



**PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE
ARAPONGA - MG**

Relatório Final

**Volume 2 - Caracterização Geral e Planejamento Estratégico
do Saneamento Básico Municipal**

SET/2016



Realização:



Instituto BioAtlântica IBIO AGB Doce

Rua Afonso Pena, 2590, Centro - Governador Valadares/MG - 35.010-000

Tel.: 55 33 3212-4350 www.ibioagbdoce.org.br



Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piranga - D01

Rua João Vidal de Carvalho, 295 - Guarapiranga - Ponte Nova/MG - 35430-210

Tel.: (31) 99634-8317

E-mail: cbh.piranga@yahoo.com.br. Site: www.cbhpiranga.org.br

Execução:



Prefeitura Municipal de Araponga - MG

Praça Manoel Romualdo de Lima, 221 - Centro - Araponga/MG - 36.594-000

Tel.: 55 31 3894.1100. E-mail: arapongaconvenios@gmail.com

Prefeito: Anylton Sampaio de Moura



SHS - Consultoria e Projetos de Engenharia Ltda. EP

Rua Padre Teixeira, 1772, Centro - São Carlos/SP - 13.560-210

Tel.: 55 16 33741755 www.shs.com.br



SUMÁRIO

Lista de Figuras	x
Lista de Quadros	xiv
Lista de Tabelas	xvii
Anexos	xviii
Abreviaturas e Siglas	xviii
Glossário	xix
Apresentação	xxii
1. Setor Geral do Saneamento Básico Municipal	25
1.1. Objetivos, metas, ações e estimativas de custos	25
1.2. Detalhamento de programas, projetos e ações	36
2. Sistema de Abastecimento de Água (SAA)	39
2.1. Diagnóstico	39
2.1.1. <i>Análise crítica dos planos e programas existentes</i>	39
2.1.2. <i>Caracterização da cobertura e qualidade dos serviços</i>	40
2.1.3. <i>Situação atual do sistema</i>	41
2.1.3.1. Sede.....	42
2.1.3.2. Distrito de Estevão de Araújo	47
2.1.4. <i>Soluções alternativas empregadas</i>	47
2.1.4.1. Comunidade dos Pereiras.	48
2.1.5. <i>Análise de mananciais</i>	48
2.1.6. <i>Caracterização da prestação dos serviços por meio de indicadores</i>	49
2.1.6.1. Índice de abastecimento total de água	49
2.1.6.2. Índice de abastecimento urbano de água	49
2.1.6.3. Economias atingidas por paralisações	49



2.1.6.4.	Duração média das paralisações.....	50
2.1.6.5.	Incidência das análises de cloro residual fora do padrão.....	50
2.1.6.6.	Incidência das análises de turbidez fora do padrão	51
2.1.6.7.	Índice de perdas na distribuição	51
2.1.6.8.	Consumo médio per capita de água	51
2.1.6.9.	Indicadores econômico-financeiros	52
2.1.6.10.	Tarifa média de água.....	53
2.1.6.11.	Indicador de desempenho financeiro.....	54
2.2.	Projeção e estimativas das demandas do Sistema de Abastecimento de Água	54
2.2.1.	<i>Descrição dos principais mananciais e definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda</i>	61
2.2.1.1.	Sede.....	61
2.2.1.2.	Estevão de Araújo	66
2.2.1.3.	Área rural	69
2.3.	Objetivos, metas, ações e estimativa de custos	70
2.4.	Detalhamento de programas, projetos e ações	83
2.4.1.	<i>Programa “Caça Gato”</i>	83
2.4.2.	<i>Localidades rurais</i>	83
2.4.2.1.	Sistema de abastecimento coletivo com captação subterrânea.....	84
2.4.2.2.	Sistema de abastecimento coletivo com captação superficial.....	84
2.4.2.3.	Abastecimento de água individualizado.....	85
2.4.3.	<i>Programa de Aferição da Qualidade da Água Rural (PAQAR).....</i>	86
2.5.	Ações para emergências e contingências	86
2.5.1.	<i>Operacionais</i>	86
2.5.2.	<i>Gestão e gerenciamento</i>	87



2.5.3.	<i>Imprevisíveis</i>	88
3.	Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)	89
3.1.	Diagnóstico.....	89
3.1.1.	<i>Análise crítica dos planos e programas existentes</i>	89
3.1.2.	<i>Caracterização da cobertura e qualidade dos serviços</i>	91
3.1.3.	<i>Situação atual do sistema</i>	92
3.1.3.1.	Sede.....	92
3.1.3.2.	Estevão de Araújo.....	98
3.1.4.	<i>Soluções alternativas empregadas</i>	98
3.1.5.	<i>Análise de corpos receptores</i>	98
3.1.5.1.	Monitoramento da quantidade e qualidade dos efluentes.....	98
3.1.5.2.	Avaliação das condições do corpo receptor.....	99
3.1.5.3.	Áreas de risco de contaminação.....	99
3.1.6.	<i>Identificação de fundos de vale</i>	99
3.1.7.	<i>Caracterização da prestação dos serviços por meio de indicadores</i>	101
3.1.7.1.	Índice de atendimento urbano de esgotos.....	101
3.1.7.2.	Índice de coleta de esgotos.....	101
3.1.7.3.	Índice de tratamento de esgotos.....	101
3.1.7.4.	Tarifa média de esgotos.....	102
3.2.	Projeções e estimativas de demandas do Serviço de Esgotamento Sanitário.....	102
3.2.1.	<i>Definição de alternativas técnicas de engenharia para o atendimento da demanda</i>	116
3.3.	Objetivos, metas, ações e estimativa de custos.....	117
3.4.	Detalhamento de programas, projetos e ações.....	129
3.4.1.	<i>Programa “Caça Esgoto”</i>	129



3.4.2.	Sede	129
3.4.3.	Localidades rurais	129
3.4.3.1.	Sistema de esgotamento sanitário coletivo	130
3.4.3.2.	Sistema de esgotamento sanitário individualizado	131
3.4.4.	Programa de Esgotamento Sanitário Rural (PESR)	131
3.5.	Ações para emergências e contingências	132
3.5.1.	Operacionais	132
3.5.2.	Gestão e gerenciamento	134
3.5.3.	Imprevisíveis	134
3.5.4.	Gestão e gerenciamento	135
3.5.5.	Imprevisíveis	136
4.	Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais	136
4.1.	Diagnóstico	136
4.1.1.	Análise crítica dos planos e programas existentes	136
4.1.2.	Considerações preliminares	138
4.1.3.	Infraestrutura atual do sistema	140
4.1.3.1.	Ribeirão Félix	143
4.1.3.2.	Córrego Santo Antônio	146
4.1.3.3.	Estevão Araújo	148
4.1.4.	Bocas de lobo e dissipadores de energia	151
4.1.5.	Separação entre os sistemas de drenagem e de esgotamento sanitário	154
4.1.6.	Ocupação de Áreas de Preservação Permanente (APPs)	155
4.1.7.	Análise dos processos erosivos e sedimentológicos	158
4.1.7.1.	Erosão	158
4.1.7.2.	Assoreamento	160



4.1.8. Simulações hidrológicas e hidráulicas e mapeamento de inundações.....	162
4.1.9. Caracterização da prestação dos serviços por meio de indicadores....	166
4.1.9.1. Grau de impermeabilidade do solo	166
4.1.9.2. Gestão da drenagem urbana.....	168
4.1.9.3. Gestão de eventos hidrológicos extremos	169
4.1.9.4. Salubridade ambiental.....	170
4.2. Projeções e estimativas da ocupação urbana e seus impactos	171
4.2.1. Medidas de controle de erosão e assoreamento.....	175
4.2.2. Medidas para a redução da disposição de resíduos sólidos nos corpos d'água.....	178
4.2.3. Diretrizes para o controle do escoamento superficial	179
4.2.4. Diretrizes para o tratamento dos fundos de vale	181
4.3. Objetivos, metas, ações e estimativa de custos	181
4.4. Detalhamento das ações	198
4.4.1. Mapear e cadastrar toda a rede de drenagem urbana	198
4.4.2. Programa de captação da água da chuva.....	198
4.4.3. Programa de recuperação de APP e áreas verdes	198
4.4.4. Programa de implementação de caixas secas para controle de erosão e infiltração.....	199
4.4.5. Reconstrução das pontes de Estevão de Araújo.....	199
4.4.6. Plano de Manutenção.....	200
4.4.6.1. Procedimentos e rotinas.....	201
4.5. Ações para emergências e contingências	203
4.5.1. Operacional	203
4.5.2. Gestão e gerenciamento	203



4.5.3.	<i>Imprevisíveis</i>	204
5.	Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos	206
5.1.	Diagnóstico.....	206
5.1.1.	<i>Análise crítica dos planos e programas existentes</i>	206
5.1.2.	<i>Descrição e análise do sistema</i>	209
5.1.2.1.	Resíduos sólidos urbanos	212
5.1.2.1.1.	<i>Resíduos domiciliares e comerciais</i>	212
5.1.2.1.2.	<i>Resíduos de limpeza urbana</i>	217
5.1.2.2.	Resíduos de responsabilidade do gerador	218
5.1.2.2.1.	<i>Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico</i>	218
5.1.2.2.2.	<i>Resíduos sólidos industriais</i>	219
5.1.2.2.3.	<i>Resíduos sólidos dos serviços de saúde</i>	219
5.1.2.2.4.	<i>Resíduos sólidos da construção civil</i>	220
5.1.2.2.5.	<i>Resíduos agrossilvopastoris</i>	221
5.1.2.2.6.	<i>Resíduos de serviços de transporte</i>	221
5.1.2.2.7.	<i>Resíduos de mineração</i>	222
5.1.2.3.	Resíduos especiais passíveis de logística reversa	222
5.1.3.	<i>Identificação dos passivos ambientais</i>	222
5.1.4.	<i>Geração de resíduos</i>	225
5.1.4.1.	Resíduos sólidos urbanos	225
5.1.4.2.	Resíduos sólidos industriais	228
5.1.4.3.	Resíduos sólidos dos serviços de saúde	228
5.1.4.4.	Resíduos sólidos da construção civil	228
5.1.4.5.	Resíduos de mineração.....	228
5.1.4.6.	Resíduos especiais passíveis de logística reversa	229
5.1.5.	<i>Soluções consorciadas</i>	229



5.1.6.	<i>Caracterização da prestação dos serviços por meio de indicadores</i>	229
5.2.	Projeções e estimativas de demandas do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.....	231
5.2.1.	<i>Resíduos sólidos domiciliares</i>	231
5.2.2.	<i>Resíduos recicláveis</i>	232
5.2.3.	<i>Resíduos orgânicos</i>	234
5.2.4.	<i>Rejeitos</i>	235
5.3.	Identificação de áreas favoráveis à disposição final ambientalmente adequada de rejeitos.....	237
5.3.1.	<i>Dimensionamento da área necessária para instalação de um aterro sanitário em Arapongá</i>	241
5.4.	Análise preliminar de viabilidade de implantação de usina de reciclagem de resíduo de demolição da construção civil	245
5.4.1.	<i>Critérios para escolha da área para projeto e implantação de aterro de resíduos da construção civil e de resíduos inertes</i>	248
5.5.	Objetivos, metas, ações e estimativa de custos	251
5.6.	Detalhamento de programas, projetos e ações	274
5.6.1.	<i>Mecanismos para criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos</i>	274
5.6.2.	<i>Programa de inclusão de catadores organizados na coleta seletiva municipal</i>	277
5.6.2.1.	Como implantar coleta seletiva com participação dos catadores de materiais recicláveis nos municípios	279
5.6.2.2.	Etapas e metodologia para sua implantação	280
5.6.2.2.1.	<i>Projeto de Coleta e Triagem de Materiais Recicláveis</i>	282
5.6.2.2.2.	<i>Projeto de Inclusão dos Catadores</i>	284
5.6.2.2.3.	<i>Projeto de Mobilização Social e Educação Ambiental</i>	285



5.6.2.2.4. Estrutura física e gerencial necessária para a implantação.....	286
5.6.2.3. Considerações finais do programa	287
5.6.3. Programas e ações de capacitação técnica	287
5.6.4. Ações preventivas e corretivas a serem aplicadas, incluindo programa de monitoramento.....	289
5.6.4.1. Plano de Monitoramento	292
5.6.5. Programa de educação ambiental em resíduos sólidos	293
5.7. Ações para emergências e contingências	293
5.7.1. Operacional	294
5.7.2. Gestão e gerenciamento	295
5.7.3. Imprevisíveis.....	295
6. Audiência Pública	296
7. Minuta de Projeto de Lei.....	300
8. Considerações finais do PMSB	300
9. Bibliografia	303
10. Anexos	319

Lista de Figuras

Figura 1 - Local de captação da água (sede)	42
Figura 2 - Vista panorâmica do local do ponto de captação e da ETA da sede do município de Araponga.....	43
Figura 3 - Estruturas da ETA (sede).....	43
Figura 4 - Estrutura de proteção e sinalização da estação elevatória de água (sede)	45
Figura 5 - Reservatório de capacidade de 100m ³ (sede)	46



Figura 6 - Vista panorâmica do local da estação elevatório da água e o reservatório de abastecimento da sede do município de Araponga	46
Figura 7 - Vista panorâmica do local do poço de captação de água e do reservatório de abastecimento do distrito de Estevão de Araújo	47
Figura 8 - Localização do antigo ponto de captação e o novo ponto proposto para a sede.....	64
Figura 9 - Visão panorâmica do local proposto para a sede	64
Figura 10 - Localização do novo ponto proposto para Estevão de Araújo	67
Figura 11 - Visão panorâmica do local proposto para Estevão de Araújo	67
Figura 12 - Esquema do sistema de cloração desenvolvido pela Embrapa	70
Figura 13 - Localização da Estação de Tratamento de Esgoto	92
Figura 14 - Área sinalizada da entrada da ETE	93
Figura 15 - Grade para retenção de sólidos grosseiros (ETE)	93
Figura 16 - Calha Parshall (ETE).....	94
Figura 17 - Reator anaeróbio - vista do topo (ETE).....	94
Figura 18 - Decantador (ETE)	95
Figura 19 - Coletor de gases gerados no tratamento dos efluentes	95
Figura 20 - Leitos de secagem de lodo (ETE)	96
Figura 21 - Emissário final (ETE).....	96
Figura 22 - Estação Elevatória de Esgoto	97
Figura 23 - Bombas para recalque de esgotos (15cv de potência cada).....	97
Figura 24 - Localização da ETE e da EEE (sede)	100
Figura 25 - Alternativa locacional para instalação de ETE (Estevão de Araújo).....	101
Figura 26 - Visão panorâmica de Araponga com destaque para o ribeirão Félix e córrego Santo Antônio.....	142
Figura 27 - Visão de montante do ponto 1	143



Figura 28 - Visão de jusante do ponto 1	144
Figura 29 - Local onde a população lança seus esgotos.....	144
Figura 30 - Ponte sobre o ribeirão do Félix.....	145
Figura 31 - Inundação próxima à EEE.....	145
Figura 32 - Trecho retificado do córrego Santo Antônio	146
Figura 33 - Ponte recém-construída.....	146
Figura 34 - Detalhe pavimentação de bloquete sextavado.....	147
Figura 35 - Detalhe pavimentação de paralelepípedo, bloquete sextavado e asfalto.....	147
Figura 36 - Estevão de Araújo com destaque para o ribeirão Félix e o córrego das Bicas.....	148
Figura 37 - Visão de montante da ponte	149
Figura 38 - Visão de jusante da ponte.....	149
Figura 39 - Visão de perfil da ponte.....	149
Figura 40 - Confluência entre o córrego das bicas e ribeirão Félix.....	150
Figura 41 - Marca de inundação de 0,8m.....	150
Figura 42 - Visão de jusante da ponte.....	151
Figura 43 - Rede coletora.....	152
Figura 44 - Detalhe da rede de drenagem.....	153
Figura 45 - Detalhe da rede de drenagem (continuação).....	153
Figura 46 - Lançamento de esgotos diretamente no corpo d'água.....	155
Figura 47 - Margens do ribeirão Félix sem APP.....	156
Figura 48 - Córrego Santo Antônio com ocupação urbana próxima.....	156
Figura 49 - Casa construída sobre um afluente do ribeirão Santo Antônio	157
Figura 50 - Encostas com ocupação	157



Figura 51 - Erosão em morro de Araponga	159
Figura 52 - Erosão no distrito de Estevão Araújo	159
Figura 53 - Erosão no distrito de Estevão Araújo (continuação).....	160
Figura 54 - Ribeirão Santo Antônio em ponto bastante assoreado.	162
Figura 55 - Áreas verdes e impermeáveis no perímetro urbano de Araponga	168
Figura 56 - Aumento do pico em função da proporção de área impermeável e da canalização do sistema de drenagem	172
Figura 57 - Aspecto geral do lixão	213
Figura 58 - Local de chegada dos caminhões de coleta de resíduos sólidos urbanos na UTC de Araponga.....	214
Figura 59 - Galpão para armazenamento de material triado e enfardado da UTC de Araponga.....	214
Figura 60 - Esteira não mecanizada de triagem de materiais recicláveis da UTC de Araponga.....	214
Figura 61 - Área de trabalho coberta e pátio de compostagem da UTC de Araponga.....	215
Figura 62 - Autorização ambiental de funcionamento da Usina de Triagem e Compostagem de Resíduos Sólidos de Araponga	215
Figura 63 - Trator de esteira realizando a compactação de resíduos sólidos na vala ativa do lixão	216
Figura 64 - Talude expondo depósitos antigos de lixo	217
Figura 65 - Critérios a serem adotados para escolha da localização da área	240
Figura 66 - Áreas sugeridas para instalação do aterro sanitário (com APP)	243
Figura 67 - Áreas sugeridas para instalação do aterro sanitário (sem APP)	244
Figura 68 - Estrutura geral de um ecoponto	290
Figura 69 - Relatório fotográfico da Audiência Pública do PMSB de Araponga	297



Figura 70 - Página 1 da lista de presença da Audiência Pública do PMSB de Arapongá.....	298
Figura 71 - Página 2 da lista de presença da Audiência Pública do PMSB de Arapongá.....	299

Lista de Quadros

Quadro 1 - Matriz para a análise SWOT do Sistema de Saneamento Básico Municipal de Arapongá considerando os quatro eixos ou setores.....	26
Quadro 2 - Objetivos e metas do Sistema Geral	28
Quadro 3 - Orçamento e plano de execução das ações do Sistema de Saneamento Básico Municipal	30
Quadro 4 - Quadro-resumo do tratamento (sede)	44
Quadro 5 - Tarifas aplicáveis aos usuários pela COPASA	52
Quadro 6 - Informações e indicadores financeiros	53
Quadro 7 - Projeção da demanda futura para sede no cenário normativo	57
Quadro 8 - Projeção da demanda futura para Estevão de Araújo no cenário normativo.....	58
Quadro 9 - Balanço da oferta e demanda do SAA para sede no cenário normativo	59
Quadro 10 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Estevão de Araújo no cenário normativo	60
Quadro 11 - Vazões no manancial utilizado na sede	61
Quadro 12 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial e a demanda futura da sede.....	61
Quadro 13 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para a sede.....	65
Quadro 14 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para a sede e a demanda futura.....	65



Quadro 15 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para Estevão de Araújo	68
Quadro 16 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para Estevão de Araújo e a demanda futura	68
Quadro 17 - Matriz SWOT do Sistema de Abastecimento de Água (SAA).....	71
Quadro 18 - Objetivos e metas do Sistema de Abastecimento de Água (SAA).....	73
Quadro 19 - Orçamento e plano de execução das ações do Sistema de Abastecimento de Água	76
Quadro 20 - Evolução da vazão de esgoto doméstico da sede.....	104
Quadro 21 - Evolução da vazão de esgoto doméstico de Estevão de Araújo	105
Quadro 22 - Evolução da contribuição de infiltração na sede	106
Quadro 23 - Evolução da contribuição de infiltração em Estevão de Araújo	107
Quadro 24 - Evolução da vazão sanitária da sede	108
Quadro 25 - Evolução da vazão sanitária de Estevão de Araújo.....	109
Quadro 26 - Evolução da carga e concentração de DBO da sede	110
Quadro 27 - Evolução da carga e concentração de DBO de Estevão de Araújo	111
Quadro 28 - Evolução da carga e concentração de coliformes termotolerantes da sede.....	112
Quadro 29 - Evolução da carga e concentração de coliformes termotolerantes de Estevão de Araújo	113
Quadro 30 - Matriz SWOT do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)	118
Quadro 31 - Objetivos e metas do Setor de Esgotamento Sanitário (SES).....	120
Quadro 32 - Orçamento e plano de execução das ações do Sistema de Esgotamento Sanitário	122
Quadro 33 - Causas e efeitos associados à urbanização de bacias de drenagem	139



Quadro 34 - Índices de áreas verdes e áreas permeáveis para o município de Araponga.....	168
Quadro 35 - Morbidades hospitalares por doenças relacionadas à falta de drenagem adequada	171
Quadro 36 - Medidas para prevenção, controle, mitigação e/ou recuperação que podem ser usadas para áreas degradadas por processos erosivos.	175
Quadro 37 - Esquema das diferentes técnicas compensatórias estruturais.....	179
Quadro 38 - Matriz SWOT do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais	182
Quadro 39 - Objetivos e metas do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais	184
Quadro 40 - Orçamento e plano de execução das ações do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais.....	187
Quadro 41 - Procedimentos de inspeção para as estruturas do sistema de drenagem	202
Quadro 42 - Procedimentos de limpeza para as estruturas do sistema de drenagem	202
Quadro 43 - Procedimentos de manutenção para as estruturas do sistema de drenagem	203
Quadro 44 - Indicadores do serviço de manejo de resíduos sólidos para o município	230
Quadro 45 - Indicadores do serviço de manejo de resíduos sólidos de Araponga entre os anos de 2012 e 2014	231
Quadro 46 - Projeção da geração de resíduos.....	232
Quadro 47 - Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil em 2008.	233
Quadro 48 - Metas para redução de resíduos secos recicláveis enviados à disposição final.....	233



Quadro 49 - Metas para redução de resíduos orgânicos enviados à disposição final.....	235
Quadro 50 - Cenário projetado para os rejeitos enviados à disposição final.....	236
Quadro 51 - Área necessária para aterro.....	241
Quadro 52 - Projeção de geração de RCD de Araponga.....	246
Quadro 53 - Matriz SWOT do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.....	252
Quadro 54 - Objetivos e metas do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.....	254
Quadro 55 - Orçamento e plano de execução das ações do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.....	258
Quadro 56 - Ações de monitoramento.....	292

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Características das sub-bacias analisadas.....	164
Tabela 2 - Simulação hidrológica dos pontos estudados.....	164
Tabela 3 - Estudo hidráulico do canal nos pontos estudados.....	165
Tabela 4 - Resultado da verificação hidráulica dos pontos críticos de drenagem urbana de Araponga.....	166
Tabela 5 - Doenças relacionadas à drenagem.....	170
Tabela 6 - Estimativa da geração de resíduos sólidos em Araponga.....	226
Tabela 7 - Composição gravimétrica dos resíduos sólidos de Itueta-MG.....	226
Tabela 8 - Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil em 2008.....	227
Tabela 9 - Quantidades parciais estimadas dos resíduos gerados em Araponga.....	228



Anexos

Anexo 1 - Relatório anual de qualidade da água - Sede - COPASA	320
Anexo 2 - Relatório anual de qualidade de água - Estevão de Araújo - COPASA	321

Abreviaturas e Siglas

APP - Área de Preservação Permanente.

CBH - Comitê de Bacia Hidrográfica.

EE - Estação Elevatória.

ETA - Estação de Tratamento de Água.

ETE - Estação de Tratamento de Esgotos.

IBIO AGB Doce – Instituto BioAtlântica - Agência de Água da bacia hidrográfica do rio Doce.

PMGIRS - Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

PMSB - Plano Municipal de Saneamento Básico.

PPA - Plano Plurianual.

SAA - Sistema de Abastecimento de Água.

SES - Sistema de Esgotamento Sanitário.

SLU - Sistema de Limpeza Urbana.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.

SMIS - Sistema Municipal de Informações sobre Saneamento.

UC - Unidade de Conservação.



Glossário

Área de preservação permanente: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Área de risco: área especial que denota a existência de risco à vida humana e que necessita de sistema de drenagem especial, como encosta sujeita a deslizamentos, área inundável com proliferação de vetores, área sem infraestrutura de saneamento, etc.

Área periurbana: área que se localiza para além dos subúrbios de uma cidade. Espaço onde as atividades rurais e urbanas se misturam, dificultando a determinação dos limites físicos e sociais do espaço urbano e do rural. Resulta da implantação dispersa do povoamento urbano em meio rural. Aqui o tecido urbano surge de forma descontínua, a atividade agrícola é instável e assiste-se à implantação de indústrias e de alguns serviços. Na generalidade das áreas periurbanas, a densidade de ocupação humana registra valores reduzidos.

Controle de vetores: é o conjunto de programas cujo objetivo é evitar a proliferação das zoonoses, isto é, das doenças transmitidas ao homem por animais, tais como: raiva, leishmaniose, leptospirose, toxoplasmose, entre outras. São doenças consideradas típicas de áreas rurais, mas que, em função da interferência do homem no meio ambiente, manifestada na forma de desmatamento, acúmulo de lixo, circulação de animais, etc., aumentou a sua frequência de ocorrência em zonas urbanas.

Controle social: conjunto de mecanismos e procedimentos que garantem à sociedade informações, representações técnicas e participações nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico.

Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de



transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.

Gestão associada: associação voluntária de entes federados, por convênio de cooperação ou consórcio público, conforme disposto no art. 241 da Constituição Federal.

Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas.

Macro/mesodrenagem: sistema de drenagem que compreende basicamente os principais canais de veiculação das vazões, recebendo ao longo de seu percurso as contribuições laterais e a rede primária urbana, provenientes da microdrenagem. Considera-se como macro e mesodrenagem os cursos de água, galerias tubulares com dimensões iguais ou superiores a 1,20 m de diâmetro e galerias celulares cuja área da seção transversal seja igual ou superior a 1m².

Microdrenagem: sistema de drenagem de condutos pluviais em nível de loteamento ou de rede primária urbana, que constitui o elo entre os dispositivos de drenagem superficial e os dispositivos de macro e mesodrenagem, coletando e conduzindo as contribuições provenientes das bocas de lobo ou caixas coletoras. Consideram-se como microdrenagem as galerias tubulares com dimensões iguais ou superiores a 0,30m e inferiores a 1,20m de diâmetro e galerias celulares cuja área da seção transversal seja inferior a 1m².

Nascente: afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água.

Plano Plurianual: instrumento de planejamento governamental de médio prazo, previsto no artigo 165 da Constituição Federal, regulamentado pelo Decreto nº 2.829, de 29 de outubro de 1998 e estabelece diretrizes, objetivos e metas da Administração Pública para um período de quatro anos, organizando as ações do governo em programas que resultem em bens e serviços para a população. É aprovado por lei quadrienal, tendo vigência do segundo ano de um mandato majoritário até o final do



primeiro ano do mandato seguinte. Nele constam, detalhadamente, os atributos das políticas públicas executadas, tais como metas físicas e financeiras, produtos a serem entregues à sociedade, entre outros.

Salubridade ambiental: qualidade ambiental capaz de prevenir a ocorrência de doenças veiculadas pelo meio ambiente e de promover o aperfeiçoamento das condições mesológicas, favoráveis à saúde da população urbana e rural.

Saneamento: é o conjunto de ações, obras e serviços que tem por objetivo alcançar níveis crescentes e sustentáveis de salubridade ambiental.

Saneamento ambiental: é o nome que se dá ao conjunto de serviços e práticas que visam promover a qualidade e a melhoria do meio ambiente e contribuir para a saúde pública e o bem-estar da população.

Saneamento básico: conjunto de serviços e ações com o objetivo de alcançar níveis crescentes de salubridade ambiental, nas condições que maximizem a promoção e a melhoria das condições de vida nos meios urbanos e rurais, compreendendo o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos, a drenagem e o manejo de águas pluviais urbanas.

Sistema de Abastecimento de Água: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição.

Sistema de Esgotamento Sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, afastamento, recalque, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente.

Sistema de Limpeza Urbana: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas.

Universalização: ampliação progressiva do acesso de todos os domicílios ocupados ao saneamento básico.



Apresentação

O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Araponga está apresentado em dois volumes, conforme especificado a seguir:

Volume 1 - Gestão Integrada do Saneamento Básico Municipal.

Volume 2 - Caracterização Geral e Planejamento Estratégico do Saneamento Básico Municipal.

Este documento corresponde ao Volume 2 e traz o diagnóstico dos setores de saneamento básico do município, as projeções de demanda desses serviços para os 20 anos de horizonte de planejamento, a previsão de programas, projetos e ações necessários para a adequação dos sistemas - incluindo preços estimados e ações a serem tomadas em alguns casos de emergência e contingência que podem ocorrer nos quatro setores.

Buscando-se o alinhamento de ideias e o entendimento de todos os envolvidos na elaboração deste Plano, foram definidas, de comum acordo, as metodologias adotadas. Estas metodologias são apresentadas a seguir, conforme foram utilizadas nas diversas etapas de elaboração do presente PMSB:

Levantamentos primários

- Visitas na sede e nos distritos legalmente constituídos e locais representativos da zona rural.
- Consultas junto aos gestores locais.

Levantamentos secundários - colhidos de fontes oficiais:

- Agência Nacional de Águas (ANA)
- Atlas Brasil
- Atlas Digital de Minas Gerais
- Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil
- Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES)
- CBH DOCE - MG
- CBH PIRANGA-MG
- Departamento de Estradas e Rodagem de Minas Gerais (DER-MG)



- Departamento de Informática do SUS (DATASUS)
 - Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS)
 - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)
 - Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM)
 - Inventário Florestal de Minas Gerais
 - Ministério da Educação (MEC)
 - Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS)
 - Prefeitura Municipal do município de Araponga
 - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD)
 - QGis.org
 - QGis Brasil.org
 - Serviço Geológico do Brasil (CPRM)
 - Sistema de Informações de Mortalidade (SIM)
 - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)
- **Para elaboração de projeções demográficas:**
- Projeções e Estimativas Populacionais para Pequenas Áreas- Software peqAR 2.0.
 - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.
 - Diretoria de Pesquisas - DPE.
 - Coordenação de População e Indicadores Sociais - COPIS.
- **Para estimativas de vazões de esgotamento:**
- Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos.
 - Marcos Von Sperling, Volume 1, 1ª edição (1996), 3ª edição (2005).
- **Para estudos de vazões máximas, segundo períodos de retorno (Tr):**
- Metodologia IPAY-WU. Design hydrographs for small watersheds in Indiana. ASCE, 1963.



➤ **Para estudos de vazões outorgáveis:**

- Informações hidrológicas presentes no sistema de consulta do Atlas Digital das Águas de Minas. Este é o principal produto desenvolvido no âmbito do programa de pesquisa e desenvolvimento denominado HIDROTEC, fruto da parceria institucional entre duas Secretarias de Estado e órgãos vinculados: Secretaria de Estado da Agricultura Pecuária e Abastecimento (SEAPA) / Fundação Rural Mineira (RURALMINAS); Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) / Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) e Universidade Federal de Viçosa (UFV).

➤ **Para estabelecimento de objetivos e metas:**

- Metodologia SWOT (Strong, Weakness, Oportunity, Threat) que subsidiou a configuração dos cenários Previsível e Normativo para cada eixo, adotando-se o cenário normativo para a proposição de objetivos, metas, programas e ações.
- 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 Brasília, 2012 (http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/uploads/2012/04/2b_TR_PMSB_V2012.pdf).



1. Setor Geral do Saneamento Básico Municipal

1.1. Objetivos, metas, ações e estimativas de custos

São objetivos gerais deste Plano Municipal de Saneamento Básico: a universalização do acesso ao saneamento básico de toda a população do território municipal; a articulação com as políticas de desenvolvimento que tenham como foco o combate à pobreza; o uso sustentável dos recursos hídricos; a proteção do meio ambiente e a promoção da saúde e do bem-estar da população.

Os objetivos e metas específicos apresentados neste PMSB foram propostos com base nos diagnósticos dos setores do saneamento básico e no cenário escolhido a partir da metodologia SWOT como a referência mais eficiente para conduzir os atores locais da política de saneamento à situação desejada.

À semelhança de outros instrumentos de políticas públicas, o presente plano municipal de saneamento básico não é estático, devendo sofrer alterações e adaptações - desde que amplamente discutidas, o que o torna um forte instrumento norteador e, ainda assim, flexível, capaz de acompanhar as reais demandas municipais.

Para se alcançar tal patamar de funcionalidade, faz-se necessário implementar um arranjo institucional que estabeleça mecanismos eficazes para a gestão integrada dos quatro setores, enxergando cada um deles nas suas especificidades administrativas, operacionais, financeiras e gerenciais.

Considerando que o Executivo Municipal ainda não está estruturado para conseguir tal visão integrada dos quatro componentes do saneamento, faz-se necessário empreender ações que viabilizem avaliações diversificadas sobre os mesmos.

O Quadro 1 representa a matriz SWOT configurada para o sistema municipal de saneamento básico de Araçuaia, levando-se em conta seus quatro eixos: sistema de abastecimento de água, sistema de esgotamento sanitário, sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais e sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.



Quadro 1 - Matriz para a análise SWOT do Sistema de Saneamento Básico Municipal de Araponga considerando os quatro eixos ou setores.

	FORÇAS	ITENS DE REFLEXÃO	FRAQUEZAS
Ambiente Interno	<p>1. Perfil institucional e articulação entre os eixos do Saneamento Básico - Existência da Secretaria Municipal de Turismo, Meio Ambiente, Cultura e Esporte.</p> <p>2. Sistema de Informações - COPASA possui procedimentos para sistematizar dados do SAA.</p> <p>3. Legislação e normatização dos setores / Desempenho ambiental dos setores - Plano Diretor Municipal em fase de elaboração.</p>	<p>1. Perfil institucional e articulação entre os eixos do Saneamento Básico</p> <p>2. Sistema de Informações</p> <p>3. Legislação e normatização dos setores / Desempenho ambiental dos setores</p> <p>4. Ocupação atual do espaço urbano / Recursos Hídricos</p> <p>5. Controle e mobilização social</p>	<p>1. Perfil institucional e articulação entre os eixos do Saneamento Básico - Não há articulação dos quatro eixos do Saneamento Básico.</p> <p>2. Sistema de Informações - Faltam procedimentos sistemáticos para a coleta de dados do sistema de drenagem urbana, esgotamento sanitário e de gestão e manejo de resíduos sólidos.</p> <p>3. Legislação e normatização dos setores / Desempenho ambiental dos setores - Ausência de legislação de regulamentação para uso e ocupação do solo aprovado.</p> <p>5. Controle e mobilização social - Não há canais de comunicação entre os usuários dos serviços de Saneamento Básico.</p>
	OPORTUNIDADES	ITENS DE REFLEXÃO	AMEAÇAS
Ambiente Externo	<p>3. Legislação e normatização dos setores - Atendimento às Leis Federais 11.445/07 e 12.305/10 e a seus decretos regulamentadores.</p> <p>4. Ocupação atual do espaço urbano / Recursos Hídricos - Proximidade com cursos d'água, o que facilita a captação superficial para fins de abastecimento humano.</p>	<p>1. Perfil institucional e articulação entre os eixos do Saneamento Básico</p> <p>2. Sistema de Informações</p> <p>3. Legislação e normatização dos setores / Desempenho ambiental dos setores</p> <p>4. Ocupação atual do espaço urbano / Recursos Hídricos</p> <p>5. Controle e mobilização social</p>	<p>4. Ocupação atual do espaço urbano / Recursos hídricos - Ainda ocorrem ocupações em áreas com processos erosivos acentuados no município. - Há lançamento de esgoto nos corpos d'água e nas redes de drenagem do município. - APPs não conservadas. - Malha urbana se desenvolveu próxima da área inundável do ribeirão Félix e córrego Santo Antônio.</p> <p>5. Controle e mobilização social - A população está desmobilizada para assumir seu papel de formuladora de políticas públicas.</p>



A partir da avaliação dos aspectos apresentados no Quadro 1, que indica os pontos positivos potencialmente atuantes na melhoria dos sistemas de saneamento básico municipal e os pontos negativos que podem atrasar ou impedir o estabelecimento de tais melhorias, pode-se traçar objetivos específicos buscando a adequação do setor em 20 anos. São esses:

- Objetivo 1. Estabelecer um arranjo institucional capaz de articular os quatro setores do saneamento básico municipal de forma centralizada, sistemática e transparente.**
- Objetivo 2. Implementar a regulação dos quatro setores, atendendo às atribuições relativas às agências reguladoras, definidas pela Lei nº 11.445/07 e pelo decreto que a regulamenta.**
- Objetivo 3. Integrar a gestão financeira, operacional e administrativa dos quatro setores, por meio do uso do Sistema Municipal de Informações em Saneamento Básico (SMIS).**
- Objetivo 4. Atender plenamente à legislação ambiental vigente.**
- Objetivo 5. Estabelecer mecanismos de controle social do saneamento básico municipal nos quatro eixos.**
- Objetivo 6. Implementar um Programa de Educação em Saneamento Básico no ensino público municipal.**



Quadro 2 - Objetivos e metas do Sistema Geral

Objetivo	Metas	Prazo
1. Estabelecer um arranjo institucional capaz de articular os quatro setores do saneamento básico municipal de forma centralizada, sistemática e transparente.	1.1 Avaliar a Secretaria existente quanto à competência de acompanhar a implementação das ações previstas no PMSB e de fazer a gestão dos indicadores operacionais, gerenciais e ambientais dos quatro setores.	Imediato
	1.2 Dar início às atividades e procedimentos previstos como sendo de competência da entidade criada.	Curto
	1.3 Definir a melhor forma de gestão da prestação de serviços para cada um dos eixos de saneamento básico. (se administração direta, se concessão à empresa mista, se parceria público-privada, etc.).	Médio
2. Implementar a regulação dos quatro setores atendendo as atribuições das agências reguladoras definidas pela lei 11.445/07 e pelo decreto que a regulamenta.	2.1. Iniciar procedimentos de regulação dos serviços de SB em conformidade com a lei e com controle social.	Curto
3. Integrar a gestão financeira, operacional e administrativa dos quatro setores, por meio do uso do Sistema Municipal de Informações em Saneamento Básico (SMIS).	3.1 Instituir, como principal função do novo setor responsável pela gestão integrada do saneamento básico municipal, um banco de dados (SMIS) para monitorar a eficácia e eficiência dos serviços de saneamento municipal e a evolução da implementação das ações previstas no PMSB.	Imediato
	3.2 Proporcionar aos atores envolvidos conhecimento formal de suas atribuições e a capacitação continuada do corpo técnico e de gestores responsáveis pelo saneamento, nos seus quatro segmentos.	Imediato
	3.3 Elaborar relatórios anuais sobre o desempenho dos serviços de saneamento básico, disponibilizando os resultados para a sociedade local.	Curto
4. Atender plenamente à legislação ambiental vigente.	4.1. Criar mecanismos para checar a condição do atendimento à legislação ambiental em todas as atividades que possam causar impactos ambientais.	Curto
	4.2. Criar e manter formas de fiscalização sobre a condição de conformidade dos setores de saneamento básico com as leis ambientais.	Médio
5. Estabelecer mecanismos de controle social do saneamento básico municipal nos quatro eixos.	5.1. Criar canais de controle social que viabilizem a comunicação entre os usuários e os prestadores dos serviços de saneamento básico.	Curto
	5.2 Estabelecer rotinas para a participação da sociedade na construção da política de saneamento básico municipal.	Curto
6. Implementar um Programa de Educação em Saneamento Básico no ensino público municipal.	6.1 Instituir, na grade de conteúdos oficiais de todas as escolas públicas do município, temas relacionados aos quatro eixos do Saneamento Básico.	Médio



O Quadro 3 apresenta as ações propostas para adequar o “setor geral” do saneamento básico municipal, seus respectivos prazos de execução, o custo estimado de cada ação e a descrição dos critérios de formação desse custo. Para a implantação de todas as ações previstas neste setor, ao longo de vinte anos, serão necessários **R\$ 1.681.000,00** (um milhão, seiscentos e oitenta e um mil reais).

A responsabilidade pela implementação das ações, via de regra, é da administração municipal enquanto Titular dos serviços. Em alguns casos ela pode ser compartilhada com o prestador de serviços em saneamento básico (concessionária, autarquia, empresas, etc.) ou com outras entidades dotadas de competências dentro do setor de saneamento.

O Volume 1 deste PMSB apresenta um elenco de entidades fomentadoras de recursos financeiros para a viabilização das ações apresentadas no quadro. A seleção do programa de financiamento mais adequado para cada ação dependerá das condições do município, relacionadas ao montante de recursos necessários, à adequabilidade do município aos ambientes legais de financiamento e a outras condições institucionais específicas. As fontes indicadas neste PMSB não esgotam as possibilidades de fomento de recursos para o desenvolvimento do saneamento básico existentes no país.

Neste PMSB os componentes do saneamento são identificados com a seguinte numeração:

- Setor Geral (responsável pela gestão integrada dos quatro componentes) = 0
- Sistema de Abastecimento de Água (SAA) = 1
- Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) = 2
- Sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais = 3
- Sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos = 4

Assim, o código “(s/o/m/a)” apresentado na primeira coluna do quadro representa o **setor**, o **objetivo** e a **meta** em que aquela determinada **ação** está inserida.



Quadro 3 - Orçamento e plano de execução das ações do Sistema de Saneamento Básico Municipal

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
0.1.1.01	Ação 1: Implementar, através de lei, um setor oficial que se responsabilize pela gestão integrada dos quatro eixos do saneamento básico como, por exemplo, uma Secretaria ou Departamento de Saneamento Básico.	X				*	
0.1.1.02	Ação 2: Viabilizar a infraestrutura física, os equipamentos e os recursos humanos mínimos necessários para dar operacionalidade ao novo setor criado.	X	X			140.000,00	C= valor homem-hora (técnico)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 71,98 Quantidade mínima de horas de dedicação: 240 horas/ano
0.1.2.03	Ação 3: Definir procedimento que sirva para realizar uma avaliação global por ano sobre a eficácia e eficiência desse novo setor.		X			*	
0.1.2.04	Ação 4: Fornecer treinamento aos gestores municipais visando à compreensão do sistema municipal de saneamento básico para habilitá-los a cooperar na formação de uma Política Municipal de Saneamento Básico.		X	X	X	30.000,00	C= valor homem-hora (técnico)* x horas treinamento *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 71,98 Quantidade mínima de horas de dedicação: 25 horas/ano
0.1.3.05	Ação 5: Viabilizar formas de discussão, junto à população, sobre as formas de prestação de serviços que mais convém ao município para cada eixo do saneamento.		X	X	X	40.000,00	C=número de eventos x custos das conveniências *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R\$ 27,00/pessoa Nº eventos/ano:3 Média de público: 30 pessoas
0.2.1.06	Ação 6: Realizar levantamento das agências existentes no estado, que tenham competência legal para assumir a regulação dos serviços de saneamento no município.	X				5.000,00	C= valor homem-hora (consultor interno)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 616,33 Quantidade mínima de horas de dedicação: 8 horas
0.2.1.07	Ação 7: Considerar outras possibilidades institucionais que sejam jurídica e legalmente competentes para cumprir a função de agência reguladora (Conselhos, Consórcios, etc.).	X				5.000,00	C= valor homem-hora (consultor interno)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 616,34 Quantidade mínima de horas de dedicação: 8 horas



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
0.2.1.08	Ação 8: Definir as agências reguladoras de cada setor do saneamento básico.		X			5.000,00	C= valor homem-hora (consultor interno)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 616,35 Quantidade mínima de horas de dedicação: 8 horas
0.2.1.09	Ação 9: Constituir legalmente a função de regulação às entidades escolhidas, pormenorizando suas atribuições (dentre as exigências do órgão regulador incluir como obrigação dos quatro setores do saneamento, alimentar o Sistema Municipal de Informações sobre Saneamento Básico (SMIS) com os indicadores preconizados no PMSB, obedecendo à periodicidade de coleta indicada no Plano).		X			10.000,00	C= valor homem-hora (advogado sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 212,74 Quantidade mínima de horas de dedicação: 48 horas
0.2.1.10	Ação 10: Atender rigorosamente às diretrizes e procedimentos estabelecidos pela Entidade Reguladora dos Serviços do Saneamento Básico Municipal ao longo da vigência do PMSB.		X	X	X	*	
0.2.1.11	Ação 11: Entregar todos os anos, pelo menos um relatório sobre a eficácia e eficiência dos setores de saneamento básico à Agência Reguladora.		X	X	X	*	
0.3.1.12	Ação 12: Providenciar espaço físico nos domínios da Prefeitura Municipal com apetrechos (sala, mesas, cadeiras, arquivo, etc.) equipamentos (computadores, telefone) e recursos humanos necessários para a instalação e operação do programa que consiste no Sistema Municipal de Informações em Saneamento Básico (SMIS) inserido no PMSB.	X				150.000,00	C= valor homem-hora (técnico)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 71,98 Quantidade mínima de horas de dedicação: 660 horas/ano



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
0.3.1.13	Ação 13: Criar mecanismo legal que exija que cada um dos setores do saneamento básico entregue ao órgão gestor central do saneamento municipal, relatórios periódicos contendo, minimamente, os indicadores de eficácia e eficiência operacional e gerencial indicados no PMSB.	X				*	
0.3.1.14	Ação 14: Atualizar a legislação municipal com o estabelecimento de diretrizes para novos empreendimentos imobiliários de forma a planejar melhor a expansão dos sistemas do saneamento básico do município.	X				*	
0.3.1.15	Ação 15: Instituir e manter um procedimento sistemático voltado ao uso do sistema municipal de informações em saneamento (SMIS) e usar as conclusões nos processos de tomadas de decisão e na alimentação do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).		X	X	X	*	
0.3.1.16	Ação 16: Elaborar estudos para analisar necessidade e viabilidade de instituir cobranças de taxas e/ou tarifas para a prestação de serviços de saneamento básico, com valores passíveis de promover a sustentabilidade financeira dos setores.		X			40.000,00	C= valor homem-hora (analista econômico-sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 227,44 Quantidade mínima de horas de dedicação: 175 horas
0.3.2.17	Ação 17: Estabelecer formalmente as obrigações de cada um dos setores do saneamento, visando à obtenção de melhorias contínuas nos serviços (sugere-se a criação de um "Manual do Saneamento Básico Municipal").		X			20.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 165 horas



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
0.3.3.18	Ação 18: Oferecer treinamentos periódicos aos gestores responsáveis pela operação do SMIS.		X	X	X	20.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x n° participantes x n° de treinamentos *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 N°mínimo de participantes: 10 pessoas N° mínimo de treinamentos: 1/ano
0.3.2.19	Ação 19: Avaliar continuamente gastos e aumento de receita, contemplando a possibilidade de criar ou reajustar tarifas para os serviços do saneamento básico.		X	X	X	260.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 235,64 Quantidade mínima de horas de dedicação: 70 horas/ano
0.3.3.20	Ação 20: Solicitar que os fiscais municipais incluam entre suas atribuições a checagem do atendimento às regras para a implementação de novos empreendimentos imobiliários.		X			15.000,00	C= valor homem-hora (técnico)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 71,98 Quantidade mínima de horas de dedicação: 50 horas/ano
0.3.3.21	Ação 21: Avaliar continuamente a eficiência dos quadros de funcionários para verificar as necessidades de cortes, remanejamentos ou de novas contratações.		X	X	X	*	
0.4.1.22	Ação 22: Contratar técnicos especializados em legislação ambiental para elaboração de um plano de ações visando à adequação dos quatro eixos do saneamento básico à legislação ambiental vigente sobre os setores.		X			15.000,00	C= valor homem-hora (advogado sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 212,74 Quantidade mínima de horas de dedicação: 70 horas
0.4.1.23	Ação 23: Providenciar as ações e a documentação necessárias para o atendimento à Portaria de Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos e à legislação visando licenciamento das unidades dos sistemas de saneamento básico municipal.		X			20.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 40 horas/ano
0.4.1.24	Ação 24: Criar e manter mecanismos de controle das datas de validade das licenças e outorgas.		X	X	X	*	



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
0.4.2.25	Ação 25: Nomear um fiscal com atribuições específicas para colaborar na regularização ambiental dos quatro setores de saneamento básico municipal e manter procedimentos de fiscalização ao longo do horizonte do PMSB.			X	X	440.000,00	C= valor homem-hora (técnico)* x horas trabalhadas x n° de profissionais necessários *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 71,98 N° de profissionais necessários: 2 N° mínimo de horas trabalhadas: 280 horas/ano/pessoa
0.5.1.26	Ação 26: Criar um site, perfil em rede social ou em aplicativo de mensagens instantâneas próprio da prefeitura que permita a interação com o usuário.		X			1.000,00	C= valor homem-hora (web designer)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 117,45 Quantidade mínima de horas de dedicação: 8 horas
0.5.1.27	Ação 27: Implementar um Sistema de Atendimento ao Consumidor (SAC) e cadastro das reclamações da população feitas à prefeitura e mantê-lo ao longo do horizonte do PMSB.		X			240.000,00	C=homem-hora (analista de suporte técnico sênior)* x horas trabalhadas + homem-hora (administrador de banco de dados)** x horas trabalhadas + homem-hora (secretária plena nível superior)***x horas trabalhadas Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R\$ 150,79; ** 174,61 ; ***R\$ 80,87 Quantidade mínima de horas de dedicação: * 140 horas/ano; **130 horas/ano; ***160 horas/ano
0.5.2.28	Ação 28: Realizar eventos públicos (como audiências) periodicamente, com o intuito de informar a população sobre a situação dos sistemas de saneamento básico do município e receber sugestões/reclamações.		X	X	X	50.000,00	C=número de eventos X preço das conveniências *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R\$ 27,00/pessoa N° de eventos: 4/ano N° médio de participantes: 30 pessoas
0.5.2.29	Ação 29: Realizar periodicamente pesquisas de satisfação com a população para obter <i>feedbacks</i> dos serviços prestados, de maneira a verificar os pontos passíveis de melhorias.		X	X	X	140.000,00	C=SM*x n° entrevistadoresx17anos *SM: valor do salário mínimo nacional vigente pago uma vez ao ano N° de entrevistadores: 15 pessoas



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
0.6.1.30	Ação 30: Avaliar o modelo de Programa de Educação em Saneamento Básico entregue juntamente com o PMSB para incluir as especificidades do município e implementá-lo em médio prazo nas escolas municipais.		X	X		5.000,00	C= valor homem-hora (consultor interno)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 616,35 Quantidade mínima de horas de dedicação: 8 horas
0.6.1.31	Ação 31: Realizar eventos e oficinas sobre Educação em Saneamento Básico para a sensibilização da população escolar existente no município sobre o uso racional da água e conservação dos recursos hídricos, princípio dos “3Rs”, redução da geração de resíduos, ocupação de APP, etc.			X	X	30.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas x n° de treinamentos *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 20 horas/ano N° de eventos:4 eventos/ano

R\$ 1.681.000,00

(s/o/m/a) = nº do setor / nº do objetivo / nº da meta / nº da ação.

*Dependente de outras ações que possuem custos próprios estimados



1.2. Detalhamento de programas, projetos e ações

No município de Araponga, os serviços de saneamento são prestados pela, Secretaria de Turismo, Meio Ambiente, Cultura e Esporte, pela Secretaria de Obras e pela COPASA.

Apesar de existir a Secretaria Municipal de Saúde e Saneamento, os serviços relacionados ao saneamento são divididos em muitas secretarias. Este fato dificulta a gestão operacional, dos recursos e de pessoal.

A fim de otimizar a gestão é importante avaliar o funcionamento da Secretaria Municipal de Saúde e Saneamento e verificar se ela está cumprindo os requisitos de gestão esperados por uma Secretaria de Saneamento.

A seguir são propostas algumas das principais atribuições da gestão integrada do saneamento básico:

- ✓ Formular, coordenar, executar e fazer executar, a política municipal de saneamento básico, uso racional, fiscalização e controle dos serviços de saneamento básico.
- ✓ Executar atividades administrativas no âmbito do Saneamento Básico Municipal.
- ✓ Efetuar o planejamento das atividades anuais e plurianuais, no âmbito da Secretaria.
- ✓ Manter, conservar e fiscalizar áreas de interesse dos serviços de saneamento básico.
- ✓ Elaborar e desenvolver projetos necessários aos sistemas do saneamento básico municipal para captação de recursos junto a órgãos estaduais, federais e internacionais.
- ✓ Desenvolver ações integradas com outras Secretarias Municipais.
- ✓ Exercer o controle orçamentário no âmbito do Saneamento Básico Municipal.
- ✓ Manter mecanismos que atuem no controle do cumprimento de leis federais, estaduais e municipais relativas ao saneamento básico e meio ambiente.
- ✓ Zelar pelo patrimônio alocado na unidade, comunicando o órgão responsável sobre eventuais alterações.
- ✓ 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 proteção do meio ambiente.
- ✓ Realizar atividades de regularização e licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de impacto local, ou seja, aqueles que se circunscrevam aos limites do território municipal, e outras que lhes forem delegadas pelo Estado, através de instrumentos legais e convênios, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis.
- ✓ Discutir com as instâncias envolvidas e, com base nessas discussões, definir as formas de gestão para cada um dos eixos de saneamento básico.

Ressalta-se que o setor criado seria responsável pela gestão dos serviços, sendo que a prestação dos mesmos seria feita por outros setores como Secretaria de Obras, Secretaria de Meio Ambiente, concessionárias, cooperativas e associações, etc.

Regulação

Agências independentes, sob a forma de autarquias especiais com autonomia administrativa, orçamentária e decisória, são geralmente as reguladoras dos serviços de saneamento básico. A grande maioria destas agências, no Brasil, é formada por entidades estaduais, a exemplo da Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais (ARSAE-MG), da Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo (ARSESP) e da Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro (AGENERSA). Também existem entidades de âmbito municipal, tal como a Agência Reguladora dos Serviços de Água e Esgoto do Município de Mauá/SP (ARSAE) e intermunicipal como a Agência Reguladora dos Serviços de Saneamento das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (ARES-PCJ).

No município de Araponga, somente os serviços de Abastecimento de Água é que são regulados por uma agência reguladora. Conforme o Instituto Trata Brasil, a estruturação das agências reguladoras é fundamental, pois são elas que verificam o cumprimento dos PMSBs por parte dos prestadores de serviços.



Nesse sentido, é necessário que o prefeito, secretários e profissionais das áreas jurídica e financeira se reúnam para avaliar as possibilidades do município:

- Contratar uma agência reguladora estabelecida. Ex.: ARSAE-MG.
- Criar uma agência reguladora municipal.
- Buscar ação consorciada para criação de agência reguladora intermunicipal com os municípios vizinhos.
- Associar-se a uma agência reguladora intermunicipal já existente.

Controle Social

Para que o presente PMSB atenda a todas as especificidades do município é fundamental que haja participação da sociedade civil, uma vez que é papel desta exercer o controle social para que as demandas referentes aos quatro eixos sejam atendidas plenamente.

Com o conhecimento acumulado pela convivência diária com as deficiências do saneamento no município, os cidadãos são aptos a identificarem os problemas e colaborarem na proposição de soluções para os eixos. Assim, faz-se necessário criar canais de comunicação entre usuários e prestadores de serviços, para que os primeiros possam se manifestar sobre o que não está sendo atendido e também para poder propor soluções aos problemas do saneamento.

Esses canais podem ser instituídos através da criação de um órgão consultivo, onde os munícipes realizassem reuniões sobre os temas de interesse e/ou através da criação de um Serviço de Atendimento ao Cidadão (SAC).

O órgão consultivo deve contar com representantes das diversas camadas e setores sociais, representantes do poder público, de movimentos sociais da região e organizações da sociedade civil, como por exemplo, associações de categorias afins com o saneamento (associações de famílias reassentadas, associação de atingidos por barramentos, associações de catadores de resíduos, etc.), associações de bairros, sindicatos e cooperativas.

