pavimentadas aumentam a produção do escoamento superficial e aceleram a velocidade desse, reduzindo o tempo de concentração nas bacias hidrográficas. Por outro lado, a inexistência de vias pavimentadas aumenta a susceptibilidade de ocorrência de processos erosivos.

Araçoiaba da Serra possui aproximadamente 70% de ruas pavimentadas. Destas, mais de 80% possuem drenagem subterrânea. A rede de drenagem apresenta assoreamento (PNSB, 2008).

A manutenção do sistema é etapa fundamental para garantir a eficiência e prolongar a vida útil desse. Os serviços de manutenção do sistema de drenagem realizados são limpeza e desobstrução de dispositivos de captação, limpeza e desobstrução de galerias, dragagem e limpeza de canais e varrição e limpeza de vias (PNSB, 2008).

2.1.3 Revisão do Plano Diretor de Saneamento Básico

Esta versão atualiza os tópicos abordados pelo Plano Diretor Municipal de 2006, retificando as informações para o ano de 2016, quando foi realizado o estudo.

No Plano Diretor Municipal (2016) são descritos vinte pontos críticos de drenagem de águas pluviais. As travessias citadas apresentam vazões esperadas para 100 anos de período de retorno (T_r), no entanto o método de cálculo não foi apresentado.

1. Lago Mizue, nas coordenadas N:7.398.332 E:233.249;
2. Rua Oswaldo E. Antunes, no Jardim Flora, nas coordenadas N:7.397.783 E:231.901;
3. Ponte Ecológica, no Jardim Flora, nas coordenadas N:7.397.499 E:232.280;
4. Rua Benedito Antunes Ribeiro, junto ao Lago da Garagem, nas coordenadas N:7.397.565 E:232.564;
5. Rua Angela T. de Oliveira, nas coordenadas N:7.397.669 E:232.705;
6. Avenida Manoel Machado de Oliveira, junto ao Lago Municipal, nas coordenadas N:7.397.792 E:232.940;

7. Rua Manoela Augusta de Oliveira Bela, Várzea do Alvorada, nas coordenadas N:7.397.352 E:232.904;
8. Rua Benedito Antunes Ribeiro, Lago Alvorada, nas coordenadas N:7.396.934 E:232.717;
9. Avenida Manoel Vieira, Lago Municipal, nas coordenadas N:7.398.069 E:233.394;
10. Avenida Antonio Vieira do Amaral, Horto Florestal, nas coordenadas N:7.398.839 E:234.535;
11. Estrada do Rio Verde, nas coordenadas N:7.399.809 E:235.260;
12. ETE São Roque – Araçoiabinha, nas coordenadas N:7.401.830 E:236.312;
13. Estrada do Gataz, nas coordenadas N:7.390.809 E:221.043;
14. Fazenda d'Oeste, nas coordenadas N:7.390.953 E:222.039;
15. Terras Camapuã, nas coordenadas N:7.391.828 E:222.613;
16. Alamedas das Acácias, Bairro Colinas II, nas coordenadas N:7.396.246 E:236.492;
17. Alameda das Samambaias, Bairro Colinas II, nas coordenadas N:7.396.048 E:236.645;
18. Estrada do Farias, Bairro Farias, nas coordenadas N:7.398.791 E:228.502;
19. Rodovia SP-268, Divisa de Capela, nas coordenadas N:7.400.794 E:226.328;
20. Estrada Sarapuí-Campo do Meio, localizado na Zona Rural do município, nas coordenadas N:7.388.762 E:218.025.

O Quadro 4 resume os dados apontados anteriormente e os relaciona com a referência da visita técnica realizada pela equipe da SHS, apresentada posteriormente Anexo 5.

Quadro 4 – Resumo do pontos indicado na revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico

Item	Problema apresentado	Medida adotada	Referência SHS*
1	Inundação	Nenhuma medida foi adotada	Ponto 8
2	Inundação	Nenhuma medida foi adotada	Ponto 46
3	Inundação	Nenhuma medida foi adotada	Ponto
4	Inundação	Nenhuma medida foi adotada	Ponto 1
5	Inundação	Nenhuma medida foi adotada	Ponto 2
6	Inundação	Nenhuma medida foi adotada	Ponto 2
7	Inundação	Nenhuma medida foi adotada	Ponto 6
8	Inundação	Nenhuma medida foi adotada	Ponto 4
9	Inundação	Nenhuma medida foi adotada	Ponto 7
10	Inundação	Nenhuma medida foi adotada	Ponto 13
11	Inundação	Nenhuma medida foi adotada	Ponto 14
12	Inundação	Nenhuma medida foi adotada	Ponto 51
13	Inundação	Nenhuma medida foi adotada	Ponto 52
14	Inundação	Nenhuma medida foi adotada	Ponto 53
15	Inundação	Nenhuma medida foi adotada	Ponto 33
16	Inundação	Nenhuma medida foi adotada	Ponto 18
17	Inundação	Nenhuma medida foi adotada	Ponto 19
18	Inundação	Nenhuma medida foi adotada	Ponto 54
19	Inundação	Nenhuma medida foi adotada	Ponto 55
20	Inundação	Nenhuma medida foi adotada	-

Fonte: adaptado de Plano Municipal de Saneamento Básico (2017).

* Vide localização no Anexo 5

2.1.4 Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Sorocaba e Médio Tietê (UGRHI 10)

O Plano de Bacias representa um instrumento de gestão, previsto pelas legislações Estadual (Lei nº 7663/91) e Federal (Lei nº 9433/97). Tem como função promover o planejamento regional, estabelecendo-se metas e ações a serem alcançadas em curto, médio e longo prazo, com o intuito de se atingir os princípios e objetivos fundamentais das Políticas Nacional e Estadual de Recursos Hídricos, levando em conta as características regionais e locais.

No presente item, será analisado o Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Sorocaba e Médio Tietê (UGRHI 10). Esta unidade pertence ao Estado de São Paulo, é composta pelas bacias hidrográficas dos

Rios Sorocaba, Médio Tietê e seus tributários, abrangendo trinta e quatro municípios. O documento em análise traz uma série de dados e informações referentes ao diagnóstico da bacia, bem como os prognósticos dos levantamentos realizados e com base nessas análises, apresentam os cenários propostos, os programas de investimento e a estratégia de viabilização da implantação desses.

Segundo IPT (2008), há 4 pontos de erosão localizadas na área urbana no município, sem contudo apresentar sua localização. Além disso, não há pontos de ocorrência de inundação no município.

2.1.5 Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico

O Plano Municipal de Saneamento Básico de Araçoiaba da Serra foi elaborado de acordo com o decreto da Lei Federal nº 11.445/07, que dispõe sobre as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Esse Plano está contemplado dentro do Plano Regional Integrado de Saneamento Básico, de 2011, executado pela Secretária de Saneamento e Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SSRH) em parceria com a Engecorps. O Plano Regional considera os trinta e quatro municípios da bacia do Sorocaba e Médio Tietê.

No Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico, são apresentados os dados técnicos e diagnósticos dos quatro setores do Saneamento Básico, a saber, abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana, os quais são utilizados como base tanto para a proposição de ações corretivas, quanto para o planejamento de melhoria dos sistemas utilizados.

Os pontos do município com problemas de drenagem e suscetíveis a inundações na área urbana foram apresentados em ENGECORPS (2011). Os mesmos são mostrados no Anexo 5.

O Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de Araçoiaba da Serra é utilizado neste trabalho para complementação de informações e dados relacionados ao Sistema de Drenagem de Águas Pluviais na área urbana do município que não puderam ser fornecidas pela Prefeitura. Os demais setores do Saneamento serão analisados em fase de diagnóstico, quando se apresentarem relevantes ou produzirem impacto no setor de drenagem.

Em (ENGEORPS, 2011) são citados bairros com vias não pavimentadas, que conseqüentemente, não possuem rede de drenagem. Entretanto, nestes bairros não foram citados problemas de alagamentos. No Plano (ENGEORPS, 2011) é descrito um ponto crítico de drenagem apresentado a seguir:

21.No bairro Jardim Dalila o sistema de microdrenagem não atende à demanda de vazão do escoamento superficial e causa alagamentos das residências. Não são descritos dados de vazão, frequência de ocorrência dos eventos ou métodos de cálculos.

O Quadro 5 resume os dados apontados anteriormente e os relaciona com a referência da visita técnica realizada pela equipe da SHS, apresentada posteriormente no Anexo 5.

Quadro 5 – Resumo do pontos indicado no Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico

Item	Problema apresentado	Medida adotada	Referência SHS*
1	Sistema de microdrenagem deficiente	Nenhuma medida foi adotada	Ponto 15

Fonte: adaptado de ENGEORPS (2011).

* Vide localização no Anexo 5

2.1.6 Relatório de Ação Emergencial do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT

O relatório de Ação Emergencial foi executado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT em 2015 com o objetivo de mapear e diagnosticar áreas com potencial de risco alto a muito alto de enchente, inundações e movimentações de massa. O mapeamento e diagnóstico foram elaborados por meio de consultas à defesa civil do município.

Segundo IPT (2015), não há ocorrências de inundação no município, somente alagamento em alguns pontos. Estas áreas não foram detalhadas por não fazer parte do escopo do trabalho do IPT.

2.1.7 Análise Ambiental de Áreas de Interesse para o Estabelecimento de unidades de Conservação para Proteção dos Mananciais do Município de Araçoiaba da Serra

O relatório de Análise Ambiental discorre quanto à localização dos núcleos de floresta existentes no município e sua proximidade com aglomerados residenciais de diferentes níveis de vulnerabilidade socioeconômica.

3. Caracterização dos setores do Saneamento Básico

O município de Araçoiaba da Serra possui 31.878 habitantes (projeção para o ano de 2019 apresentada no Plano de Bacia SMT – 2016-2027) integrados num espaço territorial de 257,03 km² (IBGE, 2010). Está inserido na bacia hidrográfica do rio Sorocaba e Médio Tietê (SMT) - UGRHI 10, sub-bacia *Médio Sorocaba* e Sub-Região 3 da Região Metropolitana de Sorocaba.

Dos seis municípios da sub-bacia Médio Sorocaba avaliados pelo Plano de Bacias SMT, Araçoiaba da Serra era o segundo a apresentar menor PIB de 2012 a 2015, o que acaba refletindo, entre outras frentes, na situação do município no que se refere à infraestrutura de saneamento básico. Foi também constatado que dos seis municípios desta sub-bacia, Araçoiaba da Serra figura como um dos dois que deverão apresentar uma população total inferior a 40.000 habitantes em 2030.

Constatou-se no Plano de Bacias SMT – 2016-2027 que o licenciamento das atividades potencialmente poluidoras situadas no município de Araçoiaba da Serra é realizado por agência ambiental da CETESB situada em Sorocaba.

3.1 Sistema de Abastecimento de Água (SAA)

O Plano de Bacia SMT (2016-2027) também mostra a seguinte previsão das demandas para abastecimento urbano, usos industriais e usos rurais do município de Araçoiaba da Serra, considerando uma projeção do IAA (Índice de Atendimento de Água) de 100% em todos os períodos (Quadro 6).

Quadro 6 – Projeção das demandas d'água para diversos usos do município de Araçoiaba da Serra e da bacia em que está inserido (Médio Sorocaba)

Ano	Demanda para abastecimento urbano (m ³ /s)	Demanda do Médio Sorocaba para abastecimento urbano (m ³ /s)	Demandas para usos industrial do município (m ³ /s)*	Demanda industrial da bacia do Médio Sorocaba (m ³ /s)	Demanda para uso rural da bacia do Médio Sorocaba (m ³ /s)
2016	0,064	3,216	0,0	0,711	0,004
2020	0,068	3,356	0,0	0,747	0,004
2025	0,073	3,490	0,0	0,794	0,004
2030	0,076	3,579	0,0	0,845	0,005

* Demandas pouco significativas não foram colocadas para comparação com as demandas da sub-bacia.

Fonte: Plano de Bacias do rio Sorocaba e Médio Tietê (UGRHI-10), 2016-2027

Segundo os valores de referência (DAEE, SEADE, 2016) a disponibilidade per capita de águas superficiais maior que 2.500m³/hab/ano é considerada boa. A Bacia do Médio Sorocaba apresenta disponibilidade hídrica menor que esse valor de referência até o ano de 2030. As projeções indicam ainda que, ao longo desse horizonte temporal, a disponibilidade per capita de águas superficiais da bacia apresentará queda. O Quadro 7, apresenta os valores da projeção da disponibilidade hídrica de águas superficiais da bacia do baixo rio Sorocaba.

Quadro 7 – Projeção da disponibilidade de águas superficiais para a sub-bacia do Médio Sorocaba

Ano	Valor (m ³ /hab/ano)
2016	439,09
2020	420,64
2025	404,19
2030	393,91

Fonte: Plano de Bacias do rio Sorocaba e Médio Tietê (UGRHI-10), 2016-2027

Quanto à demanda de água em relação à disponibilidade (balanço hídrico), os dados mostram que a situação da sub-bacia do Médio Sorocaba é crítica baseado nas relações entre as demandas totais e a disponibilidade hídrica, sob qualquer vazão.

Segundo o Plano Regional Integrado de Saneamento Básico elaborado pela Engecorps (2011), o índice de perdas no sistema de abastecimento público do município é de 49,9% e a meta assumida pelo plano é de reduzir esse índice para 30% até 2030.

Quanto às águas subterrâneas, a classificação da situação da bacia do Médio Sorocaba, onde o município de Araçoiaba da Serra está inserido, é crítica, segundo os valores de referência apresentados no Quadro 8.

Quadro 8 – Valores de Referência da demanda subterrânea em relação às reservas exploráveis

Classificação	Demanda subterrânea em relação às reservas exploráveis	Demanda total em relação a Q _{95%}	Demanda total em relação a Q _{médio}
Boa	<30%	<30%	<10%
Atenção	≥30 e ≤50 %	30 a 50 %	10 a 20 %
Crítica	>50%	>50%	>20%

Fonte: Plano de Bacias do rio Sorocaba e Médio Tietê (UGRHI-10), 2016-2027 (CRHi, 2017).

No Quadro 9 são apresentados os valores da demanda subterrânea em relação à demanda explorável na sub-bacia em questão.

Quadro 9 – Demanda Subterrânea em relação à Reserva Explorável: Médio Sorocaba

Médio Sorocaba				
Anos	2016	2020	2025	2030
Demanda Subterrânea (m ³ /s)	0,58	0,67	0,81	0,95
Reserva Explorável (m ³ /s)	1,85	1,85	1,85	1,85
Demanda x Reserva Explorável	31,39%	36,02%	43,73%	51,46%

Fonte: Plano de Bacias do rio Sorocaba e Médio Tietê (UGRHI-10), 2016-2027

O Plano de Bacias SMT (2016-2027) indica que o município de Araçoiaba da Serra apresenta um déficit de vazão outorgada para uso urbano de 11,86%.

3.2 Sistema de Esgotamento Sanitário

O município de Araçoiaba da Serra lança seus efluentes no Córrego Vacariú, colaborando com 43% do total da carga orgânica lançada na UGRHI-10 (dados de 2016, coletados no Plano de Bacia do rio SMT), o que compromete a consideração do rio Sarapuí (Médio Sorocaba) como um manancial estratégico para futuras captações na bacia do Sorocaba – Médio Tietê.

A gestão do esgotamento sanitário do município de Araçoiaba da Serra é assumida pela Águas de Araçoiaba. Segundo informações fornecidas pela CETESB (2017) ao Plano da Bacia Hidrográfica SMT, o percentual de atendimento com coleta de esgotos em Araçoiaba da Serra é de 41% sendo que todo esgoto coletado é tratado com um índice de eficiência de 80%. A carga poluidora potencial é de 1.186 kg DBO/dia e a remanescente é de 799 kg DBO/dia.

A eficácia do sistema de esgotamento sanitário é consolidada através do *Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana do Município (ICTEM)*. Esse indicador expressa a efetiva remoção da carga orgânica poluidora em relação à carga orgânica poluidora potencial, considerando também a importância relativa dos elementos formadores de um sistema de tratamento de esgotos (coleta, afastamento, tratamento e eficiência de tratamento e a qualidade do corpo receptor dos efluentes).

O Quadro 10 aponta os valores de referência do ICTEM e suas respectivas classificações.

Quadro 10 – Classificação do ICTEM

ICTEM	Classificação
$0 < \text{ICTEM} \leq 2,5$	Péssimo
$2,5 < \text{ICTEM} \leq 5,0$	Ruim
$5,0 < \text{ICTEM} \leq 7,5$	Regular
$7,5 < \text{ICTEM} \leq 10$	Bom

Fonte: CETESB, 2017a.

Segundo o Mapa do ICTEM - 2016, mostrado no Plano de Bacia do SMT (2016-2027), o município de Araçoiaba da Serra apresenta, em sua área urbana, um ICTEM não maior que 5,0, ou seja, seu Indicador de Coleta e Tratabilidade é classificado como ruim.

A projeção dos índices de coleta de esgotos, para Araçoiaba da Serra, é apresentada no Quadro 11.

Quadro 11 – Projeção dos índices de Coleta e de Tratamento de Esgoto Doméstico para o município de Araçoiaba da Serra.

Município	2016		2020		2025		2027	
	Coleta	Trat.	Coleta	Trat.	Coleta	Trat.	Coleta	Trat.
Sub-Bacia Médio Sorocaba								
Araçoiaba da Serra	41	100	52,6	100	76,3	100	100	100

Fonte: Plano de Bacias SMT 2016-2027 (pag. 218)

O Quadro 12 apresenta as projeções das cargas orgânicas poluidoras, potenciais e remanescentes para o município de Araçoiaba da Serra.

Quadro 12 – Estimativas dos valores de carga orgânica poluidora

Município	2016		2020		2025		2027	
	Pot.	Rem.	Pot.	Rem.	Pot.	Rem.	Pot.	Rem.
Araçoiaba da Serra	1.128	760	1.202	696	1.289	502	1.316	263

Fonte: Plano de Bacias SMT 2016-2027

O Plano de Bacia Hidrográfica do rio Sorocaba e Médio Tietê - UGRHI 10 (2016-2027) estabeleceu as seguintes diretrizes para o esgotamento sanitário dos municípios da UGRHI 10:

Diretriz 1: efetiva implantação das propostas de intervenção/expansão dos sistemas de esgotamento sanitário na UGRHI-10, realizadas pelas concessionárias, com apresentação do respectivo cronograma.

Diretriz 2: realização sistemática do auto-monitoramento pelas concessionárias do efluente lançado nos corpos hídricos pelas Estações de Tratamento Esgotos,

envolvendo, além dos parâmetros relativos a carga orgânica, também aqueles responsáveis pela eutrofização dos corpos de água, com ênfase para o fósforo total. (A preocupação central das concessionárias limita-se no atendimento aos padrões estabelecidos para atendimento à remoção das cargas orgânicas pelas ETEs, de forma a atender ao artigo 18 do Decreto nº 8.468/76, de certa forma negligenciando os padrões estabelecidos no artigo 14 da Resolução CONAMA nº 357/2005.).

Diretriz 3: previsão de tratamento a nível terciário nas ETEs que realizam o lançamento dos efluentes tratados em corpos de água onde se verifique seu comprometimento por teores elevados de nutrientes e/ou patógenos. Esses corpos de água receptores necessitam ter sua qualidade recuperada, em especial aqueles atualmente utilizados para abastecimento público ou os que tenham previsão de adotarem esse uso. O tratamento terciário permite a remoção de nutrientes esperada.

Diretriz 4: proposição de soluções específicas de esgotamento sanitário para atendimento a áreas isoladas, notadamente os aglomerados rurais. Nesse sentido é importante que sejam mapeados esses aglomerados rurais de forma a propor soluções isoladas, permitindo garantir a proteção dos corpos de água. O uso de tecnologias sustentáveis deve ser considerada neste universo.

Diretriz 5: atualização dos planos municipais e do plano regional de saneamento no âmbito da UGRHI-10, de forma a compatibilizá-los ao presente Plano de Bacia Hidrográfica. De acordo com a Política Nacional de Saneamento (Lei nº 11.445/2007) os planos de saneamento básico deverão ser compatíveis com os planos das bacias hidrográficas em que estiverem inseridos. Considerando que os planos municipais e o plano regional de saneamento da UGRHI-10 foram publicados em 2011, os mesmos necessitam ser revistos, de forma a adequá-los às diretrizes do PBH-SMT (2016-2027), com ênfase à compatibilização das metas estabelecidas.

3.3 Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

Na UGRHI 10, entre 2010 e 2014 os registros acusaram um aumento na 87% na geração de resíduos sólidos devido ao início da fiscalização pela CETESB.

Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico (Engecorps, 2011), podem ser observados diversos impactos negativos nos cursos fluviais, devido ao descarte clandestino de resíduos em áreas não apropriadas. Mas num estudo posterior,

realizado pelo Plano de Bacia Hidrográfica SMT 2016-2027, todos os municípios da UGRHI 10 coletam e destinam satisfatoriamente os seus resíduos domésticos.

O Quadro 13, apresentado a seguir, mostra a projeção da geração de resíduos sólidos urbanos para o município de Araçoiaba da Serra.

Quadro 13 – Projeção da geração de RSU para o município de Araçoiaba da Serra

Município	2016		2020		2025		2030	
	População Urbana (hab)	Geração de RSU (t/dia)	População Urbana (hab)	Geração de RSU (t/dia)	População Urbana (hab)	Geração de RSU (t/dia)	População Urbana (hab)	Geração de RSU (t/dia)
Araçoiaba Serra	20.887	14,62	22.263	15,58	23.873	16,71	25.110	17,58

Fonte: Plano de Bacias SMT 2016-2027

Araçoiaba da Serra conta com a coleta regular dos resíduos sólidos domiciliares de 80% da área urbana (PMS *apud* SEADE, 2003). O material coletado é depositado no aterro em valas do município. A execução desse serviço é realizada pela administração direta do município.

A projeção de resíduos sólidos domiciliares não aproveitáveis ou rejeitos (resíduos passíveis de serem dispostos em aterros sanitários) é mostrada no quadro que segue, assim como a projeção dos rejeitos de resíduos inertes (entulhos), cuja situação, no município requer procedimentos de gestão para ser regularizada.

O Quadro 14 apresenta as metas estabelecidas no PMSB para a gestão dos rejeitos de resíduos sólidos urbanos e de resíduos da construção civil.

Quadro 14 – Projeção de rejeitos de RSD e de RSI

Projeção de Rejeitos de RSD (t/dia)							Projeção de Rejeitos de RSI (t/dia)						
2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040
30,0	13,4	14,3	14,8	15,1	15,3	15,4	6,9	7,6	8,1	8,5	8,6	8,7	8,8

Fonte: PMSB de Araçoiaba da Serra

É importante observar que todas as instalações utilizadas para disposição final dos resíduos sólidos urbanos gerados nos municípios da UGRHI-10, desde 2013, foram enquadradas na condição “adequada”, uma vez que todos os Índices de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR) apurados pela CETESB, dos aterros existentes na bacia, apresentaram-se na faixa de 7,1 a 10,0. Constata-se que o aterro sanitário de Araçoiaba da Serra apresentava uma estimativa de vida útil acima de 5 anos em 2016.

Verifica-se uma tendência de implantação de aterros particulares na região de Sorocaba, o que tem contribuído para a adequada disposição dos resíduos, ainda que essa alternativa represente aumento de custos para os municípios.

Para os resíduos sólidos domiciliares (RSD), o PMSB de Araçoiaba da Serra estabeleceu as metas de reaproveitamento indicadas no Quadro 15.

Quadro 15 – Metas de reaproveitamento dos RSD a serem assumidas pelo município de Araçoiaba da Serra (RSD)

Componentes	Composição Gravimétrica (%)	Metas de Reaproveitamento				Formas Atuais de Reaproveitamento
		Condição Mínima		Condição Máxima		
		Índice (%)	Reaproveitamento (%)	Índice (%)	Reaproveitamento (%)	
Papel/Papelão	9,60%	10,00%	0,96%	60,00%	5,76%	reciclagem, coprocessamento, combustível sólido
Embalagens Longa Vida	1,00%	30,00%	0,30%	90,00%	0,90%	
Plástico Rígido	6,30%	30,00%	1,89%	90,00%	5,67%	
Plástico Mole	6,70%	5,00%	0,34%	40,00%	2,68%	
Embalagens PET	0,60%	30,00%	0,18%	90,00%	0,54%	
Metal Ferroso	1,40%	30,00%	0,42%	90,00%	1,26%	reciclagem
Metal Não Ferroso	0,40%	30,00%	0,12%	90,00%	0,36%	
Vidros	1,70%	5,00%	0,09%	40,00%	0,68%	
Isopor	0,20%	0,00%	0,00%	40,00%	0,08%	coprocessamento, combustível sólido
Tapos/Panos	2,20%	0,00%	0,00%	40,00%	0,88%	
Borracha	0,20%	0,00%	0,00%	40,00%	0,08%	
Subtotal	30,30%		4,29%		18,89%	
Matéria Orgânica	62,90%	30,00%	18,87%	60,00%	37,74%	compostagem, combustível sólido
Madeira	1,20%	30,00%	0,36%	90,00%	1,08%	
Terra/Pedras	2,10%	0,00%	0,00%	40,00%	0,84%	britagem
Pilhas/Baterias	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-
Diversos	2,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-
Perdas	1,50%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-
Subtotal	69,70%		19,23%		39,66%	
Total	100,00%		24%		59%	

Fonte: PMSB de Araçoiaba da Serra, Engecorps (2011)

Para os resíduos de construção civil (entulho) foram definidas as seguintes metas:

- ✓ Ano 2011: faixa de 0 a 10%, com média anual de 5% de reaproveitamento;
- ✓ Ano 2012: faixa de 10 a 20%, com média anual de 15% de reaproveitamento;
- ✓ Ano 2013: faixa de 20 a 35%, com média anual de 27,5% de reaproveitamento;
- ✓ Ano 2014: faixa de 35 a 60%, com média anual de 47,5% de reaproveitamento;
- ✓ Ano 2015 em diante: 60% de reaproveitamento.

3.4 Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais

A microdrenagem corresponde à drenagem de pavimento, isto é, estruturas hidráulicas tais como galerias de águas pluviais, bocas-de-lobo, sarjetas, grelhas, poços de visita, canais de pequenas dimensões, condutos forçados e estações de bombeamento (das quais se pode lançar mão quando não se dispõe da ação da gravidade para o escoamento das águas).

Problemas devido ao subdimensionamento dos sistemas de drenagem urbana, para eventos de chuvas mais intensas, frequentemente deflagram enchentes e/ou inundações. A expansão das manchas urbanas, que impermeabilizam os solos, também contribui para o aumento do escoamento superficial e da vazão dos rios e córregos que drenam as cidades.

Segundo o Plano de Bacias do SMT 2016-2027 todos os municípios da UGRHI 10 possuem sistemas de drenagem de águas pluviais, ainda que parciais, em suas áreas urbanas.

Segundo o PMSB de Araçoiaba da Serra (Engecorps, 2011), em relação à rede de galerias de águas pluviais, a área central e alguns bairros possuem pequenos trechos que foram implantados há alguns anos, porém, conforme informações do grupo executivo local, os bairros mais afastados e os novos loteamentos ainda não apresentam dispositivos de microdrenagem. Além disso, também foi apontada a existência de muitas áreas da zona urbana que não possuem pavimentação. Dados como número de estruturas de drenagem, dimensões, extensão e diâmetro das galerias de águas pluviais, número de bocas-de-lobo, localização dos poços de visita etc., não estão inseridos em nenhum banco de dados ou em um cadastro da rede pluvial da área urbana do município. Também não há informação ou registros de atividades periódicas e sistemáticas de manutenção e limpeza do sistema de microdrenagem.

No que se refere aos pontos de criticidade da microdrenagem, foram identificados locais não pavimentados, conseqüentemente não existem estruturas de microdrenos. Nestes locais, esta falta de estrutura acarreta em assoreamento. Já em outros locais, a falta de estrutura de microdrenagem causa inundação de algumas residências.

Em relação ao sistema de macrodrenagem, há que se destacar os principais cursos d'água que passam pela área urbana: Rio Ipanema, Rio Verde; Ribeirões Iperó, do Lageado e Ipanema; Córregos Vacariu, Nhô-Tó, do Barreiro, do Colégio e Passo Fundo. As principais estruturas que influenciam no sistema de macrodrenagem são as travessias em pontes ou os bueiros existentes em diversos locais do município, açudes e estrangulamento de alguns cursos d'água.

No que se refere aos pontos de criticidade da macrodrenagem, foram identificados locais suscetíveis à ocorrência de assoreamento. Os solos submetidos ao escoamento superficial com altas velocidades são potencialmente favoráveis à ocorrência de erosões e voçorocas. Não foram identificados pontos críticos no sistema de drenagem urbana.

Foi realizado um mapeamento dos processos erosivos existentes na UGRHI 10, e seus resultados são apresentados no mapa apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Mapa de municípios com maior concentração de processos erosivos na UGRHI 10



Fonte: IPT/DAEE (2012), indicado no Plano de Bacia SMT (2016-2027)

O mapa da Figura 4 indica que o município de Araçoiaba da Serra está localizado em uma das regiões da bacia que apresentam maior concentração de processos erosivos.

O Plano de Bacia SMT (2016-2027) indicou as prioridades em termos de providências a serem tomadas pelos municípios em relação às suas fragilidades referentes aos sistemas de saneamento básico (Quadro 16). De todas as prioridades indicadas, apenas 1 (uma) se refere ao sistema de drenagem, sendo esta classificada como de prioridade baixa: “Elaborar os Planos de Macro e Microdrenagem Municipais”. Este Quadro é apresentado a seguir.

Quadro 16 – Prioridades para o saneamento básico dos municípios da UGRHI 10

Prioridades	Classificação
Atender 100% da população da UGRHI com o abastecimento público de água.	ALTA
Atender 100% da população da UGRHI com a coleta e tratamento de esgoto.	ALTA
Ampliar a rede de tratamento dos efluentes nos municípios localizados no Alto Sorocaba (Ibiúna e Vargem Grande Paulista) tanto na zona urbana quanto a rural.	ALTA
Atender 100% das propriedades rurais com sistemas de saneamento, com incentivos para tecnologias sustentáveis.	ALTA
Implantar sistemas de coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos visando a eficiência na gestão de resíduos da UGRHI.	ALTA
Implantar o sistema de gerenciamento de resíduos da construção civil nos municípios da UGRHI	ALTA
Implementar o programa de drenagem de estradas rurais e contenção de erosão nas áreas rurais da UGRHI.	ALTA
Implantar as obras de coleta e tratamento de esgotos domésticos nos municípios que ainda não possuem sistemas de saneamento.	ALTA
Priorizar a soluções consorciadas no manejo de resíduos sólidos urbanos entre os municípios.	MÉDIA
Realizar o tratamento terciário dos efluentes nas áreas urbanas de Ibiúna e Vargem Grande Paulista.	MÉDIA
Elaborar/atualizar os Planos Municipais de Saneamento.	MÉDIA
Atender as populações em situação de vulnerabilidade com a rede de coleta e tratamento de esgoto.	MÉDIA
Implantar o sistema de coleta de embalagens de defensivos agrícolas nas áreas rurais da UGRHI.	MÉDIA
Monitoramento de todas as ETE e ETA para avaliação da eficiência na remoção de cargas poluidoras e tratamento das águas para o abastecimento público	MÉDIA
Realizar o levantamento de fontes de poluição difusa nas áreas urbanas e rurais da UGRHI.	BAIXA
Levantamento de loteamentos irregulares em todos os municípios.	BAIXA
Mapeamento e fiscalização das redes clandestinas de águas pluviais conectadas em rede de esgotos em todos os municípios.	BAIXA
Monitoramento das condições dos aterros sanitários	BAIXA
Elaborar os Planos de Macro e Microdrenagem Municipais	BAIXA
Criar Grupo de Trabalho para discussões sobre a gestão de resíduos sólidos e logística reversa	BAIXA
Mapear os locais de lançamentos clandestinos de esgoto nas áreas de mananciais.	BAIXA

Fonte: Plano de Bacias SMT 2016-2027

4. Prospecção do Crescimento Populacional

A projeção populacional serve de base para estimativa de urbanização do município e alterações na permeabilidade do solo de uma bacia, servindo, portanto, como referência para adoção de parâmetros que representam tais alterações. Não há relação direta entre projeção populacional e distribuição da população na área de estudo do município.

A definição das características de ocupação, tais como ocupação de vazios urbanos, verticalização das edificações, adensamento de áreas, padrões construtivos e adoção de medidas de controle da produção do escoamento superficial são incertos, pois dependem de fatores sociais, da especulação imobiliária e da fiscalização ao cumprimento da legislação e não são definidas simplesmente pelo estudo do crescimento populacional.

4.1 Caracterização demográfica

4.1.1 População

De acordo com o Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010), o município de Araçoiaba da Serra, com área territorial de 255,33 km², apresentava densidade demográfica de 106,88 hab/km² e a população era constituída por 27.299 habitantes, distribuídos da seguinte maneira: 13.607 homens (49,8%) e 13.692 (50,2%) mulheres.

Espacialmente, observa-se que, no período entre 1991 e 2010, houve um aumento da população da área urbana em relação à da área rural (PNUD, IPEA e FJP, 2013), provavelmente devido às melhores condições de vida. Dessa maneira, em 2010, 8.535 pessoas residiam na zona rural, enquanto 18.764 pessoas ocupavam a área urbana (IBGE, 2010).

Entre os anos de 1991 e 2000, a população de Araçoiaba da Serra cresceu a uma taxa média anual de 3,50%, passando de 14.544 para 19.816 habitantes, enquanto que, no Brasil, houve um crescimento de 1,63% no mesmo período. Já a taxa de urbanização do município neste período aumentou de 60,97% para 69,03% (PNUD, IPEA e FJP, 2013).

Entre 2000 e 2010, a população cresceu a uma taxa média anual de 3,26%, passando de 19.816 para 27.299 habitantes, enquanto que no Brasil o crescimento foi

de 1,17%. Já a taxa de urbanização do município neste período passou de 69,03% para 68,74% (PNUD, IPEA e FJP, 2013).

A Tabela 1 apresenta a evolução e distribuição da população de Araçoiaba da Serra de acordo com o gênero e localização espacial.

Tabela 1 – Evolução e distribuição da população de Araçoiaba da Serra nos anos de 1991, 2000 e 2010

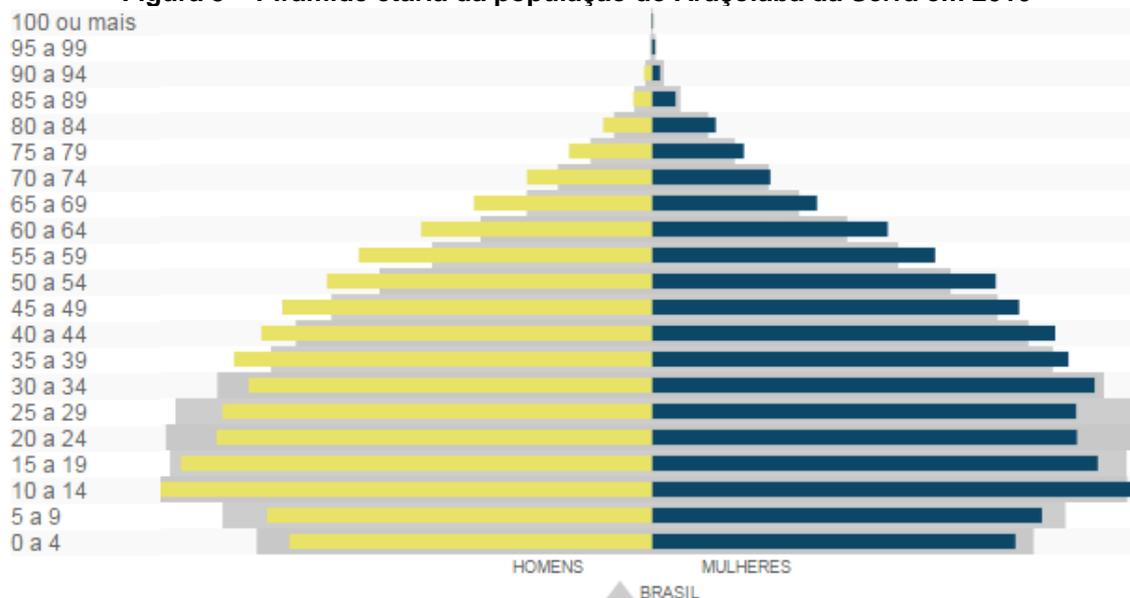
Informações	População 1991 (hab.)	% do Total 1991	População 2000 (hab.)	% do Total 2000	População 2010 (hab.)	% do Total 2010
População total	14.544	100,00	19.816	100,00	27.299	100,00
Homens	7.480	51,43	9.989	50,41	13.607	49,84
Mulheres	7.064	48,57	9.827	49,59	13.692	50,16
Urbana	8.868	60,97	13.679	69,03	18.764	68,74
Rural	5.676	39,03	6.137	30,97	8.535	31,26

Fonte: PNUD, IPEA e FJP (2013).

Considerando ambos os sexos, a pirâmide etária abaixo (Figura 5) mostra que a população de Araçoiaba da Serra é bem distribuída nas faixas etárias mais jovens (entre 5 e 39 anos), com predomínio de habitantes com idades entre 10 e 19 anos. A partir dos 35 anos de idade, nota-se uma queda populacional gradativa.

A razão de dependência é o percentual da população com idade menor do que 15 anos e maior que 65 anos (dependente) em relação à população com faixa etária de 15 a 64 anos (potencialmente ativa); e taxa de envelhecimento é representada pela razão entre os habitantes com idade igual ou maior do que 65 anos e a população total. No período entre 1991 e 2010, a razão de dependência no município passou de 61,13% para 45,13% e a taxa de envelhecimento, de 6,18% para 8,52%, conforme apresenta a Tabela 2 (PNUD, IPEA e FJP, 2013).

Figura 5 – Pirâmide etária da população de Araçoiaba da Serra em 2010



Fonte: IBGE (2010).

Tabela 2 – Estrutura etária da população de Araçoiaba da Serra nos anos de 1991, 2000 e 2010

Estrutura Etária	População (1991)	% do Total (1991)	População (2000)	% do Total (2000)	População (2010)	% do Total (2010)
Menos de 15 anos	7.636	33,00	9.507	27,66	10.856	22,47
15 a 64 anos	14.305	61,82	22.970	66,84	34.294	70,98
65 anos ou mais	1.199	5,18	1.891	5,50	3.164	6,55
Razão de dependência (%) (Pop 0-14 anos / Pop 15-59 anos) x100.	61,76*	-	49,62*	-	40,88*	-
Índice de envelhecimento (%) (Pop>65 / Pop0-14)x100.	5,18*	-	5,50*	-	6,55*	-

(*) População em porcentagem

Fonte: PNUD; IPEA; FJP (2013).

4.1.2 Projeção populacional

4.1.2.1 Metodologia

O estudo demográfico foi realizado utilizando um software do IBGE que aplica a metodologia do sistema RCoortes. Este foi desenvolvido com o objetivo de elaborar as projeções de população para pequenas áreas por sexo e idade. Seguindo a metodologia da Relação de Coortes, têm-se como insumo as seguintes informações:

- População do município, por sexo e idade simples, observada nos dois últimos censos, no caso, ano de 2000 e 2010;

- Uma projeção do Estado na qual pertence o município, por sexo e idade simples;
- A relação de sobrevivência ao nascimento por sexo para o Estado;
- As taxas específicas de fecundidade para o Estado.

A partir desses dados, obteve-se a projeção do município, até o ano de 2039.

4.1.2.2 Projeções

Foram projetadas as populações urbana, rural e total para o município de Araçoiaba da Serra. As projeções estão apresentadas na Tabela 3 e graficamente representadas na Figura 6.

Vale ressaltar que a população do município estimada pelo IBGE para o ano de 2017 é de 32.495 hab.

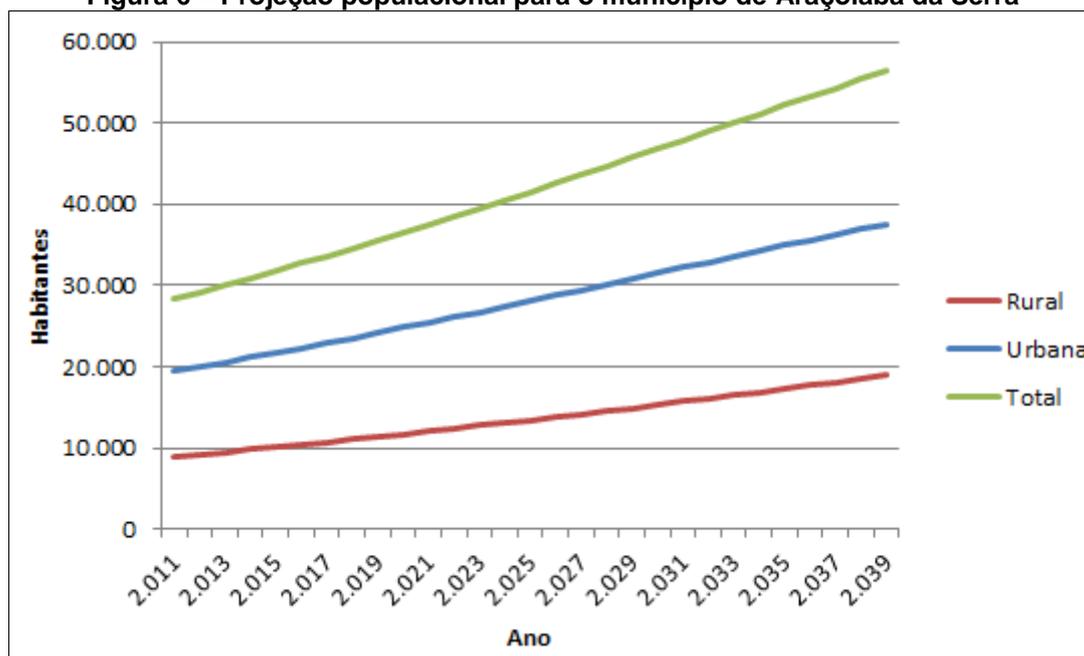
Tabela 3– Projeção Sistema RCoortes

Araçoiaba da Serra - total			
Ano	População Urbana (hab.)	População Rural (hab.)	População Total (hab.)
2011	47.429	3.038	50.467
2012	48.859	3.174	52.033
2013	50.310	3.306	53.616
2014	51.790	3.450	55.240
2015	53.283	3.601	56.884
2016	54.809	3.763	58.572
2017	56.362	3.919	60.281
2018	57.929	4.078	62.007
2019	59.522	4.258	63.780
2020	61.142	4.434	65.576
2021	62.791	4.620	67.411
2022	64.451	4.803	69.254
2023	66.142	4.996	71.138
2024	67.853	5.202	73.055
2025	69.571	5.410	74.981
2026	71.306	5.634	76.940
2027	73.042	5.850	78.892
2028	74.803	6.088	80.891
2029	76.570	6.317	82.887
2030	78.342	6.571	84.913
2031	80.105	6.827	86.932
2032	81.845	7.074	88.919
2033	83.606	7.343	90.949
2034	85.367	7.610	92.977
2035	87.141	7.891	95.032
2036	88.921	8.173	97.094
2037	90.712	8.476	99.188

Araçoiaba da Serra - total			
Ano	População Urbana (hab.)	População Rural (hab.)	População Total (hab.)
2038	92.504	8.784	101.288
2039	94.276	9.089	103.365

Fonte: SHS (2017)

Figura 6 – Projeção populacional para o município de Araçoiaba da Serra



Fonte: SHS (2017)

Nesses últimos anos a preocupação com o meio ambiente, a qualidade de vida, a mitigação de problemas e a prevenção de futuros problemas devido ao crescimento dos municípios, faz com que os mesmos criem normas e plano diretor, saneamento e drenagem, para uma melhor gestão. A projeção populacional somada ao zoneamento urbano norteiam o uso e ocupação do solo, apontando um melhor controle no crescimento do município.

5. Levantamento Planialtimétrico

O levantamento planialtimétrico para desenvolvimento do Plano Diretor de Macrodrenagem Urbana foi precedido por visitas técnicas aos pontos críticos e verificação de dados existentes.

Os levantamentos planialtimétricos foram detalhados suficientemente para a elaboração de estudos hidráulicos e diagnósticos. Faz-se necessário, para a elaboração de projetos básicos e executivos o levantamento planialtimétrico cadastral, incluindo a identificação e detalhamento das interferências, bem como as regularizações e laudos de propriedades das áreas privadas a serem desapropriadas.

As áreas consideradas críticas foram levantadas e são apresentadas neste documento no Anexo 6.

6. Análise e diagnóstico do município de Araçoiaba da Serra

O diagnóstico do sistema de drenagem de águas pluviais do município é feito por meio de simulações hidrológicas e hidráulicas do cenário atual. O cenário atual representa as condições de uso e ocupação do solo, grau de permeabilidade do mesmo, efeitos da urbanização e dimensões e características das estruturas existentes.

O diagnóstico do cenário atual é utilizado para o apontamento das condições hidráulicas de canais naturais, artificiais e travessias no momento da ocorrência de eventos hidrológicos intensos.

De acordo com Araçoiaba da Serra (2017), o sistema de abastecimento de água é composto por captação superficial no rio Pirapora, estação de tratamento de água, 12 reservatórios e rede de distribuição. Há ainda sistemas individuais nos condomínios Lago Azul, Portal do Sabia e Village da Serra.

O sistema de esgotos sanitários é constituído por rede coletora, coletor tronco, estações elevatórias e estação de tratamento de esgotos. O sistema atende a 40% do município. Em Araçoiaba da Serra (2017) não é informado se este percentual refere-se à coleta ou tratamento.

Quanto ao sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, a coleta de lixo domiciliar atende a 80% da área urbana, direcionados a um aterro do tipo valas (ENGEORPS, 2011).

O lançamento de águas pluviais nos cursos d'água não influencia na captação de água para abastecimento, na coleta do esgoto sanitário e na disposição de resíduos sólidos. Em fases posteriores, caso haja proposta de implantação de reservatórios de retenção, por exemplo, serão analisadas as interferências pertinentes.

6.1 Estudos Hidrológicos

Os estudos hidrológicos para elaboração dos diagnósticos da situação atual foram desenvolvidos através de métodos indiretos, isto é, calculando-se a chuva crítica e convertendo-a em vazão.

A delimitação das bacias de contribuição foi realizada a partir das cartas do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), em escala 1:50.000, denominadas

Boituva e Salto de Pirapora, considerando as características hidrográficas, a topografia do terreno e as seções de estudo (seções hidrológicas).

As seções hidrológicas são definidas pelos exutórios das bacias hidrográficas, confluência com outro curso d'água, travessias, área crítica de inundação ou ponto crítico. Em outras palavras, a seção hidrológica localiza-se no ponto de estudo, onde se determinará a vazão.

Com base nas bacias de contribuição delimitadas, foi possível definir os talwegues desde o divisor de água no ponto mais alto da bacia até a seção de estudo. Para traçar os talwegues foram consideradas as curvas de nível de 20 em 20 metros das cartas do IBGE supracitadas.

6.1.1 Declividade do talvegue

A declividade equivalente do talvegue da bacia de contribuição foi calculada a partir da seguinte expressão, citada em São Paulo, 2005:

$$I_e = \left[\frac{L}{\sum l_j I_j^{-1}} \right]^2$$

Equação 1

Em que:

- I_e : declividade equivalente do talvegue;
- L: comprimento do talvegue;
- L_j : comprimento de cada trecho (com $j= 1, 2, \dots, n$);
- I_j : declividade de cada trecho (com $j= 1, 2, \dots, n$);
- Sendo n o número de trechos considerado no cálculo.

6.1.2 Equação de chuva (Intensidade-Duração-Frequência)

Para o estudo hidrológico do município de Araçoiaba da Serra foi utilizada a equação de chuvas intensas da cidade de Tatuí (Equação 2), apresentada por Martinez Junior e Magni (1999).

$$i(t, T) = 19,7523 \cdot (t + 20)^{-0,7872} + 5,5111 \cdot (t + 20)^{-0,7609} \cdot \left[-0,4766 - 0,8977 \cdot \ln \left(\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right) \right]$$

Equação 2

Para $10 \leq t \leq 1440$.

Onde:

- i : intensidade da chuva, correspondente à duração t e período de retorno T , em mm/min;
- t : duração da chuva em minutos;
- T : período de retorno em anos.

6.1.3 Tempo de concentração

O tempo de concentração (t_c) de uma bacia hidrográfica é o tempo mínimo necessário para que toda a área da bacia contribua para o escoamento superficial na seção final de saída da mesma. O tempo de concentração foi determinado utilizando-se a Equação 3, citada em São Paulo, 2005.

$$t_c = 57 \left(\frac{L^2}{I_e} \right)^{0,385}$$

Equação 3

Na qual:

- t_c : tempo de concentração (min);
- L : comprimento do talvegue (km);
- I_e : declividade equivalente (m/km)

Os dados utilizados para o cálculo do tempo de concentração são apresentados na Tabela 5.

6.1.4 Relação chuva-deflúvio

Para quantificação das vazões de cheias, resultantes das chuvas intensas, é obtida por processos de transformação da chuva em deflúvio superficial.

A complexidade desses processos pode ser simplificada através de modelos matemáticos, que representam de forma bastante razoável a realidade do escoamento

de águas pluviais.

Existem muitos modelos matemáticos para transformar as precipitações que ocorrem nas sub-bacias hidrográficas em vazões. A partir da intensidade de chuva, $i(t)$, é possível definir vazões de projeto. Estas refletem vários aspectos da bacia, tais como:

- Área de drenagem;
- Uso e ocupação do solo (permeabilidade);
- Tipo de precipitação que ocorreu sobre a bacia.

Neste estudo os seguintes métodos foram utilizados:

- I-PAI-WU: para bacias com área de contribuição entre 2,0 e 200 km²;
- Método Racional: para bacias com área de contribuição inferiores a 2,0 km².

6.1.4.1 Método I-PAI-WU

Este método é orientado pelo Manual de Cálculo das Vazões Máximas e Mínimas nas Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo (PAIVA e PAIVA, 2001) e consiste em um aprimoramento do Método Racional, podendo ser aplicado para bacias com áreas de drenagem de até 200 km².