No caso de se optar pelo SAC, será necessária a dedicação de um gestor público com nível superior na área de comunicação para implantação e um funcionário público com nível médio para operação do mesmo. Além disso, há a necessidade de se disponibilizar as instalações e equipamentos necessários, assim como realizar a manutenção periódica dos mesmos.



2. Sistema de Abastecimento de Água (SAA)

2.1. Diagnóstico

2.1.1. Análise crítica dos planos e programas existentes

No âmbito do arcabouço legal municipal, são consideradas questões relacionadas ao saneamento básico, considerando questões específicas do sistema de abastecimento de água, expressamente, na Lei Orgânica e no Plano Diretor Municipal.

A Lei orgânica apresenta em seu TÍTULO IV, CAPÍTULO I, SEÇÃO II o seguinte:

DO SANEAMENTO BÁSICO

Art. 139 - O saneamento básico é uma ação de saúde pública e de desenvolvimento urbano, implicando seu direito garantia do cidadão:

I - abastecimento de água em quantidade suficiente para assegurar a adequada higiene e conforto, e com qualidade compatível com padrões de portabilidade;

§ 1º - As prioridades e a metodologia das ações de saneamento deverão nortear-se pela avaliação do quadro sanitário da área a ser beneficiada, devendo ser objetivo principal das ações a reversão e a melhoria do seu perfil epidemiológico.

§ 2º - O Município desenvolverá mecanismos institucionais que compatibilizem as ações de saneamento básico, de habitação, de desenvolvimento urbano, de preservação do meio ambiente e de gestão dos recursos hídricos, buscando integração com outros Municípios nos casos em que exigir ações conjuntas.

Art. 140 - Os serviços de saneamento básico, de competência do Município, serão prestados pelo Poder Público, mediante a execução direta ou delegada, através de concessão ou permissões visando ao atendimento adequado da população.

Parágrafo Único - A concessão ou permissão de serviços de saneamento básico, ou de partes deles, será outorgada a pessoa jurídica de direito público, devendo, neste último caso, se dar mediante contrato de direito público.

A lei nº 928/2015 que institui o Plano Diretor de Araponga em seu CAPÍTULO I do TÍTULO III apresenta:

DAS DIRETRIZES GERAIS DA POLÍTICA URBANA

Art. 23. São diretrizes gerais da política urbana:

XIV - estabelecer parcerias com o governo do Estado de Minas Gerais, com a União e com outros municípios e agentes sociais, tendo em vista promover ações



de interesse comum, sobretudo as relativas ao sistema viário, ao abastecimento de água, ao tratamento de esgotos, ao meio ambiente, à destinação final do lixo, à implantação industrial, à energia, às telecomunicações e ao parcelamento e uso do solo.

A lei nº 928/2015 que institui o Plano Diretor de Araponga em seu CAPÍTULO III do TÍTULO III apresenta:

DA POLÍTICA DE SANEAMENTO

Art. 26. A política de saneamento objetiva universalizar o acesso aos serviços de saneamento básico, mediante ações articuladas de saúde pública, desenvolvimento urbano e meio ambiente.

Art. 27. São diretrizes da política de saneamento:

I - prover o abastecimento de água tratada a toda a população, em quantidade e qualidade compatíveis com as exigências de higiene e conforto;

Também há o contrato firmado com a COPASA, o qual trata das obrigações da concessionária com o município.

Além disso, é muito importante a elaboração de instrumentos (leis, normas, etc.) que deem mais diretrizes específicas ao sistema de abastecimento de água do município.

2.1.2. Caracterização da cobertura e qualidade dos serviços

Em Araponga, o serviço de abastecimento de água é de responsabilidade da COPASA, desde o ano de 1997.

A COPASA possui um Sistema de Informações Operacionais (SIOP), no qual se encontram informações como: nº de unidades operacionais, nº de empregados, população atendida, economias, ligações, extensão de rede, vazão de captação, reservatórios, entre outras. Porém a COPASA não disponibilizou estes dados para análise. Portanto as informações neste diagnóstico foram feitas, principalmente, com base nos dados do SNIS.

De acordo com o SNIS (2013), no município de Araponga a área urbana é atendida em 100%, com abastecimento de água. Quanto ao consumo médio per capita de água, segundo o dado do SNIS (2013), o valor é de 110,3 L/hab.dia. Em linhas gerais, não há muitas interrupções, sendo o atendimento satisfatório no quesito



“frequência do fornecimento”. Entretanto, existem momentos em que são necessárias obras e serviços de manutenção preventiva ou corretiva, durante os quais há a necessidade de interromper o atendimento. Ressalta-se que não há um programa de manutenções preventivas ou corretivas, sendo realizadas conforme a necessidade.

Com relação à qualidade da água, no site da COPASA, teve-se acesso aos relatórios de qualidade da água para o ano de 2014. No Anexo 1 e no Anexo 2 é possível analisar o relatório para o município em questão, tanto para a sede quanto para o distrito de Estevão de Araújo. Observando-se os valores destes relatórios, percebe-se que os parâmetros de qualidade da água se encontram dentro dos padrões fixados pela Portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde.

Ressalta-se que a COPASA fornece os resultados de qualidade da água na própria fatura mensal dos usuários a fim de informá-los, todavia os demais sistemas administrados pela Prefeitura Municipal não têm qualquer procedimento de informações aos cidadãos em relação ao controle e vigilância da qualidade da água.

Sobre a cobertura do sistema de abastecimento de água, de acordo com o SNIS (2013), existem 1.229 ligações ativas e 1.277 economias ativas no município de Araponga. Não se teve acesso às informações sobre as ligações prediais, discriminadas por sede, distrito e área rural. Obtiveram-se apenas dados gerais do município, como mostrado.

Quanto à distribuição da água, de acordo com o SNIS (2013), o índice de perdas na distribuição é de 15,35%.

O município tem atendimento satisfatório na área urbana onde não se tem áreas críticas para abastecimento ou sujeitas à falta de água conforme observado em visita técnica e através de informações coletadas nos seminários junto à população. A área rural não é atendida pelo sistema, sendo que as soluções para o abastecimento de água são individualizadas, o que resulta num risco maior do contingente populacional rural consumir água fora dos padrões de potabilidade.

2.1.3. Situação atual do sistema

De acordo com o SNIS (2013), o sistema de abastecimento de água no município produz 148.410m³ de água tratada por ano e atende a uma população de 3.154 habitantes, por meio de 19,05km de redes de distribuição de água. De acordo



com o técnico da COPASA, a extensão da rede na sede é de 15,54km e no distrito de Estevão de Araújo é de 3,61km.

Para o detalhamento do Sistema de Abastecimento de Água, descrito neste item, não foram fornecidas informações sobre tipo de material, diâmetros, condições de manutenção e operação pela prestadora dos serviços, como citado no item 2.1.2.

O Sistema de Abastecimento de Água do município utiliza diferentes fontes de abastecimento para a sede e o distrito. Abaixo serão detalhadas as alternativas empregadas para cada local.

2.1.3.1. Sede

A captação do sistema de abastecimento ocorre no córrego Félix, através de uma vazão de captação de 8L/s, nas coordenadas UTM 23K 7575.11m E; 77115.80m S. No ponto de captação, existe uma grade de retenção dos resíduos sólidos, a qual é monitorada somente em momentos em que ocorre uma diminuição do nível d'água. A Figura 1 mostra a sinalização e os equipamentos do local de captação da água bruta.

Segundo o levantamento realizado pela ANA em 2010, a vazão de captação era de 8L/s, mas o sistema de abastecimento deveria sofrer uma ampliação para atender a demanda exigida em 2015. Sendo assim, esta vazão deveria ser aumentada para 10,76L/s até 2015. No entanto, como pode ser verificado, não houve este aumento na vazão de captação.

Figura 1 - Local de captação da água (sede)



Fonte: SHS (2015).

A água captada é então aduzida por meio de um conjunto motobomba, o qual funciona de 11 a 14h, sendo conduzida por meio de uma adutora com 100mm de diâmetro até a ETA, localizada nas coordenadas 23K 7575.65m E; 77118.44m S. A



Figura 2 mostra a localização do ponto de captação e da ETA. Como pode ser verificado na Figura 3, a ETA da sede apresenta toda estrutura de proteção e de sinalização necessária.

De acordo com ANA (2010), o conjunto-bomba teria uma potência de 5CV e para a demanda futura, deveria ser de 10CV. Ademais, o documento diz que a adutora é de F^oF^o com 100mm de diâmetro e 360m de extensão.

Figura 2 - Vista panorâmica do local do ponto de captação e da ETA da sede do município de Araponga



Fonte: Adaptado Google Earth (2015).

Figura 3 - Estruturas da ETA (sede)



Fonte: SHS (2015).

O processo de tratamento empregado na ETA é do tipo convencional, sendo composto pelas etapas de coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, correção de pH e fluoretação.



Na ETA, é aplicado o processo de tratamento do tipo convencional, sendo composto pelas etapas de coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, correção de pH e fluoretação. O Quadro 4 apresenta a descrição de cada etapa do processo de tratamento.

Quadro 4 - Quadro-resumo do tratamento (sede)

	Coagulação:	Ocorre a aplicação do sal de ferro e cloro a fim de se agrupar as partículas sólidas em suspensão na água bruta, formando pequenos coágulos. Em alguns casos, também é necessário corrigir o pH da água bruta, com a aplicação de cal. No caso da presente ETA, a aplicação é feita na calha Parshall.
	Floculação:	É a formação de flocos, a partir da movimentação da água em tanques específicos dentro da Estação de Tratamento de Água - ETA. Quando misturados, esses flocos ficam maiores e mais pesados, facilitando a sua remoção. Este processo é realizado em quatro floculadores nesta ETA.
	Decantação:	Nesta etapa, os flocos formados na etapa de floculação, acumulam-se no fundo dos tanques, pela ação da gravidade, separando-se da água. Na ETA de Araponga, existem dois decantadores.
	Filtração:	Para garantir ainda mais a sua qualidade, a água passa por filtros com o objetivo de eliminar qualquer impureza que tenha ficado durante as outras etapas de tratamento. No caso desta ETA, existem cinco filtros cuja lavagem é realizada duas vezes ao dia. De acordo com o técnico da COPASA desde 2003 não foram feitas as trocas do filtro.
	Desinfecção:	A adição de cloro na água é feita antes da saída da Estação de Tratamento, para eliminar os patógenos nocivos à saúde, garantindo, também, a qualidade da água nas redes de distribuição e nos reservatórios domiciliares.
	Fluoretação:	Por fim, ela recebe a aplicação de uma dosagem de um composto de flúor, que contribui no combate às cáries, principalmente no período de formação dos dentes.

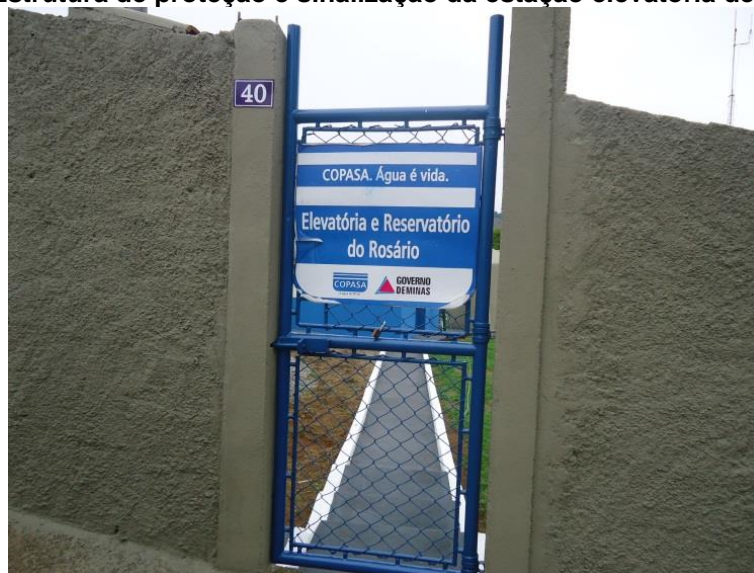


De acordo com a ANA (2010), a capacidade da estação de tratamento da ETA era de 8L/s e deveria ser ampliada para uma capacidade de 11L/s.

Não há UTR (Unidade de Tratamento dos Resíduos) na ETA, sendo que o efluente da lavagem dos filtros e limpeza de decantador é disposto diretamente no corpo hídrico.

Após a passagem por todo processo de tratamento, a água é então bombeada da estação elevatória para os reservatórios por um conjunto motobomba de 7,5CV, tendo um conjunto em funcionamento, sendo operado por 14 a 15h por dia, e outro em reserva. Esta estação situa-se nas coordenadas 23K 7583.47m E; 77127.61m S. A Figura 4 apresenta a estrutura de proteção e de sinalização da estação.

Figura 4 - Estrutura de proteção e sinalização da estação elevatória de água (sede)



Fonte: SHS (2015).

Existem três reservatórios no local. Um reservatório tem capacidade de 100m³ (Figura 5), enquanto que os outros dois possuem uma capacidade total de 70m³. A Figura 6 mostra a localização da estação elevatória de água e dos reservatórios.



Figura 5 - Reservatório de capacidade de 100m³ (sede)



Fonte: SHS (2015).

Figura 6 - Vista panorâmica do local da estação elevatório da água e o reservatório de abastecimento da sede do município de Araponga



Fonte: Adaptado Google Earth (2015)

Para o abastecimento da população, a água passa pela rede de distribuição constituída com extensão de 15,54km.



2.1.3.2. Distrito de Estevão de Araújo

Diferentemente da sede, no distrito de Estevão de Araújo, a água é captada por poço artesiano profundo com uma vazão de captação de 3,2L/s. O poço é localizado nas coordenadas UTM 23K 7568.57m E; 77191.09m S.

A água passa pelo processo de tratamento contendo as etapas de desinfecção e fluoretação. A adição de cloro é realizada antes da saída do reservatório, com a finalidade de se remover os germes nocivos à saúde, garantindo desta maneira a qualidade da água nas redes de distribuição e nos reservatórios domiciliares. Com a água já limpa, é aplicada uma dosagem do composto de flúor, o qual contribui para o combate às cáries.

O reservatório de armazenamento da água tem capacidade de 100m³ e localiza-se nas coordenadas UTM 23K 7571.26m E; 77187.55m S.

Após a passagem pelo reservatório, a água é distribuída para a população pela rede de distribuição cuja extensão total é de 3,61km.

A Figura 7 mostra a localização do poço de captação e do reservatório do distrito.

Figura 7 - Vista panorâmica do local do poço de captação de água e do reservatório de abastecimento do distrito de Estevão de Araújo



Fonte: Adaptado Google Earth (2015).

2.1.4. Soluções alternativas empregadas

Em paralelo aos sistemas de abastecimento de água das áreas urbanas, gerenciados pela COPASA, têm-se, em Araponga, algumas localidades com soluções isoladas. De acordo com o IBGE (2010), há na zona rural 5.111 habitantes (62,70% da



população total) e a responsável pelas soluções alternativas empregadas é a prefeitura, como o caso da comunidade dos Pereiras que tem sistema coletivo operado pela Prefeitura.

No município existem algumas localidades, principalmente na zona rural, onde devem existir outros tipos de soluções para abastecimento de água. Normalmente, poços e cisternas são soluções alternativas.

2.1.4.1. Comunidade dos Pereiras.

A comunidade dos Pereiras têm aproximadamente 45 moradias e 200 habitantes, que utilizam uma captação subterrânea e um reservatório de fibra de com capacidade de 5m³ para abastecimento de água. O poço foi perfurado pela COPASA em parceria com a Prefeitura, mas o sistema é operado por esta. Ressalta-se que não tem funcionário fixo, é atendido conforme demanda.

2.1.5. Análise de mananciais

Neste item serão analisados aspectos de proteção da bacia de contribuição, sobre o córrego Félix, o qual se trata do manancial que abastece a sede do município de Araçuaia. No distrito de Estevão de Araújo, o abastecimento é feito por poço artesiano, como foi apresentado no item 2.1.3.

O córrego Félix pertence à bacia hidrográfica do rio Piranga, mais especificamente na sub-bacia do rio Casca.

Segundo a ANA, a vazão $Q_{95\%}$ do córrego - a vazão que passa no córrego em 95% do tempo - é de 198,30L/s, sendo que a vazão de captação utilizada é de 8L/s, o que corresponde a 4% da vazão $Q_{95\%}$. Sendo assim, não há risco evidente em relação à quantidade de água disponível no corpo hídrico.

Quanto ao estado de conservação da vegetação de entorno do local de captação da água, pode-se verificar pela vista panorâmica apresentada na Figura 2, que o local se mostra desprotegido de cobertura vegetal.

Além do córrego Félix, o município conta com ribeirões e córregos importantes que passam próximo às comunidades rurais, vilas e povoados que são ou podem servir como fonte para abastecimento de água para a população dessas comunidades. Tal recurso hídrico deve analisado quanto sua quantidade e qualidade para aferir a continuação ou possibilidade de uso como abastecimento das comunidades próximas.



Já no distrito de Estevão de Araújo, como a principal forma de captação ocorre através de poço, é necessário que se faça um estudo sobre as áreas de recargas desses aquíferos subterrâneos para que assim possa ser avaliada a situação da cobertura vegetal e o estado de preservação destas áreas.

2.1.6. Caracterização da prestação dos serviços por meio de indicadores

2.1.6.1. Índice de abastecimento total de água

Este indicador, que mede a porcentagem da população total atendida pelo SAA, auxilia no monitoramento do sistema, visando atender com abastecimento de água potável a 100% dos domicílios urbanos, além de monitorar a qualidade da água consumida em 100% dos domicílios rurais e de sistemas particulares. De acordo com dados do SNIS, em 2014, Araponga apresentou o valor de 37,31%, muito abaixo do esperado para esse indicador. Como o índice para a área urbana é igual a 100%, nota-se que há uma deficiência no abastecimento de água na área rural. Com o intuito de universalizar o serviço, o ideal é que esse índice atinja o valor de 100%.

2.1.6.2. Índice de abastecimento urbano de água

Este indicador, que mede a porcentagem da população urbana atendida pelo SAA, auxiliará no monitoramento do sistema, com o objetivo de atender a 100% dos domicílios urbanos com abastecimento de água potável. Segundo dados do SNIS, em 2014, o valor apresentado foi de 100%. O presente PMSB tem por objetivo a universalização do acesso aos serviços, portanto o ideal é que o SAA continue atendendo a 100% dos domicílios urbanos nos próximos anos.

Como não se tem um indicador do SNIS para a área rural, o PMSB de Araponga irá conceber um indicador específico para tal.

2.1.6.3. Economias atingidas por paralisações

Este indicador, que mede a porcentagem de economias atingidas por paralisações, auxiliará no monitoramento para que o sistema tenha atendimento de forma ininterrupta. O dado mais recente para este índice é de 2007, igual a 600 economias atingidas por paralisação. Como o PMSB tem por objetivo o atendimento de forma ininterrupta, esse indicador deverá tender a 0 economia atingida por paralisação, em até 20 anos.



2.1.6.4. Duração média das paralisações

Este indicador, que mede quanto durou cada paralisação (em média), auxiliará no monitoramento da agilidade e eficiência do atendimento. O dado mais recente para este índice é de 2006, igual a 8 horas/paralisação.

Vale salientar que, segundo a Resolução ARSAE nº 40, de 3 de outubro de 2013, o prestador de serviços deve elaborar um plano de emergência e contingência que garanta o abastecimento de água potável a serviços essenciais, em consonância ao disposto na Portaria nº 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde, quando o tempo de paralisação for superior a 12 (doze) horas e também divulgar com antecedência de 3 (três) dias, por intermédio dos meios de comunicação disponíveis no município, as paralisações programadas superiores a 12 (doze) horas, caso contrário deve encaminhar um relatório a ARSAE-MG circunstanciado sobre a ocorrência e suas causas.

O prestador também deve prover fornecimento de emergência aos usuários que prestem serviços essenciais à população, uma vez que são considerados serviços de caráter essencial:

- I. Creches, escolas e instituições públicas de ensino.
- II. Hospitais e atendimentos destinados à preservação da saúde pública.
- III. Estabelecimentos de internação coletiva.

É conveniente que se tenha como meta que as paralisações não superem a duração mencionada (12 horas), para que não seja necessário lançar mão de planos de emergência.

2.1.6.5. Incidência das análises de cloro residual fora do padrão

O indicador mede a incidência de análises de cloro residual fora do padrão. Desse modo, auxiliará no monitoramento do alcance do objetivo “atendimento com água potável e monitoramento da qualidade da água consumida em 100% dos domicílios rurais e de sistemas particulares”. O presente PMSB tem por objetivo melhorar as condições do saneamento básico e, conseqüentemente, da saúde da população. Por isso, o ideal é que esse indicador seja o mais próximo possível de 0%.

Como não existem dados para esse indicador, torna-se impossível a realização de análise.



2.1.6.6. Incidência das análises de turbidez fora do padrão

Este indicador, que mede a incidência das análises de turbidez fora do padrão, auxiliará no monitoramento da qualidade da água consumida. O presente PMSB tem por objetivo melhorar as condições do saneamento básico e, conseqüentemente, da saúde da população. Por isso, o ideal é que este indicador seja o mais próximo possível de 0%.

Em análises realizadas no ano de 2013, verificou-se que a incidência das análises de turbidez fora de padrão foi de 0%, o que representa a situação ideal. Caso esteja fora do padrão, a turbidez pode ser corrigida aumentando-se a dosagem de coagulante na ETA.

2.1.6.7. Índice de perdas na distribuição

Este índice tem como objetivo avaliar a evolução da porcentagem de água que é perdida no sistema na distribuição. Visto que a água é um recurso finito e sua escassez na região é considerável, principalmente nas localidades mais distantes, o monitoramento deste indicador é fundamental para a tomada de decisões.

De acordo com dados do SNIS, no ano de 2014, o índice de perdas na distribuição foi de 16,81%. Apesar desse número estar bem abaixo da média estadual, que é de 33,7%, o indicador mostra que o sistema provavelmente necessita de manutenções e otimizações, para que se consiga atingir valores mais próximos possíveis de 0%.

2.1.6.8. Consumo médio per capita de água

Este indicador permite avaliar quanto é o consumo médio de água por habitante, permitindo, assim, um acompanhamento do atendimento eficiente da demanda. Além disso, sua base histórica permite a modelagem deste índice e, conseqüentemente, da demanda no município para os anos seguintes. Conforme dados do SNIS 2014, o consumo *per capita* da população de Araponga foi de 113,84L/hab.dia. De acordo com a ONU (Organização das Nações Unidas), a quantidade de água suficiente para atender às necessidades básicas de uma pessoa é de 110L/dia. Portanto, a partir da análise deste indicador, pode-se verificar a necessidade de se fazer campanhas para a redução do consumo de água.



2.1.6.9. Indicadores econômico-financeiros

O Quadro 5 apresenta os valores das tarifas aplicadas aos usuários do serviço prestado pela COPASA, definidas pela Resolução ARSAE-MG 64/2015, de 10 de abril de 2015.

- Água: Abastecimento de água.
- EDC: esgotamento dinâmico com coleta.
- EDT: esgotamento dinâmico com coleta e tratamento.

Quadro 5 - Tarifas aplicáveis aos usuários pela COPASA

Classe de Consumo	Código Tarifário	Intervalo de Consumo (m³)	Tarifas de Aplicação				R\$/mês
			maio/15 a abr/16			R\$/m³	
			1	2	3		
			Água	EDC	EDT		
Residencial Tarifa Social até 10 m³	ResTS até 10 m³	0 - 6	9,56	4,79	8,63	R\$/mês	
		> 6 - 10	2,128	1,064	1,915	R\$/m³	
Residencial Tarifa Social maior que 10 m³	ResTS > 10m³	0 - 6	10,08	5,05	9,06	R\$/mês	
		> 6 - 10	2,241	1,122	2,017	R\$/m³	
		> 10 - 15	4,903	2,451	4,412	R\$/m³	
		> 15 - 20	5,461	2,731	4,916	R\$/m³	
		> 20 - 40	5,487	2,744	4,939	R\$/m³	
		> 40	10,066	5,035	9,060	R\$/m³	
Residencial até 10 m³	Res até 10 m³	0 - 6	15,94	7,97	14,38	R\$/mês	
		> 6 - 10	2,661	1,330	2,394	R\$/m³	
Residencial maior que 10 m³	Res > 10m³	0 - 6	16,80	8,40	15,10	R\$/mês	
		> 6 - 10	2,801	1,401	2,520	R\$/m³	
		> 10 - 15	5,447	2,724	4,903	R\$/m³	
		> 15 - 20	5,461	2,731	4,916	R\$/m³	
		> 20 - 40	5,487	2,744	4,939	R\$/m³	
		> 40	10,066	5,035	9,060	R\$/m³	
Comercial	Com	0 - 6	25,79	12,90	23,23	R\$/mês	
		> 6 - 10	4,299	2,150	3,871	R\$/m³	
		> 10 - 40	8,221	4,111	7,398	R\$/m³	
		> 40 - 100	8,288	4,142	7,459	R\$/m³	
		> 100	8,329	4,164	7,496	R\$/m³	
Industrial	Ind	0 - 6	27,37	13,69	24,64	R\$/mês	
		> 6 - 10	4,562	2,281	4,107	R\$/m³	
		> 10 - 20	7,992	3,996	7,193	R\$/m³	
		> 20 - 40	8,017	4,009	7,215	R\$/m³	
		> 40 - 100	8,095	4,049	7,285	R\$/m³	
		> 100 - 600	8,316	4,157	7,484	R\$/m³	
		> 600	8,405	4,202	7,564	R\$/m³	
Pública	Pub	0 - 6	24,28	12,14	21,87	R\$/mês	
		> 6 - 10	4,049	2,025	3,642	R\$/m³	
		> 10 - 20	6,982	3,490	6,283	R\$/m³	
		> 20 - 40	8,439	4,218	7,595	R\$/m³	
		> 40 - 100	8,546	4,274	7,693	R\$/m³	
		> 100 - 300	8,571	4,285	7,713	R\$/m³	
		> 300	8,644	4,323	7,780	R\$/m³	

Fonte: Resolução ARSAE-MG 64/2015

O Quadro 6 apresenta algumas informações e indicadores financeiros para o município de Araponga em 2013.



Quadro 6 - Informações e indicadores financeiros

FN002 - Receita operacional direta de água [R\$/ano]	R\$ 372.489,29 / ano
FN006 - Arrecadação total [R\$/ano]	R\$ 361.724,29 / ano
IN005 - Tarifa média de água [R\$/m ³]	R\$ 2,62 / m ³
FN023 - Investimento realizado em abastecimento de água pelo prestador de serviços [R\$/ano]	R\$ 0 / ano
FN026 - Quantidade total de empregados próprios [empregado]	4
FN037 - Despesas totais com o serviço da dívida [R\$/ano]	R\$ 73.238,02 / ano
IN003 - Despesa total com os serviços por m ³ faturado [R\$/m ³]	R\$ 3,13 / m ³
IN027 - Despesa de exploração por economia [R\$/ano/econ.]	R\$ 183,75 / ano / economia
IN012 - Indicador de desempenho financeiro [percentual]	83,67%
IN035 - Participação da despesa com pessoal próprio nas despesas de exploração [percentual]	56,67%
IN037 - Participação da despesa com energia elétrica nas despesas de exploração [percentual]	13,85%
IN040 - Participação da receita operacional direta de água na receita operacional total [percentual]	98,34%

Fonte: SNIS (2015) adaptado de SNIS (2013)

Os sistemas operados pela COPASA apresentam boa estrutura tarifária, que é regulamentada por uma agência reguladora (ARSAE-MG). Segundo relatos de gestores, nos demais sistemas do município não há cobrança pelos serviços prestados e o índice de inadimplência do serviço de abastecimento de água é baixo.

2.1.6.10. Tarifa média de água

Este indicador, que calcula a tarifa média de água, auxiliará no monitoramento do alcance do objetivo “implementar uma gestão eficiente”, com a cobrança de uma tarifa justa, conforme definições do órgão regulador. De acordo com dados do SNIS, em 2014 o valor cobrado era de 2,75 R\$/m³. Como a despesa total com esse serviço foi de 3,33 R\$/m³, conclui-se que não foi atingida a autossuficiência.



2.1.6.11. Indicador de desempenho financeiro

Este indicador, que calcula o desempenho financeiro, auxiliará no monitoramento do alcance do objetivo “implementar uma gestão eficiente”, pois avalia a relação entre despesas e receitas.

Para analisar esse indicador estipula-se que:

- Valores menores que 100% indicam que o sistema está em prejuízo, logo, se gasta mais do que se arrecada.
- Valor igual a 100% indica que o valor gasto é o mesmo que o arrecadado (não há lucro nem prejuízo).
- Valores maiores que 100% indicam que o sistema gera lucros, logo, se gasta menos do que se arrecada.

Os valores apresentados para este indicador nos anos de 2012, 2013 e 2014 foram de 77,37%, 83,67% e 82,73%, respectivamente. Nota-se que, com o passar dos anos, houve oscilações no que diz respeito à eficiência financeira do setor, contudo o sistema estava em prejuízo, portanto, gastava-se mais do que se arrecadava. Estima-se que o ideal são valores maiores que 100%, porém próximos a 100%, pois indicam que o sistema gera certo lucro, porém com a taxa cobrada não superdimensionada.

2.2. Projeção e estimativas das demandas do Sistema de Abastecimento de Água

A fim de se estimar a demanda de água no município em um horizonte de 20 anos - de 2016 a 2036 - foram consideradas as projeções populacionais destes anos, bem como os dados mais recentes para o índice de perdas, o consumo per capita e o índice de atendimento.

Inicialmente, foi calculada a demanda per capita com as perdas, através da Equação 1, considerando-se que não haja redução de perdas de água ou aumento do consumo per capita.

$$d = \frac{q \times 100}{100 - IP}$$

Equação 1

Onde d = demanda per capita de água com as perdas (L/hab.dia);

q = consumo per capita de água (L/hab.dia);



IP = índice de perdas (%).

Em seguida, foi calculada a evolução da demanda, através da Equação 2, considerando-se as projeções populacionais e o incremento gradual do índice de atendimento até chegar a 100% em 2026.

$$D = \frac{d \times P \times IA}{10^5}$$

Equação 2

Onde D = demanda de água (m³/dia);

P = população projetada (hab.);

IA = índice de atendimento (%).

Com o cálculo da demanda de água, pode-se calcular a demanda máxima diária de água, multiplicando-se a demanda pelo $k_1 = 1,2$ (coeficiente de máxima vazão diária) (Jordão e Pessôa, 2005). E para o cálculo da reservação de água, dividiu-se a demanda de água máxima diária por três.

Além disso, estudou-se a rede de distribuição e calculou-se a extensão da rede de distribuição por habitante para realizar a projeção da rede ao longo do horizonte do plano.

Posteriormente, foi realizado o balanço entre oferta e demanda, subtraindo-se da oferta de água atual, as demandas calculadas.

Segundo dados de 2013 do SNIS, o consumo per capita de água no município é de 110,3L/hab.dia, o índice de perdas é igual a 15,35% e o índice de atendimento é de 100%.

Considerando que o consumo *per capita* de 110L/hab.dia está abaixo do consumo médio do país (166L/hab.dia) e que a tendência é que ao longo dos anos o município se desenvolva e que naturalmente o consumo de água *per capita* em Arapongas possa aumentar - apesar da real necessidade de redução do consumo de água no país e no mundo - adotou-se um aumento deste parâmetro para 150L/hab.dia, valor definido segundo Von Sperling (2005).

Vale ressaltar que esta estimativa não objetiva incentivar o aumento de consumo de água, mas sim antever que haverá uma melhoria na qualidade de vida das pessoas, e que naturalmente esta demandará um consumo maior de água. Caso não ocorra, a quantidade de água disponível poderá atender a uma população maior, além do período do Plano. As ações de educação ambiental e o incentivo ao consumo



consciente de água devem ser implementadas de qualquer maneira e continuamente no município, para a garantia da qualidade de vida das futuras gerações.

De acordo com o exposto, as metas relacionadas com a demanda de água serão as seguintes:

- Curto, médio e longo prazo - Manutenção do índice de perdas em 15% (de 4 a 20 anos).

Com base nestes valores, foi calculada a evolução da demanda de água para o sistema que atende à sede e ao distrito de Estevão de Araújo (Quadro 7 e Quadro 8).



Quadro 7 - Projeção da demanda futura para sede no cenário normativo

Ano	Consumo per capita (L/hab.dia)	Perdas (%)	Demanda per capita (L/hab.dia) (com perdas)	População projetada	Índice de atendimento (%)	População projetada atendida	Rede de distribuição projetada (km)	Demanda (m³/dia)	Demanda de água máxima diária (m³)	Reservação (m³)
2015	110	15	130	2.354	100	2.354	14,24	305,89	367,07	122,36
2016	112	15	132	2.393	100	2.393	14,48	316,18	379,42	126,47
2017	114	15	134	2.440	100	2.440	14,76	327,71	393,25	131,08
2018	116	15	136	2.484	100	2.484	15,03	339,03	406,84	135,61
2019	118	15	139	2.537	100	2.537	15,35	351,78	422,14	140,71
2020	120	15	141	2.581	100	2.581	15,62	363,49	436,19	145,40
2021	121	15	143	2.629	100	2.629	15,91	375,96	451,15	150,38
2022	123	15	145	2.679	100	2.679	16,21	388,92	466,70	155,57
2023	125	15	147	2.731	100	2.731	16,53	402,38	482,86	160,95
2024	127	15	150	2.783	100	2.783	16,84	416,28	499,54	166,51
2025	129	15	152	2.830	100	2.830	17,12	429,65	515,58	171,86
2026	131	15	154	2.881	100	2.881	17,43	443,85	532,62	177,54
2027	133	15	156	2.922	100	2.922	17,68	456,72	548,06	182,69
2028	135	15	159	2.979	100	2.979	18,03	472,30	566,76	188,92
2029	137	15	161	3.031	100	3.031	18,34	487,34	584,80	194,93
2030	139	15	163	3.074	100	3.074	18,60	501,14	601,37	200,46
2031	140	15	165	3.112	100	3.112	18,83	514,31	617,17	205,72
2032	142	15	168	3.157	100	3.157	19,10	528,82	634,58	211,53
2033	144	15	170	3.201	100	3.201	19,37	543,36	652,04	217,35
2034	146	15	172	3.244	100	3.244	19,63	557,93	669,52	223,17
2035	148	15	174	3.282	100	3.282	19,86	571,82	686,19	228,73
2036	150	15	176	3.324	100	3.324	20,11	586,59	703,91	234,64

Fonte: SHS, 2015



Quadro 8 - Projeção da demanda futura para Estevão de Araújo no cenário normativo

Ano	Consumo per capita (L/hab.dia)	Perdas (%)	Demanda per capita (L/hab.dia) (com perdas)	População projetada	Índice de atendimento (%)	População projetada atendida	Rede de distribuição projetada (km)	Demanda (m³/dia)	Demanda de água máxima diária (m³)	Reservação (m³)
2015	110	15	130	953	100	953	5,77	123,84	148,61	49,54
2016	112	15	132	959	100	959	5,80	126,71	152,05	50,68
2017	114	15	134	957	100	957	5,80	128,53	154,24	51,41
2018	116	15	136	958	100	958	5,80	130,75	156,90	52,30
2019	118	15	139	957	100	957	5,80	132,70	159,24	53,08
2020	120	15	141	957	100	957	5,80	134,78	161,73	53,91
2021	121	15	143	963	100	963	5,83	137,71	165,26	55,09
2022	123	15	145	966	100	966	5,85	140,24	168,28	56,09
2023	125	15	147	970	100	970	5,87	142,92	171,50	57,17
2024	127	15	150	965	100	965	5,87	144,34	173,21	57,74
2025	129	15	152	965	100	965	5,87	146,51	175,81	58,60
2026	131	15	154	969	100	969	5,87	149,29	179,14	59,71
2027	133	15	156	972	100	972	5,88	151,93	182,31	60,77
2028	135	15	159	975	100	975	5,90	154,58	185,50	61,83
2029	137	15	161	974	100	974	5,90	156,60	187,92	62,64
2030	139	15	163	977	100	977	5,91	159,28	191,13	63,71
2031	140	15	165	979	100	979	5,92	161,80	194,15	64,72
2032	142	15	168	974	100	974	5,92	163,15	195,78	65,26
2033	144	15	170	974	100	974	5,92	165,33	198,40	66,13
2034	146	15	172	969	100	969	5,92	166,66	199,99	66,66
2035	148	15	174	964	100	964	5,92	167,96	201,55	67,18
2036	150	15	176	966	100	966	5,92	170,47	204,56	68,19

Fonte: SHS, 2015



Ainda segundo os dados fornecidos pela ANA (2010), a capacidade de tratamento da ETA utilizada na sede é de 8L/s e, de acordo com a COPASA é captada uma vazão de 3,2L/s de água no distrito de Estevão de Araújo. Assim, considerando-se a capacidade máxima de operação da estação e de captação, obteve-se que a produção diária de água tratada na sede e no Estevão de Araújo é de 691,2m³/dia e 276,48m³/dia, respectivamente. A partir destes valores, realizou-se o balanço da oferta e demanda do sistema de abastecimento de água, considerando-se que a oferta não se altere até o final do horizonte de planejamento, foi realizado o balanço da oferta e demanda do sistema de abastecimento de água, de acordo com a projeção populacional analisada (Quadro 9 e Quadro 10).

Quadro 9 - Balanço da oferta e demanda do SAA para sede no cenário normativo

Ano de Referência	População projetada	Demanda (m ³ /dia)	Oferta (m ³ /dia)	Saldo (m ³ /dia)
2015	2.354	305,89	691,20	385,31
2016	2.393	316,18	691,20	375,02
2017	2.440	327,71	691,20	363,49
2018	2.484	339,03	691,20	352,17
2019	2.537	351,78	691,20	339,42
2020	2.581	363,49	691,20	327,71
2021	2.629	375,96	691,20	315,24
2022	2.679	388,92	691,20	302,28
2023	2.731	402,38	691,20	288,82
2024	2.783	416,28	691,20	274,92
2025	2.830	429,65	691,20	261,55
2026	2.881	443,85	691,20	247,35
2027	2.922	456,72	691,20	234,48
2028	2.979	472,30	691,20	218,90
2029	3.031	487,34	691,20	203,86
2030	3.074	501,14	691,20	190,06
2031	3.112	514,31	691,20	176,89
2032	3.157	528,82	691,20	162,38
2033	3.201	543,36	691,20	147,84
2034	3.244	557,93	691,20	133,27
2035	3.282	571,82	691,20	119,38
2036	3.324	586,59	691,20	104,61

Fonte: SHS, 2015



Quadro 10 - Balanço da oferta e demanda do SAA para Estevão de Araújo no cenário normativo

Ano de Referência	População projetada	Demanda (m ³ /dia)	Oferta (m ³ /dia)	Saldo (m ³ /dia)
2015	953	123,84	276,48	152,64
2016	959	126,71	276,48	149,77
2017	957	128,53	276,48	147,95
2018	958	130,75	276,48	145,73
2019	957	132,70	276,48	143,78
2020	957	134,78	276,48	141,70
2021	963	137,71	276,48	138,77
2022	966	140,24	276,48	136,24
2023	970	142,92	276,48	133,56
2024	965	144,34	276,48	132,14
2025	965	146,51	276,48	129,97
2026	969	149,29	276,48	127,19
2027	972	151,93	276,48	124,55
2028	975	154,58	276,48	121,90
2029	974	156,60	276,48	119,88
2030	977	159,28	276,48	117,20
2031	979	161,80	276,48	114,68
2032	974	163,15	276,48	113,33
2033	974	165,33	276,48	111,15
2034	969	166,66	276,48	109,82
2035	964	167,96	276,48	108,52
2036	966	170,47	276,48	106,01

Fonte: SHS, 2015

Neste cenário, foram obtidos saldos positivos ao longo de todo o plano, sem apresentar indícios de escassez hídrica, na sede e no distrito Estevão de Araújo. Conclui-se, portanto, que, se atingidas as metas, seria possível, neste caso, reduzir os gastos com a ampliação da ETA, assim como com o consumo de produtos químicos e energia elétrica utilizados no processo de tratamento.



2.2.1. Descrição dos principais mananciais e definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda

2.2.1.1. Sede

Atualmente, a captação da água destinada para o abastecimento público da sede é feita no córrego Félix. Este manancial pertence à bacia hidrográfica do rio Doce, mais especificamente na sub-bacia do rio Piranga.

Com o intuito de se avaliar a vazão disponível no córrego, foi calculada a vazão $Q_{7,10}$, que é a vazão mínima de sete dias de duração e período de retorno de 10 anos, com base nos dados fornecidos pelo Atlas Digital das Águas de Minas.

Conforme a Resolução nº 1548, de 29 de março 2012, da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), bem como do IGAM, o limite máximo da vazão de captação é de 50% da vazão $Q_{7,10}$ do manancial, ficando garantidos a jusante de cada derivação, fluxos residuais mínimos equivalentes a 50% da vazão $Q_{7,10}$. Sendo assim, foram comparados os valores das vazões outorgável e captada, como é apresentado no Quadro 11.

Quadro 11 - Vazões no manancial utilizado na sede

Manancial	$Q_{7,10}$ (L/s)	$Q_{outorgável}$ (L/s)	$Q_{captada}$ (L/s)
Córrego Félix	105,7	52,8	8,0

Fonte: SHS, 2015

Como pode ser verificada no quadro exposto, a vazão de captação é menor que a outorgável. Logo, conclui-se que a captação no local é realizada em conformidade com relação à resolução mencionada.

A fim de se averiguar o quadro do SAA no futuro, foi realizado um balanço entre a vazão outorgável do manancial utilizado atualmente e a demanda futura de água (Quadro 12).

Quadro 12 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial e a demanda futura da sede

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Córrego Félix	
2015	52,8	3,5
2016	52,8	3,7
2017	52,8	3,8
2018	52,8	3,9
2019	52,8	4,1
2020	52,8	4,2
2021	52,8	4,4
2022	52,8	4,5



Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Córrego Félix	
2023	52,8	4,7
2024	52,8	4,8
2025	52,8	5,0
2026	52,8	5,1
2027	52,8	5,3
2028	52,8	5,5
2029	52,8	5,6
2030	52,8	5,8
2031	52,8	6,0
2032	52,8	6,1
2033	52,8	6,3
2034	52,8	6,5
2035	52,8	6,6
2036	52,8	6,8

Fonte: SHS, 2015

Os resultados apontam que a demanda de água aumenta ao longo do plano devido ao crescimento da população local, porém este valor não excede o valor da vazão outorgável.

Vale ressaltar que a vazão de captação é maior que a de demanda. No caso do ano de 2015, por exemplo, observa-se que existe uma diferença de 56% entre as duas vazões. Isso pode ser devido ao fato de o município de Araponga não possuir o valor exato do índice de perdas na distribuição como já mencionado anteriormente. Logo, assumindo-se, como um fator de segurança, que haja a mesma diferença de taxa entre as duas vazões até o final do plano, conclui-se que a vazão de captação ao fim do plano seria de 15,3L/s. Sendo assim, pode-se verificar que não há indícios de que a vazão captada ultrapassará o valor da vazão outorgável.

Além disso, paralelamente ao crescimento da demanda do abastecimento público, é possível que seja necessária a instalação de novos equipamentos capazes de atender maiores vazões que serão captadas no futuro.

A despeito da importância do conhecimento da qualidade da água dos corpos hídricos, não foram encontradas informações referentes ao trecho do córrego em questão pertencente ao município para se verificar a potabilidade da água que é utilizada para o abastecimento. Logo, é necessário realizar análises laboratoriais da água captada para saber se a água utilizada é adequada para o abastecimento.

Quanto a mananciais alternativos, ao se avaliar, de forma preliminar, as condições de viabilidade econômico-financeira e de segurança no que concerne à



qualidade da água, a melhor solução para a captação de água visando o abastecimento público seria o manancial subterrâneo, visto que seu empreendimento, via de regra, é menos oneroso ao município que a captação superficial feita em locais ermos e distantes dos pontos de tratamento e distribuição. Também é comum que a qualidade da água do manancial subterrâneo supere a do manancial superficial. Nesse sentido, propõe-se que sejam perfurados poços próximos à ETA ou à captação atual, primeiro para verificar a possibilidade de se manter a captação subterrânea como reserva da superficial para ser utilizada em casos de emergência ou de contingência (reparos, etc.) e, caso seja necessário, verificar a possibilidade mesma de substituição do atual manancial, caso os testes de qualidade e quantidade forem favoráveis.

Além disso, o presente PMSB propõe um manancial superficial alternativo para a captação que seja adequado para o abastecimento público da sede. Para tanto foram considerados os seguintes critérios:

- Proximidade com a sede: o manancial deve se localizar próximo ao município para se reduzir o gasto no sistema de adução, além de diminuir a perda de água durante este processo.
- Disponibilidade hídrica: a vazão outorgável calculada a partir da $Q_{7,10}$ do manancial deve atender a demanda da população.
- Qualidade da água: o manancial deve apresentar qualidade adequada para ser destinada ao consumo humano, assim, considerou-se:
 - Mata ciliar deve estar bem conservada, a fim de se garantir uma melhor qualidade da água do manancial.
 - Ponto de captação em corpo hídrico que não receba esgotos ou efluentes de indústrias.

Considerando-se estes critérios, foi selecionado um ponto de captação no córrego dos Pereiras. A localização do ponto de captação sugerido é mostrada na Figura 8 e na Figura 9.



Figura 8 - Localização do antigo ponto de captação e o novo ponto proposto para a sede



Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

Figura 9 - Visão panorâmica do local proposto para a sede



Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)



O local mostrado nas figuras fica a cerca de 2,5km de distância da ETA e da captação do ribeirão Félix. Assim, será preciso verificar as possibilidades de adução de 2,5km até a ETA ou até a captação atual mais próxima (2,5km) para aproveitar traçado original.

O Quadro 13 apresenta os dados referentes ao manancial, os quais foram obtidos no Atlas Digital das Águas de Minas e com o uso da ferramenta AutoCAD. Com base na vazão outorgável do corpo hídrico, foi feita a comparação entre esta e a demanda futura, como é mostrada no Quadro 14.

Quadro 13 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para a sede

Manancial	Coordenadas UTM - Pontos avaliados		Área da bacia de contribuição (km ²)	Vazões (L/s)	
	Sul	Leste		Q _{7,10}	Q _{outorgável}
Córrego dos Pereiras	7.710.673 m	759.757 m	3,6	13,94	6,97

Fonte: SHS (2015)

Quadro 14 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para a sede e a demanda futura

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Córrego dos Pereiras	Total
2015	6,97	3,5
2016	6,97	3,7
2017	6,97	3,8
2018	6,97	3,9
2019	6,97	4,1
2020	6,97	4,2
2021	6,97	4,4
2022	6,97	4,5
2023	6,97	4,7
2024	6,97	4,8
2025	6,97	5,0
2026	6,97	5,1
2027	6,97	5,3
2028	6,97	5,5
2029	6,97	5,6
2030	6,97	5,8
2031	6,97	6,0
2032	6,97	6,1
2033	6,97	6,3
2034	6,97	6,5
2035	6,97	6,6
2036	6,97	6,8

Fonte: SHS (2015)



Como pode ser verificado no quadro apresentado, a vazão outorgável do novo manancial proposto é suficiente para atender as demandas atuais e futuras, mesmo com o aumento da mesma.

A qualidade do rio no ponto em questão é considerada de classe 2 conforme o PIRH - Bacia do Rio Doce (2010). Todavia, existe a necessidade de aferir novamente a qualidade neste ponto.

2.2.1.2. Estevão de Araújo

Diferentemente da sede, no distrito de Estevão de Araújo, a captação é realizada em manancial subterrâneo, através de poço de captação.

A projeção feita aponta que a demanda de água aumenta futuramente, devido ao possível aumento do consumo. Uma vez que a vazão captada atualmente atende toda a população urbana do local no cenário atual, pode ser que o poço tenha capacidade de atender a demanda futura.

No entanto, deve haver o estudo do manancial subterrâneo, a fim de se saber se este tem oferta de água o suficiente para ser utilizada para captação de água futuramente.

Além disso, o presente PMSB propõe um manancial superficial alternativo para a captação que seja adequado para o abastecimento público do distrito. Para tanto, foram considerados os mesmos critérios para a sede.

Considerando-se estes critérios, foi selecionado um ponto de captação no córrego das Bicas. A localização do ponto de captação sugerido é mostrada na Figura 10 e na Figura 11.

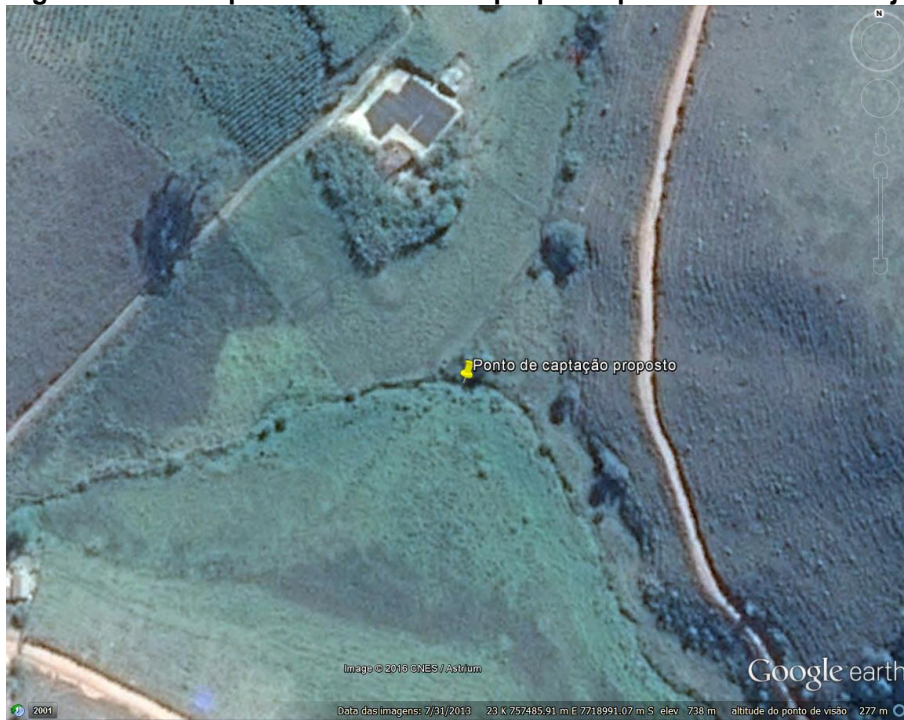


Figura 10 - Localização do novo ponto proposto para Estevão de Araújo



Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

Figura 11 - Visão panorâmica do local proposto para Estevão de Araújo



Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)



O local mostrado nas figuras fica a cerca de 400m de distância do atual reservatório. Assim, será preciso verificar a possibilidade de adução de 400m até a futura ETA no local do atual reservatório para aproveitar a topografia.

O Quadro 15 apresenta os dados referentes ao manancial, os quais foram obtidos no Atlas Digital das Águas de Minas e com o uso da ferramenta AutoCAD. Com base na vazão outorgável do corpo hídrico, foi feita a comparação entre esta e a demanda futura, como é mostrada no Quadro 16.

Quadro 15 - Dados referentes ao manancial de captação proposto para Estevão de Araújo

Manancial	Coordenadas UTM - Pontos avaliados		Área da bacia de contribuição (km ²)	Vazões (L/s)	
	Sul	Leste		Q _{7,10}	Q _{outorgável}
Córrego das Bicas	7.718.974 m	757.452 m	64,00	256,60	128,30

Fonte: SHS (2015)

Quadro 16 - Balanço entre a vazão outorgável no manancial recomendado para Estevão de Araújo e a demanda futura

Ano	Vazão outorgável (L/s)	Demanda (L/s)
	Córrego das Bicas	Total
2015	128,30	1,43
2016	128,30	1,47
2017	128,30	1,49
2018	128,30	1,51
2019	128,30	1,54
2020	128,30	1,56
2021	128,30	1,59
2022	128,30	1,62
2023	128,30	1,65
2024	128,30	1,67
2025	128,30	1,70
2026	128,30	1,73
2027	128,30	1,76
2028	128,30	1,79
2029	128,30	1,81
2030	128,30	1,84
2031	128,30	1,87
2032	128,30	1,89
2033	128,30	1,91
2034	128,30	1,93
2035	128,30	1,94
2036	128,30	1,97

Fonte: SHS (2015)



Como pode ser verificado no quadro apresentado, a vazão outorgável do novo manancial proposto é suficiente para atender as demandas atuais e futuras, mesmo com o aumento da mesma.

A qualidade do rio no ponto em questão é considerada de classe 2 conforme o PIRH - Bacia do Rio Doce (2010). Todavia, existe a necessidade de aferir novamente a qualidade neste ponto.

2.2.1.3. Área rural

Em relação às áreas rurais, são empregadas soluções isoladas, como captação em poços. Em muitos casos, a água é captada e direcionada diretamente para o abastecimento sem antes passar por processo de tratamento.

Nestes casos em que são utilizados os poços de captação, deve-se realizar o tratamento por desinfecção pelo processo de cloração antes do seu consumo.

O cloro é um produto de baixo custo e tem a capacidade de eliminar as bactérias patogênicas presentes na água. Para a aplicação na etapa de desinfecção da água, o cloro deve ser dosado em concentrações corretas.

Uma das opções de estrutura de tratamento por cloração que pode ser utilizado em áreas rurais é o *Clorador EMBRAPA*. Este equipamento de adição de cloro pode ser construído com baixo custo (aproximadamente R\$ 50,00) e utilizando-se materiais de fácil acesso (casas de construção). O funcionamento se dá pela aplicação diária de 1,5g a 2g de hipoclorito de cálcio a cada metro cúbico de água, atendendo assim à Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde. A Figura 12 ilustra esquematicamente como se dá este sistema de cloração.

Figura 12 - Esquema do sistema de cloração desenvolvido pela Embrapa



Fonte: Embrapa (2013)

Como pode ser visto na ilustração sobre o equipamento, a água captada passa pelo processo de cloração e então deve ser encaminhada para o reservatório. Do reservatório, a água então deve ser distribuída às residências.

Além dos processos adequados de perfuração dos poços, captação e tratamento, deve haver a manutenção adequada dos mesmos. A EMATER-MG recomenda que sejam feitas a limpeza e a desinfecção dos poços ao menos uma vez ao ano.

2.3. Objetivos, metas, ações e estimativa de custos

Considerando-se a metodologia SWOT, o setor de abastecimento de água foi submetido à análise das forças e fraquezas, oportunidades e ameaças que atuam sobre ele para subsidiar o estabelecimento de objetivos que levem à sua adequação em 20 anos.



Quadro 17 - Matriz SWOT do Sistema de Abastecimento de Água (SAA)

	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
Ambiente Interno	<p>FORÇAS</p> <p>1. Atendimento da demanda - Atendimento de 100% da demanda na área urbana (SNIS, 2013).</p> <p>2. Perfil Institucional - Existência da COPASA atendendo a sede e o distrito de Estevão do Araújo.</p> <p>3. Sistema Operacional - Existência de rotina de manutenção do SAA. - Áreas de captação cercadas e sinalizadas.</p> <p>4. Sistema de Informações - Existência de sistematização para a coleta, armazenamento e recuperação de dados administrativos e operacionais mantidos pela COPASA.</p> <p>5. Legislação e normatização do setor - Há outorga para captação de águas na sede e no distrito.</p>	<p>1. Atendimento da demanda</p> <p>2. Perfil Institucional</p> <p>3. Sistema Operacional</p> <p>4. Sistema de Informações</p> <p>5. Legislação e normatização do setor</p> <p>6. Sustentabilidade econômica</p>	<p>FRAQUEZAS</p> <p>3. Sistema Operacional - Lodo da ETA é lançado sem tratamento em corpo hídrico. - Ausência de procedimento sistematizado para análise da água dos poços da área rural.</p>
	<p>OPORTUNIDADES</p> <p>5. Legislação e normatização do setor - Atendimento às Leis Federais 11.445/07 e 12.305/10 e aos seus decretos regulamentadores.</p> <p>6. Sustentabilidade econômica - Existência da cobrança pelo uso da água.</p>		<p>AMEAÇAS</p> <p>3. Sistema Operacional - Área próxima à captação com APPs não conservadas.</p> <p>6. Sustentabilidade econômica - Sistema trabalha em déficit financeiro.</p>
Ambiente Externo			



A partir daí, foram estabelecidos cinco objetivos. São eles:

- Objetivo 1.** Atender com água potável a 100% dos domicílios urbanos de forma ininterrupta e monitorar a qualidade da água consumida em 100% dos domicílios rurais e de sistemas particulares.
- Objetivo 2.** Reduzir as perdas e usar racionalmente a água.
- Objetivo 3.** Implementar para o SAA do município uma gestão eficiente no que concerne aos aspectos administrativos, operacionais, financeiros e de planejamento estratégico e sustentabilidade, além de definir instrumentos legais que garantam a regulação do mesmo e a observação das diretrizes aprovadas no presente PMSB.
- Objetivo 4.** Alcançar o pleno atendimento à legislação ambiental aplicável em todos os subprocessos integrantes do SAA (captação, adução, tratamento, reservação e distribuição).
- Objetivo 5.** Estabelecer instrumentos de comunicação com a sociedade e de mobilização social, e promover ações para avaliação da percepção dos usuários e para promoção de educação ambiental.

No Quadro 18 são apresentadas as metas para cada objetivo proposto, de forma sistematizada, além dos prazos para cada meta.



Quadro 18 - Objetivos e metas do Sistema de Abastecimento de Água (SAA)

Objetivo	Metas	Prazo
1. Atender com água potável a 100% dos domicílios urbanos de forma ininterrupta e monitorar a qualidade da água consumida em 100% dos domicílios rurais e de sistemas particulares.	1.1. Atingir atendimento de 100% da área urbana de forma ininterrupta.	Imediato
	1.2. Possuir sistemas adequados para atender às comunidades rurais agrupadas.	Imediato
	1.3. Possuir mecanismos para manutenção preventiva e corretiva e para armazenamento e recuperação de dados sobre os procedimentos realizados.	Imediato
	1.4. Monitorar a qualidade da água.	Longo
2. Reduzir as perdas e usar racionalmente a água.	2.1. Instalar instrumentos de macro e micro medição em todos os SAAs do município para aferição de índice de perdas e de consumo <i>per capita</i> .	Imediato
	2.2. Manter em 15% o valor do índice de perdas.	Curto
	2.3. Manter em 15% o valor do índice de perdas.	Médio
	2.4. Manter em 15% o valor do índice de perdas.	Longo
3. Implementar para o SAA do município uma gestão eficiente no que concerne aos aspectos administrativos, operacionais, financeiros e de planejamento estratégico e sustentabilidade, além de definir instrumentos legais que garantam a regulação do mesmo e a observação das diretrizes aprovadas no presente PMSB.	3.1. Adequar o sistema gerencial do SAA por meio do planejamento estratégico e da sistematização e interação das atividades de operação, ampliação e modernização da infraestrutura e da gestão político-institucional e financeira do setor.	Curto
	3.2. Alcançar um desempenho financeiro satisfatório.	Médio
	3.3. Alimentar o sistema de informações do SAA com indicadores atualizados, respeitando a periodicidade dos mesmos.	Longo



Objetivo	Metas	Prazo
4. Alcançar o pleno atendimento à legislação ambiental aplicável em todos os subprocessos integrantes do SAA (captação, adução, tratamento, reservação e distribuição).	4.1. Atender à legislação relacionada à operação do SAA.	Imediato
	4.2. Regularizar todas as outorgas de direito de uso de recursos hídricos e licenças ambientais da infraestrutura existente.	Imediato
	4.3. Garantir o acompanhamento da regularidade da validade das outorgas e licenças ambientais da infraestrutura existente e a ser instalada, relacionadas ao SAA.	Longo
5. Estabelecer instrumentos de comunicação com a sociedade e de mobilização social, e promover ações para avaliação da percepção dos usuários e para promoção de educação ambiental.	5.1. Informar a população sobre assuntos relacionados à gestão do SAA e garantir sua participação em processos de tomada de decisão.	Longo
	5.2. Sensibilizar a população sobre questões de escassez de água.	Longo
	5.3. Possuir canais de comunicação com a população.	Longo
	5.4. Obter respostas satisfatórias em 100% das pesquisas de satisfação.	Longo



O Quadro 19 apresenta as ações propostas para adequar o sistema de abastecimento de água, seus respectivos prazos de execução, o custo estimado de cada ação e a descrição dos critérios de formação desse custo. Para a implantação de todas as ações previstas neste setor, ao longo de vinte anos, serão necessários **R\$ 7.269.000,00** (sete milhões, duzentos e sessenta e nove mil reais).



Quadro 19 - Orçamento e plano de execução das ações do Sistema de Abastecimento de Água

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
1.1.1.01	Ação 1: Realizar cadastro minucioso do sistema de abastecimento de água da sede e distrito.	X				120.000,00	C= Estimativa mínima de rede a ser cadastrada x *custo unitário (m) de cadastro de rede. Fonte: Banco de Obras e Serviços da SABESP, 2015, ref: *cadastro de redes=R\$ 2,28/m Estimativa mínima a ser cadastrada: 50 km
1.1.1.02	Ação 2: Projetar, a partir do cadastro do sistema, as novas infraestruturas e ampliações necessárias para atender o restante da população da área urbana, além das ampliações já previstas.	X				200.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
1.1.1.03	Ação 3: Realizar obras para atender aos projetos da Ação 1.1.1.02 e às ampliações já previstas.	X	X			1.000.000,00	C= obras lineares (m)x custo unitário de tubulação (m) Fonte: Banco de preços de obras e serviços de engenharia da SABESP, 2015 ref: R\$ 104,82/m
1.1.1.04	Ação 4: Avaliar continuamente a necessidade de novas ampliações em todos os sistemas do município.	X	X	X	X	40.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 330 horas
1.1.2.05	Ação 5: Fazer cadastro minucioso de todos os sistemas presentes nas localidades rurais agrupadas (captação, adução, tratamento, reservação e rede de distribuição).	X				150.000,00	C= Estimativa mínima de rede a ser cadastrada x *custo unitário (m) de cadastro de rede. Fonte: Banco de Obras e Serviços da SABESP, 2015, ref: *cadastro de redes=2,28/m Estimativa mínima a ser cadastrada: 65 k
1.1.2.06	Ação 6: Avaliar os sistemas, a partir do cadastro, quanto a sua funcionalidade e necessidade de novas instalações e ampliações.	X				40.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 330 horas
1.1.2.07	Ação 7: Projetar, a partir da avaliação, as novas instalações e ampliações necessárias.	X				140.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
1.1.2.08	Ação 8: Realizar obras para atender aos projetos da Ação 1.1.2.07.	X	X			880.000,00	C C= obras lineares (m)x custo unitário de tubulação (m) Fonte: Banco de preços de obras e serviços de engenharia da SABESP, 2015 ref: R\$ 104,82/m



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
1.1.3.09	Ação 9: Elaborar, a partir do cadastro minucioso dos sistemas, plano de manutenção preventiva para o município, contendo mecanismos sistemáticos para substituição de tubulações antigas, avaliação contínua e monitoramento das redes de distribuição para controle de incrustações, substituição de bombas, equipamentos eletrônicos e mecânicos, entre outros.	X				70.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 235,64 Quantidade mínima de horas de dedicação: 80 horas/ano
1.1.3.10	Ação 10: Implantar as ações do plano de manutenção preventiva.	X				1030.000,00	C= valor homem-hora (técnico)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 71,98 Quantidade mínima de horas de dedicação: 1700 horas/ano Nº de técnicos: 2
1.1.4.11	Ação 11: Cadastrar as propriedades rurais isoladas de acordo com o tipo de captação, tipo de tratamento, infraestrutura instalada e demanda da propriedade (Programa de Aferição da Qualidade da Água Rural).	X				60.000,00	C= Estimativa mínima de rede a ser cadastrada x *custo unitário (m) de cadastro de rede Fonte: Banco de Obras e Serviços da SABESP, 2015, ref: *cadastro de redes=2,28/m Estimativa mínima a ser cadastrada: 30 km
1.1.4.12	Ação 12: Suprir a demanda estrutural das propriedades cadastradas (Programa de Aferição da Qualidade da Água Rural).	X	X			500.000,00	C= n° domicílios rurais x custo unitário de cisterna Fonte: Leroy Merlin 2016 ref:R\$ 1250,00/unidade
1.1.4.13	Ação 13: Controlar a qualidade da água por meio da disponibilização de resultados de análises físico-químicas no Sistema de Informações (Programa de Aferição da Qualidade da Água Rural).	X	X	X	X	600.000,00	C= n° domicílios rurais x custo de KIT para determinação de potabilidade da água em zona rural x frequência de coleta x período de tempo Fonte: UFMG, 2015 ref: R\$ 25,00/kit
1.2.1.14	Ação 14: Avaliar a situação atual dos sistemas de macromedição e micromedição do município quanto a sua funcionalidade e necessidade de substituições e novas instalações.	X				60.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 235,64 Quantidade mínima de horas de dedicação: 260 horas
1.2.1.15	Ação 15: Realizar novas instalações, substituições e ampliações dos sistemas de macro e micromedição.	X				250.000,00	C= estimativa da quantidade mínima necessária x custo unitário médio do hidrômetro Fonte: Banco de preços de Insumos da SABESP, 2015 ref: média dos preços dos hidrômetros



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
1.2.2.16	Ação 16: Avaliar a necessidade de regulamentar o uso da água distribuída à população a fim de possibilitar a penalização do desperdício e/ou bonificação das boas práticas.	X				15.000,00	C= valor homem-hora (advogado sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 212,74 Quantidade mínima de horas de dedicação: 70 horas
1.2.2.17	Ação 17: Regulamentar, caso a Ação 1.2.2.16 conclua que sim, o uso da água distribuída à população, a fim de possibilitar a penalização do desperdício e/ou bonificação das boas práticas, conforme foi avaliado.	X				10.000,00	C= valor homem-hora (advogado sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 212,74 Quantidade mínima de horas de dedicação: 50 horas
1.2.4.18	Ação 18: Reavaliar a setorização dos sistemas do município para equalização das pressões, com delimitação de bairros e setores a fim de reduzir problemas na distribuição e diminuir as perdas e paralisações.	X	X			20.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Sênior)* x horas trabalhadas * Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 235,64 Quantidade mínima de horas de dedicação: 90 horas
1.2.4.19	Ação 19: Implantar campanhas contínuas de monitoramento e fiscalização de ligações clandestinas e residências não interligadas à rede (Programa "Caça Gato").	X	X	X	X	*	
1.3.1.20	Ação 20: Implementar melhorias contínuas no sistema de macro e micromedição, contemplando principalmente as necessidades de substituições e novas instalações advindas da evolução tecnológica.	X	X	X	X	200.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Sênior*) x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 235,64 Quantidade mínima de horas de dedicação: 280 horas/ano
1.3.1.21	Ação 21: Avaliar as possibilidades de gestão.	X				*	
1.3.1.22	Ação 22: Implementar novo modelo de gestão adotado, caso a Ação 1.3.1.21 tenha concluído pela modificação do modelo de gestão atual.	X				150.000,00	C=homem-hora (engenheiro sênior)* x horas trabalhadas + homem-hora (advogado sênior)** x horas trabalhadas + homem-hora (técnico nível superior)***x horas trabalhadas Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R\$ 235,64; ** 212,74 ; ***R\$ 71,98 Quantidade mínima de horas de dedicação: *120 horas/ano; **120horas/ano; *** 140 horas/ano



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
1.3.1.23	Ação 23: Atualizar continuamente o levantamento cadastral dos sistemas de abastecimento de água de todo o município.	X	X	X	X	*	
1.3.1.24	Ação 24: Atualizar a legislação municipal com estabelecimento de diretrizes para novos empreendimentos imobiliários, de forma a planejar melhor a expansão dos sistemas de abastecimento de água.	X				*	
1.3.1.25	Ação 25: Avaliar constantemente o quadro de funcionários para verificar a necessidade de contratações frente às novas instalações e ampliações dos sistemas.	X	X	X	X	*	
1.3.1.26	Ação 26: Realizar com periodicidade programada a capacitação dos funcionários (atuais e novos) conforme as novas instalações dos sistemas de abastecimento de água, substituições e novas práticas.	X	X	X	X	100.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 80 horas
1.3.1.27	Ação 27: Elencar as possibilidades de entidade reguladora para o SAA e escolher a ideal para o município.	X				*	
1.3.2.28	Ação 28: Iniciar as atividades com a entidade reguladora.	X				*	
1.3.2.29	Ação 29: Atender rigorosamente às diretrizes estabelecidas pela Agência Reguladora.	X	X	X	X	*	
1.3.2.30	Ação 30: Avaliar continuamente o indicador de desempenho, a fim de buscar melhorias de gestão financeira.	X	X	X	X	5.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 40 horas



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
1.3.2.31	Ação 31: Avaliar continuamente gastos com energia elétrica do sistema, realizando substituição de equipamentos que tenham maior consumo energético por equipamentos de menor consumo.	X	X	X	X	60.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 25 horas/ano
1.3.3.32	Ação 32: Avaliar continuamente gastos com produtos químicos utilizados nos sistemas, realizando substituição de equipamentos que tenham melhor eficiência na aplicação automatizada dos produtos, redução do desperdício no armazenamento, transporte e manejo do estoque.	X	X	X	X	3.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 30 horas
1.4.1.33	Ação 33: Implantar campanhas de renegociação de dívidas dos usuários, contendo mecanismos para informar a população e realizar eventos específicos em praças ou locais públicos para encontro dos usuários com os responsáveis pelo SAA para viabilizar a negociação das dívidas.	X	X	X	X	*	
1.4.1.34	Ação 34: Definir funcionários, dentro da Prefeitura Municipal, que sejam responsáveis por organizar os dados operacionais e administrativos do setor de abastecimento do município e alimentar o Sistema Municipal de Informações (SMIS) e, conseqüentemente, o SNIS.	X				*	
1.4.1.35	Ação 35: Projetar uma Central de Gerenciamento de Resíduos para destinação adequada dos resíduos advindos da ETA da sede e do distrito.	X				100.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc.)
1.4.1.36	Ação 36: Executar obras da Central de Gerenciamento de Resíduos da ETA.	X				200.000,00	C= estimativa do tamanho mínimo necessário x custo unitário obra civil Fonte: Banco de preços de obras e serviços de engenharia da SABESP, 2015 ref: Colocação de tijolo no leito de secagem R\$ 14,00 m ²



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
1.4.2.37	Ação 37: Impedir, após o início do funcionamento da central, o lançamento de resíduos da ETA no corpo hídrico.	X				*	
1.4.2.38	Ação 38: Garantir que todas as novas ETAs do município tenham Central de Gerenciamento de Resíduos.	X				*	
1.4.3.39	Ação 39: Elaborar estudo para avaliação da legislação municipal, estadual e federal, com o propósito de identificar lacunas ainda não regulamentadas, inconsistências internas e outras complementações necessárias.	X				15.000,00	C= valor homem-hora (advogado sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 212,74 Quantidade mínima de horas de dedicação: 70 horas
1.4.3.40	Ação 40: Realizar os estudos técnicos necessários para regularização das portarias de outorga de direito de uso dos recursos hídricos e licenciamento das unidades dos sistemas de abastecimento de água atuais e protocolar as solicitações junto aos órgãos competentes.	X				20.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 50 horas/ano
1.5.1.41	Ação 41: Realizar os estudos técnicos necessários para a obtenção das portarias de outorga de direito de uso dos recursos hídricos e licenciamento das unidades do SAA a serem instaladas quando da ampliação do sistema e protocolar as solicitações junto aos órgãos competentes.	X	X	X	X	20.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 170 horas
1.5.2.42	Ação 42: Verificar os prazos de validade e promover estudos complementares para manutenção das portarias de outorga de direito de uso dos recursos hídricos e das licenças ambientais.	X	X	X	X	*	
1.5.3.43	Ação 43: Realizar periodicamente eventos públicos (como audiências), com o intuito de informar a população sobre a situação dos SAAs no município e receber sugestões/reclamações.	X	X	X	X	60.000,00	C=número de eventos X preço das conveniências *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R\$ 27,00/pessoa Nº eventos: 4/ano Nº médio de participantes: 30 pessoas



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
1.5.3.44	Ação 44: Realizar eventos e oficinas sobre Educação Ambiental para a conscientização da população sobre o uso racional da água e conservação dos recursos hídricos, principalmente a conservação das nascentes e cursos d'água que são utilizados para abastecimento. Organizar visitas educativas às ETAs do município.	X	X	X	X	60.000,00	C=número de eventos X preço das conveniências *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R\$ 27,00/pessoa Nº eventos: 4/ano Nº médio de participantes: 30 pessoas
1.5.3.45	Ação 45: Criar um site, perfil em rede social ou em aplicativo de mensagens instantâneas próprio da prefeitura, que permita a interação com o usuário.	X				1.000,00	C= valor homem-hora (web designer)* x horas trabalhadas x nº de profissionais necessários *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 117,45 Quantidade mínima de horas de dedicação: 8 horas
1.5.4.46	Ação 46: Atualizar os respectivos sites ou perfis em redes sociais.	X	X	X	X	*	
1.5.4.47	Ação 47: Implementar um Sistema de Atendimento ao Consumidor (SAC) e cadastro das reclamações da população feitas à prefeitura, sobre questões relacionadas ao SAA, buscando o atendimento às demandas de maneira mais rápida e eficiente do praticado atualmente.	X	X	X	X	960.000,00	C=homem-hora (analista de suporte técnico sênior)* x horas trabalhadas + homem-hora (administrador de banco de dados)** x horas trabalhadas + homem-hora (secretária plena nível superior)***x horas trabalhadas Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R\$ 150,79; ** 174,61 ; ***R\$ 80,87 Quantidade mínima de horas de dedicação: *130 horas/ano; **115 horas/ano; ***125 horas/ano
1.5.4.48	Ação 48: Realizar periodicamente pesquisas de satisfação com a população para obter <i>feedbacks</i> dos serviços prestados, de maneira a verificar os pontos passíveis de melhorias.	X	X	X	X	130.000,00	C=SM*x nº entrevistadoresx20 anos *SM: valor do salário mínimo nacional vigente pago uma vez ao ano Nº de entrevistadores: 8 pessoas

(s/o/m/a) = nº do setor / nº do objetivo / nº da meta / nº da ação.

7.269.000,00

*Dependente de outras ações que possuem custos próprios estimados



2.4. Detalhamento de programas, projetos e ações

2.4.1. Programa “Caça Gato”

O Programa “Caça Gato” viria para auxiliar no combate de casos de ligações clandestinas na rede de abastecimento de água, comumente conhecidos como “gatos”. Neste caso, há a necessidade de legislação específica, que regulamente as ligações como infração e estabeleça meios de punição do infrator. Assim ficaria a cargo da:

O Programa “Caça Gato” viria para auxiliar no combate de casos de ligações clandestinas na rede de abastecimento de água, comumente conhecidos como “gatos”. Neste caso, há a necessidade de legislação específica, que regulamente as ligações como infração e estabeleça meios de punição do infrator. Assim ficaria a cargo da:

- Prefeitura Municipal: fornecer informações existentes, disponibilizando estrutura para ação social, como a disponibilização de agentes sociais e educadores para dialogarem com os cidadãos, principalmente os infratores, salas para realização de reuniões, etc.
- COPASA: fornecer informações existentes, estrutura técnica e disponibilizando, principalmente, técnicos para visitas a campo e vistorias periódicas.
- Câmara Municipal: legislar sobre o assunto para fornecer instrumentos legais para o controle do problema.

2.4.2. Localidades rurais

No município existem localidades rurais que, em sua maioria, utilizam captações subterrâneas, conforme identificado no diagnóstico.

Em cada localidade deverão ser coletadas, inicialmente, informações quanto à situação atual de abastecimento de água, principalmente quanto à infraestrutura instalada e ao atendimento da demanda da população de maneira satisfatória. Posteriormente, será necessário avaliar as condições de reaproveitamento dos equipamentos e a solução ideal para cada localidade, ou seja, implantar solução coletiva ou individual, manancial a ser explorado, tipo de tratamento, etc.

A seguir são apresentadas as possíveis situações das localidades e quais ações devem-se tomar.



2.4.2.1. Sistema de abastecimento coletivo com captação subterrânea

O manancial mais utilizado é o subterrâneo, portanto, em locais onde já existem as captações seriam necessárias as seguintes ações:

1. Efetuar novo teste de vazão no poço.
2. Analisar a água para verificar as atuais condições do poço em funcionamento.
3. Implantar tratamento adequado das águas (geralmente apenas cloretação e fluoretação).
4. Verificar a capacidade de reservação e substituir e/ou ampliar capacidade, se necessário.
5. Automatizar o sistema.
6. Verificar condições da rede de distribuição e substituir e/ou ampliar, se necessário.
7. Implantar padrões de água com cavaletes para hidrômetros.
8. Avaliar necessidade de cobrança dos usuários.
9. Administrar sistema (Prefeitura).

2.4.2.2. Sistema de abastecimento coletivo com captação superficial

Apesar de o manancial superficial ser menos explorado nas localidades rurais, ainda há a possibilidade de haver sistemas que utilizem captações em nascentes e/ou cursos d'água, portanto, em locais onde já existem as captações seriam necessárias as seguintes ações:

1. Efetuar novo estudo de oferta do manancial já explorado.
2. Analisar a água para verificar as atuais condições.
3. Implantar tratamento adequado das águas.
4. Verificar a capacidade de reservação e substituir e/ou ampliar capacidade, se necessário.
5. Automatizar o sistema.
6. Verificar condições da rede de distribuição e substituir e/ou ampliar, se necessário.
7. Implantar padrões de água com cavaletes para hidrômetros.
8. Avaliar necessidade de cobrança dos usuários.



9. Administrar sistema (Prefeitura).

2.4.2.3. Abastecimento de água individualizado

Existem localidades rurais onde o agrupamento está se formando ou já está estabelecido, porém cada residência ou um pequeno grupo delas realiza seu próprio abastecimento de água. Nesses casos deve-se:

1. Efetuar estudo de viabilidade de sistema coletivo.

- a. Caso o estudo não conclua favoravelmente a implantar sistema coletivo, continuar o sistema individualizado e aderir ao Programa de Aferição da Qualidade da Água Rural.
- b. Caso o estudo conclua favoravelmente a implantar sistema coletivo, primeiramente perfurar poços profundos, efetuar teste de vazão e analisar a qualidade da água.

i. Caso as análises sejam satisfatórias:

1. Implantar tratamento adequado das águas (geralmente apenas cloração e fluoretação).
2. Verificar a capacidade de reservação e substituir e/ou ampliar capacidade, se necessário.
3. Automatizar o sistema.
4. Verificar condições da rede de distribuição e substituir e/ou ampliar, se necessário.
5. Implantar padrões de água com cavaletes para hidrômetros.
6. Avaliar necessidade de cobrança dos usuários.
7. Administrar sistema (Prefeitura).

ii. Caso as análises não sejam satisfatórias:

1. Efetuar estudo de oferta de manancial superficial próximo.
2. Analisar a água para verificar as atuais condições.
3. Implantar tratamento adequado das águas.
4. Verificar a capacidade de reservação e substituir e/ou ampliar capacidade, se necessário.
5. Automatizar o sistema.



6. Verificar condições da rede de distribuição e substituir e/ou ampliar, se necessário.
7. Implantar padrões de água com cavaletes para hidrômetros.
8. Avaliar necessidade de cobrança dos usuários.
9. Administrar sistema (Prefeitura).

2.4.3. Programa de Aferição da Qualidade da Água Rural (PAQAR)

O Programa de Aferição da Qualidade da Água Rural seria fruto da parceria entre Secretaria da Saúde/Vigilância Sanitária, Secretaria da Educação, Assistência Social e COPASA, na qual seria formado um grupo de trabalho composto por agentes de saúde, agentes sociais, educadores de escolas da área rural e técnicos sanitaristas para efetuarem mutirões nas propriedades rurais isoladas do município para aferir a qualidade da água que abastece as propriedades e levarem conhecimento à população residente.

O mutirão serviria, inicialmente, para realizar o cadastramento das propriedades rurais de acordo com o tipo de captação, tipo de tratamento, infraestrutura instalada, demanda da propriedade. Posteriormente, teriam a função de instalar ou auxiliar a instalação das soluções ideais, monitorar as melhorias e sempre atualizar o cadastro. Estima-se periodicidade semestral para os mutirões, ou seja, a cada seis meses cada propriedade rural receberia a visita do grupo de trabalho.

2.5. Ações para emergências e contingências

Os sistemas de saneamento básico devem apresentar segurança e estabilidade operacional garantida. Nesse contexto, foram identificados eventos de emergência e contingência, conseqüentemente, foram elencadas ações de resposta a esses eventos para que eles sejam mais bem administrados quando ocorrerem.

A seguir estão listadas as ações dos potenciais eventos de emergência e contingência relacionados ao SAA. A fim de facilitar a compreensão, esses eventos foram separados em operacionais, de gestão e gerenciamento, e imprevisíveis.

2.5.1. Operacionais

- **Ocorrência de danos (rompimento, vazamento, corrosão) no sistema de adução ou distribuição de água:** acionar equipamentos reserva; iniciar manutenções



corretivas e comunicar à população, instituições e autoridades. **Responsável:** prestador dos serviços de abastecimento de água.

- **Ocorrência de avarias em sistemas de bombeamento:** acionar equipamentos reserva; iniciar manutenções corretivas e comunicar à população, instituições e autoridades. **Responsável:** prestador dos serviços de abastecimento de água.

- **Rompimento de barramentos em reservatórios:** comunicar à população, instituições e autoridades e iniciar processo de evacuação das áreas a serem afetadas. **Responsável:** prestador dos serviços de abastecimento de água e empresa geradora de energia que opera na barragem, caso seja para geração de energia também.

- **Ocorrência de acidentes de trabalho nas unidades de captação, tratamento e distribuição de água:** iniciar primeiros socorros; comunicar aos socorristas; substituir função do operário lesionado, atribuindo-a a outro funcionário por período temporário. **Responsável:** prestador dos serviços de água.

- **Ocorrência de vazamentos de produtos químicos nas instalações de produção de água:** iniciar processo de evacuação do local e comunicar às instituições e autoridades que realizam os trabalhos de contenção e remediação. **Responsável:** prestador dos serviços de abastecimento de água.

2.5.2. Gestão e gerenciamento

- **Paralisação de funcionários nas unidades de captação, tratamento e distribuição de água:** comunicar à população, instituições e autoridades; iniciar processo de negociações e atribuir funções temporárias aos funcionários não paralisados. **Responsável:** prestador dos serviços de abastecimento de água.

- **Falta de financiamento para o sistema operacional e a realização de manutenções:** comunicar à população, instituições e autoridades e procurar soluções emergenciais de conseguir receitas, tais como: uma emenda na câmara de vereadores do município e/ou em entidades governamentais estaduais e federais; fundos de socorro às necessidades básicas como a “Parceria de Fundos de Água da América Latina”, etc. **Responsável:** prestador dos serviços de abastecimento de água e Executivo Municipal.

- **Falta de produtos químicos necessários para o funcionamento da ETA:** comunicar à população, instituições e autoridades e procurar soluções emergenciais de conseguir os mesmos produtos ou similares no mercado, tais como: doações de



municípios vizinhos ou de outros sistemas de tratamento do município. **Responsável:** prestador dos serviços de abastecimento de água.

2.5.3. Imprevisíveis

- **Redução da disponibilidade hídrica em períodos de estiagem:** comunicar à população, instituições e autoridades e procurar soluções emergenciais de conseguir maior oferta, como: negociar acordos para que barramentos a montante da captação abram as comportas para se ter maior vazão; procurar outros mananciais para captações; construir barramentos nas captações a fio d'água; doar água por meio de carros pipa de municípios vizinhos ou de outros sistemas de tratamento do município; realizar racionamento de água. **Responsável:** prestador dos serviços de abastecimento de água e Executivo Municipal.

- **Contaminação das fontes (mananciais) de água:** comunicar à população, instituições e autoridades e suspender a captação do manancial contaminado; buscar emergencialmente novos mananciais para captação; realizar atendimento emergencial com carros pipa de municípios vizinhos ou de outros sistemas de tratamento do município até sanar o problema e reiniciar o atendimento convencional. **Responsável:** no caso de desastre natural é o prestador dos serviços de abastecimento de água, caso contrário é o responsável pela contaminação.

- **Contaminação no sistema de distribuição da água (reservatórios e rede de distribuição):** comunicar à população, instituições e autoridades e suspender o atendimento, abrir o extravasador do reservatórios (ladrão) e a descarga de toda a rede captação do manancial contaminados; efetuar limpeza do sistema de reservação e de distribuição contaminados; realizar atendimento emergencial com carros pipa de municípios vizinhos ou de outros sistemas de tratamento do município até sanar o problema e reiniciar o atendimento convencional. **Responsável:** no caso de desastre natural é o prestador dos serviços de abastecimento de água, caso contrário é o responsável pela contaminação.

- **Ocorrência de danos às instalações e equipamentos do sistema devido a desastres naturais:** comunicar à população, instituições e autoridades e realizar avaliação dos estragos; elaborar plano de manutenção corretiva; fazer as ações necessárias para reestabelecer o sistema; realizar atendimento emergencial com carros pipa de municípios vizinhos ou de outros sistemas de tratamento do município até sanar o problema e reiniciar



o atendimento convencional. **Responsável:** prestador dos serviços de abastecimento de água e Executivo Municipal.

- **Ocorrência de incêndios em estabelecimentos e edificações do SAA:** comunicar à população, instituições e autoridades e realizar evacuação total da área atingida. Após incêndio encerrado, avaliar estragos; elaborar plano de manutenção corretiva, fazer as ações necessárias para reestabelecer o sistema, realizar atendimento emergencial com carros pipa de municípios vizinhos ou de outros sistemas de tratamento do município até sanar o problema e reiniciar o atendimento convencional. **Responsável:** prestador dos serviços de abastecimento de água.

- **Interrupção do fornecimento de energia elétrica nas instalações de captação e tratamento de água:** comunicar à companhia fornecedora de energia elétrica população, instituições e autoridades e realizar atendimento emergencial com carros pipa de municípios vizinhos ou de outros sistemas de tratamento do município até sanar o problema e reiniciar o atendimento convencional. **Responsável:** prestador dos serviços de abastecimento de água.

- **Interrupção no fornecimento de energia elétrica em sistemas de bombeamento:** comunicar à companhia fornecedora de energia elétrica população, instituições e autoridades e realizar atendimento emergencial com carros pipa com água. **Responsável:** prestador dos serviços de abastecimento de água.

3. Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)

3.1. Diagnóstico

3.1.1. Análise crítica dos planos e programas existentes

No âmbito do arcabouço legal municipal, são consideradas questões relacionadas ao saneamento básico, considerando questões específicas de esgotamento sanitário, expressamente, na Lei Orgânica e no Plano Diretor Municipal.

A Lei orgânica apresenta em seu TÍTULO IV, CAPÍTULO I, SEÇÃO II o seguinte:

DO SANEAMENTO BÁSICO

Art. 139 - O saneamento básico é uma ação de saúde pública e de desenvolvimento urbano, implicando seu direito garantia do cidadão:



II - coleta e disposição dos esgotos sanitários, dos resíduos sólidos e drenagem das águas pluviais, de forma a preservar o equilíbrio ecológico do meio ambiente e na perspectiva de prevenção de ações danosas à saúde;

III - controle de vetores, sobre a ótica de proteção à saúde pública.

§ 1º - As prioridades e a metodologia das ações de saneamento deverão nortear-se pela avaliação do quadro sanitário da área a ser beneficiada, devendo ser objetivo principal das ações a reversão e a melhoria do seu perfil epidemiológico.

§ 2º - O Município desenvolverá mecanismos institucionais que compatibilizem as ações de saneamento básico, de habitação, de desenvolvimento urbano, de preservação do meio ambiente e de gestão dos recursos hídricos, buscando integração com outros Municípios nos casos em que exigir ações conjuntas.

Art. 140 - Os serviços de saneamento básico, de competência do Município, serão prestados pelo Poder Público, mediante a execução direta ou delegada, através de concessão ou permissões visando ao atendimento adequado da população.

Parágrafo Único - A concessão ou permissão de serviços de saneamento básico, ou de partes deles, será outorgada a pessoa jurídica de direito público, devendo, neste último caso, se dar mediante contrato de direito público.

A lei nº 928/2015 que institui o Plano Diretor de Araponga em seu CAPÍTULO I do TÍTULO III apresenta:

DAS DIRETRIZES GERAIS DA POLÍTICA URBANA

Art. 23. São diretrizes gerais da política urbana:

XIV - estabelecer parcerias com o governo do Estado de Minas Gerais, com a União e com outros municípios e agentes sociais, tendo em vista promover ações de interesse comum, sobretudo as relativas ao sistema viário, ao abastecimento de água, ao tratamento de esgotos, ao meio ambiente, à destinação final do lixo, à implantação industrial, à energia, às telecomunicações e ao parcelamento e uso do solo.

A lei nº 928/2015 que institui o Plano Diretor de Araponga em seu CAPÍTULO III do TÍTULO III apresenta:

DA POLÍTICA DE SANEAMENTO

Art. 26. A política de saneamento objetiva universalizar o acesso aos serviços de saneamento básico, mediante ações articuladas de saúde pública, desenvolvimento urbano e meio ambiente.

Art. 27. São diretrizes da política de saneamento:



II - implementar sistema abrangente e eficiente de coleta, tratamento e disposição dos esgotos sanitários, dos resíduos sólidos e de drenagem urbana, evitando danos à saúde pública, ao meio ambiente e à paisagem urbana e rural;

III - promover sistema eficiente de prevenção e controle de vetores, na ótica da proteção à saúde pública;

V - viabilizar sistemas alternativos de esgoto onde não seja possível instalar rede pública de captação de efluentes;

Além disso, uma das proposições deste PMSB será a elaboração de mais instrumentos (leis, normas, etc.) que deem diretrizes mais específicas ao sistema de esgotamento sanitário do município.

3.1.2. Caracterização da cobertura e qualidade dos serviços

Em Araponga os serviços de esgotamento sanitário da sede e do distrito são de responsabilidade da Prefeitura Municipal.

De acordo com o SNIS (2013), o índice de atendimento urbano de coleta de esgoto é de 100%, porém apenas 85% do que é coletado é tratado.

Sobre a cobertura do sistema de esgoto, observou-se que existem 600 ligações ativas e 600 economias ativas no município (SNIS, 2013).

Ressalta-se que a capacidade instalada não consegue atender à demanda do município. Atualmente, na sede, nem todo esgoto coletado é tratado e no distrito ainda não há tratamento dos esgotos coletados. Já na área rural não se tem informações sobre as soluções adotadas nos domicílios.

Portanto, tanto na área urbana quanto na área rural, a população está sujeita às deficiências do sistema público de esgotamento sanitário.

De acordo com a prefeitura, a extensão da rede de esgotos no município é de 9km. O esgotamento sanitário municipal contém rede coletora, porém não há informações precisas quanto às especificações técnicas das tubulações (diâmetro, material, estado de conservação, cotas, etc.), ou seja, não há cadastro da rede.

Um dos principais problemas levantados pelos técnicos da prefeitura foi em relação ao número pequeno de funcionários responsáveis pela manutenção do sistema, tanto na manutenção da rede quanto na operação da ETE existente na sede.



Na sede de Araponga há rede coletora por sistema isolado absoluto, ou seja, não há mistura de água pluvial e esgoto sanitário. No entanto, existem residências que não fazem a separação, lançando águas pluviais também na rede de esgotos. Não se tem informações precisas sobre a quantidade e localização das ligações clandestinas.

3.1.3. Situação atual do sistema

3.1.3.1. Sede

Na sede do município de Araponga os esgotos coletados são levados para ETE cujas coordenadas UTM são: 23K 757461.14m O, 7713152.02m S (Figura 13), onde são tratados por um sistema do tipo RAFA (Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente).

Figura 13 - Localização da Estação de Tratamento de Esgoto



Fonte: Adaptado de Google Earth (2015).

A área da ETE é cercada e sinalizada, como pode ser observado na Figura 14.



Figura 14 - Área sinalizada da entrada da ETE



Fonte: SHS (2015).

Na ETE o esgoto coletado passa, primeiramente, por uma grade de retenção de sólidos grosseiros com um espaçamento de 20mm (Figura 15). A limpeza da grade é realizada diariamente.

Figura 15 - Grade para retenção de sólidos grosseiros (ETE)



Fonte: SHS (2015).

Em seguida o esgoto passa por um sistema de medição de vazão, do tipo calha Parshall (Figura 16), porém atualmente não se tem controle do volume tratado na ETE.

Figura 16 - Calha Parshall (ETE)



Fonte: SHS (2015).

O esgoto então segue para uma caixa de areia, que tem a finalidade de reter as areias que chegam juntamente com os esgotos. Esta caixa recebe limpeza a cada 15 dias. Feito isso o esgoto segue para o reator anaeróbio (Figura 17) e depois para o decantador (Figura 18), sendo que este recebe manutenção a cada três meses.

Figura 17 - Reator anaeróbio - vista do topo (ETE)



Fonte: SHS (2015).



Figura 18 - Decantador (ETE)



Fonte: SHS (2015).

Há também a canalização dos gases gerados no tratamento dos esgotos, e estes são queimados no próprio local (Figura 19).

Figura 19 - Coletor de gases gerados no tratamento dos efluentes



Fonte: SHS (2015).

O lodo resultante do processo é encaminhado para os leitos de secagem (Figura 20).



Figura 20 - Leitos de secagem de lodo (ETE)



Fonte: SHS (2015).

Atualmente os lodos gerados estão sendo utilizados por agricultores nas produções de café. Foi feita uma parceria entre o município e a Universidade Federal de Viçosa (UFV), onde se estudou a composição química do lodo e se autorizou o uso deste nas fazendas de café.

Feito todo o processo, o efluente segue por um emissário final e é lançado no ribeirão Félix (Figura 21).

Figura 21 - Emissário final (ETE)



Fonte: SHS (2015).



No município há também uma Estação Elevatória de Esgotos (EEE) que funciona desde 2013 cujas coordenadas UTM são: 23K 757689.00m O, 7712130.00m S. O local é devidamente cercado e sinalizado (Figura 22).

Figura 22 - Estação Elevatória de Esgoto



Fonte: SHS (2015).

No local há duas bombas de 15cv de potência cada (Figura 23), sendo que apenas uma funciona e a outra fica de reserva. A bomba funciona a cada duas horas por um intervalo de quatro minutos, em média. Todo mês o local é lavado.

Figura 23 - Bombas para recalque de esgotos (15cv de potência cada)



Fonte: SHS (2015).



3.1.3.2. Estevão de Araújo

No distrito de Estevão de Araújo não existe nenhuma forma de tratamento dos esgotos. O sistema se resume em coleta, afastamento e lançamento *in natura* em corpo hídrico (córrego Felix).

A rede coletara de esgoto não é uma rede única e interligada, são redes que coletam em algumas ruas e lançam nos corpos hídricos e quando a residência já tem o curso d'água passando em seus domínios, faz lançamento direto.

3.1.4. Soluções alternativas empregadas

Em paralelo aos sistemas de esgotamento sanitário de água das áreas urbanas, gerenciados pela COPASA, têm-se, em Araponga, algumas localidades com soluções isoladas. Como dito anteriormente, de acordo com o IBGE (2010), há na zona rural 5.111 habitantes (62,70% da população total) e a responsável pelas soluções alternativas empregadas é a prefeitura.

Em Araponga existem algumas localidades, principalmente na zona rural, onde há outros tipos de soluções para o esgotamento sanitário. Normalmente, são fossas que, quando são do tipo rudimentar, contaminam o solo e a área ao entorno, podendo até contaminar o lençol freático. Ocorre também o lançamento em cursos d'água sem tratamento, ou o lançamento a céu aberto como solução alternativa. É o caso da comunidade dos Pereiras, que tem residências com fossas negras, fossas sépticas ou lançamento em cursos de água.

3.1.5. Análise de corpos receptores

3.1.5.1. Monitoramento da quantidade e qualidade dos efluentes

No município de Araponga não é feito monitoramento da quantidade e qualidade dos efluentes gerados. O lançamento de efluentes em corpos hídricos é normalizado por diversos instrumentos legais que estabelecem padrões para qualidade das águas.

Atendendo à legislação, o município deveria realizar análises do corpo receptor a montante e a jusante dos pontos de lançamento de esgotos, a fim de avaliar o impacto do lançamento sobre o curso d'água em questão. Este procedimento é essencial para comprovação de atendimento legal da Resolução CONAMA nº 357/05, que entre outras coisas, dispõe em seu art. 8º sobre a periodicidade de monitoramento dos parâmetros de qualidade da água selecionados de acordo com a proposta de enquadramento dos rios.



3.1.5.2. Avaliação das condições do corpo receptor

Os rios Santana e São Lourenço, o ribeirão Felix e o córrego Santo Antônio que são alguns dos corpos receptores do município, são enquadrados como classe 2 de acordo com PARH Piranga de 2010, assim como todos os outros rios desta mesma sub-bacia.

De acordo com a Resolução CONAMA nº357/05, em seu art. 4º, define que rios de classe 2 são as águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e e) à aquicultura e à atividade de pesca.

Não existem estações de monitoramento nos rios citados anteriormente, portanto não se sabe qual a influência direta do município nestes rios, todavia sabe-se que o município atualmente não trata a totalidade de seus esgotos, já que na sede apenas 85% do que é coletado é tratado e no distrito não há tratamento de esgotos. Sendo assim, os padrões de qualidade da água devem estar numa situação de não conformidade com as leis que regem essa questão.

3.1.5.3. Áreas de risco de contaminação

Não há áreas específicas, já mapeadas, com riscos de contaminação ou já contaminadas por esgotos, entretanto, como levantado no item 3.1.4, provavelmente existem famílias que ainda utilizam como solução, para o afastamento de seus esgotos, fossas rudimentares e lançamento direto no solo (a céu aberto), o que faz com que essas áreas apresentem potencial risco de contaminação.

Considera-se ainda que a própria rede de coleta de esgotos pode apresentar riscos de poluição difusa do solo e do lençol freático caso não seja objeto de procedimentos sistemáticos de manutenção, na medida em que podem ocorrer rompimentos da tubulação, entupimentos e transbordamentos de poços de visita.

3.1.6. Identificação de fundos de vale

O município de Araponga possui sistema de tratamento de esgotos composta por Estação de Tratamento de Esgoto e por Estação Elevatória de Esgoto (Figura 24).



Figura 24 - Localização da ETE e da EEE (sede)



Fonte: Adaptado de Google Earth (2015).

Analisando os fundos de vale da sede de Araponga, conclui-se que o sistema atual supre as demandas de todos os bairros da sede do município.

Já o distrito de Estevão de Araújo não adota nenhuma forma de tratamento de seus efluentes. Neste item objetiva-se mostrar as melhores alternativas locais para a instalação de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). Para essa decisão, é necessário levar em conta vários critérios, sendo um deles a análise da expansão urbana do município, já que uma ETE é projetada para um horizonte de 20 anos.

A Figura 25 apresenta um local passível de receber uma ETE no futuro. Para a escolha dessa localização, considerou-se estar a jusante da área urbana, em fundo de vale, ao lado do rio Santana (corpo receptor), o que resultaria em menores custos com interceptores de esgotos. Além disso, está longe (ou pelo menos não muito próxima) de áreas residenciais. Esta alternativa provavelmente não exigiria a instalação de uma estação elevatória de esgoto no sistema coletor.



Figura 25 - Alternativa locacional para instalação de ETE (Estevão de Araújo)



Fonte: Adaptado de Google Earth (2015).

3.1.7. Caracterização da prestação dos serviços por meio de indicadores

3.1.7.1. Índice de atendimento urbano de esgotos

Este indicador mede a porcentagem da população urbana atendida pelo Sistema de Esgotamento Sanitário (SES). Para este índice, Araponga apresentou o valor de 100% nos anos de 2012, 2013 e 2014, ou seja, toda a população urbana era atendida com coleta, afastamento e tratamento de esgotos.

O presente PMSB tem por objetivo a universalização do acesso aos serviços, portanto o ideal é que o valor desse índice continue em 100%.

3.1.7.2. Índice de coleta de esgotos

Este indicador, que mede a porcentagem da população total atendida pelo SES, auxiliará no monitoramento do sistema. Os valores apresentados no SNIS não permitem a realização de uma análise para esse indicador, no entanto, com o intuito de universalizar o serviço, o ideal é que este índice apresente valores mais próximos possíveis de 100%.

3.1.7.3. Índice de tratamento de esgotos

Este indicador, que mede a porcentagem dos esgotos tratados, auxiliará no monitoramento do sistema, com o objetivo de tratar todos os esgotos coletados dos domicílios. De acordo com dados do SNIS, em 2014, Araponga apresentou o valor de



100% para esse índice, isto é, todo o esgoto gerado no município passava por tratamento, o que representa uma situação ideal.

3.1.7.4. Tarifa média de esgotos

A tarifa média de esgotos auxiliará no monitoramento da gestão eficiente do serviço de coleta, afastamento e tratamento de esgotos, com a cobrança de uma tarifa justa, conforme definições do órgão regulador, com o objetivo de se atingir a sustentabilidade financeira do setor. Em Araponga não existe cobrança para esse serviço.

3.2. Projeções e estimativas de demandas do Serviço de Esgotamento Sanitário

A fim de se estimar a geração de esgoto no município em um horizonte de planejamento de 20 anos - de 2016 a 2036 - foram consideradas as projeções populacionais para estes anos, bem como dados fornecidos pelo SNIS e parâmetros adotados com base em dados da literatura e em estudos previamente elaborados.

Inicialmente, foram calculadas as vazões média, máxima diária, máxima horária e mínima de esgoto doméstico através da Equação 3, Equação 4, Equação 5 e Equação 6.

Vazão média ($Qd_{méd}$):

$$Qd_{méd} = P \times q \times C$$

Equação 3

Vazão máxima diária ($Qd_{máxd}$):

$$Qd_{máxd} = P \times q \times C \times k_1$$

Equação 4

Vazão máxima horária ($Qd_{máxh}$):

$$Qd_{máxh} = P \times q \times C \times k_1 \times k_2$$

Equação 5

Vazão mínima (Qd_{min}):

$$Qd_{min} = P \times q \times C \times k_3$$

Equação 6

Onde Qd = vazão de esgoto doméstico (L/s);

P = população atendida (hab);

q = consumo de água *per capita* (L/hab.dia);

C = coeficiente de retorno;

k_1 = coeficiente de máxima vazão diária;

k_2 = coeficiente de máxima vazão horária;

k_3 = coeficiente de mínima vazão.



Em seguida, através da Equação 7 e a partir da estimativa do comprimento da rede de esgoto e da taxa de infiltração adotada, foi calculada a evolução da vazão de infiltração.

$$Q_{inf} = L \times i$$

Equação 7

Onde Q_{inf} = vazão de infiltração (L/s);

L = comprimento da rede de esgoto (km);

i = taxa de infiltração de água na rede de esgoto (L/s.km).

Por fim, foram calculadas as vazões sanitárias, somando-se as vazões de esgoto à contribuição de infiltração, como demonstram as equações apresentadas a seguir (Equação 8, Equação 9, Equação 10 e Equação 11).

Vazão média ($Q_{sméd}$):

$$Q_{sméd} = Q_{dmed} + Q_{inf}$$

Equação 8

Vazão máxima diária ($Q_{smáxd}$):

$$Q_{smáxd} = Q_{dmaxd} + Q_{inf}$$

Equação 9

Vazão máxima horária ($Q_{smáxh}$):

$$Q_{smáxh} = Q_{dmaxh} + Q_{inf}$$

Equação 10

Vazão mínima (Q_{dmin}):

$$Q_{smin} = Q_{dmin} + Q_{inf}$$

Equação 11

Adotando-se os coeficientes $C = 0,8$, $k_1 = 1,2$, $k_2 = 1,5$ e $k_3 = 0,5$ e com base na população prevista a ser atendida pelo sistema de esgotamento sanitário e na projeção do consumo per capita, foram calculadas as vazões de esgoto doméstico. Os Quadro 20 e Quadro 21 apresentam os resultados obtidos para a sede e Estevão de Araújo, respectivamente.



Quadro 20 - Evolução da vazão de esgoto doméstico da sede

Ano	População Urbana (hab)	Nível de atendimento (%)	Consumo <i>per capita</i> de água (L/hab.dia)	Vazão de Esgoto Doméstico (L/s)			
				Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	2.354	100	110	1,20	2,40	2,88	4,32
2016	2.393	100	112	1,24	2,48	2,98	4,46
2017	2.440	100	114	1,29	2,57	3,09	4,63
2018	2.484	100	116	1,33	2,66	3,19	4,79
2019	2.537	100	118	1,38	2,76	3,32	4,97
2020	2.581	100	120	1,43	2,86	3,43	5,14
2021	2.629	100	121	1,48	2,96	3,55	5,32
2022	2.679	100	123	1,53	3,06	3,67	5,51
2023	2.731	100	125	1,58	3,17	3,80	5,70
2024	2.783	100	127	1,64	3,28	3,93	5,90
2025	2.830	100	129	1,69	3,38	4,06	6,09
2026	2.881	100	131	1,75	3,49	4,19	6,29
2027	2.922	100	133	1,80	3,59	4,31	6,47
2028	2.979	100	135	1,86	3,72	4,46	6,69
2029	3.031	100	137	1,92	3,84	4,60	6,90
2030	3.074	100	139	1,97	3,94	4,73	7,10
2031	3.112	100	140	2,02	4,05	4,86	7,29
2032	3.157	100	142	2,08	4,16	4,99	7,49
2033	3.201	100	144	2,14	4,28	5,13	7,70
2034	3.244	100	146	2,20	4,39	5,27	7,90
2035	3.282	100	148	2,25	4,50	5,40	8,10
2036	3.324	100	150	2,31	4,62	5,54	8,31

Fonte: SHS (2015)



Quadro 21 - Evolução da vazão de esgoto doméstico de Estevão de Araújo

Ano	População Urbana (hab)	Nível de atendimento (%)	Consumo <i>per capita</i> de água (L/hab.dia)	Vazão de Esgoto Doméstico (L/s)			
				Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	953	100	110	0,49	0,97	1,16	1,75
2016	959	100	112	0,50	0,99	1,19	1,79
2017	957	100	114	0,50	1,01	1,21	1,82
2018	958	100	116	0,51	1,03	1,23	1,85
2019	957	100	118	0,52	1,04	1,25	1,88
2020	957	100	120	0,53	1,06	1,27	1,91
2021	963	100	121	0,54	1,08	1,30	1,95
2022	966	100	123	0,55	1,10	1,32	1,99
2023	970	100	125	0,56	1,12	1,35	2,02
2024	965	100	127	0,57	1,14	1,36	2,04
2025	965	100	129	0,58	1,15	1,38	2,08
2026	969	100	131	0,59	1,17	1,41	2,11
2027	972	100	133	0,60	1,20	1,43	2,15
2028	975	100	135	0,61	1,22	1,46	2,19
2029	974	100	137	0,62	1,23	1,48	2,22
2030	977	100	139	0,63	1,25	1,50	2,26
2031	979	100	140	0,64	1,27	1,53	2,29
2032	974	100	142	0,64	1,28	1,54	2,31
2033	974	100	144	0,65	1,30	1,56	2,34
2034	969	100	146	0,66	1,31	1,57	2,36
2035	964	100	148	0,66	1,32	1,59	2,38
2036	966	100	150	0,67	1,34	1,61	2,42

Fonte: SHS (2015)

Para o cálculo das vazões de infiltração, foi adotada uma taxa de infiltração de 0,2L/s.km (Jordão e Pessôa, 2005). De acordo com o SNIS, em 2013, a extensão da rede



existente era igual a 7km e o número de população urbana atendida, no município, pelo sistema de esgotamento sanitário era de 3.154 habitantes. Sendo assim, pela razão entre esses dois últimos dados, obtém-se que o comprimento da rede por habitante é de 2m/hab. Multiplicando-se este valor pelo número de habitantes de 2015, foi possível determinar a extensão total da rede neste ano.

A extensão prevista da rede para cada ano a partir de 2015 foi estimada considerando-se o incremento da população projetada e uma taxa de crescimento da rede, empiricamente determinada, de 3m/hab. Com base nestes valores, foram obtidas as vazões de infiltração. O Quadro 22 e o Quadro 23 mostram os resultados obtidos para a sede e Estevão de Araújo, respectivamente.

Quadro 22 - Evolução da contribuição de infiltração na sede

Ano	População Urbana Atendida (hab)	Extensão da rede (m)			Taxa de Infiltração (L/s.km)	Vazão de Infiltração (L/s)
		Existente	Prevista	Total		
2015	2.354	5.224	0	5.224	0,2	1,04
2016	2.393	5.224	117	5.341	0,2	1,07
2017	2.440	5.224	141	5.482	0,2	1,10
2018	2.484	5.224	132	5.614	0,2	1,12
2019	2.537	5.224	159	5.773	0,2	1,15
2020	2.581	5.224	132	5.905	0,2	1,18
2021	2.629	5.224	144	6.049	0,2	1,21
2022	2.679	5.224	150	6.199	0,2	1,24
2023	2.731	5.224	156	6.355	0,2	1,27
2024	2.783	5.224	156	6.511	0,2	1,30
2025	2.830	5.224	141	6.652	0,2	1,33
2026	2.881	5.224	153	6.805	0,2	1,36
2027	2.922	5.224	123	6.928	0,2	1,39
2028	2.979	5.224	171	7.099	0,2	1,42
2029	3.031	5.224	156	7.255	0,2	1,45
2030	3.074	5.224	129	7.384	0,2	1,48
2031	3.112	5.224	114	7.498	0,2	1,50
2032	3.157	5.224	135	7.633	0,2	1,53
2033	3.201	5.224	132	7.765	0,2	1,55
2034	3.244	5.224	129	7.894	0,2	1,58
2035	3.282	5.224	114	8.008	0,2	1,60
2036	3.324	5.224	126	8.134	0,2	1,63

Fonte: SHS (2015)



Quadro 23 - Evolução da contribuição de infiltração em Estevão de Araújo

Ano	População Urbana Atendida (hab)	Extensão da rede (m)			Taxa de Infiltração (L/s.km)	Vazão de Infiltração (L/s)
		Existente	Prevista	Total		
2015	953	2.115	0	2.115	0,2	0,42
2016	959	2.115	18	2.133	0,2	0,43
2017	957	2.115	0	2.133	0,2	0,43
2018	958	2.115	0	2.133	0,2	0,43
2019	957	2.115	0	2.133	0,2	0,43
2020	957	2.115	0	2.133	0,2	0,43
2021	963	2.115	12	2.145	0,2	0,43
2022	966	2.115	9	2.154	0,2	0,43
2023	970	2.115	12	2.166	0,2	0,43
2024	965	2.115	0	2.166	0,2	0,43
2025	965	2.115	0	2.166	0,2	0,43
2026	969	2.115	0	2.166	0,2	0,43
2027	972	2.115	6	2.172	0,2	0,43
2028	975	2.115	9	2.181	0,2	0,44
2029	974	2.115	0	2.181	0,2	0,44
2030	977	2.115	6	2.187	0,2	0,44
2031	979	2.115	6	2.193	0,2	0,44
2032	974	2.115	0	2.193	0,2	0,44
2033	974	2.115	0	2.193	0,2	0,44
2034	969	2.115	0	2.193	0,2	0,44
2035	964	2.115	0	2.193	0,2	0,44
2036	966	2.115	0	2.193	0,2	0,44

Fonte: SHS (2015)

Conhecendo-se as vazões de esgoto e de infiltração, foram determinadas as vazões sanitárias. Os valores obtidos para a sede e Estevão de Araújo estão apresentados no Quadro 24 e no Quadro 25, respectivamente.