A expressão base para aplicação do método advém do método racional, sendo:

$$Q = 0,278 \times C \times i \times A^{0,9} \times K$$

Equação 4

Onde:

- Q: vazão de cheia (m³/s);
- C: coeficiente de escoamento superficial;
- i: intensidade da chuva crítica (mm/h);
- A: área da bacia de contribuição (km²);
- K: coeficiente de distribuição espacial da chuva.

O coeficiente C da Equação 4 é determinado pela Equação 5.

$$C = \left(\frac{2}{1 + F} \right) \times \frac{C_2}{C_1}$$

Equação 5

O valor de C_1 é avaliado para cada bacia de drenagem pela Equação 6.

$$C_1 = \frac{4}{2 + F}$$

Equação 6

O parâmetro F , que relaciona o comprimento do talvegue principal com o diâmetro do círculo que tem a mesma área da bacia, é definido pela Equação 7.

$$F = \frac{L}{2 \times \left(\frac{A}{\pi}\right)^{\frac{1}{2}}}$$

Equação 7

O parâmetro C_2 foi determinado fazendo-se uso de imagens de satélite (Figura 7) e das características da cobertura do solo. O mapa de uso e ocupação do solo é apresentado no Anexo 7.

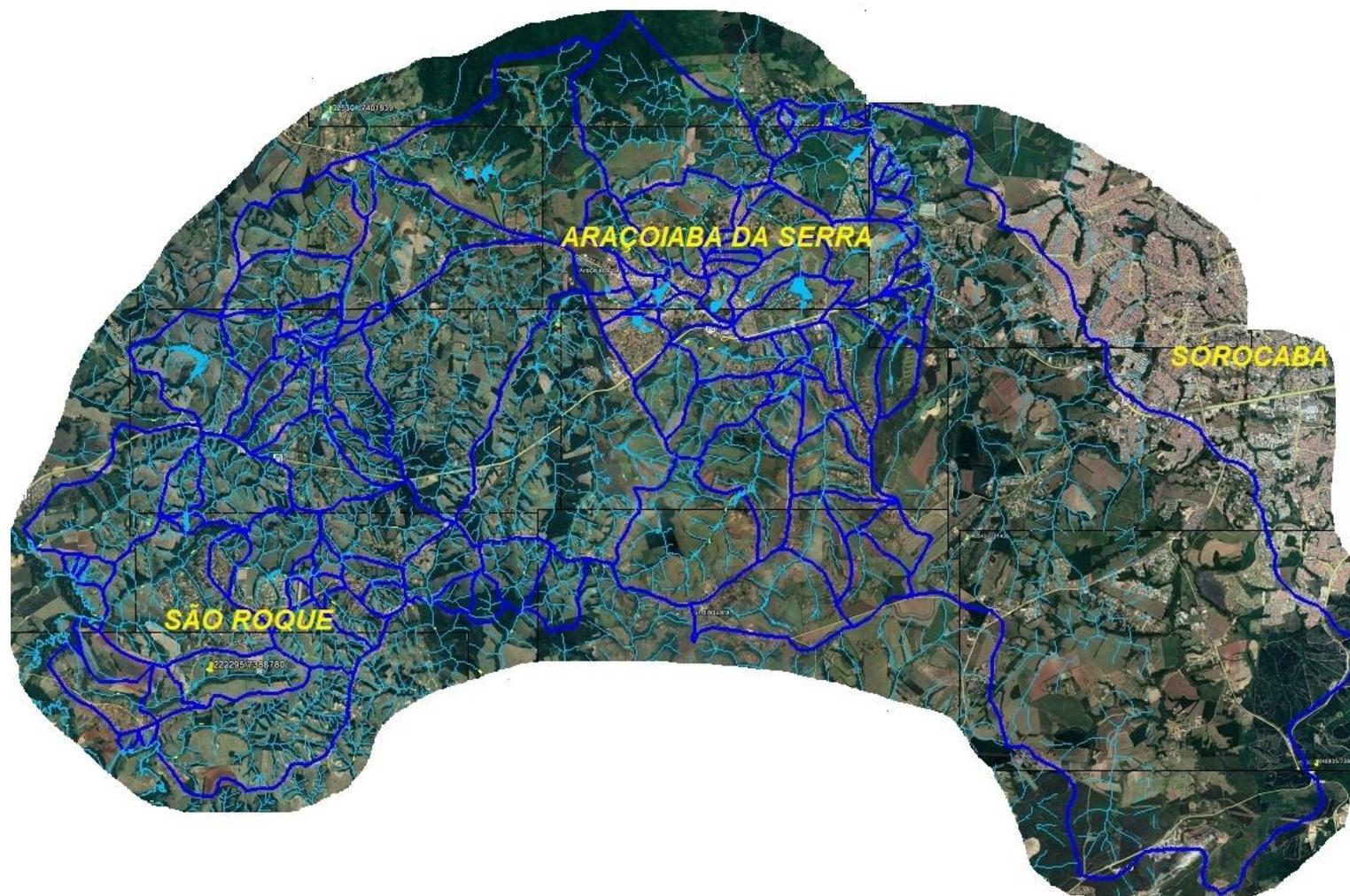
Para determinação deste parâmetro, a cobertura do solo foi dividida em 5 classes, de acordo com a sua permeabilidade, descritos na Tabela 4. Para cada cobertura do solo (ou classe), atribui-se um valor de C_2 , segundo valores apresentados por Paiva e Paiva (2001) e Canholi (2005). Os valores de C_2 de toda bacia hidrográfica foram definidos pela ponderação dos coeficientes das diferentes áreas dentro da bacia, em função do grau da permeabilidade (ou impermeabilidade), conforme descrito em Paiva e Paiva (2001).

Tabela 4 – Valores do coeficiente C_2

Característica da superfície	Classe de cobertura do solo	Valor de C_2
Áreas de florestas e vegetação densa	Permeabilidade muito alta	0,25
Áreas agrícolas, campo e plantações	Permeabilidade alta	0,30
Áreas residenciais, de baixa densidade de ocupação	Permeabilidade média	0,50
Áreas residenciais, de média a alta densidade de ocupação	Permeabilidade baixa	0,70
Áreas impermeáveis de regiões centrais, vias e telhados	Permeabilidade muito baixa	0,80

Fonte: adaptado de Paiva e Paiva (2001) e Canholi (2005)

Figura 7 – Imagem das bacias hidrográficas da área de estudo



A partir da definição destes parâmetros é necessário conhecer a vazão dos trechos e das bacias hidrográficas nos pontos de interesse que são, em geral, os canais, as travessias e estrangulamentos. A localização destes pontos é apresentada no Anexo 8. Para o cálculo de vazões das seções hidrológicas de interesse, foram determinados os parâmetros da Equação 4, apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Parâmetros para aplicação do I-PAI-WU

Exutório	Área (km ²)	L talvegue (km)	Δh (m)	Decliv. média (m/m)	Decliv. equivalente (m/m)	Tc (min)	C ₂
S1.1	5,29	3,83	107	0,028	0,01	54	0,32
S1.2	7,62	5,52	109	0,020	0,006	106	0,32
S2.1	1,36	1,87	60	0,032	0,029	25	0,36
S3.1	2,21	2,53	73	0,029	0,022	36	0,29
S4.1	2,53	73	0,029	0,022	36	0,32	2,53
S4.2	3,69	76	0,021	0,009	66	0,32	3,69
S5.1	12,06	5,52	109	0,020	0,006	106	0,32
S5.2	14,67	7,00	111	0,016	0,004	150	0,32
S6.1	0,70	1,60	69	0,043	0,027	23	0,38
S7.1	15,37	7,04	113	0,016	0,071	50	0,32
S8.1	8,66	4,29	72	0,017	0,005	91	0,30
S8.2	12,87	6,02	74	0,012	0,003	143	0,30
S8.3	14,00	7,16	75	0,010	0,003	178	0,30
S9.1	2,55	3,25	98	0,030	0,011	57	0,31
S10.1	16,54	7,76	76	0,010	0,003	192	0,30
S11.1	31,91	7,76	76	0,010	0,003	192	0,31
S12.1	32,11	8,06	77	0,010	0,003	196	0,31
S12.2	4,37	4,93	115	0,023	0,015	69	0,33
S12.3	4,96	5,58	121	0,022	0,014	78	0,34
S13.1	38,75	9,63	137	0,014	0,008	150	0,32
S13.2	40,51	10,93	139	0,013	0,006	177	0,32
S13.3	41,28	11,99	139	0,012	0,005	204	0,32
S14.1	1,40	2,07	65	0,031	0,025	29	0,27
S14.2	1,78	2,66	73	0,027	0,022	37	0,28
S15.1	43,07	11,99	139	0,012	0,005	204	0,32
S15.2	43,57	11,99	139	0,012	0,005	204	0,32
S16.1	0,39	1,04	35	0,034	0,030	16	0,48
S17.1	3,08	2,90	71	0,025	0,011	51	0,31
S17.2	3,08	3,17	70	0,022	0,043	33	0,50
S18.1	0,45	0,89	48	0,054	0,043	12	0,44
S19.1	0,28	1,00	58	0,058	0,040	14	0,50
S20.1	0,12	0,63	57	0,091	0,067	8	0,50
S21.1	0,23	0,96	60	0,063	0,037	14	0,42
S22.1	4,07	2,89	76	0,026	0,014	46	0,35
S23.1	0,23	1,05	53	0,050	0,047	13	0,30
S24.1	176,10	41,38	168	0,004	0,001	1027	0,32

Exutório	Área (km ²)	L talvegue (km)	Δh (m)	Decliv. média (m/m)	Decliv. equivalente (m/m)	Tc (min)	C ₂
S25.1	0,24	0,84	41	0,049	0,044	12	0,30
S26.1	0,14	0,38	15	0,039	0,037	7	0,50
S26.2	0,67	1,15	51	0,044	0,041	15	0,41
S27.1	0,83	1,15	50	0,043	0,037	16	0,41
S28.1	2,33	2,87	43	0,015	0,014	46	0,40
S28.2	4,23	3,77	48	0,013	0,011	63	0,39
S28.3	6,45	5,12	56	0,011	0,009	85	0,37
S28.4	6,90	5,65	62	0,011	0,010	90	0,36
S29.1	1,56	1,95	94	0,048	0,033	25	0,49
S29.2	1,73	2,37	98	0,041	0,026	32	0,48
S30.1	0,96	1,97	37	0,019	0,017	32	0,46
S31.1	2,69	2,37	98	0,041	0,026	32	0,47
S32.1	1,35	1,74	60	0,034	0,032	23	0,35
S32.2	1,97	2,58	77	0,030	0,027	33	0,38
S32.3	2,45	3,47	79	0,023	0,016	51	0,41
S33.1	3,02	2,99	101	0,034	0,019	43	0,48
S34.1	5,47	3,47	82	0,024	0,018	48	0,45
S34.2	5,62	3,99	87	0,022	0,016	57	0,46
S35.1	1,88	2,79	72	0,026	0,020	39	0,32
S36.1	7,85	3,99	87	0,022	0,016	57	0,42
S37.1	0,71	1,48	36	0,024	0,016	27	0,38
S37.2	1,06	1,48	41	0,028	0,021	24	0,41
S37.3	1,35	2,14	45	0,021	0,015	36	0,40
S37.4	1,57	2,14	48	0,022	0,017	34	0,39
S37.5	1,89	2,48	50	0,020	0,015	40	0,40
S38.1	13,78	7,01	104	0,015	0,006	132	0,41
S39.1	13,78	9,52	126	0,013	0,010	132	0,41
S40.1	20,11	7,14	130	0,018	0,008	118	0,29
S40.2	38,03	11,07	132	0,012	0,003	236	0,29
S41.1	0,17	0,81	19	0,023	0,011	19	0,32
S42.1	38,03	14,23	146	0,010	0,004	262	0,29
S43.1	1,34	2,67	101	0,038	0,016	41	0,29
S44.1	3,51	2,56	79	0,031	0,009	50	0,30
S44.2	5,14	3,02	85	0,033	0,013	49	0,30
S44.3	7,81	3,91	89	0,023	0,007	78	0,30
S45.1	1,55	2,65	91	0,034	0,022	37	0,29
S46.1	9,68	4,28	90	0,021	0,006	87	0,30
S46.2	9,83	4,74	92	0,019	0,006	94	0,30
S47.1	1,27	2,72	91	0,030	0,028	34	0,30
S47.2	1,62	2,98	94	0,032	0,013	49	0,30
S48.1	11,45	4,74	92	0,019	0,006	94	0,30
S48.2	11,67	4,99	93	0,019	0,006	99	0,30
S49.1	0,21	0,89	39	0,044	0,006	27	0,29
S49.2	0,56	1,71	88	0,051	0,012	34	0,29
S50.1	12,23	4,99	93	0,019	0,006	99	0,30

Exutório	Área (km ²)	L talvegue (km)	Δh (m)	Decliv. média (m/m)	Decliv. equivalente (m/m)	Tc (min)	C ₂
S51.1	4,81	2,07	85	0,041	0,013	38	0,29
S51.2	6,36	3,69	89	0,024	0,005	82	0,29
S52.1	12,23	7,00	93	0,013	0,003	170	0,30
S52.2	12,23	7,91	98	0,012	0,004	170	0,30
S52.3	12,23	10,54	108	0,010	0,004	208	0,30
S52.4	12,23	11,27	109	0,010	0,004	226	0,30
S53.1	89,66	8,80	372	0,042	0,022	93	0,29
S54.1	7,06	5,32	111	0,021	0,008	94	0,29
S55.1	0,13	0,53	47	0,089	0,038	9	0,30
S56.1	0,10	0,57	45	0,078	0,068	7	0,30
S57.1	0,45	1,05	70	0,067	0,061	12	0,30
S58.1	1,10	1,75	94	0,054	0,024	26	0,30
S59.1	3,63	3,22	96	0,030	0,011	57	0,29
S60.1	4,74	3,22	96	0,030	0,011	57	0,29
S60.2	5,01	3,82	98	0,026	0,008	70	0,29
S61.1	3,87	3,05	89	0,029	0,002	95	0,29
S62.1	0,75	1,01	72	0,071	0,058	12	0,32
S62.2	1,64	1,92	85	0,044	0,014	34	0,34
S63.1	5,39	3,05	89	0,029	0,002	95	0,30
S63.2	5,84	3,86	95	0,025	0,005	86	0,30
S64.1	1,23	1,94	92	0,047	0,023	28	0,30
S64.2	1,61	2,46	96	0,039	0,017	38	0,31
S65.1	7,45	3,86	95	0,025	0,005	86	0,30
S65.2	7,79	4,49	97	0,022	0,005	99	0,30
S66.1	2,30	2,26	90	0,040	0,019	35	0,30
S66.2	2,61	3,01	95	0,032	0,014	49	0,30
S67.1	10,32	4,49	97	0,022	0,005	99	0,30
S67.2	14,03	5,91	110	0,019	0,006	110	0,31
S67.3	14,96	6,61	114	0,017	0,006	120	0,32
S68.1	14,96	10,88	128	0,012	0,005	193	0,32
S69.1	1,32	2,86	84	0,029	0,019	41	0,30
S70.1	4,07	2,93	80	0,027	0,019	42	0,29
S70.2	4,07	4,22	92	0,022	0,014	63	0,29
S70.3	4,07	7,14	110	0,015	0,009	113	0,33
S71.1	0,14	0,59	11	0,019	0,018	12	0,30
S72.1	0,16	0,73	32	0,044	0,021	14	0,30
S73.1	8,72	6,36	108	0,017	0,002	173	0,29
S74.1	2,09	2,29	95	0,042	0,022	33	0,29
S75.1	0,57	1,15	105	0,091	0,048	14	0,27
S76.1	0,71	1,20	114	0,095	0,071	13	0,26
S77.1	1,93	2,10	113	0,054	0,023	30	0,29
S78.1	1,75	2,14	115	0,054	0,013	38	0,29

Os resultados da aplicação do método I-PAI-WU para a bacia hidrográfica do córrego Nhó-tó, córrego Poço Fundo, córrego do Barreiro, córrego do Colégio, córrego do Retiro, ribeirão Iperó-mirim, Ribeirão Jundiacanga e demais cursos d'água nas seções de interesse, para diferentes tempos de retorno (T_r), são mostrados na Tabela 6.

Tabela 6 – Vazões máximas para as seções de interesse calculadas pelo método do I-PAI-WU - cenário atual

Exutório	$Q_{\text{máx}}$ (m ³ /s)		
	$T_r = 10$ anos	$T_r = 50$ anos	$T_r = 100$ anos
S1.1	16,44	21,57	23,74
S1.2	14,63	19,25	21,20
S2.1	7,94	10,40	11,43
S3.1	8,55	11,21	12,34
S4.1	14,83	19,44	21,39
S4.2	12,21	16,04	17,66
S5.1	22,88	30,09	33,14
S5.2	21,01	27,68	30,50
S6.1	4,68	6,12	6,73
S7.1	44,48	58,37	64,24
S8.1	17,72	23,29	25,65
S8.2	18,35	24,17	26,63
S8.3	16,86	22,22	24,48
S9.1	7,80	10,24	11,27
S10.1	18,68	24,63	27,14
S11.1	36,67	48,35	53,29
S11.2	36,32	47,89	52,78
S12.1	8,55	11,21	12,34
S12.2	11,48	15,08	16,61
S12.3	12,20	16,03	17,65
S13.1	51,90	68,36	75,32
S13.2	47,58	62,71	69,11
S13.3	43,26	57,05	62,88
S14.1	5,82	7,62	8,39
S14.2	6,31	8,27	9,10
S15.1	44,84	59,13	65,17
S15.2	45,54	60,06	66,19
S16.1	4,10	5,36	5,89
S17.1	10,12	13,28	14,61
S17.2	12,55	16,45	18,10
S18.1	4,85	6,35	6,98
S19.1	3,28	4,30	4,72
S20.1	1,81	2,37	2,61

Exutório	Q _{máx} (m ³ /s)		
	T _r = 10 anos	T _r = 50 anos	T _r = 100 anos
S21.1	2,35	3,07	3,38
S22.1	15,83	20,77	22,86
S23.1	1,60	2,09	2,30
S24.1	44,35	58,87	65,01
S25.1	1,85	2,42	2,66
S26.1	2,41	3,15	3,47
S26.2	6,07	7,94	8,74
S27.1	7,28	9,52	10,47
S28.1	10,46	13,72	15,10
S28.2	14,77	19,40	21,35
S28.3	16,50	21,69	23,88
S28.4	16,58	21,80	24,01
S29.1	12,65	16,57	18,23
S29.2	11,86	15,54	17,10
S30.1	6,45	8,45	9,30
S31.1	18,00	23,59	25,95
S32.1	8,24	10,78	11,86
S32.2	10,09	13,22	14,55
S32.3	10,34	13,57	14,93
S33.1	16,83	22,08	24,30
S34.1	25,72	33,74	37,14
S34.2	24,06	31,59	34,77
S35.1	7,29	9,56	10,52
S36.1	30,44	39,96	43,98
S37.1	4,56	5,98	6,57
S37.2	7,49	9,81	10,79
S37.3	7,27	9,53	10,48
S37.4	8,54	11,20	12,32
S37.5	9,47	12,41	13,66
S38.1	28,07	36,95	40,71
S39.1	26,74	35,20	38,78
S40.1	30,41	40,02	44,08
S40.2	33,20	43,81	48,29
S41.1	1,17	1,53	1,69
S42.1	29,61	39,08	43,09
S43.1	4,66	6,12	6,73
S44.1	11,67	15,32	16,86
S44.2	16,41	21,53	23,70
S44.3	17,78	23,37	25,73
S45.1	5,85	7,67	8,44
S46.1	20,46	26,90	29,62
S46.2	19,52	25,67	28,27

Exutório	Q _{máx} (m ³ /s)		
	T _r = 10 anos	T _r = 50 anos	T _r = 100 anos
S47.1	5,10	6,69	7,35
S47.2	5,28	6,93	7,62
S48.1	22,68	29,82	32,84
S48.2	22,21	29,21	32,17
S49.1	1,16	1,51	1,66
S49.2	2,39	3,14	3,45
S50.1	23,16	30,46	33,55
S51.1	18,18	23,84	26,23
S51.2	14,00	18,40	20,26
S52.1	15,01	19,78	21,79
S52.2	14,67	19,34	21,31
S52.3	12,18	16,06	17,70
S52.4	11,39	15,03	16,57
S53.1	152,06	199,93	220,17
S54.1	13,50	17,75	19,55
S55.1	1,19	1,56	1,71
S56.1	0,91	1,19	1,31
S57.1	3,23	4,22	4,64
S58.1	5,47	7,17	7,89
S59.1	10,40	13,65	15,03
S60.1	13,59	17,84	19,64
S60.2	12,26	16,10	17,73
S61.1	8,08	10,63	11,71
S62.1	5,80	7,58	8,34
S62.2	7,82	10,25	11,28
S63.1	11,73	15,43	16,99
S63.2	13,01	17,11	18,84
S64.1	5,73	7,51	8,26
S64.2	6,33	8,30	9,13
S65.1	16,56	21,77	23,97
S65.2	15,32	20,15	22,19
S66.1	9,48	12,43	13,68
S66.2	8,61	11,30	12,44
S67.1	20,23	26,61	29,30
S67.2	25,11	33,03	36,38
S67.3	25,46	33,50	36,90
S68.1	17,00	22,41	24,70
S69.1	4,73	6,20	6,82
S70.1	13,89	18,22	20,05
S70.2	10,55	13,85	15,25
S70.3	7,40	9,74	10,73
S71.1	1,15	1,51	1,66

Exutório	Q _{máx} (m ³ /s)		
	T _r = 10 anos	T _r = 50 anos	T _r = 100 anos
S72.1	1,17	1,53	1,69
S73.1	10,76	14,19	15,63
S74.1	8,46	11,09	12,20
S75.1	3,48	4,55	5,01
S76.1	4,28	5,60	6,16
S77.1	8,15	10,68	11,75
S78.1	6,71	8,80	9,69

Em reuniões com a SHS, CERISO e Agente Técnico do FEHIDRO, foi determinado por este que os coeficientes C₂ devem ter valores mínimos diferentes dos apresentados, pela SHS na Tabela 4 e que o coeficiente não seja obtido por média ponderada. Assim, o método I-PAI-WU foi refeito analisando-se a mancha urbana de cada sub-bacia apresentada e atribuindo os valores descritos na Tabela 7 para as mesmas.

Devido ao acréscimo e subdivisão de bacias no município, quando da versão inicial do presente relatório e da versão revisada, houve grande variação na numeração das seções, de modo que somente algumas seções apresentadas anteriormente poderão ser comparadas quanto aos novos valores de C₂ e, respectivamente, suas vazões.

Os valores dos coeficientes para cada sub-bacia e os resultados da aplicação do método I-PAI-WU com valores de C₂ corrigidos para cada sub-bacia hidrográfica são apresentados no Anexo 9.

Tabela 7 - Valores mínimos do coeficiente C₂ corrigidos

Uso do solo	Classe de cobertura do solo	Valor de C ₂
Áreas florestadas	Permeabilidade muito alta	0,30
Zona Rural	Permeabilidade alta	0,40
Zona Suburbana	Permeabilidade média	0,60
Zona Urbana	Permeabilidade baixa ou muito baixa	0,80

Fonte: Adaptado de São Paulo (2005) e Tomaz (2010).

Assim, os resultados da aplicação do método I-PAI-WU para as bacias hidrográficas dos córregos Nhó-tó, córrego Poço Fundo, córrego do Barreiro, córrego do Colégio, córrego do Retiro, ribeirão Iperó-mirim, Ribeirão Jundiacanga e demais

curtos d'água nas seções de interesse, para diferentes tempos de retorno (T_r), passam a ter os valores mostrados na Tabela 8.

Tabela 8 – Vazões máximas obtidas com coeficiente C_2 corrigido WU - cenário atual

Exutório	C_2 corrigido	Q _{máx} (m ³ /s)		
		Tr = 10 anos	Tr = 50 anos	Tr = 100 anos
S1.1	0,50	25,53	33,51	36,89
S1.2	0,50	22,88	30,10	33,15
S2.1	0,50	11,15	14,60	16,06
S3.1	0,40	11,67	15,30	16,84
S4.1	0,50	23,39	30,66	33,74
S4.2	0,50	19,37	25,45	28,01
S5.1	0,50	35,96	47,31	52,10
S5.2	0,50	33,05	43,53	47,96
S6.1	0,50	6,19	8,10	8,91
S7.1	0,50	69,36	91,10	100,16
S8.1	0,40	23,88	31,39	34,57
S8.2	0,40	24,66	32,47	35,78
S8.3	0,40	22,36	29,47	32,47
S9.1	0,50	12,47	16,37	18,02
S10.1	0,40	24,63	32,47	35,79
S11.1	0,50	58,83	77,57	85,49
S11.2	0,50	58,11	76,61	84,43
S12.1	0,40	11,23	14,72	16,19
S12.2	0,50	17,58	23,09	25,43
S12.3	0,50	18,18	23,89	26,31
S13.1	0,50	81,72	107,64	118,60
S13.2	0,50	74,40	98,06	108,06
S13.3	0,50	67,44	88,94	98,03
S14.1	0,40	8,51	11,16	12,27
S14.2	0,40	9,16	12,01	13,21
S15.1	0,50	70,31	92,72	102,20
S15.2	0,50	71,13	93,80	103,38
S16.1	0,60	5,12	6,70	7,37
S17.1	0,50	16,25	21,33	23,47
S17.2	0,50	20,24	26,53	29,19
S18.1	0,60	6,66	8,71	9,58
S19.1	0,60	3,94	5,16	5,67
S20.1	0,60	2,18	2,84	3,13
S21.1	0,60	3,32	4,34	4,77
S22.1	0,50	22,68	29,75	32,74
S23.1	0,40	2,13	2,78	3,06
S24.1	0,50	68,97	91,55	101,10
S25.1	0,40	2,47	3,23	3,55
S26.1	0,60	2,90	3,78	4,16
S26.2	0,60	8,84	11,57	12,72
S27.1	0,50	8,92	11,67	12,83
S28.1	0,50	13,15	17,26	18,99

Exutório	C ₂ corrigido	Q _{máx} (m ³ /s)		
		Tr = 10 anos	Tr = 50 anos	Tr = 100 anos
S28.2	0,50	18,86	24,77	27,27
S28.3	0,50	22,54	29,62	32,62
S28.4	0,50	22,86	30,54	33,09
S29.1	0,60	15,35	20,11	22,12
S29.2	0,60	14,75	19,33	21,27
S30.1	0,60	8,41	11,12	12,12
S31.1	0,60	22,76	29,83	32,82
S32.1	0,50	11,68	15,30	16,83
S32.2	0,50	13,40	17,57	19,33
S32.3	0,50	12,68	16,64	18,31
S33.1	0,60	20,94	27,46	30,22
S34.1	0,60	34,43	45,17	49,72
S34.2	0,60	31,56	41,43	45,60
S35.1	0,50	11,57	15,17	16,69
S36.1	0,60	43,87	57,59	63,39
S37.1	0,50	5,98	7,84	8,62
S37.2	0,50	9,24	12,10	13,30
S37.3	0,50	9,10	11,93	13,12
S37.4	0,50	10,90	14,28	15,72
S37.5	0,50	11,76	15,43	16,98
S38.1	0,60	40,72	53,61	59,05
S39.1	0,50	32,32	42,55	46,88
S40.1	0,40	42,25	55,61	61,25
S40.2	0,40	45,45	59,97	66,11
S41.1	0,50	1,84	2,41	2,65
S42.1	0,40	40,49	53,44	58,92
S43.1	0,40	6,53	8,56	9,42
S44.1	0,40	15,38	20,18	22,21
S44.2	0,40	21,93	28,77	31,66
S44.3	0,40	24,07	31,63	34,83
S45.1	0,40	8,00	10,49	11,55
S46.1	0,40	27,45	36,08	39,73
S46.2	0,40	26,04	34,24	37,70
S47.1	0,40	6,80	8,91	9,81
S47.2	0,40	7,06	9,26	10,19
S48.1	0,40	30,26	39,79	43,82
S48.2	0,39	28,90	38,00	41,85
S49.1	0,40	1,57	2,06	2,26
S49.2	0,40	3,31	4,35	4,78
S50.1	0,40	31,03	40,81	44,94
S51.1	0,40	25,17	33,00	36,31
S51.2	0,40	19,27	25,33	27,89
S52.1	0,40	20,28	26,73	29,46
S52.2	0,40	19,88	26,20	28,87
S52.3	0,40	16,46	21,70	23,92
S52.4	0,40	15,39	20,30	22,38
S53.1	0,40	208,18	273,73	301,44

Exutório	C ₂ corrigido	Q _{máx} (m ³ /s)		
		Tr = 10 anos	Tr = 50 anos	Tr = 100 anos
S54.1	0,40	18,49	24,31	26,77
S55.1	0,40	1,59	2,07	2,28
S56.1	0,40	1,22	1,59	1,75
S57.1	0,40	4,30	5,63	6,19
S58.1	0,40	7,24	9,48	10,43
S59.1	0,40	14,20	18,64	20,51
S60.1	0,40	18,47	24,24	26,68
S60.2	0,40	16,68	21,91	24,12
S61.1	0,40	11,11	14,61	16,09
S62.1	0,50	8,96	11,72	12,88
S62.2	0,50	11,65	15,27	16,80
S63.1	0,40	15,42	20,28	22,33
S63.2	0,40	17,15	22,54	24,82
S64.1	0,40	7,64	10,01	11,02
S64.2	0,50	10,38	13,60	14,97
S65.1	0,40	21,80	28,66	31,55
S65.2	0,40	20,20	26,57	29,26
S66.1	0,50	15,69	20,57	22,63
S66.2	0,50	14,15	18,56	20,43
S67.1	0,40	26,65	35,05	38,60
S67.2	0,50	40,15	52,83	58,19
S67.3	0,50	39,69	52,23	57,53
S68.1	0,50	26,31	34,69	38,23
S69.1	0,40	6,39	8,37	9,22
S70.1	0,40	19,14	25,10	27,63
S70.2	0,40	14,32	18,81	20,70
S70.3	0,50	11,38	14,98	16,50
S71.1	0,40	1,54	2,01	2,21
S72.1	0,40	1,56	2,05	2,25
S73.1	0,40	14,61	19,25	21,21
S74.1	0,40	11,63	15,24	16,77
S75.1	0,40	5,10	6,67	7,33
S76.1	0,40	6,49	8,49	9,34
S77.1	0,40	11,39	14,93	16,42
S78.1	0,40	9,24	12,11	13,33

6.1.4.2 Método Racional

O método racional pode ser utilizado em bacias com áreas inferiores a 2 km². É, portanto, adequado para o cálculo de redes de drenagem de águas pluviais. Porém, o método é inadequado para bacias maiores e mais complexas, pois não representa importantes variáveis hidrológicas, dentre elas armazenamento de água no solo e variações de intensidade da precipitação (PAIVA e PAIVA, 2001).

Para a verificação da condição rede de microdrenagem foi utilizando o método racional (Equação 8).

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3,6 \times 10^6}$$

Equação 8

Onde:

Q: vazão (m³/s);

C: coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

A: área de contribuição (m²);

I: intensidade de chuva (mm/h).

O parâmetro C foi determinado analisando-se a mancha urbana de cada microbacia. A cobertura do solo foi dividida em cinco classes, de acordo com a sua permeabilidade, descritos na Tabela 9. Para cada cobertura do solo (ou classe), atribui-se um valor de C, segundo valores apresentados por Paiva e Paiva (2001) e Tucci et al. (1995) e São Paulo (2005).

Tabela 9 – Valores do coeficiente C

Característica da superfície	Classe de cobertura do solo	Valor de C
Áreas de florestas e vegetação densa	Permeabilidade muito alta	0,20
Áreas gramadas e solo exposto	Permeabilidade alta	0,30
Áreas residenciais, de baixa densidade de ocupação	Permeabilidade média	0,50
Áreas residenciais, de média a alta densidade de ocupação	Permeabilidade baixa	0,70
Áreas impermeáveis de regiões centrais, vias e telhados	Permeabilidade muito baixa	0,90

Fonte: adaptado de Paiva e Paiva (2001) e Tucci et al. (1995) e São Paulo (2005).

A aplicação do método racional requer que a duração da chuva seja igual ao tempo de concentração. O Tc para microbacias deve ser igual a 10 minutos (TUCCI et al., 1995). Portanto, para Tc=10 minutos e Tr de 25 anos, a intensidade de chuva é de 140,99 mm/h.

6.2 Estudos Hidráulicos

6.2.1 Hidráulica de canais

O escoamento em superfície livre pode ser permanente e não permanente. O escoamento em regime permanente uniforme pode ser representado pela equação de Manning (PORTO et al., 1998), Equação 9.

Para trecho em canal longo

$$Q = \frac{\sqrt{S_0}}{n} A \cdot Rh^{2/3}$$

Equação 9

Onde:

- h: nível de água no canal (m);
- B: largura do canal ao nível de água máximo (m);
- m: inclinação das paredes do canal trapezoidal (horizontal/vertical)
- A: área molhada (m²);
- P: Perímetro molhado (m);
- Rh: Raio Hidráulico (m) = A/P;
- Q: vazão (m³/s);
- S₀: declividade do canal (m/m);
- n: rugosidade de Manning;
- L: Comprimento da Travessia (m);
- Ø ou D: diâmetro da tubulação (m);

A partir dos dados de levantamentos de campo foram verificados os trechos dos canais existentes para vazões com diferentes períodos de retorno. O preenchimento na cor verde indica que o trecho atende à demanda hidrológica para o período de retorno em questão. A cor vermelha indica que o trecho não atende.

O resumo dos resultados é apresentado na Tabela 10 e Anexo 8, onde a primeira coluna apresenta, para o trecho correspondente, a vazão no canal sem transbordamento. A memória de cálculo completa, incluindo a descrição da localização dos trechos, pode ser consultada no Anexo 10.

Tabela 10 – Resumo da hidráulica dos canais – cenário atual

Trecho	Q _{max} (m ³ /s)	Q (m ³ /s)		
		Tr = 10 anos	Tr = 50 anos	Tr = 100 anos
1	0,83	18,86	24,77	27,27
2	0,88	9,24	12,10	13,30
3	2,37	9,10	11,93	13,12
4	1,41	14,75	19,33	21,28
5	0,64	12,68	16,64	18,31
6	31,25	11,57	15,17	16,69

6.2.2 Hidráulica de pontes, travessias e bueiros

São verificados os efeitos das travessias (pontes) existentes ao longo dos canais para vazões com diferentes períodos de retorno. As travessias foram verificadas quanto aos efeitos de estreitamento e alargamento e possibilidade de transbordamento. A verificação das travessias foi realizada utilizando-se as Equações 10 a 14, que advém da equação de Bernoulli (PORTO et al., 1998) generalizada, para os casos de estreitamento e alargamento.

Para trecho de estreitamento ou alargamento

$$E_1 = E_2 + \Delta h$$

Equação 10

sendo:

$$E = y^2 + \frac{V^2}{2g}$$

Equação 11

e:

$$\Delta h = 0,1 \times \frac{V_2^2}{2g}$$

Equação 12

Portanto, para canais retangulares:

$$y_1^2 + \frac{(V_1 \times B_1 \times y_1)^2}{2g \times (B_1 \times y_1)^2} = y_2^2 + \frac{(V_2 \times B_2 \times y_2)^2}{2g \times (B_2 \times y_2)^2} + 0,1 \times \frac{(V_2 \times B_2 \times y_2)^2}{2g \times (B_2 \times y_2)^2}$$

Equação 13

Onde:

g: aceleração da gravidade = 9,81 m/s²;

B₁: largura do canal à montante da ponte (m);

B₂: largura do canal sob a ponte (m);

V₁: velocidade da água à montante da travessia (m²/s);

V₂: velocidade da água sob a travessia (m²/s);

y₁: nível de água à montante da travessia (m);

y₂: nível de água sob a travessia (m).

Para os casos de afogamento da travessia e seções circulares, utilizou-se a Equação 14. Para seções circulares, a variável “b” é definida em função de uma área equivalente à área molhada da travessia.

Para orifício de grandes dimensões

$$Q = \frac{2}{3} C_d \sqrt{2g} \times b \left(h_2^{\frac{3}{2}} - h_1^{\frac{3}{2}} \right)$$

Equação 14

Onde:

Q: vazão (m³/s);

g: aceleração da gravidade = 9,81 m/s²;

b: largura da ponte (m);

C_d: coeficiente de descarga;

h₁: nível de água à montante da travessia (m);

h₂: nível de água sob a travessia (m).

Foram verificadas as travessias existentes para diferentes períodos de retorno. O preenchimento na cor verde indica que a travessia atende sem afogamento à demanda hidrológica para o período de retorno em questão. A cor vermelha indica que o trecho não atende à demanda hidrológica para o período de retorno em questão.

O resumo dos resultados é apresentado na Tabela 11 e Anexo 8, onde a primeira coluna apresenta, para a travessia correspondente, a vazão máxima sem transbordamento. A memória de cálculo completa pode ser consultada no Anexo 11.

Tabela 11 – Resumo da hidráulica das travessias – cenário atual

Travessia	Q _{máx} (m ³ /s)	Q (m ³ /s)		
		Tr=10 anos	Tr=50 anos	Tr=100 anos
1	173,55	25,53	33,51	36,89
2	19,45	33,05	43,53	47,96
3	39,45	24,66	32,47	35,78
4	12,03	12,47	16,37	18,02
5	6,79	58,11	76,61	84,43
6	7,43	11,23	14,72	16,19
7	21,54	17,58	23,09	25,43
8	78,03	17,58	23,09	25,43
9	6,04	18,18	23,89	26,31
10	162,57	81,72	107,64	118,60
11	39,90	74,40	98,06	108,06
12	1,85	16,25	21,33	23,47
13	0,37	18,86	24,77	27,27
14	14,42	22,54	29,62	32,62
15	0,57	5,98	7,84	8,62
16	0,37	9,24	12,10	13,30
17	0,37	9,10	11,93	13,12
18	1,13	10,90	14,28	15,72
19	0,37	15,35	20,11	22,12
20	1,61	15,35	20,11	22,12
21	2,20	8,41	11,02	12,12
22	1,13	22,76	29,83	32,82
23	1,10	11,68	15,30	16,83
24	1,70	13,40	17,57	19,33
25	1,10	12,68	16,64	18,31
26	2,52	12,68	16,64	18,31
27	2,17	34,43	45,17	49,72
28	4,68	11,57	15,17	16,69
29	2,20	11,57	15,17	16,69
30	9,64	42,25	55,61	61,25
31	80,97	45,45	59,97	66,11
32	1,15	1,84	2,41	2,65
33	3,69	6,53	8,56	9,42
34	9,61	21,93	26,77	31,66
35	52,57	24,07	31,63	34,83
36	40,51	8,00	10,49	11,55
37	7,75	6,80	8,91	9,81
38	1,19	1,57	2,06	2,26
39	2,65	8,96	11,72	12,88
40	14,42	7,64	10,01	11,02
41	9,61	15,69	20,57	22,63
42	60,88	40,15	52,83	58,19
43	23,52	39,69	52,23	57,53
44	2,60	14,32	18,81	20,70
45	-	-	-	-
46	0,42	5,98	7,84	8,62

Travessia	Q _{máx} (m ³ /s)	Q (m ³ /s)		
		Tr=10 anos	Tr=50 anos	Tr=100 anos
47	-	-	-	-
48	99,48	71,13	93,80	103,38
49	70,13	20,24	26,53	29,19
50	124,03	68,97	91,55	101,10
51	0,75	2,90	3,78	4,16
52	20,04	16,46	21,70	23,92
53	10,55	19,27	25,33	27,89
54	12,79	20,80	26,73	29,46
55	0,42	25,17	33,00	36,31
56	18,15	19,14	25,10	27,62
57	1,32	23,88	31,99	34,57

6.3 Rede de drenagem de águas pluviais

A análise da condição hidráulica da rede de drenagem de águas pluviais, também denominada por sistema de microdrenagem, composta por sarjetas, bocas de lobo, tubulações e poços de visita, foi feita para vazões com período de retorno (Tr) de 25 anos (PAIVA e PAIVA, 2001 e TUCCI et al., 1991).

O traçado da rede de microdrenagem, identificação e localização dos componentes do sistema são apresentados no Anexo 12. A verificação dos trechos da rede foi realizada utilizando-se a Equação 9 e apresenta-se no Anexo 13.

7. Análise do cenário futuro

A análise do cenário futuro é feita para verificação das condições das estruturas hidráulicas existentes frente ao crescimento populacional e urbanização futura das áreas de estudo, alteração dos índices de ocupação e do grau de permeabilidade do solo, que por sua vez, produzem aumento das vazões máximas.

As áreas de expansão e áreas passíveis de ocupação do solo por edificações futuras foram definidas por meio de consulta ao Plano Diretor. Para simulação do cenário futuro foi alterado o parâmetro C_2 , da Equação 4, baseado no zoneamento municipal, descrito no Plano Diretor, que representa o uso e ocupação do solo pretendido para cada bacia hidrográfica.

O termo uso e ocupação do solo, por definição, é um conceito que relaciona as atividades realizadas em um determinado local, com a forma que diferentes tipos de edificações ocupam a mesma.

O zoneamento urbano delimita regiões de acordo com a ocupação mais atuante de cada uma, levando em consideração a concentração das estruturas e da população que as utiliza. O zoneamento representa não somente a situação atual (cenário atual) do município, mas também a situação planejada futuramente (cenário futuro), previsto no plano diretor.

Dessa forma, o uso e ocupação do solo e o zoneamento urbano norteiam a permissão e o porte das construções, visando um melhor controle do crescimento do município e a otimização de sua infraestrutura.

Os critérios de projetos e obras para novos loteamentos relacionados à drenagem de águas pluviais, tais como o uso de dispositivos de controle de escoamento superficial, preservação de áreas permeáveis e técnicas compensatórias de drenagem são representados pela definição dos coeficientes de escoamento superficial, de modo que representem os efeitos da urbanização da bacia hidrográfica de forma moderada.

Os princípios de controle de produção de escoamento superficial e da ampliação das vazões de pico seguem as diretrizes citadas em BRASIL (2012), em que novos empreendimentos não podem agravar ou comprometer as condições de funcionamento existente.

7.1 Estudos Hidrológicos

7.1.1 Método I-PAI-WU

Os valores de C_2 adotados para cada zona foram definidos conforme critérios estabelecidos em Araçoiaba da Serra (2006). As características de cada zona, no que se refere à hidrologia e drenagem de águas pluviais, são descritas resumidamente a seguir:

- Zona Industrial (Zona 1): tem como diretrizes fomentar implantação de atividades industriais e comércios atacadistas; impedir o parcelamento para fins residenciais;
- Zona Central (Zona 2): área central consolidada. Tem como diretrizes resolver problemas de saturação da infraestrutura; estabelecer regras para adensamento e renovação urbana, incentivar a diversidade de uso da região;
- Zona Predominantemente Residencial (Zona 3): área predominantemente residencial, de médio padrão de ocupação e densidade demográfica. Tem como diretrizes manter características predominantemente residências;
- Zona Residencial Mista (Zona 4): área de uso misto com potencial médio de adensamento. Tem como diretrizes evitar adensamento inadequado; evitar o estrangulamento da infraestrutura; permitir a diversidades de uso;
- Zona de Chácaras (Zona 5): área estritamente residencial, com potencial de adensamento baixo. Tem como diretrizes manter a qualidade do espaço urbano estritamente residencial;
- Corredor de Comércio e Serviços (Zona 3): Vias de uso comercial e serviços. Tem como diretrizes fomentar a implantação de atividades comerciais, indústrias de pequeno porte e de serviços;
- Corredor de Comércio e Indústria (Zona 1): Vias de uso comercial, industrial e de serviços. Tem como diretrizes fomentar a implantação de atividades industriais, comerciais e de serviço.

Os valores do coeficiente C_2 definidos pelas características de uso são apresentados na Tabela 12. Esses valores foram utilizados para calcular os C_2

ponderados das sub-bacias estudadas, apresentados na Tabela 13. A localização dos pontos de interesse (seções hidrológicas) é apresentada no Anexo 8.

Tabela 12 – Valores de C_2 para Zoneamento Urbano

Código da Zona	C_2	Descrição do zoneamento
Zona 1	0,80	Zona Industrial, Corredor de Comércio e Indústria
Zona 2	0,70	Zona Central, Corredor de Comércio e Serviços
Zona 3	0,50	Zona Predominantemente Residencial
Zona 4	0,30	Zona Residencial Mista
Zona 5	0,25	Zona de Chácaras

Tabela 13 – Parâmetros C_2 para aplicação do I-PAI-WU – cenário futuro

Exutório	C_2 (cenário atual)	C_2 (cenário futuro)
S1.1	0,50	0,70
S1.2	0,50	0,70
S2.1	0,50	0,70
S3.1	0,40	0,70
S4.1	0,50	0,70
S4.2	0,50	0,70
S5.1	0,50	0,70
S5.2	0,50	0,70
S6.1	0,50	0,70
S7.1	0,50	0,70
S8.1	0,40	0,70
S8.2	0,40	0,70
S8.3	0,40	0,70
S9.1	0,50	0,80
S10.1	0,40	0,80
S11.1	0,50	0,80
S11.2	0,50	0,80
S12.1	0,40	0,80
S12.2	0,50	0,80
S12.3	0,50	0,70
S13.1	0,50	0,80
S13.2	0,50	0,80
S13.3	0,50	0,80
S14.1	0,40	0,80
S14.2	0,40	0,80
S15.1	0,50	0,80
S15.2	0,50	0,70
S16.1	0,60	0,80
S17.1	0,50	0,80
S17.2	0,50	0,80
S18.1	0,60	0,80
S19.1	0,60	0,80
S20.1	0,60	0,80
S21.1	0,60	0,80
S22.1	0,50	0,80
S23.1	0,40	0,80

Exutório	C₂ (cenário atual)	C₂ (cenário futuro)
S24.1	0,50	0,60
S25.1	0,40	0,80
S26.1	0,60	0,80
S26.2	0,60	0,80
S27.1	0,50	0,80
S28.1	0,50	0,80
S28.2	0,50	0,80
S28.3	0,50	0,80
S28.4	0,50	0,80
S29.1	0,60	0,80
S29.2	0,60	0,80
S30.1	0,60	0,80
S31.1	0,60	0,80
S32.1	0,50	0,80
S32.2	0,50	0,80
S32.3	0,50	0,80
S33.1	0,60	0,80
S34.1	0,60	0,70
S34.2	0,60	0,80
S35.1	0,50	0,80
S36.1	0,60	0,80
S37.1	0,50	0,80
S37.2	0,50	0,80
S37.3	0,50	0,80
S37.4	0,50	0,80
S37.5	0,50	0,80
S38.1	0,60	0,60
S39.1	0,50	0,60
S40.1	0,40	0,60
S40.2	0,40	0,60
S41.1	0,50	0,60
S42.1	0,40	0,60
S43.1	0,40	0,60
S44.1	0,40	0,60
S44.2	0,40	0,60
S44.3	0,40	0,60
S45.1	0,40	0,60
S46.1	0,40	0,60
S46.2	0,40	0,60
S47.1	0,40	0,60
S47.2	0,40	0,60
S48.1	0,40	0,60
S48.2	0,39	0,60
S49.1	0,40	0,60
S49.2	0,40	0,60
S50.1	0,40	0,60
S51.1	0,40	0,50
S51.2	0,40	0,50
S52.1	0,40	0,60

Exutório	C₂ (cenário atual)	C₂ (cenário futuro)
S52.2	0,40	0,60
S52.3	0,40	0,60
S52.4	0,40	0,60
S53.1	0,40	0,60
S54.1	0,40	0,50
S55.1	0,40	0,60
S56.1	0,40	0,60
S57.1	0,40	0,60
S58.1	0,40	0,60
S59.1	0,40	0,60
S60.1	0,40	0,60
S60.2	0,40	0,60
S61.1	0,40	0,60
S62.1	0,50	0,60
S62.2	0,50	0,60
S63.1	0,40	0,60
S63.2	0,40	0,60
S64.1	0,40	0,60
S64.2	0,50	0,60
S65.1	0,40	0,60
S65.2	0,40	0,60
S66.1	0,50	0,60
S66.2	0,50	0,60
S67.1	0,40	0,60
S67.2	0,50	0,70
S67.3	0,50	0,80
S68.1	0,50	0,60
S69.1	0,40	0,60
S70.1	0,40	0,60
S70.2	0,40	0,60
S70.3	0,50	0,60
S71.1	0,40	0,60
S72.1	0,40	0,60
S73.1	0,40	0,50
S74.1	0,40	0,60
S75.1	0,40	0,60
S76.1	0,40	0,60
S77.1	0,40	0,60
S78.1	0,40	0,50

Os resultados da aplicação do método I-PAI-WU para a bacia hidrográfica do córrego Nhó-tó, córrego Poço Fundo, córrego do Barreiro, córrego do Colégio, córrego do Retiro, ribeirão Iperó-mirim, Ribeirão Jundiacanga e seções de interesse, para diferentes tempos de retorno (Tr), são mostrados no Anexo 14.

7.2 Estudos Hidráulicos

7.2.1 Hidráulica de canais

O resumo dos resultados dos estudos hidráulicos dos canais é apresentado na Tabela 14, onde na primeira coluna são apresentadas as vazões máximas nos trechos e nas demais as vazões para diversos períodos de retorno. A memória de cálculo completa pode ser consultada no Anexo 10.

Tabela 14 – Resumo da hidráulica dos canais – cenário futuro

Trecho	Q _{máx} (m ³ /s)	Q (m ³ /s)		
		Tr=10 anos	Tr=50 anos	Tr=100 anos
1	0,83	30,18	39,63	43,67
2	0,88	14,78	19,35	21,29
3	2,37	14,56	19,08	21,00
4	1,41	19,67	25,78	28,36
5	0,64	20,29	26,62	29,30
6	31,25	18,51	24,27	26,71

7.2.2 Hidráulica de pontes, travessias e bueiros

O resumo dos resultados dos estudos hidráulicos das travessias é apresentado na Tabela 15 e Anexo 8. A memória de cálculo completa pode ser consultada no Anexo 11.