Quadro 24 - Evolução da vazão sanitária da sede

Ano	População Urbana Atendida (hab)	Vazão de Esgoto Sanitário (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	2.354	2,24	3,44	3,92	5,36
2016	2.393	2,31	3,55	4,04	5,53
2017	2.440	2,38	3,67	4,18	5,72
2018	2.484	2,45	3,78	4,32	5,91
2019	2.537	2,54	3,92	4,47	6,13
2020	2.581	2,61	4,04	4,61	6,32
2021	2.629	2,69	4,17	4,76	6,53
2022	2.679	2,77	4,30	4,91	6,75
2023	2.731	2,85	4,44	5,07	6,97
2024	2.783	2,94	4,58	5,23	7,20
2025	2.830	3,02	4,71	5,39	7,42
2026	2.881	3,11	4,85	5,55	7,65
2027	2.922	3,18	4,98	5,70	7,86
2028	2.979	3,28	5,14	5,88	8,11
2029	3.031	3,37	5,29	6,05	8,36
2030	3.074	3,45	5,42	6,21	8,58
2031	3.112	3,52	5,55	6,36	8,79
2032	3.157	3,61	5,69	6,52	9,02
2033	3.201	3,69	5,83	6,68	9,25
2034	3.244	3,77	5,97	6,85	9,48
2035	3.282	3,85	6,10	7,00	9,70
2036	3.324	3,94	6,24	7,17	9,94

Fonte: SHS (2015)



Quadro 25 - Evolução da vazão sanitária de Estevão de Araújo

Ano	População Urbana Atendida (hab)	Vazão de Esgoto Sanitário (L/s)			
		Mínima	Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2015	953	0,91	1,39	1,59	2,17
2016	959	0,92	1,42	1,62	2,22
2017	957	0,93	1,44	1,64	2,24
2018	958	0,94	1,45	1,66	2,27
2019	957	0,95	1,47	1,68	2,30
2020	957	0,96	1,49	1,70	2,33
2021	963	0,97	1,51	1,73	2,38
2022	966	0,98	1,53	1,75	2,42
2023	970	1,00	1,56	1,78	2,46
2024	965	1,00	1,57	1,80	2,48
2025	965	1,01	1,59	1,82	2,51
2026	969	1,02	1,61	1,84	2,55
2027	972	1,03	1,63	1,87	2,59
2028	975	1,04	1,65	1,90	2,63
2029	974	1,05	1,67	1,92	2,65
2030	977	1,06	1,69	1,94	2,69
2031	979	1,08	1,71	1,97	2,73
2032	974	1,08	1,72	1,98	2,75
2033	974	1,09	1,74	2,00	2,78
2034	969	1,09	1,75	2,01	2,80
2035	964	1,10	1,76	2,02	2,82
2036	966	1,11	1,78	2,05	2,85

Fonte: SHS (2015)

A partir das vazões sanitárias é possível calcular a estimativa de carga e concentração de DBO e coliformes fecais (termotolerantes).

Segundo Von Sperling (2005), para esgotos predominantemente domésticos, é adotado como contribuição (carga) *per capita* de DBO o valor de 54 gDBO/hab.dia. Com



base neste valor e nas estimativas populacional e de vazão para o período, é possível calcular a carga (Equação 12) e concentração de DBO (Equação 13) para cada ano.

$$Carga = População \times Carga \text{ per capita}$$

Equação 12

$$Concentração = \frac{Carga}{Vazão}$$

Equação 13

Os resultados para o a sede e o distrito de Estevão de Araújo são mostrados no Quadro 26 e no Quadro 27.

Quadro 26 - Evolução da carga e concentração de DBO da sede

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão Média (L/s)	Carga de DBO (kg/dia)	Concentração de DBO (mg/L)
2015	2.354	3,44	127,12	427,38
2016	2.393	3,55	129,22	421,56
2017	2.440	3,67	131,76	415,79
2018	2.484	3,78	134,14	410,25
2019	2.537	3,92	137,00	404,74
2020	2.581	4,04	139,37	399,54
2021	2.629	4,17	141,97	394,43
2022	2.679	4,30	144,67	389,46
2023	2.731	4,44	147,47	384,60
2024	2.783	4,58	150,28	379,89
2025	2.830	4,71	152,82	375,37
2026	2.881	4,85	155,57	370,93
2027	2.922	4,98	157,79	366,70
2028	2.979	5,14	160,87	362,44
2029	3.031	5,29	163,67	358,33
2030	3.074	5,42	166,00	354,41
2031	3.112	5,55	168,05	350,61
2032	3.157	5,69	170,48	346,85
2033	3.201	5,83	172,85	343,19
2034	3.244	5,97	175,18	339,61
2035	3.282	6,10	177,23	336,15
2036	3.324	6,24	179,50	332,74

Fonte: SHS (2015)



Quadro 27 - Evolução da carga e concentração de DBO de Estevão de Araújo

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão Média (L/s)	Carga de DBO (kg/dia)	Concentração de DBO (mg/L)
2015	953	1,39	51,46	427,38
2016	959	1,42	51,79	422,01
2017	957	1,44	51,68	416,78
2018	958	1,45	51,73	412,07
2019	957	1,47	51,68	407,21
2020	957	1,49	51,68	402,58
2021	963	1,51	52,00	398,13
2022	966	1,53	52,16	393,59
2023	970	1,56	52,38	389,11
2024	965	1,57	52,11	384,34
2025	965	1,59	52,11	380,21
2026	969	1,61	52,33	376,60
2027	972	1,63	52,49	372,67
2028	975	1,65	52,65	368,69
2029	974	1,67	52,60	364,79
2030	977	1,69	52,76	361,11
2031	979	1,71	52,87	357,40
2032	974	1,72	52,60	353,37
2033	974	1,74	52,60	349,88
2034	969	1,75	52,33	346,02
2035	964	1,76	52,06	342,23
2036	966	1,78	52,16	339,13

Fonte: SHS (2015)

Ainda segundo Von Sperling (2005), a contribuição *per capita* de coliformes (termotolerantes), para esgotos predominantemente domésticos, encontra-se em uma faixa de 10^9 a 10^{12} org/hab.dia. Adota-se, para cálculo o valor de 10^{11} org/hab.dia. Com base neste valor e nas estimativas populacional e de vazão para o período, é possível calcular a carga (Equação 14) e concentração de coliformes termotolerantes (Equação 15) para cada ano.

$$Carga = População \times Carga \text{ per capita}$$

Equação 14

$$Concentração = \frac{Carga}{Vazão}$$

Equação 15



Os resultados obtidos, a partir destes cálculos, para a sede e distritos do município em questão estão apresentados no Quadro 28 e no Quadro 29.

Quadro 28 - Evolução da carga e concentração de coliformes termotolerantes da sede

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão Média (L/s)	Carga de coliformes (org/dia)	Concentração (org/mL)
2015	2.354	3,44	$2,35 \times 10^{15}$	7.914.441,72
2016	2.393	3,55	$2,39 \times 10^{15}$	7.806.709,49
2017	2.440	3,67	$2,44 \times 10^{15}$	7.699.750,37
2018	2.484	3,78	$2,48 \times 10^{15}$	7.597.129,75
2019	2.537	3,92	$2,54 \times 10^{15}$	7.495.155,64
2020	2.581	4,04	$2,58 \times 10^{15}$	7.398.820,16
2021	2.629	4,17	$2,63 \times 10^{15}$	7.304.329,31
2022	2.679	4,30	$2,68 \times 10^{15}$	7.212.179,91
2023	2.731	4,44	$2,73 \times 10^{15}$	7.122.313,37
2024	2.783	4,58	$2,78 \times 10^{15}$	7.035.076,19
2025	2.830	4,71	$2,83 \times 10^{15}$	6.951.291,18
2026	2.881	4,85	$2,88 \times 10^{15}$	6.869.047,45
2027	2.922	4,98	$2,92 \times 10^{15}$	6.790.754,23
2028	2.979	5,14	$2,98 \times 10^{15}$	6.711.824,75
2029	3.031	5,29	$3,03 \times 10^{15}$	6.635.812,32
2030	3.074	5,42	$3,07 \times 10^{15}$	6.563.066,47
2031	3.112	5,55	$3,11 \times 10^{15}$	6.492.758,60
2032	3.157	5,69	$3,16 \times 10^{15}$	6.423.144,47
2033	3.201	5,83	$3,20 \times 10^{15}$	6.355.297,50
2034	3.244	5,97	$3,24 \times 10^{15}$	6.289.136,45
2035	3.282	6,10	$3,28 \times 10^{15}$	6.225.042,25
2036	3.324	6,24	$3,32 \times 10^{15}$	6.161.902,77

Fonte: SHS (2015)



Quadro 29 - Evolução da carga e concentração de coliformes termotolerantes de Estevão de Araújo

Ano	População urbana atendida (hab.)	Vazão Média (L/s)	Carga de coliformes (org/dia)	Concentração (org/mL)
2015	953	1,39	$9,53 \times 10^{14}$	7.914.441,72
2016	959	1,42	$9,59 \times 10^{14}$	7.814.972,60
2017	957	1,44	$9,57 \times 10^{14}$	7.718.214,97
2018	958	1,45	$9,58 \times 10^{14}$	7.630.835,93
2019	957	1,47	$9,57 \times 10^{14}$	7.540.838,03
2020	957	1,49	$9,57 \times 10^{14}$	7.455.172,13
2021	963	1,51	$9,63 \times 10^{14}$	7.372.770,32
2022	966	1,53	$9,66 \times 10^{14}$	7.288.656,75
2023	970	1,56	$9,70 \times 10^{14}$	7.205.743,93
2024	965	1,57	$9,65 \times 10^{14}$	7.117.340,37
2025	965	1,59	$9,65 \times 10^{14}$	7.040.977,65
2026	969	1,61	$9,69 \times 10^{14}$	6.974.014,91
2027	972	1,63	$9,72 \times 10^{14}$	6.901.278,76
2028	975	1,65	$9,75 \times 10^{14}$	6.827.561,14
2029	974	1,67	$9,74 \times 10^{14}$	6.755.447,60
2030	977	1,69	$9,77 \times 10^{14}$	6.687.183,27
2031	979	1,71	$9,79 \times 10^{14}$	6.618.550,63
2032	974	1,72	$9,74 \times 10^{14}$	6.543.945,65
2033	974	1,74	$9,74 \times 10^{14}$	6.479.335,49
2034	969	1,75	$9,69 \times 10^{14}$	6.407.734,84
2035	964	1,76	$9,64 \times 10^{14}$	6.337.615,71
2036	966	1,78	$9,66 \times 10^{14}$	6.280.205,25

Fonte: SHS (2015)

Estes cálculos mostram a carga e concentração de DBO e de coliformes (termotolerantes) que serão despejados diretamente nos corpos receptores do município, caso os esgotos sanitários não passem por nenhuma forma de tratamento, como acontece atualmente.

Os rios Santana e São Lourenço, o ribeirão Felix e o córrego Santo Antônio, que são alguns dos corpos receptores do município, são enquadrados como classe 2 de acordo com o Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos do Piranga - PARH Piranga de 2010, assim como todos os outros rios



desta mesma sub-bacia. Sendo assim, o efluente despejado nesses corpos hídricos deve estar de acordo com os parâmetros permitidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

De acordo com a Resolução CONAMA nº357/05, em seu art. 4º, rios de classe 2 são as águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e e) à aquicultura e à atividade de pesca. De acordo com seu art. 15: “Aplicam-se às águas doces de classe 2 as condições e padrões da classe 1 previstos no artigo anterior, à exceção do seguinte:

“(…)II - coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. (...)”

V - DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O₂;(…)”

Analisando a legislação é fácil perceber que as concentrações de DBO e coliformes termotolerantes estimadas são muito superiores aos padrões permitidos pela resolução. Dessa forma, para que a legislação seja atendida e evitem-se assim mais prejuízos à saúde humana e do meio ambiente é necessária alguma forma de tratamento dos esgotos sanitários capaz de tornar esses parâmetros aceitáveis.

Considerando apenas esses dois parâmetros, DBO e coliformes (termotolerantes), é possível fazer o cálculo da eficiência de remoção necessária para que cada um deles atenda aos padrões.

$$E = \frac{S_o - S_f}{S_o} \times 100$$

Equação 16

Onde:

E= eficiência de remoção (%);

So= concentração inicial;



Sf= concentração final.

A fim de calcular uma remoção que seja satisfatória para todo o período em questão - de 2016 a 2036 - é necessário adotar o maior valor de concentração de DBO estimado. Para a sede, esse valor acontece em 2016. Dessa forma, através da Equação 16, temos para DBO:

$$E = \frac{427,38 - 5}{427,38} \times 100 = 98,83\%$$

Para o distrito de Estevão do Araújo o maior valor também acontece em 2016. A partir da equação, temos:

$$E = \frac{427,38 - 5}{427,38} \times 100 = 98,83\%$$

Ou seja, para que o lançamento dos esgotos sanitários do município esteja de acordo com a legislação vigente, é necessário que os mesmos passem por um processo de tratamento que seja capaz de remover, no mínimo, 98,8% da concentração de DBO.

Da mesma forma, para calcular a eficiência de remoção necessária de coliformes (termotolerantes) é preciso adotar o maior valor estimado neste período. O maior valor dessa concentração para a sede aparece em 2016. Então, temos:

$$E = \frac{7.914.441,72 - 100.000}{7.914.441,72} \times 100 = 98,74\%$$

Para o distrito, temos:

$$E = \frac{7.914.441,72 - 100.000}{7.914.441,72} \times 100 = 98,74\%$$

Sendo assim, os lançamentos dos esgotos sanitários do município só poderão ser feitos, caso sofram um processo de tratamento capaz de remover mais de 98,7% da concentração de coliformes termotolerantes.

Vale frisar que os processos de remoção de DBO e de coliformes (termotolerantes) são diferentes. A remoção da DBO é feita por meio de degradação biológica e a de coliformes (termotolerantes) acontece por meio de desinfecção.

Portanto, o sistema de tratamento necessário para os esgotos sanitários do município, tanto sede quanto distrito, deve conter esses dois processos: tratamento



biológico e desinfecção. Somente dessa forma, o lançamento dos efluentes nos corpos receptores estará de acordo com a legislação vigente.

3.2.1. Definição de alternativas técnicas de engenharia para o atendimento da demanda

A partir dos cálculos anteriores, é possível perceber que é necessário que os esgotos sanitários de Araponga passem por tratamento adequado antes de serem lançados nos corpos hídricos do município. Dessa forma, é indispensável que seja adotada uma alternativa para o tratamento dos mesmos.

Existem duas maneiras de atender a esta demanda. A primeira é o tratamento local dos esgotos. A segunda é que o tratamento seja feito fora da bacia, utilizando alguma estação de tratamento de esgotos em conjunto com os de outra área.

O tratamento dos esgotos visa retirar os poluentes para alcançar um padrão de qualidade desejado. Durante o processo de tratamento objetiva-se remover sólidos em suspensão, matéria orgânica (DBO) e também de poluentes mais específicos, como patógenos, nutrientes e metais pesados. Geralmente, as Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) são mais indicadas para o tratamento de esgotos sanitários, pois possuem unidades diferentes que são capazes de remover esses diferentes poluentes. Uma vez que o município não conta com nenhum processo de tratamento dos esgotos, uma ETE seria uma boa forma de fazer o tratamento dos mesmos.

Levando em consideração a distância entre o distrito e a sede, fica pouco viável que os esgotos sanitários dos distritos e da sede sejam tratados em um mesmo local. Isso acontece porque as distâncias são grandes e demandaria a construção e manutenção de uma rede coletora muito extensa, além de estações elevatórias de esgotos (EEE) para recalcar os esgotos até uma possível Estação de Tratamento de Esgotos (ETE). Dessa forma, podem-se adotar formas diferentes e independentes de tratamento na sede e em cada um dos distritos do município.

O município já conta com uma ETE instalada e operante, porém apenas o esgoto sanitário coletado na sede é enviado para a estação. A ETE consiste em uma grade de retenção de sólidos grosseiros, caixa de areia, reator anaeróbio, decantador e leitos de secagem de lodo, além de coletor de gases gerados no processo. Apesar de o município já contar com uma ETE, é importante atentar-se para a capacidade de tratamento da mesma. É necessário que esta ETE seja capaz de tratar a vazão de fim de plano (5,02 L/s). Além



disso, deve-se verificar a eficiência de remoção de DBO da ETE em questão e também se é feita a desinfecção de modo a obter os as características aceitáveis pela legislação.

Para as localidades mais afastadas, distrito e áreas rurais, que atualmente usam fossas rudimentares ou enviam os esgotos *in natura* para os corpos hídricos, pode-se optar por fossas sépticas, como forma de tratamento de esgoto. Fossas sépticas são câmaras convenientemente construídas para reter os despejos domésticos por um período de tempo especificamente estabelecido, de modo a permitir sedimentação dos sólidos e retenção do material graxo contido nos esgotos, transformando-os, bioquimicamente, em substâncias e compostos mais simples e estáveis. Trata-se de dispositivos de tratamento de esgotos de baixo custo de implantação e operação, que podem receber a contribuição de um ou mais domicílios e com capacidade de dar aos esgotos um grau de tratamento compatível com a sua simplicidade.

Apesar de ser uma forma de tratamento de esgotos sanitários, a fossa séptica não é capaz de promover a remoção necessária de DBO e de coliformes fecais (termotolerantes), necessária para que o esgoto possa ser lançado no corpo receptor. Assim, o efluente da fossa séptica, tanto a fase líquida quanto a sólida (lodo), ainda precisa passar por outros processos de tratamento antes de ser lançado em um corpo hídrico. Existem também outras opções de destino para os efluentes da fossa séptica, como sumidouros e valas de absorção para a fase líquida e central de recebimento de lodo ou ETE, para a fase sólida. No entanto é preciso que se elaborem estudos mais aprofundados quanto à opção mais viável para a disposição final desses efluentes, levando-se em consideração as características do esgoto a ser tratado, da localização da fossa, do tipo de solo da região e outros aspectos importantes.

3.3. Objetivos, metas, ações e estimativa de custos

O setor de esgotamento sanitário foi analisado pela metodologia SWOT que subsidiou a configuração dos cenários *Previsível* e *Normativo* para este eixo, adotando-se o cenário normativo para a proposição de objetivos, metas, programas e ações. O Quadro 30 apresenta a Matriz SWOT gerada pela análise.



Quadro 30 - Matriz SWOT do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)

	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
Ambiente Interno	FORÇAS 1. Atendimento da demanda - Atendimento urbano de coleta de esgotos de 100% (SNIS, 2013). 3. Sistema Operacional - Tratamento de 85% dos esgotos coletados da sede.	1. Atendimento da demanda 2. Perfil Institucional 3. Sistema Operacional 4. Sistema de Informações 5. Legislação e normatização do setor	FRAQUEZAS 1. Atendimento da demanda - Não há coleta e tratamento nas localidades da área rural. 2. Perfil Institucional - Ausência de estrutura administrativa com responsabilidades e obrigações definidas para a gestão e o gerenciamento do SES. 3. Sistema Operacional - Não há tratamento do esgoto doméstico do distrito de Estevão de Araújo. Efluentes são encaminhados <i>in natura</i> aos corpos hídricos. - Quadro de funcionários reduzido para o SES. 4. Sistema de Informações - Ausência de mapeamento das redes de esgotos. 5. Legislação e normatização do setor - Não há outorga para lançamento de efluentes em corpo hídrico.
Ambiente Externo	OPORTUNIDADES 5. Legislação e normatização do setor - Atendimento às Leis Federais 11.445/07 e 12.305/10 e aos seus decretos regulamentadores.	6. Sustentabilidade econômica	AMEAÇAS 5. Legislação e normatização do setor - Não há monitoramento da quantidade e qualidade dos efluentes enviados aos cursos hídricos. 6. Sustentabilidade econômica - Não há cobrança pelo serviço prestado. - Sistema trabalha atualmente em déficit.



A partir desta análise feita para o sistema de esgotamento sanitário foram propostos cinco objetivos específicos. São eles:

- Objetivo 1. Atender com serviços de coleta, afastamento e tratamento a 100% dos esgotos produzidos nas áreas urbanizadas e aglomerados do município.**
- Objetivo 2. Erradicar fossas rudimentares e lançamentos diretos e implementar saneamento rural adequado.**
- Objetivo 3. Implementar para o SES do município uma gestão eficiente no que concerne aos aspectos administrativos, operacionais, financeiros e de planejamento estratégico e de sustentabilidade, além de definir instrumentos legais que garantam a regulação do mesmo e a observação das diretrizes aprovadas no presente PMSB.**
- Objetivo 4. Alcançar o pleno atendimento à legislação ambiental aplicável ao Sistema de Esgotamento Sanitário do município.**
- Objetivo 5. Estabelecer instrumentos de comunicação com a sociedade e de mobilização social, e promover ações para avaliação da percepção dos usuários e para promoção de educação ambiental.**

No Quadro 31 são apresentadas as metas para cada objetivo proposto, de forma sistematizada, além dos prazos para cada meta.



Quadro 31 - Objetivos e metas do Setor de Esgotamento Sanitário (SES)

Objetivo	Metas	Prazo
1. Atender com serviços de coleta, afastamento e tratamento a 100% dos esgotos produzidos nas áreas urbanizadas e aglomerados do município.	1.1. Aumentar o índice de cobertura de coleta e afastamento de esgotos para 100% da área urbana.	Imediato
	1.2. Implementar tratamento de esgotos em 100% da área urbana.	Curto
2. Erradicar fossas rudimentares e lançamentos diretos e implementar saneamento rural adequado.	2.1. Cadastrar as fossas existentes no município e desativar as rudimentares.	Imediato
	2.2. Instituir processos adequados para tratar efluentes rurais.	Curto
3. Implementar para o SES do município uma gestão eficiente no que concerne aos aspectos administrativos, operacionais, financeiros e de planejamento estratégico e de sustentabilidade, além de definir instrumentos legais que garantam a regulação do mesmo e a observação das diretrizes aprovadas no presente PMSB.	3.1. Adequar o sistema gerencial do SES por meio do planejamento estratégico e da sistematização e interação das atividades de operação, ampliação e modernização da infraestrutura e da gestão político-institucional e financeira do setor.	Imediato
	3.2. Sistematizar, por meio de manuais, a operação das ETEs.	Imediato
	3.3. Alcançar um desempenho financeiro satisfatório.	Longo
	3.4. Instituir para o SES um processo de monitoramento de indicadores operacionais e gerenciais, mantendo-o sempre atualizado.	Longo
4. Alcançar o pleno atendimento à legislação ambiental aplicável ao Sistema de Esgotamento Sanitário do município.	4.1. Regularizar todas as outorgas de direito de uso de recursos hídricos e licenças ambientais da infraestrutura existente referente ao SES.	Imediato
	4.2. Iniciar o acompanhamento da regularidade da validade das outorgas e licenças ambientais da infraestrutura existente e a ser instalada, relacionadas ao SES.	Imediato
	4.3. Garantir a continuidade do acompanhamento do prazo de validade das licenças.	Longo
5. Estabelecer instrumentos de comunicação com a sociedade e de mobilização social, e promover ações para avaliação da percepção dos usuários e para promoção de educação ambiental.	5.1. Informar a população sobre assuntos relacionados à gestão do SES e garantir sua participação em processos de tomada de decisão.	Longo
	5.2. Sensibilizar a população sobre questões de escassez de água.	Longo
	5.3. Possuir canais de comunicação com a população.	Longo
	5.4. Obter um índice inicial de respostas satisfatórias a reclamações de 60% (imediato), 75% (a curto prazo), 90% (a médio prazo) e 100% (a longo prazo).	Imediato, curto, médio e longo.



O Quadro 32 apresenta as ações propostas para adequar o sistema de esgotamento sanitário, seus respectivos prazos de execução, o custo estimado de cada ação e a descrição dos critérios de formação desse custo. Para a implantação de todas as ações previstas neste setor, ao longo de vinte anos, serão necessários **R\$ 8.754.000,00** (oito milhões, setecentos e cinquenta e quatro mil reais).



Quadro 32 - Orçamento e plano de execução das ações do Sistema de Esgotamento Sanitário

CÓDIGO (s/o/m/a) *	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
2.1.1.01	Ação 1: Elaborar minuciosamente o cadastro do sistema existente na sede e no distrito.	X				120.000,00	C= Estimativa mínima de rede a ser cadastrada x *custo unitário (m) de cadastro de rede. Fonte: Banco de Obras e Serviços da SABESP, 2015, ref: *cadastro de redes=2,28/m Estimativa mínima a ser cadastrada: 50 km
2.1.1.02	Ação 2: Elaborar estudo de local para instalação de Estação de Tratamento de Esgoto para o distrito.	X				40.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 235,64 Quantidade mínima de horas de dedicação: 170 horas
2.1.1.03	Ação 3: Avaliar, a partir do cadastro, sistema existente na sede e no distrito quanto a sua funcionalidade e necessidade de ampliações, substituições e adequações.	X				40.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 235,64 Quantidade mínima de horas de dedicação: 170 horas
2.1.1.04	Ação 4: Projetar, a partir da avaliação, as ampliações, substituições e adequações necessárias à rede coletora, principalmente para atender os bairros sem coleta de esgoto.	X				190.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
2.1.1.05	Ação 5: Implementar Projeto “Caça Esgoto” para identificar lançamentos clandestinos e efetuar as ligações prediais não conectadas à rede pública, de acordo com levantamento da campanha.	X				30.000,00	C=homem-hora (engenheiro sênior) * x**horas trabalhadas + homem-hora (técnico nível superior) *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R\$ 235,64; ***R\$ 71,98 Quantidade mínima de horas de dedicação: *100 horas; **120 horas
2.1.1.06	Ação 6: Projetar, a partir dos novos projetos de rede coletora, o afastamento do esgoto das novas redes que levará o esgoto para a ETE da sede e a futura ETE do distrito.	X				150.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
2.1.1.07	Ação 7: Realizar as obras necessárias aos projetos supracitados.	X				1.200.000,00	C= obras lineares necessárias(m) x custo unitário de execução *Fonte: Banco de Preços de Serviços Operacionais Sabesp, 2015, ref:140,35/m
2.1.1.08	Ação 8: Projetar uma Estação de Tratamento de Esgotos para o distrito.	X				300.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)



CÓDIGO (s/o/m/a) *	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
2.1.1.09	Ação 9: Realizar obras da ETE do distrito.	X				1.028.000,00	C=Custo unitário (R\$/hab) para tratamento de esgotos x população atendida Fonte: Jordão e Pessoa (2005): ref: Custo de tratamento 500,00 /hab - atualização pelos índices inflacionários
2.1.2.10	Ação 10: Elaborar minuciosamente o cadastro do sistema existente nas comunidades rurais agrupadas (rede coletora e lançamentos).	X				120.000,00	C= Estimativa mínima de rede a ser cadastrada x *custo unitário (m) de cadastro de rede. Fonte: Banco de Obras e Serviços da SABESP, 2015, ref: *cadastro de redes=2,28/m Estimativa mínima a ser cadastrada: 65 km
2.1.2.11	Ação 11: Avaliar, a partir do cadastro, sistema existente nas comunidades rurais agrupadas quanto a sua funcionalidade e necessidade de ampliações, substituições e adequações.	X				40.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 235,64 Quantidade mínima de horas de dedicação: 50 horas/ano
2.1.2.12	Ação 12: Projetar, a partir da avaliação, as ampliações, substituições e adequações necessárias à rede coletora das comunidades rurais agrupadas.	X				120.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 235,64 Quantidade mínima de horas de dedicação: 110 horas/ano
2.1.2.13	Ação 13: Projetar, a partir dos novos projetos de rede coletora, o tratamento do esgoto (ETE) das comunidades rurais agrupadas.	X				120.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
2.1.2.14	Ação 14: Projetar, a partir dos novos projetos de rede coletora e da ETE, o afastamento do esgoto (interceptores) para futuras ETEs das comunidades rurais agrupadas.	X				120.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
2.1.2.15	Ação 15: Realizar as obras dos projetos supracitados.	X	X			1.000.000,00	C=Custo unitário (R\$/hab) para tratamento de esgotos x população atendida Fonte: Jordão e Pessoa (2005): ref: Custo de tratamento 500,00 /hab - atualização pelos índices inflacionários
2.2.1.16	Ação 16: Fazer levantamento cadastral das propriedades rurais isoladas quanto à existência de banheiros e sanitários, tipo de solução para o esgotamento sanitário e demandas (Programa de Esgotamento Sanitário Rural).	X				60.000,00	C=área mínima estimada de levantamento x custo unitário (ha) *Fonte: Banco de engenharia Consultiva da SABESP, 2015 ref: Levantamento Planialtimétrico cadastral R\$ 1.555,70/ha



CÓDIGO (s/o/m/a) *	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
2.2.2.17	Ação 17: Instalar módulos sanitários nas propriedades sem banheiro (Programa de Esgotamento Sanitário Rural).	X				400.000,00	C=n° domicílio x custo unitário do módulo= mão de obra e materiais (pedreiro) Fonte: Leroy Merlin ref: R\$ 800,00/módulo
2.2.2.18	Ação 18: Instalar soluções corretas nas propriedades sem soluções para esgotamento sanitário e substituir fossas rudimentares e lançamentos diretos individuais por soluções corretas: fossas sépticas ou ligação com rede coletora (Programa de Esgotamento Sanitário Rural).	X	X			550.000,00	C=n° domicílio x custo unitário de fossa biodigestora Fonte: Leroy Merlin ref: R\$ 2250,00/unidade
2.2.2.19	Ação 19: Monitorar continuamente os equipamentos instalados de esgotamento sanitário nessas propriedades com soluções estáticas (individuais, principalmente) para verificar a situação do tratamento e necessidade de manutenção (Programa de Esgotamento Sanitário Rural).	X	X	X	X	480.000,00	C= custo unitário da análise x n° amostras x frequência de amostragem Fonte: Laboratório de Saneamento da EESC/USP (2016) ref:R\$ 600,00/amostra
2.3.1.20	Ação 20: Avaliar as possibilidades de gestão.	X				*	
2.3.1.21	Ação 21: Implementar novo modelo de gestão adotado, caso a ação 2.3.1.20 tenha concluído pela modificação do modelo de gestão atual.	X				*	
2.3.4.22	Ação 22: Atualizar continuamente o levantamento cadastral dos sistemas de esgotamento sanitário de todo o município.	X	X	X	X	*	
2.3.1.23	Ação 23: Atualizar a legislação municipal com estabelecimento de diretrizes para novos empreendimentos imobiliários, de forma a planejar melhor a expansão dos sistemas de esgotamento sanitário.	X				*	



CÓDIGO (s/o/m/a) *	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
2.3.2.24	Ação 24: Elaborar manuais de operação para cada ETE, existente e futura, incluindo procedimentos corretos para o lançamento de esgotos e destinação dos lodos.	X				30.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 80 horas/ano
2.3.1.25	Ação 25: Avaliar o quadro de funcionários para verificar as necessidades de novas contratações frente às novas instalações e ampliações dos sistemas.	X				80.000,00	C= valor homem-hora (analista de Recursos Humanos Sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 139,73 Quantidade mínima de horas de dedicação: 570 horas
2.3.1.26	Ação 26: Realizar a capacitação dos funcionários frente às novas práticas, conforme as novas instalações dos sistemas de esgotamento sanitário e as substituições.	X				100.000,00	C= valor homem-hora (técnico)* x horas treinamento x frequência de treinamento *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 71,98 Quantidade mínima de treinamento: 1/ano Quantidade de profissionais participante: 8 pessoas Duração do treinamento: 8 horas/treinamento
2.3.1.27	Ação 27: Elencar as possibilidades de entidade reguladora para o SES e escolher a ideal para o município.	X				*	
2.3.1.28	Ação 28: Iniciar as atividades com a entidade reguladora.	X				*	
2.3.1.29	Ação 29: Atender rigorosamente às diretrizes estabelecidas pela Agência Reguladora.	X				*	
2.3.3.30	Ação 30: Avaliar continuamente o indicador de desempenho a fim de buscar melhorias de gestão financeira.	X	X	X	X	60.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas + valor homem-hora (analista econômico-sênior)** x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R\$ 122,04 ; **R\$ 166,42 Quantidade mínima de horas de dedicação: * 200 horas; **180 horas



CÓDIGO (s/o/m/a) *	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
2.3.3.31	Ação 31: Avaliar continuamente os gastos com energia elétrica do sistema, realizando substituição de equipamentos que tenham maior consumo energético por equipamentos de menor consumo.	X	X	X	X	60.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 25 horas/ano
2.3.3.32	Ação 32: Avaliar continuamente os gastos com produtos químicos utilizados nos sistemas, realizando substituição de equipamentos que tenham melhor eficiência na aplicação automatizada dos produtos, redução do desperdício no armazenamento, transporte e manejo do estoque.	X	X	X	X	60.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 25 horas/ano
2.3.3.33	Ação 33: Implantar campanhas de renegociação de dívidas dos usuários, contendo mecanismos para informar a população e eventos em praças ou locais públicos específicos para encontro dos usuários e companhia para negociação das dívidas.	X	X	X	X	*	
2.3.3.34	Ação 34: Estabelecer funcionários dentro da Prefeitura Municipal que seriam responsáveis por organizar os dados operacionais e administrativos do setor de abastecimento do município e alimentar os Sistema de Informações e, consequentemente, o SNIS.	X				*	
2.4.1.35	Ação 35: Realizar levantamento das outorgas e licenças já obtidas para a operação dos atuais sistemas de esgotamento sanitário e verificar a necessidade de obtenção ou renovação de licenças da operação dos sistemas de esgotamento sanitário do município e principalmente para as futuras instalações.	X	X			50.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 50 horas/ano



CÓDIGO (s/o/m/a) *	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
2.4.1.36	Ação 36: Realizar estudos técnicos necessários para a obtenção das Portarias de Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos e licenciamento das unidades do SES encontradas em situação irregular, segundo levantamento inicial, e dar andamento aos trâmites necessários.	X	X			50.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 50 horas/ano
2.4.2.37	Ação 37: Realizar análises laboratoriais para o monitoramento da eficiência das ETEs.	X	X	X	X	600.000,00	C= custo unitário da análise x n° amostras x frequência de amostragem Fonte: Laboratório de Saneamento da EESC/USP (2016) ref:R\$ 600,00/amostra
2.4.2.38	Ação 38: Realizar análises laboratoriais para o monitoramento da qualidade dos corpos receptores.	X	X	X	X	300.000,00	C= custo unitário da análise x n° amostras x frequência de amostragem Fonte: Laboratório de Saneamento da EESC/USP (2016) ref:R\$ 600,00/amostra
2.4.3.39	Ação 39: Verificar continuamente os prazos de validade e promover estudos complementares para manutenção das Portarias de Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos e das Licenças Ambientais.	X	X	X	X	*	
2.4.3.40	Ação 40: Elaborar estudo para avaliação da legislação municipal, estadual e federal, com o propósito de identificar lacunas ainda não regulamentadas, inconsistências internas e outras complementações necessárias.	X				15.000,00	C= valor homem-hora (advogado sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 212,74 Quantidade mínima de horas de dedicação: 70 horas
2.5.1.41	Ação 41: Realizar eventos públicos (como audiências) periodicamente, com o intuito de informar a população sobre a situação dos SESs no município e receber sugestões/reclamações.	X	X	X	X	60.000,00	C=número de eventos X preço das conveniências *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R\$ 27,00/pessoa N° de eventos:3 eventos/ano N° médio de participantes:40 pessoas



CÓDIGO (s/o/m/a) *	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
2.5.2.42	Ação 42: Realizar eventos e oficinas sobre Educação Ambiental para a conscientização da população sobre os direitos e deveres dos usuários com relação ao SES. Organizar visitas educativas às ETEs do município.	X	X	X	X	60.000,00	C=número de eventos X preço das conveniências *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R\$ 27,00/pessoa Nº de eventos:3 evento/ano Nº médio de participantes:40 pessoas
2.5.3.43	Ação 43: Criar um site, perfil em rede social ou em aplicativo de mensagens instantâneas próprio da prefeitura que permita a interação com o usuário.	X				1.000,00	C= valor homem-hora (web designer)* x horas trabalhadas x n° de profissionais necessários *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 117,45 Quantidade mínima de horas de dedicação: 8 horas
2.5.3.44	Ação 44: Atualizar os respectivos sites ou perfis em redes sociais.	X	X	X	X	*	
2.5.3.45	Ação 45: Implementar um Sistema de Atendimento ao Consumidor (SAC) e cadastro das reclamações da população feitas à prefeitura, sobre questões relacionadas ao SES, buscando o atendimento às demandas de maneira mais rápida e eficiente do praticado atualmente.	X	X	X	X	960.000,00	C=homem-hora (analista de suporte técnico sênior)* x horas trabalhadas + homem-hora (administrador de banco de dados)** x horas trabalhadas + homem-hora (secretária plena nível superior)***x horas trabalhadas Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R\$ 150,79; ** 174,61 ; ***R\$ 80,87 Quantidade mínima de horas de dedicação: *130 horas/ano; **115 horas/ano; ***125 horas/ano
2.5.4.46	Ação 46: Realizar periodicamente pesquisas de satisfação com a população para obter <i>feedbacks</i> dos serviços prestados, de maneira a verificar os pontos passíveis de melhorias.	X	X	X	X	160.000,00	C=SM*x n° entrevistadoresx20 anos *SM: valor do salário mínimo nacional vigente pago uma vez ao ano Nº de entrevistadores: 8 pessoas

(s/o/m/a) = nº do setor / nº do objetivo / nº da meta / nº da ação.

8.754.000,00

*Dependente de outras ações que possuem custos próprios estimados



3.4. Detalhamento de programas, projetos e ações

3.4.1. Programa “Caça Esgoto”

Juntamente com o “Caça Gato”, o Programa “Caça Esgoto” viria para auxiliar no combate de casos de lançamentos indevidos de esgotos, seja no solo, corpo hídrico ou galeria de drenagem. Neste caso, há a necessidade de legislação específica, a fim de que esses lançamentos indevidos sejam regulamentados como infração e os meios de punição do infrator sejam estabelecidos. Assim ficaria a cargo do(a):

- Prefeitura: fornecer estrutura técnica, disponibilizando funcionários para visitas a campo e vistorias periódicas e informações já catalogadas, além de estrutura para ação social, com a disponibilização de agentes sociais e educadores para dialogarem com os cidadãos, principalmente os infratores.
- Câmara: legislar sobre o assunto para fornecer métodos de controle do problema, de maneira legal.
- Ministério Público: fornecer estrutura para meios de punição dos infratores, disponibilizando agentes para a aplicação de multas e sanções.

3.4.2. Sede

Além das ações, para a sede, já apresentadas nos quadros anteriormente, a partir dos levantamentos do diagnóstico e dos eventos públicos (seminários e oficinas), percebeu-se que o sistema também necessita:

1. Monitoramento da vazão de entrada na ETE (atualmente existe a calha Parshall para este fim, porém não é feito o monitoramento).
2. Análise do quadro de funcionários da prefeitura para possível realocação destes ao SES (atualmente o sistema sofre com a carência de funcionários para a manutenção da ETE e da EEE).

3.4.3. Localidades rurais

Localidades rurais são lugares formados por agrupamentos de casas mais ou menos dispersas situadas nas áreas rurais do município. O município de Araponga possui dezenas de localidades rurais, razão pela qual não foi possível que a equipe técnica da consultora visitasse todos esses lugares. No entanto, a partir de visitas a algumas localidades rurais e de questionamentos técnicos efetuados junto aos



gestores locais pode-se levantar os tipos de “soluções” que têm sido adotadas pelas diversas localidades rurais desse município para o esgotamento sanitário de seus efluentes domésticos. A partir daí, descreveu-se essas “soluções” adotadas pelas comunidades rurais locais, indicando as ações necessárias para a adequação das mesmas de forma a torná-las compatíveis com a normatização vigente.

De forma geral, em cada uma das localidades rurais, o gestor público precisa compilar informações quanto à situação atual do esgotamento sanitário. Na maioria dos casos as comunidades adotam soluções individualizadas, ou seja, cada moradia apresenta sua própria solução para o afastamento dos esgotos nela produzidos, frequentemente traduzidas em fossas rudimentares ou lançamentos diretos em cursos d’água.

Assim, a seguir são descritos os tipos de situação adotados nas localidades rurais e indicadas as ações que devem ser tomadas para sua adequação.

3.4.3.1. Sistema de esgotamento sanitário coletivo

Nas maiores concentrações de residências na área rural, como em povoados, existem redes coletoras, mas, muitas vezes, não se tem afastamento para pontos específicos, havendo diversos pontos de lançamentos sem tratamento. Nesses casos, seriam necessárias as seguintes ações:

1. Verificar as condições atuais da rede coletora e realizar substituições/ampliações necessárias.
2. Realizar estudo locacional para implantação do tratamento, seja estático (fossa coletiva) ou dinâmico (ETE).
3. Projetar e implantar interceptores e estações elevatórias, caso necessário, para integrar a rede coletora e afastar os esgotos ao ponto de instalação do tratamento.
4. Projetar e implantar o tratamento.
5. Avaliar a necessidade de cobrança dos usuários.
6. Administrar sistema (Prefeitura).

Caso haja uma rede interligada e afastamento até um ponto específico, não há a necessidade das ações especificadas nos itens “2” e “3”, porém a ação “1” deve ser complementada por avaliação do sistema de afastamento, no caso de existência de estações elevatórias.



Outra situação seria já haver algum tipo de tratamento, sendo que, neste caso, não seriam necessárias as ações “2”, “3” e “4”, apenas uma complementação da ação “1”, contendo avaliação da infraestrutura e qualidade do tratamento para possíveis reformulações, desativações e/ou ampliações.

3.4.3.2. Sistema de esgotamento sanitário individualizado

No meio rural existem diversas localidades com soluções individualizadas, ou seja, cada propriedade tem seu esgotamento sanitário específico. Nas localidades onde este caso acontece deve-se:

1. Fazer estudo para verificar a possibilidade de implantação de solução coletiva.
 - a. Caso a conclusão do estudo seja inviável, é necessário incluir a localidade rural no Programa de Esgotamento Sanitário Rural.
 - b. Caso a conclusão do estudo seja viável, é necessário:
 - i. Realizar estudo locacional para implantação do tratamento, seja estático (fossa coletiva) ou dinâmico (ETE).
 - ii. Projetar e implantar rede coletora integrada com interceptores, e estações elevatórias caso necessário, coletando e afastando os esgotos ao ponto de instalação do tratamento.
 - iii. Projetar e implantar o tratamento.
 - iv. Avaliar a necessidade de cobrança dos usuários.
 - v. Administrar sistema (Prefeitura).

3.4.4. Programa de Esgotamento Sanitário Rural (PESR)

Juntamente com o Programa de Aferição da Qualidade da Água Rural, o Programa de Esgotamento Sanitário Rural seria fruto da parceria entre Secretaria da Saúde/Vigilância Sanitária, Secretaria da Educação, Assistência Social e Divisão de Meio Ambiente, na qual seria formado um grupo de trabalho composto por agentes de saúde, agentes sociais, educadores de escolas da área rural e técnicos sanitaristas para efetuarem mutirões nas propriedades rurais isoladas do município para aferir a situação do esgotamento sanitário e a qualidade das propriedades, informando a



população residente. Salienta-se que é possível criar um só grupo para os dois programas.

O mutirão serviria, inicialmente, para realizar o cadastramento das propriedades rurais de acordo com o tipo de solução adotada, qualidade do tratamento e da infraestrutura instalada e demanda da propriedade. Posteriormente, teriam a função de instalar as soluções ideais, monitorar as melhorias do tratamento e da qualidade do corpo receptor (quando houver), verificar como está o manejo dos resíduos gerados e sempre atualizar o cadastro. A periodicidade dos mutirões poderia ser semestral e ocorrer juntamente com o programa de água.

3.5. Ações para emergências e contingências

Na prestação de serviços de saneamento, como em qualquer atividade, há a possibilidade de ocorrência de situações de emergência e contingência. As obras e os serviços de engenharia, em geral, e os de saneamento, em particular, são planejados respeitando-se determinados níveis de segurança, resultado de experiências anteriores e expressos na legislação ou em normas técnicas. Os níveis de segurança adotados são diretamente proporcionais ao potencial de causar danos aos seres humanos e ao meio ambiente.

Foram identificados eventos de emergência e contingência, conseqüentemente, foram elencadas ações de respostas a esses eventos para que eles sejam mais bem administrados quando ocorrerem.

A seguir estão listadas as ações dos eventos de emergência e contingência relacionados ao SES. A fim de facilitar a compreensão, os eventos foram separados em operacionais, de gestão e gerenciamento, e imprevisíveis.

3.5.1. Operacionais

- **Rompimento da tubulação de esgoto:** formar barreira de contenção para limitar raio ou curso de propagação do vazamento, seja no solo ou em curso d'água; isolar a área para não haver contato; comunicar à população, instituições e autoridades; realizar reparos e remediar a área contaminada. **Responsável:** prestador dos serviços de esgotamento sanitário.



- **Ocorrência de retorno de esgoto nos imóveis:** comunicar à população, instituições e autoridades; procurar local na rede onde está o entupimento; e realizar a manutenção corretiva. **Responsável:** prestador dos serviços de esgotamento sanitário.

- **Ocorrência de avarias em sistemas de bombeamento:** acionar equipamentos reserva; iniciar manutenções corretivas; e comunicar à população, instituições e autoridades. **Responsável:** prestador dos serviços de esgotamento sanitário.

- **Ocorrência de danos às estruturas e equipamentos nas instalações de tratamento de esgoto:** existem diversos tipos de estações de tratamento e para cada um podem ser realizadas ações para minimizar os danos desta ocorrência. Geralmente, os equipamentos têm unidades reserva. O tratamento preliminar (gradeamento e caixa de areia), via de regra, é constituído de dois possíveis fluxos para que possibilite a transferência do fluxo da unidade em funcionamento e que venha necessitar de reparos, para a outra unidade que estava ociosa. As demais unidades ou estruturas não são construídas em duplicidade, pois essa condição aumentaria os custos de instalação e ficariam por muito tempo ociosas. Nesse sentido, se houver apenas um equipamento, a correção é uma simples substituição. Já se for do tratamento preliminar, a correção é encaminhar o fluxo à unidade ociosa e reparar. Em contrapartida, as demais unidades necessitariam parar sua operação e transferir a vazão para as demais unidades da mesma etapa, resultando diminuição da capacidade e eficiência do tratamento. Por exemplo, no caso de um problema num tanque de aeração, fecha-se a entrada do tanque, então a vazão irá dividir-se pelos demais tanques, cujas entradas estão abertas, que necessitarão ficar mais tempo em aeração, demandando maior consumo energético. De qualquer forma, com um tanque a menos a eficiência e capacidade de tratamento diminuirão. É importante ressaltar que se deve determinar o prazo para manutenção do problema, visto que a qualidade do efluente será pior. Além disso, em caso de vazamentos nas estruturas avariadas, é necessário realizar as ações de rompimentos de tubulações. **Responsável:** prestador dos serviços de esgotamento sanitário.

- **Ocorrência de vazamentos de produtos químicos nas instalações de tratamento de esgoto:** iniciar processo de evacuação do local e comunicar às



instituições e autoridades que realizam os trabalhos de contenção e remediação.

Responsável: prestador dos serviços de esgotamento sanitário.

- **Ocorrência de acidentes de trabalho nas unidades de bombeamento e tratamento de esgoto:** iniciar primeiros socorros, comunicar aos socorristas, substituir função do operário lesionado, atribuindo-a a outro funcionário por período temporário.

Responsável: prestador dos serviços de esgotamento sanitário.

3.5.2. Gestão e gerenciamento

- **Paralisação de funcionários nas unidades de bombeamento e tratamento de esgoto:** comunicar à população, instituições e autoridades; iniciar processo de negociações; e atribuir funções temporárias aos funcionários não paralisados.

Responsável: prestador dos serviços de esgotamento sanitário.

- **Falta de financiamento para o sistema operacional:** comunicar à população, instituições e autoridades sobre a situação e procurar soluções emergenciais de conseguir receitas, tais como: uma emenda na Câmara de Vereadores, nas instituições legislativas do estado ou no Congresso Nacional; solicitar recursos nos Fundos de Recuperação de Recursos Hídricos, etc. **Responsável:** prestador dos serviços de esgotamento sanitário e Executivo Municipal.

- **Falta de produtos químicos necessários para o funcionamento da ETE:** comunicar à população, instituições e autoridades e procurar soluções emergenciais de conseguir os mesmos produtos ou similares no mercado, tais como: doações de municípios vizinhos ou de outros sistemas de tratamento do município. **Responsável:** prestador dos serviços de esgotamento sanitário.

3.5.3. Imprevisíveis

- **Ocorrência de danos às instalações e equipamentos do sistema devido a desastres naturais:** comunicar à população, instituições e autoridades; conter o fluxo dos possíveis vazamentos e isolar a área; realizar avaliação dos estragos; elaborar plano de manutenção corretiva; realizar as ações necessárias para reestabelecer o sistema e reiniciar o atendimento convencional. **Responsável:** prestador dos serviços de esgotamento sanitário e Executivo Municipal.

- **Ocorrência de incêndios em estabelecimentos e edificações do SES:** comunicar à população, instituições e autoridades e realizar evacuação total da área



atingida. Após o controle do incêndio, conter o fluxo dos possíveis vazamentos e isolar a área; avaliar estragos; elaborar plano de manutenção corretiva; realizar as ações necessárias para reestabelecer o sistema e reiniciar o atendimento convencional.

Responsável: prestador dos serviços de esgotamento sanitário.

- **Interrupção no fornecimento de energia elétrica em sistemas de bombeamento:** comunicar à companhia fornecedora de energia elétrica, população, instituições e autoridades; conter o fluxo dos possíveis vazamentos; e isolar a área.

Responsável: prestador dos serviços de esgotamento sanitário.

- **Interrupção no fornecimento de energia elétrica nas instalações de tratamento de esgoto:** comunicar à companhia fornecedora de energia elétrica, população, instituições e autoridades; realizar manobra para desviar o fluxo das unidades paralisadas pela falta de energia. **Responsável:** prestador dos serviços de esgotamento sanitário.

3.5.4. Gestão e gerenciamento

- **Paralisação de funcionários nas unidades de bombeamento e tratamento de esgoto:** comunicar à população, instituições e autoridades; iniciar processo de negociações; e atribuir funções temporárias aos funcionários não paralisados.

Responsável: prestador dos serviços de esgotamento sanitário.

- **Falta de financiamento para o sistema operacional:** comunicar à população, instituições e autoridades sobre a situação e procurar soluções emergenciais de conseguir receitas, tais como: uma emenda na Câmara de Vereadores, nas instituições legislativas do estado ou no Congresso Nacional; solicitar recursos nos Fundos de Recuperação de Recursos Hídricos, etc. **Responsável:** prestador dos serviços de esgotamento sanitário e Executivo Municipal.

- **Falta de produtos químicos necessários para o funcionamento da ETE:** comunicar à população, instituições e autoridades e procurar soluções emergenciais de conseguir os mesmos produtos ou similares no mercado, tais como: doações de municípios vizinhos ou de outros sistemas de tratamento do município. **Responsável:** prestador dos serviços de esgotamento sanitário.



3.5.5. Imprevisíveis

- **Ocorrência de danos às instalações e equipamentos do sistema devido a desastres naturais:** comunicar à população, instituições e autoridades; conter o fluxo dos possíveis vazamentos e isolar a área; realizar avaliação dos estragos; elaborar plano de manutenção corretiva; realizar as ações necessárias para reestabelecer o sistema e reiniciar o atendimento convencional. **Responsável:** prestador dos serviços de esgotamento sanitário e Executivo Municipal.

- **Ocorrência de incêndios em estabelecimentos e edificações do SES:** comunicar à população, instituições e autoridades e realizar evacuação total da área atingida. Após o controle do incêndio, conter o fluxo dos possíveis vazamentos e isolar a área; avaliar estragos; elaborar plano de manutenção corretiva; realizar as ações necessárias para reestabelecer o sistema e reiniciar o atendimento convencional. **Responsável:** prestador dos serviços de esgotamento sanitário.

- **Interrupção no fornecimento de energia elétrica em sistemas de bombeamento:** comunicar à companhia fornecedora de energia elétrica, população, instituições e autoridades; conter o fluxo dos possíveis vazamentos; e isolar a área. **Responsável:** prestador dos serviços de esgotamento sanitário.

- **Interrupção no fornecimento de energia elétrica nas instalações de tratamento de esgoto:** comunicar à companhia fornecedora de energia elétrica, população, instituições e autoridades; realizar manobra para desviar o fluxo das unidades paralisadas pela falta de energia. **Responsável:** prestador dos serviços de esgotamento sanitário.

4. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais

4.1. Diagnóstico

4.1.1. Análise crítica dos planos e programas existentes

No âmbito do arcabouço legal municipal, são consideradas questões relacionadas ao saneamento básico, considerando questões drenagem urbana e manejo de águas pluviais, expressamente, na Lei Orgânica e no Plano Diretor Municipal.

A Lei orgânica apresenta em seu TÍTULO IV, CAPÍTULO I, SEÇÃO II o seguinte:



DO SANEAMENTO BÁSICO

Art. 139 - O saneamento básico é uma ação de saúde pública e de desenvolvimento urbano, implicando seu direito garantia do cidadão:

II - coleta e disposição dos esgotos sanitários, dos resíduos sólidos e drenagem das águas pluviais, de forma a preservar o equilíbrio ecológico do meio ambiente e na perspectiva de prevenção de ações danosas à saúde;

III - controle de vetores, sobre a ótica de proteção à saúde pública.

§ 1º - As prioridades e a metodologia das ações de saneamento deverão nortear-se pela avaliação do quadro sanitário da área a ser beneficiada, devendo ser objetivo principal das ações a reversão e a melhoria do seu perfil epidemiológico.

§ 2º - O Município desenvolverá mecanismos institucionais que compatibilizem as ações de saneamento básico, de habitação, de desenvolvimento urbano, de preservação do meio ambiente e de gestão dos recursos hídricos, buscando integração com outros Municípios nos casos em que exigir ações conjuntas.

Art. 140 - Os serviços de saneamento básico, de competência do Município, serão prestados pelo Poder Público, mediante a execução direta ou delegada, através de concessão ou permissões visando ao atendimento adequado da população.

Parágrafo Único - A concessão ou permissão de serviços de saneamento básico, ou de partes deles, será outorgada a pessoa jurídica de direito público, devendo, neste último caso, se dar mediante contrato de direito público.

A lei nº 928/2015 que institui o Plano Diretor de Araponga em seu CAPÍTULO III do TÍTULO I apresenta:

§ 2º - São fatores restritivos:

VII - a ocupação desordenada e irregular do solo;

X - a ocupação inadequada de encostas, margens de cursos d'água e áreas de mananciais;

XI - a irregular distribuição do adensamento populacional no espaço territorial do município;

XII - a redução dos padrões de qualidade de vida pela progressiva deterioração da qualidade ambiental;

XIII - as limitações da rede fluvial para garantir abastecimento de água no médio e longo prazo.



E em seu CAPÍTULO III do TÍTULO III apresenta:

DA POLÍTICA DE SANEAMENTO

Art. 26. A política de saneamento objetiva universalizar o acesso aos serviços de saneamento básico, mediante ações articuladas de saúde pública, desenvolvimento urbano e meio ambiente.

Art. 27. São diretrizes da política de saneamento:

II - implementar sistema abrangente e eficiente de coleta, tratamento e disposição dos esgotos sanitários, dos resíduos sólidos e de drenagem urbana, evitando danos à saúde pública, ao meio ambiente e à paisagem urbana e rural;

III - promover sistema eficiente de prevenção e controle de vetores, na ótica da proteção à saúde pública;

IV - promover programas de combate ao desperdício de água;

4.1.2. Considerações preliminares

O sistema de drenagem urbana pode ser definido como o conjunto da infraestrutura do município responsável pela coleta, transporte e lançamento final das águas pluviais. Comumente, o sistema se divide nos seguintes componentes (FEAM, 2006, Tomaz, 2012 e SMDU, 2012):

- **Microdrenagem:** estruturas que conduzem as águas do escoamento superficial para as galerias ou canais urbanos, sendo constituídas pelas redes coletoras de água pluviais, poços de visita, sarjetas, sarjetões, bocas de lobo e meios-fios, vias pavimentadas, etc.
- **Meso/Macrodrenagem:** dispositivos responsáveis pelo escoamento final das águas pluviais provenientes do sistema de microdrenagem urbana. O sistema de macrodrenagem é composto pelos principais talvegues, cursos d'água, independentemente da execução de obras específicas e tampouco da localização de extensas áreas urbanizadas, por ser o escoadouro natural das águas pluviais. A macrodrenagem herdou as funções da malha hídrica original (MARTINS, 2012).

Dentre os diversos fatores causadores de inundações, pode-se citar a ocupação desordenada do solo, não somente na área urbana como também em toda a área da bacia de contribuição, e o direcionamento do escoamento pela drenagem urbana, sem



atentar aos volumes escoados (FEAM, 2015). O sistema de drenagem deve atuar de forma a drenar os escoamentos sem produzir impactos no local, nem a jusante.

De acordo com FEAM (2015), as soluções, de um modo geral, devem ser voltadas à infiltração da água superficial para solo, a fim de minimizar problemas de enchentes. Dentre elas pode-se citar: construção de pequenos reservatórios de contenção; bacia para amortecimento de cheias; não pavimentação das ruas ou pavimentação com materiais permeáveis; áreas verdes, como parques e gramados; e medidas de apoio à população, como sistema de alerta, de evacuação e de atendimento à comunidade atingida.

Os técnicos da prefeitura de Arapongá relataram que há problemas de inundação e alagamento no município, por isso será realizada a análise hidráulica e hidrológica do Sistema de Drenagem municipal para aferição das condições de operação.

Segundo a FEAM (2015), as bacias urbanizadas são identificadas pela ocupação consolidada das margens dos corpos d'água, onde intervenções como a renaturalização e mesmo a revalorização ecológica são limitadas, restando ao administrador intervir a montante do trecho, buscando reduzir os picos de vazão. O Quadro 33 apresenta os efeitos da urbanização na drenagem urbana.

Quadro 33 - Causas e efeitos associados à urbanização de bacias de drenagem

CAUSAS	EFEITOS
Impermeabilização	Maiores picos de vazões
Redes de drenagem	Maiores picos a jusante
Resíduos sólidos urbanos	Entupimento de galerias e degradação da qualidade das águas
Redes de esgotos sanitários deficientes	Degradação da qualidade das águas e doenças de veiculação hídrica
Desmatamento e desenvolvimento indisciplinado	Maiores picos e volumes, maior erosão e assoreamento
Ocupação das várzeas e fundos de vale	Maiores picos de vazão, maiores prejuízos e doenças de veiculação hídrica

Fonte: FEAM (2006)



Para ações de controle de enchentes, inundações, deslizamento de encostas e outros eventos críticos o município apresenta uma Coordenadoria Municipal de Defesa Civil funcionando no endereço Pça Manoel Romualdo de Lima, 221, Centro, podendo ser acionada pelo telefone (31) 3894-1100.

A principal atribuição da COMDEC é conhecer e identificar os riscos de desastres no município. A partir deste conhecimento, o município prepara-se para enfrentá-los, com a elaboração de planos específicos onde é estabelecido o que fazer, quem faz, como fazer, e quando deve ser feito.

É no período de normalidade que a COMDEC se prepara para atuar, de forma eficaz, e as ações mais importantes a serem desenvolvidas dizem respeito a:

- Prevenção: que tem por objetivo reduzir a incidência dos desastres, ou minimizar seus efeitos adversos.
- Preparação: que tem por objetivo preparar os órgãos do Sistema Nacional de Defesa Civil – SINDEC no município e preparar a comunidade para garantir uma resposta adequada aos desastres e minimizar os danos e prejuízos consequentes.

4.1.3. Infraestrutura atual do sistema

Os pontos críticos de drenagem de águas pluviais foram mapeados com base em informações da Prefeitura Municipal. A equipe técnica da SHS - Consultoria e Projetos de Engenharia Ltda. - EPP realizou visitas técnicas, acompanhada por técnicos da prefeitura, para verificação e análise de locais considerados críticos e representativos do ponto de vista dos problemas de drenagem urbana do município.

Como há histórico de alagamentos no município, os principais aspectos observados foram locais que podem se tornar pontos críticos de drenagem em eventos extremos ou com a urbanização intensificada da bacia. Como por exemplo:

- Inadequações do sistema de microdrenagem.
- Subdimensionamento.
- Lançamentos de águas pluviais em cursos d'água sem dissipação de energia e a inexistência de bocas-de-lobo e rede de drenagem.



- Margens desprovidas de mata ciliar; assoreamento de canais; ocupação e urbanização de Áreas de Preservação Permanente, naturalmente inundáveis.
- Degradação da qualidade das águas pelo lançamento de esgotos sanitários e/ou poluição difusa.
- Inadequações hidráulicas de trechos de rios e de passagens de pontes;
- Elevado índice de morros e de declividade existente no município (característica natural que muito influencia no potencial de deflagração de processos erosivos).

Segundo informações da Prefeitura Municipal de Araponga, não há cadastro da rede de drenagem pluvial. Tal fato interfere na caracterização do sistema de drenagem urbana, bem como dificulta obras e projetos de manutenção e adequação. Também não há atualmente no município um plano de emergências para eventos extremos.

Para sanar tais fragilidades, este PMSB vai recomendar, dentre as ações imediatas a serem providenciadas pelos gestores públicos, a elaboração do Levantamento Cadastral das redes de micro e macrodrenagem existentes e a elaboração de um Plano de Emergências e Contingências.

A descrição da infraestrutura da drenagem urbana do município de Araponga foi dividida entre a sede e o distrito de Estevão Araújo.

Os dois corpos d'água que cortam a sede urbana são o ribeirão Félix e córrego Santo Antônio, ambos com todas as nascentes dentro do município de Araponga, pois este se encontra em uma região alta com grande número de nascentes.

A Figura 26 mostra uma visão panorâmica de Araponga, com destaque para os dois corpos d'água citados.



Figura 26 - Visão panorâmica de Araponga com destaque para o ribeirão Félix e córrego Santo Antônio



Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

A declividade do município é bastante acentuada, há uma série de cachoeiras, inclusive dentro da malha urbana. Assim, segundo técnico da prefeitura, “se a água bate na drenagem, ela vai embora rápido” - referindo-se à velocidade de escoamento.

O leito do ribeirão do Félix é bastante rochoso, enquanto que o do córrego Santo Antônio é de terra.

Segundo relatos dos técnicos da prefeitura, já houve inundações na sede (a última em 2013), mas fizeram um alargamento de um trecho crítico na zona rural, onde a água ficava praticamente parada. Depois disso, não houve mais ocorrência de inundação, no entanto também não houve grandes precipitações.

A Prefeitura Municipal não apresenta cartografia das áreas de risco de enchentes, inundações e escorregamentos no município, sendo sua elaboração uma das ações propostas pelo presente PMSB.

A sede apresenta rede de drenagem que tem sua manutenção realizada pela Secretaria de Obras da Prefeitura. As tubulações variam de 0,30m a 0,80m e não há um mapeamento dessas.



Durante a visita técnica, foram levantados os pontos críticos referentes à drenagem. Esses são descritos a seguir. Com o objetivo de facilitar a compreensão do sistema, a descrição desses pontos foi dividida de acordo com o corpo d'água presente nos pontos.

4.1.3.1. Ribeirão Félix

O primeiro deles é uma ponte de 4m de largura por 2m de altura sobre o ribeirão Félix. Neste ponto já ocorreu uma inundação que chegou a encobrir a ponte. Quando o nível da água neste ponto está próximo à ponte é sinal de que o distrito de Estevão de Araújo está inundado. No item 4.1.8 serão estudadas as condições de escoamento deste ponto, que foi denominado “ponto 1”.

O leito do rio nesse trecho é rochoso e há uma tubulação 0,60m da rede de drenagem e uma de mesmo diâmetro da rede de esgotos, que lançam seus efluentes neste ponto.

A Figura 27 mostra a visão de montante da ponte e a Figura 28, a de jusante.

Figura 27 - Visão de montante do ponto 1



Fonte: SHS (2015)



Figura 28 - Visão de jusante do ponto 1



Fonte: SHS (2015)

O segundo ponto visitado foi um pequeno corpo d'água onde a população lança seus esgotos e este, por sua vez, deságua próximo ao primeiro ponto descrito. Neste ponto não há alagamento, motivo pelo qual não foram realizadas as simulações hidráulicas e hidrológicas.

Figura 29 - Local onde a população lança seus esgotos.



Fonte: SHS (2015)

O terceiro ponto foi uma ponte de madeira com 6m de largura e 2m de altura, como é possível observar na Figura 30. Segundo técnicos da prefeitura, quando há inundação no município esta área fica toda alagada e a água já chegou a passar por cima da ponte. Os representantes da prefeitura relataram que depois de a prefeitura ter



“aberto” o ribeirão não houve mais inundação, no entanto depois desta obra não houve grandes precipitações.

Figura 30 - Ponte sobre o ribeirão do Félix



Fonte: SHS (2015)

Por se tratar de um local com histórico de inundações, esse ponto será objeto de análises hidrológicas e hidráulicas do item 4.1.8, onde recebe a denominação de “ponto 3”.

Próxima a esta ponte há a Estação Elevatória de Esgotos (EEE). Antes da obra mencionada anteriormente (alargamento da calha) este local inundava bastante. A água do ribeirão Félix chegava a uma distância de até 20m depois da EEE. Um ponto localizado nessa distância está representado na Figura 31.

Figura 31 - Inundação próxima à EEE



Fonte: SHS (2015)



4.1.3.2. Córrego Santo Antônio

O ponto crítico visitado do córrego Santo Antônio está localizado na área rural, no caminho para o distrito Estevão de Araújo. No passado, esse era o ponto principal de inundação na área rural, mas recentemente foi realizada a retificação de um trecho do córrego para escoar a vazão mais rapidamente e a ponte foi refeita (agora com 2,0m de largura por 2,5 de altura). Segundo representantes da prefeitura, esta obra deverá “aliviar os problemas de inundação nesta área”.

Figura 32 - Trecho retificado do córrego Santo Antônio



Fonte: SHS (2015)

Figura 33 - Ponte recém-construída



Fonte: SHS (2015)



A pavimentação das vias de uma cidade é um parâmetro importante para análise e dimensionamento do sistema de drenagem urbana. O material com que as vias são pavimentadas influencia no volume de água que é infiltrada no solo assim como na velocidade do escoamento superficial proveniente das precipitações.

Em Arapongá a pavimentação é de paralelepípedo, bloquete sextavado ou de asfalto com guias, mas sem sarjetas. Algumas ruas estão sem pavimentação.

Figura 34 - Detalhe pavimentação de bloquete sextavado



Fonte: SHS (2015)

Figura 35 - Detalhe pavimentação de paralelepípedo, bloquete sextavado e asfalto.



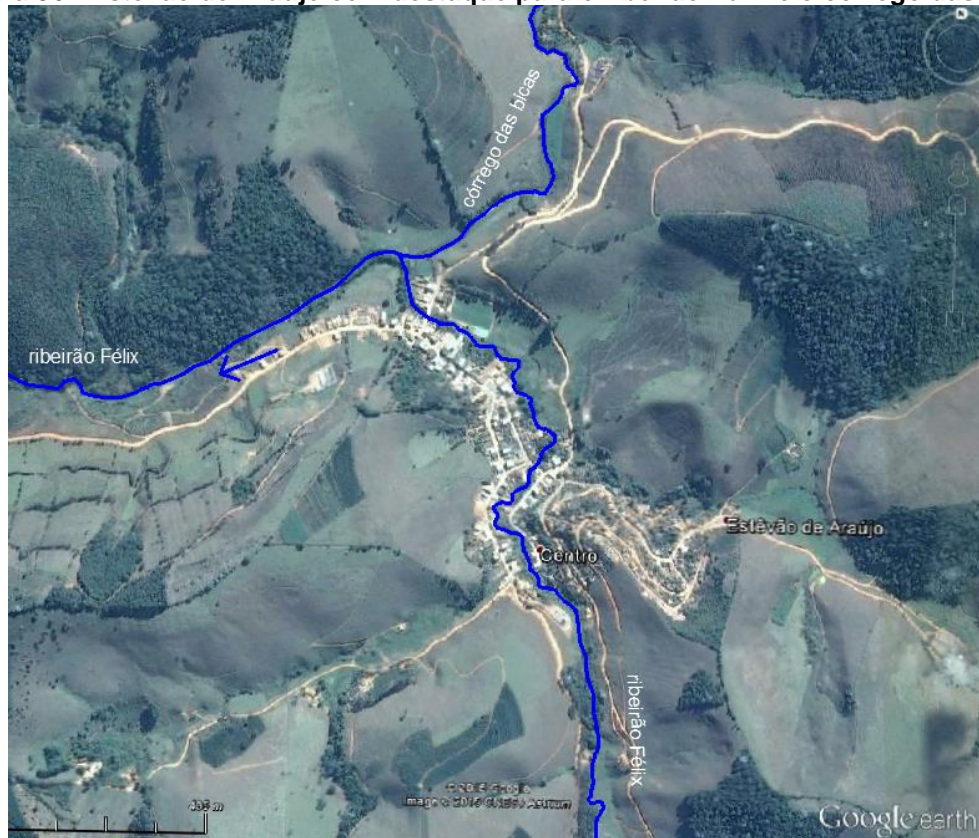
Fonte: SHS (2015)



4.1.3.3. Estevão Araújo

No distrito de Estevão Araújo, o principal corpo d'água também é o ribeirão do Félix, mas também há o córrego das Bicas, cuja foz é nesse distrito, como pode ser observado na Figura 36.

Figura 36 - Estevão de Araújo com destaque para o ribeirão Félix e o córrego das Bicas



Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

Há rede de drenagem em quase todas as ruas, porém somente as ruas que tiveram a pavimentação executada nos últimos anos foram construídas baseadas em projetos.

Durante a visita técnica foram visitados os principais pontos com problemas de drenagem. O primeiro deles foi uma ponte de 3m de altura por 4m de largura. A prefeitura realizou, recentemente, uma escavação do fundo do canal para melhorar o escoamento, uma vez que este local estava assoreado. Também construiu um muro de contenção para evitar o desmoronamento das margens.

Como se trata de um local crítico da drenagem urbana, foi realizada a análise hidrológica e hidráulica deste ponto. Essa análise está apresentada no item 4.1.8 e foi



denominado ponto 1. A Figura 37, a Figura 38 e a Figura 39 ilustram a situação do local.

Figura 37 - Visão de montante da ponte



Fonte: SHS (2015)

Figura 38 - Visão de jusante da ponte



Fonte: SHS (2015)

Figura 39 - Visão de perfil da ponte



Fonte: SHS (2015)

Outro ponto crítico da drenagem no distrito é próximo à confluência entre o ribeirão Félix e o córrego das Bicas (Figura 40). Quando há inundação do distrito esta área fica bastante prejudicada. As marcas de inundação nas casas chegam a 0,8m e demonstram o distúrbio que esses eventos causam (Figura 41).



Figura 40 - Confluência entre o córrego das bicas e ribeirão Félix



Fonte: SHS (2015)

Figura 41 - Marca de inundação de 0,8m.



Fonte: SHS (2015)

Outro local onde foi necessário avaliar as condições hidráulicas e hidrológicas foi uma ponte de 5m de largura por 1,5m de altura, sobre o ribeirão Félix. As águas deste curso d'água já chegaram a passar por cima da ponte em um episódio de alagamento. No item 4.1.8, este local é denominado “ponto 2”.



Figura 42 - Visão de jusante da ponte



Fonte: SHS (2015)

4.1.4. Bocas de lobo e dissipadores de energia

As bocas de lobo também denominadas bocas coletoras, são estruturas hidráulicas para captação das águas superficiais transportadas pelas sarjetas e sarjetões (Inouye, 2009). Recomenda-se a colocação de bocas de lobo com uma distância uma da outra de 60m; no ponto em que o escoamento superficial atingir o limite de vazão da sarjeta; imediatamente a montante das curvas das guias nos cruzamentos; e nos pontos mais baixos do sistema viário com o intuito de evitar a criação de zonas mortas com alagamento e águas paradas. Não é aconselhável a sua localização junto ao vértice do ângulo de interseção das sarjetas de duas ruas convergentes (Tucci, 1993).

A Figura 43 ilustra as condições adequadas e inadequadas de colocação das bocas de lobo.

A capacidade de engolimento da boca de lobo é determinada segundo equação abaixo, de acordo com Tucci (1993), com o objetivo de prever o possível afogamento da mesma. Entretanto, para que a capacidade máxima de uma boca de lobo seja alcançada é importante que não haja material retido nas grelhas, ou seja, sua limpeza sistemática é indispensável para prevenir o alagamento das ruas.



$$Q = 1,7 \times L \times h^{\frac{3}{2}}$$

Em que:

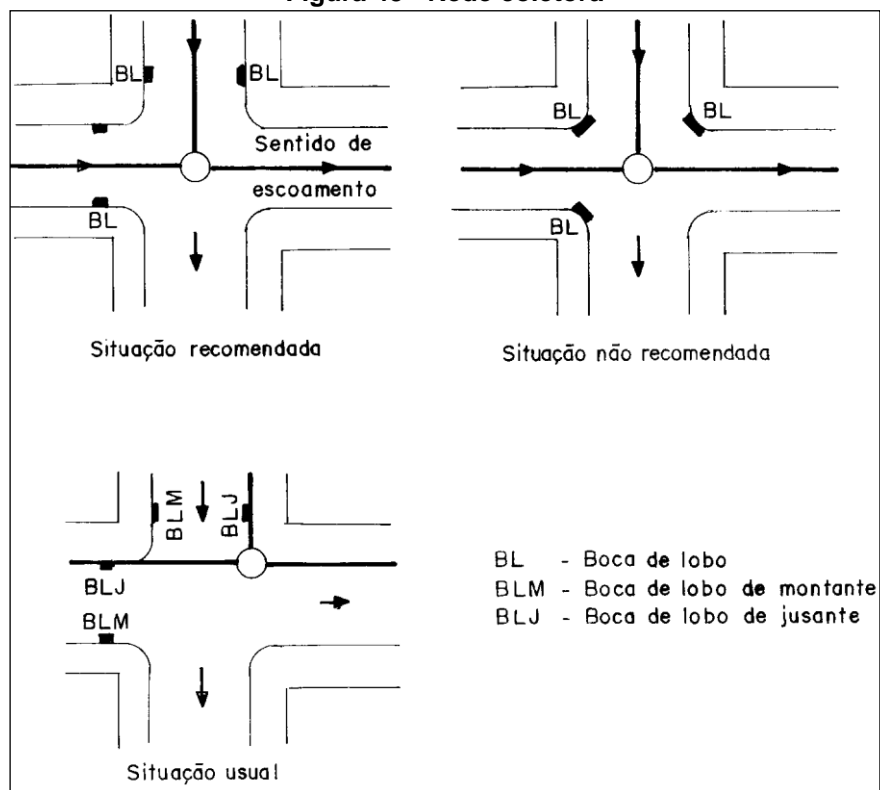
Q: vazão de engolimento (m^3/s);

h: a altura da lâmina de água (m);

L: o comprimento da soleira (m).

No município de Arapongá não há deficiências na captação do escoamento superficial feita por bocas de lobo. Todos os bairros pavimentados contam com este dispositivo de microdrenagem.

Figura 43 - Rede coletora



Fonte: TUCCI (1993).

A Figura 44 mostra uma boca de lobo de Arapongá na qual pode-se observar um grande aporte de sedimentos, o que confere aos gestores deste setor a necessidade da implementação de procedimentos de manutenção com maior periodicidade.

Figura 44 - Detalhe da rede de drenagem



Fonte: SHS (2015)

A Figura 45 ilustra outro tipo de proteção de boca de lobo. Este modelo dificulta a limpeza do dispositivo por ser fixa no pavimento.

Figura 45 - Detalhe da rede de drenagem (continuação)



Fonte: SHS (2015)

A norma DNIT 022/2006 define dissipador de energia como o dispositivo “que visa promover a redução da velocidade de escoamento nas entradas, saídas ou mesmo ao longo da própria canalização de modo a reduzir os riscos dos efeitos de erosão nos próprios dispositivos ou nas áreas adjacentes”. Assim, esses, de modo geral, são instalados no pé das descidas d’água nos aterros, na boca de jusante dos



bueiros e na saída das sarjetas de corte e nos pontos de passagem de corte-aterro. No município de Araponga não foram encontrados dispositivos de escada de dissipação de energia.

As obras de novas instalações da rede de microdrenagem, bem como a manutenção da rede existente e limpeza de logradouros públicos são feitas pela Prefeitura Municipal, através da Secretaria Municipal de Obras. No momento há somente uma obra de drenagem em execução, sendo ela descrita no item 4.1.3.

De acordo com as informações levantadas junto à prefeitura, não há uma rotina operacional visando à manutenção do sistema de drenagem urbana e o serviço é acionado somente em casos de necessidade ou emergência.

4.1.5. Separação entre os sistemas de drenagem e de esgotamento sanitário

Segundo Righetto (2009), um dos principais fatores de degradação da qualidade da água em corpos d'água está relacionado com o lançamento de efluentes de origem doméstica na rede de drenagem. Os deflúvios lançados na drenagem podem ser classificados como: substâncias tóxicas e patogênicas e substâncias degradadoras da vida aquática e água limpa, a partir dos efeitos associados a eles. Dentre estes, pode-se destacar os deflúvios de substâncias tóxicas e patogênicas, usualmente provenientes de efluentes industriais e domésticos respectivamente.

Uma vez que sua principal função é a de auxiliar no escoamento das águas pluviais, a rede de drenagem não possui controle de qualidade ou tratamento dos eflúvios que conduz, de modo que a presença esgotos nesse sistema têm causado distúrbios, tais como mau cheiro e poluição.

Apesar de Araponga possuir uma ETE, algumas regiões da sede, todo distrito e toda a zona rural lançam seus efluentes diretamente em corpos d'água. Não há um mapeamento destes lançamentos. Um deles é mostrado na Figura 46.

Esses fatores acarretam na poluição/contaminação dos corpos d'água, impactam a fauna associada e facilitam a transmissão de doenças quando há ocorrência das inundações e contato da população com as águas poluídas.

O lançamento de efluentes na rede de micro ou macrodrenagem é considerado inadequado, uma vez que pode alterar o padrão de qualidade dos corpos receptores, além de causar mau cheiro, desconforto e poluição visual.

A Resolução CONAMA 357/05 estabelece as condições e padrões de



lançamento visando assegurar a qualidade das águas, a saúde e o bem-estar humano e o equilíbrio ecológico aquático.

A má utilização da rede de drenagem pluvial e da rede coletora de esgotos pode trazer sérios problemas para a população, especialmente durante o período de chuvas. Os esgotos domiciliares devem ser coletados *in natura* por uma rede separada e direcionados até uma estação de tratamento.

Do mesmo modo, também ocorrem lançamentos inadequados de água pluvial na rede de esgotos. Os técnicos da prefeitura relataram que é possível saber se o lançamento inadequado é feito, porque há um grande aporte de areia na ETE, o que causa uma sobrecarga à esta unidade de tratamento.

Figura 46 - Lançamento de esgotos diretamente no corpo d'água



Fonte: SHS (2015)

4.1.6. Ocupação de Áreas de Preservação Permanente (APPs)

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) são espaços públicos ou privados que não podem ser alterados pelo homem, ou seja, sob hipótese alguma podem ser desmatadas, haver construção ou alteração da paisagem natural. O Código Florestal define que a APP é “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”. Como exemplos de APP têm-se áreas de entorno de mananciais subterrâneos ou superficiais, as encostas com mais de



45 graus de declividade, os manguezais e as matas ciliares.

Destaca-se que tais áreas são muitas vezes ocupadas irregularmente para atividades antrópicas, apesar de serem reconhecidas legalmente como áreas a serem preservadas, conforme Brasil (2012). Muitos trechos das margens dos corpos d'água do município de Araponga e áreas de encostas são ocupados com residências, como mostra a Figura 47 e a Figura 48.

Figura 47 - Margens do ribeirão Félix sem APP



Fonte: SHS (2015)

Figura 48 - Córrego Santo Antônio com ocupação urbana próxima



Fonte: SHS (2015)



Um local preocupante que foi visitado foi uma casa construída sobre a foz de um afluente do ribeirão Santo Antônio, como é possível observar na Figura 49.

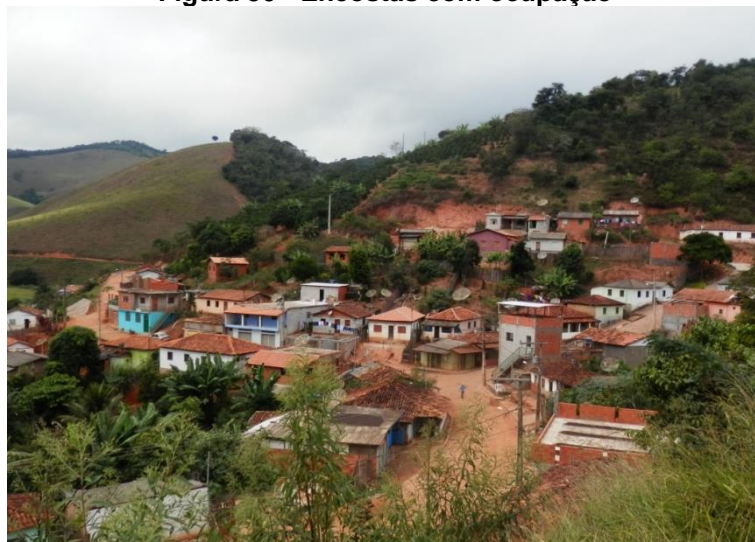
Figura 49 - Casa construída sobre um afluente do ribeirão Santo Antônio



Fonte: SHS (2015)

O distrito de Estevão Araújo também sofre com este tipo de problema, uma vez que há ocupação irregular nas margens dos corpos d'água e também nas encostas. A Figura 50 ilustra este cenário.

Figura 50 - Encostas com ocupação



Fonte: SHS (2015)

O processo de ocupação e urbanização dessas áreas expõe a população nela residente aos riscos associados às inundações naturais dos rios, prejuízos à saúde,



risco de vida e perdas e danos materiais. A ocupação consolidada nas APPs dificulta a aplicação de alternativas como restauração das matas ciliares e renaturalização dos rios. Desse modo, para buscar a prevenção ou a mitigação da deflagração de processos erosivos e outras formas de degradação nas APPs, é importante focar nos dispositivos de dissipação de energia, áreas de infiltração e em bacias de contenção.

4.1.7. Análise dos processos erosivos e sedimentológicos

Durante as visitas técnicas realizadas, foram mapeadas possíveis áreas de ocorrência de erosões e assoreamentos. Esses eventos são definidos a seguir:

4.1.7.1. Erosão

A erosão é um processo natural e, segundo Magalhães (2001), é definida como “um processo mecânico que age em superfície e profundidade, em certos tipos de solo e sob determinadas condições físicas, naturalmente relevantes, tornando-se críticas pela ação catalisadora do homem. Traduz-se na desagregação, transporte e deposição de partículas do solo, subsolo e rocha em decomposição pelas águas, ventos ou geleiras”.

As erosões são causadas pela energia cinética associada ao escoamento d’água, que pode atingir níveis muito elevados e provocar danos em diversas estruturas, como vias, em especial as não pavimentadas, e encostas dos corpos d’água. Diversos dispositivos podem ser utilizados a fim de dissipar a energia do escoamento e, conseqüentemente, reduzir o processo erosivo, como bacias de dissipação, dissipadores de jato, dissipadores de impacto, dissipadores em degraus e bacias de dissipação na rede de microdrenagem.

Durante a visita foram apontados alguns locais com problemas de erosão existentes no município. Um deles está retratado na Figura 51. Este ponto fica próximo à cachoeira do ribeirão do Félix, situado na malha urbana.



Figura 51 - Erosão em morro de Araponga



Fonte: SHS (2015)

O distrito de Estevão Araújo também sofre com esse tipo de problema. Durante a visita técnica foram levantados dois desses pontos. Ambos os locais estão em área de risco de deslizamentos, e podem ser observados na Figura 52 e na Figura 53.

Figura 52 - Erosão no distrito de Estevão Araújo



Fonte: SHS (2015)



Figura 53 - Erosão no distrito de Estevão Araújo (continuação)



Fonte: SHS (2015)

A Prefeitura Municipal não possui cartografia das áreas de risco de escorregamentos no município, sendo sua elaboração uma das ações imediatas propostas pelo presente PMSB.

4.1.7.2. Assoreamento

O assoreamento é um processo natural que ocorre nos corpos d'água e que consiste no depósito de sedimentos que foram erodidos durante o processo de formação do leito do rio. Este processo pode ser acelerado com uso e ocupação do solo indevido, como por exemplo, a retirada de matas ciliares e de encostas. Segundo Carvalho (1994), a sedimentação é um processo que decorre da erosão, envolvendo transporte nos cursos d'água e deposição dos sedimentos.

Durante a visita atentou-se para locais em que o assoreamento era perceptível. A Figura 54 mostra um destes locais encontrados onde está previsto um projeto de desassoreamento.

ASCE e WEF (1992), Braga e Carvalho (2003) e Tucci (2007) citam alguns efeitos da urbanização, sem o devido planejamento, sobre o sistema de drenagem das águas pluviais e que são observados no município de Araponga:

- O desmatamento e as alterações na cobertura vegetal reduzem a interceptação vegetal, a evapotranspiração e a proteção natural do solo contra os efeitos da erosão.
- Aumento da produção de sedimentos.



- A disposição inadequada de resíduos sólidos causa a obstrução de canais e condutos.
- O comportamento deficiente das redes de drenagem, devido à subdimensionamento ou entupimentos e obstruções das secções de escoamento, gerando alagamento de vias e de várzeas dos rios.
- Problemas de índole ambiental, nomeadamente, o aumento de sólidos em suspensão, diminuição do oxigênio dissolvido, aumento da carga bacteriológica e contribuição para a ocorrência de eutrofização do meio receptor.
- A predominante ausência de áreas marginais aos cursos d'água que tenham o tamanho e a constituição de cobertura vegetal nativa adequados.
- A contínua impermeabilização das bacias hidrográficas, resultando no aumento do escoamento superficial que, por sua vez, deflagra processos erosivos e assoreia os leitos dos rios e córregos que cortam a cidade, podendo resultar em enchentes.
- A inadequação do sistema de microdrenagem, como ausência de bocas de lobo, dissipadores de energia e cadastro da rede de drenagem.

Constata-se que o município, para solucionar os problemas de inundações, precisa de ações de ordem estrutural (projetos e intervenções) e não estrutural (programas, mapeamentos), tanto do setor de drenagem de águas pluviais, como também de coleta e transporte de efluentes e resíduos sólidos. Trata-se, portanto, de soluções de ordem multissetorial. A questão da drenagem urbana deve também envolver aspectos ambientais, sanitários, urbanísticos e paisagísticos, uma vez que podem vir a poluir os corpos receptores e mananciais de abastecimento, prejudicando a função dos cursos d'água como elementos de embelezamento e de paisagem das cidades, além de expor a população à doenças de veiculação hídrica, como esquistossomose, leptospirose, febre tifoide, cólera, verminoses, dentre outras (BAPTISTA et al., 2005).



Figura 54 - Ribeirão Santo Antônio em ponto bastante assoreado.



Fonte: SHS (2015)

4.1.8. Simulações hidrológicas e hidráulicas e mapeamento de inundações

Através de simulações hidrológicas é possível obter a vazão máxima observada para um determinado período em dada bacia, enquanto simulações hidráulicas fornecem estimativas da capacidade de escoamento de um canal. Estudando-se essas simulações é possível avaliar se o canal de drenagem suporta a vazão de água que passará por ele e, a partir desse estudo, propor medidas para evitar futuros problemas.

Para se conhecer a vazão-limite de um canal é necessário o conhecimento de sua geometria, como largura de fundo, profundidade, declividade das encostas, entre outros.

Para esse diagnóstico, foi realizado o estudo de vazão da bacia do Ribeirão Félix com base em sua geometria, utilizando-as nas simulações propostas, uma vez que este é o maior corpo d'água do município.

As simulações realizadas tiveram como objetivo verificar a capacidade de escoamento desse rio. Para obter a intensidade das chuvas, foi utilizada a equação de chuvas intensas do município de Bragança Paulista, apresentada por Martinez Junior e Magni (1999). O uso desta equação de chuvas intensas justifica-se pelo fato de ambos os municípios estarem na Serra da Mantiqueira e assim apresentarem climas parecidos. Além disso, o objetivo deste diagnóstico é fornecer uma ordem de grandeza para as cheias do rio e não dimensionar estruturas hidráulicas, o que demandaria simulação mais precisa.



A equação pode ser expressa por:

$$i(t,T) = 33,7895 \cdot (t + 30)^{-0,8832} + 5,4415 \cdot (t + 30)^{-0,8442} \cdot \left[-0,4885 + -0,9635 \cdot \ln \left(\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right) \right]$$

Para $10 \leq t \leq 1440$

Onde:

i = intensidade pluviométrica (mm/min);

t = duração da chuva em minutos;

T = período de retorno em anos.

Com a finalidade de quantificar as equações de cheia, resultantes de chuvas intensas, são necessárias as definições de transformação da chuva em deflúvio superficial. Partindo da distribuição da intensidade de chuva é possível construir um hidrograma de vazões, $Q(t)$. O hidrograma é o reflexo de vários aspectos da bacia, incluindo:

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

Existem diversos modelos matemáticos cuja função é transformar as precipitações que ocorrem em uma bacia hidrográfica em vazão. Nesse diagnóstico, para se estimar as vazões máximas da bacia em questão, foi utilizado o Método Modificado de I-PAI-WU (WU, 1963). Este método é aplicado para pequenas bacias hidrográficas, com área de drenagem de até 260 km^2 , como é o caso da bacia do Ribeirão Félix em todo os pontos estudados. De acordo com o método, a vazão de pico é obtida pela seguinte expressão:

$$Q = 0,278 \times C_2 \times i \times A^{0,9} \times K$$

Em que:

Q = vazão de pico (m^3/s);

C_2 = coeficiente de escoamento superficial global;

I = intensidade pluviométrica (mm/h);

A = área de drenagem (km^2);

K = coeficiente de distribuição espacial da chuva.



Os coeficientes adimensionais C e k dependem do uso e ocupação do solo e da forma da bacia, respectivamente. Portanto, foi necessário delimitar os usos do solo, classificando cada área de acordo com a impermeabilidade, além de traçar o talvegue e obter sua respectiva declividade.

Utilizando as cartas planimétricas do IBGE referentes à região do município de Araponga, foi traçada a delimitação da sub-bacia do ribeirão Félix a partir de diferentes pontos e seus respectivos talvegues. Os principais dados referentes a esta são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Características das sub-bacias analisadas

Sub-bacia	Área da Bacia (km ²)	Comprimento do Talvegue (km)	Δh (m)	Declividade Média	Declividade Equivalente	C ₂
				(m/km)		
Sede - Pontos 1 e 3	29,562	12,54	695	55,431	13,879	0,25
Estevão de Araújo - Pontos 1 e 2	63,138	20,79	895	43,048	15,389	0,25

Fonte: SHS (2015).

Para o estudo das vazões máximas no canal, foram estudados quatro pontos críticos da rede de drenagem do município, dois deles na sede - pontos 1 (0727537 / 7720855), 3 (0757795 / 7712122)- e dois, no distrito de Estevão de Araújo - pontos 1 (0756892 / 7719018) e 4 (0756644 / 7719379).

Para estes pontos, realizou-se o estudo hidrológico da bacia com o objetivo de determinar a vazão máxima para precipitações com períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 e 100 anos, os valores estão relatados na Tabela 2.

Tabela 2 - Simulação hidrológica dos pontos estudados

Pontos críticos	Q _{máx} (m ³ /s)					
	Tr					
	2 anos	5 anos	10 anos	25 anos	50 anos	100 anos
Sede - Pontos 1 e 3	20	25	28	32	35	38
Estevão de Araújo - Pontos 1 e 2	30	37	41	47	52	56

Fonte: SHS (2015).

As inundações ocorrem quando a vazão máxima de escoamento é superior à capacidade do canal. Dessa forma, é necessário determinar as vazões-limite suportadas pelos trechos do rio sobre a ponte. Para tanto, utilizou-se a expressão proposta por Manning para determinação de vazão em canais e galerias:



$$Q = \frac{A \cdot R_h^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n}$$

Onde:

Q = vazão do canal (m³/s);

A = área da seção molhada (m²);

R_h = raio hidráulico (m);

S = declividade (m/m);

n = coeficiente de Manning.

As dimensões do rio em cada ponto, bem como as respectivas capacidades de vazão, estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Estudo hidráulico do canal nos pontos estudados

Pontos críticos	Largura do fundo do canal (m)	Altura do canal (m)	Declividade (m/m)	n	Q (m ³ /s)
Sede - Ponto 1	4,0	2,0	0,014	0,035	46,69
Sede - Ponto 3	6,0	2,0	0,014	0,035	45,61
Estevão de Araújo - Ponto 1	4,0	3,0	0,015	0,035	48,03
Estevão de Araújo - Ponto 2	5,0	1,5	0,015	0,035	35,81

Fonte: SHS (2015).

Com os dados de vazão-limite obtidos para cada ponto e com as vazões máximas para diferentes tempos de retorno é possível estimar os possíveis cenários de inundação nos pontos estudados.

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados das simulações hidrológicas e dos estudos hidráulicos para as precipitações com período de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 e 100 anos. As células marcadas em verde são referentes a vazões de pico que não representariam cenários de inundação, enquanto que as células em vermelho representam áreas com previsão de inundação para o período de retorno analisado.



Tabela 4 - Resultado da verificação hidráulica dos pontos críticos de drenagem urbana de Araponga

Pontos críticos	Q _{limite} (m ³ /s)	Q _{máx} (m ³ /s)					
		T _r					
		2 anos	5 anos	10 anos	25 anos	50 anos	100 anos
Sede - Ponto 1	46,69	20	25	28	32	35	38
Sede - Ponto 3	99,62	20	25	28	32	35	38
Estevão de Araújo - Ponto 1	48,03	30	37	41	47	52	56
Estevão de Araújo - Ponto 2	35,81	30	37	41	47	52	56

Fonte: SHS (2015).

Como pode ser analisado na Tabela 4, os piores problemas de drenagem da área urbana do município são no distrito de Estevão de Araújo, uma vez que nos dois pontos analisados há grande probabilidade de ocorrer inundações. No primeiro deles para chuvas com períodos de retorno maiores que 50 anos e no segundo maiores que 5 anos.

4.1.9. Caracterização da prestação dos serviços por meio de indicadores

A adoção de indicadores de desempenho pode ser uma medida eficaz para avaliar o funcionamento do sistema de drenagem, acompanhar a elaboração e a eficácia dos programas e projetos referentes ao setor, assim como definir prioridades de investimentos.

Desta maneira, este plano propõe a utilização de alguns indicadores que irão permitir uma visualização objetiva do setor de drenagem do município de Araponga e avaliar sua evolução ao longo do horizonte de projeto deste Plano de Saneamento Básico. É importante ressaltar que a representatividade de cada indicador está vinculada a obtenção sistemática de dados e monitoramento do sistema, que deve ser realizado pelos gestores do sistema de drenagem urbana.

4.1.9.1. Grau de impermeabilidade do solo

Este grupo de indicadores expressa as modificações do ambiente urbano devido ao processo de urbanização.



Os problemas associados à drenagem urbana quase sempre estão vinculados ao crescimento urbano desordenado, responsável por ocupar áreas naturais de inundação ou o próprio leito dos rios, impermeabilizar o solo, lançar esgotos e resíduos sólidos nos canais de drenagem, entre outros. Por isso, é importante que o crescimento populacional seja avaliado, indicando a necessidade de criação ou reavaliação de instrumentos de ordenação urbana.

ICP: Índice de Crescimento da População Urbana – a partir de dados censitários (%)

Entre 2000 e 2010, a população cresceu a uma taxa anual de 0,29%, passando de 7.916 para 8.152 habitantes. Portanto este índice é de 0,29%.

Nível de áreas verdes urbanas

As áreas verdes desempenham um papel importante na drenagem de uma bacia. A vegetação pode contribuir para infiltração de água no solo, reduzindo o escoamento superficial e, conseqüentemente, reduzindo o volume de água que chega aos canais de drenagem e evitando processos erosivos. Além disso, as áreas verdes podem atuar de forma a reduzir a velocidade do escoamento, o que pode contribuir para reduzir a intensidade das vazões de pico.

Proporção de área impermeabilizada

Enquanto as áreas verdes atuam de forma indireta para reduzir os problemas de drenagem, áreas impermeabilizadas atuam de forma contrária, impedindo a infiltração das águas da chuva no solo, elevando o escoamento superficial. Como consequência, centros urbanos altamente impermeabilizados apresentam frequentemente problemas no sistema de drenagem urbana.

Com auxílio das imagens de satélite do município (GoogleEarth®), foi possível delimitar as áreas com vegetação mais densa e as áreas impermeabilizadas presentes no perímetro urbano de Araponga (Figura 55), possibilitando obter os parâmetros necessários para o cálculo dos índices apresentados. Vale destacar que a delimitação do perímetro urbano foi traçada a partir do mapa dos setores censitários do Estado de Minas Gerais (IBGE, 2010). O Quadro 34 apresenta tanto os resultados da análise das imagens da Figura 55, quanto o valor referente a cada índice.

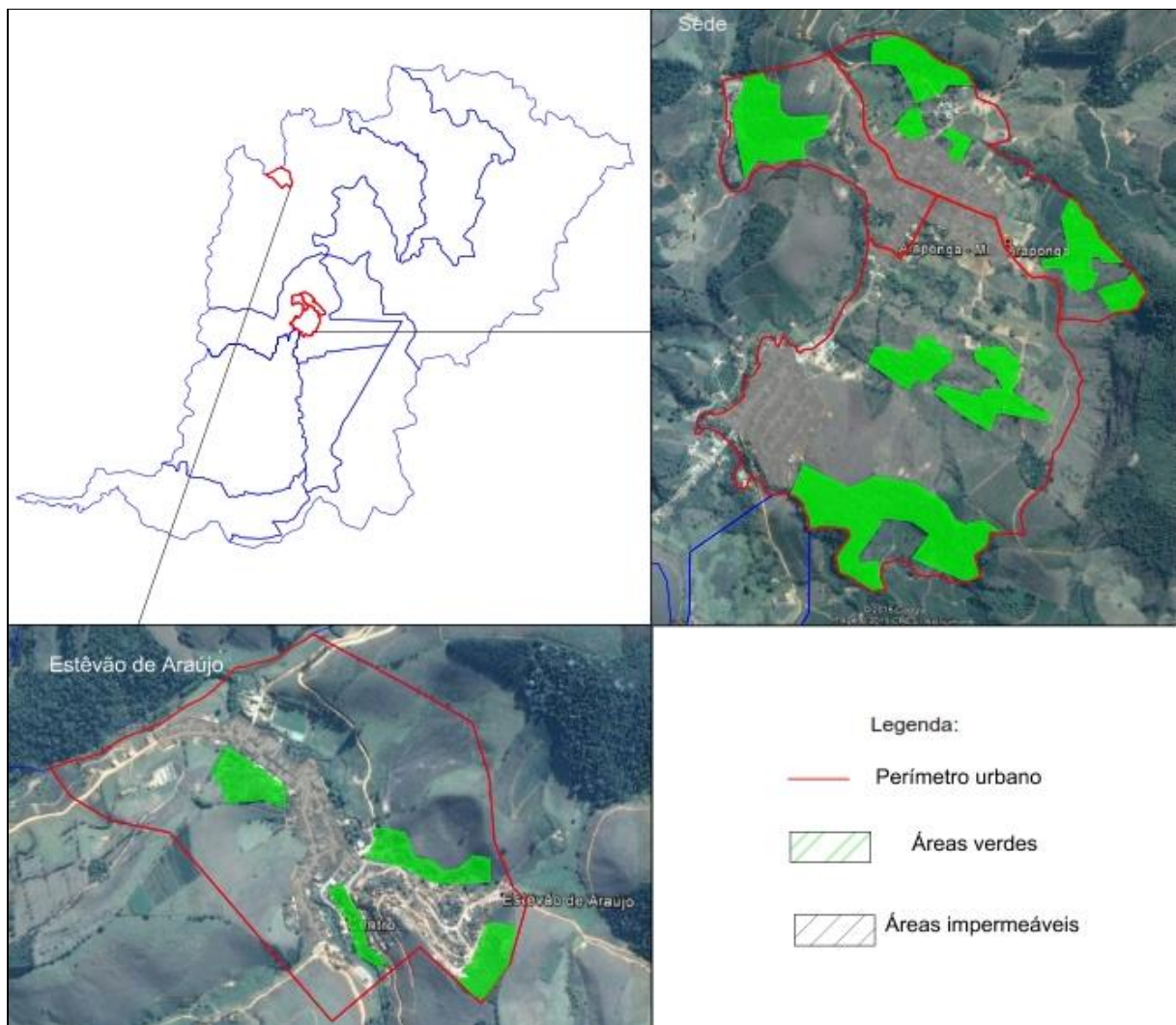


Quadro 34 - Índices de áreas verdes e áreas permeáveis para o município de Araponga

Perímetro Urbano (km ²)	Áreas Verdes (km ²)	Áreas Impermeáveis (km ²)	População Urbana (hab.)	Taxa média geométrica de crescimento anual (%)	Índice de Áreas Verdes (m ² /hab)	Índice de Áreas Impermeabilizadas (%)
2,56	0,47	0,31	8152	0,29	58,17	12,32

Fonte: SHS (2015)

Figura 55 - Áreas verdes e impermeáveis no perímetro urbano de Araponga



Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

4.1.9.2. Gestão da drenagem urbana

A eficiência da gestão da drenagem urbana pode ser avaliada em função do seguinte indicador.



Índice de cadastro da rede existente

Para garantir a eficiência do sistema de drenagem, é necessário estabelecer uma rotina de manutenção de operação da rede de drenagem e seus componentes. Desta maneira, a execução do cadastro das redes de drenagem torna-se uma tarefa essencial para certificar que toda rede de drenagem será atendida por procedimentos de manutenção preventiva e operação.

O município de Araponga não possui atualmente cadastro da rede que informe a localização e quantidade de dispositivos da rede, o diâmetro exato e seu estado atual. O ideal é que 100% da rede existente seja cadastrada.

4.1.9.3. Gestão de eventos hidrológicos extremos

Os indicadores a seguir têm por objetivo avaliar a ocorrência de pontos de inundação e a existência de monitoramento do sistema de drenagem.

Incidência de alagamentos no município

O diagnóstico do sistema de drenagem de Araponga apontou que o município possui histórico de alagamentos causados pelas cheias dos corpos d'água presentes no perímetro urbano do município. O ideal é que esse número seja reduzido a 0.

Pontos inundados na área urbana

Não existe um registro sistemático dos pontos inundados na área urbana durante determinado período. É necessário que essas informações sejam levantadas, possibilitando a realização de análise desse indicador. O ideal é que o número de pontos inundados se reduza a 0.

Domicílios atingidos

Não há registros sistemáticos desses eventos, inviabilizando a real avaliação e a transformação dos dados em um índice. O ideal é que o número de domicílios atingidos seja 0.

Estações de monitoramento

O monitoramento de dados pluviais e fluviais é essencial para entender perfeitamente o funcionamento do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais. Estes dados também dão suporte às simulações hidráulicas e hidrológicas dos dispositivos de drenagem, dando maior embasamento ao diagnóstico e permitindo a realização de cenários.



O monitoramento pluviométrico e fluviométrico também são importantes para elaboração de sistemas de alerta, permitindo a retirada antecipada da população que se encontra nas áreas de risco.

Segundo dados disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA), o município de Araponga não conta com nenhuma estação para monitoramento de dados meteorológicos.

4.1.9.4. Salubridade ambiental

O sistema de drenagem urbana também tem papel fundamental em questões sanitárias, pois é ele que coleta e destina de uma maneira adequada as águas pluviais. Portanto sem ele, essas águas se acumulariam, acarretando em criadouros de vetores. As principais doenças relacionadas à drenagem urbana e rural estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Doenças relacionadas à drenagem

Grupo de doenças	Formas de transmissão	Principais doenças	Formas de prevenção
Associadas à água (uma parte do ciclo da vida do agente infeccioso ocorre em um animal aquático)	O patógeno penetra pela pele ou é ingerido.	esquistossomose.	- evitar o contato de pessoas com águas infectadas; - proteger mananciais.
Transmitidas por vetores que se relacionam com a água	As doenças são propagadas por insetos que nascem na água ou picam perto dela.	malária; febre amarela; dengue; filariose (elefantíase).	- combater os insetos transmissores; - eliminar condições que possam favorecer criadouros.

Fonte: Barros *et al* (1995)

Segundo (BRASIL, 2010), as doenças cuja incidência está relacionada a deficiências na drenagem urbana são: leptospirose, DDA (doenças diarreicas agudas), hepatite A, sarampo, rubéola, tétano acidental, meningites, malária, influenza, dengue e shigelose.

O bando de dados do DATASUS foi consultado para aferição da ocorrência destas doenças, que estão relacionadas no Quadro 35.



Quadro 35 - Morbidades hospitalares por doenças relacionadas à falta de drenagem adequada

Lista Morbidade	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
Cólera	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Diarreia e gastroenterite	1	1	4	3	-	7	1	1	20
Amebíase	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Outras doenças infecciosas intestinais	3	2	3	1	-	-	1	3	14
Dengue	-	-	-	1	-	-	-	-	1
Meningite viral	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Outras doenças infecciosas e parasitárias	-	-	-	1	-	-	1	-	2
Influenza [gripe]	-	1	-	-	-	-	-	-	1

Fonte: DATASUS (2015)

Como é possível observar neste quadro, das doenças citadas que estão relacionadas à deficiência em drenagem, o município apresentou pelo menos oito delas, sendo diarreia e gastroenterite as mais recorrentes. Ressalta-se que não houve casos de morbidade por malária.

4.2. Projeções e estimativas da ocupação urbana e seus impactos

Na gestão das águas fluviais urbanas, uma das preocupações recorrentes está relacionada à inundação urbana. As inundações anteriores à urbanização, que podem ocorrer mesmo que uma bacia não seja antropizada, são chamadas de cheias.

Segundo Tucci (2008), os rios geralmente possuem dois leitos: o leito menor, onde a água escoar na maior parte do tempo, e o leito maior onde as inundações ocorrem quando o escoamento atinge níveis superiores ao leito menor, ocupando o leito maior. Os impactos pela inundação ocorrem quando essa área de risco (cota do leito maior) é ocupada pela população.

As inundações também podem ocorrer em função da urbanização, que obstrui a infiltração e o escoamento natural, o que aumenta a frequência e a magnitude das enchentes elevando o risco de inundação em ocupações irregulares.

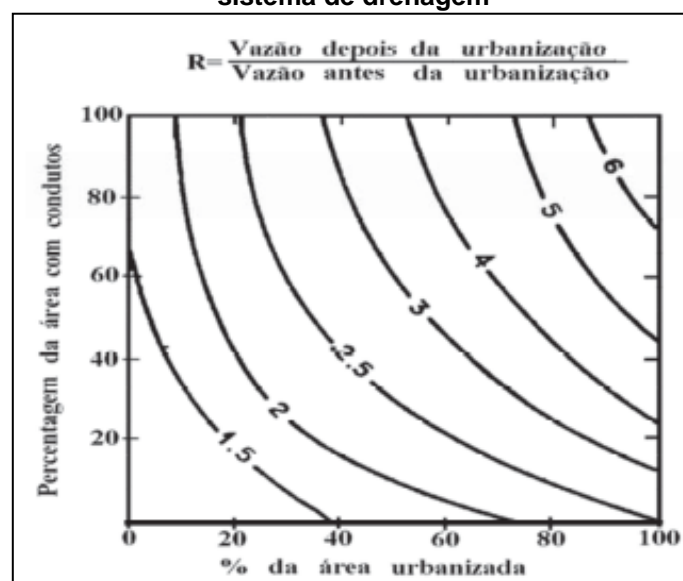


Segundo Tucci (2008), à medida que a cidade se urbaniza, ocorrem os seguintes impactos:

- Aumento das vazões máximas em várias vezes e da sua frequência em virtude do aumento da capacidade de escoamento através de condutos e canais e impermeabilização das superfícies.
- Aumento da produção de sedimentos pela falta de proteção das superfícies e pela produção de resíduos sólidos (lixo).
- Deterioração da qualidade da água superficial e subterrânea, em razão de lavagem das ruas, transporte de material sólido e de ligações clandestinas de esgoto cloacal e pluvial.

Por causa da forma desorganizada como a infraestrutura urbana é implantada, tais como: (a) pontes e taludes de estradas que obstruem o escoamento; (b) redução de seção do escoamento por aterros de pontes e para construções em geral; (c) deposição e obstrução de rios, canais e condutos por lixos e sedimentos; (d) projetos e obras de drenagem inadequadas, com diâmetros que diminuem a jusante, drenagem sem esgotamento, entre outros, Leopold (1968) fez um estudo que correlacionou o aumento das vazões máximas ao aumento da capacidade de escoamento de condutos e canais e impermeabilização das superfícies (Figura 56).

Figura 56 - Aumento do pico em função da proporção de área impermeável e da canalização do sistema de drenagem



Fonte: Leopold, (1968)



A fim de facilitar a gestão das águas fluviais, é importante adotar a gestão por bacias hidrográficas como unidade de planejamento (Lei Federal nº 9.433/77).

Em geral, as bacias hidrográficas que estão relacionadas a inundações urbanas do município são bacias hidrográficas com pouca ocupação urbana e intenso uso do solo relacionado às práticas agrícola e pecuária.

Caso se projetasse os valores de impermeabilização das bacias de drenagem, para ambos os cenários no gráfico de estudo de Leopold (1968) (Figura 56), chegar-se-ia à conclusão que a urbanização do município tem um baixo fator de influência nos deflúvios.

Diferente das projeções de água, esgoto e resíduos, as projeções envolvendo o eixo drenagem, a fim de prever eventos que causem distúrbios à poluição, não estão estritamente relacionadas com o crescimento urbano. Existem muitos fatores que favorecem eventos críticos, alguns de maior influência que a urbanização que são inerentes à forma de uso e ocupação do solo, associados a infraestruturas inadequadas e a outros a fatores geológicos e geográficos, tais como:

Fatores que influenciam eventos críticos inerentes ao uso e ocupação do solo:

- Ocupação de zonas de cheias (leito maior).
- Uso inadequado do solo.

Fatores associados às infraestruturas urbanas inadequadas:

- Construções inadequadas de equipamentos de drenagem que funcionem como gargalo.

Fatores inerentes à geologia e geografia:

- Formato da bacia (influencia o tempo de concentração).
- Tipo de solo.
- Densidade de cursos hídricos na bacia hidrográfica (drenagem da bacia).
- Declividade da bacia.