Tabela 15 – Resumo da hidráulica das travessias – cenário futuro

Travessia	Q _{máx} (m ³ /s)	Q (m ³ /s)		
		Tr=10 anos	Tr=50 anos	Tr=100 anos
1	173,55	35,75	46,92	51,64
2	19,45	44,40	58,48	64,44
3	39,45	43,15	56,83	62,61
4	12,03	19,95	26,19	28,82
5	6,79	92,97	122,58	135,10
6	7,43	22,21	29,11	32,03
7	21,54	28,13	36,95	40,68
8	78,03	28,13	36,95	40,68
9	6,04	25,46	33,45	36,83
10	162,57	130,76	172,23	189,76
11	39,90	119,05	156,90	172,90
12	1,85	26,00	34,12	37,56
13	0,37	30,18	39,63	43,63
14	14,42	36,06	47,40	52,19
15	0,57	9,57	12,54	13,80
16	0,37	14,78	19,35	21,29
17	0,37	14,56	19,08	21,00
18	1,13	17,44	22,85	25,15
19	0,37	20,47	26,81	29,50
20	1,61	20,47	26,81	29,50

Travessia	Q _{máx} (m ³ /s)	Q (m ³ /s)		
		Tr=10 anos	Tr=50 anos	Tr=100 anos
21	2,20	11,21	14,69	16,17
22	1,13	30,35	39,77	43,76
23	1,10	18,70	24,48	26,93
24	1,70	21,44	28,11	30,92
25	1,10	20,29	26,62	29,30
26	2,52	20,29	26,62	29,30
27	2,17	72,52	95,16	104,73
28	4,68	18,51	24,27	26,71
29	2,20	18,51	24,27	26,71
30	9,64	63,38	83,41	91,88
31	80,97	68,18	89,96	99,17
32	1,15	2,21	2,89	3,18
33	3,69	9,80	12,85	14,14
34	9,61	32,89	43,16	47,50
35	52,57	48,14	47,45	52,24
36	40,51	12,01	15,74	17,32
37	7,75	10,20	13,37	14,71
38	1,19	2,36	3,09	3,40
39	2,65	10,75	14,06	15,48
40	14,42	7,64	10,01	11,02
41	9,61	15,69	20,57	22,63
42	60,88	56,22	73,96	81,46
43	23,52	63,50	83,57	92,05
44	2,60	21,48	28,21	31,05
45	-	-	-	-
46	0,42	9,57	12,54	13,80
47	-	-	-	-
48	99,48	99,58	131,32	144,73
49	70,13	32,39	42,45	46,70
50	124,03	82,77	109,86	121,32
51	0,75	3,86	5,05	5,55
52	20,04	24,68	32,55	35,88
53	10,55	24,09	31,66	34,86
54	12,79	30,43	40,10	44,18
55	0,42	31,46	41,25	45,39
56	18,15	28,71	37,65	41,44
57	1,32	41,79	54,94	60,50

7.3 Rede de drenagem de águas pluviais

A análise da condição hidráulica da rede de drenagem de águas pluviais para o cenário futuro fez-se por meio da alteração do coeficiente de escoamento superficial C das áreas propícias à urbanização.

Nesta análise são verificados os efeitos da ampliação de vazão em decorrência da urbanização de bacias para as estruturas existentes. A verificação dos trechos da rede para o cenário futuro apresenta-se no Anexo 15.

8. Resultados dos diagnósticos

Os resultados dos diagnósticos das situações atual e futura das áreas com problemas de drenagem de águas pluviais do município, os quais possibilitarão a indicação das soluções, são apresentados nos itens seguintes.

Os pontos considerados adequados não são citados, uma vez que não haverá proposição de ações ou medidas corretivas já foram tomadas.

As avaliações compreendidas por análises e simulações hidrológicas e hidráulicas, mapeamento de áreas inundáveis, levantamentos em campo e visitas técnicas, permitiram a apresentação no presente diagnóstico, dos problemas de drenagem de águas pluviais do município tanto para o cenário atual quanto para o cenário futuro, principalmente aqueles relacionados à macrodrenagem.

Os maiores problemas de drenagem de águas pluviais do município estão associados ao subdimensionamento das travessias e dos canais, havendo também problemas pontuais devido a ausência de estruturas de microdrenagem.

Os pontos P26, P41, P57 e P58 atendem às demandas atuais e futuras de vazão e, portanto, não são indicadas ações nestes locais.

Não foi verificada nenhuma interferência direta dos sistemas de drenagem urbana com o demais sistema de saneamento.

8.1 Ponto 1 – Rua Benedito Antunes Ribeiro

O “lago da garagem”, localizado à montante da Rua Benedito Antunes Ribeiro, no córrego Vacariu, no bairro Jardim Maria da Glória, encontra-se assoreado e com crescimento de vegetação. Também foi possível observar que as estruturas hidráulicas que compõem a travessia da Rua Benedito Antunes Ribeiro estão obstruídas, reduzindo a vazão de saída do lago, assim como as estruturas de drenagem (Figura 8).

Figura 8 – Travessia da rua Benedito Antunes Ribeiro (esquerda), boca de lobo assoreada (direita)



Fonte: SHS (2017).

A travessia sob a via tem capacidade de vazão de $1,70 \text{ m}^3/\text{s}$, inferior à calculada para o Tr de 100 anos ($19,33 \text{ m}^3/\text{s}$). Portanto, é necessária a substituição da seção da travessia ou a criação de estruturas de retenção no lago e o desassoreamento das estruturas e rede de drenagem existentes.

8.2 Ponto 2 – Rua Antonio Alves de Oliveira

A travessia na rua Antonio Alves Oliveira, no córrego Vacariu, bairro Jardim Maria da Glória, tem capacidade de vazão de $1,10 \text{ m}^3/\text{s}$ e o trecho do canal à montante do ponto suporta vazões de $0,64 \text{ m}^3/\text{s}$ sem a ocorrência de transbordamentos, ambos inferiores ao valor calculado para Tr de 100 anos ($18,31 \text{ m}^3/\text{s}$).

Por sua vez a travessia da avenida Manoel M. de Oliveira, à jusante do ponto, tem capacidade de vazão de $2,52 \text{ m}^3/\text{s}$, também inferior à calculada para Tr de 100 anos ($18,31 \text{ m}^3/\text{s}$).

Também é necessário apontar a existência de uma lagoa à jusante da travessia, a qual se encontra assoreada e com presença de vegetação (Figura 9), desse modo será indicado o alargamento da seção do canal ou a sua canalização, substituição da seção de ambas as travessias ou a criação de estruturas de retenção na lagoa e a limpeza e desassoreamento da mesma.

Figura 9 – Vista da rua Antonio Alves de Oliveira



Fonte: SHS (2017).

8.3 Ponto 3 – Rua Benedito Antunes Ribeiro

A travessia da Rua Benedito Antunes Ribeiro sobre o córrego sem denominação, afluente do córrego Vacariu, bairro Jardim Maria da Glória (Figura 10), tem capacidade de vazão de $0,37 \text{ m}^3/\text{s}$, inferior à calculada para T_r de 100 anos ($22,12 \text{ m}^3/\text{s}$). Foi observada a existência de um lago à montante da travessia, cujo talude apresentava umidade indicando a necessidade de inspeção e monitoramento da estrutura instalada.

Necessita-se substituição da seção da travessia ou a criação de estruturas de retenção no lago.

Figura 10 – Vista da rua Benedito Antunes Ribeiro



Fonte: SHS (2017).

8.4 Ponto 4 – Rua Benedito Antunes Ribeiro

Localizada à jusante do lago Alvorada e do Ponto 3, na Rua Benedito Antunes Ribeiro, bairro Jardim Maria da Glória, a travessia tem capacidade de vazão de 1,61 m³/s, inferior à calculada para Tr de 100 anos (22,12 m³/s).

Além disso, o lago encontra-se assoreado, com vertedor danificado e o lançamento à jusante da travessia não possui dissipador de energia, ocasionando erosão (Figura 11). Portanto, é necessária a substituição da seção da travessia ou a criação de estruturas de retenção no lago, o desassoreamento do lago, a manutenção de suas estruturas e a instalação de dissipadores de energia.

À jusante do local, o trecho do córrego sem nome suporta vazões de 1,41 m³/s sem a ocorrência de transbordamento, inferior à calculada para Tr de 100 anos (21,28 m³/s), sendo necessária o alargamento do canal ou sua canalização.

Figura 11 – Vertedor danificado (esquerda), erosão à jusante do lago Alvorada (direita)



Fonte: SHS (2017).

8.5 Ponto 5 – Avenida Lucas Nogueira Garcez

Localizada sobre córrego sem nome, afluente do córrego Vacariu, no loteamento Jardim Garret, a travessia da Avenida Lucas Nogueira Garcez (Figura 12) tem capacidade de vazão de 2,20 m³/s, inferior à calculada para Tr de 100 anos (12,12 m³/s).

Também foi observado que o lago à montante da travessia encontra-se assoreado, sendo necessária a sua limpeza e também a substituição da seção da travessia ou a criação de estruturas de retenção no lago.

Figura 12 – Vista da travessia da Avenida Lucas Nogueira Garcez



Fonte: SHS (2017).

8.6 Ponto 6 – Rua José Julio Costa Cabral Júnior

A travessia da Rua José Júlio Costa Cabral Júnior, localizada no afluente direito à montante do Lago Municipal (Figura 13), no loteamento Lago da Serra, tem capacidade de vazão de $1,13 \text{ m}^3/\text{s}$, inferior à calculada para T_r de 100 anos ($32,82 \text{ m}^3/\text{s}$). De modo que é necessária a substituição da seção da travessia.

Figura 13 – Vista da travessia da Rua José Julio Costa Cabral Jr



Fonte: SHS (2017).

8.7 Ponto 7 – Lago Municipal

À montante da Avenida Manoel Vieira, no loteamento Jardim Primavera, o Lago Municipal encontra-se entre a Rua Benedito da Silva e a Rua Capitão João P. de Oliveira (Figura 14). A travessia do córrego Vacariu sob a Avenida Manoel Vieira tem capacidade de vazão de 2,17 m³/s, inferior à calculada para Tr de 100 anos (49,72 m³/s).

Necessita-se substituição da seção da travessia ou a criação de estruturas de retenção no lago.

Figura 14 – Vista de jusante do Lago Municipal (esquerda), vista de montante (direita)



Fonte: SHS (2017).

8.8 Ponto 8 – Rua Ercília G. da Costa

A travessia da Rua Ercília G. da Costa sobre o córrego Nhó-Tó, localizada à montante do Lago Mizue, no residencial nova Araçoiaba, tem capacidade de vazão de 4,68 m³/s, enquanto que a travessia sob a rua José Paulino, à jusante do ponto, tem capacidade de vazão de 2,20 m³/s, ambas inferiores ao valor calculado para Tr de 100 anos (16,69 m³/s).

Por sua vez, o trecho do córrego delimitado pelas duas travessias suporta vazões de 31,25 m³/s sem a ocorrência de transbordamento, superior à calculada para Tr de 100 anos para cenário futuro (16,69 m³/s).

Desse modo é necessária a substituição da seção da travessia sob a Rua Ercília G. da Costa e a instalação de dissipadores de energia, também deve-se substituir a seção da travessia da Rua José Paulino ou a criar estruturas de retenção no lago localizado à montante da mesma.

Figura 15 – Vista da ciclovia e fundos das residências da rua Benedito Diogo da Silva



Fonte: SHS (2017).

8.9 Ponto 9 – Rua José Paulino

A Rua José Paulino, localizada no loteamento residencial Villa Real, não possui pavimento e nem sistema de microdrenagem. O passeio com calçamento existe em apenas um lado da via (Figura 16), sendo necessária a instalação de estruturas de rede de drenagem e conseqüentemente a pavimentação da via.

Figura 16 – Vista da Rua José Paulino



Fonte: SHS (2017).

8.10 Ponto 10 – Rua Oscar Domingues de Campos

Localizado entre as ruas Oscar Domingues de Campos e Antonio Pessuti, no Jardim Nossa Senhora Sallate, o córrego Poço Fundo encontra-se em área particular, com ocupação da APP e inundação das áreas de várzea (Figura 17).

O trecho do córrego entre as duas vias suporta vazões de 0,88 m³/s sem a ocorrência de transbordamentos, por sua vez, a travessia sob a rua Antonio Pessuti tem capacidade de vazão de 0,37 m³/s, ambas inferiores à calculada para Tr de 100 anos (13,30 m³/s).

Portanto, será necessária a substituição da seção da travessia, a adequação do trecho do canal do córrego, bem com a restauração da APP.

Figura 17 – Córrego Poço Fundo em propriedade particular



Fonte: SHS (2017).

8.11 Ponto 11 – Córrego Poço Fundo, jusante da Rua Oscar Domingues de Campos

Na Rua Oscar Domingues de Campos, no Jardim Nossa Senhora Sallette, um trecho do córrego Poço Fundo foi desviado do talvegue natural, para uma vala na lateral da mesma (Figura 18). Ao longo desta há ocupação da APP e inundação de chácaras em cotas inferiores às cotas da via..

A travessia sob a rua Oscar Domingues de Campos tem capacidade de vazão de 0,57 m³/s, inferior à calculada para Tr de 100 anos (8,62 m³/s), de modo que é necessária a substituição da seção da travessia.

Figura 18 – Córrego Poço Fundo, na rua Oscar Domingues de Campos



Fonte: SHS (2017).

8.12 Ponto 12 – Córrego Poço Fundo, jusante da Rua Antonio Pessuti

Da mesma forma que no ponto anterior, entre as ruas Antonio Pessuti e Daniel Vieira Rodrigues, no Jardim Nossa Senhora Sallete, o córrego Poço Fundo foi canalizado em área privativa com ocupação da APP e inundação das áreas de várzea (Figura 19).

Este trecho do córrego suporta vazões de $0,88 \text{ m}^3/\text{s}$ sem a ocorrência de transbordamentos, por sua vez, a travessia sob a rua Daniel Vieira Rodrigues tem capacidade de vazão de $0,37 \text{ m}^3/\text{s}$, ambas inferiores à calculada para Tr de 100 anos ($13,12 \text{ m}^3/\text{s}$).

Figura 19 – Córrego Poço Fundo canalizado em propriedade particular



Fonte: SHS (2017).

Necessita-se a substituição da seção da travessia, do canal do córrego e da restauração da APP.

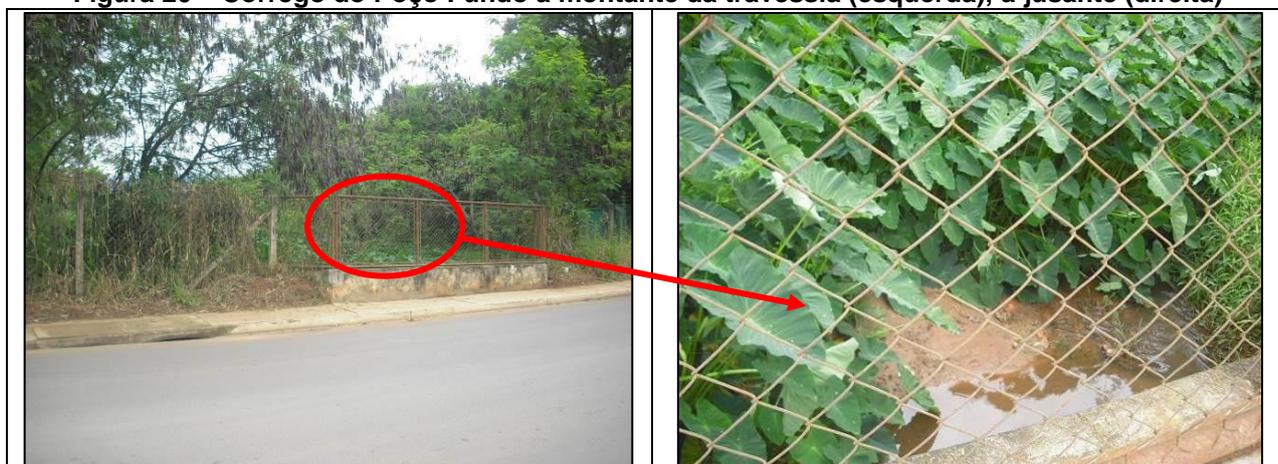
8.13 Ponto 13 – Travessia da estrada Irmã Theoberta

A travessia da estrada Irmã Theoberta (Estrada do rio Verde) sobre o córrego Poço Fundo, próximo ao Horto Florestal Carmem de Oliveira Pinto (Figura 20), no Jardim Nossa Senhora Sallete, tem capacidade de vazão de 1,13 m³/s, inferior à calculada para Tr de 100 anos (15,72 m³/s).

À montante da travessia, há assoreamento e transbordamento do lago utilizado por um pescueiro (Figura 21), o processo é agravado pela ausência de estruturas de drenagem e de pavimentação nas vias das áreas à montante.

Desse modo é necessária substituição da seção da travessia ou a criação de estruturas de retenção no lago, instalação de estruturas e rede de drenagem nas vias das áreas à montante e adequação da estruturas existentes no local.

Figura 20 – Córrego do Poço Fundo à montante da travessia (esquerda), à jusante (direita)



Fonte: SHS (2017).

Figura 21 – Vista do pesqueiro, à montante da travessia



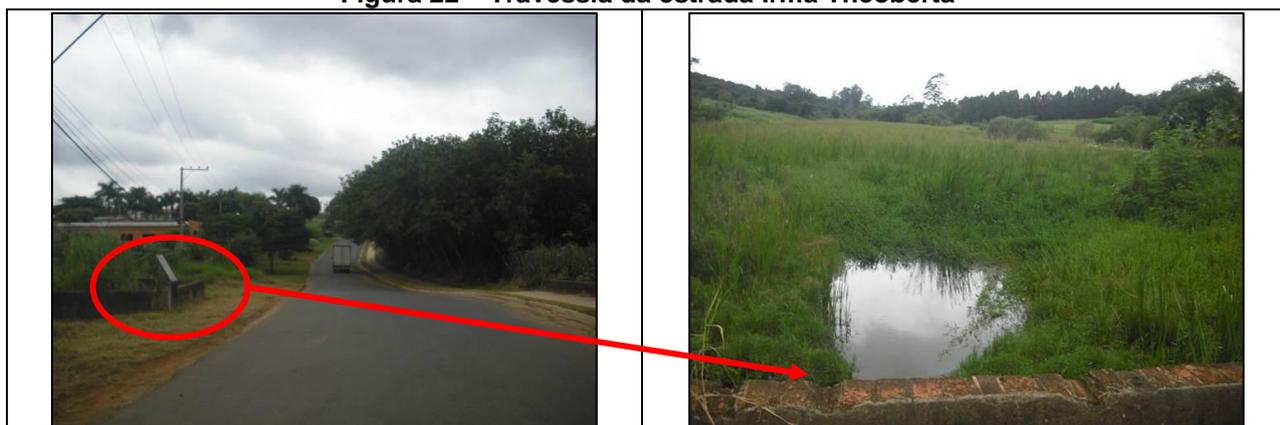
Fonte: SHS (2017).

8.14 Ponto 14 – Travessia da estrada Irmã Theoberta

Na estrada Irmã Theoberta (Estrada do rio Verde), no bairro do Rio Verde, a travessia sobre o rio Verde (Figura 22) tem capacidade de vazão de 14,42 m³/s, inferior à calculada para Tr de 100 anos (32,62 m³/s).

A Prefeitura Municipal informou a existência de um lago à montante da travessia, o qual se encontra atualmente assoreado. Desse modo é necessária a substituição da seção da travessia ou a criação de estruturas de retenção no lago, assim como o desassoreamento e limpeza do mesmo.

Figura 22 – Travessia da estrada Irmã Theoberta



Fonte: SHS (2017).

8.15 Ponto 15 – Bairro Jardim Dalila

As ruas do bairro Jardim Dalila não são pavimentadas e não possuem passeio para ou estruturas de microdrenagem (Figura 23). Portanto necessita-se a instalação de estruturas e rede de drenagem e, conseqüentemente, a pavimentação das vias.

Figura 23 – Rua Aleixo Celino Pinto



Fonte: SHS (2017).

8.16 Ponto 16 – Travessia da estrada municipal ARS 455 sobre rio Verde

Na estrada municipal ARS 455 a travessia sobre o rio Verde, localizada no Loteamento Jaiminho, próxima ao condomínio Residencial Rio Verde (Figura 24), tem capacidade de vazão de $0,37 \text{ m}^3/\text{s}$. Por sua vez, o trecho do rio à jusante da travessia suporta vazões de $0,83 \text{ m}^3/\text{s}$, ambas inferiores à calculada para Tr de 100 anos ($27,27 \text{ m}^3/\text{s}$).

Será necessária a substituição da seção da travessia ou a criação de estruturas de retenção no lago à montante, assim como o alargamento da seção do canal à jusante ou sua canalização.

Figura 24 – Vista da estrada municipal ARS 455



Fonte: SHS (2017).

8.17 Ponto 17 – Travessia da estrada Dr. Celso Charuri

A travessia da estrada Dr. Celso Charuri sobre o córrego do Barreiro localiza-se no loteamento Colinas I, existem duas passagem no ponto, uma sendo sob a via citada (Figura 25) e a outra sob a alça de acesso à estrada (Figura 26).

A travessia sob a rodovia tem capacidade de vazão de 21,54 m³/s inferior à calculada para Tr de 100 anos (25,43 m³/s), enquanto a sob a alça de acesso é de 78,03 m³/s, a qual é superior à calculada para Tr de 100 anos para o cenário futuro (40,68 m³/s).

Figura 25 – Travessia da estrada Dr. Celso Charuri



Fonte: SHS (2017).

Figura 26 – Travessia alça de acesso à estrada Dr. Celso Charuri



Fonte: SHS (2017).

8.18 Ponto 18 – Travessia da Alameda das Paineiras

Localizada na Alameda das Paineiras, no loteamento Colinas I, à jusante do Ponto 17, a travessia sobre o córrego do Barreiro, tem capacidade de vazão de 6,04 m³/s, inferiores à calculada para Tr de 100 anos (26,31 m³/s).

As ruas do bairro não são pavimentadas e não possuem passeio para pedestres ou rede de drenagem (Figura 27), o que propicia o assoreamento do córrego.

Portanto é necessária a substituição da seção da travessia, assim como o desassoreamento do córrego e a pavimentação das vias próximas.

Figura 27 – Vista da região da travessia da Alameda das Paineiras



Fonte: SHS (2017).

8.19 Ponto 19 – Travessia da Alameda dos Flamboyants

A travessia da Alameda dos Flamboyants sobre o córrego do Colégio, no loteamento Colinas I (Figura 28), tem capacidade de vazão de 6,79 m³/s inferior à calculada para Tr de 100 anos (84,43 m³/s).

As ruas do bairro não são pavimentadas, não possuem passeio para pedestres ou estruturas de drenagem.

Necessita-se a substituição da seção da travessia ou a criação de estruturas de retenção no lago à montante, assim como instalação de estruturas e rede de drenagem e, conseqüentemente, a pavimentação das vias próximas.

Figura 28 – Vista da travessia da Alameda dos Flamboyants



Fonte: SHS (2017).

8.20 Ponto 20 – Lago à jusante da avenida Itália

À jusante da travessia da Avenida Itália, no ribeirão Lajeado, no bairro Monte Branco, encontra-se uma barragem com estrutura comprometida (rompida). Logo, não há retenção de fluxo de vazão pela mesma (Figura 29). A travessia sob a via tem capacidade de vazão de $162,57 \text{ m}^3/\text{s}$, inferior à calculada para o Tr de 100 anos para cenário futuro ($189,76 \text{ m}^3/\text{s}$).

Quanto à reconstrução da barragem, para fins de retenção e redução do pico de vazão, a opção torna-se inviável uma vez que a área e volume disponíveis são insuficientes para a demanda de vazão. A restauração da estrutura do barramento remeteria a interesses paisagísticos.

Figura 29 – Vista da barragem do ribeirão do Lajeado



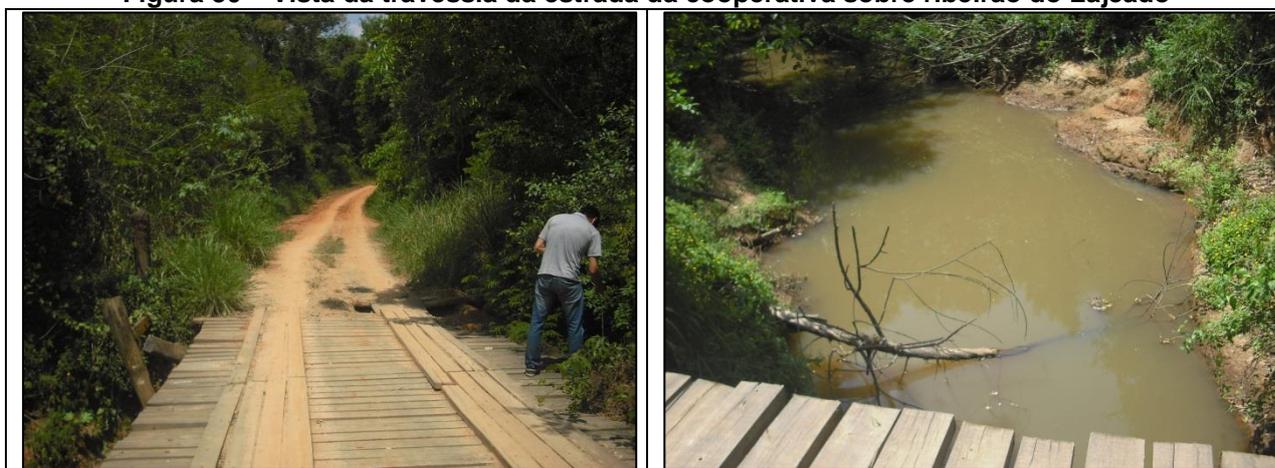
Fonte: SHS (2017).

8.21 Ponto 21 – Travessia na estrada da Cooperativa sobre ribeirão do Lajeado

A travessia da Estrada da Cooperativa sobre o ribeirão do Lajeado (Figura 30), no recanto Aldeville, tem capacidade de vazão de 39,90 m³/s, inferior à calculada para Tr de 100 anos (108,06 m³/s).

Portanto é necessária a substituição da seção da travessia ou a criação de estruturas de retenção no lago à montante, junto ao Ponto 20.

Figura 30 – Vista da travessia da estrada da cooperativa sobre ribeirão do Lajeado



Fonte: SHS (2017).

8.22 Travessia na estrada da Cooperativa sobre córrego sem nome (Ponto 22)

A travessia da Estrada da Cooperativa sobre o córrego sem nome (Figura 31), afluente do ribeirão do Lajeado.

Figura 31 – Vista da travessia da estrada da cooperativa sobre córrego sem nome



Fonte: SHS (2017).

À jusante da travessia da estrada da Cooperativa, sobre o mesmo córrego sem nome, há uma travessia da via sem denominação que também se encontra assoreada e obstruída por vegetação, impedindo a determinação da seção da mesma (Figura 32). Desse modo é necessária limpeza e o desassoreamento da seção.

Figura 32 – Vista da travessia da rua sem nome sobre córrego sem nome



Fonte: SHS (2017).

8.23 Ponto 23 – Estrada Geraldo Fernandes Vieira

O ponto localiza-se no encontro da estrada Geraldo Fernandes Vieira com a Rua das Magnólias, no loteamento Recanto Ipanema do Meio, próximo à divisa com o município de Sorocaba (Figura 33).

Nenhuma das vias próximas possui pavimentação, passeio para pedestres ou estruturas de drenagem, de modo que o escoamento fluvial ocorre totalmente sobre a via propiciando a ocorrência de inundações.

Necessita-se a instalação de estruturas e rede de drenagem e consecutivamente a pavimentação das vias próximas.

Figura 33 – Vista da estrada Geraldo Fernandes Vieira e Rua das Magnólias



Fonte: SHS (2017).

8.24 Ponto 24 – Bairro Jundiaquara

O bairro Jundiaquara possui algumas vias sem pavimentação, as quais também não apresentam passeio para pedestres ou estruturas de drenagem, propiciando a ocorrência de inundações (Figura 34).

Desse modo é necessária a instalação de estruturas e rede de drenagem nas vias do bairro e consecutivamente a pavimentação das mesmas.

Figura 34 – Bairro Jundiaquara



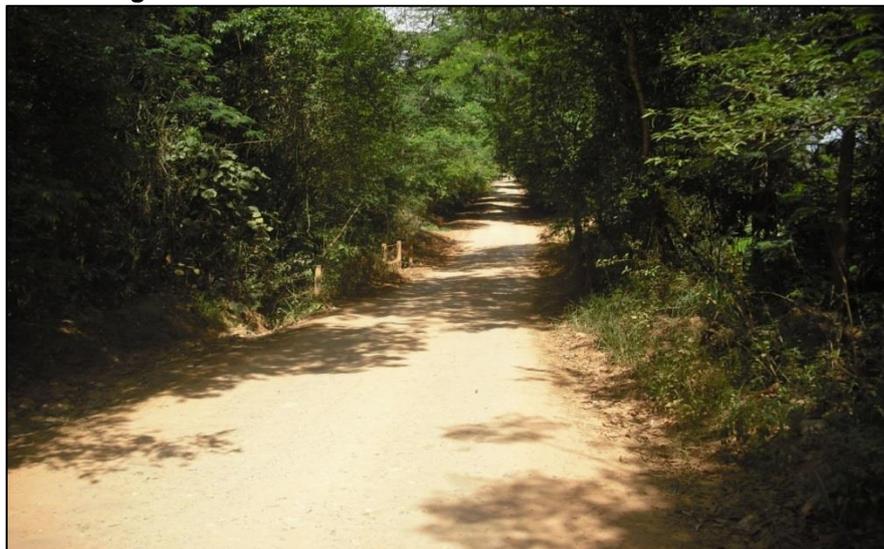
Fonte: SHS (2017).

8.25 Ponto 25 – Travessia da estrada do Cristóvão

A travessia da estrada do Cristóvão sobre o ribeirão do Lajeado (Figura 35) tem capacidade de vazão de 173,55 m³/s, superior à calculada para Tr de 100 anos para cenário futuro (51,64 m³/s).

No entanto a estrada não é pavimentada e há formação de ravinas próximas à cabeceira da ponte, portanto é necessária a proteção dos taludes vulneráveis

Figura 35 – Vista da travessia da estrada do Cristóvão



Fonte: SHS (2017).

8.26 Ponto 26 – Condomínio Village Ipanema 2

O ponto está localizado no condomínio Village Ipanema 2, no bairro Ipatinga. Por se tratar de área privada, a responsabilidade pela infraestrutura é do condomínio. Em visita ao local observou-se a existência de estruturas hidráulicas e microdrenagem nas proximidades da APP do córrego sem nome, afluente do rio Ipanema (Figura 36). A APP está preservada.

Figura 36 – Condomínio Village Ipanema 2



Fonte: SHS (2017).

8.27 Ponto 27 – Travessia da estrada do Jundiacanga

Localizada na estrada do Jundiacanga, sobre o córrego sem nome, afluente do Ribeirão Jundiacanga (Figura 37), a travessia tem capacidade de vazão de 14,42 m³/s, inferior à calculada para Tr de 100 anos do cenário futuro (16,53 m³/s). Sendo necessária substituição da seção da travessia.

Figura 37 – Travessia na estrada do Jundiacanga



Fonte: SHS (2017).

8.28 Ponto 28 – Travessia da estrada da Bica

A travessia da estrada da Bica sobre o córrego sem nome, afluente do ribeirão Jundiacanga (Figura 38 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), no bairro Jundiacanga, tem capacidade de vazão de 2,65 m³/s, inferior à calculada para o Tr de 100 anos (12,88 m³/s).

Além disso, o córrego está bastante assoreado a ponto de quase não haver vão livre sob a travessia, e a APP nas proximidades está degradada e sendo utilizada para pastagem.

Deste modo, é necessária a substituição da seção da travessia, reconstituição da APP e desassoreamento do córrego.

Figura 38 – Travessia da estrada da Bica



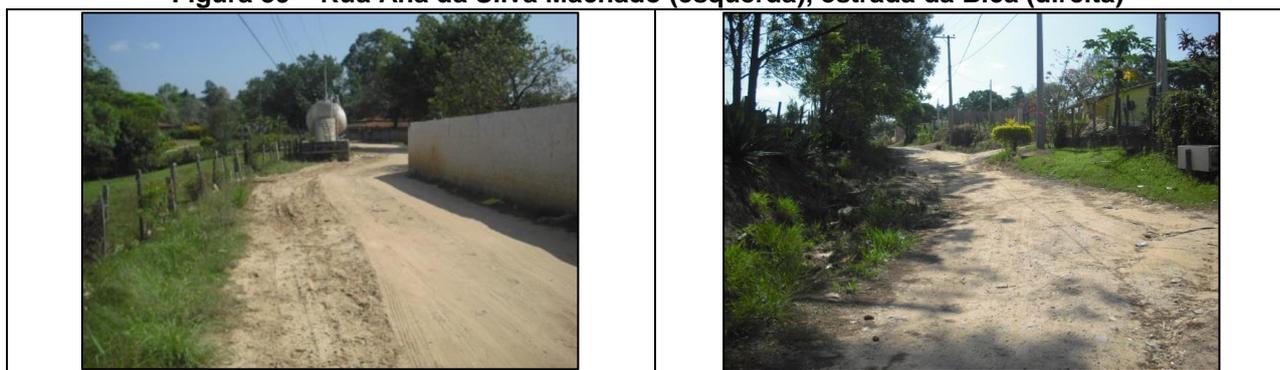
Fonte: SHS (2017).

8.29 Ponto 29 – Rua Ana da Silva Machado e estrada da Bica

A Rua Ana Silva Machado localiza-se próximo a um cemitério, no bairro Jundiacanga, não possuindo pavimentação ou estrutura de drenagem, o que propicia a ocorrência de alagamentos (Figura 39). Da mesma forma a ausência de rede de drenagem no local e na estrada da Bica, à jusante do ponto, resulta em processos erosivos encontrados na mesmas.

Necessita-se, portanto, da instalação de estruturas e rede de drenagem e conseqüentemente a pavimentação das vias citadas e nas adjacentes.

Figura 39 – Rua Ana da Silva Machado (esquerda), estrada da Bica (direita)



Fonte: SHS (2017).

8.30 Ponto 30 – Travessia da Rua Alameda Sorocaba

A travessia da rua Alameda Sorocaba sobre o ribeirão Jundiacanga (Figura 40), no bairro Fazenda d'oeste, tem capacidade de vazão de 60,88 m³/s, inferior à calculada para Tr de 100 anos para o cenário futuro (81,46 m³/s).

Faz-se necessário substituir a travessia por questões hidráulicas e estruturais; sendo esta última, mais emergencial devido às condições precárias da ponte.

Figura 40 – Travessia da rua Alameda Sorocaba

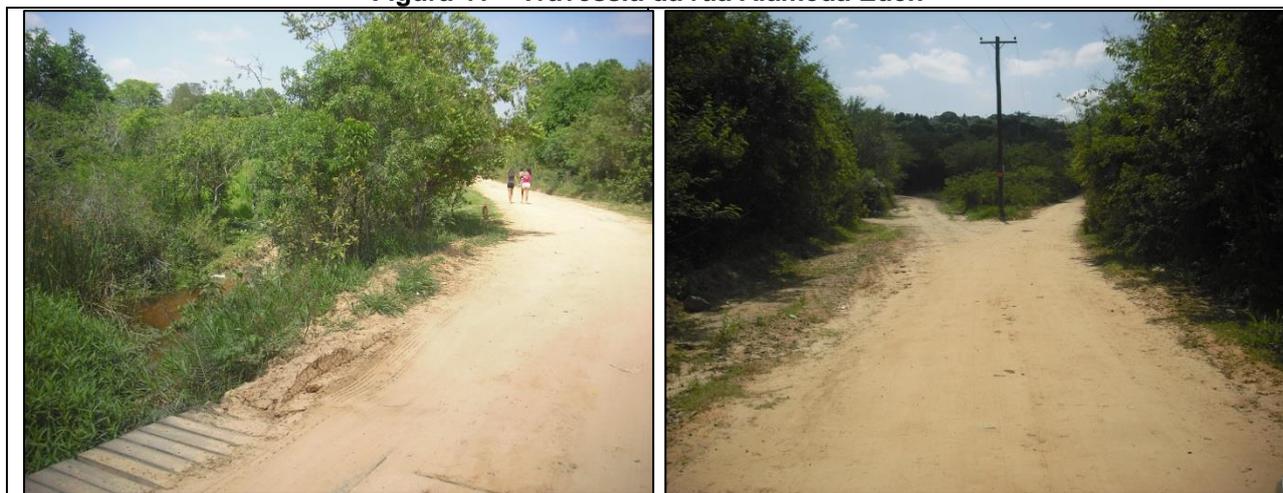


Fonte: SHS (2017).

8.31 Ponto 31 – Alameda Éden

A travessia da Rua Alameda Éden sobre o ribeirão Jundiacanga, no bairro Fazenda d'oeste, localiza-se à jusante do Ponto 30 (Figura 41), tem capacidade de vazão de $23,52 \text{ m}^3/\text{s}$, inferior à calculada para Tr de 100 anos ($57,53 \text{ m}^3/\text{s}$). Portanto, é necessária a substituição da seção da travessia.

Figura 41 – Travessia da rua Alameda Eden



Fonte: SHS (2017).

8.32 Ponto 32 – Rua Eduardo Ribeiro Fernandes

O encontro da rua Eduardo Ribeiro Fernandes com a rua Florentino D. Moreira, no Bairro Camapuã é um área crítica de drenagem uma vez que não há travessia sobre o curso d'água sem nome, afluente do ribeirão Jundiacanga, (Figura 42). Atualmente, o

escoamento do córrego é intermitente e sua seção está indefinida devido assoreamento ou aterramento quando na construção da via.

Esta e as demais vias no entorno não possuem pavimentação, passeio para pedestres ou estruturas de drenagem. Assim, será necessário o desassoreamento do canal e a definição do seu curso; além da instalação de uma travessia sob a Rua Eduardo Ribeiro Fernandes, estruturas de drenagem nas vias próximas e, conseqüentemente, a pavimentação das mesmas.

Figura 42 – Início de processos erosivos à jusante da via



Fonte: SHS (2017).

8.33 Ponto 33 – Lago no bairro Camapuã

À jusante do Ponto 32 há um lago no córrego sem denominação, afluente do ribeirão Jundiacanga, no bairro Camapuã. O lago está parcialmente assoreado e não há estruturas hidráulicas para esvaziamento, manutenção e controle do nível de água (vertedor e saída de fundo).

Necessita-se da construção das estruturas hidráulicas citadas acima referentes à vazão de Tr 100 anos, cenário futuro (36,18 m³/s), além da remoção da vegetação na área do lago e o desassoreamento do mesmo.

Figura 43 – Vista do lago no bairro Camapuã



Fonte: SHS (2017).

8.34 Ponto 34 – Rua Dr. Afonso Vergueiro

A Rua Dr. Afonso Vergueiro, no loteamento Terra de San Felipe, não possui pavimento, estruturas de drenagem e passeio de pedestres (Figura 44). Apesar da ausência de infraestrutura, não há pontos de erosão, mas ocorre o acúmulo de água em alguns pontos.

Será necessária a instalação de estruturas e rede de drenagem, assim como a pavimentação da via.

Figura 44 – Vista da Rua Dr. Afonso Vergueiro



Fonte: SHS (2017).

8.35 Ponto 35 – Travessia da Rua José Maria dos Santos

A travessia da Rua José Maria dos Santos, no bairro Cercado (Figura 45), tem capacidade de vazão de 2,60 m³/s, inferior à calculada para Tr de 100 anos (20,70 m³/s). Portanto, é necessária a substituição da seção da travessia.

Figura 45 – Vista da Rua José Maria dos Santos (esquerda), travessia sob a via (direita)



Fonte: SHS (2017).

8.36 Ponto 36 – Bairro do Cercado

O bairro do Cercado, em geral, não possui vias pavimentadas e sistema de microdrenagem, exceto na Estrada Municipal do Cercado. A Rua Alfredo M. de Moraes não possui pavimentação, passeio para pedestres e estruturas de drenagem, além de uma declividade praticamente nula (Figura 46).

Necessita-se a instalação de estruturas e rede de drenagem na via e, conseqüentemente, a pavimentação da mesma.

Figura 46 – Vista da Rua Alfredo M. de Moraes



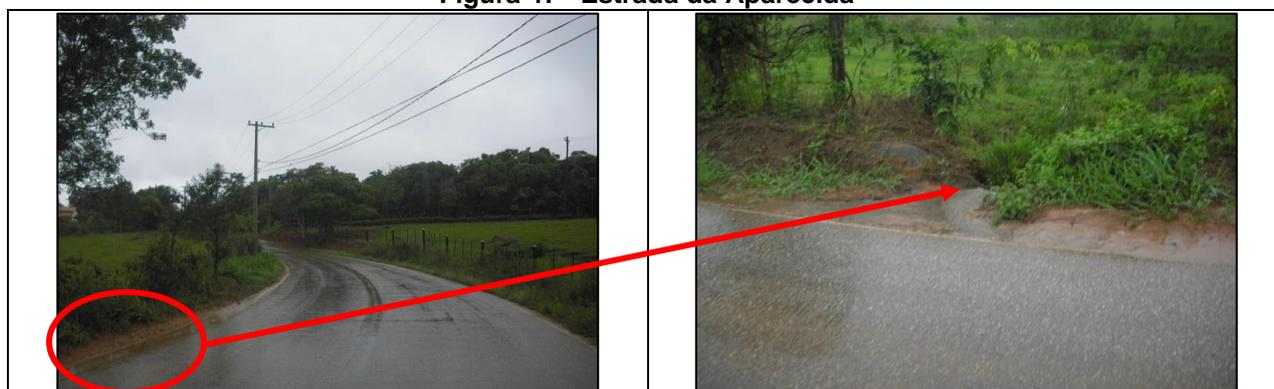
Fonte: SHS (2017).

8.37 Ponto 37 – Travessia da Estrada Municipal ARS 317

Na estrada municipal ARS 317, a travessia sobre o córrego sem nome, afluente do ribeirão Iperó, no bairro Retiro (Figura 47), tem capacidade de vazão de 1,15 m³/s, inferior à calculada para Tr de 100 anos (2,65 m³/s).

No entanto, observou-se acúmulo de vegetação e resíduos sólidos obstruindo o escoamento que favorecem o acúmulo de água, sendo necessária a limpeza e manutenção do local para drenagem do escoamento superficial.

Figura 47 –Estrada da Aparecida



Fonte: SHS (2017).

8.38 Ponto 38 – Estrada Municipal ARS 177 – Fazenda São Bento

A travessia da estrada municipal ARS 177, próxima à Fazenda São Bento, faz parte da estrutura de drenagem da mesma (Figura 48), tendo capacidade de vazão igual a 1,19 m³/s, inferior à calculada para Tr de 100 anos (2,26 m³/s).

Porém, foi observado acúmulo de vegetação e resíduos sólidos obstruindo o escoamento que favorecem o acúmulo de água, sendo necessária a limpeza e manutenção do local para drenagem do escoamento superficial.

Figura 48 – Estrada Municipal ARS 177 – Fazenda São Bento



Fonte: SHS (2017).

8.39 Ponto 39 – Travessia da Estrada Municipal ARS 177 – Bairro Campininha

A travessia da estrada municipal ARS 177 sobre o ribeirão Iperó-Mirim, no bairro Campininha, está assoreada e a tubulação parcialmente afogada (Figura 49). Sua capacidade de vazão é de 3,69 m³/s, inferior à calculada para Tr de 100 anos (9,42 m³/s), de modo que somente o desassoreamento do local não será suficiente para que a mesma atenda a demanda de vazão calculada. Assim, será necessária a substituição da seção da travessia.

Figura 49 –Travessia da estrada Municipal ARS 177 - Bairro Campininha

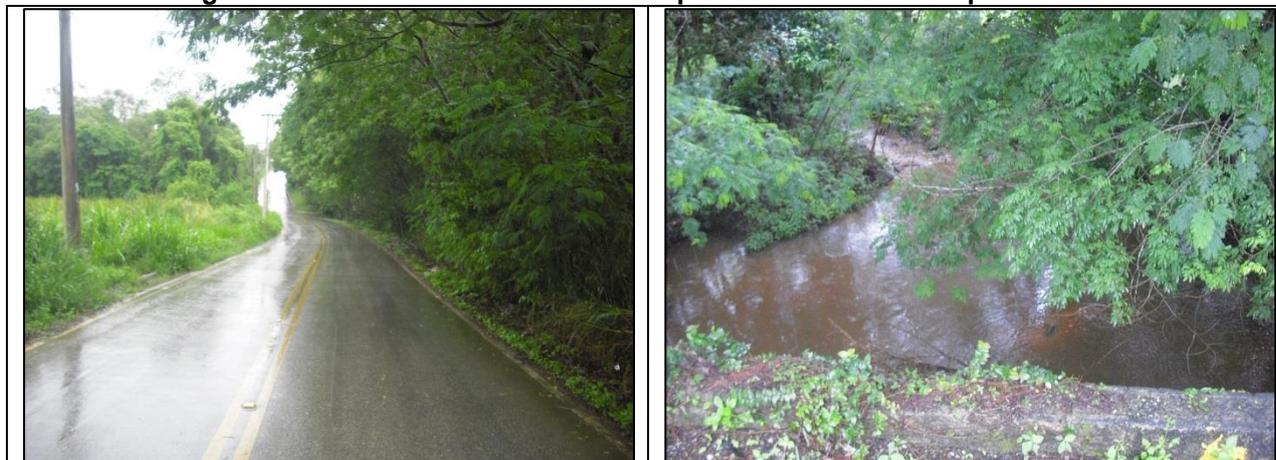


Fonte: SHS (2017).

8.40 Ponto 40 – Travessia da Estrada Municipal ARS 177 – Bairro Aparecidinha

A travessia da estrada municipal ARS 177 sobre o ribeirão Iperó-Mirim, no Bairro Aparecidinha, localiza-se à jusante do Ponto 39 (Figura 50), tem capacidade de vazão de 9,61 m³/s, inferior à calculada para Tr de 100 anos (31,66 m³/s). Necessita-se a substituição da seção da travessia.

Figura 50 –Travessia da estrada Municipal ARS 177 – Bairro Aparecidinha



Fonte: SHS (2017).

8.41 Ponto 41 – Travessia da Estrada Municipal ARS 177 – Fazenda Zé Mocinho

A travessia da estrada municipal ARS 177 sobre o ribeirão Iperó-Mirim localiza-se no bairro Aparecidinha, próximo à fazenda Zé Mocinho, à jusante do Ponto 40 (Figura 51), tem capacidade de vazão de 52,57 m³/s, superior à calculada para Tr de 100 anos para o cenário futuro (52,24 m³/s).

Figura 51 – Travessia da estrada Municipal ARS 177 – Fazenda Zé Mocinho



Fonte: SHS (2017).

8.42 Ponto 42 – Travessia da Rua Sem Nome (1)

A travessia da rua sem nome sobre córrego sem nome, afluente do ribeirão Iperó – Mirim (Figura 52), no bairro Aparecidinha, tem capacidade de vazão de 40,51 m³/s, superior à calculada para Tr de 100 anos para o cenário futuro (17,32 m³/s).

No entanto, a via não possui pavimentação, passeio para pedestres e estruturas de drenagem, sendo necessária a instalação de estruturas e rede de drenagem e, por consequência, a pavimentação da mesma.

Figura 52 –Travessia da estrada Municipal ARS 177 – Fazenda Zé Mocinho



Fonte: SHS (2017).

8.43 Ponto 43 – Travessia da Rua Sem Nome (2)

A travessia da rua sem nome sobre córrego sem nome, afluente do ribeirão Iperó – Mirim (Figura 53), próximo à Fazenda Zé Mocinho, tem capacidade de vazão de $7,75 \text{ m}^3/\text{s}$, inferior à calculada para T_r de 100 anos para o cenário futuro ($9,81 \text{ m}^3/\text{s}$).

No entanto, devido à estrutura precária da travessia, é necessária a substituição da mesma, mantendo-se suas características hidráulicas, ou ainda o reforço da sua estrutura atual. Além disso a via não possui pavimentação, passeio para pedestres e estruturas de drenagem, sendo necessária a instalação de estruturas e rede de drenagem e conseqüentemente a pavimentação da mesma.

Figura 53 –Travessia da rua sem nome (2)



Fonte: SHS (2017).

8.44 Ponto 44 – Travessia da Rua Sem Nome – Bairro Tijuco Preto

A travessia da rua sem nome sobre o ribeirão Iperó – Mirim localiza-se no limite do município, no Bairro Tijuco Preto (Figura 54). A mesma não apresenta risco de inundação, porém, não possui pavimentação, passeio para pedestres e estruturas de drenagem. Logo, é necessária a instalação de estruturas e rede de drenagem e, conseqüentemente, a pavimentação da mesma.

Figura 54 – Travessia da rua sem nome sobre ribeirão Iperó - Mirim



Fonte: SHS (2017).

8.45 Ponto 45 – Travessia da Estrada Municipal ARS 317 sobre ribeirão Iperó

A travessia da estrada municipal ARS 317 sobre o ribeirão Iperó, localizada no Bairro Retiro I, próximo à escola Velha, tem capacidade de vazão de 80,97 m³/s, inferior à calculada para Tr de 100 anos do cenário futuro (99,17 m³/s).

Portanto, é necessária a substituição da seção da travessia.

Figura 55 – Travessia da Estrada Municipal sobre ribeirão Iperó



Fonte: SHS (2017).

8.46 Ponto 46 – Travessia da Rodovia Oswaldo Eugenio Antunes

Localizada na rodovia Oswaldo Eugenio Antunes sobre o córrego Vacariu (Figura 56), no Residencial Ercília, a travessia tem capacidade de vazão de 1,10 m³/s, inferior à calculada para o Tr de 100 anos (16,83m³/s). Assim, será necessária a substituição da seção da travessia ou a criação de estruturas de retenção no lago à montante da mesma.

Figura 56 – Travessia sob a Rodovia Oswaldo Eugenio Antunes



Fonte: SHS (2017).

8.47 Ponto 47 – Travessia da rua Severino C. de Campos

A travessia da rua Severino C. de Campos sobre o córrego sem nome (Figura 57), afluente do Rio Ipanema, no bairro Ipanema do Meio, tem capacidade de vazão de 1,85 m³/s inferior à calculada para o Tr de 100 anos (23,47 m³/s).