Como as áreas urbanizadas das bacias de drenagem dos cursos hídricos principais do município são pequenas é preciso dar atenção a outros usos de ocupação de solo, principalmente quanto ao uso agrícola. Gonçalves, Nogueira Jr. e Ducatti (2008) citam, como exemplo, um solo com 14 anos de cultivo agrícola, que decresceu a infiltração de 148,3 mm/h numa mata nativa para 6,6mm/h numa área agrícola. Estes



dados evidenciam a importância do planejamento do uso e ocupação do solo e o restabelecimento de APPs e a criação de APAs no município.

No item 4.1.8 (Simulações hidrológicas e hidráulicas e mapeamento de inundações), realizou-se o estudo hidrológico das bacias com o objetivo de determinar, para cada um dos pontos estudados, a vazão máxima para precipitações com períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 e 100 anos. A partir do estudo foi possível constatar alguns locais em que possivelmente ocorrerão inundações, porém sem grande influência dos impactos do crescimento urbano.

Outro fator a ser considerado nos cenários futuros são as ações do PMSB, que preveem esforços conjuntos na recuperação e conservação de APPs, áreas críticas, e cursos hídricos, que possivelmente trarão influências positivas na reservação e infiltração, impactando diretamente os picos e frequências de vazões máximas.

Segundo a Constituição Federal, art. 30, compete aos municípios: *“promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano”*.

O município, então, precisa lançar mão de alguns recursos, visando atender ao que lhe compete. Entre estes recursos estão:

- Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano.
- Lei de Uso e Ocupação do Solo.
- Lei do Parcelamento do Solo.
- Lei Orgânica.
- Plano de Proteção Ambiental.
- Plano de Gestão de Bacias Hidrográficas.
- Código de Obras.
- Código de Postura.
- Lei do Sistema Viário.
- Lei do ICMS ecológico.
- Plano Diretor de Drenagem.

A prática dos recursos citados acima trará impactos positivos nas projeções de crescimento urbano quanto à gestão das águas pluviais, em especial o Plano Diretor de Drenagem, que aprofunda as questões e impactos relacionados à drenagem urbana.



4.2.1. Medidas de controle de erosão e assoreamento

É comum a ocorrência de processos erosivos superficiais, sejam eles intensos e localizados, por conta principalmente de deficiências de microdrenagem; ou ainda não tão intensos, ou seja, difusos, decorrentes da presença de grandes áreas de exposição direta aos agentes de erosão e que resultam no aporte de grandes montantes de sólidos aos corpos d'água receptores.

Os processos erosivos levam ao aumento da frequência da ocorrência de enchentes e entupimentos de condutos e canais por sedimentos, bem como à degradação da qualidade da água. Nesse contexto, o controle da erosão urbana é fundamental na manutenção tanto da capacidade de escoamento do sistema de drenagem, quanto da qualidade ambiental.

O controle da erosão urbana pode ser efetuado tanto através de medidas estruturais, quanto não estruturais. O planejamento adequado do uso e da ocupação do solo do município se configura como a principal medida não estrutural, estabelecendo normas e diretrizes que evitem o desencadeamento de processos erosivos em áreas ainda não ocupadas e, no caso de zonas de ocupação já consolidada, eliminando ou reduzindo os possíveis efeitos negativos dessa ocupação.

Quanto às medidas estruturais, existem diversas técnicas para controle de erosão tanto urbana quanto rural. Segundo Rotta (2012), essas podem ser utilizadas com diferentes objetivos, como prevenção, controle, mitigação e/ou recuperação de áreas afetadas pela erosão acelerada. O Quadro 36 agrupa as técnicas mais utilizadas em revisão da literatura especializada feita por Rotta (2012).

Quadro 36 - Medidas para prevenção, controle, mitigação e/ou recuperação que podem ser usadas para 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 buffer	x	x	x	x
	Barreira de galhos (brush barrier)	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	



		Medidas	Objetivo das medidas				
			Prevenção	Controle	Mitigação	Recuperação	
		Alternância de capinas	X	X	X		
		Ceifa do mato	X	X	X		
		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 carreadores	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 resíduo		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
	Macro-drenagem		Caixas de ligação	X	X	X	X
			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 nº Froude 1,7 a 17		X	X	X
			Tipo USBR II para nº Froude ≥ 4,5		X	X	X
			Tipo USBR III para nº Froude ≤ 4,5		X	X	X
Tipo USBR IV para nº Froude 2,5 a 4,5				X	X	X	
Barragens	X	X	X	X			
Vertedores: Queda, Calha e Degrau		X	X	X			



		Medidas	Objetivo das medidas			
			Prevenção	Controle	Mitigação	Recuperação
	"Cacimbo"					
	Bacia de acumulação			x	x	
	Bacias dissipadoras		x	x	x	
	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)

No diagnóstico do sistema de drenagem urbana de Araçuaia, foi constatado que, devido ao perfil geomorfológico do município e ao uso e ocupação do solo, processos erosivos expressivos são comuns. A consequência disso é um grande aporte de sedimentos para a rede de drenagem, que pode agravar ou causar episódios de enchente, outro problema comum no município. Também foi identificado risco de escorregamentos, o que coloca em risco a segurança da população.

Neste contexto, é importante a recuperação das áreas degradadas por erosão e/ou escorregamentos através de medidas mecânicas, como o retaludamento; estruturais, como o aterramento com obras hidráulicas; ecológicas, como a revegetação; ou ainda de bioengenharia.

Da mesma maneira, é fundamental a adoção de medidas visando à prevenção da ocorrência de erosão e assoreamento. Neste sentido, recomenda-se a revegetação de áreas desmatadas, especialmente de APPs (Áreas de Preservação Permanente); a instalação de dissipadores de energia, principalmente nos pontos de lançamento de drenagem; entre outras medidas que visem diminuir a força erosiva das águas pluviais ou ainda reduzir o escoamento superficial, aumentando a infiltração no solo.

É importante que todas as medidas citadas sejam tomadas juntamente ao planejamento do uso e da ocupação do solo do município, que será discutido mais detalhadamente adiante.



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

De acordo com Tucci & Neves (2009), a gestão dos resíduos sólidos na drenagem urbana envolve ações de minimização do total gerado. Esta 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).

Porto (1995) cita os principais aspectos que as medidas não estruturais devem ter:

- Melhorar a qualidade do corpo receptor.
- Ser economicamente eficiente.
- Ser consistente com os objetivos do controle de qualidade da água do corpo receptor.
- Ser aplicável a toda a área da bacia.
- Ser aceitável pela população.
- Ser consistente com as medidas estruturais propostas ou implantadas.

A autora apresenta também as medidas não estruturais mais utilizadas, que estão descritas a seguir:

- Controle do uso do solo urbano.
- Regulamentação para áreas em construção, incluindo a obrigatoriedade da adoção das medidas de controle da produção de sedimentos, diminuindo a erosão local.
- Implantação de áreas verdes que reduzem as vazões e os volumes escoados superficialmente, assim como as cargas de sedimentos.
- Controle de ligações clandestinas de esgoto na rede de drenagem.
- Varrição de ruas, recolhimento do material grosseiro.
- Controle da coleta e disposição final dos resíduos.
- Educação da população, sensibilizando-a quanto às disposições finais dos resíduos sólidos.



- Instalação de placas de advertência para a não disposição de resíduos sólidos em local indevido, principalmente próximo aos corpos d'água.

As medidas não estruturais e preventivas quanto à geração dos resíduos podem ser direcionadas no sentido de melhorar os serviços urbanos, regular os empreendimentos com atuação no controle da implementação de construções urbanas e criar mecanismos para redução das fontes de produção de resíduos, tratando do aumento da reciclagem e obtenção do valor econômico dos resíduos, educação e incentivos à separação seletiva, entre outros (Tucci & Neves, 2009).

As medidas estruturais utilizam dispositivos de retenção, com destaque para os autolimpantes e exigem, por vezes, recursos altos que inviabilizam sua utilização (Tucci & Neves, 2009). Dessa maneira, o município deve direcionar o seu foco para as medidas não estruturais apresentadas, as quais demandam menores gastos e apresentam, em geral, bons resultados para a redução da disposição de resíduos sólidos na drenagem urbana.

4.2.3. Diretrizes para o controle do escoamento superficial

As medidas quanto a controle de escoamento superficial, ou também chamadas de técnicas compensatórias, podem também ser tanto não estruturais como estruturais. Segundo Baptista et al. (2005), as medidas não estruturais envolvem devida regulamentação, racionalização do uso do solo urbano, educação ambiental e tratamentos de fundo de vale. Estas procuram disciplinar ou adequar a ocupação territorial, o comportamento da população frente à questão da drenagem e as questões econômicas. Quanto às técnicas compensatórias estruturais, as mais difundidas estão apresentadas no Quadro 37.

Quadro 37 - Esquema das diferentes técnicas compensatórias estruturais

Bacias	Detenção e Retenção	
	Infiltração	
Obras lineares	Detenção/Retenção e Infiltração	
	Trincheiras	
	Valas e Valetas	
Obras pontuais	Pavimentos	Revestimentos permeáveis
		Pavimentos reservatório
Obras pontuais	Poços de infiltração	
	Telhados	
	Técnicas adaptadas à parcela	

Fonte: Adaptado de Baptista et al. (2005)



De acordo com Canholi (2005), estas técnicas podem tanto ser para controle local ou regional, as quais são também classificadas como controle de jusante, devido ao posicionamento relativo de suas estruturas na bacia, como também de controle na fonte, que são estruturas distribuídas na bacia que buscam o controle do escoamento superficial o mais próximo possível da fonte geradora como, por exemplo, nos loteamentos, praças e vias urbanas. Como medidas de controle local ou regional tem-se as bacias de retenção/detecção. As outras técnicas apresentadas no Quadro 37 (obras lineares e pontuais) são exemplos de medidas de controle na fonte. Todas essas medidas procuram agir diminuindo o pico do hidrograma na respectiva bacia.

O diagnóstico do sistema de drenagem verificou que há histórico de enchentes, tanto na sede quanto no distrito de Estevão de Araújo. Desta forma, é imprescindível a adoção de medidas que atuem no controle do escoamento superficial.

Primeiramente, propõe-se a elaboração de um cadastro da rede de drenagem da sede e dos distritos, visto que o município não possui este tipo de informação sistematizada. O cadastro da rede de drenagem é um instrumento fundamental para o gerenciamento do sistema de micro e macrodrenagem, permitindo uma avaliação mais precisa das deficiências do sistema, subsidiando o planejamento da manutenção preventiva e facilitando a manutenção corretiva.

A partir da elaboração deste cadastro, propõe-se expansão e melhoria da rede de microdrenagem. Além disso, é necessário realizar um planejamento da manutenção da rede de micro e macrodrenagem, a qual ainda é realizada apenas em situações emergenciais.

Para o controle de enchentes, a prefeitura pode considerar a instalação de estruturas de bacias de retenção/detecção e/ou infiltração para diminuir os picos de vazão que as provocam. Da mesma maneira, é interessante a adoção de instrumentos eficazes que promovam retenção e percolação no solo das águas pluviais, tais como valos de infiltração, que consistem em sistemas de drenos implantados paralelos às ruas, estradas e conjuntos habitacionais.

Assim como no caso das medidas de controle de erosão e assoreamento, para o disciplinamento do escoamento superficial, é importante a combinação de medidas estruturais e não estruturais, como o planejamento do uso e da ocupação do solo do município, que será discutido mais detalhadamente adiante.



4.2.4. Diretrizes para o tratamento dos fundos de vale

O lançamento de esgoto sem tratamento, a retirada da vegetação, a movimentação de terra e a ocupação intensiva do solo nos fundos de vale urbanos aceleram o escoamento superficial e a erosão do solo, assoreando os cursos d'água e provocando enchentes. Desta forma, os fundos de vale tornam-se áreas de risco para a população. Nesses locais, o planejamento detalhado do uso do solo é necessário, pois deve contemplar os aspectos sociais, ambientais, econômicos e culturais da cidade, além das necessidades e aspirações da comunidade.

Como forma de planejamento o Estatuto das Cidades (Lei Federal nº 10.257/2001) define o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano como instrumento básico para orientar a política de desenvolvimento e de ordenamento da expansão urbana do município. Um dos instrumentos do Plano Diretor é a Lei de Uso e Ocupação do Solo, a qual, segundo Mota (1999), é considerada um instrumento essencial e obrigatório do controle do uso da terra, densidade populacional, localização, volume e finalidade das construções a serem edificadas, o que contribui para a adequada ocupação das áreas urbanas, evitando danos, não só para a população, como também para os meios físico e ambiental. Nessa lei, através do zoneamento, é definida a distribuição espacial dos usos e ocupações do espaço territorial da cidade em complementação à *Lei Municipal de Uso e Ocupação do Solo*.

No Estatuto das Cidades também são definidos parâmetros, tais como taxa de ocupação e densidades populacionais e tipos de atividades (comercial, industrial, residencial, institucional, etc.) de modo a facilitar o planejamento da ocupação urbana, chegando até a restringir a intensidade e o tipo de desenvolvimento em áreas protegidas ou áreas de risco, como APPs, várzeas inundáveis e encostas e fundos de vale.

4.3. Objetivos, metas, ações e estimativa de custos

O setor de drenagem urbana foi analisado pela metodologia SWOT (Strong, Weakness, Opportunity, Threat) que subsidiou o estabelecimento de objetivos, metas, programas e ações para o setor, considerando o horizonte de planejamento de 20 anos. O Quadro 38 apresenta a matriz SWOT gerada pela análise.



Quadro 38 - Matriz SWOT do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais

	PONTOS POSITIVOS FORÇAS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS FRAQUEZAS
Ambiente Interno	<p>3. Legislação e normatização do setor - Plano Diretor em elaboração.</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>1. Perfil institucional - Não há planejamento na manutenção preventiva das redes de drenagem. - Responsabilidade pela drenagem compartilhada entre a Secretaria de Turismo, Meio Ambiente, Cultura e Esporte, e o departamento de Obras e Serviços Públicos.</p> <p>2. Sustentabilidade econômica - Não há monitoramento dos gastos públicos com drenagem.</p> <p>4. Sistema de Informações - Não há mapeamento da rede de drenagem no município. - Ausência de sistematização para armazenamento e recuperação de dados administrativos e operacionais.</p> <p>5. Ocupação atual do espaço urbano / Recursos hídricos - Há locais que não possuem pavimentação e rede de drenagem.</p>
Ambiente Externo	<p>OPORTUNIDADES</p> <p>3. Legislação e normatização do setor - Atendimento às Leis Federais 11.445/07 e 12.305/10 e aos seus decretos regulamentadores.</p> <p>5. Ocupação atual do espaço urbano / Recursos hídricos - Sede do município desenvolveu-se fora da área de inundação dos corpos d'água.</p>	<p>5. Ocupação atual do espaço urbano / Recursos hídricos</p>	<p>AMEAÇAS</p> <p>3. Legislação e normatização do setor - Ausência de legislação específica para o SDU.</p> <p>5. Ocupação atual do espaço urbano / Recursos hídricos - Distrito desenvolveu-se próximo à área inundável dos corpos hídricos. - Existência recorrente de inundações nos distritos e na zona rural. - Áreas de Preservação Permanente (APPs) ocupadas. - Existência de áreas ocupadas com processos erosivos e risco de deslizamentos, especialmente em Estevão Araújo. - Há lançamento clandestino de esgoto nos corpos d'água. - Há lançamento clandestino de esgoto nas redes de drenagem do município.</p>



Considerando-se estas questões foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos para o setor:

- Objetivo 1. Minimizar a frequência de enchentes e alagamentos causados por insuficiências e deficiências nas galerias e obras de drenagem.**
- Objetivo 2. Desestimular a ocupação de áreas suscetíveis a processos erosivos e promover a desocupação em áreas de risco.**
- Objetivo 3. Recuperar e revitalizar APPs e áreas verdes.**
- Objetivo 4. Implementar para o SDU do município uma gestão eficiente no que concerne a aspectos administrativos, operacionais, financeiros e de planejamento estratégico e de sustentabilidade.**
- Objetivo 5. Alcançar o pleno atendimento à legislação ambiental aplicável a todos os subprocessos integrantes do Sistema de Drenagem Urbana do município.**
- Objetivo 6. Estabelecer instrumentos de comunicação com a sociedade e de mobilização social, e promover ações para avaliação da percepção dos usuários e para promoção de educação ambiental.**

No Quadro 39 estão apresentadas as metas necessárias ao alcance dos objetivos mencionados.



Quadro 39 - Objetivos e metas do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais

Objetivo	Metas	Prazo
1. Minimizar a frequência de enchentes e alagamentos causados por insuficiências e deficiências nas galerias e obras de drenagem.	1.1 Limpar sistematicamente as calhas, poços de visita (PVs) e bocas de lobo do município.	Imediato
	1.2 Reduzir em 75% a quantidade de pontos de alagamentos no município e em 70% a quantidade de pontos de enchentes.	Curto
	1.3 Dobrar (em relação a 2014) o número de eventos anuais do município voltados à conscientização acerca do correto manejo dos resíduos sólidos.	Curto
	1.4 Estabelecer para o município um índice de impermeabilização para os lotes urbanos e garantir sua fiscalização.	Longo
2. Desestimular a ocupação de áreas suscetíveis a processos erosivos e promover a desocupação em áreas de risco.	2.1 Mapear as ocupações em áreas de risco de movimentação de massa, em conjunto com a Defesa Civil.	Imediato
	2.2 Estabelecer um plano de desocupação em áreas com risco de movimentação de massa.	Imediato
	2.3 Impedir legalmente a ocupação de áreas de risco e garantir a fiscalização.	Curto
	2.4 Executar plano de desocupação em áreas com risco de movimentação de massa.	Curto
	2.5 Recuperar 40% de áreas sujeitas a acidentes decorrentes de processos erosivos.	Curto
	2.6 Recuperar 100% das áreas de risco depois de desocupadas.	Longo
3. Recuperar e revitalizar APPs e áreas verdes.	3.1 Elaborar plano de recuperação de APPs e áreas verdes, considerando o mapeamento de áreas críticas de drenagem.	Curto
	3.2 Reduzir 70% da quantidade de resíduos sólidos depositados nas margens dos rios do município.	Curto
	3.3 Aumentar em 200% (em relação a 2014) o número de eventos anuais do município voltados à conscientização acerca do correto manejo dos resíduos sólidos.	Longo
	3.4 Recuperar 100% das APP do município.	Longo



Objetivo	Metas	Prazo
4. Implementar para o SDU do município uma gestão eficiente no que concerne a aspectos administrativos, operacionais, financeiros e de planejamento estratégico e de sustentabilidade.	4.1 Mapear e cadastrar pelo menos 50% dos sistemas de drenagem urbana do município.	Imediato
	4.2 Manter o sistema de informações sobre o SDU atualizado.	Longo
	4.3 Regulamentar o uso e ocupação na área urbana do município.	Imediato
	4.4 Mapear e cadastrar 100% dos sistemas de drenagem urbana do município.	Curto
	4.5 Otimizar o número de funcionários para atuar no sistema de drenagem urbana, tanto no âmbito operacional quanto no gerencial.	Curto
5. Alcançar o pleno atendimento à legislação ambiental aplicável a todos os subprocessos integrantes do Sistema de Drenagem Urbana do município.	5.1 Obter as licenças ambientais da infraestrutura existente relacionada ao SDU.	Imediato
	5.2 Acompanhar os prazos de validade das licenças ambientais e outorgas (travessias e barramentos).	Longo
6. Estabelecer instrumentos de comunicação com a sociedade e de mobilização social, e promover ações para avaliação da percepção dos usuários e para promoção de educação ambiental.	6.1 Promover eventos que proporcionem a participação de usuários e ampliem o controle social dos mesmos sobre os processos de tomada de decisão do SDU.	Curto
	6.2 Estabelecer formas de comunicação com a população, constantes e bem difundidas em todo o município.	Curto
	6.3 Aumentar em 100% (em relação a 2014) o número de eventos anuais no município voltados à conscientização acerca do correto manejo dos resíduos sólidos.	Curto
	6.4 Aumentar em 200% (em relação a 2014) o número de eventos anuais no município voltados à conscientização acerca do correto manejo dos resíduos sólidos.	Médio

Fonte: SHS, 2015



O Quadro 40 apresenta as ações propostas para adequar o sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais, seus respectivos prazos de execução, o custo estimado de cada ação e a descrição dos critérios de formação desse custo. Para a implantação de todas as ações previstas neste setor, ao longo de vinte anos, serão necessários **R\$ 12.500.000,00** (doze milhões e quinhentos mil reais).

**Quadro 40 - Orçamento e plano de execução das ações do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais**

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
3.1.1.01	Ação 1: Elaborar um plano de manutenção sistemática das redes de micro e macrodrenagem do município, incluindo procedimentos de averiguação quanto ao estado de manutenção dos trechos ou setores, que serão previamente identificados e numerados. Incluir no plano de manutenção um calendário anual com a ordem dos setores a serem averiguados. Manter uma periodicidade mínima de doze meses para a averiguação de cada setor predeterminado. Aumentar a frequência de averiguação nos setores ou trechos críticos.	X				20.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 160 horas
3.1.1.02	Ação 2: Colocar o plano de manutenção em prática, empreendendo a averiguação do estado de manutenção (limpeza de calhas, poços de visita e bocas de lobo) de todos os setores do município, obedecendo à ordem de numeração dos setores, que pode ser modificada, em casos extraordinários. Manter registro das ações realizadas através de relatórios de manutenção contendo descrições e fotografias indicando a localização do trecho, os problemas encontrados e as soluções despendidas.	X	X	X	X	20.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação:10horas/ano
3.1.1.03	Ação 3: Criar mecanismo de fiscalização da manutenção do SDU.	X				*	
3.1.1.04	Ação 4: Fiscalizar a manutenção do SDU segundo procedimento criado.	X	X	X	X	960.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas + valor homem-hora (Técnico)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04, R\$ 71,98 Quantidade mínima de horas de dedicação:*190 horas/ano; ** 350 horas/ano
3.1.1.05	Ação 5: Executar desassoreamentos, priorizando os trechos assoreados na zona urbana.	X	X	X	X	450.000,00	



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
3.1.2.06	Ação 6: Elaborar projetos e construir reforço de galerias nos pontos com problemas de subdimensionamento da rede já identificados no diagnóstico, levando-se em consideração as prioridades apontadas no documento e utilizando-se, sempre que possível, técnicas menos agressivas para o meio ambiente.	X	X			180.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
3.1.2.07	Ação 7: Construir rede de drenagem e dissipadores de energia em pontos não atendidos por esses equipamentos.	X	X	X		330.000,00	* C= obras lineares necessárias(m) x custo unitário de execução *Fonte: Banco de Preços de Serviços Operacionais Sabesp, 2015, ref:R\$ 140,35/m
3.1.2.08	Ação 8: Expandir rede de microdrenagem de forma completa (galeria, sarjeta, boca de lobo e dissipador de energia) para os pontos em que esses dispositivos são insuficientes, conforme detalhado no diagnóstico, e também para outros pontos que forem diagnosticados.	X	X	X		420.000,00	C= obras lineares necessárias(m) x custo unitário de execução *Fonte: Banco de Preços de Serviços Operacionais Sabesp, 2015, ref:R\$ 140,35/m ³
3.1.2.09	Ação 9: Realizar as ações de controle de enchentes nas localidades rurais do município.	X	X	X	X	220.000,00	C= obras lineares necessárias(m) x custo unitário de execução *Fonte: Banco de Preços de Serviços Operacionais Sabesp, 2015, ref:R\$ 140,35/m ³
3.1.2.10	Ação 10: Elaborar e implementar programa de construção de caixas secas na zona rural.	X	X	X	X	500.000,00	C= n° propriedades rurais x profundidade escavação (até 4 metros) x custo unitário da escavação (m³) Fonte: Banco de preços de obras e serviços de engenharia da SABESP, 2015 ref: Escavação manual de poços e valas até 4 metros R\$ 69,82m ³ Valor mínimo estimado de escavação por propriedade: 30 m ³
3.1.2.11	Ação 11: Elaborar e implementar programa de captação da água da chuva.	X	X	X	X	600.000,00	C= n° propriedades contempladas x custo médio de cisterna 2800L Fonte: Leroy Merlin ref: R\$ 2.000,00/unidade



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
3.1.2.12	Ação 12: Pavimentar as vias urbanas, com projeto de microdrenagem incluso.	X	X	X	X	1.000.000,00	C=estimativa mínima de vias a serem pavimentadas x custo unitário (m²) pavimentação Fonte: Banco de preços de serviços operacionais da SABESP, 2014 ref:89,25m ² Estimativa mínima de pavimentação: 2 km
3.1.2.13	Ação 13: Contratar empresa de engenharia para projetar a reconstrução das pontes do distrito de Estevão de Araújo.	X	X	X	X	230.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
3.1.2.14	Ação 14: Reconstruir as pontes do distrito de Estevão de Araújo.	X	X	X	X	650.000,00	
3.1.3.15	Ação 15: Planejar calendário de eventos municipais acerca do correto manejo dos resíduos sólidos.	X	X			15.000,00	C= valor homem-hora (técnico)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 71,98 Quantidade mínima de horas de dedicação: 210 horas
3.1.3.16	Ação 16: Realizar eventos sobre o correto manejo dos resíduos sólidos.	X	X	X	X	60.000,00	C=número de eventos X preço das conveniências *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R\$ 27,00/pessoa Nº de eventos necessário: 4/ano Nº médio de participantes: 25 pessoas
3.1.4.17	Ação 17: Definir/acatar um índice mínimo de permeabilidade do solo nos lotes urbanos, regulamentando essa medida por força de lei e fiscalizando seu efetivo cumprimento.	X	X	X	X	*	
3.2.1.18	Ação 18: Realizar levantamento e mapeamento específico das áreas suscetíveis a processos erosivos no município, discriminando as características geofísicas e o grau de ocupação de cada área.	X				120.000,00	C=área mínima estimada de levantamento x custo unitário (ha) *Fonte: Banco de engenharia Consultiva da SABESP, 2015 ref: Levantamento planialtimétrico cadastra de área especiais acima de R\$ 1.555,70/ha
3.2.2.19	Ação 19: Elaborar Plano de Desocupação em áreas com risco de movimentação de massa.	X				35.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
3.2.2.20	Ação 20: Realizar campanhas que promovam a conscientização da população acerca dos riscos associados à ocupação de áreas suscetíveis aos processos erosivos.	X	X	X	X	60.000,00	C=número de eventos X preço das conveniências *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R\$ 27,00/pessoa Nº de eventos necessário: 4/ano Nº médio de participantes: 25 pessoas
3.2.3.21	Ação 21: Criar lei de uso e ocupação dos solos como instrumento de regulação da ocupação do solo urbano. Essa lei deverá definir as diretrizes de ocupação a serem atendidas no município, bem como instrumentos de fiscalização e controle, além de definir as penalidades nos casos de ocupações que não atenderem às diretrizes legalmente definidas.	X	X			*	
3.2.3.22	Ação 22: Fiscalizar e desestimular a ocupação de áreas de risco no município.	X	X	X	X	960.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas + valor homem-hora (Técnico)** x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R\$ 122,04; **R\$ 71,98 Quantidade mínima de horas de dedicação: *240 horas/ano; **270 horas/ano
3.2.4.23	Ação 23: Desapropriar todas as residências em áreas de risco, conforme Plano de Desocupação elaborado.	X	X	X	X	450.000,00	C= valor homem-hora (advogado sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 212,74 Quantidade mínima de horas de dedicação: 100 horas/ano
3.2.5.24	Ação 24: Contratar empresa especializada em recuperação de encostas e áreas sujeitas à ocorrência de erosão para elaboração do Plano de recuperação destas áreas.	X				100.000,00	O preço da obra foi estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, consultoria, empresas de engenharia)
3.2.6.25	Ação 25: Realizar as ações de controle de erosões nas localidades rurais do município.		X	X	X	100.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas + valor homem-hora (Técnico)** x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R\$ 122,04, **R\$ 71,98



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
3.3.1.26	Ação 26: Realizar um estudo detalhado de áreas verdes, diagnosticando problemas e potencialidades, além de realizar levantamento de possíveis áreas para criação de novos equipamentos e áreas que necessitem de recomposição.	X				80.000,00	C=homem-hora (biólogo) * x horas trabalhadas + homem-hora (botânico)** x horas trabalhadas + homem-hora (técnico nível superior)***x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R\$ 118,78; ** 145,40 ; ***R\$ 71,98 Quantidade mínima de horas de dedicação: *190 horas;** 300 horas; ***300 horas
3.3.1.27	Ação 27: Realizar mapeamento e cadastramento das nascentes municipais.	X				100.000,00	C=área mínima estimada de levantamento x custo unitário (ha) *Fonte: Banco de engenharia Consultiva da SABESP, 2015 ref: Levantamento planialtimétrico cadastral R\$ 1.555,70/ha
3.3.1.28	Ação 28: Elaborar um Plano de recuperação das APPS e áreas verdes municipais considerando o mapeamento das áreas críticas de drenagem. Esse Plano deve conter a delimitação das áreas que precisam ser desapropriadas, assim como o planejamento da execução dessa desapropriação.	X	X			100.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
3.3.2.29	Ação 29: Realizar campanhas educativas permanentes buscando a sensibilização e a conscientização popular acerca da importância da separação, acondicionamento e disposição adequada dos resíduos, bem como sobre a importância de se preservar as APPs do município.	X	X	X	X	60.000,00	C=número de eventos X preço das conveniências *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R\$ 27,00/pessoa Nº de eventos:3 eventos/ano Nº médio de participantes:40 pessoas
3.3.3.30	Ação 30: Realizar eventos educativos voltados à conscientização do correto manejo dos resíduos sólidos.	X	X	X	X	20.000,00	C=número de eventos X preço das conveniências *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R\$ 27,00/pessoa Nº de eventos:2 eventos/ano Nº médio de participantes:20 pessoas
3.3.4.31	Ação 31: Executar o plano de recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e áreas verdes através da desapropriação das áreas ocupadas e recomposição da mata ciliar. Utilizar os procedimentos do plano de recuperação como atividades de educação e sensibilização ambiental da população.	X	X	X	X	400.000,00	



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
3.4.1.32	Ação 32: Elaborar edital e contratar empresa especializada para o levantamento cadastral (incluindo mapeamento georreferenciado do Sistema de Drenagem Urbana).	X				20.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 160 horas
3.4.1.33	Ação 33: Elaborar levantamento cadastral do sistema de drenagem com o auxílio de softwares de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), com o objetivo de produzir um instrumento de caracterização do SDU, que também deverá ser utilizado para subsidiar o planejamento e as tomadas de decisão no âmbito desse setor.	X	X			100.000,00	C=área mínima estimada de levantamento x custo unitário (ha) *Fonte: Banco de engenharia Consultiva da SABESP, 2015 ref: Levantamento planialtimétrico cadastral de áreas especiais acima de 100000m² R\$ 1.555,70/ha
3.4.2.34	Ação 34: Manter atualizado o banco de dados sobre drenagem urbana e alimentar, com indicadores atualizados, o Sistema Municipal de Informações sobre Saneamento Básico, com periodicidade planejada.	X	X	X	X	960.000,00	C=homem-hora (analista de suporte técnico sênior)* + valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: * 174,61 ; **R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação:*200 horas/ano; **100 horas/ano
3.4.2.35	Ação 35: Atualizar o levantamento cadastral, o mapeamento georreferenciado e as informações administrativas, técnico-operacionais e de manutenção, de almoxarifado, financeiras, comerciais e legais sobre o SDU e disponibilizar os dados para o Sistema Municipal de Informações, que, por sua vez, alimentará o SNIS.	X	X	X	X	50.000,00	C=área mínima estimada de levantamento x custo unitário (ha) *Fonte: Banco de engenharia Consultiva da SABESP, 2015 ref: Levantamento planialtimétrico cadastral de áreas especiais R\$ 1.555,70/ha
3.4.3.36	Ação 36: Aprovar legislação de regulamentação de uso e ocupação do solo urbano.	X				*	
3.4.3.37	Ação 37: Atualizar a cada cinco anos os coeficientes de escoamento superficial, de acordo com levantamentos detalhados e atualizados de uso do solo.	X	X	X	X	15.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 120 horas
3.4.4.38	Ação 38: Atualizar levantamento topográfico detalhado da área urbana.	X	X			50.000,00	C=área mínima estimada de levantamento x custo unitário (ha) *Fonte: Banco de engenharia Consultiva da SABESP, 2015 ref: Levantamento planialtimétrico cadastral de áreas especiais R\$ 1.555,70/ha



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
3.4.5.39	Ação 39: Realizar concurso público para contratação de mão de obra especializada.	X				30.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 245 horas
3.4.5.40	Ação 40: Renovar os equipamentos de informática.	X	X			100.000,00	C= estimativa mínima necessária de máquinas x preço médio de microcomputador Fonte: pesquisa de mercado ref: R\$ 2.000,00/unidade
3.4.5.41	Ação 41: Realizar capacitação de funcionários.	X	X	X	X	100.000,00	C= valor homem-hora (técnico)* x horas treinamento x frequência de treinamento *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 71,98 Nº profissionais treinados: 8 Nº hora de treinamento: 10 Frequência de treinamento:1/ano
3.4.5.42	Ação 42: Renovar frota de veículos e criar procedimentos para gestão da frota.	X	X			600.000,00	C=Preço de caminhão basculante x quantidade necessária Fonte: FIPE ref: R\$ 275.000,00
3.4.5.43	Ação 43: Abrir processo licitatório com a finalidade de se elaborar Plano de Macrodrenagem para o município.	X				120.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
3.4.5.44	Ação 44: Realizar estudos e debates para a definição da taxa de drenagem urbana.	X	X			10.000,00	C=número de eventos X preço das conveniências *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R\$ 27,00/pessoa Nº de eventos:2 eventos/ano Nº médio de participantes:30 pessoas
3.4.5.45	Ação 45: Incorporar dentro do PPA (Plano Plurianual) e da LDO (Lei de Diretrizes Orçamentárias) todas as necessidades para a gestão do sistema de drenagem urbana do município.	X	X	X	X	*	
3.4.5.46	Ação 46: Criar mecanismos que garantam a participação dos gestores que lidam com drenagem urbana em todas as reuniões onde serão empreendidas tomadas de decisão sobre o desenvolvimento urbano do município.	X	X			*	



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
3.4.5.47	Ação 47: Criar mecanismos de articulação entre os procedimentos de manutenção do sistema de drenagem e os serviços de limpeza urbana, com o intuito de corrigir e prevenir o acúmulo de lixo nos dispositivos de micro e macrodrenagem presentes na área urbana municipal.	X	X			*	
3.4.5.48	Ação 48: Realizar reuniões multissetoriais 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.	X	X	X	X	50.000,00	C=número de eventos X preço das conveniências *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R\$ 27,00/pessoa Nº de eventos:3 eventos/ano Nº médio de participantes:30 pessoas
3.4.5.49	Ação 49: Manter registro de dados financeiros do sistema de drenagem urbana do município.	X	X	X	X	500.000,00	C=homem-hora (analista de suporte técnico sênior) * x horas trabalhadas + homem-hora (administrador de banco de dados)** x horas trabalhadas + homem-hora (engenheiro Junior)***x horas trabalhadas Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R\$ 150,79; ** 174,61 ; ***R\$ 80,87 Quantidade mínima de horas de dedicação: *50 horas/ano; **45 horas/ano; ***125 horas/ano
3.4.5.50	Ação 50: Criar mecanismos de interlocução com o setor de habitação para deliberação sobre limites de impermeabilização das sub-bacias urbanas.	X	X				
3.5.1.51	Ação 51: Elaborar estudo para avaliação da legislação ambiental municipal, estadual e federal que se aplique ou que influencie direta ou indiretamente no manejo de águas de chuvas do município, com o propósito de regulamentar a gestão do setor.	X				15.000,00	C= valor homem-hora (advogado sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 212,74 Quantidade mínima de horas de dedicação:70 horas
3.5.1.52	Ação 52: Fazer um levantamento de todas as atividades passíveis de licenciamento ambiental ou autorização de órgão ambiental e elaborar um calendário para a regularização.	X				20.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação: 160 horas
3.5.1.53	Ação 53: Solicitar e acompanhar os processos de solicitação de licenças e certificados ambientais.	X	X	X	X	*	



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
3.5.1.54	Ação 54: Acompanhar a evolução dos índices de permeabilidade dos lotes urbanos e fiscalizar o atendimento à legislação aplicável.	X	X	X	X	*	
3.5.1.55	Ação 55: Elaborar legislação que regulamente a manutenção do escoamento superficial dos lotes urbanos.	X				*	
3.5.1.56	Ação 56: Criar procedimento de acompanhamento da validade das licenças ambientais do SDU.	X				*	
3.5.2.57	Ação 57: Acompanhar a validade das licenças ambientais do SDU, segundo procedimento pré-estabelecido.	X	X	X	X	*	
3.6.1.58	Ação 58: Atualizar o site da prefeitura sobre o sistema de drenagem urbana e manejo de águas de chuva.	X				10.000,00	C= valor homem-hora (web designer)* x horas trabalhadas x n° de profissionais necessários *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 117,45 Quantidade mínima de horas de dedicação:80 horas
3.6.1.59	Ação 59: Criar meios lúdicos e interativos de conscientização ambiental para o público em geral (jingles, personagens do lixo, frases de efeito, slogans, etc.), relacionando-os à importância do sistema de drenagem para uma cidade e à qualidade de vida da população.	X	X			30.000,00	C=homem-hora (biólogo)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R\$ 118,78 Quantidade mínima de horas de dedicação:250 horas
3.6.1.60	Ação 60: Desenvolver e divulgar canal para denúncia de descarte irregular de resíduos nos corpos d'água do município.	X	X	X	X	960.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas + valor homem-hora (Técnico)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R\$ 122,04, **R\$ 71,98 Quantidade mínima de horas de dedicação:*245 horas/ano; **280 horas/ano
3.6.1.61	Ação 61: Criar serviço de atendimento aos usuários, com procedimentos que viabilizem o acompanhamento das ações em relação às reclamações realizadas, atendendo às demandas de maneira rápida e eficiente.	X				150.000,00	C=homem-hora (analista de suporte técnico sênior)* + homem-hora (secretária plena nível superior)**x horas trabalhadas Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: * 174,61 ; **R\$ 80,87 Quantidade mínima de horas de dedicação:*570 horas; **620 horas



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
3.6.1.62	Ação 62: Contratar/ treinar uma equipe responsável pela manutenção das informações a serem disponibilizadas pelo banco de dados e por demais canais de comunicação.	X				5.000,00	C= valor homem-hora (técnico)* x horas treinamento x frequência de treinamento *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 71,98 Nº técnicos treinados: 3 Nº horas treinamento: 20 Frequencia de treinamento: 1/ano
3.6.2.63	Ação 63: Disponibilizar as informações existentes relacionadas ao eixo de drenagem urbana e manejo de águas pluviais à população através de web site.	X	X	X	X	20.000,00	C= valor homem-hora (técnico)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 71,98 Quantidade mínima de horas de dedicação:15 horas/ano
3.6.3.64	Ação 64: Promover a realização de reuniões e seminários para o esclarecimento quanto à destinação final adequada dos resíduos sólidos e conscientizar a população sobre a importância de se proteger as margens dos rios.	X	X	X	X	60.000,00	C=número de eventos X preço das conveniências *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R\$ 27,00/pessoa Nº de eventos:4 eventos/ano Nº médio de participantes:30 pessoas
3.6.3.65	Ação 65: Realizar eventos públicos (como audiências) periodicamente, com o intuito de informar a população sobre a situação do manejo de águas pluviais no município e assumir um papel de canal para recebimento de reclamações e sugestões.	X	X	X	X	60.000,00	C=número de eventos X preço das conveniências *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R\$ 27,00/pessoa Nº de eventos:4 eventos/ano Nº médio de participantes:30 pessoas
3.6.3.66	Ação 66: Criar mecanismos para apoio de iniciativas em educação ambiental nas escolas.	X	X			40.000,00	C=homem-hora (biólogo)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R\$ 118,78; Quantidade mínima de horas de dedicação:40 horas/ano
3.6.3.67	Ação 67: Divulgar, através de cartilhas e em meio digital, todos os direitos e deveres da população referentes aos serviços prestados no âmbito da drenagem urbana.	X	X	X	X	50.000,00	C=homem-hora (biólogo)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R\$ 118,78; Quantidade mínima de horas de dedicação:420 horas



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
3.6.4.68	Ação 68: Realizar, periodicamente, pesquisas de percepção e satisfação com a população para obter <i>feedbacks</i> dos serviços prestados, de maneira a verificar os pontos passíveis de melhorias.	X	X	X	X	130.000,00	C=SM*x n° entrevistadores x 17anos *SM: valor do salário mínimo nacional vigente pago uma vez ao ano Ne entrevistadores: 8 pessoas
3.6.4.69	Ação 69: Firmar parcerias com a defesa civil e com o titular pelos serviços de drenagem urbana para divulgação conjunta acerca dos riscos da disposição inadequada de resíduos e dos problemas por eles causados (enchentes, degradação de APPs, risco à saúde, etc.).	X				*	
3.6.4.70	Ação 70: Instituir formas de divulgação do Plano Municipal de Saneamento Básico e do futuro Plano Municipal de Macrodrenagem do município a toda a população.	X				5.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas + valor homem-hora (Técnico)** x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R\$ 122,04, **R\$ 71,98 Quantidade mínima de horas de dedicação:*20 horas; **30 horas
3.6.4.71	Ação 71: Dotar de maior transparência a questão de investimentos no setor de drenagem urbana, através da criação de portais informativos pela internet com os valores a serem aplicados no mês em questão.	X	X			*	

*(s/o/m/a) = nº do setor / nº do objetivo / nº da meta / nº da ação.

TOTAL: 12.500.000,00



4.4. Detalhamento das ações

4.4.1. Mapear e cadastrar toda a rede de drenagem urbana

O mapeamento e cadastramento da rede de drenagem devem ser realizados por empresa especializada contratada por licitação. O mapeamento deve ser entregue em material editável e compatível com o Sistema de Informação sobre Saneamento. Todos os instrumentos do sistema de drenagem urbana (galeria, sarjeta, boca de lobo e dissipador de energia) devem fazer parte do escopo do projeto. As áreas prioritárias para o cadastramento são aquelas que apresentam problemas de alagamento.

4.4.2. Programa de captação da água da chuva

A captação de água de chuva, apesar de estar incluída como ação do SDU por diminuir a probabilidade e a intensidade dos alagamentos, também auxilia o município na gestão e no racionamento de água. Para viabilizar esse programa é necessário realizar um levantamento das residências que têm interesse em utilizar a água da chuva para fins não potáveis, assim como os prédios públicos que apresentam viabilidade de implantação.

Tendo esse mapeamento, a prefeitura poderá buscar fontes de financiamento para o fornecimento ou facilitação de acesso aos materiais construtivos necessários à implantação do sistema de captação da água de chuva. Como incentivo à adoção deste programa a Prefeitura Municipal pode adotar política pública de incentivo financeiro ao munícipe que implementar o sistema.

4.4.3. Programa de recuperação de APP e áreas verdes

Entende-se como APPs as nascentes e as margens dos corpos d'água, as áreas íngremes e os topos de morro municipais. Assim, para a recuperação desses locais é necessário que se realize um cadastramento e mapeamento de todas as nascentes municipais, inclusive aquelas que estão secas devido à degradação do solo.

Para o cercamento e recuperação das nascentes e revegetação das margens dos rios, áreas íngremes e topos de morro, será necessária a articulação do poder público com os proprietários de terra, com a EMATER e secretarias municipais envolvidas para o planejamento e execução das ações do programa. Uma fonte de incentivo que deve



ser estudada no município é o Pagamento por Serviços Ambientais como, por exemplo, o Programa Produtores de Água da Agência Nacional de Água (ANA).

Deve fazer parte do planejamento do programa de recuperação de nascentes o Plano de Desocupação das APPs urbanas, com indenização aos moradores que precisarem sair de suas residências, assim como atribuição de novos usos para a área.

A recuperação das áreas verdes municipais deve ser precedida de uma análise da condição desses locais e um estudo de possíveis conexões com o SDU como, por exemplo, a utilização desses locais como bacias de retenção.

4.4.4. Programa de implementação de caixas secas para controle de erosão e infiltração

Este programa consiste na instalação de um reservatório na margem de estradas rurais para captação das águas de chuva, visando evitar enxurradas, erosões, assoreamento dos rios e depredação das estradas pela chuva, e ainda aumentar o armazenamento de água, o abastecimento do lençol freático, além de favorecer as nascentes e a vazão dos rios (ALBUQUERQUE; DURÃES, 2008).

A execução e manutenção do programa requer parceria com diversas secretarias: Secretaria da Agricultura, Meio ambiente e Obras. O programa é benéfico para os setores citados e deve ser implantado durante toda a vigência do PMSB, primeiramente em locais definidos como críticos e posteriormente nos demais locais, dando atenção à necessidade de manutenção desses equipamentos (caixas secas), que deverão ser mapeados.

4.4.5. Reconstrução das pontes de Estevão de Araújo

Durante as simulações hidráulicas e hidrológicas apresentadas no item 4.1.8, foi descrito que as pontes do distrito de Estevão de Araújo não suportam as vazões de pico para alguns períodos de retorno analisados. Assim, recomenda-se que essas pontes sejam reconstruídas com seção suficiente para escoar vazões com períodos de retorno maiores que 100 anos. Dessa forma, foi proposto por esse PMSB: “Contratar empresa de engenharia para projetar a reconstrução das pontes de Estevão de Araújo” e “Reconstruir pontes de Estevão de Araújo”.



4.4.6. Plano de Manutenção¹

O plano de manutenção deverá ser composto por um conjunto de atividades que visem à 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.

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

- **Organização da manutenção** - 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 águas pluviais** - composto pelo levantamento de todos os componentes e sistemas abrangidos pelo programa de manutenção, incluindo identificação, descrição e localização. Esse cadastro é essencial para a programação e execução da rotina de manutenção, devendo ser permanentemente atualizado.
- **Central de atendimento** - visa atender às necessidades de intervenção, mediante solicitação.
- **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:**

¹ Este plano foi baseado no manual de drenagem e manejo de águas pluviais: gerenciamento do sistema de drenagem urbana da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano de SP. (SMDU, 2012)



- 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 nos equipamentos do sistema.

- **Controle da manutenção** - deverá ser realizado através da emissão de relatórios operacionais.

4.4.6.1. Procedimentos e rotinas

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. O Quadro 41 indica as estruturas que devem ser submetidas à inspeção, suas rotinas e respectivas frequências mínimas de execução das atividades.



Quadro 41 - Procedimentos de inspeção para as estruturas do sistema de drenagem

Estrutura	Rotina	Frequência Mínima
Sarjetas	Inspecionar os pontos de acesso a 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 canais abertos e fechados.	Inspecionar os pontos de acesso, verificando obstruções no gradeamento.	A cada 60 dias.
	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.	
Corpos hídricos	Inspecionar o canal do corpo hídrico quanto à presença de galhos, sedimentos, resíduos urbanos ou qualquer tipo de elemento que provoque o bloqueio do mesmo.	A inspeção deve ocorrer trimestralmente nos meses de baixa pluviosidade e mensalmente nos meses de alta pluviosidade.

Fonte: adaptado de SMDU (2012)

O Quadro 42 indica as estruturas que devem ser submetidas à limpeza, suas rotinas e frequência e o Quadro 43 indica as estruturas que devem ser submetidas à manutenção, suas rotinas e frequência mínima de execução das atividades.

Quadro 42 - 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.
Corpos hídricos	Limpar sedimentos, resíduos sólidos e outros detritos acumulados.	Limpar quando a inspeção detectar necessidade e principalmente antes dos meses de alta pluviosidade.

Fonte: adaptado de SMDU (2012)



Quadro 43 - Procedimentos de manutenção para as estruturas do sistema de drenagem

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.
Corpos hídricos	Reparar canal do corpo hídrico obstruído ou danificado.	Quando verificada a necessidade durante a inspeção.

Fonte: adaptado de SMDU (2012)

4.5. Ações para emergências e contingências

Os eventos de contingência e emergência são apresentados neste PMSB divididos em operacional, de gestão e gerenciamento e imprevisíveis. Para cada um deles são apresentadas as ações para emergência e contingência, assim como foram apresentados para o SAA e o SES.

4.5.1. Operacional

- **Ocorrência de entupimento da rede de drenagem:** disponibilizar veículo, equipamento e pessoal treinado para a desobstrução das redes; fornecer os dados da ocorrência ao Sistema de Informação de Saneamento do município com características do local e motivos que levaram ao fato, com o objetivo de prevenção. **Responsável:** prestador dos serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais.

4.5.2. Gestão e gerenciamento

- **Falta de financiamento para a realização de manutenções:** buscar fontes emergenciais alternativas de financiamento municipais para realização das manutenções. Em casos extremos, como em calamidades públicas, por exemplo, buscar recursos junto ao governo estadual e federal para gestão de emergência, conforme regulamenta a Lei Federal nº 12.340, de 1º de dezembro de 2010. **Responsável:** prestador dos serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais e Executivo Municipal.



4.5.3. Imprevisíveis

- **Ocorrência de rompimento de travessias e pontes na ocasião de eventos hidrológicos extremos:** Interditar imediatamente as vias que dão acesso ao local, orientar os munícipes em rotas alternativas de locomoção aos pontos que eram acessados por tais travessias ou pontes. No caso de locais em que estas travessias e/ou pontes eram o único acesso, providenciar mantimentos e outros artigos necessários à comunidade isolada por meios de transporte alternativo que couber ao local. Por fim, dar início aos reparos e/ou reconstruções necessárias para reparação dos locais. Fornecer todos os dados da ocorrência ao Sistema de Informação de Saneamento do município. **Responsável:** prestador dos serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais, Defesa Civil e Executivo Municipal.

- **Desmoronamento de taludes e paredes de canais:** retirar a população das áreas de riscos; conter o desmoronamento através de tecnologias de contenção de encostas; retirar material desmoronado com o objetivo de prevenir a intensificação do assoreamento a montante; iniciar a execução de obras de reconstrução das paredes dos canais ou obras de contenção de talude, tais como utilização de manta geotêxtil, revegetação ou outro procedimento indicado nas ações 3.2.3.22 e 3.2.5.24. **Responsável:** prestador dos serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais e Defesa Civil.

- **Ocorrência de deslizamentos de terra:** retirar a população das áreas de riscos. Caso haja alguma vítima, iniciar as operações de busca e encaminhamento para cuidados médicos; conter o deslizamento através de tecnologias de contenção de encostas; retirar material com o objetivo de prevenir a intensificação do assoreamento a montante; iniciar a execução de obras de reconstrução das paredes dos canais ou obras de contenção de taludes, como indicado nas ações 3.2.3.22 e 3.2.5.24. **Responsável:** prestador dos serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais, Corpo de Bombeiros e Defesa Civil.

- **Ocorrência de enchentes e alagamentos:** impedir o acesso da população ao locais onde está ocorrendo a enchente ou o alagamento; retirar a população das áreas atingidas; investigar a causa da ocorrência. Caso o motivo seja obstrução de rede de drenagem, realizar as ações indicadas acima; caso seja por extravasamento do corpo d'água, estudar a viabilidade de alargamento emergencial de trecho de



estreitamento do corpo d'água. **Responsável:** prestador dos serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais, Defesa Civil e Corpo de Bombeiros.

Os casos de eventos imprevisíveis do SDU podem ser de grande magnitude. Nestes casos, pode haver a necessidade de se decretar situação de emergência ou estado de calamidade pública. O Decreto Federal nº 7.257, que regulamenta sobre o reconhecimento desses eventos, define em seu Capítulo II, art. 7º:

“O reconhecimento da situação de emergência ou do estado de calamidade pública pelo Poder Executivo federal se dará mediante requerimento do Poder Executivo do Estado, do Distrito Federal ou do Município afetado pelo desastre.

§1º O requerimento previsto no caput deverá ser realizado diretamente ao Ministério da Integração Nacional, no prazo máximo de dez dias após a ocorrência do desastre, devendo ser instruído com ato do respectivo ente federado que decretou a situação de emergência ou o estado de calamidade pública e conter as seguintes informações:

I - tipo do desastre, de acordo com a codificação de desastres, ameaças e riscos, definida pelo Ministério da Integração Nacional;

II - data e local do desastre;

III - descrição da área afetada, das causas e dos efeitos do desastre;

IV - estimativa de danos humanos, materiais, ambientais e serviços essenciais prejudicados;

V - declaração das medidas e ações em curso, capacidade de atuação e recursos humanos, materiais, institucionais e financeiros empregados pelo respectivo ente federado para o restabelecimento da normalidade; e

VI - outras informações disponíveis acerca do desastre e seus efeitos.

§2º Após avaliação das informações apresentadas no requerimento a que se refere o §1º e demais informações disponíveis no SINDEC, o Ministro de Estado da Integração Nacional reconhecerá, por meio de Portaria, a situação de emergência ou estado de calamidade, desde que a



situação o justifique e que tenham sido cumpridos os requisitos estabelecidos na Medida Provisória nº 494, de 2010, e neste Decreto.

§3º Considerando a intensidade do desastre e seus impactos social, econômico e ambiental, o Ministério da Integração Nacional reconhecerá, independentemente do fornecimento das informações previstas no §1º, a situação de emergência ou o estado de calamidade pública com base no Decreto do respectivo ente federado”.

Assim, quando o município atender a esses requisitos, será decretada a situação de emergência ou estado de calamidade pública, ocorrendo o acesso aos recursos do *Fundo Nacional para Calamidades Públicas, Proteção e Defesa Civil* (Funcap) constituído pelos Estados, Distrito Federal e Municípios com fim específico de execução das ações previstas, conforme determinado pela Lei Federal nº 12.340/10.

5. Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

5.1. Diagnóstico

5.1.1. Análise crítica dos planos e programas existentes

No âmbito do arcabouço legal municipal, são consideradas questões relacionadas ao saneamento básico, considerando questões específicas de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, expressamente, na Lei Orgânica e no Plano Diretor Municipal.

A Lei orgânica apresenta em seu TÍTULO IV, CAPÍTULO I, SEÇÃO II o seguinte:

DO SANEAMENTO BÁSICO

Art. 139 - O saneamento básico é uma ação de saúde pública e de desenvolvimento urbano, implicando seu direito garantia do cidadão:

I - abastecimento de água em quantidade suficiente para assegurar a adequada higiene e conforto, e com qualidade compatível com padrões de portabilidade;

II - coleta e disposição dos esgotos sanitários, dos resíduos sólidos e drenagem das águas pluviais, de forma a preservar o equilíbrio ecológico do meio ambiente e na perspectiva de prevenção de ações danosas à saúde;

III - controle de vetores, sobre a ótica de proteção à saúde pública.



§ 1º - As prioridades e a metodologia das ações de saneamento deverão nortear-se pela avaliação do quadro sanitário da área a ser beneficiada, devendo ser objetivo principal das ações a reversão e a melhoria do seu perfil epidemiológico.

§ 2º - O Município desenvolverá mecanismos institucionais que compatibilizem as ações de saneamento básico, de habitação, de desenvolvimento urbano, de preservação do meio ambiente e de gestão dos recursos hídricos, buscando integração com outros Municípios nos casos em que exigir ações conjuntas.

Art. 140 - Os serviços de saneamento básico, de competência do Município, serão prestados pelo Poder Público, mediante a execução direta ou delegada, através de concessão ou permissões visando ao atendimento adequado da população.

Parágrafo Único - A concessão ou permissão de serviços de saneamento básico, ou de partes deles, será outorgada a pessoa jurídica de direito público, devendo, neste último caso, se dar mediante contrato de direito público.

A lei nº 928/2015 que institui o Plano Diretor de Araponga em seu CAPÍTULO III do TÍTULO III apresenta:

DA POLÍTICA DE SANEAMENTO

Art. 26. A política de saneamento objetiva universalizar o acesso aos serviços de saneamento básico, mediante ações articuladas de saúde pública, desenvolvimento urbano e meio ambiente.