A substituição da seção da travessia ou a criação de estruturas de retenção no lago à montante desta será necessária.

Figura 57 – Travessia na rua Severino C. de Campos



Fonte: SHS (2017).

8.48 Ponto 48 – Travessia da Rodovia ARS 117

A travessia da Rodovia ARS 117, próxima ao loteamento Bosque dos Eucaliptos e do Ponto 57, sobre o córrego sem nome, afluente do córrego do Colégio (Figura 58), tem capacidade de vazão de 19,45 m³/s, inferior à calculada para Tr de 100 anos (47,96 m³/s).

Portanto, é necessária a substituição da seção da travessia.

Figura 58 – Rodovia ARS 117 (esquerda), vista da travessia sobre córrego sem nome (direita)



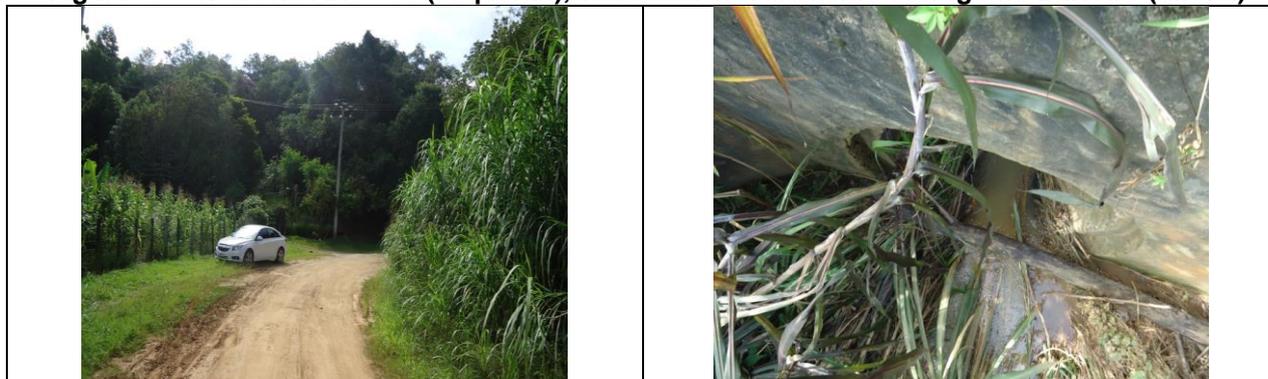
Fonte: SHS (2017).

8.49 Ponto 49 – Travessia da Rodovia ARS 459

Localizada na rodovia ARS 459, no bairro do Barreiro, a travessia sobre o córrego do Barreiro (Figura 59), tem capacidade de vazão de 7,43 m³/s, inferior à calculada para Tr de 100 anos (16,19 m³/s).

Necessita-se a substituição da seção da travessia ou a criação de estruturas de retenção no lago à montante da mesma.

Figura 59 – Rodovia ARS 459 (esquerda), vista da travessia sobre córrego do Barreiro (direita)

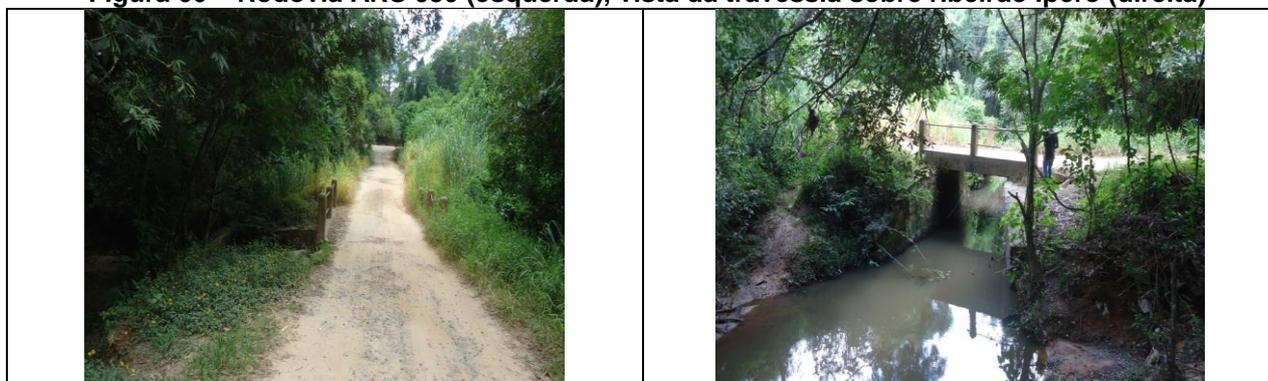


Fonte: SHS (2017).

8.50 Ponto 50 – Travessia da rodovia ARS 030

A travessia da rodovia ARS 030 sobre o ribeirão Iperó (Figura 60), próxima ao bairro da Campina, tem capacidade de vazão de $9,64 \text{ m}^3/\text{s}$, inferior à calculada para T_r de 100 anos ($61,25 \text{ m}^3/\text{s}$). Será necessária a substituição da seção da travessia.

Figura 60 – Rodovia ARS 030 (esquerda), vista da travessia sobre ribeirão Iperó (direita)



Fonte: SHS (2017).

8.51 Ponto 51 – Rua Benedito Antunes Ribeiro

A Rua Benedito Antunes Ribeiro, no Jardim Flora, foi apontada como um ponto crítico quanto à captação do escoamento superficial da via (

Figura 61). Foi observada existência de estrutura de drenagem ao longo da mesma, sendo que seu lançamento é feito no Córrego Vacariu atrás de pátio de veículos da Prefeitura Municipal (Figura 62).

Figura 61 – Rua Benedito Antunes Ribeiro



Fonte: SHS (2018).

Ao se verificar a capacidade da rede calculou-se que está suporta vazões de $0,85 \text{ m}^3/\text{s}$, inferiores aos valores calculados para Tr de 25 anos ($2,78 \text{ m}^3/\text{s}$), de modo que é necessário seu redimensionamento.

Figura 62 – Lançamento da rede da Rua Benedito Antunes Ribeiro



Fonte: SHS (2018).

8.52 Ponto 52 – Rua Professor Toledo

A Rua Professor Toledo, em especial no trecho junto à praça da Igreja Matriz, no centro do município, também foi citado pela PM como local com ocorrência de inundações. Durante visita verificou-se a existência de rede de drenagem nas proximidades da praça, tanto na Rua Professor Toledo, como na Rua 7 de Setembro (Figura 63).

A capacidade calculada para a rede é de 0,41 m³/s, inferior ao valor calculado para Tr de 25 anos (1,20 m³/s), de modo que é necessário seu redimensionamento.

Figura 63 – Entorno da praça da Igreja Matriz



Fonte: SHS (2018).

8.53 Ponto 53 – Travessia da Rua Luiz Celestino Bertanha

Próximo ao encontro da Rua Luiz Celestino Bertanha com a Rua Jorge Luiz Severino, no Jardim Nossa Senhora Salete, encontra-se o lançamento da canalização do Córrego Poço Fundo logo à montante da travessia sob a via (Figura 64).

A seção da travessia está quase totalmente obstruída por sedimentos e afogada pelo acúmulo de água proveniente do Ponto 54, cuja vazão para Tr de 100 anos é de 8,62 m³/s. Logo é necessária sua desobstrução e possível redimensionamento.

Figura 64 – Travessia sob a Rua Luiz Celestino Bertanha



Fonte: SHS (2018).

8.54 Ponto 54 – Estrada Municipal ARS 407

O trecho da Estrada Municipal ARS 407 próximo à entrada do condomínio Lago Azul, no Jardim Nossa Senhora Salete, possui estruturas de captação do escoamento superficial, o qual é direcionado para a mesma tubulação na qual o córrego Poço Fundo está canalizado (Figura 65).

A rede de drenagem existente suporta vazões de $0,42 \text{ m}^3/\text{s}$, inferior à calculada para Tr de 25 anos ($1,20 \text{ m}^3/\text{s}$), o mesmo ocorre com a seção da canalização do curso d'água, cuja capacidade é a mesma, sendo inferior à calculada para Tr de 100 anos ($8,62 \text{ m}^3/\text{s}$).

Figura 65 – Trecho da Estrada Municipal ARS 407



Fonte: SHS (2018).

8.55 Ponto 55 – Travessia da Estrada Municipal ARS 117

A travessia da estrada municipal ARS 117, próxima ao loteamento Bosque dos Eucaliptos e do Ponto 48, sobre o córrego sem nome, afluente do córrego do Colégio (Figura 66), encontra-se obstruída por resíduos sólidos, de modo que é incapaz de permitir a vazão calculada para Tr de 100 anos (8,61 m³/s).

Portanto, faz-se necessário a desobstrução da passagem, a qual é passível de redimensionamento.

Além dos resíduos sólidos a obstrução da passagem também se deve ao carregamento de partículas de solo proveniente do extenso talude desprovido de vegetação localizado à montante da via (Figura 67).

Figura 66 – Travessia sob Estrada Municipal ARS 117



Fonte: SHS (2018).

Figura 67 – Trecho à montante da travessia



Fonte: SHS (2018).

8.56 Ponto 56 – Travessia da Rua Abilio Paes de Almeida

A travessia da Rua Abilio Paes de Almeida sobre o Ribeirão do Lajeado, no Parque Monte Líbano, tem a estrutura de madeira e só pode ser acessada por uma via sem pavimentação (Figura 68).

Com capacidade de vazão 99,48 m³/s, inferior à calculada para Tr de 100 anos (103,38 m³/s) a seção da travessia precisa ser atualizada.

Figura 68 – Travessia da Rua Abilio Paes de Almeida



Fonte: SHS (2018).

8.57 Ponto 57 – Travessia da Estrada Municipal ARS 455

A travessia sobre o córrego sem nome, afluente do Rio Ipanema, na estrada municipal ARS 455 e no bairro Ipanema do Meio, é divisa de município entre Araçoiaba da Serra e Sorocaba (Figura 69), suporta vazões de 70,13 m³/s sem transbordamento, valor superior ao calculado para Tr de 100 anos para o cenário futuro (46,70 m³/s).

Figura 69 – Travessia da Estrada Municipal ARS 455



Fonte: SHS (2018).

8.58 Ponto 58 – Travessia da Estrada Municipal ARS 415

Localizada na Estrada Municipal ARS 415 a travessia sobre o Rio Ipanema é divisa entre o município de Araçoiaba da Serra e Sorocaba, no Bairro Ipatinga (Figura 70). O local encontrava-se em obras no momento da visita, sendo que estas realizadas pela Prefeitura Municipal de Sorocaba (Figura 71).

A travessia tem capacidade de vazão igual a 124,03 m³/s, superior à calculada para Tr de 100 anos para o cenário futuro (121,32 m³/s).

Figura 70 – Travessia da Estrada Municipal ARS 415



Fonte: SHS (2018).

Figura 71 – Travessia da Estrada Municipal ARS 415



Fonte: SHS (2018).

8.59 Ponto 59 – Travessia da Rua Anade Miranda Lourenço

No bairro Araçoiabinha, a Rua Anade Miranda Lourenço cruza sobre o córrego sem nome, afluente do Córrego Araçoiaba. A via em questão e as demais no entorno não possuem pavimentação, tornando a passagem e o trecho do córrego mais suscetível ao assoreamento (Figura 72).

A travessia tem capacidade de vazão igual a 0,75 m³/s, inferior ao calculado para Tr de 100 anos (4,16 m³/s), de modo que é necessária sua substituição, assim como a pavimentação das vias próximas.

Figura 72 – Travessia da Rua Anade Miranda Lourenço



Fonte: SHS (2018).

8.60 Ponto 60 – Travessia da Rua Sem Nome (3)

A travessia da rua Sem Nome (3) sobre o córrego Iperó-Mirim, no bairro Iperó, não possui pavimentação. Contudo, as proximidades são ocupadas por mata fechada, de modo que a condição da via pode ser mantida (Figura 73).

Por sua vez a passagem tem capacidade de vazão de $20,04 \text{ m}^3/\text{s}$, inferior ao calculado para Tr de 100 anos ($23,92 \text{ m}^3/\text{s}$), sendo necessária a substituição de sua seção.

Figura 73 – Travessia da Rua Sem Nome (3)



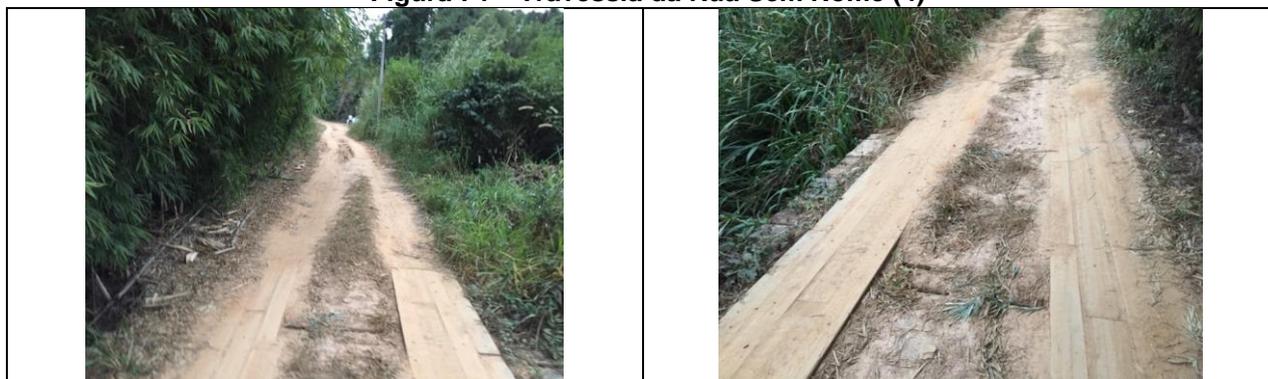
Fonte: SHS (2018).

8.61 Ponto 61 – Travessia da rua Sem Nome (4)

De modo semelhante ao Ponto 60, a travessia da rua Sem Nome (4) sobre o ribeirão Capanema, entre os bairros Tijuco Preto e Fazenda Zé Mocinho, encontra-se rodeada por mata fechada e a via não possui pavimentação (Figura 74).

A seção da travessia suporta vazões de $10,55 \text{ m}^3/\text{s}$ sem a ocorrência de transbordamento, valor inferior ao calculado para Tr de 100 anos ($27,89 \text{ m}^3/\text{s}$), portanto é necessária a substituição da travessia.

Figura 74 – Travessia da Rua Sem Nome (4)



Fonte: SHS (2018).

8.62 Ponto 62– Travessia da Rua Sem Nome (5)

Localizada próximo ao Ponto 61, a travessia da rua sem nome (6) sobre o ribeirão Iperó-mirim, entre os bairros Tijuco Preto e Fazenda Zé Mocinho, também apresenta via sem pavimentação e mata fechada no seu entorno (Figura 75).

A travessia tem capacidade de vazão igual a 12,79 m³/s, inferior ao calculado para Tr de 100 anos (29,46 m³/s), de modo que é necessária sua substituição.

Figura 75 – Travessia da Rua Sem Nome (5)



Fonte: SHS (2018).

8.63 Ponto 63 – Travessia da Rua Sem Nome (6)

Assim como nos pontos citados anteriormente a travessia da rua sem nome (6) sobre o Ribeirão Capivari, entre os bairros Capanema e Fazenda Zé Mocinho, tem suas proximidades ocupadas por mata e a via sem pavimentação (Figura 76).

A seção da travessia suporta vazões de 0,42 m³/s sem a ocorrência de transbordamento, valor inferior ao calculado para Tr de 100 anos (36,31 m³/s), portanto é necessária a substituição da travessia.

Figura 76 – Travessia da Rua Sem Nome (6)



Fonte: SHS (2018).

8.64 Ponto 64 – Travessia da Estrada do Jundiacanga

A travessia da estrada do Jundiacanga sobre o córrego do Cercado, no bairro do Cercado (Figura 77), suporta vazões de 18,15 m³/s sem ocorrência de transbordamento, valor inferior ao calculado para Tr de 100 anos (27,62 m³/s). Portanto faz-se necessária a substituição da seção da travessia.

Figura 77 – Travessia da Estrada do Jundiacanga



Fonte: SHS (2018).

8.65 Ponto 65 – Travessia da Estrada Municipal ARS 117

Localizada na Estrada Municipal ARS 117, no bairro Jundiaguara, a travessia da Estrada do Horizonte Perdido sobre o córrego Ipanema (Figura 78) atende às vazões de 1,32 m³/s sem ocorrência de transbordamento, valor inferior ao calculado para Tr de 100 anos de 34,57 m³/s. Portanto faz-se necessária a adequação da seção da travessia.

Figura 78 – Travessia do Córrego Ipanema sob a Estrada ARS 117



Fonte: SHS (2018).

8.66 Ponto 66 – Rua Roque Ramos de Oliveira

A área localizada entre a rua Roque Ramos de Oliveira e a rua Milton Rodrigues é ocupada por uma bacia de retenção, no entanto a mesma se encontra bastante assoreada reduzindo o volume que comporta e diminuindo sua utilidade no controle de cheias (Figura 79).

Quanto a rede que capta a vazão dessa área, também se encontra inadequada tendo capacidade de vazão igual a $0,43 \text{ m}^3/\text{s}$, inferior ao calculado para T_r de 25 anos ($1,30 \text{ m}^3/\text{s}$).

Portanto é necessário o desassoreamento da bacia de retenção e o redimensionamento da rede de drenagem localizada à jusante.

Figura 79 – Bacia de retenção assoreada



Fonte: SHS (2018).

8.67 Ponto 67 – Travessia da Estrada do Jundiacanga

A travessia da estrada do Jundiacanga sobre o córrego sem nome, afluente do ribeirão Jundiacanga (Figura 80), no bairro Village da Serra, tem capacidade de vazão de $9,61 \text{ m}^3/\text{s}$, inferior à calculada para T_r de 100 anos para o cenário futuro ($22,63 \text{ m}^3/\text{s}$).

Portanto é necessária a substituição a seção da travessia.

Figura 80 – Travessia da estrada Jundiacanga



Fonte: SHS (2017).

8.68 Ponto 68 – Travessia da estrada Celso Charuri

Localizada na estrada Celso Charuri a travessia sobre o Córrego do Colégio, entre os bairros do Colégio e Jundiaguara (Figura 81), suporta vazões de 39,45 m³/s sem a ocorrência de transbordamentos. Este valor é superior ao calculado para Tr de 100 anos do cenário atual (35,78 m³/s), porém é inferior ao Tr de 100 anos do cenário futuro (62,61 m³/s).

Assim sendo, a seção da travessia deve ser substituída, mas a obra não possui características emergências.

Figura 81 – Travessia da Estrada Celso Charuri sobre o Córrego do Colégio



Fonte: SHS (2018).

8.69 Ponto 69 – Travessia da Estrada Celso Charuri

Também localizada na estrada Celso Charuri, no bairro Colinas I, a travessia sobre o Ribeirão do Lajeado (Figura 82) tem capacidade de vazão igual a 12,03 m³/s, inferior ao calculado para Tr de 100 anos (18,02 m³/s).

Portanto é necessária substituição da seção da travessia.

Figura 82 – Travessia na Estrada Celso Charuri sobre o Ribeirão do Lajeado



Fonte: SHS (2018).

9. Cenários alternativos norteadores da compatibilização das demandas com as ações do Plano de Macrodrenagem

O planejamento estratégico que se pretende para o município de Araçoiaba da Serra-SP dar-se-á pela análise de suas deficiências atuais e demandas futuras, assim como pela consideração das disponibilidades atuais e potenciais com que a administração pública municipal pode contar.

A construção de cenários para o planejamento estratégico é realizada com outro intuito não menos importante: o de se obter uma ferramenta eficiente para que os processos de tomadas de decisão considerem as condições realísticas trazidas pelos aspectos: institucional, operacional econômico, tecnológico e ambiental, que permeiam o município no momento da decisão e que poderiam influenciá-lo no futuro.

A adoção de cenários serve, ainda, ao delineamento de percepções sobre como poderia se dar a evolução de uma situação presente até uma situação futura, o que permite levantar as possibilidades de crises, assim como apontar as principais oportunidades para um desenvolvimento mais consensual dos fatores avaliados.

Os cenários subsidiarão assim, a configuração de um planejamento mais realista para a constituição de um Plano de Macrodrenagem que caminhe em direção à sustentabilidade em suas diferentes esferas: social, ambiental e econômica.

Para evitar erros de interpretação esclarece-se que os cenários não devem ser vistos como previsões, mas como imagens alternativas do futuro, subsidiadas com parâmetros técnicos, avaliações de campo, estudos existentes, contribuições da comunidade e direcionamentos permeados pela legislação vigente.

Uma ferramenta capaz de compor cenários temáticos, atuais e potenciais, originalmente concebida para corporações ou empresas, foi adotada no processo de elaboração do presente Plano de Macrodrenagem, a partir das referências contidas no documento “Termo de Referência para Elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico”, do Ministério da Saúde / FUNASA (2012). Trata-se do Método SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats) ou Análise FFOA (Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças), que consiste na formulação de uma espécie de matriz contextual que busca posicionar estrategicamente uma organização ou um setor perante um ambiente social, institucional, administrativo e operacional.

A elaboração da Matriz SWOT é obtida a partir das seguintes etapas: inicialmente analisa-se o ambiente interno da organização, neste caso a administração municipal, gestora do setor de drenagem, para identificar seus pontos fortes e fracos; em seguida analisa-se o ambiente externo, micro e macro ambiente geográfico e institucional, identificando oportunidades e ameaças.

No que diz respeito ao ambiente interno, os pontos fortes são as competências, fatores ou características positivas que a organização possui e que favorecem o cumprimento de suas responsabilidades. Logo, os pontos fracos são as deficiências, fatores ou características negativas que se encontram presentes na organização e prejudicam o cumprimento de suas atribuições, devendo ser objeto de programas específicos para eliminá-los ou minimizá-los.

A análise no âmbito externo é mais ampla e lida com fatores contextuais, normalmente mais abstratos. Refere-se ao conhecimento do ambiente externo à organização, neste caso o espaço municipal como um todo, municípios vizinhos, entidades ou instituições estaduais e federais, corporações privadas, cujo alcance extrapola o município, aspectos políticos, econômicos, tecnológicos e socioculturais e ambientais que atuam no Estado, no país ou no mundo.

Assim, o método SWOT, para avaliar o município de Araçoiaba da Serra adotou as seguintes definições:

- **Forças:** são as variáveis internas e controláveis que propiciam condições favoráveis à gestão do setor de drenagem urbana, em relação à sociedade e ao meio ambiente. São características ou qualidades que podem colaborar positivamente com o desempenho do setor.
- **Fraquezas:** são consideradas deficiências internas ao setor de drenagem urbana que inibem a capacidade de desempenho do mesmo. As fraquezas devem ser superadas para evitar a ineficiência do sistema.
- **Oportunidades:** são variáveis contextuais ou circunstâncias e características do ambiente externo que possam ter impacto positivo sobre o setor de drenagem urbana de forma que proporcionem certa facilitação para a concretização dos objetivos estratégicos estabelecidos.

- **Ameaças:** são variáveis, circunstâncias ou características do ambiente externo que possam ter impactos negativos sobre o desenvolvimento das metas e objetivos estabelecidos.

O município de Araçoiaba da Serra foi analisado pela metodologia SWOT com base nas informações do diagnóstico da situação atual. A matriz, resultado desta análise subsidiou a configuração dos cenários: previsível e normativo, adotando-se o cenário normativo para a proposição de objetivos e metas. O Quadro 17 apresenta a Matriz SWOT gerada pela análise mencionada, cuja construção se deu inicialmente definindo os itens de reflexão (coluna central) enumerados de 1 a 8. Em seguida foram indicadas as reflexões referentes a cada um desses itens sendo que a coluna da esquerda se encontram as reflexões positivas (Forças e Oportunidades) e as negativas (Fraquezas e Ameaças), na coluna da direita.

Quadro 17 – Matriz SWOT de Araçoiaba da Serra-SP

FORÇAS	ITENS DE REFLEXÃO	FRAQUEZAS
<p>3. Legislação e normatização do setor O Município possui:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plano Diretor instituído em 2006. - Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico (2011). - Plano de Bacia da UGRHI -10 (2016-2027) 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Perfil institucional. 2. Sustentabilidade econômica. 3. Legislação e normatização do setor. 4. Sistema de informações. 5. Planejamento territorial / Uso e ocupação do solo. 6. Orçamento municipal. 7. Estrutura e sistema de gerenciamento da drenagem. 8. Proteção aos recursos hídricos. 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Perfil institucional <ul style="list-style-type: none"> - Ausência de atribuições bem definidas para execução das atividades da gestão do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais. - Não há planejamento sistematizado na manutenção preventiva das redes de drenagem. 2. Sustentabilidade econômica <ul style="list-style-type: none"> - Não há monitoramento dos gastos públicos com drenagem. - Não há cobrança para os serviços municipais de drenagem urbana. 3. Legislação e normatização do setor <ul style="list-style-type: none"> - Plano Diretor necessita de revisão. - Não possuem diretrizes/ medidas protetivas de fundos de vale. - Existência de Áreas de Preservação Permanente (APPs) não conservadas. - Ocorre a ocupação de APPs e cursos hídricos por edificações. - Ausência de legislação que normatize ao parcelamento do solo a obrigatoriedade de drenagem subterrânea (profunda), quando a mesma for necessária. - Necessidade de revisar o Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico que está defasado em 8 anos. 4. Sistema de informações. <ul style="list-style-type: none"> - O município não possui levantamento cadastral da drenagem urbana.

FORÇAS	ITENS DE REFLEXÃO	FRAQUEZAS
	<p>1. Perfil institucional.</p> <p>2. Sustentabilidade econômica.</p> <p>3. Legislação e normatização do setor.</p> <p>4. Sistema de informações.</p> <p>5. Planejamento territorial / Uso e ocupação do solo.</p> <p>6. Orçamento municipal.</p> <p>7. Estrutura e sistema de gerenciamento da drenagem.</p> <p>8. Proteção aos recursos hídricos.</p>	<p>5. Planejamento territorial / Uso e ocupação do solo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Não há infraestruturas de controle de processos erosivos em locais de risco - Ocupação de talwegues. - Há processos erosivos na área urbana e rural do município. - Ocupações residenciais em áreas de risco de deslizamento. <p>7. Estrutura e sistema de gerenciamento da drenagem</p> <ul style="list-style-type: none"> - Não há estruturas de microdrenagem na maioria das vias. - Não há dissipadores de energia ao fim dos principais lançamentos. - Há muitos pontos de alagamento em área urbana. - Há pontos de inundação na área urbana. - Há 49 travessias, 5 canais e 16 trechos da microdrenagem que não atendem às demandas hidrológicas futuras. - Não há sistematização da manutenção. - Há muitas vias sem pavimentação ou das vias pavimentadas que não possuem rede de drenagem. - Há ligações clandestinas entre esgotos e águas pluviais. <p>8. Proteção aos recursos hídricos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Há cursos hídricos assoreados. - De modo geral, as APPs de nascentes estão degradadas. - Há disposição de resíduos sólidos urbanos nos cursos hídricos.

OPORTUNIDADES	ITENS DE REFLEXÃO	AMEAÇAS
<p>1. Perfil institucional - Município integrante da UGRHI 10. - Defesa Civil é atuante no município. - Existência de Conselho Municipal do Meio Ambiente.</p> <p>3. Legislação e normatização do setor - Lei federal sobre o parcelamento do solo, disposições sobre infraestrutura básica de parcelamento de solos, incluindo equipamentos urbanos de escoamento de águas pluviais (Lei nº 6.766, 19/12/1979). - Plano de Bacia da UGRHI -10 (2016-2027) - O Município tem duas unidades de conservação: Reserva Particular do Patrimônio Natural Centro de Vivência com a Natureza – CVN, e Reserva Particular do Patrimônio Natural Floresta Negra (está inserido no Parque Natural para estudos, pesquisa e Educação Ambiental Floresta Nacional de Ipanema.)</p> <p>4. Sistema de informações. - Recente criação dos indicadores e informações para Águas Pluviais pelo SNIS.</p>	<p>1. Perfil institucional.</p> <p>2. Sustentabilidade econômica.</p> <p>3. Legislação e normatização do setor.</p> <p>4. Sistema de informações.</p> <p>5. Planejamento territorial / Uso e ocupação do solo.</p> <p>6. Orçamento municipal.</p> <p>7. Estrutura e sistema de gerenciamento da drenagem.</p> <p>8. Proteção aos recursos hídricos.</p>	

Fonte: SHS, 2019.

Considerando todas essas questões, partiu-se para a construção de dois cenários, um previsível, ou seja, aquele que retrata uma evolução baseada em providências tomadas corretivamente, de forma emergencial, sem planejamento; e outro chamado “cenário normativo”, que é aquele que retrata uma situação bem mais organizada, alcançada através de procedimentos planejados e sustentados por regulamentos (leis, normas, planos setoriais), que desde já incidem sobre a gestão do eixo da drenagem urbana e manejo de águas pluviais do município. O resultado está mostrado no Quadro 18.

Quadro 18 – Descrição dos cenários previsível e normativo para o município de Araçoiaba da Serra

Cenário Previsível	Cenário Normativo
Equipamentos de drenagem urbana e sistema de manejo de águas pluviais insuficientes.	Equipamentos de drenagem suficientes, refletindo em baixos problemas com alagamentos, inundações, erosões e escorregamentos.
Planejamento territorial desordenado, ocupação irregular dos talvegues de cursos hídricos intermitentes e efêmeros, das margens dos rios e de APPs, das áreas propícias à inundação e escorregamento. Interferência política no planejamento territorial. Baixo controle por parte da Administração Pública.	Administração Pública realiza o controle eficaz na aprovação de novos lotes urbanos evitando aprovação de locais que apresentem riscos humanos e ambientais que a ocupação irregular pode acarretar. Segue a normatização definida por legislações vigentes com criações de novas normas específicas referente à drenagem subterrânea para novos parcelamentos de solo. A política não interfere no planejamento.
Sistema de informações sobre drenagem urbana (cadastro) com dados desatualizados e de difícil acesso.	Sistema de informações sobre drenagem urbana (cadastro) com dados atualizados anualmente.
Limitação quantitativa de recursos humanos que impossibilita implantação da gestão da drenagem urbana e de leis municipais eficientes para Araçoiaba da Serra.	Revisão e adequação da estrutura de pessoal e qualificação continuada dos quadros, visando o êxito da implantação da gestão da drenagem urbana de Araçoiaba da Serra.

Cenário Previsível	Cenário Normativo
<p>Programas de educação ambiental desenvolvidos esporadicamente, sem periodicidade sistemática e realizados de forma a não enfatizar a importância da interação entre o setor de drenagem com outros setores da gestão municipal como: sistema de esgotamento sanitário, sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, atendimento às diretrizes de uso e ocupação do solo, adoção de procedimentos sustentáveis para aprovação de loteamentos, etc..</p>	<p>Programas de educação ambiental realizados periodicamente, de forma sistemática e preocupando-se com a conscientização quanto à integração do setor de drenagem com os outros sistemas que lhe tangenciam a gestão e, em casos mais específicos, como para a conscientização da importância de se preservar as APPs dos cursos hídricos, conscientização da gestão dos recursos hídricos a partir das bacias hidrográficas.</p>

Fonte: SHS, 2019

10. Definição de objetivos e metas

Após as análises da Matriz SWOT e do estabelecimento de cenários alternativos, a seguir são apresentados os objetivos e metas para o presente Plano de Macrodrenagem.

Salienta-se que a extensão dos prazos para o estabelecimento de metas dentro do horizonte de planejamento adotado (20 anos) foi segmentado conforme critério estabelecido pela FUNASA (2012):

- Prazo imediato ou emergencial: até 3 anos
- Curto prazo: entre 4 e 8 anos
- Médio prazo: entre 9 e 12 anos
- Longo prazo: entre 13 e 20 anos

Nesse sentido, foram propostos seis objetivos específicos atendendo a aspectos institucionais e operacionais do cenário normativo e respondendo às características de Araçoiaba da Serra. São eles:

- Objetivo 1. Manter o município livre de inundações e diminuir a frequência de alagamentos causados por insuficiências e deficiências dos equipamentos de drenagem.**
- Objetivo 2. Desestimular a ocupação de áreas susceptíveis a processos erosivos e promover a desocupação em áreas de risco.**
- Objetivo 3. Planejar o uso e ocupação da bacia de forma adequada, promovendo a recuperação e revitalização de APPs e áreas verdes.**
- Objetivo 4. Implementar uma gestão eficiente no que concerne aos aspectos operacionais, administrativos, financeiros, de planejamento estratégico e de sustentabilidade.**
- Objetivo 5. Garantir a mobilização social e canais de comunicação com a sociedade, além de promover ações continuadas em educação ambiental.**

No Quadro 19 estão apresentados esses objetivos e as respectivas metas, além dos prazos para que cada meta seja atingida.

Quadro 19 – Objetivos e metas para o município de Araçoiaba da Serra-SP

Objetivo	Metas	Prazo de entrega
<p>1. Manter o município livre de inundações e diminuir a frequência de alagamentos causados por insuficiências e deficiências nas galerias e obras de drenagem.</p>	1.1 Ter garantido o mapeamento e cadastramento das áreas críticas do município.	Imediato
	1.2 Possuir um plano de limpeza sistemática das calhas, tubulações, poços de visita (PVs) e bocas de lobo do município.	Imediato
	1.3. Reduzir em 50% a quantidade de pontos de alagamentos no município e redução de 50% na quantidade de pontos de inundações.	Curto
	1.4 Reduzir em 100% a quantidade de pontos de alagamentos no município e redução de 100% na quantidade de pontos de inundações.	Longo
<p>2. Desestimular a ocupação de áreas susceptíveis a processos erosivos e promover a desocupação em áreas de risco.</p>	2.1 Mapear 100% das ocupações em áreas de risco de movimentação de massa, em conjunto com a Defesa Civil.	Curto
	2.2 Promover a desocupação em áreas de risco de movimentação de massa.	Curto
	2.3 Recuperar 50% das áreas sujeitas a acidentes decorrentes de processos erosivos.	Curto
	2.4 Recuperar 100% das áreas sujeitas a acidentes decorrentes de processos erosivos.	Médio
	2.5 Recuperar 50% das áreas de risco depois de desocupadas.	Médio
	2.6 Recuperar 100% das áreas de risco depois de desocupadas.	Longo

Objetivo	Metas	Prazo de entrega
3. Planejar o uso e ocupação da bacia de forma adequada, promovendo a recuperação e revitalização de APPs e áreas verdes.	3.1 Recuperar 50% das APPs e áreas verdes do município com enfoque inicial em áreas críticas da drenagem.	Médio
	3.2 Recuperar 100% das APPs e áreas verdes do município com enfoque final em preservação dos recursos hídricos.	Longo
4. Implementar uma gestão eficiente no que concerne aos aspectos operacionais, administrativos, financeiros, de planejamento estratégico e de sustentabilidade.	4.1 Obter um mapeamento e cadastramento (banco de dados)	Curto
	4.2 Capacitar o corpo técnico e adequar em número suficiente para atuar em questões específicas de drenagem urbana.	Curto
	4.3. Regular a drenagem urbana e a gestão das águas favorecendo a gestão.	Curto
	4.4. Institucionalizar ações sistemáticas para aquisição e renovação de licenças ambientais.	Curto
5. Garantir a mobilização social e canais de comunicação com a sociedade, além de promover ações continuadas em educação ambiental.	5.1 Promover, sistematicamente, eventos que proporcionem a participação de usuários e ampliem o controle social sobre o processo de tomada de decisão.	Curto
	5.2 Promover, sistematicamente, ações que visem a educação ambiental.	Curto

Fonte: SHS, 2019.

11. Plano de Ações

A partir dos estudos desenvolvidos pode-se elencar ações a serem desenvolvidas pelos gestores do município de Araçoiaba da Serra nas fases, de imediato, curto, médio e longo prazo. A fim de alcançar as metas e os objetivos propostos e apresentados no Quadro 19, é proposto o seguinte planejamento:

- Prazo imediato (até 3 anos): deverão ser completadas as ações de cadastro do sistema e sistematização da manutenção e limpeza do sistema existente, mas também ações estruturais indicadas no item 12.
- Curto prazo (de 4 a 8 anos): nesse período determina-se o estabelecimento das reconstituições das APPs e as recuperações das áreas sujeitas a processos erosivos, escorregamentos e assoreamento e iniciadas as ações dos projetos de microdrenagem e macrodrenagem
- Médio prazo (de 9 a 12 anos): serão necessárias as implantações das redes de microdrenagem e parte das obras de correção das estruturas existentes.
- Longo prazo (de 13 a 20 anos): além das adequações de todas as travessias e canais do sistema de drenagem, deverá ser implantada a barragem de contenção indicada no presente relatório.

Além disso, as ações não estruturais de Educação Ambiental, Gestão do sistema de drenagem urbana, Controle de emergências, Sustentabilidade econômica, entre outras, são ações contínuas, ou seja, deverão iniciar-se no primeiro ano de implementação do plano e continuadas até o final do plano e revisões.

Foram estudados todos os pontos indicados que resultaram em ações para três pontos de recuperação de APP, três com processos erosivos a serem recuperados, quinze pontos críticos para implantação de rede de microdrenagem e quarenta e oito obras de médio e grande porte para correção do sistema de drenagem existente.

12. Proposta de ações imediatas

12.1 Indicações de ações de operação e manutenção dos sistemas de drenagem

A operação do Sistema de Drenagem Urbana (SDU), diferentemente dos demais sistemas do saneamento básico, consiste basicamente na manutenção e limpeza das estruturas de drenagem para o bom funcionamento do sistema. Os resíduos sólidos quando não são dispostos de forma adequada comumente atingem os dispositivos de drenagem e, assim como, os sedimentos resultantes do processo de erosão, obstruem as estruturas hidráulicas, diminuindo sua capacidade de escoamento.

As medidas operacionais e de manutenção podem ser divididas em medidas preventivas e corretivas, conforme indicado a seguir:

- Medidas preventivas:
 - Medidas de controle de erosão e assoreamento.
 - Medidas para a redução da disposição de resíduos sólidos nos corpos d'água.
- Medidas corretivas:
 - Desassoreamento e limpeza de canais e estruturas de drenagem.
 - Substituição ou reparo de estruturas danificadas.

12.1.1 Medidas de controle de erosão, escorregamentos e assoreamento

As medidas de controle e prevenção de erosão e assoreamento são fundamentais, pois as erosões ocasionam perdas de solo, danos em diversas estruturas, como vias, em especial as não pavimentadas, e encostas dos cursos d'água. Além disso, podem causar ou agravar o assoreamento dos cursos d'água. A ocorrência de escorregamentos de solos pode colocar em risco a segurança da população, bem como causar perdas materiais e até mesmo de vidas.

Neste sentido, é recomendado o planejamento adequado do uso e ocupação do solo, a preservação de áreas com vegetação, especialmente de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e de Proteção Ambiental (APAs), a adoção de técnicas para diminuição do escoamento superficial, aumentando a infiltração no solo, e a diminuição

da força erosiva das águas pluviais, com a instalação de dissipadores de energia, principalmente nos pontos de lançamento de drenagem.

O planejamento para prevenção da erosão urbana consiste basicamente de um plano de ordenamento do assentamento urbano, que estabelece as normas básicas para evitar problemas futuros, e planejar situações que favorecem o desencadeamento do processo erosivo e, no caso de espaços já ocupados, reduzir ou eliminar os possíveis efeitos negativos dessa ocupação.

Para o controle da erosão é importante a recuperação das áreas degradadas por erosões e/ou escorregamentos através de medidas mecânicas, como o retaludamento; estruturais, como o aterramento com obras hidráulicas; ecológicas, como a revegetação; ou ainda medidas de bioengenharia, que envolvem a utilização sinérgica de materiais inertes como concreto, madeira, aço e fibras sintéticas com elementos biológicos, como algumas espécies de vegetais.

Com relação aos escorregamentos, propõe-se a remoção dos moradores das áreas de risco, a criação de políticas que inibam a ocupação dessas regiões, a implementação de programas de conscientização ambiental em relação ao risco de escorregamentos e, por fim, a instalação de pluviômetros com a função de monitoramento e alerta em pontos estratégicos do município.

Existem diversas técnicas para prevenção, controle, mitigação e recuperação de erosões, tanto urbanas quanto rurais. O Quadro 20 agrupa as técnicas mais utilizadas segundo Rotta (2012).

Quadro 20 – Medidas para prevenção, controle, mitigação e/ou recuperação que podem ser utilizadas em áreas degradadas por processos erosivos

	Medidas	Objetivo das medidas			
		Prevenção	Controle	Mitigação	Recuperação
Ecológicas	Revegetação	x	x	x	X
	Pastagem	x	x	x	X
	Faixa ripariana	x	x	x	X
	Zonas de <i>buffer</i>	x	x	x	X
	Barreira de galhos (<i>brush barrier</i>)	x	x	x	
Agrícolas	Plantas de cobertura	x	x	x	
	Culturas em faixa	x	x	x	
	Cordões de vegetação permanente	x	x	x	
	Faixas de bordadura	x	x	x	
	Alternância de capinas	x	x	x	
	Ceifa do mato	x	x	x	

		Medidas	Objetivo das medidas				
			Prevenção	Controle	Mitigação	Recuperação	
		Cobertura morta	X	X	X		
		Controle do fogo	X				
		Adubação (verde, química e orgânica)	X	X	X		
		Plantio direto	X	X	X		
		Rotação de culturas	X	X	X		
		Calagem			X		
		Plantio em contorno	X	X	X	X	
Mecânicas		Terraceamento	X	X	X	X	
		Sulcos e camalhões em contorno	X				
		Canais escoadouros	X	X	X		
		Barragens	X	X	X		
		Adequação e conservação de estradas vicinais e carregadores	X	X	X		
		Caixas de infiltração	X	X	X		
		Aterramento		X	X	X	
		Rip Rap	X	X	X	X	
		Cordões de nível	X	X	X	X	
		Aterramento com resíduos		X	X	X	
		Retaludamento	X	X	X	X	
		Bermas	X	X	X	X	
		Barragem de sedimento	X	X	X		
Estruturais		Muro de contenção	X	X	X		
		Dique de proteção	X	X	X		
	Microdrenagem		Meios-fios/Guias	X	X	X	X
			Sarjetas	X	X	X	X
			Bocas de lobo/Bocas coletoras	X	X	X	X
			Galerias	X	X	X	X
			Poços de visita	X	X	X	X
			Tubos de ligações	X	X	X	X
			Caixas de ligação	X	X	X	X
	Macro drenagem		Canais: naturais ou artificiais	X	X	X	X
			Dissipadores de energia	X	X	X	X
			Ressalto hidráulico: canais abertos		X	X	X
			Tipo SAF para n° Froude 1,7 a 17		X	X	X
			Tipo USBR II para n° Froude ≥ 4,5		X	X	X
			Tipo USBR III para n° Froude ≤ 4,5		X	X	X
			Tipo USBR IV para n° Froude 2,5 a 4,5		X	X	X
			Barragens	X	X	X	X
			Vertedores: Queda, Calha e Degrau "Cacimbo"		X	X	X
			Bacia de acumulação			X	X
Bacias dissipadoras		X	X	X			

	Medidas	Objetivo das medidas			
		Prevenção	Controle	Mitigação	Recuperação
	Proteção de taludes	x	x	x	X
	Aterramento com obras hidráulicas		x	x	X
	Obras de pavimentação	x	x	x	X
	Drenos		x	x	X
Bioengenharia	Gabião vegetado	x	x	x	X
	Geogrelha vegetada	x	x	x	X
	Mantas de gramíneas	x	x	x	X
	Sistemas de celas de confinamento	x	x	x	X
	Tapete biodegradável	x	x	x	

Fonte: Adaptado de Rotta, 2012.

Como consequência dos processos erosivos, ocorrem os assoreamentos em áreas baixas e planas.

Em Araçoiaba da Serra não foram identificadas erosões de grande porte, nem escorregamentos de encostas que apresentam riscos a população. O principal problema que o município enfrenta, nesse sentido, é o assoreamento dos cursos d'água e canais, principalmente em função do carreamento de sólidos (areia) em devido ao baixo índice de pavimentação das vias do município.

12.1.2 Medidas para a redução da disposição de resíduos sólidos nos corpos d'água

Os resíduos sólidos quando dispostos de maneira inadequada podem atingir os cursos d'água e as estruturas do SDU, causando a diminuição da capacidade de escoamento desses e condições ambientais insalubres. Esse problema somente é minimizado com a eficiência do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos (SLU), educação ambiental da população e normatização.

Entre as características do SLU que influenciam o SDU tem-se: frequência e cobertura da coleta de resíduos sólidos, frequência da limpeza das ruas e ambientes públicos, reutilização, reciclagem e forma de disposição final dos resíduos.

Tucci e Neves (2009), citando Armitage (2001) apud Marais e Armitage (2004), trazem a informação que a varrição diária pode remover mais de 98% dos resíduos sólidos presentes nas ruas. Os autores mostraram que, quando a razão entre o número médio de dias entre varrição e o número médio de dias entre chuvas significativas é 1, a eficiência da varrição é de apenas 50%, carreando o restante para os cursos hídricos.

Ainda segundo os autores, a limpeza urbana é o fator de maior relação com a rede de drenagem, por estar mais suscetível a atingi-la.

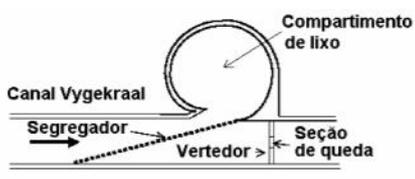
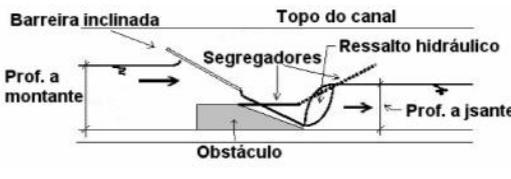
De acordo com Tucci e Neves (2009), a gestão dos resíduos sólidos na drenagem urbana envolve ações de minimização da quantidade de resíduos que atingem o SDU. Essa redução, por sua vez, pode ser feita através de dois tipos de medidas: estruturais, com a implantação das armadilhas ou estruturas de retenção; e não estruturais, envolvendo mudanças de atitude da comunidade (incluindo o comércio, a indústria e os residentes).

As medidas não estruturais mais utilizadas estão descritas a seguir:

- Controle do uso do solo urbano.
- Regulamentação dos empreendimentos com atuação no controle da implantação de construções urbanas.
- Regulamentação para áreas em construção, incluindo a obrigatoriedade da adoção das medidas de controle da produção de sedimentos, diminuindo a erosão local.
- Criação de mecanismos para redução da produção de resíduos.
- Implementação e/ou ampliação dos programas de reciclagem visando recuperar o valor econômico agregado dos resíduos.
- Implementação de ações de educação, conscientização e de incentivos à separação seletiva, entre outros (Tucci & Neves, 2009).
- Implantação de áreas verdes que reduzem as vazões e os volumes escoados superficialmente, assim como as cargas de sedimentos.
- Controle de ligações clandestinas de esgotos na rede de drenagem.
- Varrição de ruas e recolhimento do material grosseiro.
- Controle da coleta e disposição final dos resíduos.
- Instalação de placas de advertência para a não disposição de resíduos sólidos em local indevido, principalmente próximo aos corpos d'água.

As medidas estruturais consistem na utilização de dispositivos de retenção, com destaque para os autolimpantes (Tucci & Neves, 2009). Armitage et al. (1998, apud Tucci e Neves, 2009) fazem uma compilação dessas medidas, conforme apresentado na Tabela 16.

Tabela 16 – Evolução das estruturas de retenção de resíduos sólidos — autolimpantes

Técnica	Esquema	Observações
Visage (1994): desvio do lixo para um reservatório com hastes inclinadas a 11°, fluxo para o centro e para baixo a jusante		Aderência às hastes em vazões baixas ou em altas com lixo inicial. Em grandes concentrações, acúmulo nas hastes entre a extremidade de jusante destas e a parede do canal.
Watson (1996) e Compion (1997): rampa inclinada a jusante e segregador horizontal na direção do fluxo. Largura do canal após a rampa duas vezes a inicial. Continuação do segregador inclinada		Efetiva em vazões altas ou com o nível de jusante alto. Problemas em longos períodos de vazões baixas por causa da deposição a montante. Observou-se aumento da presença de vórtices a jusante, ajudando a acomodação do lixo.
Beecham e Sablatnig (1994): modelaram 23 estruturas. As de melhores resultados são ilustradas ao lado, sendo o arranjo 23 considerado o mais efetivo		Maior potencial com barras horizontais; a inclusão de uma queda vertical dentro do arranjo reduz bastante a probabilidade de refluxo; e o armazenamento <i>off-line</i> do lixo disponibiliza área de armazenamento muito maior, cria menos perturbações no escoamento e possibilita um acesso muito melhor de limpeza e manutenção

Fonte: Armitage et al., 1998 apud Tucci e Neves, 2009.

As medidas estruturais exigem recursos altos, que podem inviabilizar sua utilização (Tucci & Neves, 2009). Dessa maneira, o município com pouco recurso financeiro deve direcionar o seu foco para as medidas não estruturais, as quais demandam menores gastos e apresentam, de modo geral, bons resultados para a redução da disposição de resíduos sólidos na drenagem urbana.

12.1.3 Desassoreamento e limpeza de canais e estruturas de drenagem

Os sedimentos, resíduos sólidos e esgotos sanitários na rede de drenagem podem causar obstruções ou entupimentos e levar à ocorrência de alagamentos e inundações, principalmente quando há falta de manutenção da rede.

O desassoreamento e a limpeza dos sistemas existentes devem ser realizados através da retirada da areia e dos resíduos sólidos periodicamente. Nos locais que permitem o acesso de máquinas, essas devem ser utilizadas, já nos locais sem acesso, a retirada precisa ser manual.

A Prefeitura Municipal Araçoiaba da Serra realiza parcialmente a limpeza e o desassoreamento dos sistemas implantados, porém há muitos canais e estruturas hidráulicas assoreadas. Deste modo, é necessário aumentar a frequência dessas atividades, realizando-as de forma mais sistemática e continuada.

12.1.4 Substituição ou reparo de estruturas danificadas

No caso de chuvas fortes e/ou inundações, podem ocorrer o rompimento de tubulações, o transbordamento ou a ruptura de travessias e pontes, entre outros distúrbios. O desmoronamento de taludes e paredes de canais representa um risco à segurança da população, bem como pode causar ou agravar o assoreamento dos cursos d'água.