Art. 27. São diretrizes da política de saneamento:

I - prover o abastecimento de água tratada a toda a população, em quantidade e qualidade compatíveis com as exigências de higiene e conforto;

II - implementar sistema abrangente e eficiente de coleta, tratamento e disposição dos esgotos sanitários, dos resíduos sólidos e de drenagem urbana, evitando danos à saúde pública, ao meio ambiente e à paisagem urbana e rural;

III - promover sistema eficiente de prevenção e controle de vetores, na ótica da proteção à saúde pública;

IV - promover programas de combate ao desperdício de água;

V - viabilizar sistemas alternativos de esgoto onde não seja possível instalar rede pública de captação de efluentes;

VI - garantir sistema eficaz de limpeza urbana, de coleta e de tratamento do lixo produzido no Município, evitando danos à saúde pública, ao meio ambiente e à paisagem urbana;

VII - fomentar programas de coleta seletiva de lixo;



VIII - criar sistema especial de coleta de lixo nas áreas inacessíveis aos meios.

Em 2007, através da elaboração do Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, localizado em grande parte no município de Araponga, algumas ações foram desenvolvidas no sentido de entender a percepção da comunidade acerca das questões ambientais.

Foram então aplicados questionários a professores, lideranças e demais pessoas ligadas à educação dos municípios da área de influência da Unidade de Conservação.

Em todos os municípios verificou-se uma preocupação com a destinação adequada do lixo, sendo que a opção “Não jogar lixo no meio ambiente” foi a que apresentou o maior percentual de indicação, seguido por “Separar”, “Reciclar” e “Coleta seletiva”, respectivamente, reforçando a importância dos municípios implantarem o sistema de coleta seletiva e tratamento adequado do lixo.

O Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos de Araponga está em fase de conclusão e em vias de aprovação na Câmara Municipal, em forma de texto legal.

O plano em questão é condição necessária para o município ter acesso a recursos da União ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para ser beneficiado por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade, conforme preconizado na Lei nº 12.305/2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Cabe considerar que o plano deve apresentar, além do diagnóstico, um prognóstico do sistema, cenários futuros e ações concretas para sanar os problemas (ações de curto, médio e longo prazo). Além do mais, deve apresentar orçamentos e priorização das ações.

O presente Plano de Saneamento Básico Municipal, de acordo com o termo de referência do presente contrato (AC 20/2014), deve apresentar o plano de gerenciamento integrado dos resíduos sólidos, seguindo a itemização preconizada na lei em questão.



A elaboração do PGIRS nesses moldes é condição necessária para que se entenda o cenário futuro em razão das demandas e então, se possa prever ações concretas para o correto gerenciamento dos resíduos sólidos, dentro de um horizonte de 20 anos. As ações previstas serão elencadas em ordem de prioridade e serão orçadas, considerando entre outras, as necessidades de contratação de serviços básicos de levantamento, elaboração de projetos e por fim execução das obras e manutenção dos sistemas.

Com isso, o município terá condições de executar as ações do plano eficientemente, angariando recursos públicos de forma organizada e concreta.

Assim, recomenda-se fortemente a adoção deste plano de saneamento básico, para nortear as ações neste contexto.

5.1.2. Descrição e análise do sistema

O sistema de limpeza urbana é constituído das atividades relacionadas à limpeza do espaço coletivo urbano. Os serviços de varrição, limpeza de logradouros e vias públicas, capina, podas de árvores urbanas, manutenção de áreas verdes, remoção de cadáveres de animais, de veículos abandonados, entre outros, fazem parte deste sistema.

O manejo de resíduos sólidos relaciona-se aos resíduos gerados predominantemente nos ambientes internos, coletivos ou não, suas formas de segregação, acondicionamento, armazenamento, coleta, transbordo, transporte, tratamento e disposição final.

A Lei Federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, regulamentada pelo Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010, que dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos, apresenta a classificação dos resíduos segundo sua origem:

- resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os resíduos da limpeza urbana, aqueles gerados em ETAs, ETEs e aterros sanitários, os resíduos dos



serviços de saúde, os resíduos da construção civil, os resíduos dos transportes.

Cabe ressaltar que, neste contexto, o termo de referência do presente contrato destaca que deverá ser contemplado Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS), de acordo com a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 e de seu Decreto de Regulamentação nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010. Assim, o diagnóstico do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos levará em consideração a itemização exigida pelo art. 21 deste instrumento legal.

Neste diagnóstico foram estabelecidas sete classes gerais de resíduos em função de sua origem. Esta classificação foi adotada considerando as informações disponíveis no município de Araponga, as suas particularidades e o atendimento à Lei nº 12.305/2010. Assim, as seguintes classes foram abordadas:

1. **resíduos sólidos urbanos:** são os resíduos domiciliares somados aos resíduos de limpeza urbana e aos resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, ou seja, englobam as três categorias anteriores. Adotou-se esta convenção neste plano devido ao fato de que essas três categorias são atendidas pelo mesmo serviço de coleta de resíduos urbanos;
2. **resíduos industriais:** os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
3. **resíduos de serviços de saúde:** os gerados nos serviços de saúde (ex: hospitais, clínicas, consultórios, farmácias, laboratórios de análises clínicas, etc.), conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) e do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS);
4. **resíduos da construção civil:** os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis,
5. **resíduos dos serviços públicos de saneamento básico:** os lodos gerados nas estações de tratamento de água e esgoto e o material proveniente do desassoreamento de cursos d'água,



6. **resíduos especiais** : são aqueles que possuem características tóxicas, radioativas e contaminantes, e por conta dessas características merecem cuidados especiais em seu manuseio, acondicionamento, estocagem, transporte e disposição final.

Dentro da classe de resíduos de fontes especiais merecem destaque os seguintes resíduos:

- pilhas e baterias;
- lâmpadas fluorescentes;
- óleos lubrificantes;
- pneus;
- embalagens de agrotóxicos;
- radioativo.

7. **Resíduos de responsabilidade do gerador**

a) **Resíduos de serviços de transportes** : resíduos gerados em terminais, dentro dos navios, aviões e veículos de transporte, tendo sua origem no consumo realizado pelos passageiros.

b) **Resíduos agrossilvopastoris**: gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades.

c) **Resíduos de mineração**: os gerados nas atividades de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

A responsabilidade pelo sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos do município de Araponga é da Prefeitura Municipal, por meio da Divisão de Obras e Máquinas e com fiscalização da Secretaria do Meio Ambiente.

A seguir será apresentada a situação do manejo dos resíduos sólidos em Araponga conforme a origem.



5.1.2.1. Resíduos sólidos urbanos

5.1.2.1.1. Resíduos domiciliares e comerciais

Acondicionamento

O acondicionamento dos resíduos domiciliares e comerciais é realizado em sacolas plásticas. Esses resíduos são dispostos em frente às residências e estabelecimentos comerciais para posterior coleta.

Coleta

A coleta de resíduos sólidos urbanos, de responsabilidade da Prefeitura Municipal, ocorre três vezes por semana na sede do município e no distrito. Os dias de coleta são às segundas-feiras, quartas-feiras e sextas-feiras.

A população urbana do município é 100% atendida pela coleta regular. Não há coleta na zona rural. Durante as visitas técnicas e eventos do processo de elaboração do PMSB de Arapongá, não foram identificadas lacunas na coleta de resíduos na zona urbana. Na zona rural, a fragilidade maior é a falta de coleta regular ou soluções para a destinação dos resíduos orgânicos e de coleta seletiva, através da implementação de PEVs (Postos de Entrega Voluntária).

Transporte

O transporte dos resíduos, assim como a coleta é realizado através um caminhão caçamba, marca Volkswagen, ano 2011, com capacidade de 7 m³ para este serviço e três funcionários, sendo dois coletores e um motorista.

Transbordo

Não há estação de transbordo para os resíduos sólidos urbanos no município.

Tratamento

Não há tratamento dos resíduos sólidos urbanos no município.

Destinação final

Todo o resíduo coletado pela coleta regular é destinado ao lixão (Figura 57). Ressalta-se que, de acordo com as informações prestadas pela Prefeitura Municipal ao SNIS a denominação da área é aterro controlado. Porém, verifica-se não existe qualquer medida de controle ambiental neste local, consistindo em um vazadouro a “céu aberto”.



Figura 57 - Aspecto geral do lixão



Fonte: SHS (2015)

Não existe um programa de coleta seletiva implantado no município. Porém, uma iniciativa piloto está em fase de avaliação neste sentido. Trata-se da coleta seletiva em algumas localidades da zona rural. Os moradores destas localidades são instruídos a separarem o lixo seco do úmido e os acondicionarem até o momento da coleta, que ocorre a cada dois meses.

Esta iniciativa acontece, pois o município dispõe de uma Usina de Triagem e Compostagem de Resíduos Sólidos desde 2013. Este empreendimento está localizado em área contígua ao lixão.

As obras para construção da usina receberam recursos do Programa Piloto de Apoio à Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PPAGIRS), da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD). O programa incentiva a implantação de Usinas de Triagem e Compostagem (UTC) do lixo e/ou Aterros Sanitários em municípios de até 30 mil habitantes. Foram gastos cerca de R\$ 220 mil na construção da Usina.

Apesar de ter sido inaugurado, o empreendimento nunca entrou em funcionamento. De acordo com a Classificação e Panorama da Destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos em Minas Gerais (2014), o empreendimento consta como “regularizado”, conforme AAF 01965/2015 (Figura 58, Figura 59, Figura 60, Figura 61 e Figura 62).



Figura 58 - Local de chegada dos caminhões de coleta de resíduos sólidos urbanos na UTC de Araponga



Fonte: SHS (2015)

Figura 59 - Galpão para armazenamento de material triado e enfardado da UTC de Araponga



Fonte: SHS (2015)

Figura 60 - Esteira não mecanizada de triagem de materiais recicláveis da UTC de Araponga



Fonte: SHS (2015)



são significativos. Estima-se que, pelo menos a metade do valor gasto na construção do mesmo será necessária para a sua reforma.

Desta forma, os resíduos que são, de fato, separados na origem no contexto da iniciativa, seguem o mesmo destino dos resíduos da coleta regular, o lixão.

No município de Araponga não há cadastramento de catadores de materiais recicláveis por parte da prefeitura, assim como registro da existência de associações e/ou cooperativas com esta finalidade. Com o intuito de complementar a análise deste diagnóstico, consultou-se os dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2008) no qual consta a existência desses trabalhadores no município. Porém, não é informada a quantidade de catadores.

Como citado anteriormente, as estruturas da UTC estão bastante deprecadas e estima-se que mais de R\$ 100.000,00 serão necessários para a recuperação das obras civis. Em relação aos equipamentos necessários, esses já existem. A PM informa que a UTC não está funcionando por falta de licença ambiental, porém, foi constatado pela equipe que a licença existe (Figura 72). Não houve, por parte da prefeitura, outra resposta plausível para a situação.

A cobertura da vala recente do lixão ocorre, em princípio, quinzenalmente. Um trator de esteira faz a compactação dos resíduos antes da cobertura (Figura 63).

Figura 63 - Trator de esteira realizando a compactação de resíduos sólidos na vala ativa do lixão



Fonte: SHS (2015)

Alguns pneus são separados do lixo comum que chega ao lixão, e armazenados no galpão da usina.



Não há coleta diferenciada e destinação adequada para outros tipos de resíduos, como pilhas, baterias, lâmpadas, entre outros.

Verifica-se que o lixão existe há muito tempo e não possui gerenciamento adequado. Cortes em taludes com depósitos mais antigos são observados (Figura 64).

Figura 64 - Talude expondo depósitos antigos de lixo



Fonte: SHS (2015)

5.1.2.1.2. Resíduos de limpeza urbana

Acondicionamento

Como os resíduos de limpeza urbana são difíceis de serem armazenados em sacolas plásticas ou caixas, estes são acumulados nas vias públicas até que sejam coletados.

Coleta

Os serviços de varrição de logradouros ocorrem diariamente na sede e no distrito. São quatro funcionários trabalhando nesta frente. Os serviços de poda e capina, assim como a manutenção de áreas verdes, são realizados pelos mesmos funcionários da varrição, conforme a demanda. Caso ocorra a morte de algum animal, a Prefeitura Municipal realiza o enterramento ou coleta, desde que seja solicitado. O material coletado, assim como as podas e capinas, é coletado através da coleta regular e tem como destino o lixão. Não houve identificação de lacunas no serviço varrição do município.



Não há uma diferenciação na varrição de feiras, mercados e espaços públicos. Nesses locais, os serviços são realizados da mesma forma que no restante da sede.

Segundo informações coletadas no município, há necessidade de aumentar o número de funcionários da coleta e limpeza. Os funcionários desse serviço não recebem treinamentos e utilizam EPIs.

Transporte

O transporte destes resíduos é realizado juntamente com os resíduos domiciliares e comerciais.

Transbordo

Não há estações de transbordo para os resíduos de limpeza urbana.

Tratamento

Não há tratamento para os resíduos de limpeza urbana.

Destinação final

Os resíduos de limpeza urbana são enviados ao lixão junto da coleta regular, assim como todo o material proveniente dos serviços de poda e capina.

5.1.2.2. Resíduos de responsabilidade do gerador

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, estão sujeitos à elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) os geradores de: resíduos dos serviços públicos de saneamento básico; resíduos industriais; resíduos de serviços de saúde; resíduos de mineração; resíduos perigosos; e aqueles que não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal. Também devem elaborar o PGRS as empresas de construção civil, os responsáveis pelos terminais rodoviários e outras instalações relacionadas a transportes e os responsáveis por atividades agrossilvopastoris, se exigido pelos órgãos competentes. Entretanto, não se pode exigir o atendimento a essas disposições legais sem o devido cadastramento desses geradores, além da fiscalização e monitoramento dos mesmos.

5.1.2.2.1. Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico

Acondicionamento / Coleta / Transporte / Transbordo e Tratamento/Destinação final

O lodo resultante do processo de tratamento de esgotos da sede é encaminhado para os leitos de secagem. Atualmente os lodos gerados estão sendo utilizados por



agricultores nas produções de café. Foi feita uma parceria entre o município e a Universidade Federal de Viçosa (UFV), onde se estudou a composição química do lodo e se autorizou o uso deste nas fazendas de café.

Na ETA não há UTR (Unidade de Tratamento dos Resíduos), sendo que o efluente da lavagem dos filtros e limpeza de decantador é disposto diretamente no corpo hídrico.

5.1.2.2.2. Resíduos sólidos industriais

Acondicionamento / Coleta / Transporte / Transbordo / Tratamento / Disposição final

No Cadastro Industrial de Minas Gerais (CIEMG/FIEMG, 2015) não foram encontradas empresas registradas no município de Arapongá.

De um modo geral, as indústrias existentes no município não se reportam à prefeitura sobre o acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos industriais que geram em seus processos industriais. Assim, a prefeitura não mantém dados sobre a gestão que as indústrias fazem de seus resíduos sólidos.

5.1.2.2.3. Resíduos sólidos dos serviços de saúde

Acondicionamento

Até o momento da coleta os resíduos são armazenados em bombonas fechadas, conforme NBR 12809/93 da ABNT.

Coleta

Os resíduos sólidos provenientes dos serviços de saúde são coletados por uma empresa privada contratada pela Prefeitura Municipal, a Serquip (através do consórcio CIMVALPI).

São coletados os resíduos do Pronto Atendimento e das UBSs das cinco farmácias e dos quatro consultórios odontológicos, com frequência quinzenal.

Transporte

O transporte destes resíduos também é realizado pela empresa contratada pela prefeitura, a Serquip.



Transbordo

Não há estação de transbordo para resíduos dos serviços de saúde no município.

Tratamento

A empresa contratada pela prefeitura realiza a incineração dos resíduos de serviço de saúde antes de enviá-los a destinação final.

Disposição final

A mesma empresa dispõe os resíduos incinerados em aterro sanitário.

5.1.2.2.4. Resíduos sólidos da construção civil

Os resíduos provenientes de construções e demolições não são adequadamente gerenciados no município, verificando-se que não há nenhum tipo de procedimento adotado para a disposição provisória dos resíduos e para a coleta propriamente dita. A disposição final está em desconformidade com a legislação ambiental vigente, consistindo em um passivo ambiental.

A seguir são apresentados os detalhes do sistema:

Acondicionamento

Não há um acondicionamento padrão dos RCC no município, estes são dispostos nas vias até que a prefeitura o retire.

Coleta

Os resíduos sólidos da construção civil são coletados pela Prefeitura Municipal às terças e quintas-feiras, nos pontos de geração na sede do município, com o auxílio de uma retroescavadeira.

Transporte

Os resíduos coletados são transportados em caminhões da Prefeitura Municipal até a destinação final.

Transbordo

Não há estação de transbordo no município.

Tratamento

Não há tratamento dos resíduos da Construção Civil.

Destinação final

Estes resíduos são dispostos em estradas vicinais, para o controle da erosão ou utilizados como cobertura de resíduos no lixão.



Segundo o art. 3º da Resolução CONAMA 307, os resíduos de Classe A são:

“I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras”.

De acordo com a NBR 15116 da ABNT (agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil), é permitida a utilização de resíduos Classe A para revestimento primário de vias não pavimentadas. Essa prática é adotada atualmente no município, no entanto não é feita a devida triagem do material para que se adotem os diversos destinos. Além disso, a utilização deste tipo de resíduo para a contenção de erosões não pode ser feita sem estudos prévios sobre sua real adequação, sob pena de se agravar o problema. A utilização de RCCs como cobertura dos resíduos no lixão também não é adequada sob vários aspectos, inclusive o legal.

5.1.2.2.5. Resíduos agrossilvopastoris

Acondicionamento / Coleta / Transporte / Tratamento / Disposição final

Os geradores deste tipo de resíduo não se reportam à prefeitura sobre nenhuma das etapas da gestão dos resíduos.

5.1.2.2.6. Resíduos de serviços de transporte

Acondicionamento / Coleta / Transporte / Tratamento / Disposição final

Os geradores deste tipo de resíduo não se reportam à prefeitura sobre nenhuma das etapas da gestão dos resíduos.



5.1.2.2.7. Resíduos de mineração

Acondicionamento / Coleta / Transbordo / Transporte / Tratamento / Disposição final

No Cadastro Industrial de Minas Gerais (CIEMG/FIEMG, 2015) não consta que haja empresas de mineração em Araponga-MG.

5.1.2.3. Resíduos especiais passíveis de logística reversa

A Prefeitura Municipal não registra informações sobre os “resíduos especiais” ou resíduos passíveis de logística reversa gerados no município. Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, os geradores sujeitos à logística reversa são os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

- I. agrotóxicos;
- II. pilhas e baterias;
- III. pneus;
- IV. óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;
- V. lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
- VI. produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Assim, não há monitoramento ou registro da quantidade de resíduos especiais gerados no município. Sabe-se que as embalagens de agrotóxicos são devolvidas pelo consumidor ao comerciante, que as devolve ao fabricante.

Verificou-se que a maior parte dos resíduos sujeitos à logística reversa é entregue à coleta regular juntamente com resíduos sólidos urbanos.

5.1.3. Identificação dos passivos ambientais

O lixão constitui um passivo ambiental importante de Araponga. Localizado em área rural, a 4km da sede do município, a atividade de disposição final de resíduos não recebe nenhum tipo de controle ambiental e não possui restrição de acesso. É comum a presença de aves, cães e pessoas no local.

Esta situação já gerou autuações por parte do órgão ambiental estadual, consistindo em infrações consideradas “gravíssimas”.

Segundo Consoni et al. (1995), lixão é uma forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos, que se caracteriza pela sua simples descarga sobre o solo, sem medida de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. É o mesmo que



descarga de resíduos a céu aberto. Os resíduos assim lançados acarretam problemas à saúde pública, como proliferação de vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas e ratos, entre outros), geração de mau cheiro e, principalmente, poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas através do chorume (líquido de cor preta, malcheiroso e de elevado potencial poluidor produzido pela decomposição da matéria orgânica contida no lixo), comprometendo os recursos hídricos.

As principais alterações ambientais causadas por depósitos de resíduos em lixões podem ser resumidas como:

- Espalhamento de materiais particulados (poeiras) e de materiais leves pelo vento;
- Liberação de gases e odores decorrentes da decomposição biológica anaeróbia da matéria orgânica;
- Desprendimento de fumaça e emissão de gases;
- Poluição visual;
- Poluição das águas superficiais e subterrâneas pela percolação do chorume;
- Infiltração de líquidos percolados;
- Degradação superficial do solo;
- Poluição visual;
- Alteração da paisagem;
- Surgimento e proliferação inadequada de animais;
- Desvalorização de áreas do entorno e do local de disposição final.

Como mencionado anteriormente, trata-se de uma situação antiga, com volume considerável de resíduos dispostos ao longo dos anos. Essa área deve ser recuperada e encerrada adequadamente o mais rápido possível. Assim, como medidas saneadoras para essa área, podem ser citadas:

- Interrupção das atividades de disposição final de resíduos no atual lixão;
- Instalação de poços de monitoramento, podendo ser feito pela prefeitura ou empresa contratada;
- Implantar sistema de segurança, como cercas, no entorno dessas áreas, para que não haja mais depósitos irregulares de resíduos;



- Implementar sistema de drenagem de águas pluviais (controle de erosão), dos gases e dos percolados;
- Buscar soluções para o tratamento dos gases e percolados gerados;
- Levar em consideração a possibilidade de se realizar um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) de acordo com as características de cada área.

O Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos apresenta alguns procedimentos para recuperação de áreas de antigos lixões. São eles:

- Entrar em contato com funcionários antigos da empresa de limpeza urbana para se definir, com a precisão possível, a extensão da área que recebeu lixo;
- Delimitar a área, no campo, cercando-a completamente;
- Efetuar sondagens a trado para definir a espessura da camada de lixo ao longo da área degradada;
- Remover o lixo com espessura menor que um metro, empilhando-o sobre a zona mais espessa;
- Conformar os taludes laterais com a declividade de 1:3 (V:H);
- Conformar o platô superior com declividade mínima de 2%, na direção das bordas;
- Proceder à cobertura da pilha de lixo exposto com uma camada mínima de 50 cm de argila de boa qualidade, inclusive nos taludes laterais;
- Recuperar a área escavada com solo natural da região;
- Executar valetas retangulares de pé de talude, escavadas no solo, ao longo de todo o perímetro da pilha de lixo;
- Executar um ou mais poços de reunião para acumulação do chorume coletado pelas valetas;
- Construir poços verticais para drenagem de gás;
- Espalhar uma camada de solo vegetal, com 60 cm de espessura, sobre a camada de argila;
- Promover o plantio de espécies nativas de raízes curtas, preferencialmente gramíneas;



- Aproveitar três furos da sondagem realizada e implantar poços de monitoramento, sendo um a montante do lixão recuperado e dois a jusante.

Outro documento orientador que deve ser considerado nos processos de remediação de áreas contaminadas é a Resolução Conama nº 420/2009, que dispõe sobre critérios e valores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas, podendo ser utilizada juntamente com o Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas para a remediação dos passivos existentes nas áreas dos municípios consorciados.

Neste sentido é indispensável e urgente a interrupção da disposição de resíduos neste local, bem como a elaboração do plano de encerramento do mesmo, embasado em técnicas e procedimentos que possam recuperar os passivos ambientais existentes.

5.1.4. Geração de resíduos

5.1.4.1. Resíduos sólidos urbanos

De acordo com as informações fornecidas pela Prefeitura Municipal o valor médio coletado de resíduos é de 400 toneladas por ano, considerando apenas a população urbana que é atendida pela coleta regular.

Utilizando-se da metodologia apresentada pelo Ministério do Meio Ambiente (2013), foi possível estimar a geração de resíduos sólidos urbanos a partir da projeção populacional, considerando a produção de resíduos urbanos per capita. A média da massa de RSU per capita em relação à população urbana utilizada nesta projeção é de 0,81kg/hab.dia para municípios com até 30 mil habitantes, de acordo com MMA (2012). Assim a Tabela 6 apresenta a estimativa da geração total de resíduos sólidos domiciliares em Araponga.



Tabela 6 - Estimativa da geração de resíduos sólidos em Araponga

Ano	População urbana (hab.)	População rural (hab.)	População total (hab.)	Quantidade de resíduos gerados (ton/dia)	Quantidade de resíduos gerados (ton/ano)
2015	3.307	5.066	8.373	6,8	2.475,5

Fonte: SHS (2015)

No município não há estudo de gravimetria que permita conhecer as características dos resíduos sólidos urbanos gerados. Porém, o município de Itueta-MG possui um estudo sobre composição gravimétrica dos resíduos sólidos, que pode ser visualizado na Tabela 7.

Considerando que Itueta apresenta características semelhantes a Araponga no que se refere à faixa populacional, situação econômica e infraestruturas, e que ambos os municípios estão situados na bacia do rio Doce, cogitou-se utilizar o estudo de Itueta como referência da composição gravimétrica dos resíduos gerados em Araponga.

Aventou-se também usar como referência a composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados no Brasil, conforme apresentado em 2012 na versão preliminar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (versão para consulta pública), aqui apresentada na Tabela 8.

Tabela 7 - Composição gravimétrica dos resíduos sólidos de Itueta-MG

Tipos de resíduos sólidos	Total das amostras (kg)	Participação no total de resíduos sólidos gerados (%)
Matéria Orgânica	39,3	41,76
Papelão	6,0	6,38
Papel	21,3	22,64
Vidro	3,5	3,72
Plástico - Mole	14,5	15,41
Plástico - Duro	3,0	3,19
Plástico - PET	1,0	1,06
Metais	5,5	5,84
Total	94,1	100

Fonte: Adaptado de PGIRS Itueta (2004)



Tabela 8 - Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil em 2008

Resíduos	Quantidade (t/dia)	Participação no total de resíduos sólidos gerados (%)
Material reciclável	58.527,40	31,9
Metais	5.293,50	2,9
Aço	4.213,70	2,3
Alumínio	1.079,90	0,6
Papel, papelão e tetrapak	23.997,40	13,1
Plástico total	24.847,90	13,5
Plástico filme	16.399,60	8,9
Plástico rígido	8.448,30	4,6
Vidro	4.388,60	2,4
Matéria orgânica	94.335,10	51,4
Outros	30.618,90	16,7
Total	183.481,50	100,0

Fonte: IBGE (2010) apud Ministério do Meio Ambiente (2012).

Comparando ambas as composições gravimétricas pode-se observar que a composição dos resíduos de Itueta-MG não apresenta a tipologia “Outros” que identifica os materiais que não são “matéria orgânica” nem “material reciclável”. Tal categoria é importante para a gestão integrada de resíduos, uma vez que indica com mais proximidade o que seriam os “rejeitos” gerados pelo município, ou seja, o material a ser enviado para um aterro sanitário.

Assim optou-se em utilizar a composição gravimétrica do PNRS para se estimar a geração de resíduos, por tipo, neste município.

Com esta estimativa do valor total de resíduos gerados e considerando-se os índices de participação de cada tipo de resíduos, dados na Tabela 8, pode-se inferir as quantidades de resíduos, por tipo, gerados em Arapongas. A Tabela 9 exhibe, então, essa estimativa.



Tabela 9 - Quantidades parciais estimadas dos resíduos gerados em Araponga

Resíduos	Participação (%)	Quantidade (t/dia)
Material reciclável	31,9	2,17
Metais	2,9	0,20
Aço	2,3	0,16
Alumínio	0,6	0,04
Papel, papelão e tetrapak	13,1	0,89
Plástico total	13,5	0,92
Plástico filme	8,9	0,61
Plástico rígido	4,6	0,31
Vidro	2,4	0,16
Matéria orgânica	51,4	3,50
Outros	16,7	1,14
Total	100	6,80

Fonte: SHS (2015)

As quantidades apresentadas na tabela acima, ainda que sejam estimadas, podem colaborar para tomadas de decisão mais consistentes na gestão integrada de resíduos.

5.1.4.2. Resíduos sólidos industriais

Não há registros sobre a geração de resíduos industriais no município de Araponga.

5.1.4.3. Resíduos sólidos dos serviços de saúde

A quantidade coletada de resíduos sólidos dos serviços de saúde é de 3,6 ton/ano.

5.1.4.4. Resíduos sólidos da construção civil

A quantidade coletada de resíduos sólidos da construção civil é de 48 toneladas ao ano.

5.1.4.5. Resíduos de mineração

Não há registros sobre a geração de resíduos industriais no município de Araponga.



5.1.4.6. Resíduos especiais passíveis de logística reversa

A Prefeitura não mantém registro dos estabelecimentos que comercializam produtos que geram resíduos especiais. Não há um monitoramento sobre a geração média per capita de resíduos especiais gerados no município.

5.1.5. Soluções consorciadas

O município tem interesse em uma solução consorciada para a disposição adequada de seus resíduos sólidos, considerando a situação irregular do lixão, além do esgotamento próximo de sua vida útil. Vale lembrar que esse interesse relativo a ações de saneamento é, inclusive, expresso na Lei Orgânica Municipal.

Destaca-se que uma solução consorciada deve ocorrer concomitantemente com a retomada da Usina de Triagem e Compostagem que, além de possibilitar a geração de emprego e renda no município, ainda contribuirá para a diminuição significativa dos resíduos de fato encaminhados ao futuro aterro. Ressalta-se que, para isso, é necessário também que se implante um programa eficaz e amplo de coleta seletiva.

5.1.6. Caracterização da prestação dos serviços por meio de indicadores

A utilização de indicadores para caracterizar os serviços e, conseqüentemente, avaliar a sua evolução a partir da implementação das ações previstas do plano, é de fundamental importância, considerando que a Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece que o PGIRS seja revisto a cada quatro anos.

Os indicadores, quando bem selecionados, facilitam o monitoramento do desempenho e possibilitam a identificação de suas deficiências.

É importante ressaltar, que o monitoramento deve ser realizado periodicamente, mantendo sempre os mesmos critérios de avaliação, para possibilitar uma análise comparativa dos dados e a percepção da evolução dos mesmos.

O Quadro 44 apresenta os indicadores de desempenho selecionados especificando o seu significado, indicando a fórmula utilizada e a periodicidade de cálculo desejável.



Quadro 44 - Indicadores do serviço de manejo de resíduos sólidos para o município

Indicador	Definição	Fórmula	Periodicidade de cálculo
Geração per capita de resíduos sólidos urbanos - RSU (t/dia)	Expressa a quantidade de resíduos produzida por habitante em uma unidade de tempo.	$RSU = \text{Quantidade de RSD} / \text{População atendida}$	Semestral
Índice de cobertura do atendimento de coleta de resíduos – ICA (%)	Expressa a parcela da população atendida pelo serviço de coleta de resíduos no município. Deverá ser aplicado para verificar o índice de atendimento da coleta convencional e coleta seletiva.	$ICA (\%) = (\text{N}^\circ \text{ de hab. da área atendida} / \text{População total do município}) \times 100$ $ICA (\%) = (\text{N}^\circ \text{ de hab. da área atendida} / \text{População urbana do município}) \times 100$	Anual
Índice recuperação de recicláveis - IRRCT (%)	Expressa a quantidade de materiais recicláveis, coletados que deixarão de ser enviados à disposição final para serem recuperados e reaproveitados na cadeia produtiva.	$IRRCT (\%) = \text{quantidade de recicláveis} \times 100 / \text{quantidade total coletada}$	Semestral

Fonte: SHS (2015)

O Quadro 45 mostra os indicadores obtidos, a partir de dados disponíveis no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento entre os anos de 2012 e 2014, sendo os dados de 2014 informados diretamente pela Prefeitura Municipal.

A verificação da evolução destes indicadores ao longo da vigência do plano será de fundamental importância. Com a implantação das ações propostas será possível verificar, a partir dos indicadores, melhorias consideráveis no sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos de Arapongá. A busca pela universalização do serviço poderá ser acompanhada através dos valores das taxas de coleta regular em relação à população total e urbana, assim como os investimentos em coleta seletiva.



Quadro 45 - Indicadores do serviço de manejo de resíduos sólidos de Araponga entre os anos de 2012 e 2014

Massa coletada per capita em relação à população Urbana (kg/hab/dia)		
2012	2013	2014
0,47	0,31	0,35
Taxa de cobertura da coleta regular em relação à população total (%)		
2012	2013	2014
-	36,12	37,30
Taxa de cobertura da coleta regular em relação à população urbana (%)		
2012	2013	2014
-	96,83	100
Taxa de recuperação de materiais recicláveis em relação à quantidade total de resíduos sólidos urbanos coletados (%)		
2012	2013	2014
0	0	0
Massa recuperada per capita de materiais recicláveis em relação à população urbana (kg/hab/dia)		
2012	2013	2014
0	0	0

Fonte: SNIS (2012, 2013) e Prefeitura Municipal de Araponga (2015)

5.2. Projeções e estimativas de demandas do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

5.2.1. Resíduos sólidos domiciliares

Utilizando-se da metodologia apresentada pelo Ministério do Meio Ambiente (2013), é possível prever o crescimento da demanda pelos serviços de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana a partir da projeção populacional, considerando a produção de resíduos urbanos *per capita* até o ano de 2036. A média da massa de RSU, *per capita* em relação à população urbana, por faixa populacional utilizada nesta projeção é de 0,81kg/hab.dia para municípios com até 30 mil habitantes de acordo com MMA (2012). O Quadro 46 apresenta a projeção da geração de resíduos ano a ano para o horizonte de planejamento.



Quadro 46 - Projeção da geração de resíduos.

Ano	População urbana (hab.)	População rural (hab.)	População total (hab.)	Quantidade de resíduos gerados (ton/dia)	Quantidade de resíduos gerados (ton/ano)
2015	3.307	5.066	8.373	6,8	2.475,5
2016	3.352	5.018	8.370	6,8	2.474,6
2017	3.397	4.983	8.380	6,8	2.477,5
2018	3.442	4.937	8.379	6,8	2.477,3
2019	3.494	4.895	8.389	6,8	2.480,2
2020	3.538	4.844	8.382	6,8	2.478,1
2021	3.592	4.808	8.400	6,8	2.483,5
2022	3.645	4.758	8.403	6,8	2.484,3
2023	3.701	4.719	8.420	6,8	2.489,4
2024	3.748	4.676	8.424	6,8	2.490,6
2025	3.795	4.636	8.431	6,8	2.492,6
2026	3.850	4.596	8.446	6,8	2.497,1
2027	3.894	4.546	8.440	6,8	2.495,3
2028	3.954	4.511	8.465	6,9	2.502,7
2029	4.005	4.449	8.454	6,8	2.499,4
2030	4.051	4.402	8.453	6,8	2.499,1
2031	4.091	4.353	8.444	6,8	2.496,5
2032	4.131	4.311	8.442	6,8	2.495,9
2033	4.175	4.269	8.444	6,8	2.496,5
2034	4.213	4.205	8.418	6,8	2.488,8
2035	4.246	4.162	8.408	6,8	2.485,8
2036	4.290	4.126	8.416	6,8	2.488,2

5.2.2. Resíduos recicláveis

Para a realização dos estudos de projeção de demanda dos serviços de manejo de resíduos sólidos para resíduos passíveis de reciclagem, foram utilizados valores médios da composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados no Brasil, conforme apresentado em 2012 na versão preliminar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (versão para consulta pública). O Quadro 47 apresenta a composição gravimétrica típica dos resíduos urbanos gerados no Brasil.



Quadro 47 - Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil em 2008.

Resíduos	Participação (%)	Quantidade (t/dia)
Material reciclável	31,9	58.527,40
Metais	2,9	5.293,50
Aço	2,3	4.213,70
Alumínio	0,6	1.079,90
Papel, papelão e tetrapak	13,1	23.997,40
Plástico total	13,5	24.847,90
Plástico filme	8,9	16.399,60
Plástico rígido	4,6	8.448,30
Vidro	2,4	4.388,60
Matéria orgânica	51,4	94.335,10
Outros	16,7	30.618,90
Total	100,0	183.481,50

Fonte: IBGE (2010) apud Ministério do Meio Ambiente (2012).

Considerou-se a média nacional de resíduos recicláveis na massa de resíduos gerados de 31,9% para projetar uma redução de 70% desse tipo de resíduo a ser enviado à disposição final em aterro sanitário até o ano de 2036, conforme mostrado no Quadro 48. Assim, o quadro apresenta o cenário projetado para a redução (incidente sobre os parâmetros atuais de disposição) dos resíduos a serem dispostos no aterro, considerando somente o reaproveitamento dos resíduos secos passíveis de reciclagem.

Quadro 48 - Metas para redução de resíduos secos recicláveis enviados à disposição final

Ano	Quantidade de resíduos gerados (ton/ano)	Quantidade de resíduos recicláveis secos gerados (ton/ano)	Percentual de aproveitamento dos resíduos recicláveis secos (%)	Quantidade de resíduos recicláveis secos aproveitados (ton/ano)	Quantidade de resíduos enviados ao aterro (ton/ano)
2015	2.475	790	0	0	2.475
2016	2.475	789	3	26	2.448
2017	2.478	790	7	53	2.425
2018	2.477	790	10	79	2.398
2019	2.480	791	13	105	2.375
2020	2.478	791	17	132	2.346
2021	2.483	792	20	158	2.325
2022	2.484	793	23	185	2.299
2023	2.489	794	27	212	2.278



Ano	Quantidade de resíduos gerados (ton/ano)	Quantidade de resíduos recicláveis secos gerados (ton/ano)	Percentual de aproveitamento dos resíduos recicláveis secos (%)	Quantidade de resíduos recicláveis secos aproveitados (ton/ano)	Quantidade de resíduos enviados ao aterro (ton/ano)
2024	2.491	794	30	238	2.252
2025	2.493	795	33	265	2.228
2026	2.497	797	37	292	2.205
2027	2.495	796	40	318	2.177
2028	2.503	798	43	346	2.157
2029	2.499	797	47	372	2.127
2030	2.499	797	50	399	2.101
2031	2.496	796	53	425	2.072
2032	2.496	796	57	451	2.045
2033	2.496	796	60	478	2.019
2034	2.489	794	63	503	1.986
2035	2.486	793	67	529	1.957
2036	2.488	794	70	556	1.933

Fonte: SHS (2015).

5.2.3. Resíduos orgânicos

A matéria orgânica presente nos resíduos domiciliares é passível de ser destinada a processos de tratamento, podendo ser considerada como resíduo úmido reciclável. Considerando a composição gravimétrica média dos resíduos urbanos apresentada no Quadro 47, a matéria orgânica possui uma contribuição expressiva de 51,4% em peso na composição dos resíduos sólidos urbanos. Sendo assim, sua destinação para processos de reaproveitamento, como a compostagem e a adubação (resíduos de poda e capina), poderia contribuir de forma significativa para reduzir a quantidade de resíduos dispostos em aterros.

Para a estimativa de redução de resíduos enviados à disposição final em aterro sanitário devido ao reaproveitamento de resíduos úmidos recicláveis, foi considerada a média nacional de 51,4% e uma meta de reciclagem destes de 60% a ser alcançada em 2036. Assim, o Quadro 49 apresenta o cenário projetado para a redução (incidente sobre os parâmetros atuais de disposição) dos resíduos a serem dispostos no aterro considerando somente o reaproveitamento dos resíduos úmidos passíveis de reciclagem.



Quadro 49 - Metas para redução de resíduos orgânicos enviados à disposição final

Ano	Quantidade de resíduos gerados (ton/ano)	Quantidade de resíduos orgânicos gerados (ton/ano)	Percentual de aproveitamento dos resíduos orgânicos recicláveis (%)	Quantidade de resíduos orgânicos aproveitados (ton/ano)	Quantidade de resíduos enviados ao aterro (ton/ano)
2015	2.475	1.272	0	0	2.475
2016	2.475	1.272	3	36	2.438
2017	2.478	1.273	6	73	2.405
2018	2.477	1.273	9	109	2.368
2019	2.480	1.275	11	146	2.335
2020	2.478	1.274	14	182	2.296
2021	2.483	1.276	17	219	2.265
2022	2.484	1.277	20	255	2.229
2023	2.489	1.280	23	292	2.197
2024	2.491	1.280	26	329	2.161
2025	2.493	1.281	29	366	2.127
2026	2.497	1.283	31	403	2.094
2027	2.495	1.283	34	440	2.056
2028	2.503	1.286	37	478	2.025
2029	2.499	1.285	40	514	1.986
2030	2.499	1.285	43	551	1.949
2031	2.496	1.283	46	587	1.910
2032	2.496	1.283	49	623	1.873
2033	2.496	1.283	51	660	1.837
2034	2.489	1.279	54	694	1.794
2035	2.486	1.278	57	730	1.756
2036	2.488	1.279	60	767	1.721

Fonte: SHS (2015)

5.2.4. Rejeitos

Os rejeitos podem ser definidos como resíduos sólidos que não podem ser aproveitados, cuja disposição final ambientalmente adequada é em um aterro sanitário. A destinação de resíduos recicláveis secos e úmidos para processos de reciclagem e compostagem reduz, de forma significativa, a quantidade de material disposto em aterros.

O Quadro 50 apresenta o cenário projetado para Araponga em relação aos rejeitos, considerando o cumprimento das metas estabelecidas para reaproveitamento dos resíduos recicláveis secos e orgânicos.



Quadro 50 - Cenário projetado para os rejeitos enviados à disposição final

Ano	Quantidade de resíduos gerados (ton/ano)	Quantidade de resíduos recicláveis secos aproveitados (ton/ano)	Quantidade de resíduos orgânicos aproveitados (ton/ano)	Quantidade de resíduos enviados ao aterro (ton/ano)	Porcentagem de resíduos aproveitados não enviados à disposição final (%)
2015	2.475	0	0	2.475	0
2016	2.475	26	36	2.412	3
2017	2.478	53	73	2.352	5
2018	2.477	79	109	2.289	8
2019	2.480	105	146	2.229	10
2020	2.478	132	182	2.164	13
2021	2.483	158	219	2.106	15
2022	2.484	185	255	2.044	18
2023	2.489	212	292	1.985	20
2024	2.491	238	329	1.923	23
2025	2.493	265	366	1.862	25
2026	2.497	292	403	1.802	28
2027	2.495	318	440	1.737	30
2028	2.503	346	478	1.679	33
2029	2.499	372	514	1.613	35
2030	2.499	399	551	1.550	38
2031	2.496	425	587	1.485	41
2032	2.496	451	623	1.422	43
2033	2.496	478	660	1.359	46
2034	2.489	503	694	1.292	48
2035	2.486	529	730	1.227	51
2036	2.488	556	767	1.165	53

Fonte: SHS, 2015

Como apontado pelos dados apresentados no Quadro 50, a quantidade de resíduos dispostos em aterros sanitários é significativamente reduzida quando se procede com a reciclagem de ao menos parte dos resíduos recicláveis secos e orgânicos. Isto aumenta a vida útil do aterro sanitário, bem como diminui os custos de disposição final dos rejeitos.

A projeção aponta que, sem considerar as metas de redução e reaproveitamento de resíduos recicláveis e orgânicos, a quantidade de resíduos aterrados aumentaria gradativamente ao longo dos anos, sendo, para o ano de 2036, 2.488ton/ano. Este aumento reduziria progressivamente a vida útil do aterro sanitário e, da mesma forma, elevaria os custos de disposição final. No entanto, caso atingidas as metas de



reciclagem dos resíduos recicláveis secos e orgânicos, haveria uma redução gradativa, porém expressiva da quantidade de resíduos aterrados, de até 53% para 2036, sendo enviado para disposição final apenas 1.165ton/ano.

Neste sentido, ficam evidentes as vantagens do estabelecimento de programas e ações para que se aproveite ao máximo os resíduos recicláveis secos e orgânicos presentes nos resíduos sólidos urbanos. A recuperação destes materiais permitiria, além de substancial redução nos custos de disposição final e aumento da vida útil de aterros, o incentivo a projetos de iniciativa socioambiental, como a formação ou o fortalecimento de associações ou cooperativas de catadores, gerando potencialmente alternativas de emprego e renda. Outro aspecto interessante é o uso dos insumos orgânicos gerados pelo reaproveitamento ou compostagem dos resíduos orgânicos em hortas comunitárias e espaços públicos, bem como a comercialização dos mesmos.

5.3. Identificação de áreas favoráveis à disposição final ambientalmente adequada de rejeitos

A gestão e a disposição inadequada dos resíduos sólidos causam impactos socioambientais, tais como degradação do solo, comprometimento dos corpos d'água e mananciais, intensificação de enchentes, contribuição para a poluição do ar e proliferação de vetores de importância sanitária nos centros urbanos e de condições insalubres nas ruas e nas áreas de disposição final (Besen *et al.*, 2010).

O crescimento populacional e as transformações no desenvolvimento da cidade acarretam diretamente em mudanças qualitativas e quantitativas na geração per capita dos resíduos. Tal situação implica necessariamente em atualizações do gerenciamento dos resíduos sólidos, podendo apresentar variações nos custos, nas estratégias de gestão e nas possibilidades de áreas propícias e adequadas para a disposição final.

Para o disciplinamento da indicação de áreas passíveis de receberem um aterro sanitário em Araponga foram consultadas as seguintes fontes:

- Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos da Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República (SEDU).
- Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas:



- NBR 10157/87 - Aterros de resíduos perigosos - critérios para projeto, construção e operação - procedimento.
 - NBR 13896/97 - Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para Projeto, Implantação e Operação - procedimento.
 - NBR 15849/10 - Resíduos sólidos urbanos - Aterros sanitários de pequeno porte - Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento.
-
- Lei Federal nº 12.305/10 e Decreto 7.404/10.
 - Estudo de alternativas locacionais para Aterros Sanitários, (JARDIM, 1995).
 - Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (IBAM-SEDU).
 - Documento de orientação de Limpeza Pública - MINTER/CNDU/CETESB.
 - Lei Federal nº 9.985/2.000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.
 - Resolução nº 428, de 17 de dezembro de 2010, dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências.
 - Estudo intitulado: Metodologia de Investigação de Áreas para Implantação de Aterro Sanitário Utilizando Técnicas de Geoprocessamento (OTERO, 2013).

Foram considerados alguns critérios técnicos, econômico-financeiros e político-sociais das fontes consultadas, para a consideração de áreas a serem usadas como aterro de rejeitos. Tais critérios são:

- Os aterros devem respeitar distâncias da ordem de 500 metros de núcleos habitacionais e 200 metros de qualquer coleção hídrica (NBR 13896/97e NBR 15849/10).



- Deverá ser considerada uma área que propicie uma vida útil mínima de 20 anos ao aterro (IBAM - SEDU, 2001).
- Os aterros sanitários devem ser idealmente localizados em áreas isoladas, de baixo valor comercial e de baixo potencial de contaminação do aquífero.
- A área deve estar localizada em terreno com solo de baixa permeabilidade e com declividade média inferior a 30% e deverão ser evitadas várzeas sujeitas à inundação (NBR 13896/97 e NBR 15849/10).
- A localização da área não poderá ocorrer, em nenhuma hipótese, em áreas erodidas, em especial em voçorocas, em áreas cársticas ou em Áreas de Preservação Permanente - APP (CONAMA Nº404, NBR15849/97).
- É desejável que o percurso de ida (ou de volta) que os veículos de coleta fazem até o aterro, através das ruas e estradas existentes, seja o menor possível, com vistas a reduzir o seu desgaste e o custo de transporte do lixo (IBAM - SEDU, 2001);
- Os aterros devem ser localizados em áreas e regiões de fácil e abundante disponibilidade de material de cobertura.
- Sempre que possível, as áreas devem estar situadas em terrenos de alto conteúdo de argila, em face da baixa permeabilidade e da elevada capacidade de adsorção de tais solos.
- E ainda, os aterros deverão ser construídos fora de áreas de interesse ambiental.
- Não devem ser escolhidas áreas que tenham recorrência de inundação, em períodos de recorrência de 100 anos; (NBR 13896/97 e NBR 15849/10).

A Figura 65 indica os critérios estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM nº 118/2008 do Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais, para escolha da área para instalação do aterro sanitário.



Figura 65 - Critérios a serem adotados para escolha da localização da área



Fonte: Adaptado de FEAM, 2008

O governo do Estado de Minas, a partir do Decreto nº 38.319, de 27 de setembro de 1996, implementou a Unidade de Conservação denominada Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, nos municípios de Fervedouro, Miradouro, Ervália, **Araponga**, Sericita, Matipó e Divino, subordinado ao Instituto Estadual de Florestas - IEF.

Considerando a necessidade de regulamentar os procedimentos de licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental que afetem as Unidades de Conservação específicas ou suas zonas de amortecimento, o CONAMA através da Resolução Nº 428/2010, estabelece em seu art. 1º que o licenciamento de empreendimentos de significativo impacto ambiental que possam afetar Unidade de Conservação (UC) específica ou sua Zona de Amortecimento (ZA), assim considerados pelo órgão ambiental licenciador, com fundamento em Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), só poderá ser concedido após autorização do órgão responsável pela administração da UC. Sendo assim a instalação de um empreendimento do porte de um aterro, dentro da UC ou na ZA, é necessária a autorização dos órgãos executores do Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC).

O Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro define a Zona de Amortecimento deste como sendo o limite de 10km ao redor do parque. Esta área foi



então excluída para a escolha das alternativas de instalação de aterro sanitário, por ser Zona de Amortecimento da UC assim como, ao mesmo tempo, representar uma área muito montanhosa e de altas declividades.

O município implementou em 1998, através da Lei Municipal nº 490, a Área de Proteção Ambiental (APA) de Araponga. Não foi encontrada qualquer regulamentação quanto à definição de uma Zona de Amortecimento para esta UC, sendo que, de acordo com o SNUC, APAs não são obrigadas a apresentarem tal zoneamento. De qualquer forma, a área desta UC está incluída dentro da Zona de Amortecimento do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro que foi considerada excluída para a análise de alternativas para instalação de aterro sanitário.

5.3.1. Dimensionamento da área necessária para instalação de um aterro sanitário em Araponga

Para a quantificação da área necessária ao empreendimento utilizou-se a metodologia proposta no Manual do IBAM - SEDU, explicada no Quadro 51, além de dados projetacionais utilizados para estimar a área: Os parâmetros utilizados foram:

- nº de habitantes do município estimado para 2036: 8.416 habitantes;
- produção de resíduos estimada para todo o município, incluindo zona rural em 2036: cerca de 7 toneladas/dia em todo o município.

Quadro 51 - Área necessária para aterro

Para se estimar a área total necessária a um aterro, em metros quadrados, basta multiplicar a quantidade de lixo coletada diariamente, em toneladas, pelo fator 560 (este fator se baseia nos seguintes parâmetros, usualmente utilizados em projetos de aterros: vida útil = 20 anos; altura do aterro = 20m; taludes de 1:3 e ocupação de 80% do terreno com a área operacional).		
Quantidade média de lixo toneladas/dia		Área necessária (m²)
6,8	x 560	3808

Fonte: IBAM - SEDU

Conforme apresentado no Quadro 51, para o montante de resíduos gerados em Araponga será necessária uma área de aproximadamente 3808m² para a construção de um aterro sanitário, incluindo a área para a disposição de resíduos e para a alocação de infraestrutura de apoio (cerca, portaria, escritório, oficina, almoxarifado, vestiário, refeitório, galpões, acessos, poços de monitoramento, etc.).



Considerando os critérios mencionados neste capítulo, após análise do território espacial do município feita através de cartas, mapas e por meio da sobreposição de imagens de satélite, é perceptível a grande quantidade de coleções hídricas presente no município, assim como também de áreas com declividade superior a 30%, o que restringe em grande parte a escolha de áreas adequadas. Outro fator limitante é o acesso aos possíveis locais para instalação do aterro, seguindo os critérios adotados, deu-se preferência, durante a escolha, de locais próximos à malha viária. O terceiro fator limitante é o Parque Estadual e a Área de Proteção Ambiental.

Feitas tais considerações, a presente análise, que deve ser considerada apenas preliminarmente², resultou na sugestão de três áreas, segundo suas coordenadas 23K UTM, cujas localizações são mostradas a seguir na **Figura 66** e **Figura 67**.

Área 1: 754523mE; 7718353mS;

Área 2: 754707mE; 7716917mS;

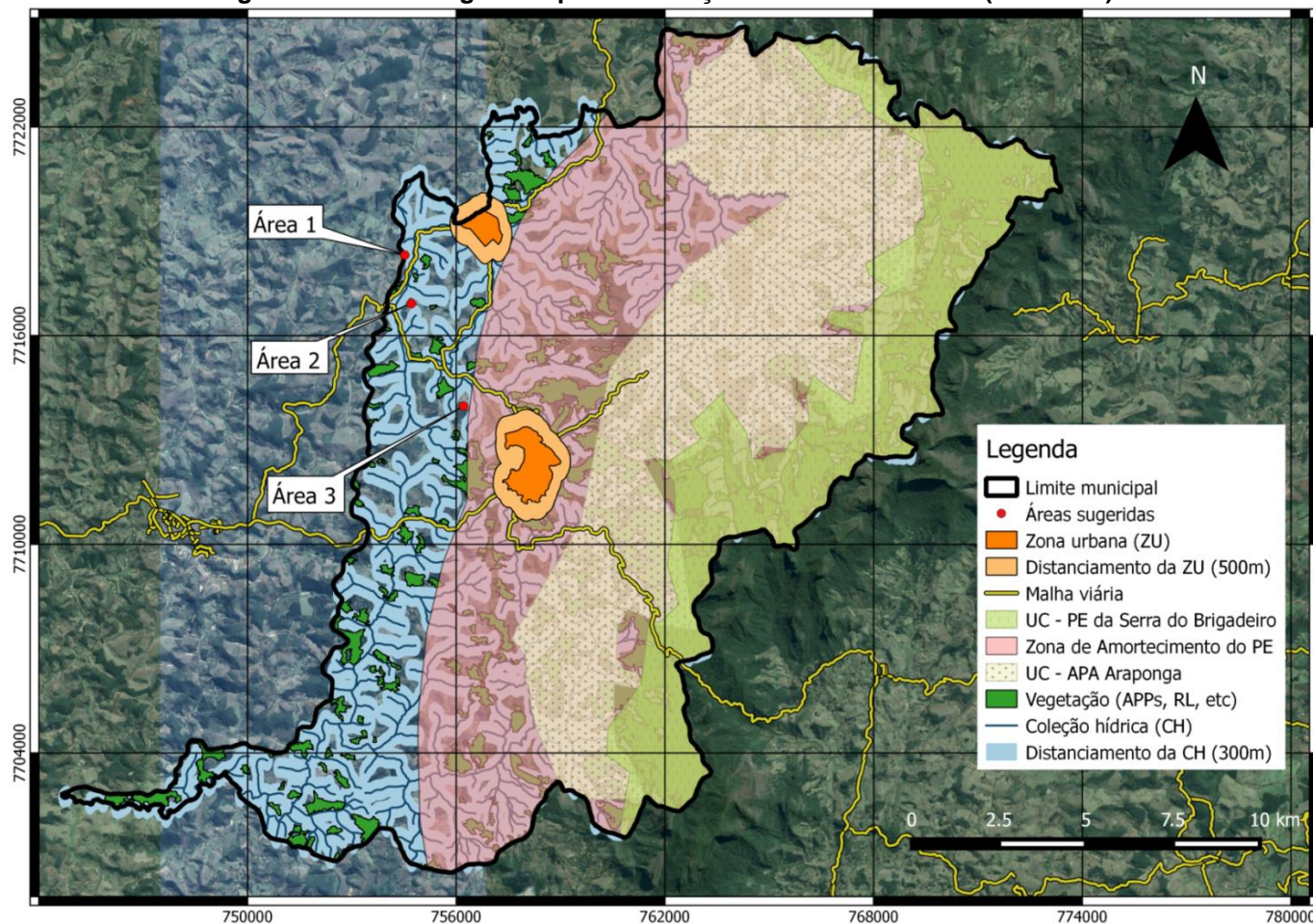
Área 3: 756208mE; 7713975mS

A **Figura 66** evidencia que a sugestão das áreas foi feita respeitando as normas citadas anteriormente, onde pode-se perceber a grande coleção hídrica pertencente ao município, bem como as Unidades de Conservação e seus respectivos distanciamentos necessários, já a **Figura 67** facilita a visualização das áreas sugeridas com pouca interferência visual.