A realização de manutenções preventivas e corretivas no sistema de drenagem é extremamente importante para evitar a ocorrência de alagamentos e inundações. Assim, deve-se estabelecer normas e protocolos para que o Departamento ou Divisão responsável pelo Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais, a ser criado, mantenha registros de ações operacionais visando a manutenção, o conserto de equipamentos ou quaisquer reformas ou ampliações na infraestrutura patrimonial.

12.1.5 Plano de manutenção

Diante do exposto nos itens anteriores, deve-se elaborar um plano de manutenção sistemática dos sistemas de micro e macrodrenagem do município. Incluir procedimentos de averiguação quanto ao estado de manutenção dos trechos ou setores, que serão previamente identificados e numerados, juntamente com um calendário anual com a ordem dos setores a serem verificados. Recomenda-se manter uma periodicidade mínima de doze meses para a averiguação de cada setor predeterminado. Aumentar a frequência de averiguação nos setores ou trechos críticos.

O plano de manutenção deverá ser composto por um conjunto de atividades que visem a preservação do desempenho, da segurança e da confiabilidade dos

componentes do sistema de drenagem, de forma a prolongar sua vida útil e reduzir os custos de manutenção.

O plano de manutenção do sistema de drenagem deve ser configurado pelos seguintes pontos essenciais:

- **Organização da manutenção** – a manutenção dos componentes do sistema deve ser planejada de acordo com o porte e complexidade do sistema de drenagem do município.
- **Arquivo técnico do sistema de drenagem** – composto por documentos de projeto e construção, incluindo memoriais descritivos, memoriais de cálculo, desenhos e especificações técnicas. Esse arquivo deve ser permanentemente atualizado.
- **Cadastro dos componentes do sistema de drenagem** – composto pelo levantamento de todos os componentes abrangidos pelo plano de manutenção, incluindo identificação, descrição e localização. Esse cadastro deve ser permanentemente atualizado.

Para o bom funcionamento e efetivação dos serviços de manutenção, o plano deverá prever uma série de elementos, tais como:

- Central de atendimento - visa atender às necessidades de intervenção, mediante solicitação.
- Cadastramento do sistema - essencial para a programação e execução da rotina de manutenção.
- Diagnóstico - essencial para a identificação de pontos críticos.
- Planejamento operacional - distribuição das atividades ao longo do tempo em função da disponibilidade de recursos.
- Programação de serviços - consiste na definição de quem irá fazer, como e quando, mediante as necessidades do sistema.
- Execução da manutenção:
 - Inspeção – trata-se do acompanhamento das condições dos equipamentos do sistema de drenagem permitindo, desta forma, prever as necessidades de ajustes ou reparos.

- Manutenção preventiva – a partir dos dados obtidos nas inspeções, serão planejadas as ações com o objetivo de eliminar os defeitos e as irregularidades constatadas.
- Manutenção corretiva – visa restabelecer o padrão operacional do sistema de drenagem em virtude de falhas ou necessidades detectadas pela inspeção, manutenção preventiva ou pela própria população.
- Operação – consiste nas atividades específicas de funcionamento, acompanhamento, leitura de dados, pequenos ajustes e atividades de conservação dos equipamentos do sistema.
- Controle da manutenção - deverá ser realizado através da emissão de relatórios operacionais.

Os procedimentos e rotinas têm como objetivo estabelecer as diretrizes gerais para a execução de serviços de conservação e manutenção do sistema de drenagem do município.

Os serviços de conservação e manutenção correspondem às atividades de inspeção, limpeza e reparos dos componentes do sistema de drenagem, que deverão ser executadas de acordo com o plano de manutenção, baseado em rotinas e procedimentos periodicamente aplicados nos equipamentos do sistema. Além disso, o plano de manutenção deve conter um capítulo específico para o controle de erosões com rotina de inspeções em áreas de risco.

O Quadro 21 indica as estruturas que devem ser submetidas à inspeção, suas rotinas e respectivas frequências mínimas de execução das atividades.

Quadro 21 – Procedimentos de inspeção para as estruturas do sistema de drenagem

Estrutura	Rotina	Frequência mínima
Sarjetas	Inspecionar os pontos de acesso às sarjetas ou bocas de lobo. Atenção especial deve ser dada aos danos ou bloqueios.	A cada 60 dias
	Inspecionar revestimento das estruturas para determinar quaisquer danos e deteriorações.	
	Procurar por obstruções causadas por acúmulo de resíduos, sedimentos, vegetação ou acessos às garagens.	
Bocas de lobo, bueiros, galerias e	Inspecionar os pontos de acesso, verificando obstruções no gradeamento.	A cada 60 dias

Estrutura	Rotina	Frequência mínima
canais abertos e fechados	Inspecionar revestimento das estruturas para determinar quaisquer danos e deteriorações.	
	Procurar por obstruções causadas por acúmulo de resíduos e sedimentos internamente.	
	Inspecionar o gradeamento a fim de verificar a facilidade ao acesso interno.	
Áreas de risco de erosões	Inspecionar os locais com especial atenção para os sistemas de drenagem superficial, estruturas de contenção nos taludes de corte que apresentam condições de estabilidade precária e proteções superficiais, com vegetação.	A cada 60 dias

Fonte: adaptado de SMDU, 2012.

O Quadro 22 indica as estruturas que devem ser submetidas à limpeza, suas rotinas e frequência e o Quadro 23 indica as estruturas que devem ser submetidas à manutenção, suas rotinas e frequência mínima de execução das atividades.

Quadro 22 – Procedimentos de limpeza para as estruturas do sistema de drenagem

Estrutura	Rotina	Frequência mínima
Sarjetas	Limpar sedimentos acumulados e resíduos sólidos.	Diariamente, de forma contínua.
Bocas de lobo, bueiros, galerias e canais abertos e fechados.	Limpar sedimentos acumulados e resíduos sólidos.	A cada 60 dias, com a devida atenção nos períodos de chuvas.

Fonte: adaptado de SMDU, 2012.

Quadro 23 – Procedimentos de manutenção para as estruturas do sistema de drenagem e de áreas de risco

Estrutura	Rotina	Frequência mínima
Sarjetas	Reparar / substituir elementos danificados. Refazer revestimento.	Quando verificada a necessidade durante a inspeção.
Bocas de lobo, bueiros, galerias e canais abertos e fechados.	Reparar / substituir elementos danificados. Refazer revestimento. Adequar o gradeamento.	Quando verificada a necessidade durante a inspeção.
Áreas de risco de erosões	Reparar os sistemas de drenagem superficial, estruturas de contenção nos taludes de corte e proteções superficiais.	Quando verificada a necessidade durante a inspeção.

Fonte: adaptado de SMDU, 2012.

12.2 Correções de adaptações de obras e projetos em curso

Durante o desenvolvimento das atividades pertinentes a este trabalho foram apresentados, pelos representantes da prefeitura, projetos de rede de microdrenagem

referentes aos bairros de Pomares, Alvora e Colinas I. Nas visitas realizadas no município não foram identificadas obras em andamento.

12.3 Recomendações de proteção, desocupação e reserva de áreas

O município de Araçoiaba da Serra possui extenso perímetro urbano e, grande parte desta, é ocupada por vegetação e campos. As Áreas de Preservação Permanente (APP) dos cursos d'água, salvo em alguns casos, não estão ocupadas por edificações. Em outros casos, a APP encontra-se degradada e utilizada para agricultura e pecuária. Tais áreas são naturalmente inundáveis e não devem ser ocupadas, seja por questões ambientais ou de risco.

As áreas ocupadas têm motivos e finalidades diversas. Em alguns casos são ocupadas irregularmente e, portanto, mais favoráveis à desocupação. Porém, em muitos casos a APP é ocupada, ainda que em desacordo com o código florestal, com aprovação da prefeitura.

12.3.1 Indicação das áreas a serem preservadas ou reconstituídas

Os principais pontos em que são identificadas edificações que demandam sua desocupação (desapropriação) são citados abaixo, os pontos são identificados no Anexo 16.

- Ponto 2 – à montante da travessia da Rua Antonio Alves de Oliveira sobre o córrego Vacariú não há edificação em APP. As áreas naturalmente inundáveis devem ser preservadas para este fim.
- Ponto 6 – à montante a travessia da Rua José Júlio Costa Cabral, localizada no afluente direito à montante do Lago Municipal, não há edificações, apenas ciclovia e estruturas de lazer. À montante da referido ponto há áreas naturalmente inundáveis, as quais deverão ser preservadas para esta finalidade.
- Ponto 16 – Travessia da estrada municipal ARS 455 sobre rio Verde: à montante e à jusante da travessia podem ser observadas áreas naturalmente inundáveis, os quais devem ser preservadas para este fim.

12.3.2 Recuperação de áreas sujeitas à processos erosivos

No córrego sem nome, há a presença de processos erosivos em alguns pontos das respectivas calhas. A maioria destes pontos serão sanados com a indicação das obras de canalização e adequação das travessias dos cursos d'água em questão. Porém, a implantação destas obras será tratada como medidas de médio e longo prazo e, a correção destes locais é indicada como medidas de curto prazo. Assim, o reparo dos processos erosivos deverá ser adotado nos seguintes pontos, os quais estão localizados no Anexo 16:

- Ponto 4 – Rua Benedito Antunes Ribeiro;
- Ponto 29 – Rua Ana da Silva Machado e Estrada da Bica
- Ponto 32 – Rua Eduardo Ribeiro Fernandes

Há, ainda, outros pontos com princípio de processos erosivos em função do lançamento de redes de microdrenagem implantadas sem dissipadores de energia.

12.4 Propostas de medidas de utilização e manutenção de várzeas em áreas de desapropriação

O córrego do Lajeado, assim como o ribeirão Jundiacanga e o Rio Verde, e seus afluentes apresentarão inundações das suas margens, ocupando o leito maior do curso d'água, mesmo após as intervenções que serão indicadas no referido plano de macrodrenagem. Tais inundações ocorrerão em menores proporções, porém será necessário desapropriar as edificações que margeiam os cursos d'água e recuperar as Áreas de Preservação Permanente dos mesmos. As dimensões das faixas a serem desapropriadas estão identificadas no Anexo 16.

13. Propostas de ações prioritárias

A partir do diagnóstico da situação fez-se a simulação do cenário futuro de projeção populacional, do uso do solo do município e as consequências para o sistema de drenagem de águas pluviais existente. Em outras palavras, fez-se a simulação das consequências futuras caso nenhuma ação fosse tomada.

Nesse item são apresentadas as propostas para solução dos problemas levantados e a seleção da melhor alternativa, sejam elas medidas estruturais ou não estruturais. A localização das medidas propostas é apresentada nos Anexo 16 e Anexo 17.

13.1 Programa de intervenções estruturais

As alternativas de medidas estruturais para a mitigação dos problemas apontados no diagnóstico baseiam-se em simulações hidrológicas e hidráulicas e direcionam as ações futuras seguindo os princípios de Drenagem Urbana Sustentável, de Manejo de Águas Pluviais e de Abordagem Integrada, apresentados em Baptista et al. (2005), Brasil (2010) e Brasil (2012). Estes princípios consistem em vincular a prevenção de riscos de inundação à saúde pública, poluição e ao projeto de ordenamento territorial. É a interação do projeto urbanístico com a gestão das águas pluviais.

Para a execução das obras propostas, deverão ser detalhadas questões de ordem estrutural, geotécnica e executiva para elaboração de projetos básicos e executivos, sendo verificadas interferências com redes de energia elétrica, luz, gás, telefonia, abastecimento de água, esgotamento sanitário, dentre outras.

13.1.1 Travessia da Rua Benedito Antunes Ribeiro – P1/Tr24

A travessia da Rua Benedito Antunes Ribeiro sobre o Córrego Vacariu (à jusante do “lago da garagem”), composta por três tubulações de 600 mm, deverá ser adequada para duas aduelas com 3,00 x 2,00 m.

13.1.2 Travessia da Rua Antonio Alves de Oliveira – P2/Tr25

A travessia na Rua Antonio Alves Oliveira sobre o córrego Vacariu tem sua seção atualmente composta por uma tubulação de 800 mm, deverá ser substituída por duas aduelas de 2,50 x 1,50 m.

13.1.3 Trecho do córrego Vacariu à montante da Rua Antonio Alves de Oliveira – P2/Trecho 5

O trecho do córrego Vacariu, localizado à montante da travessia da Rua Antonio Alves de Oliveira, que atualmente possui seção natural com 0,84 x 1,00 m, deverá ser adequado para seção retangular, em gabião, com 4,00 x 2,00 m.

13.1.4 Travessia da Avenida Manoel M. de Oliveira – P2/Tr26

A travessia da Avenida Manoel M. de Oliveira sobre o córrego Vacariu, atualmente com seção composta por duas tubulações de 800 mm e outra de 400 mm, precisam ser substituídas por duas aduelas de 3,00 x 1,50 m.

13.1.5 Travessia da Rua Benedito Antunes Ribeiro – P3/Tr19

A travessia da Rua Benedito Antunes Ribeiro sobre o córrego sem nome, afluente do córrego Vacariu, tem como seção uma tubulação de 500 mm. A seção da travessia precisa ser substituída por duas aduelas de 3,00 x 1,50 m.

13.1.6 Rua Benedito Antunes Ribeiro – P4/Tr20

A travessia da Rua Benedito Antunes Ribeiro sobre o córrego sem nome, afluente do córrego Vacariu tem como seção duas tubulações de 700 mm, que deverão ser substituídas por duas aduelas com 3,00 x 1,50 m.

13.1.7 Trecho do córrego sem nome à jusante da Rua Benedito Antunes Ribeiro – P4/Trecho 4

O trecho do córrego sem nome, afluente do córrego Vacariu, localizado à jusante da travessia da Rua Benedito Antunes possui seção natural com 3,78 x 0,50 m. A mesma deverá ser adequada para seção retangular, em gabião, de dimensões 3,50 x 2,00 m.

13.1.8 Travessia da Avenida Lucas Nogueira Garcez – P5/Tr21

A travessia da Avenida Lucas Nogueira Garcez sobre córrego sem nome, afluente do córrego Vacariu, atualmente tem seção composta por duas tubulações de 800 mm. As tubulações deverão ser substituídas por duas aduelas de 2,50 x 1,00 m.

13.1.9 Travessia da Rua José Júlio Costa Cabral Júnior – P6/Tr22

A travessia da Rua José Júlio Costa Cabral Júnior, sobre o córrego sem nome, afluente do córrego Vacariu, localizada logo à montante do Lago Municipal, tem como seção atual duas tubulações de 600 mm que deverão ser substituídas por duas aduelas de 3,00 x 1,50 m.

13.1.10 Travessia da Avenida Manoel Vieira – P7/Tr27

À jusante do Lago Municipal encontra-se a travessia da Avenida Manoel Vieira sobre o córrego Vacariu, a qual é composta por uma tubulação de 900 mm e outra de 600 mm. A travessia deverá ser adequada para duas aduelas de 3,00 x 1,50 m.

13.1.11 Travessia da Rua Ercília G. da Costa – P8/Tr28

A travessia da Rua Ercília G. da Costa sobre o córrego Nhó-Tó, localizada à montante do Lago Mizue, tem sua seção composta por uma aduela de 1,20 x 1,20 m e duas tubulações de 600 mm. A travessia deverá ser substituída por duas aduelas de 2,50 x 1,50 m.

13.1.12 Travessia da Rua José Paulino – P9/Tr29

A travessia da Rua José Paulino sobre o córrego Nhó-Tó, localizada à jusante do Lago Mizue, tem como seção duas tubulações de 800 mm, que deverá ser substituída por duas aduelas de 3,00 x 1,50 m.

13.1.13 Rede de microdrenagem da Rua José Paulino – P9

Foi verificado que a região da Rua José Paulino não possui estruturas de drenagem, sendo necessária sua construção.

13.1.14 Córrego Passo Fundo

O córrego Passo Fundo, no bairro Nossa Senhora Sallate, apresenta diversidade na abordagem em questão da drenagem de águas pluviais. Em alguns trechos, o córrego tem características de microdrenagem e em outros, como macrodrenagem.

O córrego também apresenta complexidade para solução dos problemas de inundação devido à ocupação de sua APP. A nascente do córrego é composta por um reservatório localizado em condomínio fechado e privativo. Há trechos em canalização

aberta (trechos em que o córrego atravessa alguns lotes do bairro) e trechos em canalização fechada (trechos em que o córrego atravessa sob as vias públicas. Há, ainda, trechos em que o córrego escoa pela via pública, sem uma seção definida.

A APP do córrego é uma área naturalmente inundável e deveria ser preservada ou utilizada para usos públicos, com finalidades que possibilitem a convivência com as cheias do córrego, como por exemplo, parques lineares, áreas de lazer e ciclovia. Na configuração atual, além dos prejuízos e riscos causados pelas inundações, há dificuldade de acesso para manutenção e execução de obras no canal.

Devido à configuração do município, as inundações do córrego podem ser mitigados apenas com sua canalização. A proposta de canalização do córrego é apresentada a seguir:

13.1.14.1 Trecho do córrego Passo Fundo – P53 e 54/Trecho 7

Localizado entre a Estrada Municipal ARS 407 e a Rua Luiz Celestino Bertanha, o trecho do córrego Passo Fundo encontra-se canalizado com seção circular de 400 mm. O mesmo deverá ser substituído por uma seção, em aduela, com 2,50 x 1,50 m. Desse modo também deverão ser adequadas as travessias sob a Estrada Municipal ARS 407 (Tr46) e sob a Rua Luiz Celestino Bertanha (Tr45).

13.1.14.2 Trecho do córrego Passo Fundo – P11/Trecho 2A

O trecho do córrego Passo Fundo, localizado entre as Ruas Luiz Celestino Bertanha e Oscar Domingues de Campos, deverá ser canalizado utilizando-se aduelas de 3,00 x 1,50 m. Logo, deverão ser adequadas as travessias sob as Ruas Jorge Luiz Severino e Oscar Domingues de Campos (Tr15).

13.1.14.3 Trecho do córrego Passo Fundo – P10/Trecho 2B

O trecho do córrego Passo Fundo, localizado entre as Ruas Oscar Domingues de Campos e Antonio Pessutti, encontra-se em propriedade particular e possui seção natural de dimensões 0,56 ~ 1,19 x 1,10 m. O canal deverá ser substituído por uma seção retangular, em gabião, com 3,00 x 2,00 m.

13.1.14.4 Travessia da Rua Antonio Pessutti – P10/Tr 16

A travessia da Rua Antonio Pessutti sobre o córrego Passo Fundo é composta atualmente por uma tubulação de 500 mm, a qual deverá ser modificada por uma aduela com 3,00 x 2,00 m.

13.1.14.5 Córrego Passo Fundo – P12/Trecho 3

O trecho do córrego Passo Fundo localizado entre as Ruas Antonio Pessuti e Daniel Vieira Rodrigues, atualmente encontra-se canalizado em propriedade particular com seção retangular de dimensões 1,10 x 0,90 m. O canal deverá ser adequado para uma seção também retangular, em gabião, com 5,00 x 2,00 m.

13.1.14.6 Travessia da Rua Daniel Vieira Rodrigues – P12/Tr17

A travessia da Rua Daniel Vieira Rodrigues, sobre o córrego Passo Fundo, tem como seção uma tubulação de 500 mm, e deverá ser alterada para duas aduelas de 2,50 x 2,00 m.

13.1.14.7 Travessia da Estrada Irmã Theoberta – P13/Tr18

A travessia da Estrada Irmã Theoberta (Estrada do Rio Verde) sobre o córrego Passo Fundo, próximo ao Horto Florestal Carmem de Oliveira Pinto, possui seção atual com duas tubulações com 600 mm. A travessia deverá ser substituída por duas aduelas de 2,50 x 2,00 m.

13.1.14.8 Travessia da Estrada Irmã Theoberta – P14/Tr14

Na Estrada Irmã Theoberta (Estrada do Rio Verde), a travessia sobre o Rio Verde possui como seção atual três tubulações de 1500 mm. A travessia deverá ser substituída por duas aduelas de 4,00 x 2,00 m.

13.1.15 Rede de microdrenagem do Bairro Jardim Dalila – P15

Foi verificado que as Ruas do Bairro Jardim Dalila não possuem estruturas de drenagem, sendo necessária sua construção.

13.1.16 Travessia da Estrada Municipal ARS 455 sobre Rio Verde – P16/Tr13

Na estrada municipal ARS 455, a travessia sobre o Rio Verde, possui seção de 500 mm que deverá ser substituída por duas aduelas de 3,00 x 1,50 metros.

13.1.17 Trecho do Rio Verde à jusante da Estrada Municipal ARS 455 – P16/Trecho 1

O trecho do Rio Verde, localizado à jusante da Estrada Municipal ARS 455 possui seção natural de dimensões 0,69 ~ 1,77 x 1,00 m, e deverá ser adequado para uma seção retangular, em gabião, com 4,00 x 3,00 m.

13.1.18 Travessia da Estrada Dr. Celso Charuri – P17/Tr7

A travessia da Estrada Dr. Celso Charuri sobre o córrego do Barreiro tem por seção uma tubulação de 2800 mm. A travessia deve ser substituída por uma seção retangular de 4,00 x 2,50 m.

13.1.19 Travessia da Estrada Celso Charuri – P69/Tr4

A travessia da Estrada Celso Charuri, sobre o ribeirão do Lajeado, localizada no Bairro Colinas I, atualmente é composta por uma tubulação de 2200 mm, e deverá ser substituída por uma aduela com 4,00 x 2,50 m.

13.1.20 Travessia da Alameda das Paineiras – P18/Tr9

A travessia da Alameda das Paineiras sobre o córrego do Barreiro possui seção de dimensões 2,00 x 1,65 m e deverá ser substituída para seção retangular com 6,00 x 1,50 m.

13.1.21 Rede de microdrenagem do Bairro Jardim Dalila – P19

Foi verificado que as vias próximas à Rua Alameda dos Flamboyants, não possuem estruturas de drenagem, sendo necessária sua construção, desde que posteriormente seja realizado o asfaltamento da via.

13.1.22 Córrego Ipanema

Devido às características do córrego Ipanema, do sistema viário e da ocupação da área em questão as ocorrências de inundações que atingem o mesmo podem ser mitigados de duas maneiras diferentes: a primeira é a adequação das travessias e da seção do canal; a outra poderá ser a construção de um reservatório (barragem) para controle de cheias, alternativas 1 e 2 respectivamente. Neste item estão apresentadas

as diferentes avaliações para cada ponto crítico referentes à bacia do córrego Ipanema cada uma das alternativas.

13.1.22.1 Alternativa 1 - Adequação das travessias do córrego Ipanema

O mapa de localização das medidas estruturais propostas para a Alternativa 1 e a respectiva memória de cálculo são apresentados no Anexo 16. A descrição das obras é apresentada a seguir.

13.1.22.1.1 Travessia da Estrada Municipal ARS 117 – P65/Tr57

A travessa da Estrada Municipal do Horizonte Perdido sobre o córrego Ipanema, localizada no Bairro Jundiaquara, é composta por duas tubulações de 400 mm, uma tubulação de 500 mm e uma seção quadrada com 0,40 x 0,40 m. A travessia deverá ser substituída por uma seção retangular com 11,00 x 1,40 m.

13.1.22.1.2 Travessia da Estrada Celso Charuri – P68/Tr3

A travessia da Estrada Celso Charuri sobre o córrego do Colégio, localizada entre os Bairros do Colégio e Jundiaquara, tem como seção duas tubulações de 2700 mm, que deverão ser substituídas por seção retangular com 7,00 x 3,00 m.

13.1.22.1.3 Travessia da Alameda dos Flamboyants – P19/Tr5

A travessia da Alameda dos Flamboyant, sobre o córrego do Colégio, que atualmente possui seção retangular de 3,70 x 2,45 m, deverá ser substituída por seção retangular de 12,00 x 2,80 m.

13.1.22.1.4 Travessia da Avenida Itália – P20/Tr10

Localizada no Bairro Monte Bianco, a travessia da Avenida Itália sobre o ribeirão do Lajeado, tem seção retangular com 5,70 x 3,90 m, a qual deverá ser adequada para uma seção, também retangular, de dimensões 11,00 x 3,90 m.

13.1.22.1.5 Trecho do ribeirão Lajeado à montante da Avenida Itália – P20/Trecho 8

O trecho do ribeirão do Lajeado, localizado à montante da travessia da Avenida Itália possui seção atual natural de dimensões 2,15 ~ 8,43 x 4,09 m. A seção do trecho deverá ser substituída por uma seção retangular, em gabião com 11,00 x 4,00 m.

13.1.22.1.6 Travessia da Estrada Municipal Ars 467 – P21/Tr11

A travessia da Estrada Municipal Ars – 467, sobre o ribeirão do Lajeado, localizada no Recanto Aldeville, possui seção retangular com 5,00 x 4,50 m. A mesma deverá ser substituída por seção retangular de 11,00 x 4,00 m.

13.1.22.1.7 Travessia da Rua Abílio Paes de Almeida – P56/Tr48

Localizada no Parque Monte Líbano, a travessia da Rua Abílio Paes de Almeida sobre o ribeirão do Lajeado, que atualmente possui seção retangular com 7,00 x 2,70 m, deverá ser modificada por uma seção também retangular de dimensões 10,00 x 3,00 m.

13.1.22.2 Alternativa 2 - Construção de barragem

A outra opção para se reduzir a quantidade e ou a dimensão das obras citadas na alternativa 1 é a construção de reservatório de retenção, também conhecidos como barragem, em áreas à montante dos pontos citados. O reservatório tem a função de armazenar volume de água do curso d'água e reduzir as vazões de pico, eliminando os riscos de inundação.

O mapa de localização das medidas estruturais propostas para a Alternativa 2 e a respectiva memória de cálculo são apresentados no Anexo 17. A descrição das obras é apresentada a seguir.

A proposta é a construção de um reservatório de retenção no córrego Ipanema, à montante da Estrada do Horizonte Perdido, no Bairro Jundiáquara. O barramento proposto localizar-se-á nas coordenadas aproximadas de X= 234596,41 e Y= 7392393,49 (Figura 83). O reservatório apresenta as características descritas na Tabela 17.

Figura 83 – Reservatório de detenção do córrego Ipanema



Tabela 17 – Características do reservatório de detenção do córrego Ipanema

Altura da barragem (m)	7,00
Volume máximo (m ³)	463.321,76
Área de inundação (m ²)	159.864,36
Saída de fundo (m)	Circular, diâmetro de 1,00 m
Soleira do vertedor em relação ao fundo (m)	5,00
Vertedor	Retangular
Comprimento do vertedor (m)	10,00

As curvas nível de água x volume e nível de água x vazão são apresentadas na Figura 84 e na Figura 85, respectivamente.

Figura 84 – Curva nível de água x volume do reservatório de retenção do córrego Ipanema

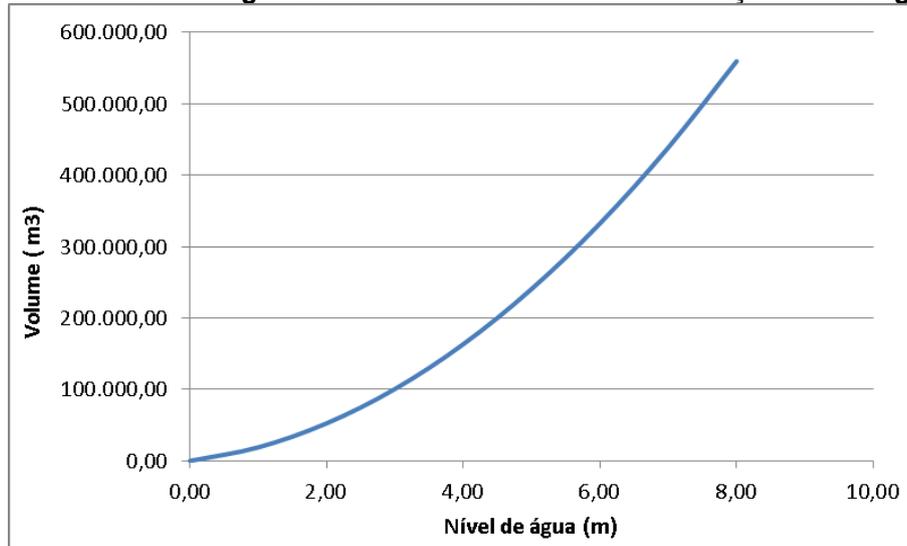
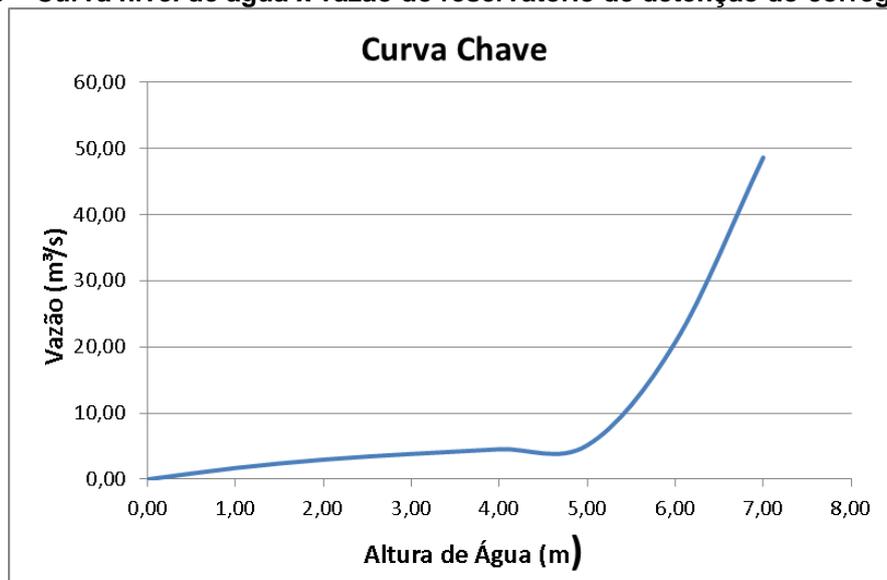


Figura 85 – Curva nível de água x vazão do reservatório de retenção do córrego Ipanema



O resultado das simulações da propagação da cheia pelo método de Puls são apresentados na Figura 86 e Figura 87. Constata-se que a construção do barramento se mostra viável para controle de inundações do córrego, reduzindo as vazões máximas para Tr de 100 anos de 60,50 m³/s para 30,14 m³/s. Assim, algumas obras propostas na Alternativa 1 apresentam seções inferiores e de maior viabilidade de execução. O mapa de localização das medidas estruturais propostas na alternativa 2 é apresentado no Anexo 17.

Figura 86 – Simulação dos hidrogramas do reservatório proposto

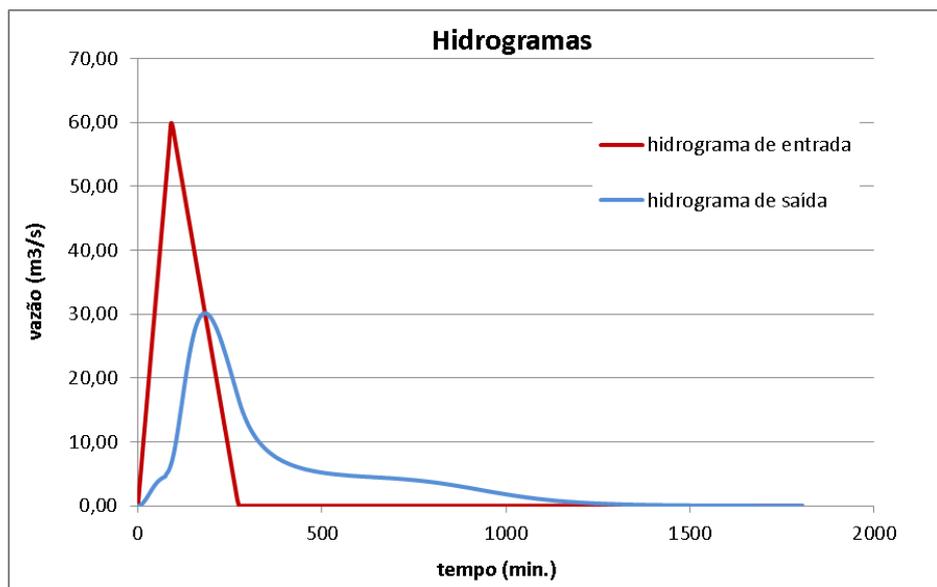
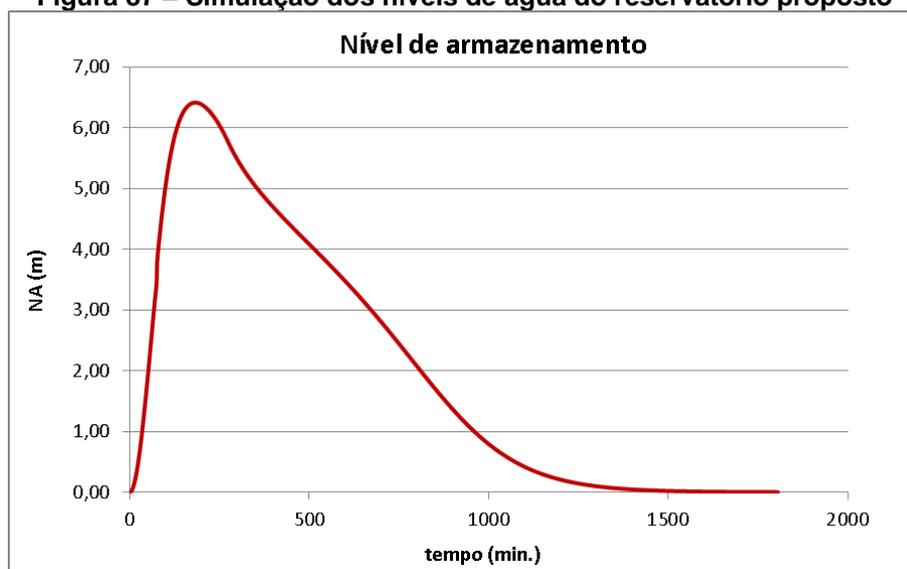


Figura 87 – Simulação dos níveis de água do reservatório proposto



13.1.22.3 Comparação das Alternativas

A diminuição da vazão propiciada pela construção do barramento possibilita uma redução nas dimensões das obras projetadas, podendo tornar adequadas algumas das estruturas existentes.

A Tabela 18 apresenta uma comparação das dimensões propostas para cada uma das alternativas estudadas, referente às estruturas presentes no item 13.1.

Tabela 18 – Comparação das estruturas para as alternativas 1 e 2

Local da obra	Alternativa 1	Alternativa 2
---------------	---------------	---------------

Travessia sob a Estrada do Horizonte Perdido	11,00 x 1,40 m	10,00 x 1,40 m
Travessia da Estrada Celso Charuri	7,00 x 3,00 m	—
Travessia da Alameda dos Flamboyants	12,00 x 2,80 m	10,00 x 2,80 m
Travessia sob a Avenida Itália	11,00 x 3,90 m	—
Trecho do ribeirão do Lajeado à montante da Avenida Itália	Canal retangular em gabião 11,00 x 4,00 m	—
Travessia da Estrada Municipal Ars-467	11,00 x 4,00 m	10,00 x 4,00 m
Travessia sob a Rua Abilio Paes de Almeida	10,00 x 3,00 m	9,50 x 3,00 m

13.1.23 Rede de microdrenagem da Estrada Geraldo Fernandes Vieira – P23

Foi verificado que as vias próximas ao encontro da Estrada Geraldo Fernandes Vieira com a Rua das Magnólias, não possuem estruturas de drenagem, sendo necessária sua construção e posterior pavimentação das vias.

13.1.24 Rede de microdrenagem de Ruas no Bairro Jundiaquara – P24

Foi verificado que algumas ruas do Bairro Jundiaquara, não possuem estruturas de drenagem, sendo necessária sua construção e posterior pavimentação das vias.

13.1.25 Travessia da Estrada do Jundiacanga – P27/Tr41

Localizada no Bairro Village da Serra, a travessia da Estrada do Jundiacanga sobre o córrego sem nome, afluente do ribeirão Jundiacanga, atualmente é composta por duas tubulações de 1500 mm. A seção existente deverá ser substituída por uma aduela com 4,00 x 2,00 m.

13.1.26 Travessia da Estrada da Bica – P28/Tr39

A travessia da Estrada da Bica sobre o córrego sem nome, afluente do ribeirão Jundiacanga, tem seção natural com 3,89 ~ 4,15 x 0,32 m. A travessia deverá ser substituída por seção retangular de 4,00 x 1,00 m.

13.1.27 Trecho do córrego sem nome à montante da Estrada da Bica – P28/Trecho 9

O trecho do córrego sem nome, afluente do ribeirão Jundiacanga, deverá ter seu fundo escavado para permitir a adequação da travessia citada no item anterior. Recomenda-se a construção de um canal natural, trapezoidal de dimensões de base menor 3,30 x base maior 6,60 x 1,0 m de altura útil.

13.1.28 Rede de microdrenagem da Rua Ana Silva Machado e Estrada da Bica – P29

Foi verificado que a Rua Ana Silva Machado e a Rua Estrada da Bica, não possuem estruturas de drenagem, sendo necessária sua construção e pavimentação da via.

13.1.29 Travessia da Alameda Éden – P31/Tr43

A travessia da Alameda Éden sobre o ribeirão Jundiacanga tem seção de 3,30 x 3,20 m, e deverá ser substituída por seção retangular com 9,00 x 3,00 m.

13.1.30 Rua Eduardo Ribeiro Fernandes – P32/Tr58

O encontro da Rua Eduardo Ribeiro Fernandes com a Rua Florentino D. Moreira, no Bairro Camapuã, é uma área crítica de drenagem uma vez que não há travessia sobre o córrego sem nome, afluente do ribeirão Jundiacanga. Atualmente, o escoamento do córrego é intermitente, sua seção está indefinida e a vazão esco superficialmente pela via não pavimentada.

A travessia a ser construída deverá ter seção de 1,00 x 1,00 m. Também deverão ser construídos sistemas de captação e condução do escoamento, composto por valas e canaletas nas vias não pavimentadas. Não é recomendada a implantação de dispositivos de drenagem de águas pluviais, tais como bocas de lobo e rede de drenagem, sem a pavimentação da via, devido aos efeitos de assoreamento e obstrução dos mesmos.

13.1.31 Rede de microdrenagem da Rua Dr. Afonso Vergueiro – P34

Foi verificado que a Rua Dr. Afonso Vergueiro, não possui estruturas de drenagem, sendo necessária sua construção e pavimentação da via.

13.1.32 Travessia da Rua José Maria dos Santos – P35/Tr44

Localizada no Bairro Cercado, a travessia da Rua José Maria dos Santos, sobre o córrego do Cercado, é composta atualmente por uma tubulação de 300 mm, uma de 500 mm e outra de 1000 mm. A travessia deverá ser substituída por duas aduelas de 3,50 x 1,00 m.

13.1.33 Rede de microdrenagem da Rua Alfredo M. de Moraes – P36

Foi verificado que a região próxima à Rua Alfredo M. de Moraes, não possui estruturas de drenagem, sendo necessária sua construção, e posterior pavimentação da via.

13.1.34 Travessia da Estrada Municipal ARS 317 – P37/Tr32

A travessia da Estrada Municipal ARS 317, sobre o córrego sem nome, afluente do ribeirão Iperó, está localizada no Bairro Retiro, possui seção composta por uma tubulação de 800 mm, e deverá ser substituída por aduela com 2,00 x 1,00 m.

13.1.35 Travessia da Estrada Municipal ARS 177 – P38/Tr38

Localizada na Estrada Municipal ARS 177, a travessia próxima à Fazenda São Bento, possui atualmente uma tubulação de 800 mm. A mesma deverá ser substituída por aduela com 2,00 x 1,00 m.

13.1.36 Travessia da Estrada Municipal ARS 177 – P39/Tr33

A travessia da Estrada Municipal ARS 177 sobre o ribeirão Iperó Mirim, localizada no Bairro Campininha, é composta por duas tubulações de 1000 mm, que deverá ser substituída por seção de 4,00 x 1,50 m.

13.1.37 Travessia da Estrada Municipal ARS 177, Bairro Aparecidinha – P40/Tr34

À jusante do ponto citado anteriormente, localizada no Bairro Aparecidinha, a travessia da Estrada Municipal ARS 177, sobre o Ribeirão Iperó-Mirim, tem seção composta por duas tubulações de 1500 mm. A passagem deverá ser substituída por duas aduelas com 2,50 x 2,50 m.

13.1.38 Rede de microdrenagem da Rua Sem Nome – P42

Foi verificado que a Rua Sem Nome, no Bairro Aparecidinha, não possui estruturas de drenagem, sendo necessária sua construção e posterior pavimentação.

13.1.39 Rede de microdrenagem da Rua Sem Nome (2) – P43

Foi verificado que a Rua Sem Nome, no Bairro Aparecidinha, não possui estruturas de drenagem, sendo necessária sua construção e posterior pavimentação.

13.1.40 Rede de microdrenagem da Rua Sem Nome, Bairro Tijuco Preto – P44

Foi verificado que a Rua Sem Nome, no Bairro Tijuco Preto, não possui estruturas de drenagem, sendo necessária sua construção e asfaltamento da via.

13.1.41 Travessia da Rodovia Oswaldo Eugenio Antunes – P46/Tr23

Localizada no Residencial Ercília, a travessia da Rodovia Oswaldo Eugenio Antunes sobre o córrego Vacariu, possui seção composta por uma tubulação de 800 mm. A travessia deverá ser substituída por seção de 3,00 x 1,00 m.

13.1.42 Travessia da Rua Severino C. de Campos – P47/Tr12

A travessia da Rua Severino C. de Campos sobre o córrego sem nome, afluente do Rio Ipanema, localizada no Bairro Ipanema do Meio, tem seção composta por uma tubulação de 1000 mm, e deverá ser substituída por aduelas com 4,00 x 2,50 m.

13.1.43 Travessia da Rodovia ARS 117 – P48/Tr2

Localizada próxima ao loteamento Bosque dos Eucaliptos, a travessia da Rodovia ARS 117 sobre o córrego sem nome, afluente do córrego do Colégio, possui seção retangular com 4,15 x 2,90 m. A travessia deverá ser substituída por seção retangular com 7,00 x 3,00 metros.

13.1.44 Travessia da Rodovia ARS 459 – P49/Tr-6

A travessia da Rodovia ARS 459, sobre o córrego do Barreiro, localizada próxima ao Jardim Perla-Mar, foi construída com uma tubulação de 1800 mm, e deverá ser substituída por aduelas com 4,00 x 2,50 m.

13.1.45 Travessia da Rodovia ARS 030 – P50/Tr30

Próxima ao Bairro da Campina, a travessia da Rodovia ARS 030 sobre o ribeirão Iperó, que atualmente possui seção retangular de 3,05 x 2,10 m, deverá ser alterada por seção retangular com 10,00 x 2,50 m.

13.1.46 Rede de microdrenagem da Rua Benedito Antunes Ribeiro – P51

Foi verificado que a Rua Benedito Antunes Ribeiro, no Bairro Flora, possui sistema de drenagem implantado; contudo as mesmas não atendem à demanda hidrológica calculada, de modo que a rede deverá ser substituída por uma de dimensões adequadas.

13.1.47 Rede de microdrenagem da Rua Professor Toledo – P52

Foi verificado que a região da Rua Professor Toledo, no centro do município, possui rede de drenagem instalada; porém, a mesma não atende à demanda hidrológica calculada e deverá ser substituída.

13.1.48 Rede de microdrenagem da Estrada Municipal ARS 407 – P54

Foi verificado que a Estrada Municipal ARS 407, no Jardim Nossa Senhora Salete, possui estruturas de drenagem, contudo as mesmas não atendem à demanda hidrológica calculada e deverá ser substituída por uma de dimensões adequadas.

13.1.49 Travessia da Estrada Municipal ARS 117 – P55/Tr47

A travessia da Estrada Municipal ARS 117 sobre o córrego sem nome, afluente do córrego do Colégio, localizada próxima ao loteamento Bosque dos Eucaliptos, encontra-se obstruída atualmente. A travessia deverá ser substituída por duas aduelas retangulares com 3,50 x 1,00 m.

13.1.50 Travessia da Rua Ana de Miranda Lourenço – P59/Tr51

Localizada no Bairro Araçoiabinha, a travessia da Rua Ana de Miranda Lourenço sobre o córrego sem nome, afluente do córrego Araçoiaba, tem sua seção composta por duas tubulações de 500 mm. A travessia deverá ser substituída por seção com 3,00 x 1,00 m.

13.1.51 travessia da Rua Sem Nome (3) – P60/Tr52

A travessia da Rua Sem Nome (3), sobre o córrego Iperó-Mirim, localizada no Bairro Iperó, foi apontada no diagnóstico como inadequada, contudo sua seção atual, de dimensões 4,90 x 2,20 m, atende à demanda hidrológica calculada para o cenário futuro, e não será necessário sua substituição.

13.1.52 Travessia da Rua Sem Nome (4) – P61/Tr53

A travessia da Rua Sem Nome (4), sobre o ribeirão Capanema, localizada entre os Bairros Tijuco Preto e Fazenda Zé Mocinho, foi apontada no diagnóstico como inadequada, contudo sua seção atual, retangular com 3,60 x 1,80 m, atende à demanda hidrológica calculada para o cenário futuro, e não será necessário sua substituição por questão hidrológicas.

13.1.53 Travessia da Rua Sem Nome (5) P62/Tr54

A travessia da Rua Sem Nome (5) sobre o ribeirão Iperó – Mirim, localizada entre os Bairro Tijuco Preto e Fazenda Zé Mocinho, possui seção retangular com 4,20 x 1,90 m. A mesma deverá ser substituída por seção retangular com 5,50 x 3,00 m.

13.1.54 Travessia da Rua Sem Nome (6) P63/Tr55

Localizada entre os Bairros Capanema e Fazenda Zé Mocinho, a travessia da Rua Sem Nome (6), possui seção com uma tubulação de 500 mm que deverá ser substituída por seção retangular de 8,50 x 1,50 m.

13.1.55 Travessia da Estrada do Jundiacanga – P64/Tr56

A travessia da Estrada do Jundiacanga sobre o córrego do Cercado, localizada no Bairro do Cercado, tem sua seção composta por três tubulações de 1500 mm que deverá ser substituída por duas aduelas de 4,00 x 2,00 m.

13.1.56 Rede de microdrenagem da Rua Roque Ramos de Oliveira – P66

Foi verificado que a região da Rua Roque Ramos de Oliveira, possui estruturas de drenagem que não atendem à demanda hidrológica calculada; logo, a rede implantada deverá ser substituída por uma de dimensões adequadas.

13.1.57 Estimativa de Custos

A estimativa dos quantitativos e de custos das medidas estruturais propostas fez-se a partir do dimensionamento hidráulico e hidrológico das intervenções, estimando-se os volumes das obras e quantitativos de serviços. Os projetos básicos e executivos das obras permitirão o detalhamento da composição destes custos de forma a viabilizar a licitação e posterior execução das obras.

A estimativa de custos de implantação das obras foi realizada por meio de consulta ao banco de preço do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT). Para os equipamentos e serviços específicos não encontrados nestas fontes, realizou-se a cotação de preços junto a fornecedores.

Na Tabela 19 são apresentadas as estimativas referentes às obras das medidas estruturais propostas para cada uma das alternativas. Esses valores encontram-se detalhados no Anexo 18, para as obras referentes à Alternativa 1 e Anexo 19 para as obras referentes à Alternativa 2.

Tabela 19 – Comparação de custos das obras para as alternativas 1 e 2

Local da Obra	Custo Alternativa 1 (R\$)	Custo Alternativa 2 (R\$)
Travessia sob a Rua Benedito A. Ribeiro (Tr-24)	489.349,85	489.349,85
Travessia sob a Rua Antonio Alves de Oliveira (Tr-25)	462.314,82	462.314,82
Trecho do córrego Vacariu, paralelo à Rua Euclides Odorico Felix (Trecho 5)	1.323.826,78	1.323.826,78
Travessia sob a Av. Manoel M. de Oliveira (Tr-26)	484.899,71	484.899,71
Travessia sob a Rodovia Benedito Antunes Ribeiro (Tr-19)	487.143,73	487.143,73
Travessia sob a Rua Benedito Antunes Ribeiro (Tr-20)	485.271,68	485.271,68
Trecho do córrego sem nome, paralelo à Rua Manoela Augusta de Oliveira Bella (Trecho 4)	1.602.590,28	1.602.590,28
Travessia sob a Avenida Lucas Nogueira Garcez (Tr-21)	526.278,49	526.278,49
Travessia sob a Rua José Julio Costa Cabral Junior (Tr-22)	484.612,60	484.612,60
Travessia da Av. Manoel Vieira (Tr-27)	572.482,70	572.482,70
Travessia sob a Rua Ercília G. da Costa (Tr-28)	464.759,26	464.759,26

Local da Obra	Custo Alternativa 1 (R\$)	Custo Alternativa 2 (R\$)
Travessia sob a Rua José Paulino (Tr-29)	486.254,35	486.254,35
Trecho entre a Estrada Municipal ARS 407 e Rua Luiz Celestino Bertanha (Trecho 7)	1.195.038,35	1.195.038,35
Trecho do córrego Passo Fundo, entre as Ruas Luiz Celestino Bertanha e Oscar Domingues de Campos (Trecho 2A)	1.688.787,44	1.688.787,44
Trecho do córrego Passo Fundo, entre as Ruas Oscar Domingues de Campos e Antonio Pessutti (Trecho 2B)	1.439.360,10	1.439.360,10
Travessia da Rua Antonio Pessutti (Tr-16)	429.687,48	429.687,48
Trecho do córrego Passo Fundo, entre as Ruas Antonio Pessutti e Daniel Vieira Rodrigues (Trecho 3)	1.677.684,96	1.677.684,96
Travessia da Rua Daniel Vieira Rodrigues (Tr-17)	469.474,58	469.474,58
Travessia sob a Estrada Irmã Theoberta (Tr-18)	469.515,56	469.515,56
Travessia sob a Estrada Irmã Theoberta (Tr-14)	521.005,37	521.005,37
Travessia da Estrada Municipal ARS – 455 (Tr-13)	487.143,73	487.143,73
Trecho do Rio Verde, à jusante da travessia da Estrada Municipal ARS – 455 (Trecho 1)	2.028.268,59	2.028.268,59
Travessia sob a Estrada Dr. Celso Charuri (Tr-7)	463.265,12	463.265,12
Travessia da Estrada Celso Charuri (Tr-4)	452.980,51	452.980,51
Travessia sob a Alameda das Paineiras (Tr-9)	928.190,43	928.190,43
Travessia sob a Estrada do Horizonte Perdido (Tr-57)	1.601.300,51	1.433.405,90
Barramento no Córrego Ipanema	—	13.779.708,20
Travessia da Estrada Celso Charuri (Tr-3)	1.364.119,09	—
Travessia da Alameda dos Flamboyants (Tr-5)	1.351.272,54	1.130.208,48
Travessia sob a Avenida Itália (Tr-10)	2.377.307,12	—
Trecho à montante da Avenida Itália (Trecho 8)	1.712.373,11	—
Travessia da Estrada Municipal ARS – 467 (Tr-11)	2.347.688,22	2.111.249,17
Travessia sob a Rua Abílio Paes de Almeida (Tr-48)	1.176.099,21	1.126.224,66
Travessia sob a Estrada Jundiacanga (Tr-41)	451.803,62	451.803,62

Local da Obra	Custo Alternativa 1 (R\$)	Custo Alternativa 2 (R\$)
Travessia sob a Estrada da Bica (Tr-39)	591.070,24	591.070,24
Trecho do córrego sem nome à montante da Estrada da Bica (Trecho 9)	1.015.639,41	1.015.639,41
Travessia sob a Alameda Éden (Tr-43)	1.681.084,30	1.681.084,30
Travessia da Rua Eduardo Ribeiro Fernandes (Tr-58)	388.649,12	388.649,12
Travessia sob a Rua José Maria dos Santos (Tr-44)	466.453,33	466.453,33
Travessia Rua Renato Plens ARS 317 (Tr-32)	405.215,25	405.215,25
Travessia sob a Estrada Municipal Ars 177 (Tr-38)	404.979,56	404.979,56
Travessia sob a Estrada Municipal ARS 177 (Tr-33)	443.556,06	443.556,06
Travessia sob a Estrada Municipal Ars 177 (Tr-34)	474.229,17	474.229,17
Travessia sob a Rodovia Oswaldo Eugenio Antunes (Tr-23)	473.565,49	473.565,49
Travessia sob a Rua Severino C. de Campos (Tr-12)	454.301,84	454.301,84
Travessia da Rodovia ARS 117 (Tr-2)	1.460.063,15	1.460.063,15
Travessia da Estrada ARS 456, próxima à Rua Pedro Sola (Tr-6)	461.943,40	461.943,40
Travessia da Estrada Municipal ARS – 030 (Tr-30)	1.991.668,98	1.991.668,98
Travessia sob a estrada municipal ARS 117 (Tr-47)	499.969,51	499.969,51
Travessia sob a Rua Ana de Miranda Lourenço (Tr-51)	421.852,24	421.852,24
Travessia sob a via sem nome (5) (Tr-54)	1.106.652,91	1.106.652,91
Travessia sob a via sem nome (6) (Tr-55)	1.403.358,70	1.403.358,70
Travessia sob a Estrada do Jundiacanga (Tr-56)	500.034,22	500.034,22
Total	48.076.052,10	55.726.688,71

Embora os valores apontados na Tabela 19 sejam baseados nos dimensionamentos de cada intervenção, podendo sofrer alterações e acréscimos no momento da elaboração dos respectivos projetos executivos, a diferença entre os valores totais para cada alternativa (13.72%) é suficiente para que se possa apontar

com certeza que a melhor opção é a Alternativa 1, na qual não consta a construção do barramento.

14. Programa de medidas não estruturais e ações sistemáticas

As medidas não estruturais, como o próprio nome indica, não utilizam estruturas que alterem diretamente o regime de escoamento das águas. Correspondem, basicamente, à medidas cuja finalidade é o controle do uso e ocupação do solo, principalmente nas planícies de inundação, visando a diminuição da vulnerabilidade dessas áreas aos efeitos adversos dos eventos causadores de distúrbios (enchentes, inundações, alagamentos). Quando não é possível evitar completamente a exposição de pessoas e de infraestruturas patrimoniais aos riscos decorrentes desses eventos, as medidas não estruturais podem contribuir para alertar as comunidades potencialmente atingidas, tornando-as mais bem preparadas para absorverem alguns impactos causados pelas ocorrências.

Medidas não estruturais também podem ser de natureza gerencial ou educacional, como o estabelecimento de regras de uso de dispositivos de drenagem ou a adoção de planos de educação ambiental que contribuem para formar consciências comprometidas com a sustentabilidade da cidade.

Segundo Zahed Filho (2006) as medidas não estruturais de drenagem urbana podem ser, entre outras:

- A regulamentação do uso e ocupação do solo (principalmente em fundos de vale);
- O estabelecimento de um sistema de alerta: sistema composto de dispositivos de aquisição de dados em tempo real, transmissão de informação para um centro de análise e previsão em tempo atual por meio de modelo matemático;
- A classificação de níveis de urgência e/ou emergência que, quando atingidos, deflagrem a veiculação de informações e orientações para agentes individuais, entidades específicas ou para comunidades, com a finalidade de reduzir as perdas decorrentes dos eventos causadores dos distúrbios. Os dois últimos procedimentos devem estar contemplados no Plano de Emergências e Contingências realizado pela Defesa Civil do município.

14.1 Regulamentação do uso e ocupação do solo em áreas sujeitas à inundação

A definição e a regulamentação do uso e ocupação do solo nas áreas sujeitas à inundação devem ser consideradas no Plano Diretor do município.

Com base nessas áreas deve-se definir um conjunto de regras para a ocupação das áreas de maior risco de inundação, visando a minimização futura das perdas materiais e humanas em face das grandes cheias, constituindo um zoneamento das áreas de risco de inundações no município. Esse zoneamento permitirá uma ocupação racional das áreas ribeirinhas. Quanto às condições técnicas do zoneamento, sabe-se que o risco de ocorrência de inundação varia com a respectiva cota da várzea. As áreas mais baixas obviamente estão sujeitas a maior frequência de ocorrência de enchentes. Assim sendo, a delimitação das áreas do zoneamento depende das cotas altimétricas das áreas urbanas.

A regulamentação do uso das áreas de inundação pode apoiar-se em mapas com a demarcação dos diferentes riscos e, a partir desta avaliação, dos critérios de ocupação das mesmas. Para que esta regulamentação seja utilizada beneficiando as comunidades, a mesma deve ser integrada à legislação municipal sobre loteamentos, construções e habitações, a fim de garantir a sua observância.

14.2 Classificação de níveis de urgência e/ou emergência

Para embasar o zoneamento deve-se estabelecer o risco de inundação em diferentes cotas das planícies de inundação. Dessa forma, considerando-se que os cursos d'água, normalmente, formam dois leitos (o menor correspondendo à seção de escoamento em regime de estiagem, e o maior à uma seção mais larga, formada nos meses de maior pluviosidade), o zoneamento deve distinguir, pelo menos, essas duas possibilidades. Quando o tempo de retorno de extravasamento do leito menor é superior a 2 anos, a população tende a ocupar essas áreas de várzeas, com os mais diversos usos, indo de horticulturas até a construção de casas. Assim, por ocasião das cheias, tanto os bens como as pessoas ali instalados ficam sujeitos à diversos perigos e danos. Há casos em que mesmo as áreas situadas à montante das cotas mais altas das várzeas ficam prejudicadas pela elevação do nível d'água decorrente da obstrução ao escoamento natural causada pelos ocupantes das áreas mais baixas.

Segundo Zahed Filho (2006), a seção de escoamento do curso d'água pode ser dividida em três partes principais categorias, para efeito de zoneamento, conforme descritas a seguir.

- ❖ Zona de passagem da enchente - esta parte da seção deve ficar liberada para funcionar hidráulicamente. Qualquer construção nessa área reduzirá a área de escoamento, elevando os níveis à montante. Assim, nessa faixa não deve ser permitida nenhuma nova construção e a Prefeitura deverá, paulatinamente, remover as habitações aí existentes e relocar a população.
- ❖ Zona com restrições - esta é composta pela área restante da superfície inundável que deve ser regulamentada. Esta zona fica inundada, mas, devido às pequenas profundidades e baixas velocidades, não contribuem muito para a drenagem da enchente. Esta zona pode ser subdividida em sub-áreas, mas essencialmente os seus usos podem ser:
 - a) com parques e atividades recreativas ou esportivas cuja manutenção, após cada cheia, seja simples e de baixo custo. Normalmente uma simples limpeza a recolocará em condições de utilização.
 - (b) com cultivos agrícolas;
 - (c) com habitações dotadas de mais de um piso, onde o piso superior ficará situado, no mínimo, no nível do limite da enchente, devendo adotar outros dispositivos estruturais de proteção enchentes;
 - (d) com usos industrial ou comercial, restringindo-se para atividades como carregamento, estacionamento, área de manobras, áreas de armazenamento de equipamentos ou maquinaria facilmente removível ou não sujeitos a danos em caso de cheias. Não deve ser permitido o armazenamento de artigos perecíveis, contaminantes ou tóxicos.
 - (e) com serviços básicos: linhas de transmissão, estradas e passarelas, desde que corretamente projetados.
- ❖ Zona de baixo risco - esta zona possui pequena probabilidade de ocorrência de inundações, sendo atingida em anos excepcionais, por pequenas lâminas d'água e baixas velocidades. A delimitação dessa área é útil para informar a população sobre a escala ou grandeza do risco a que está sujeita. Nesta área, delimitada por cheias de baixa frequência, pode-se dispensar

regulamentações em caráter obrigatório, mas deve-se orientar a população sobre a eventual possibilidade de enchentes e sobre os meios de proteger-se das perdas delas decorrentes, recomendando o uso de obras com, pelo menos dois pisos, onde o segundo possa ser usado nos períodos críticos.

Outras medidas não estruturais que podem ser adotadas para promoverem um melhoramento na drenagem urbana são: instalação de vedação nas partes baixas das paredes e de uma espécie de barramento temporário ou permanente nas aberturas entre as edificações; cercamento e sinalização das áreas sujeitas à inundação; instituir recomendações de prevenção à enchentes no Código de Construção; aquisição, pela municipalidade, de terrenos para preservação em áreas de inundação; adoção de incentivos fiscais para uso prudente da área de inundação; promover parcerias das mais diversas para promover o reassentamento de comunidades que ocupam áreas de risco; estabelecer, junto à Secretaria de Obras e/ou a outras divisões competentes procedimentos para o estabelecimento sistemático de campanhas de inspeção e dos dispositivos de drenagem; adoção de campanhas e programas de educação da população quanto às questões relacionadas à drenagem de águas pluviais e ao controle de enchentes.

É importante enfatizar aos gestores do sistema de drenagem urbana a necessidade de se combinar medidas estruturais e não estruturais no intuito de reduzir os impactos das cheias e aumentar a eficiência do setor.

14.2.1 Indicação de medidas para situações de emergência e contingência

A Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade), disciplinada pela Instrução Normativa nº 1 de 24 de agosto de 2012 é fundamental para a uniformização das definições dos eventos que podem implicar em Situações de Emergência ou em estados de calamidade Pública que devem ser considerados nos Planos de Emergência dos municípios. A partir desta uniformização pode-se planejar o atendimento operacional para as situações críticas, primeiro prevenindo e mitigando e, posteriormente, respondendo às emergências.

Segundo a IN nº 1 de 24 de agosto de 2012, referendada pelo Ministério da Integração Nacional para ser adotada pelas Coordenadorias Municipais de Defesa Civil (COMDEC), os eventos a serem considerados nos planos de emergências e contingências apresentam as seguintes definições:

I - Desastre: resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem sobre um cenário vulnerável, causando grave perturbação ao funcionamento de uma comunidade ou sociedade envolvendo extensivas perdas e danos humanos, materiais, econômicos ou ambientais, que excede a sua capacidade de lidar com o problema usando meios próprios;

II - Dano: resultado das perdas humanas, materiais ou ambientais infligidas às pessoas, comunidades, instituições, instalações e aos ecossistemas, como consequência de um desastre;

III - Prejuízo: medida de perda relacionada com o valor econômico, social e patrimonial, de um determinado bem, em circunstâncias de desastre;

IV - Situação de emergência: situação de alteração intensa e grave das condições de normalidade em um determinado município, estado ou região, decretada em razão de desastre, comprometendo parcialmente sua capacidade de resposta;

V - Situação de contingência: situação imprevista, que não se consegue controlar nem prever; eventualidade, casualidade. Natureza do que acontece de modo eventual, incidental ou desnecessário, podendo ter ocorrido de outra forma ou não se ter efetivado;

VI - Estado de calamidade pública: situação de alteração intensa e grave das condições de normalidade em um determinado município, estado ou região, decretada em razão de desastre, comprometendo substancialmente sua capacidade de resposta.

Segundo a definição de desastre conclui-se que: (i) desastre não é o evento adverso, mas a consequência dele; (ii) não existe, na definição, nenhuma ideia restritiva sobre a necessidade de que o desastre ocorra de forma súbita; (iii) não existe nenhum conceito de valor sobre a intensidade dos desastres. Ainda, para que se caracterize um desastre é necessário que: (i) ocorra um evento adverso com magnitude suficiente para, em interação com o sistema receptor (cenário do desastre), provocar danos e prejuízos mensuráveis; e que: (ii) existam, no cenário do desastre, corpos receptores ou receptivos vulneráveis aos efeitos dos eventos adversos.

A seguir é apresentado o Quadro 24, que indica alguns potenciais desastres relacionados ao sistema de drenagem urbana e suas respectivas medidas de prevenção e de emergência.

Quadro 24 – Classificação de desastres e medidas necessárias.

Classificação							Medidas	
Grupo	Subgrupo	Tipo	Subtipo	Definição	Código Cobrade	Prevenção e mitigação	Emergências	
1. Naturais	1. Geológico	3. Movimento de massa	1. Quedas, tombamentos e rolamentos	1. Blocos	As quedas de blocos são movimentos rápidos e acontecem quando materiais rochosos diversos e de volumes variáveis se destacam de encostas muito íngremes, num movimento tipo queda livre. Os tombamentos de blocos são movimentos de massa em que ocorre rotação de um bloco de solo ou rocha em torno de um ponto ou abaixo do centro de gravidade da massa desprendida. Rolamentos de blocos são movimentos de blocos rochosos ao longo de encostas, que ocorrem geralmente pela perda de apoio (descaçamento).	1.1.3.1.1	<ul style="list-style-type: none"> • Obras de Retaludamento • Obras de Muro de Contenção • Obras de Ancoragem • Obras de Estacas • Obras de Prevenção de Quedas de Rochas • Realizar simulados com a população vulnerável 	<ul style="list-style-type: none"> • Alerta • Alarme • Fuga • Socorro • Assistência às vítimas • Restabelecimento de serviços essenciais
				2. Lascas	As quedas de lascas são movimentos rápidos e acontecem quando fatias delgadas formadas pelos fragmentos de rochas se destacam de encostas muito íngremes, num movimento tipo queda livre.	1.1.3.1.2		
				3. Matacões	Os rolamentos de matacões são caracterizados por movimentos rápidos e acontecem quando materiais rochosos diversos e de volumes variáveis se destacam de encostas e movimentam-se num plano inclinado.	1.1.3.1.3		
				4. Lajes	As quedas de lajes são movimentos rápidos e acontecem quando fragmentos de rochas extensas de superfície mais ou menos plana e de pouca espessura se destacam de encostas muito íngremes, num movimento tipo queda livre.	1.1.3.1.4		

Classificação							Medidas	
Grupo	Subgrupo	Tipo	Subtipo	Definição	Código Cobrade	Prevenção e mitigação	Emergências	
		2. Deslizamentos	1. Deslizamentos de solo e/ou rocha	São movimentos rápidos de solo ou rocha, apresentando superfície de ruptura bem definida, de duração relativamente curta, de massas de terreno geralmente bem definidas quanto ao seu volume, cujo centro de gravidade se desloca para baixo e para fora do talude. Frequentemente, os primeiros sinais desses movimentos são a presença de fissuras.	1.1.3.2.1			
		3. Corridas de massa	1. Solo/Lama	Ocorrem quando, por índices pluviométricos excepcionais, o solo/lama, misturado com a água, tem comportamento de líquido viscoso, de extenso raio de ação e alto poder destrutivo.	1.1.3.3.1	<ul style="list-style-type: none"> •Medidas de controle da geração de detritos •Medidas de captura •Medidas de deposição •Medidas de canalização •Medidas de controle do trajeto •Realizar simulados com a população vulnerável 		
			2. Rocha/Detrito	Ocorrem quando, por índices pluviométricos excepcionais, rocha/detrito, misturado com a água, tem comportamento de líquido viscoso, de extenso raio de ação e alto poder destrutivo.	1.1.3.3.2			
		4. Subsídências e colapsos	0	Afundamento rápido ou gradual do terreno devido ao colapso de cavidades, redução da porosidade do solo ou deformação de material argiloso	1.1.3.4.0	<ul style="list-style-type: none"> • Planejar o uso do território considerando as fragilidades do meio físico • Aumentar a compactação dos solos arenosos ou adotar fundações profundas em solos argilosos • Aumentar a resistência do solo por meio de estruturas ou preenchimentos 		

Classificação							Medidas	
Grupo	Subgrupo	Tipo	Subtipo	Definição	Código Cobrade	Prevenção e mitigação	Emergências	
	4. Erosão	2. Erosão de margem fluvial	0	Desgaste das encostas dos rios que provoca desmoronamento de barrancos.	1.1.4.2.0	<ul style="list-style-type: none"> • Recomposição de APPs 	<ul style="list-style-type: none"> • Retaludamento • Reflorestamento • Estabilização de taludes 	
		3. Erosão continental	1. Laminar	Remoção de uma camada delgada e uniforme do solo superficial provocada por fluxo hídrico não concentrado.	1.1.4.3.1	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar práticas conservativas do solo • Planejar o uso do território urbano considerando as fragilidades do meio físico • Ordenar o escoamento superficial das águas em taludes e obras civis urbanas 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação de técnicas recompositoras • Avaliação de estruturas afetadas • Remoção de população afetada e realocação 	
			2. Ravinas	Evolução, em tamanho e profundidade, da desagregação e remoção das partículas do solo de sulcos provocada por escoamento hídrico superficial concentrado.	1.1.4.3.2			
			3. Voçorocas	Evolução do processo de ravinamento, em tamanho e profundidade, em que a desagregação e remoção das partículas do solo são provocadas por escoamento hídrico superficial e subsuperficial (escoamento freático) concentrado.	1.1.4.3.3			
2. Hidrológico	1. Inundações	0	0	Submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície.	1.2.1.0.0	<ul style="list-style-type: none"> • Planejar a ocupação territorial minimizando o uso das áreas próximas aos canais de drenagem • Aumentar a infiltração e retenção da água no solo • Controle dos processos erosivos/Desassoreamento • Reconstruir gargalos hidráulicos • Utilizar as lagoas do município como estrutura de retenção das águas • Realizar simulados com a 	<ul style="list-style-type: none"> • Alerta • Alarme • Fuga • Socorro • Assistência às vítimas • Restabelecimento de serviços essenciais 	

Classificação							Medidas	
Grupo	Subgrupo	Tipo	Subtipo	Definição	Código Cobrade	Prevenção e mitigação	Emergências	
						população vulnerável		
	2. Enxurradas	0	0	Escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Caracterizada pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial. Apresenta grande poder destrutivo.	1.2.2.0.0	<ul style="list-style-type: none"> Planejar a ocupação territorial favorecendo o escoamento das águas das chuvas Construir sistema de microdrenagem eficiente. Limpeza preventiva da drenagem 	<ul style="list-style-type: none"> Auxílio à população afetada 	
	3. Alagamentos	0	0	Extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas.	1.2.3.0.0	<ul style="list-style-type: none"> Limpeza preventiva da drenagem 	<ul style="list-style-type: none"> Auxílio à população afetada 	
3. Meteorológico	2. Tempestades	1. Tempestade local/Convectiva	4. Chuvas intensas	São chuvas que ocorrem com acumulados significativos, causando múltiplos desastres (ex.: inundações, movimentos de massa, enxurradas, etc.).	1.3.2.1.4	<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento das chuvas 	<ul style="list-style-type: none"> Alerta Alarme Fuga Socorro Assistência às vítimas Restabelecimento de serviços essenciais 	

Classificação						Medidas	
Grupo	Subgrupo	Tipo	Subtipo	Definição	Código Cobrade	Prevenção e mitigação	Emergências
4. Climatológico	1. Seca	3. Incêndio florestal	1. Incêndios em parques, áreas de proteção ambiental e áreas de preservação permanente nacionais, estaduais ou municipais	Propagação de fogo sem controle, em qualquer tipo de vegetação situada em áreas legalmente protegidas.	1.4.1.3.1	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoramento da umidade e nº de dias sem chuva • Formação de Brigada • Locais para captação de água (Pequenos açudes) • Cortina de segurança • Redução de material combustível • Construção e manutenção de aceiros • Realizar simulados 	<ul style="list-style-type: none"> • Detecção • Mobilização • Combate direto e indireto.
			2. Incêndios em áreas não protegidas, com reflexos na qualidade do ar	Propagação de fogo sem controle, em qualquer tipo de vegetação que não se encontre em áreas sob proteção legal, acarretando queda da qualidade do ar.	1.4.1.3.2		

Fonte: COBRADE, 2017; Defesa Civil I e II, 2017 / Adaptado por SHS, 2019.

14.2.2 Programa de monitoramento hidráulico-hidrológico

Um evento hidrológico extremo, embora tenha chances mínimas de ocorrência, tem grande probabilidade de causar um colapso generalizado no sistema de drenagem, uma vez que esses eventos podem superar os dados das previsões.

Por esse motivo, em conjunto com medidas que amenizem os efeitos das inundações, são necessários sistemas de monitoramento em tempo real, centros de análise de dados e planos para ações emergenciais.

Além da coleta e transmissão de dados é recomendável elevar o nível de conscientização e treinamento da população, melhorando assim a eficiência de uma possível evacuação no momento da ocorrência, e conseqüentemente, reduzindo riscos de vidas e danos à saúde.

Não há monitoramento hidráulico e hidrológico (pluviômetros, pluviógrafos e fluviógrafos instalados) no município de Araçoiaba da Serra. Também não há Plano de Prevenção da Defesa Civil, Plano de Contingência, Plano de evacuação e abrigos. Anterior à implantação das obras propostas no item 13.1, recomenda-se:

- a implantação de equipamentos de monitoramento (ao menos um pluviógrafo no município);
- organização institucional e profissional responsável pela coleta, armazenamento e interpretação de dados; e
- sistema de alerta para chuvas com características iguais ou superiores às descritas na Tabela 20.

As ações descritas acima também foram citadas em ARAÇOIABA DA SERRA (2017).

Tabela 20 – Precipitações críticas do município de Araçoiaba da Serra

Tr (anos)	Duração (min)	Intens. (mm/min)	Precip. total (mm)	Risco associado ao evento	Área de risco
10	10	2,00	20	Alagamentos	Vias da área urbana
10	33	1,28	42	Inundações	córrego Vacariu - ruas Benedito Antunes Ribeiro e Antonio Alves Oliveira
10	25	1,47	36	Inundações	córrego sem nome - Rua Benedito Antunes Ribeiro
10	48	1,05	50	Inundações	córrego Vacariu - Avenida Manoel Vieira
10	39	1,48	35	Inundações	córrego Passo Fundo – ruas

Tr (anos)	Duração (min)	Intens. (mm/min)	Precip. total (mm)	Risco associado ao evento	Área de risco
					Oscar Domingues de Campos, Antonio Pessuti e estrada Irmã Theoberta
10	41	1,14	47	Inundações	ribeirão Iperó-Mirim - estrada municipal ARS 177
10	91	0,72	65	Inundações	córrego Ipanema - estrada do Horizonte Perdido

As áreas de risco deverão ser monitoradas e o nível de atenção deverá se adequar ao decorrer da implantação das medidas estruturais, os quais podem classificar-se em interdição de área até remoção da população.

As ações de remoção da população das áreas de risco e relocação para abrigos (assistência humanitária) são viabilizadas por intermédio da Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC do Ministério da Integração Nacional (MDR, 2019). A construção de edifícios para abrigo provisório para assistência às vítimas de desastres naturais pode ser financiada mediante solicitação de recursos no SINPDEC (MDR, 2019).

14.3 Sistema de alerta e controle de cheias

Algumas medidas deverão ser tomadas para ajudar a reduzir os prejuízos causados por inundações, tendo como objetivo minimizar os danos através de uma melhor convivência da população com as inundações. Como medida não estrutural encontra-se a utilização de sistemas de alerta a inundações, utilizados na elaboração de mapas de enchentes com previsão do fenômeno aliado à tecnologias, como medidores através de sensores e câmeras, dentre outros visando alertar a população de áreas inundáveis antes de seu acontecimento. Existem várias ferramentas passíveis de implantação do sistema, uma delas é descrita e indicada a seguir, para o município em questão.

O Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC) da USP, em São Carlos-SP, com o apoio do Centro de Ciências Matemáticas Aplicadas à Indústria (CeMEAI) e a colaboração de professores da Universidade de Warwick, localizada no Reino Unido, desenvolveram uma tecnologia para a gestão dos riscos de enchentes. Trata-se de um sistema capaz de detectar a enchente ou o risco de sua ocorrência e

de avisar a população passível de sofrer as consequências do evento, via aplicativo de celular. O sistema é chamado e-Noé e funciona por meio de uma rede de sensores sem fio.

O professor Jó Ueyama, do ICMC da USP em São Carlos, lidera o grupo de estudo que desenvolveu a tecnologia e explicou, em entrevista ao Jornal da USP “No Ar”, em 17/01/2019, como foi desenvolvido o e-Noé, nome inspirado no profeta bíblico que previu o dilúvio. A ideia foi trazida de um protótipo desenvolvido em um programa de doutorado da Universidade de Warwick, com a finalidade de fazer a detecção e a previsão de enchentes. Vários sensores são utilizados e seguimos uma abordagem chamada de multimodal, que consiste na utilização de multissensores para aumentar a confiabilidade da presença de uma enchente. No processo ocorre o uso de câmeras, sensores de nível dos rios e uma tecnologia de rede sem fio que capta essas informações para passar aos servidores e estes, por sua vez, emitem os alertas.

Os sensores são colocados em pontos estratégicos dos rios, em locais com frequência de enchentes identificados por hidrólogos. A câmera fica num poste a cerca de sete metros de altura, capturando as imagens. Tanto as imagens como os sinais dos sensores são enviados em tempo real.

No processo de coleta das informações, para a emissão dos alertas, é realizada uma seleção de dados das redes sociais, através de uma inteligência artificial, compondo os multissensores. O *Twitter* foi uma das redes nas quais se observaram as hashtags, publicações e fotos postadas pelos usuários referentes às enchentes. “A população ajuda os sensores dando alertas para todos, de forma correta”, afirma o pesquisador, explicando que ocorre uma filtragem das publicações que de fato trazem informação confiável para complementar os dados.

O e-Noé, aplicado na cidade de São Carlos, pode ser oferecido a outros municípios por intermédio de convênios que a Agência USP de Inovação poderá firmar com as prefeituras. “Feito isso, a tecnologia pode ser disponibilizada para uma determinada cidade. É importante ressaltar que, após um período determinado, nós faríamos um estudo sobre a cidade para saber os pontos estratégicos em que ocorrem as enchentes”, diz o professor. Para mais informações, consulte o site: <http://www.inovacao.usp.br/saocarlos/>.

14.4 Indicações de ordem operacional e de manutenção nos sistemas de drenagem

O sistema de drenagem de águas pluviais comumente apresenta ineficiência devido à falta de manutenção. A manutenção do sistema mais frequente é a limpeza e desobstrução de canais e proteção das margens dos efeitos da erosão. Quando não realizados, resultam em assoreamento e crescimento excessivo de vegetação. A falta de manutenção, por sua vez, resulta em redução da seção de escoamento, obstrução, aumento da rugosidade, redução da velocidade de escoamento e risco de transbordamento.

No município de Araçoiaba da Serra foram identificados os seguintes pontos com problemas de drenagem associados à falta ou ausência de manutenção os quais estão apresentados no Anexo 16:

- Ponto 1 – no “lago da garagem”, localizado à montante da Rua Benedito Antunes Ribeiro, no córrego Vacariu, no bairro Jardim Maria da Glória, deve ser feita limpeza e desassoreamento do lago.
- Ponto 2 – à jusante da travessia na rua Antonio Alves Oliveira, no córrego Vacariu, bairro Jardim Maria da Glória, deve ser feita a limpeza e o desassoreamento do lago.
- Ponto 32 – no lago do córrego sem denominação, afluente do ribeirão Jundiacanga, no bairro Camapuã, deve ser feita a limpeza e o desassoreamento.
- Ponto 37 – na estrada municipal ARS 317 é necessária a limpeza e manutenção do local para drenagem do escoamento superficial.
- Ponto 38 – na estrada Municipal ARS 177, Fazenda São Bento, é necessária a limpeza e manutenção do local para drenagem do escoamento superficial.
- Ponto 43 A travessia da Rua Sem Nome, sobre o córrego sem nome, afluente do ribeirão Iperó-Mirim, localizada próxima à Fazenda Zé Mocinho, possui seção retangular com 2,80 x 2,60 m, que atende as vazões calculadas pra cenário futuro. No entanto sua estrutura comprometida e por isso recomenda-se que a travessia seja substituída mantendo-se as dimensões atuais.

- Ponto 66 – limpeza e desassoreamento da bacia de retenção Rua Roque Ramos de Oliveira localizada entre a Rua Roque Ramos de Oliveira e a Rua Milton Rodrigues.

14.5 Seguro contra inundações

O seguro contra inundações é uma medida não estrutural que consiste em uma proteção econômica para o caso da ocorrência de perdas econômicas geradas por eventos de inundação.

Nos Estados Unidos, esse seguro é mais caro à medida que o cidadão ocupa uma área considerada de risco maior e os bancos financiam somente obras em áreas de risco que possuam esse tipo de seguro. Essa medida ajuda a controlar o avanço da ocupação das áreas sujeitas à inundação.

Na Inglaterra, o custo pelo seguro da inundação é pago por todos, mesmo que não estejam na área de inundação. O prêmio pago é pequeno, o que pode vir a incentivar a ocupação de área de risco naquele país.

No Brasil a medida praticamente não é utilizada, segundo o modelo americano, devido à falta de conscientização das pessoas que ocupam áreas de risco quanto à taxa de benefício/custo da iniciativa e ao baixo índice de renda dessas populações. E o modelo inglês não é adotado pelas prefeituras devido à baixa popularidade da cobrança de mais um imposto, dentre tantos a pesar no bolso dos cidadãos.

Ainda assim, segundo matéria de Júlio Bernardes, publicada em 06/09/2006 no Boletim nº1911 do periódico USP Notícias, uma pesquisa coordenada pelo Prof. Mário Mediondo da Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo (EESC/USP) propôs uma metodologia inédita para calcular valores de seguros contra inundações urbanas.

A metodologia é integrada por cinco componentes: hidrológico, econômico, hidroeconômico, eficiência financeira e protocolo de gestão de risco para inundações.

O método permite simular diferentes graus de cobertura do sinistro, conforme o valor pago pelo segurado, estimando séries hidrológicas em um período de 40 a 50 anos, sendo possível otimizar, para cada tipo de cobertura de sinistro, os valores cobrados em prêmios e indenizações pagas pelas seguradoras.

Para estimar o potencial de alagamento e altura que podem atingir as águas, é necessário criar uma curva de dados a partir da frequência de chuvas intensas, sua duração, severidade e a vazão dos rios em cada bacia hidrográfica. Já por meio do componente econômico são calculados os danos causados a residências e estabelecimentos comerciais para diferentes alturas da lâmina d'água. No local da construção são avaliados o capital total do lote, as perdas materiais em caso de inundação e a disposição do proprietário quanto ao pagamento do seguro.

Segundo o coordenador da pesquisa, entre 4% e 5% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil é comprometido diretamente pelo impacto de inundações urbanas, valor que pode chegar a 12% com os custos indiretos. "Com políticas públicas adequadas, cada R\$ 1 investido em prevenção, a longo prazo, economizaria R\$ 30 em despesas de reconstrução.

Segundo a matéria de Júlio Bernardes, o método teria sido disponibilizado no Encontro Nacional de Águas Urbanas, realizado em São Carlos, em maio de 2007.

A pesquisa do Núcleo Integrado de Bacias Hidrográficas (NIBH) do Departamento de Engenharia Hidráulica e de Saneamento da EESC teve o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp).

Os estudos também tiveram a cooperação das universidades federais de São Carlos (UFSCar), Minas Gerais (UFMG), Santa Catarina (UFSC), Rio Grande do Sul (UFRS), Rio Grande do Norte (UFRN) e Alagoas (UFAL). Mais informações: (0XX16) 3373-8271, com Eduardo Mario Mendiondo; site www.shs.eesc.usp.br/laboratorios/hidraulica.

14.6 Sustentabilidade econômica no setor de drenagem

Os benefícios trazidos para a população pelos dispositivos de drenagem urbana são inequívocos. Só para citar alguns, são eles: maior garantia nas condições de segurança da população, melhora nas condições sanitárias dos ambientes; diminuição da incidência de impactos sociais e ambientais, diminuição da incidência de doenças de veiculação hídrica e melhorias no índice de desenvolvimento humano. Daí considera-se que, não obstante os investimentos em drenagem sejam altos, seus

resultados são tão importantes e os resultados de sua ausência, são tão graves, que nenhum argumento quantitativo lhes tira o valor. Considerando ainda que os serviços prestados pela municipalidade no setor de saneamento básico (fornecimento de água potável, de esgotamento sanitário, drenagem urbana e limpeza pública) são considerados “essenciais” - e que todo serviço essencial é direito da população e dever do Estado, nenhuma Prefeitura deve furtar-se à sua obrigação de oferecer dispositivos de drenagem em seu município.

A grande dificuldade de estabelecer o que se chama de sustentabilidade econômica para o sistema de drenagem urbana decorre da obrigatoriedade de atendimento do preceito do inciso II do artigo 145 da Constituição Federal, que dispõe que o Município só pode instituir o tributo da taxa “pela utilização, efetiva ou potencial, de serviços públicos *específicos* e *divisíveis*, prestados ao contribuinte ou postos a sua disposição”. Pelo fato de o sistema de drenagem urbana não disponibilizar serviços de modo específico ou divisível, correspondendo estes, ao contrário, a serviços prestados de modo difuso para a coletividade, sua remuneração deve ser efetuada através da arrecadação de impostos.

Assim, diferentemente dos sistemas de abastecimento de água, de esgotamento sanitário e da coleta de resíduos sólidos, a sustentabilidade econômica do sistema de drenagem urbana não pode ser alcançada a partir do instrumento tributário da taxa.

Desta forma, segundo NETO & MULATO, 2012, a viabilidade econômica do sistema de drenagem deve estar pautada em outras possibilidades, como na análise de benefícios e custos econômicos de longo prazo, atendendo ao princípio de maximização da rentabilidade social do investimento, isto é, que o valor presente dos benefícios totais gerados pelo projeto seja maior que o valor presente de todos os custos necessários à sua implantação e funcionamento.

Feitas essas considerações, recomenda-se que as necessidades do setor de drenagem sejam introduzidas em mecanismos de planejamento e gestão, já praticados rotineiramente pelo município para outras demandas, tais como:

- Incorporar no PPA (Plano Plurianual) e da LDO (Lei de Diretrizes Orçamentárias) todas as necessidades para a gestão do sistema de drenagem urbana;

- Realizar reuniões multi-setoriais semestrais para a definição das prioridades e do planejamento orçamentário para obras de drenagem urbana no município e para acompanhamento do andamento dos investimentos já realizados;
- Dotar de maior transparência a questão de investimentos no setor de drenagem urbana através da criação de portais informativos pela internet, disponibilizando os valores a aplicativos, mês a mês, de forma que a população entenda sobre essa destinação dada aos impostos.

Solicitar recursos não onerosos de entidades fomentadoras para a elaboração de estudos e projetos e de obras para servirem o sistema público de drenagem urbana e manejo de águas pluviais.

14.7 Educação ambiental

A educação ambiental só foi institucionalizada no Brasil a partir da Constituição Federal de 1988. Em 1994 é criado o Programa Nacional de Educação Ambiental e em 1999 o poder público institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA).

A PNEA define as instâncias que são responsáveis pela promoção da educação ambiental, como o próprio poder público, a iniciativa privada, a sociedade civil e os meios de comunicação em massa. A PNEA também dispõe sobre a capacitação de recursos humanos por meio da elaboração e divulgação de material educativo.

É importante ressaltar que os princípios, objetivos e diretrizes apresentados no presente documento baseiam-se na Lei nº 9.795/99 – que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, a qual prevê em seus artigos 1º e 2º:

Art. 1º Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

Art. 2º A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal.

Em 2007 foi instituída a Política Estadual de Educação Ambiental, a qual, assim como a PNEA, reforça a necessidade de seus princípios estarem presentes em todos os níveis educacionais, da educação formal à não-formal, assim como em todos os

níveis da gestão ambiental, desde o planejamento, passando pela implementação ou execução e chegando ao monitoramento dos resultados. A PNEA estabelece que a Educação Ambiental esteja integrada dentro do desenvolvimento educacional das escolas estaduais, e que seja incluída nos temas transversais nas disciplinas curriculares. Ela é estabelecida nos cursos superiores de licenciatura e também recomenda diretrizes de ética socioambiental para atividades profissionais.

Nesse sentido, apresentou-se no Anexo 20 desse Plano Municipal de Macrodrenagem sugestões específicas para serem inseridas no Plano de Educação Ambiental do Município de Araçoiaba da Serra.

14.8 Arcabouço legal e institucional, para implementação do plano e da proposta de legislação específica

Uma gestão eficiente da drenagem urbana no espaço municipal passa pela existência de instrumentos legais e mecanismos administrativos que permitam uma interpretação coerente e responsável das consequências do processo de urbanização. Os responsáveis pela gestão da drenagem urbana devem acompanhar o disciplinamento de diversos outros setores que compartilham competências que influenciam na manutenção e construção de dispositivos de macro e microdrenagem do município. Assim, deve-se conhecer o arcabouço legal que influencia, direta e indiretamente, o setor de manejo de águas pluviais e drenagem urbana do município. A seguir são apresentadas diversas peças legais, emitidas pelos governos municipal, estadual e federal, que se enquadram nessas condições de tangenciamento com o setor de drenagem.

14.8.1 Legislação Municipal¹

As leis municipais que influenciam, direta ou indiretamente, na gestão do sistema de drenagem no município de Araçoiaba da Serra são indicadas a seguir.

Lei Orgânica do município de Araçoiaba da Serra 09 de abril de 1990.

A Lei Orgânica dispõe sobre as competências e atribuições dos Poderes Municipais e dá outras providências.

¹ Fonte: <https://www.camaradearacoiabadaserra.sp.gov.br/legislacao>

Não há leis ordinárias ou complementares redigidas no site oficial do Poder Legislativo Municipal, que influenciem direta ou indiretamente o sistema de drenagem urbana de Araçoiaba da Serra.

14.8.2 Legislação Estadual

O arcabouço legal mínimo, proveniente do âmbito Estadual, que direta ou indiretamente influi sobre a gestão do setor de drenagem urbana do município é apresentado a seguir.

- Resolução SMA nº 7-2017 - Dispõe sobre a Compensação Ambiental para áreas de supressão de árvores nativas, corte de árvores isoladas e intervenção em APP;
- Decreto Estadual nº 60.520-2014 - Institui o Sistema Estadual de Gerenciamento Online de Resíduos Sólidos;
- Resolução SMA nº 32-2014 - Diretrizes e critérios sobre a Restauração Ecológica em SP
- Decisão de Diretoria CETESB-287-2013 - Supressão de árvores nativas isoladas;
- Lei nº 5064 de 12-06-2012 APA AVECUIA - Dispõe sobre alteração da Lei nº 3671-APA Avecuia
- Lei nº 5104 de 08-10-12 APA AVECUIA ANEXOS ALTERADOS - Dá Nova Redação aos Anexos I e II da Lei nº 3671 de 18-12-98 Instituídos pela Lei nº 5064 de 12-06-12;
- Lei Estadual nº 12.300-2010 - Política Estadual de Resíduos Sólidos;
- Resolução SMA nº 22-2010 Dispõe sobre a Operacionalização e Execução da Licença Ambiental;
- Resolução SMA nº 22-2009 - Apresentação Certidões Municipais e Manifestações Técnicas de Prefeituras nos Processos de Licenciamento Ambiental
- Resolução SMA nº 58-2009 - Procedimentos para publicidade para emissão de licença, alvará ou autorização para corte, supressão e intervenção
- Lei nº 7.750, de 31 de março de 1992 - Dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento e dá outras providências.

- Decreto Estadual nº 8468/76 - Aprova o Regulamento da Lei nº 997-76 que dispõe sobre o Controle da Poluição do Meio Ambiente;
- Lei Estadual nº 997-1976 - Dispõe sobre o Controle da Poluição do Meio Ambiente.

14.8.3 Legislação Federal

O arcabouço legal mínimo de âmbito federal que, direta ou indiretamente, influi sobre a gestão do setor de drenagem urbana do município é apresentado a seguir.

- Constituição da República Federativa do Brasil de 5 de outubro de 1988– Cap. VI – Do Meio Ambiente.
- Lei Federal nº 13.005 de 25 de junho de 2014, que aprova o Plano Nacional de Educação (PNE).
- Portaria nº 8075/2013 - Procedimentos Cadastro e Licenciamento.
- Lei 12.651/2012 - Novo Código Florestal Brasileiro – Revoga o Código Florestal Brasileiro de 1965 e define que a proteção do meio ambiente natural é obrigação do proprietário mediante a manutenção de espaços protegidos de propriedade privada, divididos entre Área de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL).
- Lei Complementar nº 140/2011 Fixa Normas para Cooperação entre União - os Estados - o Distrito Federal e os Municípios.
- Lei nº 12.305-2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos.
- Decreto Federal nº 6514/2008 Infrações e Sanções Administrativas ao Meio Ambiente (Lei Federal nº 9605-98).
- Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007- Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico, altera a Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, a Lei nº 8.036, de 11 de maio de 1990, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e a Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. (Redação dada pela Medida Provisória nº 868, de 2018);
- Resolução CONAMA nº 307-2002 - Gestão dos Resíduos da Construção Civil.
- Lei Federal nº 9605/1998 - Lei de Crimes Ambientais

- Resolução CONAMA nº 237-1997 Dispõe sobre Licenciamento Ambiental, Competência da União, Estados e Municípios.
- Lei do Parcelamento do Solo Urbano – número 6.766 de 19/12/1979 - Estabelece as regras para loteamentos urbanos, proibidos em áreas de preservação ecológicas, naquelas onde a poluição representa perigo à saúde e em terrenos alagadiços.

Normas Técnicas:

- NBR 15.112-2004 - Diretrizes para implantação e operação de área de transbordo e triagem para resíduos da construção civil e volumosos.
- NBR 10004-2004 - Classificação Resíduos Sólidos.
- NBR 15113-2004 - Diretrizes para Projetos, Implantação e Operação de Resíduos da Construção Civil e inertes.
- NBR 15115-2004 - Execução de camadas de pavimentação com agregados de resíduos da construção civil.
- NBR 15116-2004 - Requisitos para utilização de resíduos da construção civil em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural.

14.9 Arranjo institucional e criação de uma Divisão de Drenagem Urbana (DDU)

A Prefeitura de Araçoiaba da Serra deve munir-se de um arranjo institucional capaz de garantir a excelência da gestão do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais. Os gestores do sistema de drenagem urbana devem colocar em prática um plano de manutenção preventiva e corretiva para o setor, considerando uma rotatividade anual.

Sugere-se que integrem a gestão da drenagem urbana e manejo de águas pluviais do município às seguintes Secretarias Municipais, cujas atribuições, neste setor, deverão ser incluídas em seus respectivos regimentos internos.

- I. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Sustentável;
- II. Secretaria Municipal de Obras e Serviços;
- III. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano.

As ações principais assumidas pela equipe de manutenção seriam voltadas à limpeza de calhas, poços de visitas e bocas de lobo, além da implementação de dispositivos de dissipação de energia e, nos casos em que a equipe técnica avalie a

real necessidade, far-se-ia a troca de tubulações quebradas ou deficitárias, em termos de eficiência de escoamento, por novos dispositivos.

Dever-se-á ainda manter registros das ações realizadas. Os relatórios sobre as constatações feitas nas visitas técnicas devem conter descrições e fotografias indicando a localização dos locais ou trechos avaliados, o relato dos problemas encontrados e, se for possível, a sugestão das soluções a serem empreendidas.

Para se alcançar um patamar sustentável de funcionalidade gerencial no saneamento municipal, uma alternativa para o município seria implementar um setor institucional ou uma *Divisão de Drenagem Urbana* (DDU) dotada de instrumentos eficazes para coordenar a gestão e supervisionar a prestação dos serviços relacionados à drenagem urbana e ao manejo de águas pluviais no âmbito municipal, sempre garantindo algumas possibilidades de controle social.

Buscando esse cenário, foram estabelecidos os seguintes objetivos para o setor em Araçoiaba da Serra:

- Objetivo 1.** Estabelecer um arranjo institucional dotado de mecanismos de gestão que possibilitem uma articulação entre o setor de drenagem e os demais setores do saneamento básico municipal e outras Secretarias e/ou Diretorias Municipais.
- Objetivo 2.** Implementar uma rotina de acompanhamento dos processos inseridos no planejamento e na prestação de serviços relacionados à drenagem do município.
- Objetivo 3.** Alcançar a sustentabilidade econômico-financeira para o setor de drenagem municipal.
- Objetivo 4.** Submeter a prestação de serviços relacionados à drenagem urbana e ao manejo de águas pluviais a uma entidade reguladora paritariamente constituída e que assuma as atribuições de regulação definidas na Lei nº 11.445/07 e no seu decreto regulamentador.
- Objetivo 5.** Apresentar conformidade com a legislação vigente e garantir a fiscalização dos procedimentos dos prestadores de serviços e dos usuários dos sistemas de drenagem (macro e micro).

Objetivo 6. Introduzir, na gestão da drenagem urbana, mecanismos que garantam o acesso a informações e a participação da população (controle social) na formulação da política local do setor.

Estes objetivos se coadunam com os dispostos na Lei Federal 11.445/07, a qual estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Os serviços de macrodrenagem devem estar amparados pelo princípio da “universalidade do acesso”, garantindo que toda a população deles usufrua.

Traçados os objetivos específicos, foram estabelecidas metas para alcançá-los. No Quadro 25 são apresentadas essas metas e os prazos assumidos para cada uma delas.

Quadro 25 – Objetivos e metas para a criação de uma Divisão de Drenagem Urbana em Araçoiaba da Serra

Objetivo	Metas	Prazo estabelecido para o alcance da meta
<p>1. Estabelecer um arranjo institucional dotado de mecanismos de gestão que possibilitem uma articulação entre o setor de drenagem e os demais setores do saneamento básico municipal e outras Secretarias e/ou Diretorias Municipais.</p>	<p>1.1. Instituir uma Divisão que funcione como uma “Central da Drenagem Urbana”, com atribuições de acompanhar os processos de planejamento, prestação, regulação, fiscalização e controle social dos serviços de macro e micro drenagem no município.</p>	Curto
	<p>1.2. Estabelecer mecanismos oficiais que imponham uma comunicação periódica e sistemática entre os setores do saneamento básico (drenagem com água, esgoto e resíduos) garantindo que haja um fluxo de informações visando um alinhamento estratégico entre eles.</p>	Curto
	<p>1.3. Instituir um programa capacitação de recursos humanos para colaborar na gestão do setor de Drenagem Urbana.</p>	Curto
<p>2. Implementar uma rotina de acompanhamento dos processos inseridos no planejamento e na prestação de serviços relacionados à drenagem do município.</p>	<p>2.1. Viabilizar, com infraestrutura (sala, equipamentos, programas computacionais, etc.) e com recursos humanos (operador do programa de monitoramento, engenheiro civil e eng. ambiental, etc.) necessários, a gestão dos serviços de drenagem no município.</p>	Curto
<p>3. Alcançar a sustentabilidade econômico-financeira para o setor de drenagem municipal.</p>	<p>3.1. Instituir e sistematizar soluções operacionais e gerenciais que influenciem na melhoria da situação financeira do setor.</p>	Curto

Objetivo	Metas	Prazo estabelecido para o alcance da meta
4. Submeter a prestação de serviços relacionados à drenagem urbana e ao manejo de águas pluviais a uma entidade reguladora paritariamente constituída e que assuma as atribuições de regulação definidas na Lei nº 11.445/07 e no seu decreto regulamentador.	4.1. Garantir que a função reguladora do setor seja exercida por um órgão institucional regulamentado.	Curto
5. Apresentar conformidade com a legislação vigente e garantir a fiscalização dos procedimentos dos prestadores de serviços e dos usuários dos sistemas de drenagem (macro e micro).	5.1. Fornecer apoio técnico e institucional para que o setor providencie o licenciamento ambiental dos processos que sejam passíveis de causar impacto ambiental.	Curto
6. Introduzir, na gestão da drenagem urbana, mecanismos que garantam o acesso a informações e a participação da população (controle social) na formulação da política local do setor	6.1. Implementar canais de comunicação entre a Divisão de Drenagem e a sociedade (ex.: Serviço de Atendimento ao Cidadão-SAC Drenagem).	Curto
	6.2. Promover ações para a avaliação periódica da satisfação dos usuários (ex.: pesquisas de satisfação).	Curto
	6.3. Viabilizar a participação dos usuários no planejamento do setor (ex.: reuniões públicas, representação a partir de Conselho Municipal, outras possibilidades).	Curto

Para servir de ligação entre as demandas existentes e a gestão integrada que se espera configurar no setor de drenagem do município, fez-se necessário indicar ações preliminares que representem um alicerce para a gestão. No âmbito administrativo essas ações funcionarão como procedimentos a partir dos quais poder-se-á deflagrar um regime de gerenciamento do setor, calcado, principalmente, em ações contínuas, possibilitando que as diversas gestões que se sucederem no governo municipal atuem de modo uniforme, mantendo registros e monitorando a eficácia e a eficiência dos processos, sem a necessidade de recorrer a interrupções gerenciais e operacionais.

As ações apresentadas a seguir foram denominadas “ações imediatas” e deverão ser implementadas nos primeiros anos de funcionamento do Plano de Macrodrenagem. Todas elas estão subordinadas aos objetivos e metas estabelecidos para alcançar a universalização do acesso a esses serviços, conforme preconiza a Lei 11.445/07 e seu decreto regulamentador.

- **Ação 1** Buscar, junto ao Setor Jurídico da Prefeitura Municipal, embasamento legal e institucional, para viabilizar a criação da nova Divisão ou Coordenação Municipal, a qual, doravante neste documento, será mencionada como “Divisão de Drenagem Urbana (DDU)”
- **Ação 2** Estabelecer dotação orçamentária para a criação e funcionamento da DDU.
- **Ação 3** Providenciar os recursos humanos e patrimoniais para a nova Divisão de Drenagem:

Após a criação da nova coordenadoria, haverá a necessidade de se pensar na estruturação física e funcional da mesma. Dever-se-á, portanto, providenciar sala(s), equipamentos e materiais, assim como recursos humanos com habilitação técnica compatível com as necessidades da gestão.

Considera-se que os recursos humanos mínimos para atender às demandas da Divisão de Drenagem sejam:

- Um profissional com formação de nível superior na área da Gestão Pública, Engenharia Ambiental ou Sanitária ou Engenharia Civil com ênfase em Hidráulica e Hidrologia, com pelo menos 10 anos de

experiência, para exercer funções de coordenador ou diretor geral das instâncias internas e atuar fortemente na configuração de uma Política de Drenagem Urbana para o município, com atribuições de negociar pelo bom funcionamento e sustentabilidade econômico-financeira e ambiental do setor, buscando soluções compartilhadas, firmando acordos setoriais e procedimentos sistemáticos com a Defesa Civil do município, incentivando articulações entre os demais subsistemas integrantes do saneamento básico municipal, presidindo reuniões periódicas realizadas pela Divisão, entre outras.

- 1 (um) profissional com formação de nível superior na área da Gestão Pública, Engenharia Ambiental ou Sanitária ou Engenharia Civil com ênfase em Hidráulica e Hidrologia, para exercer funções predominantemente internas à Divisão de Drenagem, relacionadas à organização, administração e monitoramento de indicadores e garantia da conformidade legal do setor de drenagem, entre outras atribuições técnicas da nova divisão.
- 1 (um) colaborador com formação de nível médio completo para exercer funções relacionadas à convocação, divulgação, coleta de dados, manutenção e recuperação de registros, fazer convocações para reuniões, redigir atas, viabilizar contatos e fazer serviços gerais de secretaria e atendimento das demandas do SAC- Drenagem.
- 1 (um) colaborador com formação de nível técnico em TI (Tecnologia da Informação), para operar o Cadastro Técnico Multifinalitário.
- 1 (uma) equipe de campo formada por 1 (um) motorista, 1 (um) trabalhador braçal, e 1 (um) técnico que tenha experiência em redes de drenagem e que possa entender os mapas e as informações cadastrais do sistema de drenagem.
- 1 (um) fiscal para atuar no controle de todos os processos e disposições regulamentados por lei que convirjam sobre responsabilidades da prestação de serviços públicos ligados à drenagem urbana e manejo de águas pluviais e também sobre responsabilidades do bom uso da infraestrutura disponibilizada à população.

Além dos recursos humanos, será necessário, para um bom funcionamento do setor, providenciar um espaço físico com estrutura básica para o funcionamento de um escritório e de uma sala de reuniões:

- 2 (duas) salas, uma para abrigar serviços de escritório e outra para a realização de reuniões. Ambas devidamente mobiliadas (mesas, cadeiras, armários, etc.).
 - Equipamentos (computadores para todos os funcionários do setor, telefones, impressora, calculadoras, máquina fotográfica, aparelho de GPS, aparelho de Datashow, etc.),
 - Materiais básicos de escritório (papel, lápis, canetas, pastas, cliques, régua, grampeadores, pen-drives, etc.).
 - Estrutura de rede de computadores com servidor e acesso à internet.
 - 1 (um) veículo utilitário;
 - Ferramentas para remoção de grades de bocas-de-lobo, picaretas, enxadas, etc.
- **Ação 4** Treinar o técnico em Tecnologia de Informação (TI) para operar o cadastro técnico multifinalitário.
- **Ação 5** Instituir oficialmente, no calendário interno da Divisão de Drenagem, reuniões periódicas entre os responsáveis pelos seguintes aspectos da gestão do setor de drenagem: gerenciamento administrativo e monitoramento de indicadores de eficiência do sistema; rotinas operacionais e medidas de manutenção do sistema; e fiscalização do setor de drenagem urbana, incluindo questões ligadas ao uso e ocupação do solo no território municipal. Nessas reuniões, prever a elaboração de relatórios contendo os principais indicadores de eficácia e eficiência dos serviços, além da menção dos principais problemas enfrentados pelo eixo no último semestre.
- **Ação 6** Considerar todas as possibilidades institucionais que sejam jurídica e legalmente competentes para cumprir a função legalmente instituída de regulação do setor (Agências Reguladoras, Conselhos Municipais, Consórcios, etc.).

- **Ação 7** Elaborar um Plano de Ação visando à adequação do setor de drenagem à legislação ambiental vigente (solicitar licenças ambientais, outorgas e autorizações que se façam necessárias).
- **Ação 8** Solicitar consulta sobre a viabilidade técnica e financeira da criação de um canal telefônico do tipo SAC (Serviço de Atendimento ao Cidadão) para atendimento da população visando dotar a gestão da Drenagem Urbana com controle social, conforme disposições legais vigentes.
- **Ação 9** Em sendo viável a criação do canal de SAC-Drenagem, redigir um formulário padronizado para registrar as manifestações ou reclamações feitas por meio deste canal de comunicação. Segue uma sugestão desse formulário.

FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE SERVIÇOS EFETUADA PELO SAC-DRENAGEM DO MUNICÍPIO DE ARAÇOIABA DA SERRA

- Número do Formulário: (ex: Formulário SAC-Drenagem nº 01-2019).
- Data:
- Nome do reclamante:
- Contato (telefone, e-mail ou endereço):
- Descrição do problema:
- Descrição do local do problema (ou endereço do problema):
- Indicação do subsetor que deverá tomar providências (gerencial, operacional, manutenção, monitoramento de indicadores de eficiência, setor de cobranças, etc.):
- Data do envio de cópia do formulário para o setor responsável:
- Data da visita da equipe técnica:
- Descrição da providência tomada:
- Data da devolução do formulário para a Divisão de Drenagem:
- Data de fechamento da ocorrência pela Divisão de Drenagem:

A seguir são indicadas algumas atribuições da Divisão de Drenagem Urbana visando instituir uma gestão integrada no município:

- Configurar, coordenar e fazer executar a Política Municipal de Drenagem Urbana, com a instauração de instrumentos de gestão para o planejamento,

a prestação e a regulação dos serviços prestados, garantindo mecanismos de Controle Social. Alguns dos instrumentos da Política de Drenagem são:

- Plano Municipal de Macro e Microdrenagem;
 - A operacionalização do Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM);
 - Manutenção de interlocução sistemática e oficial com a Defesa Civil municipal;
 - A regulação da prestação de serviços para a drenagem urbana municipal;
 - Acordos de conformidade entre atuações da Divisão de Drenagem e outras Divisões, Departamentos ou Secretarias, visando a gestão integrada das políticas de infraestrutura municipal (água, esgoto, resíduos sólidos, habitação, mobilidade urbana, saúde, etc.)
 - A participação em consórcios para a implementação de soluções compartilhadas com outros municípios (por exemplo, para a ocupação de fundos de vale);
- Acompanhar a implementação do Plano Municipal de Macro e Microdrenagem;
 - Fiscalizar ou orientar fiscalização de áreas de interesse dos serviços de drenagem urbana;
 - Incentivar a elaboração de projetos necessários à drenagem urbana municipal para captação de recursos junto a órgãos estaduais, federais e internacionais;
 - Desenvolver ações integradas com as Secretarias Municipais;
 - Manter mecanismos que atuem no controle do cumprimento de leis federais, estaduais e municipais relativas à drenagem urbana e manejo de águas pluviais no município;
 - Orientar os gestores no sentido de zelar pelo patrimônio físico do setor de drenagem;
 - Intermediar convênios, acordos, ajustes, termos de cooperação técnica e/ou financeira ou instrumentos congêneres, com entidades privadas sem fins lucrativos e órgãos da administração direta e indireta da União, Estados e outros Municípios.

- Estabelecer a cooperação técnica e científica com instituições nacionais e internacionais de defesa e prevenção à poluição ambiental.
- Auxiliar os responsáveis pelos setores em relação às providências necessárias ao licenciamento ambiental das atividades passíveis de causar impactos ambientais.
- Exercer o controle orçamentário no âmbito do setor de drenagem municipal.

14.10 Recursos Humanos

As medidas não estruturais relacionadas aos recursos humanos têm por objetivo fornecer diretrizes para a elaboração de uma política de treinamento e atualização contínua dos técnicos envolvidos na gestão da drenagem urbana, a ser desenvolvida em conjunto com a previsão de recursos financeiros para tal.

A partir da capacitação dos agentes municipais designados para gerir o sistema de drenagem urbana é possível promover:

- a manutenção dos dados cadastrais atualizados;
- a manutenção de um serviço de monitoramento hidrológico e de qualidade da água (quando for o caso);
- a manutenção de um sistema de modelagem atualizado para previsão e priorização das ações previamente estabelecidas no Plano Diretor de Drenagem Urbana;
- a autonomia do órgão gestor para deliberar acerca das medidas a serem implementadas, dentre outras.

O programa de treinamento recomendado contempla os seguintes tópicos:

- Introdução:
 - Ciclo hidrológico e exploração de dados hidrológicos;
 - Redes de monitoramento;
 - Tratamento de dados e análise de incertezas;
 - Chuvas Intensas;
 - Vazões de projeto;
 - Micro e macrodrenagem;
- Sistemas de Drenagem Urbana:
 - Planejamento e concepção de sistemas de drenagem urbana;

- Plano Diretor de Drenagem Urbana e seus instrumentos;
- Plano de Microdrenagem;
- Conceito de técnicas compensatórias;
- Sistemas de Drenagem Urbana e Impactos da Urbanização:
 - Processos erosivos em áreas urbanas, transporte e deposição de sedimentos, assoreamento;
 - Alternativas para o tratamento de fundos de vale e a implementação de usos múltiplos de áreas inundáveis: parques lineares;
 - Medidas mitigadoras na bacia e nos fundos de vale: controle de escoamentos, controle de erosão, proteção de leito e margens;
 - Ações de manutenção e conservação de rios e canais;
- Projetos Básico e Executivo:
 - Planejamento, execução e fiscalização de obras;
 - Manutenção preventiva e corretiva;
 - Elaboração de orçamento de projetos, obras e manutenção;
- Licenciamento ambiental e Outorga dos dispositivos de controle:
 - Aspectos legais e instrumentos legais auxiliares no gerenciamento dos recursos hídricos relacionados à drenagem urbana;
 - Elaboração de processos de licenciamento ambiental;
 - Elaboração de processos de outorga de direito de uso dos recursos hídricos.

Os treinamentos podem ser realizados tanto exclusivamente para os técnicos da Prefeitura Municipal, como os mesmos podem participar de cursos de capacitação disponíveis, desde que os mesmos tenham em sua ementa os tópicos de interesse.

É importante ainda que a Prefeitura Municipal promova e/ou participe do desenvolvimento de programas de capacitação e de educação ambiental continuada que envolva: arquitetos e engenheiros que projetam obras públicas, gestores urbanos e a população em geral.

14.11 Orientação para Projetos

As medidas não-estruturais propostas no presente Plano Diretor de Drenagem Urbana têm por objetivo consubstanciar as diretrizes para drenagem urbana do

município de Araçoiaba da Serra, e contemplam ações que buscam regular a obtenção de recursos financeiros, promover o treinamento dos recursos humanos, estabelecer instrumentos legais consistentes e também orientar quanto à adoção de medidas compensatórias.

Dentre as principais medidas recomendadas pela literatura técnica destacam-se:

- o uso de elementos permeáveis;
- o aproveitamento de espaços públicos para amortecimento das cheias;
- os reservatórios de detenção (podendo ser instalados em áreas públicas ou particulares) ou retenção (podendo ser instalados em áreas que permitam a manutenção de uma lâmina d'água, com garantia de que a qualidade da água permanecerá);
- o reuso de águas pluviais.

A adoção destas medidas compensatórias pode ser contemplada em lei específica que determina as diretrizes de ações não estruturais e estruturais a serem adotadas no município.

Os projetos e as orientações para elaboração de projetos para implantação das medidas não-estruturais previstas deverão nortear a equipe técnica da Prefeitura Municipal quanto às ações a serem tomadas para atingir as metas estabelecidas.

No que se refere à implantação da medida prevista para obtenção de recursos financeiros, por exemplo, cabe aos técnicos da Prefeitura Municipal, tendo em vista as orientações do presente estudo, promover as ações necessárias no sentido de manter o volume necessário de recursos para a melhoria contínua do sistema de drenagem, quais sejam: implantação de dispositivos estruturais, manutenção dos dispositivos implantados, regularização de novos loteamentos para evitar o incremento no volume de escoamento fora dos limites previstos pelo Plano Diretor de Drenagem Urbana, etc.

O mesmo ocorre quanto às medidas previstas para promoção do treinamento dos recursos humanos e para estabelecimento de instrumentos legais, dada as orientações técnicas sobre as necessidades do sistema de drenagem, cabe à Prefeitura Municipal viabilizar a execução das ações propostas.

A adoção de medidas compensatórias, previstas para regularização de loteamentos e outras propriedades cujo escopo está definido como sistema de micro ou mesodrenagem, necessita de diretrizes quanto aos métodos de cálculo e parâmetros

mínimos a serem seguidos na elaboração de projetos. Estas orientações têm por objetivo nortear os técnicos da Prefeitura Municipal para que estes possam orientar os empreendedores, e também para que estejam capacitados para avaliar e aprovar os projetos que deverão ser a eles submetidos na ocasião da instalação de novos empreendimentos.

Tucci *et al.* (1995) ressalta a necessidade do planejamento do sistema de Macrodrenagem, contemplando tanto a regulamentação do uso e ocupação do solo, quanto a regularização da microdrenagem, utilizando para tanto medidas compensatórias ou mitigadoras, como parques ou outros equipamentos urbanos, como bacias de retenção, por exemplo.

Desta forma, o presente Plano Diretor de Drenagem Urbana traz recomendações quanto ao volume a ser retido em uma determinada área para que novos empreendimentos possam ser implantados em consonância com este instrumento legal, e sem causar impactos no sistema de drenagem do município de Araçoiaba da Serra.

Vale lembrar que estas recomendações foram precedidas por um vasto estudo do sistema de macrodrenagem, onde foram propostos dispositivos de controle suficientes para comportar a vazão de projeto calculada para um período de retorno de 100 anos e considerando o limite máximo de uso e ocupação em cada uma das zonas previstas pela Lei Complementar nº. 13.691/2005, bem como o tipo de solo encontrado nestas regiões.

Assim sendo, tem-se que as medidas estruturais de maior porte propostas para as zonas consolidadas do município normalmente estão sob responsabilidade da Prefeitura Municipal, e para zonas em expansão a responsabilidade pode ser compartilhada entre a Prefeitura e o Empreendedor/Proprietário, ou estar totalmente a encargo deste último.

Conforme previsto por Tucci *et al.* (1995), entretanto, as medidas estruturais de maior porte estejam combinadas às medidas compensatórias para controle dos volumes incrementais de escoamento decorrente da impermeabilização do solo, e demais alterações em suas características naturais. Possibilitando assim que incrementos de volume não previstos possam ser contidos no lote ou em empreendimentos de maior porte/loteamentos.

Desta forma, a seguir são apresentadas diretrizes de projeto de algumas destas medidas de controle e técnicas compensatórias, com ênfase em escalas menores, como para retenção no lote, loteamentos, empreendimentos imobiliários ou pequenos aglomerados urbanos.

Obras de retenção ou detenção

O dimensionamento de um reservatório de retenção é precedido de um pré-dimensionamento onde se estimam o volume do reservatório, área ocupada, profundidade média, custo e respectivo custo-benefício, Tomaz (2002). Este pré-dimensionamento é de suma importância para o estudo das alternativas e também de sua viabilidade.

Os próximos passos, conforme relatado por Tomaz (2002) serão: a seleção preliminar de uma estrutura de saída; execução da propagação do hidrograma do escoamento superficial e do escoamento de saída; e verificação dos picos de descarga depois do desenvolvimento.

As metodologias de dimensionamento preliminar, de acordo com Tomaz (2002) são: Aron e Kibler (1990), Baker (1979), Federal Aviation Agency (1966), Abt e Grigg (1978), Kessler e Diskin (1991), McEnroe (1992), Wycoff e Singh (1976), Método Racional e SCS TR-55.

Para o presente Plano Diretor de Drenagem Urbana recomenda-se o uso das metodologias:

- Método Racional, para bacias de até 2 km² de área;
- Método SCS – Soil Conservation Service, para as demais bacias.

Obras de retenção

São obras que permitem o armazenamento de água de escoamento superficial, normalmente secas, projetadas para "deter" temporariamente as águas, durante e imediatamente após um evento. Constituem exemplos de dispositivos de retenção: valas naturais em levantamento transversal atuando como estrutura de controle, depressões naturais ou escavadas, caixas ou reservatórios sub-superficiais, armazenamento em telhado e bacias de infiltração.

De acordo com Canholi (2005) os dispositivos de retenção por serem divididos quanto à sua localização (diretamente na fonte ou a jusante). Para os dispositivos na fonte destacam-se:

- Disposição no local: infiltração, percolação e pavimentos porosos;
- Controle de entrada: armazenamento em telhados, áreas de estacionamento etc.;
- Retenção *in situ*: armazenamento após coleta de pequenas áreas.

No caso de dispositivos a jusante podem ser utilizados reservatórios online ou *off-line*, devendo-se ressaltar algumas vantagens desta alternativa, como, por exemplo:

- Maior controle sobre a manutenção/operação do dispositivo, dado o volume maior de armazenamento pode-se concentrar em um único dispositivo ou ao menos em um número menor de estruturas o controle das cheias de uma determinada área de drenagem;
- Menor custo para implantação do sistema, e igualmente para sua manutenção/operação;
- Maior controle sobre a eficiência, reduzindo a possibilidade de ocorrência do timing, ou seja, da simultaneidade dos picos de vazão entre sub-bacias, que resultariam em um excedente superior ao observado na situação natural.

A seguir são descritas algumas características das alternativas acima propostas, com exceção dos dispositivos a jusante já apresentado no item referente aos Dispositivos Propostos, por tratar-se de medidas estruturais de maior porte.

Os dispositivos de infiltração podem ser configurados como técnicas compensatórias em drenagem urbana de baixo impacto, como, por exemplo, trincheiras de infiltração, planos de infiltração, pavimentos permeáveis etc.

Trincheiras de infiltração

As trincheiras de infiltração são recomendadas para reter a água, bem como melhorar os aspectos qualitativos associados às águas pluviais, devendo considerar os seguintes aspectos, conforme relata o Manual Prince George's County:

Quadro 26 – Informações sobre a estrutura das trincheiras de infiltração

Características	Limitações
Área de superfície mínima (metros)	2,4 a 6,1
Largura	0,6 a 1,2
Comprimento	1,2 a 2,4
Solos	Permeáveis, com infiltração de 1,32 cm/h são recomendados.
Declividades	Não é uma limitação usualmente, mas deve ser considerado no projeto. Deve ser locado abaixo do nível das construções e fundações
Nível do lençol ou leito de rocha	0,6 a 1,2 metros de espaço livre entre água e o leito de rocha
Proximidade de fundações	Distância mínima de 3,05 metros
Profundidade máxima	1,8 a 3,0 metros dependendo do solo
Manutenção	Moderada a alta

Fonte: Prince George's County

Estas estruturas são mais efetivas e tem vida útil maior quando algum pré-tratamento é incluído em seu projeto, como filtros de faixas vegetadas ou canais vegetados.

As especificações para implantação de trincheiras de infiltração consistem nos seguintes aspectos:

- A trincheira de infiltração não pode receber escoamento até que a mesma esteja finalizada e estabilizada;
- Deve-se evitar ao máximo o tráfego de veículos e equipamentos pesados para reduzir a compactação do solo;
- O material proveniente da escavação das trincheiras pode ser utilizado na estabilização da estrutura;
- Caso haja árvores nas proximidades do local onde a estrutura será construída deve-se prever uma manta geotêxtil mais resistente, evitando que raízes penetrem a estrutura.

Plano de Infiltração

Assim como as valas e valetas de infiltração, os planos são constituídos por simples depressões escavadas no solo com objetivo de recolher águas pluviais e efetuar armazenamento temporário, podendo favorecer a infiltração.

Estas estruturas podem ser implantadas ao longo do sistema viário, jardins, terrenos esportivos e em áreas verdes em geral.

O projeto destas estruturas é simples, e elas podem receber cobertura vegetal, bem como canaletas de fundo para facilitar o escoamento final dos volumes. As vantagens apontadas por Baptista *et al.* (2005) foram:

- Baixo custo de construção e manutenção;
- Benefício financeiro pela redução das dimensões da rede;
- Ganhos paisagísticos e benefícios ambientais (melhoria da qualidade da água)
- Exercem a função de pré-tratamento (remoção de poluentes por sedimentação, filtração e adsorção);
- Possibilidade de uso de materiais locais;
- Fácil manutenção.

O autor apresenta ainda algumas restrições à implantação de Planos de Infiltração, quais sejam:

- Exigência de espaço específico;
- Manutenção periódica;
- Eficiência restrita devido a altas declividades (deposição de sedimentos, perda do volume de detenção – compartimentação e erosão);
- Possibilidade de estagnação das águas (risco sanitário);
- Poluição do lençol.

A viabilidade da implantação de uma estrutura de infiltração depende da análise dos seguintes parâmetros (Baptista *et al*, 2005):

- Infiltração superior a 10^{-7} m/s e não deve ser o único meio de evacuação;
- Lençol a mais de 1 metro;
- Águas pouco poluídas e com pouco fino;
- Solo suporte deve ser propício a presença de água;
- O sítio não deve ser área de infiltração regulamentada.

E finalmente o autor cita algumas condicionantes de projeto:

- Tipo de vegetação: adaptadas a curtos períodos de inundação periódica, árvores perenifólias, principalmente quando houver orifícios de regulação de vazão.
- Topografia: terrenos planos ou com declividade reduzida – divisórias para evitar estagnação;
- Infra-estrutura e superestruturas: Vala de infiltração contígua – afastar ou posicionar em nível inferior ao leito da via, implantação de cortina ou parede impermeável entre a vala e o pavimento.
- Informações de caráter hidrológico e geotécnico idem trincheiras.

Pavimento Permeável

O Pavimento Permeável é uma estrutura de armazenamento da água pluvial tendo como função complementar o suporte de tráfego de veículos. O funcionamento hidráulico dos pavimentos permeáveis, de acordo com Azzout *et al.* (1994) apud Aciole (2005) são:

- Entrada imediata da água da chuva no corpo do pavimento, que pode ser distribuída (pavimento poroso) ou localizada (drenos laterais ou bocas-de-lobo);
- Armazenamento temporário da água nos vazios da camada de brita;
- Evacuação por infiltração no solo, ou liberação lenta para rede de drenagem.

As vantagens listadas por Ciria (1996) *apud* Aciole (2005) do uso de pavimentos permeáveis são:

- Redução do volume destinado à rede de drenagem (redução de custos na ampliação ou implantação das redes);
- Dispositivo que pode ser utilizado em locais onde não há rede disponível;
- Redução dos impactos da urbanização;
- Possibilita aumento na recarga do aquífero;
- Construção simples e rápida;
- Custos podem ser menores ao longo do tempo que os sistemas convencionais.

Segundo EPA – Agência de Proteção Ambiental Americana, o pavimento permeável permite ainda a redução de derrapagens e ruídos, e constitui-se em um dispositivo totalmente integrado ao meio, não necessitando de área específica para sua construção.

Os limitantes no uso desta medida são características como, acúmulo de sedimentos na superfície devido à erosão, águas poluídas que podem acarretar em prejuízos à qualidade das águas subterrâneas, a manutenção inadequada pode ocasionar perda do potencial de porosidade do pavimento, risco de colmatção etc. Os tipos de materiais disponíveis para aplicação desta técnica são:

- Asfalto Poroso;
- Concreto Poroso; ou
- Blocos de concreto vazados.

Quadro 27 – Informações sobre a estrutura de pavimentos permeáveis

Camada	Especificações
Revestimento Poroso	Concreto Poroso Asfalto Poroso Blocos Vazados
Filtro de agregado (areia)	Diâmetro entre 2 a 4,8 mm Espessura de aproximadamente 4,0
Reservatório de pedras com agregados graúdos (brita)	Diâmetro entre 25 a 76 mm Espessura – depende do volume a armazenar e da porosidade do material
Geotêxtil	Fundo, laterais e interfaces

Fonte: Prince George's County

Bacias de Detenção

As bacias de detenção, por sua vez, são estruturas de acumulação temporária ou de infiltração de água utilizadas com os seguintes objetivos, amortecer cheias no controle de inundações, reduzir volumes de escoamento superficial e reduzir a poluição difusa no contexto urbano (Baptista, 2005). Entende-se por bacia de detenção ou infiltração estruturas de pequeno/médio porte podendo ser construídas cobertas ou abertas.

Controle de Entrada

Trata-se de dispositivos que tem por objetivo restringir a entrada do volume excedente no sistema de drenagem, sendo compostos por controles nos telhados ou em áreas impermeabilizadas. O sistema de controle nos telhados, conforme relata Canholi (2005) pode ser obtido por meio de calhas e condutores capazes de armazenar o volume por meio de válvulas especiais, ou ainda conter em sua cobertura material com capacidade de armazenamento, devendo para tanto prever-se a sobrecarga na estrutura do telhado. A água retida neste sistema pode ser reaproveitada, seguindo para tanto os padrões previstos na literatura técnica, em normas específicas e demais instrumentos legais existentes.

O armazenamento em áreas impermeabilizadas, como: estacionamentos, centros de compras, pátios de manobras, subestações, cemitérios, praças públicas e centros esportivos, têm por objetivo retardar o acesso das águas à rede de drenagem.

Detenção “in situ”

As obras de detenção “in situ” são destinadas ao controle de áreas urbanizadas restritas, como condomínios, loteamentos e distritos industriais, podendo ou não estar incorporadas aos projetos de paisagismo e recreação, por meio de formação de lagos ou quadras de esportes. É importante que os locais e os volumes armazenados por estas estruturas estejam previamente definidos por meio de um estudo global da área de drenagem do município, evitando-se que a simultaneidade dos diversos hidrogramas efluentes existentes na sub-bacia ocasione uma vazão de pico maior que aquela que ocorreria naturalmente.

Conforme citado anteriormente o presente Plano Diretor de Drenagem Urbana recomenda o uso das metodologias:

- Método Racional, para bacias de até 2 km² de área;
- Método SCS – Soil Conservation Service, para as demais bacias.

Obras de Retenção

São obras que permitem o armazenamento de águas de escoamento superficial com o objetivo de dar uma destinação destas águas retidas para fins recreativos, estéticos, abastecimento, ou outros propósitos. A água de escoamento superficial é temporariamente armazenada acima do nível normal de retenção, durante e

imediatamente após um evento de precipitação. Constituem exemplos de dispositivos de retenção, reservatórios e pequenos lagos em áreas públicas, comerciais ou residenciais.

Polders

Trata-se de sistemas compostos por diques de proteção, redes de drenagem e sistemas de bombeamento, que tem por objetivo proteger as áreas marginais situadas em cotas inferiores ao nível d'água máximo, determinadas pelos eventos chuvosos extremos.

Segundo recomendação de Canholi (2005) os critérios de projeto para polders são semelhantes às estruturas de detenção – barragens – de pequeno porte, devendo-se analisar ainda à proteção de sua fundação e ocorrência de erosão.

14.12 Programa de medidas de fiscalização e controle

A fiscalização cabe ao Titular dos serviços, que pode realizá-la diretamente ou delegá-la à entidade de outro ente federado (art. 8 da Lei nº 11.445/07). A Lei do Saneamento define que “serviço adequado é o que satisfaz as condições de regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade, generalidade, cortesia na sua prestação e modicidade das tarifas” e que “a atualidade compreende a modernidade das técnicas, do equipamento e das instalações e a sua conservação, bem como a melhoria e expansão do serviço”.

O Quadro 28 apresenta as entidades que podem assumir a responsabilidade de desempenhar cada uma das funções da gestão do saneamento básico, quais sejam: planejamento, prestação de serviços, regulação e fiscalização.

Quadro 28 – Funções da gestão e entidades passíveis de atuar como responsáveis

FUNÇÃO	RESPONSÁVEL
Planejamento	Titular, ou seja, o município.
Prestação de Serviços	Titular, ou seja, o município; ou
	Órgão ou entidade do titular, a quem se tenha atribuído por lei a competência de prestar o serviço público; ou
	Órgão ou entidade de consórcio público ou de ente da federação com quem o titular celebrou convênio de cooperação, desde que delegada a prestação por meio de contrato de programa; ou
	Órgão ou entidade a quem se tenha delegado a prestação de serviços por meio de concessão.
Regulação	A regulação de serviços públicos de saneamento básico poderá ser delegada pelos titulares a qualquer entidade reguladora constituída dentro

FUNÇÃO	RESPONSÁVEL
	dos limites do respectivo estado, explicitando, no ato da delegação da regulação, a forma de atuação e a abrangência das atividades a serem desempenhadas pelas partes envolvidas (art. 23, § 1º, Lei nº 11.445/07).
Fiscalização do Setor de Saneamento	Titular, que pode delegar a:
	<ul style="list-style-type: none"> • Conselho Municipal;
	<ul style="list-style-type: none"> • Ente ou órgão regulador municipal ou estadual; • Consórcio.

Fonte: ReCESA, 2013, adaptado da Lei nº 11.445/07.

Conforme indicação feita no item “Propostas de Ações Imediatas”, o departamento responsável pelo Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais, a ser criado, deverá definir as funções e responsabilidades para a efetiva fiscalização do sistema.

É interessante vincular a fiscalização à manutenção do sistema. Ainda no item que apresenta-se o Plano de Manutenção. Nele indica-se que seja criada uma rotina de inspeção através de procedimentos de inspeção para as estruturas do sistema de drenagem. As vistorias para inspeção do sistema podem ser realizadas também visando à fiscalização.

14.13 Programa de revisão do Plano Diretor Municipal de Macrodrenagem

O Termo de Referência do presente trabalho recomenda que, em função do caráter regional dos estudos em análise, a previsão de revisão do mesmo seja efetuada no período mínimo de dez anos para todo o conteúdo ora apresentado, com o objetivo de atualizar os dados, as medidas recomendadas e as propostas de intervenções. Logo, os gestores do setor municipal de macrodrenagem deverão atentar a este prazo no sentido de viabilizar a revisão do atual Plano Diretor de Macrodrenagem no período proposto.

15. Anteprojeto de Macrodrenagem

O Plano Diretor de Macrodrenagem é uma das ferramentas fundamental para o planejamento, gestão e operação, eficiente do Sistema Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais.

Para o planejamento e implantação de empreendimentos e/ou sistemas públicos, são necessários a elaboração de projetos que se dividem em quatro fases. São elas: elaboração de anteprojetos, projetos básicos, projetos executivos e projeto as-built. O anteprojeto, escopo do presente trabalho, é um esboço do projeto, desenvolvido a partir de estudos técnicos e das demandas necessárias, com o objetivo de determinar a melhor solução técnica e definir diretrizes e características a serem adotadas na elaboração do projeto básico. Nessa fase, são apresentadas plantas baixas, perfis, desenhos, memórias de cálculo de demanda e estimativa preliminar de investimentos.

Desta forma, o anteprojeto ora apresentado é uma referência para o planejamento e captação de recursos para a viabilidade de implantação das obras. Não trás, portanto, detalhamentos necessários para a execução do sistema proposto, sendo para tanto essencial a elaboração das fases subsequentes que são o projeto básico e o executivo.

15.1 Estudos Hidrológicos

Os estudos hidrológicos para elaboração dos diagnósticos da situação atual foram desenvolvidos através de métodos indiretos, isto é, calculando-se a chuva crítica e convertendo-a em vazão.

O diagnóstico do sistema de drenagem de águas pluviais do município estudado foi realizado por meio de simulações hidrológicas e hidráulicas dos cenários atual e futuro. O cenário atual representa as condições de uso e ocupação do solo, grau de permeabilidade do mesmo, efeitos da urbanização e dimensões e características das estruturas existentes. A análise do cenário futuro foi realizada para verificação das condições das estruturas hidráulicas existentes frente ao crescimento populacional e urbanização futura das áreas de estudo, alteração dos índices de ocupação e do grau de permeabilidade do solo, que por sua vez, produzem aumento das vazões máximas.

As áreas de expansão e áreas passíveis de ocupação do solo por edificações futuras foram definidas adotando-se o cenário mais crítico de drenagem de águas pluviais. Para tanto, foram analisados os prováveis vetores de crescimento urbano, de modo a aproveitar a infraestrutura existente, a consolidação das áreas urbanizadas e a ocupação de vazios urbanos.

15.2 Obras de macrodrenagem

Os anteprojetos das obras de macrodrenagem foram realizados de acordo com as demandas de vazão estimadas para o cenário futuro.

Os desenhos e as planilhas de cálculo hidráulico, bem como os quantitativos e as estimativas de custos dos canais, pontes, travessias que deverão passar por adequações das estruturas, são apresentadas no Anexo 21.

As estruturas existentes que atendem às demandas futuras calculadas não necessitam passar por adequações, exceto às manutenções preventivas e corretivas indicadas previamente.

15.3 Obras de desassoreamento dos cursos d'água

É comum testemunhar, nas cidades brasileiras um crescimento rápido das áreas urbanas com efeitos negativos sobre os rios, ribeirões e córregos. Historicamente, os cursos d'água moldavam a organização das cidades, mas com o avanço das tecnologias, eles é que acabaram sendo moldados por diversos elementos urbanizadores, tais como canalizações, barramentos, retificações, desassoreamentos, entre outros.

O assoreamento observado nos rios tem diferentes causas, mas o mais eficiente neste efeito negativo é o desmatamento (ZELLHUBER; SIQUEIRA, 2007). Nas cidades, uma causa do assoreamento de cursos d'água que tem se mostrado comum é intensa movimentação de volumes de terras por meio de terraplenagens, provocando o carreamento de areias e solos para as margens e leitos, contribuindo fortemente com a diminuição da capacidade de vazão dos sistemas de drenagem urbana.

A ocupação desordenada e irregular de áreas de preservação permanente também concorre para o aumento do assoreamento das margens e leitos de rios e córregos urbanos.

Como consequência dessas ações destituídas de planejamento urbano, os episódios de chuva acabam tendo seus efeitos potencializados, resultando em enchentes e inundações, que constituem eventos altamente deletérios para a sociedade.

O desassoreamento é o procedimento mais comum que o poder público tem utilizado para resolver os problemas de enchentes e alagamentos.

De maneira sucinta, o desassoreamento de rios é o processo que consiste na remoção do material, isto é, sedimentos e vegetação, presente no leito de um rio.

Atualmente, no Brasil, a Resolução CONAMA nº 454/2012 estabelece diretrizes e procedimentos para o gerenciamento do material a ser dragado em águas nacionais. Já a Resolução CONAMA nº 420/2009 traz valores orientativos de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas para auxiliar no processo de gerenciamento.

A realização de obras de desassoreamento constitui uma ação eficiente, porém paliativa, uma vez que não atinge a causa do problema, normalmente relacionada a fatores climáticos, ação da água sobre o solo, falta de cobertura vegetal e expansão da mancha urbana. Deve-se, portanto, considerar o desassoreamento uma medida a ser tomada em caráter emergencial como forma de evitar maiores danos e riscos.

Nas visitas técnicas realizadas no município foram observados pontos de assoreamento que necessitam da ação de obras de dragagem nos cursos d'água. Estas deverão ser realizadas após elaboração de projeto executivo e das autorizações e outorgas ambientais a que o procedimento é sujeito, incluindo a destinação do material retirado à locais devidamente licenciados junto aos órgão competentes.

O material do desassoreamento que será retirado na dragagem deverá passar por análise laboratorial para avaliação de sua periculosidade, conforme indicado na Resolução CONAMA nº 454/2012. Cabe ressaltar que o município não possui áreas adequadas para o recebimento desse material, mesmo possuindo um aterro municipal para resíduos domésticos. Assim, a destinação final ambientalmente correta desses resíduos, caso constatada sua periculosidade, deverá ser feita em um Aterro Classe II. No estado de São Paulo, há o CTVA Caieiras, da Essencis, localizado em Caieiras-SP.

15.4 Áreas de preservação e recuperação das áreas de degradadas

15.4.1 Considerações preliminares

A substituição da cobertura florestal natural por áreas antropizadas é preocupante, pois intensifica os processos erosivos, de assoreamento, reduz a fertilidade dos solos e a disponibilidade hídrica. Além disso, pode provocar a extinção de espécies vegetais e animais, levando ao desequilíbrio dos ecossistemas e a outros problemas ambientais associados. Dessa maneira, considerando a importância das matas ciliares para o equilíbrio ambiental, a recuperação da vegetação traz diversos benefícios, já que as florestas protegem a água e o solo, proporcionam abrigo e sustento para a fauna e funcionam como barreiras, reduzindo a propagação de pragas e doenças em culturas agrícolas. Em escala global, a vegetação atua na fixação de carbono, contribuindo para a redução dos gases do efeito estufa.

No parágrafo supracitado, utilizou-se o termo “recuperação” ao invés de “restauração”. Isso se deve ao fato de que a restauração objetiva conduzir o ecossistema à sua condição original, o que pode ser considerado uma hipótese remota, muito difícil de ser atingida, uma vez que não há informações sobre a situação original da área em questão, podendo ter ocorrido extinção de espécies e alterações na comunidade e em sua estrutura no decorrer do processo de sucessão (RODRIGUES; GANDOLFI, 2001). O termo “recuperação” é muitas vezes utilizado como sinônimo de restauração. Entretanto, tecnicamente, recuperar não é sinônimo de restaurar. De acordo com a Lei Federal 9985/2000, que criou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), a recuperação de uma área visa a “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original”. Dessa forma, almeja-se retornar às condições de funcionamento, recuperar a estrutura (composição em espécies e complexidade) e as funções ecológicas (ciclagem de nutrientes e de biomassa) do ecossistema.

Todos os ecossistemas estão sujeitos a distúrbios naturais ou antrópicos, que provocam alterações na dinâmica dos mesmos. Após ocorrência de um distúrbio, o processo de sucessão ecológica é contínuo, podendo ser primário, no caso de habitats recém-formados, ou secundário, em habitats já constituídos que foram perturbados. Cada ecossistema apresenta diferente capacidade de reação aos distúrbios, que

depende de sua resiliência e estabilidade. Tivy (1993) define resiliência como a capacidade que um ecossistema tem de se recuperar de flutuações internas provocadas por distúrbios naturais ou antrópicos, e considera um ecossistema estável quando o mesmo reage a um distúrbio absorvendo o impacto sofrido, sem sofrer mudanças, e ajustando-o aos seus processos ecológicos. A estabilidade é comprometida a partir do momento em que ocorrem mudanças drásticas no ecossistema, e que as flutuações ambientais ultrapassam seu limite de equilíbrio. Consequentemente, a resiliência diminui, podendo atingir uma situação em que o ecossistema entra em colapso, tornando-se incapaz de reverter a degradação (ENGEL; PARROTA, 2003).

A recuperação florestal de áreas degradadas no estado de São Paulo, embora seja hoje uma prática bem difundida, é relativamente recente. Um problema recorrente com relação ao sucesso dos reflorestamentos induzidos no estado de São Paulo é a baixa diversidade de espécies, principalmente devido à indisponibilidade e dificuldade de acesso às mudas. Isto contribuiu para a perda da diversidade e o não estabelecimento da dinâmica das florestas implantadas. Dessa maneira, ressalta-se a necessidade de constituir florestas com maior diversidade, procurando aliar a recuperação da função florestal com a conservação da biodiversidade, já expressa na primeira edição da Resolução SMA 21/01 e consolidada nas resoluções SMA 47/03 e SMA 48/04, que tratam de procedimentos para recuperação de áreas degradadas no estado de São Paulo, assegurando a escolha adequada das espécies de ocorrência regional e à manutenção de níveis mínimos de diversidade.

15.4.2 Projeto para recuperação das áreas degradadas e conservação das áreas em bom estado

Como primeira medida para recuperação ou conservação de uma área, deve-se isolá-la com o intuito de eliminar ou minimizar fatores de degradação ambiental, dentre eles o fogo, o pastoreio de animais domésticos e o ataque das formigas cortadeiras. Além dessas medidas, é importante controlar plantas invasoras, a fim de evitar a competição, que também pode comprometer o desenvolvimento das mudas em regeneração natural ou provenientes de um reflorestamento. A seguir, são apresentadas as técnicas sugeridas para eliminar ou minimizar fatores de degradação.

15.4.3 Procedimentos para eliminação ou minimização de fatores de degradação

15.4.3.1 Isolamento da área

O isolamento da área a ser recuperada com utilização de cercas é necessário para impedir o acesso dos animais e, conseqüentemente, evitar o pisoteio e os danos às plantas, oriundas de regeneração natural e/ou plantios. Além disso, outros problemas podem estar relacionados com o pastoreio do gado: a compactação do solo das nascentes torna a infiltração da água comprometida, aumenta o fluxo sobre a superfície, principalmente onde não há mata ciliar, carregando sedimentos para o curso d'água, o que pode provocar o assoreamento; seus dejetos, apesar de deixarem o solo mais fértil, podem contaminar a água nos períodos chuvosos. Essa contaminação provoca o aumento da matéria orgânica na água, com conseqüente eutrofização e proliferação de organismos patogênicos (CALHEIROS et al., 2004).

15.4.3.2 Contenção de fogo

O fogo é uma séria ameaça ao desenvolvimento das árvores e mudas em regeneração, podendo interferir drasticamente no sucesso da estratégia utilizada para recuperação de uma área degradada. O alastramento do fogo pode ser evitado com a construção e manutenção de aceiros ao longo das cercas, preferencialmente de 2 a 3 metros para cada lado. O aceiro consiste na eliminação da cobertura vegetal, viva ou morta, presente sobre o solo, tarefa que pode ser realizada manualmente com o uso de enxada ou com utilização de maquinário adequado.

15.4.3.3 Controle de formigas cortadeiras

Os tipos mais comuns de formigas cortadeiras são as saúvas (*Atta spp.*) e as quenquéns (*Acromyrmex spp.*) e os danos causados por elas também podem comprometer no desenvolvimento das mudas em regeneração natural ou provenientes de um reflorestamento.

As atividades a serem realizadas para o controle das formigas envolvem a identificação e marcação de carreadores e olheiros, aplicação dos produtos adequados e o monitoramento de retorno das formigas. Entre as técnicas disponíveis, podem ser utilizadas: iscas granuladas, que devem ser distribuídas ao longo dos carreadores, em porta-iscas para evitar o seu umedecimento, ou na forma de sachês; ou formicidas em pó seco ou diluído. Cada método apresenta diferentes princípios ativos e requer o uso

adequado de equipamentos de proteção individual (EPI), de acordo com as recomendações do fabricante. O controle das formigas deve ser realizado periodicamente e pelo menos 30 dias antes do plantio, quando a estratégia escolhida para recuperação da área for o reflorestamento.

15.4.3.4 Controle de plantas competidoras

A proliferação de plantas invasoras na área em recuperação pode comprometer o desenvolvimento plantas nativas, principalmente das mudas em regeneração ou provenientes de reflorestamentos. As espécies exóticas (a gramínea braquiária, por exemplo) competem com as nativas por água, luz e nutrientes presentes no solo, podendo inviabilizar a estratégia de recuperação adotada. O controle das plantas invasoras pode ser realizado de várias maneiras, a saber: roçada manual seletiva, roçada mecanizada, controle químico com o uso de herbicidas de baixo impacto ambiental e utilização de plantas de cobertura. Importante ressaltar que, em alguns casos, mais de uma técnica pode ser utilizada, dependendo da estratégia de recuperação da área e das plantas invasoras predominantes.

A roçada manual seletiva é indicada para áreas onde há regeneração natural, e a operação deve ser realizada com cuidado para não danificar as mudas em desenvolvimento. A ferramenta a ser utilizada pode ser a foice, enxada ou equipamentos similares. A limpeza deve ser feita sempre que necessário, portanto é essencial que se faça o monitoramento constante.

A roçada mecanizada é indicada para áreas onde a regeneração natural é muito baixa ou inexistente. A operação deve ser realizada com utilização de um trator com roçadeira acoplada.

Uma técnica muito interessante do ponto de vista ambiental é o uso de plantas de cobertura para o controle de espécies competidoras, indicado para áreas onde há restrições ao uso de produtos químicos, por exemplo, herbicidas. O princípio básico deste método é o de promover um rápido sombreamento do solo, o que dificulta o desenvolvimento de gramíneas invasoras, que necessitam de muita luminosidade para se estabelecer, evitando, dessa forma, a mato-competição com as mudas nativas. As plantas de cobertura mais utilizadas para esse fim são as leguminosas, como a crotalária, o feijão-guandu, o feijão-de-porco, entre outras. Essas espécies apresentam rápido crescimento inicial e, além disso, realizam a fixação de nitrogênio atmosférico

por meio da associação com microrganismos, incorporando esse nutriente ao solo. Dessa forma, além da cobertura para controle de espécies competidoras, contribuem para a melhoria da fertilidade do solo na área a ser recuperada.

O método de controle químico, com uso de herbicidas de baixo impacto ambiental, é indicado para áreas sem restrições ao uso de produtos químicos, com elevado grau de infestação e difícil controle de plantas exóticas invasoras. A aquisição dos herbicidas deve ser realizada por meio da emissão de receituário de profissional habilitado, contendo as características do produto, as dosagens ideais para as espécies-alvo, além de sua forma de preparo e aplicação. A aplicação pode ser feita com bombas costais, manuais ou motorizadas, ou por meio de trator acoplado com implementos de pulverização. Independentemente da forma de aplicação escolhida, devem ser utilizados Equipamentos de Proteção Individual (EPI), e deve-se dar a adequada destinação final para as embalagens vazias. O uso de herbicidas em Áreas de Preservação Permanente deve ser evitado, exceto com autorização do órgão ambiental.

15.4.4 Estratégias para recuperação das áreas degradadas ou conservação das áreas em bom estado

As intervenções para a recuperação de áreas degradadas podem ser feitas com diferentes objetivos, dependendo das características de cada local, com base no potencial auto-regenerativo (resiliência) de cada área estudada (RODRIGUES; GANDOLFI, 2001). A auto-recuperação deve ser priorizada sempre que possível, pois possibilita agregar à área degradada as características naturais da vegetação e da fauna local.

A técnica de reflorestamento através do plantio direto é eficaz, principalmente para áreas completamente degradadas (que apresentam baixa resiliência), mas possui alguns fatores limitantes, dentre eles a disponibilidade de mudas, insumos e mão-de-obra para realização dos serviços. Portanto, em algumas situações, pode-se lançar mão de outros procedimentos para recuperação ambiental, como a técnica de enriquecimento, de adensamento e, muitas vezes, apenas o cercamento e/ou construção de um aceiro para proteção da área até que ela se recupere naturalmente através da condução da regeneração natural.

15.4.4.1 Condução da regeneração natural

Essa técnica deve ser utilizada em áreas que apresentam alta densidade e diversidade de espécies nativas regenerantes, incluindo rebrotas, devido principalmente à proximidade com remanescentes de vegetação nativa, ao solo pouco compactado e a baixa presença de espécies invasoras. Como o potencial de regeneração natural é alto, apenas o isolamento da área com utilização de cercas e construção/manutenção de aceiros, permitirá a recuperação natural da vegetação até a mesma atingir seu estágio clímax. Por ser uma metodologia que exige pouco investimento, essa estratégia deve ser utilizada em todos os locais que apresentem potencial de se autorregenerar. Vale ressaltar que essa técnica pode ser combinada a outras para que a recuperação da área seja mais rápida e eficaz.

15.4.4.2 Regeneração natural com manejo – Adensamento

O adensamento consiste na introdução de indivíduos de espécies pioneiras de crescimento rápido e boa cobertura nos espaços não ocupados pela regeneração natural, com o objetivo de acelerar a cobertura do solo com espécies nativas, aumentando o potencial de regeneração natural e impossibilitando o estabelecimento de espécies exóticas invasoras, que necessitam da luminosidade intensa para se desenvolver.

Essa estratégia é recomendada para locais que apresentam baixa densidade de vegetação arbustivo-arbórea, para áreas próximas a fragmentos florestais ou para clareiras em estágio inicial de sucessão (BRANCALION, et al. 2009). Pode ser realizada através da semeadura direta (menor custo) ou plantio de mudas nativas (maior custo, porém com maior potencial de sucesso). As espécies introduzidas contribuem para melhorar as condições do solo e para o aumento da diversidade local. O custo de implantação é maior quando comparado com a condução da regeneração natural, já que envolve plantio de sementes ou mudas. O espaçamento recomendado nesse método é de aproximadamente 4 m x 3 m, dependendo da densidade de exemplares arbóreos existentes na área. As espécies sugeridas para serem utilizadas são apresentadas no Quadro 30, Quadro 31, Quadro 32 e Quadro 33, e estão classificadas na coluna “Grupo Funcional” como “Adensamento”.

15.4.4.3 Regeneração natural com manejo – Enriquecimento

A estratégia de enriquecimento consiste na introdução de espécies nativas, principalmente dos estádios finais da sucessão ecológica (secundárias e climaxes), em áreas com boas condições do solo e com presença de vegetação nativa, porém com baixa diversidade de espécies. Essa técnica pode ser realizada através da introdução de sementes, mudas ou até indivíduos adultos, e visa a aumentar a biodiversidade aos níveis naturalmente encontrados no ecossistema de referência. Como a vegetação nativa já está consolidada, o espaçamento de plantio é mais amplo, por exemplo, de 5 m x 5 m, dependendo da densidade de indivíduos existentes. As espécies sugeridas para serem utilizadas são apresentadas no Quadro 30, Quadro 31, Quadro 32 e Quadro 33, e estão classificadas na coluna “Grupo Funcional” como “Enriquecimento”.

15.4.4.4 Regeneração natural com manejo – Reflorestamento com mudas nativas

O plantio direto de mudas nativas é uma estratégia eficaz quando a área se encontra degradada, com baixo potencial de resiliência. Nesse método, são combinadas espécies de estádios iniciais de sucessão (pioneiras e secundárias iniciais) com espécies dos estádios finais de sucessão (secundárias tardias e climaxes), em linhas alternadas. O primeiro grupo é constituído por espécies que possuem rápido crescimento e boa cobertura de copa, proporcionando o rápido fechamento da área plantada (preenchimento). Essas espécies, em sua maioria, são classificadas como pioneiras, mas as espécies secundárias iniciais também podem fazer parte desse conjunto. O fato de pertencer a um grupo funcional inicial na sucessão não significa que a espécie se encaixa no grupo de preenchimento. Para uma espécie pertencer a esse grupo ela deve ter como características, além do rápido crescimento, a capacidade de formar copa densa e ampla, o que a caracteriza como eficiente sombreadora do solo (NAVE, 2005). Outra característica desejável para as espécies do grupo de preenchimento é que elas possuam florescimento e produção de sementes precoce. Com o rápido recobrimento da área, essas árvores criam um ambiente favorável (sombreado), possibilitando o desenvolvimento das espécies tardias, e desfavorecendo o desenvolvimento de espécies exóticas invasoras, evitando a competição. No grupo das não-pioneiras ou de diversidade incluem-se as espécies que não possuem rápido crescimento e/ou boa cobertura de copa, mas são fundamentais

para garantir a perpetuação da área plantada, já que é esse grupo que vai gradualmente substituir o grupo de preenchimento quando este entrar em senescência (morte), ocupando definitivamente a área. Incluem-se no grupo de diversidade todas as demais espécies regionais não pertencentes ao grupo de preenchimento, inclusive espécies de outras formas de vida que não a arbórea, como as arvoretas, os arbustos, etc.

Os reflorestamentos com mudas nativas devem seguir o que está disposto na Resolução SMA Nº 32 de 03/04/2014, que em seu ANEXO III, estabelece que:

Em áreas de ocorrência das formações de floresta ombrófila, de floresta estacional semidecidual e de savana florestada (cerradão), sugere-se que o projeto de restauração ecológica que empregar a técnica de plantio em área total utilize, no período previsto em projeto, no mínimo 80 (oitenta) espécies florestais nativas de ocorrência regional, dentre aquelas elencadas na lista oficial do Instituto de Botânica e/ou identificadas em levantamentos florísticos regionais, podendo ser computadas todas as formas de vida presentes na floresta. Contudo, sugere-se que o número de espécies arbustivas e arbóreas represente no mínimo 70% do número total de espécies utilizadas.

Além disso, essa Resolução especifica no item 1.1:

- a) a utilização de, no mínimo, 40% de espécies zoocóricas nativas da vegetação regional;
- b) a utilização de, no mínimo, 5% de espécies nativas da vegetação regional, enquadradas em alguma das categorias de ameaça;
- c) a escolha de espécies de modo a contemplar o plantio dos dois grupos ecológicos: pioneiras (pioneiras e secundárias iniciais) e não pioneiras (secundárias tardias e climáticas), considerando-se o limite mínimo de 40% para qualquer dos grupos, exceto para a savana florestada (cerradão).

No item 1.2, estabelece que:

- a) o total dos indivíduos pertencentes a um mesmo grupo ecológico (pioneiro e não pioneiro) não exceda 60% do total dos indivíduos do plantio;

- b) nenhuma espécie pioneira ultrapasse o limite máximo de 10% de indivíduos do total do plantio;
- c) nenhuma espécie não-pioneira ultrapasse o limite máximo de 5% de indivíduos do total do plantio;
- d) 10% das espécies implantadas, no máximo, tenham menos de 6 (seis) indivíduos por hectare.

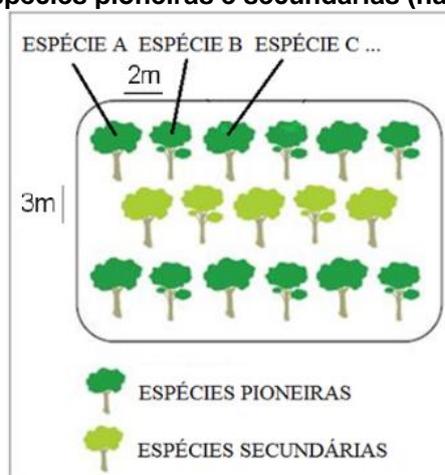
As mudas devem ser de espécies arbóreas nativas adaptadas às condições edafoclimáticas da região, atrativas para a fauna e distribuídas conforme o grupo ecológico a qual pertencem (Quadro 29). Sugere-se que os plantios sejam realizados nas seguintes proporções.

Quadro 29 – Distribuição das mudas

Distribuição		
Pioneiras (50%)	Não-pioneiras (45%)	Em alguma categoria de ameaça de extinção (5%)

Como já fora mencionado, a distribuição das mudas na área deve procurar imitar o modo como as árvores crescem na natureza. Primeiramente nascem as espécies que precisam de luz para germinar e que apresentam crescimento rápido, designadas pioneiras. Posteriormente aparecem as espécies que necessitam da sombra das outras árvores para crescer, chamadas não-pioneiras. Portanto, no plantio sugere-se colocar uma fileira com as pioneiras e uma fileira com as espécies não-pioneiras, conforme a Figura 88. Além disso, vale ressaltar que deve ser respeitado o espaçamento de pelo menos 2 m entre as mudas e de 3 m entre as fileiras.

Figura 88 – Disposição das espécies pioneiras e secundárias (não-pioneiras) na área de plantio.



Fonte: adaptado de CBH-PCJ, 2004.

A fim de aumentar a chance de sucesso dos reflorestamentos heterogêneos, a lista total de espécies foi dividida em 2 tipos, A e B. O Tipo A apresenta as listas de espécies pioneiras e não-pioneiras classificadas como mesófitas e/ou hidrófitas, que devem ser utilizadas nos plantios em áreas com solos úmidos, encharcados, submetidos ao regime hídrico intenso. Já o Tipo B apresenta as listas de espécies pioneiras e não-pioneiras com características xerófitas, que devem ser utilizadas em plantio em terrenos secos, com baixa disponibilidade hídrica. As listagens das espécies são apresentadas a seguir.

Tipo A – Listas de espécies pioneiras e não-pioneiras para solos úmidos

O Quadro 30 apresenta espécies pioneiras sugeridas para serem plantadas em solos úmidos e encharcados e o Quadro 31 apresenta espécies não-pioneiras sugeridas para serem plantadas em solos úmidos e encharcados.

Quadro 30 – Espécies pioneiras sugeridas para serem plantadas em solos úmidos e encharcados

Nº	Nome Popular	Nome Científico	Grupo Funcional
01	Guaçatonga	<i>Casearia sylvestris</i>	Enriquecimento
02	Cortiça-amarela	<i>Rollinea sylvatica</i>	Enriquecimento
03	Sangra d' água	<i>Croton urucurana</i>	Adensamento
04	Maria-mole	<i>Dendropanax cuneatus</i>	Enriquecimento
05	Ingá-do-brejo	<i>Inga vera</i>	Adensamento
06	Açoita cavalo miúdo	<i>Luehea divaricata</i>	Adensamento
07	Tapiá	<i>Alchornea glandulosa</i>	Adensamento
08	Canafístula	<i>Peltophorum dubium</i>	Enriquecimento
09	Capororoca	<i>Myrsine guianensis</i>	Enriquecimento
10	Pau-pombo	<i>Tapirira obtusa</i>	Adensamento
11	Araticum	<i>Annona cacans</i>	Enriquecimento
12	Cortiça-amarela	<i>Annona sylvatica</i>	Enriquecimento
13	Pau-jangada	<i>Alchornea triplinervia</i>	Adensamento
14	Branquilha	<i>Sebastiania commersoniana</i>	Adensamento
15	Embaúba	<i>Cecropia pachystachya</i>	Enriquecimento
16	Leiteira	<i>Sapium glandulosum</i>	Enriquecimento
17	Angelim-doce	<i>Andira fraxinifolia</i>	Enriquecimento
18	Corticeira-da-serra	<i>Erythrina falcata</i>	Enriquecimento
19	Ingá-mirim	<i>Inga laurina</i>	Adensamento
20	Ingá-feijão	<i>Inga marginata</i>	Adensamento
21	Espeteiro-do-campo	<i>Lacistema hasslerianum</i>	Enriquecimento
22	Tamanqueiro	<i>Aegiphila integrifolia</i>	Enriquecimento
23	Canela-amarela	<i>Nectandra oppositifolia</i>	Enriquecimento

Nº	Nome Popular	Nome Científico	Grupo Funcional
24	Goiabeira	<i>Psidium guajava</i>	Adensamento
25	Guapuruvu	<i>Schizolobium parahyba</i>	Enriquecimento
26	Eritrina	<i>Erythrina speciosa</i>	Enriquecimento
27	Sibipiruna	<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	Adensamento

Quadro 31 – Espécies não-pioneiras sugeridas para serem plantadas em solos úmidos e encharcados

Nº	Nome Popular	Nome Científico	Grupo Funcional
01	Jequitibá-branco	<i>Cariniana estrellensis</i>	Enriquecimento
02	Canela-guaicá	<i>Ocotea puberula</i>	Enriquecimento
03	Castanha-do-Maranhão	<i>Bombacopsis glabra</i>	Enriquecimento
04	Araçá-amarelo	<i>Psidium cattleianum</i>	Enriquecimento
05	Pindaíva	<i>Duguetia lanceolata</i>	Enriquecimento
06	Aroeira preta	<i>Myracrodrum urundeuva</i>	Enriquecimento
07	Genipapo	<i>Genipa americana</i>	Enriquecimento
08	Almecega	<i>Protium heptaphyllum</i>	Enriquecimento
09	Ipê-amarelo-da-mata	<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	Enriquecimento
10	Fruta de pomba	<i>Erythroxylum deciduum</i>	Enriquecimento
11	Paineira	<i>Ceiba speciosa</i>	Adensamento
12	Canela-sassafrás	<i>Ocotea odorifera</i>	Enriquecimento
13	Mamica de porca	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Enriquecimento
14	Araribá	<i>Centrolobium tomentosum</i>	Enriquecimento
15	Cedro-do-brejo	<i>Cedrela odorata</i>	Enriquecimento
16	Peito-de-pomba	<i>Tapirira guianensis</i>	Enriquecimento
17	Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i>	Enriquecimento
18	Pau-ferro	<i>Caesalpinia ferrea</i>	Enriquecimento
19	Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Enriquecimento
20	Guanandi	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Enriquecimento
21	Pinha-do-brejo	<i>Magnolia ovata</i>	Enriquecimento
22	Dedaleiro	<i>Lafoensia pacari</i>	Enriquecimento
23	Capitãozinho	<i>Terminalia triflora</i>	Enriquecimento
24	Tarumã	<i>Vitex megapotamica</i>	Enriquecimento
25	Canela-louro	<i>Ocotea diospyrifolia</i>	Enriquecimento
26	Marinheiro	<i>Guarea guidonia</i>	Enriquecimento
27	Figueira	<i>Ficus citrifolia</i>	Enriquecimento
28	Cambui	<i>Myrcia multiflora</i>	Enriquecimento
29	Canjerana	<i>Cabralea canjerana</i>	Enriquecimento
30	Mamoninha-do-mato	<i>Esenbeckia febrifuga</i>	Enriquecimento
31	Cafezeiro-do-mato	<i>Casearia decandra</i>	Enriquecimento
32	Palmito-jussara	<i>Euterpe edulis*</i>	Enriquecimento
33	Cabreuva-vermelha	<i>Myroxylon peruiferum*</i>	Enriquecimento
34	Óleo-de-copaíba	<i>Copaifera langsdorffii*</i>	Enriquecimento

Nº	Nome Popular	Nome Científico	Grupo Funcional
35	Jequitibá-branco	<i>Cariniana estrellensis</i>	Enriquecimento

*Espécies enquadradas em algum grau de ameaça de extinção

Tipo B – Listas de espécies pioneiras e não-pioneiras para solos secos

No Quadro 32 apresentam-se as espécies pioneiras indicadas para os plantios em solos secos.

Quadro 32 – Espécies pioneiras indicadas para os plantios em solos secos

Nº	Nome Popular	Nome Científico	Grupo Funcional
01	Aroeira-mansa	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Adensamento
02	Cambará	<i>Gochnatia polymorpha</i>	Adensamento
03	Capixingui	<i>Croton floribundus</i>	Adensamento
04	Guaçatonga	<i>Casearia sylvestris</i>	Enriquecimento
05	Guapuruvu	<i>Schizolobium parahyba</i>	Enriquecimento
06	Babosa	<i>Cordia superba</i>	Adensamento
07	Farinha seca	<i>Albizia hasslerii</i>	Adensamento
08	Monjoleiro	<i>Acacia polyphylla</i>	Adensamento
09	Lixeira	<i>Aloysia virgata</i>	Enriquecimento
10	Pata de vaca	<i>Bauhinia forficata</i>	Adensamento
11	Sangra d`água	<i>Croton urucurana</i>	Adensamento
12	Calabura	<i>Muntingia calabura</i>	Enriquecimento
13	Manacá-da-serra	<i>Tibouchina pulchra</i>	Adensamento
14	Ingá do brejo	<i>Inga vera</i>	Adensamento
15	Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i>	Adensamento
16	Goiabeira	<i>Psidium guajava</i>	Adensamento
17	Fedegoso	<i>Senna macranthera</i>	Adensamento
18	Pau-formiga	<i>Triplaris americana</i>	Enriquecimento
19	Pau-pólvora	<i>Trema micrantha</i>	Adensamento
20	Aroeira	<i>Lithrea brasiliensis</i>	Adensamento
21	Caroba-miúda	<i>Jacaranda micrantha</i>	Enriquecimento
22	Chá-de-bugre	<i>Cordia sellowiana</i>	Adensamento
23	Mutamba-preta	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Adensamento
24	Algodoeiro	<i>Heliocarpus popayanensis</i>	Adensamento
25	Sobrasil	<i>Colubrina glandulosa</i>	Adensamento
26	Veludo	<i>Guettarda pohliana</i>	Enriquecimento
27	Pau-de-espeto	<i>Casearia gossypiosperma</i>	Adensamento
28	Leiteiro	<i>Tabernaemontana catharinensis</i>	Enriquecimento
29	Pata-de-vaca	<i>Bauhinia forficata</i>	Adensamento
30	Timboril	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Adensamento
31	Sapuvinha	<i>Machaerium stipitatum</i>	Adensamento

No Quadro 33 apresentam-se as espécies não-pioneiras indicadas para os plantios em solos secos.

Quadro 33 – Espécies não-pioneiras indicadas para os plantios em solos secos

Nº	Nome Popular	Nome Científico	Grupo Funcional
01	Guatambú	<i>Aspidosperma parvifolium</i>	Enriquecimento
02	Pau-de-mastro	<i>Xylopia brasiliensis</i>	Enriquecimento
03	Pau-terra	<i>Qualea jundiahy</i>	Enriquecimento
04	Ipê-amarelo	<i>Tabebuia serratifolia</i>	Enriquecimento
05	Guaritá	<i>Astronium graveolens</i>	Enriquecimento
06	Sete-capotes	<i>Campomanesia guazumifolia</i>	Enriquecimento
07	Abiu	<i>Pouteria caimito</i>	Enriquecimento
08	Amendoim-bravo	<i>Pterogyne nitens</i>	Enriquecimento
09	Ingá-de-metro	<i>Inga edulis</i>	Adensamento
10	Angico do cerrado	<i>Anadenanthera peregrina</i>	Enriquecimento
11	Açoita cavalo	<i>Luehea grandiflora</i>	Adensamento
12	Amendoim-do-campo	<i>Platypodium elegans</i>	Enriquecimento
13	Angico-branco	<i>Anadenanthera colubrina</i>	Enriquecimento
14	Guajuvira	<i>Cordia americana</i>	Enriquecimento
15	Angico-do-cerrado	<i>Anadenanthera peregrina</i>	Enriquecimento
16	Chal-chal	<i>Allophylus petiolulatus</i>	Enriquecimento
17	Guabiroba	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Enriquecimento
18	Pau-d'Álho	<i>Gallesia integrifolia</i>	Enriquecimento
19	Pimenta-de-macaco	<i>Xylopia aromatica</i>	Enriquecimento
20	Farinha-seca	<i>Albizia edwallii</i>	Adensamento
21	Camboatá	<i>Matayba guianensis</i>	Enriquecimento
22	Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	Enriquecimento
23	Catiguá-vermelho	<i>Trichilia clauseni</i>	Enriquecimento
24	Capitão	<i>Nectandra hihua*</i>	Enriquecimento
25	Canelinha	<i>Nectandra angustifolia*</i>	Enriquecimento
26	Carrapeta	<i>Trichilia hirta*</i>	Enriquecimento
27	Aroeira-do-campo	<i>Myracrodruon urundeuva*</i>	Enriquecimento
28	Guatambu-mirim	<i>Aspidosperma riedelii*</i>	Enriquecimento
29	Guamixama	<i>Eugenia brasiliensis*</i>	Enriquecimento
30	Pau-marfim	<i>Balfourodendron riedelianum*</i>	Enriquecimento
31	Mamica-de-porca	<i>Zanthoxylum petiolare*</i>	Enriquecimento
32	Jatobá-do-cerrado	<i>Hymenaea stigonocarpa*</i>	Enriquecimento
33	Guatambu-mirim	<i>Aspidosperma cuspa*</i>	Enriquecimento
34	Peroba-rosa	<i>Aspidosperma polyneuron*</i>	Enriquecimento
35	Pata-de-vaca-do-campo	<i>Bauhinia longifolia*</i>	Adensamento
36	Marmelinho	<i>Brosimum glaziovii*</i>	Enriquecimento

*Espécies enquadradas em algum grau de ameaça de extinção

A seguir são apresentadas outras medidas importantes para o sucesso do reflorestamento em todas as etapas.

Coveamento

Recomenda-se a abertura de covas com dimensões mínimas de 0,40 x 0,40 x 0,40 metro, em conformidade com as peculiaridades locais. Em caso de solos compactados, sugere-se que as dimensões mínimas sejam aumentadas para 0,50 metro.

Época de Plantio

As mudas, em fase inicial de desenvolvimento, necessitam de boa disponibilidade hídrica, para que o sistema radicular atinja as camadas mais profundas antes da chegada do período de estiagem. Portanto, a época mais indicada para realização do plantio é a estação chuvosa.

Preparação do solo

Deverá ser misturado ao solo de cada cova de plantio 200 gramas de fertilizante NPK fórmula 10:20:10 ou outro equivalente com elevado teor de fósforo (P). Além disso, é aconselhável aplicar de 5 a 10 litros de composto orgânico curtido por cova.

Irrigação

A recuperação da vegetação deverá prever gastos com sistemas ou procedimentos de irrigação, mesmo que os plantios florestais sejam realizados nos períodos chuvosos.

Adubação de cobertura

Após 2 meses do plantio, sugere-se que seja realizada a adubação de cobertura. Para tanto, deverá ser aberta uma cova a cerca de 0,20 m do colo, com uma profundidade de 0,20 metros, que deverá receber 50 gramas do fertilizante NPK 20-05-20 por muda. Decorridos 12 meses do plantio, sugere-se que esta operação seja repetida.

Manutenção

A manutenção da área reflorestada deverá prorrogar-se por um período mínimo de 3 anos após o plantio. Nas campanhas de manutenção faz-se, normalmente, a

capina da biomassa herbácea (coroamento das mudas) para erradicar plantas invasoras que ponham em risco a sobrevivência das mudas, além dos cuidados de praxe de controle fitossanitário, combate às formigas e eliminação de outros insetos predadores (cupins, besouros, lagartas, etc.).

Operação de replantio

O replantio deverá ser realizado quando houver perda de mudas. Mesmo nas reposições, recomenda-se manter os padrões de diversidade adotados no projeto. Este trabalho deve começar dois meses depois do plantio e, sempre que necessário, novas reposições devem ser realizadas.

Monitoramento dos Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas

Uma vez iniciadas as atividades para recuperação das áreas degradadas, sugere-se que sejam elaborados relatórios de monitoramento e avaliação, visando informar sobre o cumprimento ou não das medidas propostas, os sucessos e insucessos das técnicas de recuperação, a proposição de correções para possíveis falhas no processo de recuperação de determinada área, entre outros fatores relevantes para o aumento da eficiência das atividades executadas. Vale ressaltar que o sucesso dos projetos depende de diversos fatores, entre eles a disponibilidade de recursos, e o tempo de recuperação varia de uma área para outra.

15.4.5 Técnicas sugeridas para conservação das áreas em bom estado e recuperação das áreas degradadas no município de Araçoiaba da Serra

O Anexo 22 apresenta a delimitação das áreas a serem preservadas e das áreas a serem recuperadas no município de Araçoiaba da Serra. Tem-se um total de 178.827 metros quadrados a serem preservados. Neste caso, deve-se apenas isolar a área de fatores de degradação, como o pisoteio de animais, caso haja animais domésticos próximos ao local; evitar o acesso de pessoas e a ocorrência de queimadas. Para tanto, pode-se utilizar as técnicas de cercamento para isolar a área, aumentar a fiscalização para coibir atividades ilegais (queimadas criminosas, corte de árvores) e implantar de aceiros, se possível. As áreas degradadas totalizam em 8.613 metros quadrados, e a técnica sugerida para recuperação das mesmas é a *Regeneração natural com manejo – Reflorestamento com mudas nativas*. Considerando um espaçamento médio de 6 metros quadrados por muda (2 metros entre as mudas e 3

metros entre as fileiras), sugere-se que sejam plantadas 1.435 mudas nativas nessas áreas. Os Quadro 30, Quadro 31, Quadro 32 e Quadro 33 apresentam sugestões de espécies a serem plantadas, de acordo com o tipo de solo (seco, úmido, encharcado) e grupo sucessional (pioneiras e não pioneiras).

15.4.6 Estimativa do projeto de conservação e/ou recuperação a ser implementado

Considerando o total de mudas igual a 1.435 e um gasto médio de R\$50,00 por muda a ser plantada (valor que pode variar bastante dependendo da localização, do tamanho e disponibilidade das mudas), incluindo mão-de-obra para plantio e manutenção do reflorestamento até que as mudas obtenham sucesso, tem-se uma estimativa de custo de R\$71.750,00 para implementação do reflorestamento com a técnica de plantio direto de mudas nativas.

16. Anteprojeto de Microdrenagem

Para o anteprojeto da galeria de águas pluviais foi considerado a utilização de tubos de concreto e os diâmetros estão indicados nas planilhas de cálculo e nos desenhos. Para os mesmos, foi adotado o diâmetro mínimo de 500mm. Os tubos de ligação entre as bocas de lobo (BL) e os poços de visita (PV) deverão ter diâmetro de 400 mm. O tempo de retorno (T_r), conforme recomenda o DAEE – Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo, para obras de drenagem, foi de 10 anos.

As profundidades de escavação e escoramentos, indicados nos desenhos, deverão ser confirmados e/ou definidos nos projetos básicos e executivos, baseados em estudos geotécnicos das áreas do projeto.

O assentamento dos tubos, as caixas de passagens, poços de visita e as obras de dissipação deverão ser construídas em conformidade com as normas da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

16.1 Rede de drenagem de águas pluviais

Todos os cálculos necessários para o dimensionamento da rede coletora foram realizados através do programa para microcomputadores UFC Módulo 8 – Software para traçado e cálculo de redes de pluviais em AutoCAD, desenvolvido na Universidade Federal do Ceará, através da equipe do Laboratório de Hidráulica Computacional (LAHC), pelo Professor Dr. Marco Aurélio Holanda de Castro, e pelo programa CADINFRA desenvolvido pela empresa CADista.info, de Campinas – SP, ambos largamente utilizados para a elaboração de projetos de drenagem urbana.

A partir dos dados de projeto, foram geradas as planilhas de cálculos hidráulicos da microdrenagem de águas pluviais apresentadas no Anexo 23. No mesmo anexo, encontram-se os desenhos em planta e perfis das redes de microdrenagem, bem como, os quantitativos com as estimativas de custos das obras civis.

17. Estimativas de custos

Os quantitativos e as estimativas de custos para as obras dos Sistemas de Macrodrenagem e de Microdrenagem encontram-se no Anexo 23. Para as estimativas dos custos das obras civis, com base nos Anteprojetos, foram utilizadas como referências, prioritariamente, a Tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), com mês de referência de junho de 2019 para o Estado de São Paulo. Em segundo plano, utilizou-se os valores da Tabela do Departamento de Estradas de Rodagem (DER) - Fase 23 - Pavimentação, 31/03/2019. Para os itens que não constam das referidas tabelas, foi realizada a cotação e pesquisa de mercado naquele mesmo mês de referência. O Benefício de Despesas Indiretas (BDI) estimado para os custos das obras do referido Plano foi de 30%.

Destaca-se, que nessas estimativas de custos não foram previstos os custos relacionados às interferências das estruturas projetadas com a infraestrutura existente, por se tratarem de Anteprojetos. Após a conclusão dos Planos de Macro e Microdrenagem, para a execução das obras civis, será necessário elaborar os Projetos Básicos e Executivos de todas as intervenções possíveis.

17.1 Recursos Financeiros

O planejamento e a execução de obras para controle da drenagem urbana são onerosos para a Prefeitura Municipal, assim como os danos decorrentes de falhas no sistema de micro e macrodrenagem existentes, como inundações e enchentes, são onerosos para os municípios.

Como a regularização dos sistemas de micro e macrodrenagem, normalmente, é competência da administração municipal, faz-se necessário que a mesma busque alternativas para a melhoria dos mesmos.

A primeira etapa para que ações efetivas possam ser tomadas para melhoria dos sistemas de drenagem urbana é a elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana, onde a rede de drenagem esteja diagnosticada em sua totalidade para que dispositivos de controle possam ser previstos nos locais adequados, bem como outras medidas de controle, mitigação, manutenção e prevenção estejam contempladas.

A partir das orientações do Plano Diretor de Drenagem Urbana é mister que obras e outras estruturas previstas tenham seus projetos executivos devidamente elaborados, permitindo que os mesmos possam ser apresentados aos órgãos competentes para solicitação de licenças ambientais e outorgas. Somente após a obtenção das licenças e das outorgas as obras previstas no Plano Diretor de Drenagem Urbana poderão ser licitadas para início de suas construções.

Cada uma destas etapas demanda tempo e investimentos da Prefeitura Municipal, assim sendo, é necessário que a mesma tenha fontes de obtenção de recursos que permitam maior agilidade no cumprimento das metas do Plano Diretor de Drenagem Urbana.

Uma das fontes de financiamento de projetos, planos e obras em Drenagem Urbana é o Comitê de Bacia Hidrográfica, que recebe e distribui subsídios do Fundo Estadual de Recursos Hídricos FEHIDRO, do DAEE, da ANA, da ANEEL, e dos próprios municípios.

Os projetos financiáveis por meio do Comitê de Bacia devem estar previstos no Plano de Bacias e nas Metas Gerais do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH 2004-2008), e podem abranger tanto a UGRHI (Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos), como apenas um município em particular, ou um conjunto de municípios.

São fontes de recursos para implantação das ações previstas:

- Orçamento Estadual, por meio das Secretarias de Estado (Secretaria de Meio Ambiente – SMA, Secretaria de Saneamento e Energia – SSE, Secretaria de Agricultura e Abastecimento – SAA, Secretaria de Desenvolvimento – SD, Secretaria Estadual da Saúde – SES, Secretaria de Esporte, Lazer e Turismo – SELT etc.);
- FAPESP – Fundo de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, onde é possível financiar projetos de pesquisas científicas e tecnológicas relacionados a políticas públicas;
- Orçamento Federal, por meio dos órgãos: ANA, CPRM, CNPq/FINEP;
- FNMA – Fundo Nacional do Meio Ambiente, do Ministério do Meio Ambiente, a partir de parcerias das prefeituras com Instituições de Pesquisa ou Empresas de Consultoria;

- Fundos Setoriais coordenados pela FINEP/CNPq (CTHidro, CTMineral, Verde e Amarelo, dentre outros);
- Banco Mundial em articulação com os estados;
- Instituições privadas e organizações não-governamentais;
- Órgãos internacionais, como a Organização das Nações Unidas.

Há ainda necessidade de previsão de recursos para manutenção das estruturas, dispositivos e outras medidas de controle da drenagem urbana para que as mesmas possam desempenhar suas funções adequadamente ao longo de sua vida útil. Para tanto, recomendam-se a implantação de instrumentos legais de arrecadação, como a criação de uma taxa de manutenção de drenagem, por exemplo. É possível implantar ainda a cobrança de tributos/multas, dada a construção de novos loteamentos que acarrete em incremento de vazões de águas pluviais geradas sem o devido controle das mesmas.

Em alguns locais onde foram previstos dispositivos já é possível prever a necessidade de criação de diretrizes para que os empreendedores responsabilizem-se pela construção e manutenção dos mesmos. As possíveis modalidades de financiamento e algumas características das mesmas levantadas acerca do tema Drenagem Urbana Sustentável no Brasil estão apresentadas no quadro a seguir:

Quadro 34 – Modalidades de Financiamento em Drenagem Urbana

Modalidade de financiamento	Base física	Caráter Incentivo	Equidade	Facilidade Técnica de implementação	Impactos legais e políticos	Opinião Pública
Imposto Específico	Não	Não	Possível	Sim	Forte	Forte
Taxa de impermeabilização cobrada em âmbito local	Sim	Sim	Possível	Não	Forte	Moderada
Cobrança de taxas	Sim	Sim	Possível	Não	Moderado	Fraca
Cobrança acoplada ao consumo de água	Não	Não	Não	Sim	Fraco	Forte

Fonte: Drenagem Urbana Sustentável no Brasil, 2003

De acordo com Andrade (1998) apud Cançado *et al* (2005), a taxa sobre os serviços de drenagem possui quatro funções principais:

- Cobrir custos de produção dos serviços e gerar recursos extras para sua expansão, visando à sustentabilidade financeira do sistema de drenagem;

- Adequar oferta e demanda e estimular o uso responsável do solo urbano e evitar a impermeabilização desnecessária ou excessiva deste;
- Reduzir a necessidade de recursos complementares;
- Ser instrumento de redistribuição de renda (Andrade & Lobão, 1996), por meio de concessão de subsídios dos usuários de maior poder aquisitivo para os de menor, assim como dos grandes para os pequenos usuários.

Cançado *et al* (2005) discute ainda alternativas para a definição de uma taxa de drenagem, conforme segue:

- Preço igual ao custo marginal social: inclui custo de operação e manutenção com a variação no número de usuários, bem como aumento da insegurança em relação ao risco de inundações ou a poluição da água ou as enchentes a jusante. As principais dificuldades são as prováveis perdas financeiras decorrentes de um custo superior ao previsto, e a quantificação em termos monetários da ampla gama de custos intangíveis incorporados ao cálculo da tarifa;
- Preço igual ao benefício marginal: envolve custos fixos que precisam ser remunerados; onde se aloca o bem de acordo com o retorno econômico para cada usuário. A principal dificuldade desta alternativa é conhecer os benefícios marginais individuais, considerando que os indivíduos nem sempre estão dispostos a revelar o valor de seus benefícios. Nos serviços, Cançado *et al* (2005) indica o uso desta opção em obras locais de controle de inundações quando os benefícios são e os beneficiários estão mais evidentes;
- Regra Ramsey ou regra de preços públicos: pode ser utilizada em firmas multiproduto ou quando é feita uma discriminação de preços sobre serviços e/ou consumidores, possibilita a criação de uma estrutura de preços que leve à maximização do bem-estar social com a garantia de receita que cubra os custos. Esta alternativa pode ser ineficaz do ponto de vista social, pois usuários com menor nível de renda possuem menores opções de consumo, e, portanto demanda menos elástica. A opção traz como desvantagem ainda a necessidade de informações detalhadas sobre as demandas individuais dos bens;

- Preço igual ao custo médio: trata-se de taxa equivalente ao custo médio de produção, priorizando o financiamento do sistema com a recuperação dos custos associados ao mesmo, procedimento usual na cobrança dos serviços de abastecimento de água, por exemplo.
- Preço igual ao custo marginal de longo prazo: calculado como a média dos custos de expansão futura do sistema, por unidade adicional produzida, garantindo recursos financeiros para expansão do sistema e sinaliza o comportamento do custo de produção com a variação na quantidade produzida. Uma desvantagem desta metodologia são as incertezas sobre os custos futuros do projeto, principalmente com o desenvolvimento tecnológico;
- Preço igual ao custo médio de longo prazo: alternativa não adequada quando o custo total é usado como base tarifária, podendo ser adaptada ao curto prazo desde que se utilize apenas o custo de manutenção na definição da taxa. Esta metodologia também é condicionada pelas as incertezas sobre custos futuros, principalmente com o desenvolvimento tecnológico.

Cançado *et al* (2005) concluem que a melhor opção é o cálculo da taxa de serviços de drenagem por meio de taxa equivalente ao custo médio de produção, priorizando o financiamento do sistema. Os autores consideram ainda os dois complementos principais desta taxa, como sendo: implantação (micro e macrodrenagem) e manutenção (limpeza de bocas-de-lobo e redes de ligação, vistorias nos canais e recuperação de patologias estruturais), devendo o custo estar correlacionado à área impermeabilizada em relação à área total em estudo.

Uma alternativa interessante tanto para redução dos custos de implantação como também para promover descontos/abatimentos nos tributos existentes, como, por exemplo, IPTU, ou outras taxas é o incentivo à adoção de práticas compensatórias dentro do lote ou de um loteamento.

De acordo com Cánepa *et al* (1999), a finalidade dos instrumentos econômicos é fazer com que o responsável por uma atividade que degrada ou utiliza os recursos hídricos sinta suas conseqüências, e as internalize no processo de tomada de decisão. Este instrumento é conhecido como Princípio do Poluidor Pagador, adotado em 1972

pelos países industrializados membros da OECD (Organization for Economic Cooperation and Development), como orientação de políticas ambientais. O incentivo tem por objetivo a cobrança de tributos ambientais aos empreendedores responsáveis por atividades potencialmente poluidoras, devendo o mesmo ser isento caso haja feito a implantação das medidas de controle da poluição.

Neste sentido, os tributos tornam-se mais onerosos que a implantação da medida de controle e assim cumpre-se o objetivo principal de reduzir a poluição ou o uso indiscriminado dos recursos naturais.

18. Priorização das obras de Macrodrenagem

As obras planejadas para a Macrodrenagem do município foram priorizadas com os seguintes critérios:

- Executar, primeiramente, o reservatório de contenção (barragem) independente do sua localização e volume de contenção;
- Garantir que as obras dos canais e travessias, dentro de cada bacia hidráulica, seja OBRIGATORIAMENTE construídas de jusante para montante, independentemente do seu custo, priorizando as áreas atualmente urbanizadas.

Assim, o resultado final da ordem das prioridades das obras para o município estudado, encontra-se, na tabela a seguir:

ORDEM	PONTO	TIPO	LOCAL	VALOR
1	PONTO 7	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 27	SEDE	R\$ 572.482,70
2	PONTO 6	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 22	SEDE	R\$ 484.612,60
3	TRECHO 4	REGULARIZAÇÃO DO CANAL 4	SEDE	R\$ 1.602.590,28
4	PONTO 4	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 20	SEDE	R\$ 485.271,68
5	PONTO 3	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 19	SEDE	R\$ 487.143,73
6	PONTO 2	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 26	SEDE	R\$ 484.899,71
7	PONTO 2	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 25	SEDE	R\$ 462.314,82
8	TRECHO 5	REGULARIZAÇÃO DO CANAL 5	SEDE	R\$ 1.323.826,78
9	PONTO 1	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 24	SEDE	R\$ 489.349,85
10	PONTO 5	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 21	SEDE	R\$ 526.311,05
11	PONTO 8	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 29	SEDE	R\$ 486.254,35
12	PONTO 8	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 28	SEDE	R\$ 464.759,26
13	PONTO 13	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 18	SEDE	R\$ 469.515,56
14	PONTO 12	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 17	SEDE	R\$ 469.474,58
15	TRECHO 3	REGULARIZAÇÃO DO CANAL 3	SEDE	R\$ 429.687,48
16	TRECHO 3	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 16	SEDE	R\$ 429.687,48
17	TRECHO 2B	REGULARIZAÇÃO DO CANAL 2B	SEDE	R\$ 1.439.360,10
18	TRECHO 2A	REGULARIZAÇÃO DO CANAL 2A	SEDE	R\$ 1.688.787,44
19	TRECHO 7	REGULARIZAÇÃO DO CANAL 7	SEDE	R\$ 1.195.038,35
20	PONTO 14	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 14	SEDE	R\$ 521.005,37
21	TRECHO 1	REGULARIZAÇÃO DO CANAL 1	SEDE	R\$ 2.028.268,59
22	PONTO 16	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 13	SEDE	R\$ 490.175,53
23	PONTO 46	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 23	SEDE	R\$ 473.020,98
24	PONTO 56	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 48	SEDE	R\$ 1.176.099,21

ORDEM	PONTO	TIPO	LOCAL	VALOR
25	PONTO 21	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 11	SEDE	R\$ 2.347.688,22
26	PONTO 20	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 10	SEDE	R\$ 2.377.307,12
27	TRECHO 8	REGULARIZAÇÃO DO CANAL 8	SEDE	R\$ 1.712.373,11
28	PONTO 18	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 9	SEDE	R\$ 928.190,43
29	PONTO 17	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 7	SEDE	R\$ 463.265,12
30	PONTO 19	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 5	SEDE	R\$ 1.351.272,54
31	MONTANTE PONTO 19	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 4	SEDE	R\$ 452.980,51
32	PONTO 47	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 12	SEDE	R\$ 454.301,84
33	PONTO 59	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 51	SEDE	R\$ 421.852,24
34	PONTO 49	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 6	SEDE	R\$ 461.943,40
35	PONTO 55	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 47	SEDE	R\$ 499.969,51
36	PONTO 48	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 2	SEDE	R\$ 1.460.063,15
37	MONTANTE PONTO 19	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 3	SEDE	R\$ 1.364.119,09
38	PONTO 65	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 57	SEDE	R\$ 1.601.300,51
39	PONTO 50	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 30	SEDE	R\$ 1.991.668,98
40	PONTO 31	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 43	SEDE	R\$ 928.190,43
41	TRECHO 9	REGULARIZAÇÃO DO CANAL 9	SEDE	R\$ 1.015.639,41
42	PONTO 28	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 39	SEDE	R\$ 591.070,24
43	MONTANTE PONTO 30	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 41	SEDE	R\$ 451.803,62
44	PONTO 32	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 58	SEDE	R\$ 388.649,12
45	PONTO 64	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 56	SEDE	R\$ 500.034,22
46	PONTO 35	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 44	SEDE	R\$ 466.453,33
47	PONTO 37	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 32	SEDE	R\$ 405.215,25
48	PONTO 38	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 38	SEDE	R\$ 404.979,56
49	PONTO 62	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 54	SEDE	R\$ 1.106.652,91
50	PONTO 39	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 33	SEDE	R\$ 443.556,06
51	PONTO 40	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 34	SEDE	R\$ 474.229,17
52	PONTO 63	SUBSTITUIÇÃO DE PASSAGEM SOB VIA - PONTE 55	SEDE	R\$ 1.403.358,70

19. Referências

ACIOLI, L. A., 2005. Estudo experimental de pavimentos permeáveis para o controle do escoamento superficial na fonte. Dissertação submetida ao Programa de Pós Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. 184 p.

ARAÇOIABA DA SERRA. Lei complementar N°127 de 5 de dezembro de 2006. Institui o Plano Diretor do município de Araçoiaba da Serra.

ARAÇOIABA DA SERRA. Plano municipal de saneamento básico de Araçoiaba da Serra. Araçoiaba da Serra, 2017.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. Perfil municipal: Araçoiaba da Serra. Disponível em: http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/aracoiaba-da-serra_sp. Acesso em: 29 ago 2017.

AURÉLIO. Apresenta o significado do termo prognóstico. Disponível em <https://www.dicio.com.br/aurelio-2/>. Acesso em setembro de 2018.

BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N. O.; BARRAUD, S. Técnicas compensatórias em drenagem urbana. Porto Alegre: ABRH, 2005. 266p.

BRASIL. Estatuto da cidade: Lei n° 10.257 de julho de 2001. Estabelece diretrizes gerais da política urbana. Brasília, 2001.

Brasil. Lei Federal n°. 6938/81. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

BRASIL. Lei n° 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. 2007

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Diretrizes para elaboração de projetos de Engenharia. Fonte de Recursos: Financiamento. 2010. 93p.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Programa Drenagem Urbana Sustentável. Manual para apresentação de propostas. 2012. 26p.

Brasil. Resolução CONAMA nº. 01/86. Estabelecem as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.

Brasil. Resolução CONAMA nº. 237/97. Dispõe sobre a necessidade de licenciamento ambiental prévio devido à localização, construção, instalação, ampliação, modificação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras.

BRASIL. Termo de Referência para Elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico - Procedimentos relativos ao convênio de cooperação técnica e financeira da Fundação Nacional de Saúde – Funasa/MS. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). Brasília, 2012.

CANÇADO, V. L. NASCIMENTO, N. O. CABRAL, J. R. Cobrança pela drenagem urbana de águas pluviais: bases conceituais. REGA – Vol. 2, no. 1, p. 5-21, jan./jun. 2005.

CÁNEPA, E. M. PEREIRA, J. S. L, ANTÔNIO, E. L. A Política de Recursos Hídricos e o Princípio Usuário-Pagador (PUP). RBRH, Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Vol. 4, n.1. Jan-Mar, 1999, 103.-117.

CANHOLI, A. P. Drenagem urbana e controle de enchentes. São Paulo: Oficina de textos, 2005, 302p.

CBH-SMT – Comitê da Bacia Hidrográfica Sorocaba Médio Tietê. Relatório de Situação dos Recursos Hídricos. 2013.

Cooperativa de Serviços, Pesquisas Tecnológicas e Industriais – CPTI (coord). Plano de Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré (2008-2011).

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. Geodiversidade do estado de São Paulo. 2010. Carlos Augusto Brasil Peixoto – São Paulo. 176 p.

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. Serviço Geológico do Brasil. Mapa Geológico do Estado de São Paulo. 2006. Disponível em: <<http://geosgb.cprm.gov.br/>>. Acesso em: 29 de agosto de 2017.

Drenagem Urbana Sustentável no Brasil. Relatório do Workshop em Goiânia-GO, 2003. Coordenação e organização: Escola de Engenharia Civil - Universidade Federal de Goiás. Coordenação Internacional: Water Engineering and Development Centre, Loughborough University, Reino Unido.

ENGEORPS – CORPO DE ENGENHEIROS CONSULTORES S.A. Plano Regional Integrado de Saneamento Básico: Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico. Município: Araçoiaba da Serra. 2011.

EPA – Agência de Proteção Ambiental Americana. Field Evaluation of Permeable Pavements for Stormwater Management. Disponível em: <http://www.epa.gov/owow/nps/pavements.pdf/>. Acesso em 04/11/2009.

Estado de São Paulo. Decreto Estadual nº. 41.258, de 31/10/96. Aprova o Regulamento dos artigos 9º a 13 da Lei n. 7.663, de 30 de dezembro de 1991.

Estado de São Paulo. Lei Estadual nº 12.183, de 29/12/2005. Dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos do domínio do Estado de São Paulo, os procedimentos para fixação dos seus limites, condicionantes e valores e dá outras providências.

Estado de São Paulo. Lei Estadual nº. 7.663/91. Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

GEOFABRIK. Sistema viário do Brasil. 2017. Disponível em: <http://download.geofabrik.de/south-america/brazil.html>. Acesso em 29 de agosto de 2017.

IAC – INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. Solos do Estado de São Paulo. Mapa pedológico do Estado de São Paulo (Metadado). 1999. Disponível em: <http://datageo.ambiente.sp.gov.br/serviceTranslator/rest/getXml/Geoserver_WMS/G_PedologicoIAC/1435666706895/wms>. Acesso em: 29 de agosto de 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. IBGE Cidades - Censo demográfico. Disponível em <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em 06/02/2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>>. Acesso em 27 de setembro de 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 1991. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censodem/default_censo1991.shtm>. Acesso em 29 de agosto de 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/>>. Acesso em 29 de agosto de 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em 29 de agosto de 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Malhas Digitais Municipais. 2015. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>. Acesso em 29 de agosto de 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. 2008. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pnsb/default.asp>>. Acesso em 22 de agosto de 2016.

IF – Instituto Florestal. Inventário Florestal 2010. 2010. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/sifesp/inventario-florestal/>. Acesso em 29 de agosto de 2017.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. O que é? - Índice de Gini. 2014. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&id=2048:catid=28&Itemid=23. Acesso em: 29 de agosto de 2017.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Mapeamento de áreas de alto e muito alto risco a deslizamentos e inundações do município de Araçoiaba da Serra (SP). 2015.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Sorocaba e Médio Tietê (UGRHI 10) – Revisão para Atendimento da Deliberação CRH 62 – Relatório Final. Relatório Técnico nº 104.269-205. 2008.

JMR & ENGECORPS. Plano Estadual de Recursos Hídricos PERH 2004/2007, 2005.

JULIANI, C., BELJAVSKIS, P. Revisão da Litoestratigrafia da Faixa São Roque/Serra do Itaberaba. 1995. Rev. 10. São Paulo, 16(112), 33-58, jan./dez./1995.

MARTINEZ JUNIOR, F., MAGNI, N. L. G. Equações de Chuvas Intensas no Estado de São Paulo. DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica), 1999.

MDR. Ministério do desenvolvimento regional. Programa 2040 - Gestão de Riscos e de Desastres. Apresenta Objetivos, metas e ações do Programa. Disponível em: http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/programas_eacoes/PPA-2016---0174.pdf. Acesso em Abril de 2019.

MICHAELIS. Apresenta o significado do termo prognóstico. Disponível em <https://michaelis.uol.com.br/>. Acesso em setembro de 2018.

OLIVEIRA, JOÃO BERTOLDO DE. Solos do Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico. Instituto Agrônomo. Campinas. 1999.

PAIVA, J. B. D.; PAIVA, E. M. C. D. Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas. Organizado por: João B. D. de Paiva, e Eloiza M. C. D. de Paiva. Porto Alegre: ABRH, 2001.

Plano Diretor Municipal Araçoiaba da Serra. 2006.

PNUD - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO NO BRASIL. O que é o IDH?. 2017. Disponível em: <<http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/conceitos/o-que-e-o-idh.html>>. Acesso em: 29 de agosto de 2017.

PNUD, IPEA e FJP, 2013. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Disponível em: <http://atlasbrasil.org.br/2013/>. Acesso em 06/02/2018.

PORTO, R. M.; Hidráulica Básica. São Carlos: Projeto REENGE / Editora da Universidade / EESC/USP, 1995. 540p.

Prefeitura Municipal de São Carlos. Lei Municipal nº. 13.691 de 25 de Novembro de 2005. Institui o Plano Diretor do Município de São Carlos e dá outras providências.

Prefeitura Municipal de São Carlos. Lei Municipal nº. 13.944 de 12 de Dezembro de 2006. Dispõe sobre a criação das Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Município - APREM e dá outras providências.

Prince George.s County, Maryland Department of Environmental Resources. Programs and Planning Division. Designs Especification and criteria – Bioretetion.

PRISB – Plano Regional Integrado de Saneamento Básico. Bacia Hidrográfica dos Rios Sorocaba e Médio Tietê. 2011.

RAMOS, C. L. BARROS, M. T. L.; PALOS, J. C. F. (coord.). Elaborado por RAMOS et al. (1999) – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica e Prefeitura Municipal de São Paulo. Diretrizes Básicas para projetos de Drenagem Urbana no município de São Paulo, 1999. <[http://www.Ramos et al \(1999\).br/public/cursos/canaismares/md.pdf](http://www.Ramos et al (1999).br/public/cursos/canaismares/md.pdf)>. Acesso em 04/11/2009>.

Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental – Recesa. Disponível em <http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/saneamento-ambiental/acoes/recesa/agendas-de-capacitacao/rede-nacional-de-capacitacao-e-extensao-tecnologica-em-saneamento-2013-recesa>. Acesso em 04/11/2009.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Estado de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento. Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. Guia prático para projetos de pequenas obras hidráulicas, 2005. 116p.

SEADE – FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. Informações dos Municípios Paulistas. Disponível em: <http://www.imp.seade.gov.br/frontend/#/perfil>. Acesso em: 29 de agosto de 2017.

SHS CONSULTORIA E PROJETOS DE ENGENHARIA LTDA. EPP. Fotografias tiradas durante a visita técnica, 2017.

SHS CONSULTORIA E PROJETOS DE ENGENHARIA LTDA. EPP. Fotografias tiradas durante a visita técnica em 2018.

SINÔNIMOS. Apresenta o significado do termo prognóstico. Disponível em <https://www.sinonimos.com.br/>. Acesso em setembro de 2018.

TOMAZ, Plínio. Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos para Obras Municipais: Piscinões, Galeiras, Bueiros, Canais, Método SCS, Denver, Santa Bárbara, Racional, TR-55, 2002.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. Organizado por Carlos E. M. Tucci, André L. L. da Silveira... [et al.] – 3ª ed., primeira reimpressão. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2004. 1ª ed. 1993.

TUCCI, C. E. M. Modelos Hidrológicos. Editora da UFRGS e ABRH 652 páginas. 1998.

TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. Drenagem urbana. Porto Alegre: ABRH/ Editora da Universidade / UFRGS, 1995. 428p.

WIKIPEDIA. Localização de Araçoiaba da Serra no estado de São Paulo. 2017. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Araçoiaba_da_Serra. Acesso em: 29 de agosto de 2017.