² É preciso considerar uma série de estudos necessários para escolha final do local adequado, como análises geotécnicas definidas por normas técnicas específicas.



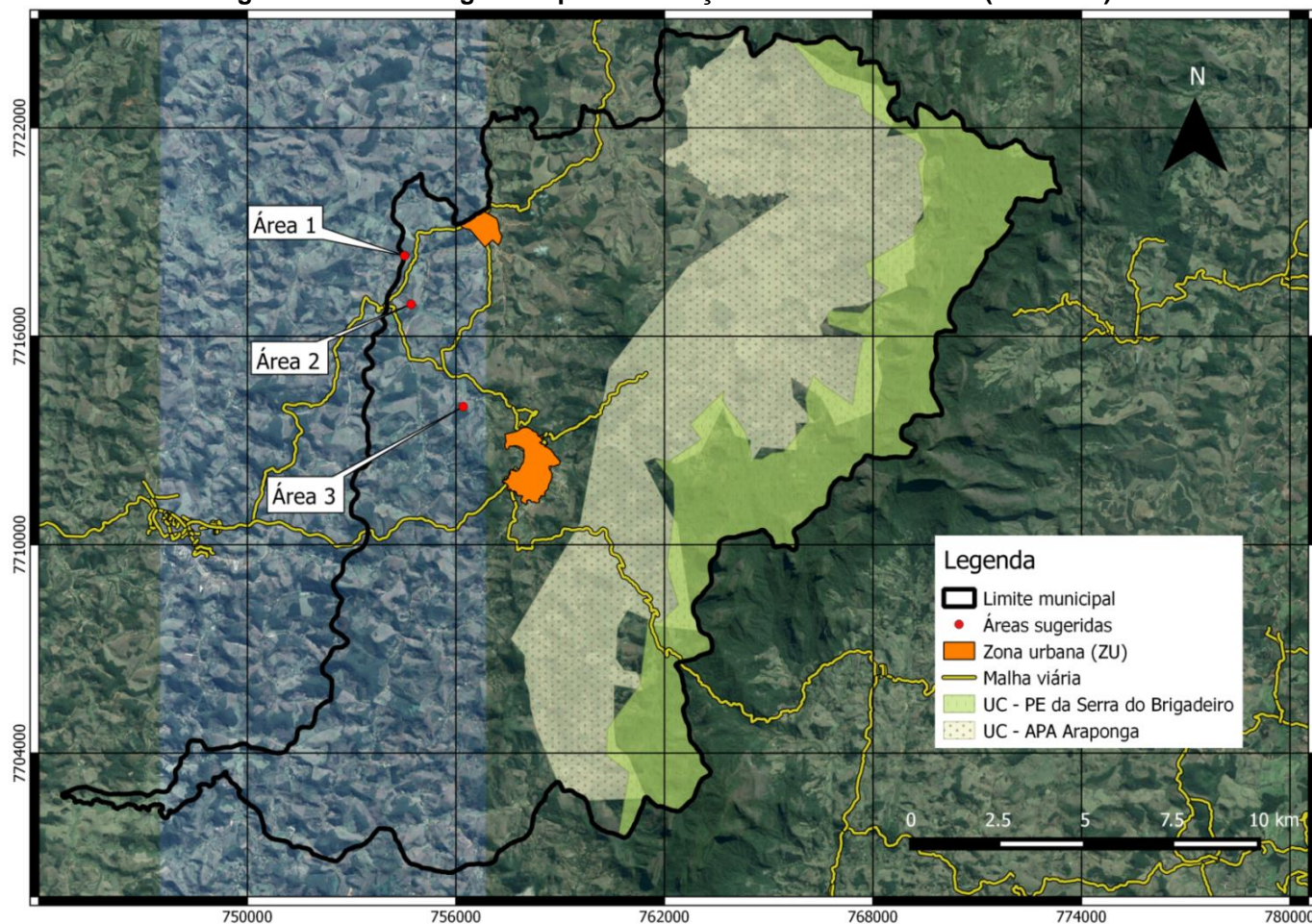
Figura 66 - Áreas sugeridas para instalação do aterro sanitário (com APP)



Fonte: Google Earth©, SHS (2015)



Figura 67 - Áreas sugeridas para instalação do aterro sanitário (sem APP)



Fonte: Google Earth, SHS (2015)



5.4. Análise preliminar de viabilidade de implantação de usina de reciclagem de resíduo de demolição da construção civil

Os Resíduos de Construção Civil e Demolição (RCD) representam uma grande parcela dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). Como é possível notar nos estudos de diversos autores, os RCD chegam a representar de 40 a 60% em massa do total de resíduos gerados em diversos municípios brasileiros (PINTO, 1999). Desta maneira, faz-se muito importante o gerenciamento adequado deste tipo de resíduo, de forma a evitar os impactos ambientais e socioeconômicos causados pela disposição inadequada desses em vias públicas, terrenos baldios e até mesmo aterros sanitários.

Neste contexto, a reciclagem dos RCD se apresenta não apenas como uma forma de reduzir os impactos ambientais causados pela disposição incorreta desses, mas também como uma maneira de reduzir a quantidade de resíduos enviados para os aterros de inertes e reaproveitar materiais que ainda possam ser utilizados na construção civil, reduzindo a demanda por matéria prima vinda de fontes tradicionais.

Ressalta-se, entretanto, que a reciclagem dos RCD no Brasil é uma prática recente e ainda pouco comum, tendo sido impulsionada em 2002 pela publicação da Resolução CONAMA nº 307/02, que torna os grandes geradores de RCD responsáveis pela gestão desses resíduos, passando por uma classificação, segundo seu potencial de reuso e reciclagem, até a destinação adequada para cada classe (MIRANDA et al, 2009).

Segundo a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos de Construção Civil e Demolição (ABRECON, 2015), há cerca de 310 usinas de reciclagem de RCD instaladas no país, sendo a maior parte delas concentrada no estado de São Paulo e em municípios de médio a grande porte. Das 105 usinas que participaram da pesquisa setorial da ABRECON, apenas 3% se localizam no estado de Minas Gerais - ainda que este seja o estado com maior número de municípios no país - e somente 6% estão em municípios com população inferior a 50 mil habitantes - ainda que estes sejam maioria no Brasil.

Segundo Jadovski (2006), a capacidade de produção mínima de uma usina de reciclagem de RCD a fim de se obter viabilidade econômica é de 30 ton/h. Considerando que a usina funcionaria durante 8 h/dia por uma média de 250 dias úteis



no ano e que possuiria uma eficiência de 80% em relação à capacidade nominal, esta usina produziria 60.000 ton/ano de agregados reciclados de RCD. Considerando que cerca de 91% em massa do RCD produzido em um município é Classe A, isto é, passível de reciclagem, a geração de RCD mínima no município para tornar a implantação de uma usina de reciclagem de RCD viável economicamente seria de cerca de 66.000 ton/ano. Considerando a massa específica do RCD como 1.200 kg/m³ (ABRECON, 2015), isto representaria um volume de resíduos de 55.000 m³/ano ou ainda 4.583 m³/mês.

A fim de se fazer uma análise preliminar da viabilidade econômica de implantação de uma usina de reciclagem de RCD no município de Araponga, foram estimadas as quantidades deste tipo de resíduo potencialmente geradas nos próximos anos a partir das projeções populacionais realizadas para os anos de 2015 a 2036. Para tal, usualmente considera-se uma geração média de 500 kg/hab.ano baseada na pesquisa de Pinto (1999). Porém, como este valor foi estimado considerando municípios de médio a grande porte, nesta análise, foi adotado o valor médio de 367kg/hab.ano estimado por método semelhante por Angulo *et al* (2011) para um município de 36.300 hab do noroeste do estado de São Paulo, realidade esta que pode ser considerada mais semelhante à de Araponga. No Quadro 52, estão apresentados os resultados desta projeção.

Quadro 52 - Projeção de geração de RCD de Araponga

Ano	Quantidade de RCD gerados		
	ton/ano	m ³ /ano	m ³ /mês
2015	3.072,9	2.560,7	213,4
2016	3.071,8	2.559,8	213,3
2017	3.075,5	2.562,9	213,6
2018	3.075,1	2.562,6	213,5
2019	3.078,8	2.565,6	213,8
2020	3.076,2	2.563,5	213,6
2021	3.082,8	2.569,0	214,1
2022	3.083,9	2.569,9	214,2
2023	3.090,1	2.575,1	214,6
2024	3.091,6	2.576,3	214,7
2025	3.094,2	2.578,5	214,9
2026	3.099,7	2.583,1	215,3
2027	3.097,5	2.581,2	215,1
2028	3.106,7	2.588,9	215,7
2029	3.102,6	2.585,5	215,5



Ano	Quantidade de RCD gerados		
	ton/ano	m³/ano	m³/mês
2030	3.102,3	2.585,2	215,4
2031	3.098,9	2.582,5	215,2
2032	3.098,2	2.581,8	215,2
2033	3.098,9	2.582,5	215,2
2034	3.089,4	2.574,5	214,5
2035	3.085,7	2.571,4	214,3
2036	3.088,7	2.573,9	214,5

Fonte: SHS (2015)

Como é possível notar no Quadro 52, a geração de RCD estimada para o município em 2036 de 3.089 ton/ano é significativamente reduzida quando comparada à massa de 66.000 ton/ano processada por usina com a capacidade mínima para ser considerada economicamente viável. De fato, apenas 6% das usinas que responderam à pesquisa setorial da ABRECON (2015) estão em municípios com menos de 50 mil habitantes, o que indica esta tendência de inviabilidade de implantação de usinas de RCD para municípios de pequeno porte.

Ainda segundo a ABRECON (2015), o baixo valor cobrado e a dificuldade de venda do agregado reciclado de RCD são os principais problemas que comprometem a viabilidade econômica das usinas de reciclagem deste tipo de resíduo. Por outro lado, há algumas formas de se tornar a reciclagem de RCD mais viável economicamente, tais como:

- Investir em usinas móveis, que, diferentemente das usinas fixas, podem ser transportadas até os locais das obras e exigem menos mão de obra (ABRECON, 2015).
- Realizar, no mesmo estabelecimento, outras atividades econômicas complementares à reciclagem dos RCD, de maneira a reduzir custos com a implantação e a operação da usina ou ainda de forma que outras atividades mais lucrativas subsidiem à reciclagem de RCD.
- Investir em soluções consorciadas com outros municípios.

Vale salientar que, considerando apenas o número de habitantes dos municípios da região de Araponga, mesmo soluções consorciadas dificilmente seriam viáveis economicamente. Considerando a geração mínima de 66.000 ton/ano de RCD e a



média de 367 kg/hab.ano, esta usina teria que atender a, pelo menos, 179.837 habitantes para atingir a viabilidade econômica.

5.4.1. Critérios para escolha da área para projeto e implantação de aterro de resíduos da construção civil e de resíduos inertes

Os critérios para projeto e implantação de um aterro para resíduos inertes, (classe II segundo NBR 10.004/2004), são orientados pela Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Complementada pela Resolução CONAMA nº 488, a Resolução nº307/02, em seu art. 3º, classifica os resíduos da construção civil (RCC) da seguinte forma:

- Classe A** - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
- Classe B** - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso;
- Classe C** - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;
- Classe D**: são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde, oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas, demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas, por meio da NBR 10.004/2004, classifica os resíduos quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, indicando quais devem ter manuseio e destinação mais rigorosamente controlados. De forma sucinta tem-se:

- Resíduos Classe I: perigosos
- Resíduos Classe II: não perigosos:
 - Resíduos Classe II A: não inertes
 - *Resíduos Classe II B: inertes*

Maia *et al* (2009) cita que os resíduos da construção civil pertencem à Classe II B- inertes (classificação segundo NBR). Porém, devido ao caráter específico de cada obra e à composição dos materiais, podem ser gerados nos canteiros de obras resíduos que se enquadrem igualmente nas Classes I e II A, perigosos e não inertes,



respectivamente. Este fato, juntamente com as especificações da Resolução CONAMA Nº 307/02, demanda, anteriormente a um aterro de resíduos inertes, a instalação de uma área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos (ATT), o que obriga os gestores a *definir a localidade da ATT, podendo ser próxima, em conjunto ou distante do aterro.*

Após definida a área necessária para o aterro, será então preciso seguir alguns critérios para o projeto e implantação do mesmo, previstos nas leis e normas técnicas listadas a seguir:

- Resolução CONAMA Nº 307, de 5 de julho de 2002, alterada pelas Resoluções nº 448/12, 431/11 e 348/04 - Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
- Lei Estadual 18.031, de 12 de janeiro de 2009 - dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos.
- NBR 10.004/2004 - Resíduos Sólidos - Classificação.
- NBR 8.419/1992 - Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos.
- NBR 15.113/2004 - Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação.
- NBR 13896/97 - Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação.
- NBR 15113/2004 - Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação.

A Resolução CONAMA nº 307/02 alterada pelas Resoluções nº 448/12, 431/11 e 348/04 define como critérios para a área a ser utilizada para aterros de inertes:

“... área tecnicamente adequada onde serão empregadas técnicas de destinação de resíduos da construção civil classe A no solo, visando a reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente e devidamente licenciado pelo órgão ambiental competente”.

A NBR 15113/2004 - *Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação*, a qual dispõe que para a avaliação da adequabilidade de um local os seguintes aspectos devem ser observados:

a) geologia e tipos de solos existentes; b) hidrologia; c) passivo ambiental; d)



vegetação; e) vias de acesso; f) área e volume disponíveis e vida útil; g) distância de núcleos populacionais.

A *NBR 13896/97 - Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para Projeto, Implantação e Operação - procedimento*, propõe algumas considerações indispensáveis, entre as quais se destacam:

- Critérios para localização:
 - O local utilizado para a implantação de aterros de resíduos da construção civil classe A e resíduos inertes deve ser tal que:
 - a) O impacto ambiental a ser causado pela instalação do aterro seja minimizado;
 - b) A aceitação da instalação pela população seja maximizada;
 - c) Esteja de acordo com o zoneamento da região;
 - d) Possa ser utilizado por um logo espaço de tempo, necessitando apenas de um mínimo de obras para início da operação.
- Parâmetros técnicos a serem avaliados:
 - a) Topografia- característica de fator determinante na escolha do método construtivo e nas obras de terraplanagem para construção e instalação. Recomenda-se que sejam adotados locais com declividade superior a 1% e inferior a 30%;
 - b) Geologia e tipos de solos existentes- tais indicações são importantes na determinação da capacidade de depuração do solo e da velocidade de infiltração. Considera-se desejável a existência, no local, de um depósito natural extenso e homogêneos de materiais com coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-5} cm/s e uma zona não saturada com espessura superior a 3,0m;
 - c) Recursos hídricos - deve ser avaliada a possível influência do aterro na qualidade e no uso das águas superficiais e subterrâneas próximas. O aterro deve ser localizado a uma distância mínima de 200m de qualquer coleção hídrica ou curso de água;
 - d) Vegetação - o estudo macroscópico da vegetação é importante, uma vez que ela pode atuar favoravelmente na escolha de uma área quanto aos aspectos de redução do fenômeno de erosão, da formação de poeira e transporte de odores;
 - e) acessos - fator de evidente importância em um aterro, uma vez que são utilizados durante a sua operação;
 - f) Tamanho disponível e vida útil - em um projeto estes fatores encontram-se inter-relacionados e recomenda-se a construção de aterros com vida útil mínima de 10 anos;
 - g) Distância mínima a núcleos populacionais - deve ser avaliada a distância do limite da área útil do aterro a núcleos populacionais. Recomenda-se que esta distância seja superior a 500 m.

Em qualquer caso, obrigatoriamente os seguintes critérios devem ser observados:



- a) o aterro não deve ser executado em áreas sujeitas a inundações, em períodos de recorrência de 100 anos.
- b) Entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível do lençol freático deve haver uma camada natural de espessura mínima de 1,5m de solo insaturado. O nível do lençol freático deve ser medido durante a época de maior precipitação pluviométrica da região.
- c) o aterro deve ser executado em áreas onde haja a predominância no subsolo de material com coeficiente de permeabilidade inferior a 5×10^{-5} cm/s;
- d) os aterros só podem ser construídos em conformidade com a legislação local de uso e ocupação do solo.

Já a escolha para instalação de uma área de triagem e transbordo (ATT), definida pela NBR 15112/04, é meramente econômica e estratégica, já que se trata de uma atividade de simples triagem e movimentação de massas.

5.5. Objetivos, metas, ações e estimativa de custos

No Quadro 53 é apresentada a Matriz SWOT para o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos. Ressalta-se que a análise do cenário atual por meio desta metodologia subsidiou a configuração dos cenários previsível e normativo para este eixo, adotando-se o cenário normativo para a proposição de objetivos e metas.



Quadro 53 - Matriz SWOT do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

	PONTOS POSITIVOS	ITENS DE REFLEXÃO	PONTOS NEGATIVOS
Ambiente Interno	FORÇAS 2. Gerenciamento de resíduos sólidos - Coleta regular na sede.	1. Perfil institucional 2. Gerenciamento de resíduos sólidos 3. Sustentabilidade econômica 4. Legislação e normatização do setor 5. Sistema de obtenção e acesso a dados	FRAQUEZAS 2. Gerenciamento de resíduos sólidos - Coleta regular não atende totalmente a zona rural. - Não há programa estruturado de coleta seletiva. - Existência de lixão como alternativa de disposição final de resíduos. 3. Sustentabilidade econômica - Não há cobrança pelos serviços prestados.
	OPORTUNIDADES 1. Perfil institucional - Possibilidade de integrar o CIMVALPI (Consórcio Intermunicipal Multissetorial do Vale do Piranga). 4. Legislação e normatização do setor - Atendimento às Leis Federais 11.445/07 e 12.305/10 e aos seus decretos regulamentadores.		AMEAÇAS 2. Gerenciamento de resíduos sólidos - Infraestrutura não utilizada da UTC.



Com base na matriz SWOT, que avalia aspectos positivos e negativos internos e externos à gestão de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos do município de Araponga, foi possível estabelecer os seguintes objetivos específicos:

- Objetivo 1. Atender com coleta convencional a 100% dos domicílios, e com coleta seletiva a 100% do município, de forma ininterrupta.**
- Objetivo 2. Ampliar e otimizar a cobertura dos serviços de limpeza urbana.**
- Objetivo 3. Reduzir o volume de resíduos passíveis de reciclagem e compostagem enviado à disposição final.**
- Objetivo 4. Implementar o manejo de resíduos sólidos urbanos.**
- Objetivo 5. Regulamentar a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, a partir de legislação específica.**
- Objetivo 6. Alcançar o pleno atendimento à legislação ambiental aplicável ao gerenciamento de resíduos sólidos.**
- Objetivo 7. Estabelecer instrumentos de comunicação com a sociedade e de mobilização social, e promover ações para avaliação da percepção dos usuários e para promoção de educação ambiental.**

No Quadro 54 são apresentadas as metas para cada objetivo proposto, de forma sistematizada, além dos prazos para cada meta.



Quadro 54 - Objetivos e metas do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

Objetivo	Metas	Prazo
1. Atender com coleta convencional a 100% dos domicílios, e com coleta seletiva a 100% do município, de forma ininterrupta.	1.1. Atender com coleta convencional a 100% dos domicílios urbanos de forma ininterrupta.	Imediato
	1.2. Atender com coleta seletiva a 50% do município.	Curto
	1.3. Atender com coleta seletiva a 70% do município.	Médio
	1.4. Estruturar o sistema de compostagem para reaproveitamento da matéria orgânica, atendendo a 100% da zona urbana.	Médio
	1.5. Criar mecanismos para manutenção preventiva e corretiva e para armazenamento e recuperação de dados sobre os procedimentos realizados.	Médio
	1.6. Atender com coleta convencional a 100% dos domicílios da zona rural de forma ininterrupta.	Longo
	1.7. Atender com coleta seletiva a 100% do município.	Longo
2. Ampliar e otimizar a cobertura dos serviços de limpeza urbana.	2.1. Executar serviços de varrição, poda, capina, roçagem e raspagem em 100% das áreas públicas das zonas urbanas passíveis dos serviços.	Imediato
	2.2. Estabelecer sistematização e periodicidade dos serviços de forma a garantir a limpeza da cidade.	Médio
	2.3. Enviar os resíduos de poda, capina, roçagem e raspagem para a compostagem.	Médio
3. Reduzir o volume de resíduos passíveis de reciclagem e compostagem enviado à disposição final.	3.1. Instituir campanhas periódicas de sensibilização ambiental para separação de resíduos sólidos.	Imediato
	3.2. Reduzir em 50% o percentual de resíduos recicláveis e em 40% o percentual de resíduos orgânicos passíveis de compostagem atualmente enviados para aterro.	Médio
	3.3. Reduzir em 70% o percentual de resíduos recicláveis e em 60% o percentual de resíduos orgânicos passíveis de compostagem atualmente enviados para aterro.	Longo



Objetivo	Metas	Prazo
4. Implementar o manejo de resíduos sólidos urbanos.	4.1. Reduzir a zero o número de grandes geradores que utilizam o serviço de coleta convencional de resíduos e que não pagam pelo serviço.	Imediato
	4.2. Garantir a disposição ambientalmente adequada dos resíduos sólidos urbanos.	Curto
	4.3. Garantir a disposição ambientalmente adequada dos resíduos de serviços de saúde.	Curto
	4.4. Fomentar e fiscalizar a implementação de pontos de recebimento de resíduos especiais (logística reversa).	Curto
	4.5. Implementar ações para reduzir a zero o número de pontos de disposição irregular de RCC e de resíduos volumosos.	Médio
	4.6. Reduzir em 100% a disposição inadequada de resíduos agrossilvopastoris, incluindo embalagens de agrotóxicos, e de serviços de transporte.	Médio
	4.7. Possuir mecanismo econômico para remuneração e cobrança dos serviços prestados e incentivo econômico à reciclagem.	Longo
	4.8. Otimizar a rota de coleta e transporte de RSU.	Longo
5. Regulamentar a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, a partir de legislação específica.	5.1. Criar lei que estabeleça a Política Municipal de Resíduos Sólidos visando atender à Política Nacional de Resíduos Sólidos.	Imediato
	5.2. Revisar e atualizar as leis promulgadas frente à PNRS.	Imediato
	5.3. Instituir legalmente um programa de coleta seletiva municipal.	Imediato
	5.4. Criar normas para a disposição, triagem e destinação final de Resíduos da Construção Civil.	Imediato
	5.5 Exigir, na forma de lei municipal, a entrega anual do PGRS, conforme art. 20 e 21 da Lei 12.305/10.	Imediato
	5.6 Regulamentar, na forma de lei municipal, a diferenciação entre pequenos e grandes geradores.	Imediato
	5.7 Regulamentar regras e penalidades para a disposição de resíduos sólidos.	Imediato
	5.8 Regulamentar a coleta de resíduos especiais (logística reversa).	Curto
	5.9 Incluir entre as atribuições dos fiscais municipais o controle do cumprimento das leis previstas neste PMSB.	Curto



Objetivo	Metas	Prazo
6. Alcançar o pleno atendimento à legislação ambiental aplicável ao gerenciamento de resíduos sólidos.	6.1. Garantir que a disposição final de resíduos sólidos seja ambientalmente adequada (eliminação de lixões e recuperação de áreas degradadas).	Imediata
	6.2. Regularizar todas as licenças ambientais das atividades relacionadas ao gerenciamento de resíduos sólidos.	Curto
	6.3. Acompanhar a regularidade da validade das licenças ambientais da infraestrutura existente e a ser instalada, relacionadas ao sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.	Longo
7. Estabelecer instrumentos de comunicação com a sociedade e de mobilização social, e promover ações para avaliação da percepção dos usuários e para promoção de educação ambiental.	7.1. Desenvolver programas de educação ambiental que promovam atividades visando à sensibilização da população para questões ligadas aos Resíduos Sólidos.	Curto
	7.2. Informar a população sobre assuntos relacionados à gestão de resíduos sólidos e garantir sua participação em processos de tomada de decisão.	Longo
	7.3. Conscientizar a população sobre questões relativas à diminuição da geração, reutilização e reciclagem de resíduos.	Longo
	7.4.. Possuir canais de comunicação com a população.	Longo
	7.5.. Obter respostas satisfatórias por meio de mecanismos de avaliação da percepção dos usuários.	Longo



O Quadro 55 apresenta as ações propostas para adequar o sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, seus respectivos prazos de execução, o custo estimado de cada ação e a descrição dos critérios de formação desse custo. Para a implantação de todas as ações previstas neste setor, ao longo de vinte anos, serão necessários **R\$ 13.507.000,00 (treze milhões, quinhentos e sete mil reais)**.

**Quadro 55 - Orçamento e plano de execução das ações do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos**

CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.1.1.01	Ação 1: Identificar trechos e/ou zonas com coleta ineficiente.	X				20.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação:165 horas
4.1.1.02	Ação 2: Estudar melhor rota para veículos coletores.	X				20.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação:165 horas/ano
4.1.1.03	Ação 3: Elaborar estudo de densidade e fluxo populacional.	X				10.000,00	C= valor homem-hora (Consultor Externo)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 432,50 Quantidade mínima de horas de dedicação:25 horas
4.1.1.04	Ação 4: Implantar programas e ações de capacitação técnica, voltados para implantação e operacionalização do sistema.	X	X			20.000,00	C= valor homem-hora (técnico)* x horas treinamento x frequência de treinamento *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 71,98 Nº profissionais treinados: 4 Nº hora de treinamento: 8 Frequência de treinamento:1/ano
4.1.2.05	Ação 5: Estruturar Programa de Coleta Seletiva, incluindo projeto de logística (coleta e destinação), infraestrutura, mão de obra e divulgação.	X	X			35.000,00	C= valor homem-hora (Consultor Externo)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 432,50 Quantidade mínima de horas de dedicação:80 horas
4.1.2.06	Ação 6: Dar início às atividades do Programa de Coleta Seletiva.	X	X			50.000,00	C= valor homem-hora (Consultor Externo)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 432,50 Quantidade mínima de horas de dedicação:120 horas



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.1.2.07	Ação 7: Sensibilizar os geradores para a separação dos resíduos em três tipos distintos (compostável, reciclável e rejeito doméstico) na fonte de geração.	X	X			20.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação:160 horas
4.1.3.08	Ação 8: Ampliar a coleta seletiva, incluindo toda a área urbana e áreas rurais, levantando a quantidade desses materiais coletados.	X	X	X		75.000,00	C= valor homem-hora (Consultor Externo)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 432,50 Quantidade mínima de horas de dedicação:170 horas
4.1.3.09	Ação 9: Implantar postos de entrega voluntária de materiais recicláveis, com recipientes acondicionadores, em locais estratégicos e prédios públicos.	X	X	X		30.000,00	C=n° mínimo estimado de pontos x custo unitário de caçamba estacionária Fonte: Suprema, 2016 ref:R\$ 1500,00
4.1.4.10	Ação 10: Elaborar projeto de unidade de triagem e sistema de compostagem, com estudo para levantar o local mais apropriado para instalação.	X	X	X		60.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
4.1.4.11	Ação 11: Desenvolver trabalhos de conscientização com a população sobre a importância da compostagem, instruindo, por meio de cartilhas e cursos, como deve ocorrer a separação e acondicionamento do material orgânico.	X	X	X		20.000,00	C=número de eventos X preço das conveniências *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R\$ 27,00/pessoa N° de eventos:2 eventos/ano N° médio de participantes:30 pessoas
4.1.4.12	Ação 12: Realizar estudos para incentivar a criação de sistema de compostagem caseira, principalmente na zona rural, inclusive com concessão de benefícios por parte do poder público.	X	X	X		20.000,00	C=homem-hora (biólogo)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R\$ 118,78 Quantidade mínima de horas de dedicação:170 horas
4.1.4.13	Ação 13: Analisar a viabilidade de elaborar projeto de implantação de hortas comunitárias em bairros do município.	X	X	X		10.000,00	C=homem-hora (biólogo)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R\$ 118,78 Quantidade mínima de horas de dedicação:85 horas



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.1.5.14	Ação 14: Implementar ações preventivas e corretivas, incluindo programa de monitoramento.	X	X	X			
4.1.6.15	Ação 15: Instalar <i>containers</i> em locais mais próximos à população rural, e não somente nas extremidades da área urbana.	X	X	X	X	20.000,00	C=n° mínimo estimado de pontos x custo unitário de caçamba estacionária Fonte: Suprema, 2016 ref:R\$ 1500,00
4.1.6.16	Ação 16: Estabelecer uma rota de coleta regular na área rural.	X	X			20.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação:165 horas
4.1.6.17	Ação 17: Aumentar o quadro de colaboradores das áreas mais deficitárias do setor, como a coleta de resíduos sólidos na área rural, contratando mais funcionários sempre que necessário.	X	X	X		4.800.000,00	C= valor homem-hora (Jardineiro)* x horas trabalhadas + valor homem-hora (motorista)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Insumos Sabesp, 2015, ref: R\$ 5,44; R\$ 7,74
4.1.7.18	Ação 18: Implementar mecanismos para criação de fontes de negócio, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos.	X	X	X	X	100.000,00	C= valor homem-hora (analista econômico-sênior)* x horas trabalhadas + valor homem-hora (Engenheiro Junior)**x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R\$ 227,44, **R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação:*220 horas; **400 horas
4.1.7.19	Ação 19: Garantir funcionamento das instalações da unidade de triagem com toda a infraestrutura necessária, aumentando gradativamente a capacidade até atender a toda a população.	X	X	X	X	240.000,00	C= valor homem-hora (analista econômico-sênior)* x horas trabalhadas + valor homem-hora (Engenheiro Junior)** x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R\$ 227,44, **R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação:*30 horas/ano;** 40 horas/ano



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.1.7.20	Ação 20: Equipar a unidade de triagem com máquinas (prensas, trituradores, esteiras), veículos e EPIs para os trabalhadores, manter esses equipamentos e realizar capacitação dos catadores para realização adequada da coleta seletiva.	X	X	X	X	1.000.000,00	Ref: custos praticados no mercado de prensa, triturador e esteiras
4.1.7.21	Ação 21: Atualizar cadastro para controle de depósitos, aparistas e sucateiros.	X	X	X	X	160.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação:60 horas/ano
4.2.1.22	Ação 22: Ampliar a área atendida pelo serviço de varrição utilizando uma frequência mínima adequada à realidade local.	X				576.000,00	C= valor homem-hora (Jardineiro)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Insumos Sabesp, 2015, ref: R\$ 5,44
4.2.2.23	Ação 23: Implantar programa de sensibilização e conscientização da população quanto à limpeza das vias urbanas, com o objetivo de reduzir problemas de obstrução da rede de drenagem em função do acúmulo de lixo nesses sistemas.	X	X	X		40.000,00	C=número de eventos x preço das conveniências *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R\$ 27,00/pessoa N° de eventos:4 eventos/ano N° médio de participantes:30 pessoa
4.2.2.24	Ação 24: Ampliar serviços de capina, roçagem e raspagem, de forma a atender todo o município e considerar o incremento necessário com a expansão urbana e criação de novas áreas verdes.	X	X			1.536.000,00	C= valor homem-hora (Jardineiro)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Insumos Sabesp, 2015, ref: R\$ 5,44
4.2.2.25	Ação 25: Adquirir cestos para o acondicionamento dos resíduos, destinados ao uso dos pedestres.		X			30.000,00	C=n° mínimo estimado de pontos x custo unitário de coletores de lixo Fonte: Suprema, 2016 ref:R\$ 200,00



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.2.2.26	Ação 26: Implementar programas continuados de treinamento junto aos varredores e à população, instruindo quais os tipos de materiais que serão recolhidos pelo sistema de varrição.	X	X	X		40.000,00	C= valor homem-hora (técnico)* x horas treinamento x frequência de treinamento *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 71,98 Nº hora de horas de dedicação do técnico: 40 horas/ano Frequência de treinamento:1/ano
4.2.3.27	Ação 27: Implementar mecanismos operacionais e de conscientização, que regulem o envio dos materiais recolhidos na poda e capina para a compostagem municipal.		X	X		20.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação:20 horas/ano
4.3.1.28	Ação 28: Implantar programas de educação ambiental, focando no consumo consciente, no princípio dos 3R's (reduzir o consumo, reutilizar materiais e reciclar, seguindo essa sequência de ações), na importância da segregação na fonte geradora, na reciclagem de materiais e na compostagem de resíduos orgânicos, incentivando o direcionamento desses materiais para destinações finais ambientalmente sustentáveis.	X				20.000,00	C=número de eventos x preço das conveniências *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R\$ 27,00/pessoa Nº de eventos:2/ano Nº médio de participantes:120 pessoas
4.3.1.29	Ação 29: Desenvolver programas que beneficiem a população com benfeitorias no município e propiciem lazer aos munícipes, sendo esses associados e proporcionados com recursos financeiros advindos das ações relacionados à reciclagem e compostagem de materiais.	X				15.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação:120 horas
4.3.2.30	Ação 30: Dar início à implantação de coleta seletiva no município.	X	X	X		*	



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.3.2.31	Ação 31: Implementar um programa para a participação dos grupos interessados, em especial de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis.	X	X	X		*	
4.3.3.32	Ação 32: Operar o sistema de metas progressivas de redução da disposição final de massa de lixo em aterro sanitário.	X	X	X	X	50.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação:400 horas
4.4.1.33	Ação 33: Implantar sistema de cadastro de grandes geradores.	X				20.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação:165 horas
4.4.1.34	Ação 34: Estabelecer parceria com a Associação Comercial e Industrial para oferecimento de cursos de orientação de gerentes e proprietários de estabelecimentos comerciais sobre a disposição dos resíduos gerados e das taxas aplicáveis.	X				*	
4.4.2.35	Ação 35: Elaborar estudos para definição de alternativa de disposição final ambientalmente adequada à realidade do município, verificando a possibilidade de gestão consorciada com municípios vizinhos.	X	X			80.000,00	C= valor homem-hora (Consultor Externo)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 432,50 Quantidade mínima de horas de dedicação:185 horas
4.4.2.36	Ação 36: Implantar destinação final ambientalmente adequada dos resíduos.	X	X			700.000,00	O preço médio foi estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, empresas de engenharia etc)
4.4.3.37	Ação 37: Assegurar que os resíduos do serviço de saúde recebam destinação final adequada de forma ininterrupta.	X	X	X	X	1.300.000,00	C= estimativa mínima de produção x custo unitário de coleta e tratamento Ref: R\$ 500/t



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.4.4.38	Ação 38: Criar cadastro de geradores comerciais e industriais e identificar quais geram resíduos passíveis de logística reversa.	X	X			10.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas + valor homem-hora (Técnico)** x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04, R\$ 71,98 Quantidade mínima de horas de dedicação:*40 horas; **70 horas
4.4.4.39	Ação 39: Elaborar e implementar programas individuais de coleta de óleos lubrificantes, pilhas e baterias e lâmpadas fluorescentes em parceria com comerciantes do município e com fornecedores dos setores correspondentes.	X	X			10.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas + valor homem-hora (Técnico)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04, R\$ 71,98 Quantidade mínima de horas de dedicação:*40 horas; **70 horas
4.4.4.40	Ação 40: Elaborar e implementar projeto de reaproveitamento e destinação de aparelhos eletrônicos envolvendo a população.	X	X			10.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas + valor homem-hora (Técnico)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04, R\$ 71,98 Quantidade mínima de horas de dedicação:*40 horas; **70 horas
4.4.4.41	Ação 41: Criar um cadastro dos estabelecimentos a receberem os resíduos especiais e medicamentos vencidos e informar a população acerca desses.	X	X			10.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas + valor homem-hora (Técnico)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04, R\$ 71,98 Quantidade mínima de horas de dedicação:*40 horas; **70 horas
4.4.5.42	Ação 42: Contratar empresa para elaborar o Plano Municipal Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (RCC) de acordo com a Resolução CONAMA nº 307/2002.	X	X	X		300.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
4.4.5.43	Ação 43: Identificar e encerrar pontos de acúmulo de RCC.	X	X	X		80.000,00	O preço médio foi estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, empresas de engenharia etc)



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.4.6.44	Ação 44: Incluir no programa de educação ambiental a divulgação da localização do ponto de coleta de embalagens de defensivos agrícolas, para envolver os pequenos produtores rurais e de serviços de transporte.	X	X	X		30.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas + valor homem-hora (Técnico)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04, R\$ 71,98 Quantidade mínima de horas de dedicação:*120 horas; **200 horas
4.4.6.45	Ação 45: Realizar cadastro dos geradores de resíduos agrossilvopastoris, para criar um perfil do gerador rural do município.	X	X	X		10.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas + valor homem-hora (Técnico)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04, R\$ 71,98 Quantidade mínima de horas de dedicação:*40 horas; **70 horas
4.4.6.46	Ação 46: Elaborar projeto e implantar ponto de coleta e de gestão adequada das embalagens de defensivos agrícolas e resíduos de serviços de transporte.	X	X	X		150.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
4.4.7.47	Ação 47: Elaborar estudo para cobrança de taxas e/ou tarifas decorrentes da prestação de serviço público de manejo de resíduos sólidos urbanos, a partir de variáveis como: destinação dos resíduos coletados; peso ou volume médio coletado por habitante ou por domicílio. Esse estudo deve ser elaborado com base nos resultados do estudo de geração per capita de resíduos sólidos.	X	X	X	X	20.000,00	C= valor homem-hora (analista econômico-sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 227,44 Quantidade mínima de horas de dedicação:90 horas
4.4.7.48	Ação 48: Definir critérios para cobrança de serviços de coleta e tratamento de resíduos diferenciados.	X	X	X	X	*	



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.4.8.49	Ação 49: Efetuar um levantamento das zonas de geração de resíduos (zonas residenciais, comerciais, setores de concentração de lixo público, área de lazer etc.), com respectivas densidades populacionais, tipificação urbanística (informações sobre avenidas, ruas, tipos de pavimentação, extensão, declividade, sentidos e intensidade de tráfego, áreas de difícil acesso etc.).	X	X	X	X	30.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 235,64 Quantidade mínima de horas de dedicação:130 horas
4.4.8.50	Ação 50: Realizar um estudo da movimentação dos resíduos, por tipologia, desde sua geração no território municipal, visando à identificação do trajeto mais curto e mais seguro, até a destinação final.	X	X	X	X	20.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 235,64 Quantidade mínima de horas de dedicação:130 horas
4.4.8.51	Ação 51: Definir os veículos coletores para cada zona, tomando por base informações seguras sobre a quantidade e as características dos resíduos a serem coletados e transportados, formas de acondicionamento dos resíduos, condições de acesso aos pontos de coleta etc.	X	X	X	X	*	
4.4.8.52	Ação 52: Elaborar mapa da rota de movimentação de RSU otimizada.	X	X	X	X	10.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 235,64 Quantidade mínima de horas de dedicação:40 horas
4.4.8.53	Ação 53: Atualizar mapa da rota de movimentação de RSU otimizada.	X	X	X	X		



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.4.8.54	Ação 54: Realizar anualmente o planejamento das receitas e das despesas do setor de resíduos sólidos, especificando os gastos por atividade.	X	X	X	X	40.000,00	C= valor homem-hora (analista econômico-sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 227,44 Quantidade mínima de horas de dedicação:180 horas
4.5.1.55	Ação 55: Criar lei que estabeleça a Política Municipal de Resíduos Sólidos.	X				*	
4.5.1.56	Ação 56: Criar regulamentação para posturas relativas às matérias de higiene, limpeza, segurança e outros procedimentos públicos relacionados aos resíduos sólidos, bem como os relativos à sua segregação, acondicionamento, disposição para coleta, transporte e destinação, disciplinando aspectos da responsabilidade compartilhada e dos sistemas de logística reversa.	X				15.000,00	C= valor homem-hora (advogado sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 212,74 Quantidade mínima de horas de dedicação:70 horas
4.5.1.57	Ação 57: Criar regulamento para disciplinar a operação de transportadores e receptores de resíduos privados (transportadores de entulhos, resíduos de saúde, resíduos industriais, sucateiros e ferros-velhos e outros).	X				15.000,00	C= valor homem-hora (advogado sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 212,74 Quantidade mínima de horas de dedicação:70 horas
4.5.1.58	Ação 58: Criar regulamento para estabelecer procedimentos para a mobilização e trânsito de cargas perigosas no município ou na região.	X				15.000,00	C= valor homem-hora (advogado sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 212,74 Quantidade mínima de horas de dedicação:70 horas
4.5.1.59	Ação 59: Criar regulamento para definição dos instrumentos e normas de incentivo ao surgimento de novos negócios com resíduos.	X				15.000,00	C= valor homem-hora (advogado sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 212,74 Quantidade mínima de horas de dedicação:70horas



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.5.1.60	Ação 60: Criar legislação para definição do órgão colegiado, as representações e a competência para participação no controle social dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos.	X				15.000,00	C= valor homem-hora (advogado sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 212,74 Quantidade mínima de horas de dedicação:70 horas
4.5.2.61	Ação 61: Avaliar a legislação municipal existente, com o propósito de identificar lacunas ainda não regulamentadas, inconsistências internas e outras complementações necessárias.	X				*	
4.5.2.62	Ação 62: Revisar e atualizar as leis promulgadas frente à PNRS.	X				*	
4.5.3.63	Ação 63: Realizar os estudos técnicos necessários para adequação e regulamentação do sistema de coleta seletiva em termos operacionais.	X				20.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 235,64 Quantidade mínima de horas de dedicação:85 horas
4.5.3.64	Ação 64: Criar regulamento que exija a separação dos resíduos domiciliares na fonte.	X				15.000,00	C= valor homem-hora (advogado sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 212,74 Quantidade mínima de horas de dedicação:70 horas
4.5.4.65	Ação 65: Criar legislação e regulamento que definam o conceito de grande e pequeno gerador de RCC e de resíduos volumosos, articulando a autorização de construção/reforma da Prefeitura Municipal com o cadastro dos geradores, estabelecendo procedimentos para exercício das responsabilidades de ambos e criando mecanismos para erradicar a disposição irregular de RCC e de resíduos volumosos, como por exemplo, a aplicação de multas.	X				15.000,00	C= valor homem-hora (advogado sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 212,74 Quantidade mínima de horas de dedicação:70 horas



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.5.5.66	Ação 66: Criar regulamento que exija a entrega do PGRS, definindo como data limite o dia 30/03 do ano seguinte ao de referência.	X				15.000,00	C= valor homem-hora (advogado sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 212,74 Quantidade mínima de horas de dedicação:70 horas
4.5.5.67	Ação 67: Criar regulamento para estabelecer procedimentos relativos aos Planos de Gerenciamento que precisam ser recepcionados e analisados no âmbito local.	X				15.000,00	C= valor homem-hora (advogado sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 212,74 Quantidade mínima de horas de dedicação:70horas
4.5.6.68	Ação 68: Criar regulamento que diferencie pequenos geradores dos médios e grandes geradores, atribuindo-lhes suas responsabilidades.	X				15.000,00	C= valor homem-hora (advogado sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 212,74 Quantidade mínima de horas de dedicação:70 horas
4.5.7.69	Ação 69: Melhorar a eficiência do sistema de manutenção e limpeza de lotes particulares, através da criação de lei ou decreto específico regulamentando o sistema de execução dos serviços, bem como advertências e cobranças de valores /multas a serem aplicados ao proprietário dos lotes particulares.	X				*	
4.5.8.70	Ação 70: Criar legislação para regulamentar a logística reversa em nível municipal, versando sobre a entrega, por parte da população, e o recebimento, por parte dos estabelecimentos comerciais e industriais, dos resíduos especiais, como medicamentos vencidos, pilhas e baterias, eletroeletrônicos e lâmpadas fluorescentes.		X			15.000,00	C= valor homem-hora (advogado sênior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 212,74 Quantidade mínima de horas de dedicação:70 horas



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.5.8.71	Ação 71: Criar um cadastro, por tipologia de resíduos, com os locais para disposição dos materiais passíveis de logística reversa.		X			10.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas + valor homem-hora (Técnico)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R\$ 122,04, **R\$ 71,98 Quantidade mínima de horas de dedicação:*40 horas; **70 horas
4.5.8.72	Ação 72: Regulamentar tarifas a serem cobradas pela prefeitura, caso ela assumira a recepção dos resíduos passíveis de logística reversa.		X			*	
4.5.9.73	Ação 73: Incluir entre as atribuições dos fiscais municipais o controle do cumprimento das leis previstas neste PMSB.		X			*	
4.6.1.74	Ação 74: Elaborar projeto para encerramento do lixão.	X				180.000,00	O preço dos projetos é estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, CBHs, Sabesp etc)
4.6.1.75	Ação 75: Promover o encerramento do lixão e recuperar ambientalmente a área.	X				250.000,00	O preço médio foi estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, empresas de engenharia etc)
4.6.1.76	Ação 76: Realizar o monitoramento ambiental da área do lixão encerrado.		X	X	X	90.000,00	O preço médio foi estimado a partir de pesquisas de mercado (preço de contratação por prefeituras, empresas de engenharia etc)
4.6.2.77	Ação 77: Realizar o licenciamento e solicitar os certificados ambientais das unidades do sistema de resíduos sólidos em funcionamento que não possuem licenciamento, protocolando a solicitação no órgão ambiental.	X				50.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação:410 horas
4.6.2.78	Ação 78: Realizar estudos técnicos para levantamento dos processos que serão implementados e que necessitarão de licenciamento e certificados ambientais.	X				15.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação:120 horas
4.6.2.79	Ação 79: Realizar o licenciamento ambiental das áreas onde serão implantadas as unidades do sistema de gestão dos resíduos sólidos.		X			20.000,00	C= valor homem-hora (Consultor Externo)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 432,50 Quantidade mínima de horas de dedicação:45 horas



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.6.3.80	Ação 80: Verificar os prazos de validade e promover estudos complementares para manutenção das licenças e certificados ambientais.	X	X	X	X		
4.7.1.81	Ação 81: Elaborar para o Programa Municipal de Educação Ambiental, informações específicas para o eixo de Resíduos Sólidos.	X				15.000,00	C= valor homem-hora (Consultor Externo)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 432,50 Quantidade mínima de horas de dedicação:35 horas
4.7.1.82	Ação 82: Elaborar e implementar calendário de eventos de cunho ambiental com foco no eixo de Resíduos Sólidos.	X				15.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação:120 horas
4.7.1.83	Ação 83: Integrar programas de educação ambiental ao componente curricular, com apoio da Secretaria de Educação.	X				20.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação:160 horas
4.7.1.84	Ação 84: Apoiar e incentivar programas de educação ambiental na educação não formal (associações de bairro, igrejas, sindicatos, encontros da terceira idade, entre outros).	X	X	X	X	30.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação:240 horas
4.7.1.85	Ação 85: Realizar treinamento com os catadores, para que os mesmos possam atuar como agentes multiplicadores das boas práticas ambientais.	X	X	X	X	50.000,00	C= valor homem-hora (técnico)* x horas treinamento x frequência de treinamento *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 71,98 Quantidade mínima de horas de dedicação:35 horas/ano
4.7.1.86	Ação 86: Realizar, quadrienalmente, avaliação do Programa de Educação Ambiental.	X	X	X	X	30.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação:245 horas



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.7.2.87	Ação 87: Instituir um programa permanente para a conscientização da população, exclusivamente sobre os resíduos sólidos.	X				40.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação:325 horas
4.7.2.88	Ação 88: Instruir a população, por meio da realização de cursos de capacitação, sobre a utilização dos serviços disponibilizados sobre resíduos.	X	X	X	X	50.000,00	C=número de eventos X preço das conveniências *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R\$ 27,00/pessoa Nº de eventos:2/ano Nº médio de participantes:40 pessoas
4.7.2.89	Ação 89: Promover a realização de reuniões e seminários para o esclarecimento quanto à destinação final dos resíduos sólidos do município.	X	X	X	X	40.000,00	C=número de eventos X preço das conveniências *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R\$ 27,00/pessoa Nº de eventos: bianual Nº médio de participantes:40 pessoas
4.7.3.90	Ação 90: Realizar campanhas educativas permanentes tendo em vista a sensibilização e a conscientização popular acerca da importância da separação, acondicionamento e disposição adequada dos resíduos, bem como sobre o princípio dos 3 Rs (Reduzir, Reutilizar e Reciclar).	X	X	X	X	40.000,00	C= valor homem-hora (técnico)* x horas treinamento x frequência de treinamento *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 71,98 Quantidade mínima de horas de dedicação:30 horas/ano
4.7.3.91	Ação 91: Incentivar a separação dos materiais e sua valorização econômica. Para a correta separação dos resíduos podem ser concedidos descontos na tarifa, com benefícios para as atividades de triagem, diminuindo os custos envolvidos na coleta.	X	X	X	X	20.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 122,04 Quantidade mínima de horas de dedicação:160 horas
4.7.4.92	Ação 92: Sistematizar as informações existentes relacionadas ao manejo de resíduos sólidos em banco de dados e levantar dados e informações que se fizerem necessários.	X	X	X	X	60.000,00	C= valor homem-hora (Engenheiro Junior)* x horas trabalhadas + homem-hora (administrador de banco de dados)** x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R\$ 122,04; **R\$ 174,61 Quantidade mínima de horas de dedicação: *240 horas**170 horas



CÓDIGO (s/o/m/a)*	DESCRIÇÃO	IMEDIATO (até 3 anos)	CURTO (4 a 8 anos)	MÉDIO (9 a 12 anos)	LONGO (13 a 20 anos)	CUSTO ESTIMADO (R\$)	COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E FONTE DE REFERÊNCIA
4.7.4.93	Ação 93: Disponibilizar anualmente o banco de dados à população, como em web sites e sites oficiais para resíduos.	X	X	X	X	30.000,00	C=homem-hora (analista de suporte técnico sênior)* x horas trabalhadas + homem-hora (técnico)**x horas trabalhadas Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R\$ 150,79;; **R\$ 71,98 Quantidade mínima de horas de dedicação:*100 horas; **210 horas
4.7.4.94	Ação 94: Contratar equipe responsável para manutenção do site e das informações a serem disponibilizadas.	X	X	X	X	60.000,00	C= valor homem-hora (técnico)* x horas trabalhadas *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: R\$ 71,98 Quantidade mínima de horas de dedicação: 40 horas/ano horas
4.7.4.95	Ação 95: Realizar eventos públicos (como audiências) periodicamente, com o intuito de informar a população sobre a situação do manejo de resíduos sólidos no município e receber sugestões/reclamações.	X	X	X	X	40.000,00	C=número de eventos X preço das conveniências *Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015 ref: refeição R\$ 27,00/pessoa Nº de eventos:1/ano Nº médio de participantes:60 pessoas
4.7.5.96	Ação 96: Criar serviço de atendimento aos usuários, com procedimentos que viabilizem o acompanhamento das ações em relação às reclamações realizadas, atendendo às demandas de maneira rápida e eficiente.	X				150.000,00	C=homem-hora (analista de suporte técnico sênior)* + homem-hora (secretária plena nível superior)**x horas trabalhadas Fonte: Banco de Preços de Engenharia Consultiva Sabesp, 2015, ref: *R\$ 150,79; **R\$ 80,87 Quantidade mínima de horas de dedicação:*220 horas/ano; **210 horas/ano
4.7.5.97	Ação 97: Realizar periodicamente pesquisas de percepção e satisfação com a população para obter <i>feedbacks</i> dos serviços prestados, de maneira a verificar os pontos passíveis de melhorias.	X	X	X	X	130.000,00	C=SM*x n° entrevistadores x 20 anos *SM: valor do salário mínimo nacional vigente pago uma vez ao ano Nº de entrevistadores:8 pessoas
						13.507.000,00	

(s/o/m/a) = nº do setor / nº do objetivo / nº da meta / nº da ação.

*:Dependente de outras ações que possuem custos próprios estimados



5.6. Detalhamento de programas, projetos e ações

5.6.1. Mecanismos para criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos

O município de Araponga não apresenta boas práticas no que diz respeito à existência de mecanismos que garantam emprego e renda mediante a valorização dos resíduos sólidos, apesar da iniciativa piloto de coleta seletiva que já existe no município. Como exemplo desses mecanismos pode-se citar: existência estruturada de cooperativas de reciclagem atuantes no município; extrusoras para reciclagem de plástico; e unidades de compostagem.

Para a compreensão deste item, faz-se necessário apontar que a PNRS (Lei nº 12.305/2010) reconhece os resíduos reutilizáveis e recicláveis como bens econômicos e dotados de valor social, geradores de trabalho e renda. Além disso, preconiza em seu art. 19, inciso XII, a criação de mecanismos para a criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos.

A coleta seletiva é essencial para a valorização dos resíduos, pois quando os resíduos são separados na fonte de geração evita-se a contaminação de alguns materiais, como plásticos e papéis, que perdem valor no mercado da reciclagem se estiverem contaminados. De acordo com Dal Pont *et al.* (2013), uma forma de valorização dos resíduos em sistemas de coleta seletiva porta a porta com coleta diferenciada para materiais recicláveis consiste em segregar os materiais para ganhar valor no mercado, através de um *centro de separação e triagem*, sendo esses materiais encaminhados para a cadeia de reciclagem até chegarem à indústria recicladora, onde voltam a ser matérias-primas para novos produtos.

Destaca-se que é importante, também, que os catadores passem por processos de treinamento e capacitação, tornando-os aptos para a função. Dessa forma, é possível aumentar a capacidade operacional e gerencial de unidades de separação e triagem para segregar os materiais em subclasses, sempre visando agregar valor ao material para a venda. Para isso, alguns equipamentos podem ser adquiridos em Centrais de Triagem, tais como: fragmentador industrial de papel e equipamentos para o beneficiamento de plásticos.



A valorização orgânica é outro tipo de geração de valor muito importante para os resíduos sólidos urbanos. Essa pode ser alcançada através da compostagem - que gera um composto orgânico rico em nutrientes - ou pela biometanização (geração de gás e fertilizante). Vale ressaltar que o composto proveniente dos resíduos domiciliares só poderá ser comercializado se possuir registro junto ao Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). De acordo com MAPA (2014), em um processo que demora em torno de um ano, já se consegue obter o registro do composto e o registro profissional.

A utilização do composto orgânico proveniente dos resíduos domiciliares é recente no país, o que resulta na não existência de uma cultura desse hábito entre os agricultores, dificultando o escoamento e venda do mesmo. Apesar disso, este não pode ser fator limitante ou que exclua a possibilidade desse tipo de tratamento de resíduo orgânico. Uma das possibilidades para o escoamento do composto seria, no início, distribuir gratuitamente o composto para os agricultores da região, mostrando assim sua qualidade e introduzindo-o nos hábitos, para posteriormente, começar a cobrar pela venda do mesmo. Além dessa possibilidade, o composto também poderia ser utilizado nos estabelecimentos públicos, como praças, canteiros, jardins, hortas, etc.

Vale também destacar a importância do aproveitamento do gás gerado nos aterros para a geração de energia elétrica, em conformidade com projetos de MDL - Mecanismos de Desenvolvimento Limpo.

O Programa Cidades Sustentáveis (2013) afirma que é importante que o Poder Público, por meio dos gestores municipais, institua programas e ações de capacitação técnica e de educação ambiental, com a participação dos grupos interessados, em especial, das cooperativas e demais associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, visando ao aprendizado de mecanismos para a criação de fontes de negócios, emprego e renda. Tal guia ainda afirma que:

“(…) com a valorização dos resíduos sólidos, espera-se que surjam novos negócios, postos de trabalho e tecnologias. (...)”.

Para que os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis do município sejam reconhecidos como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda, é necessário o apoio e incentivo da administração pública às organizações de catadores e aos catadores em processo de organização e a propositura de acordos



setoriais que os incluam, a fim de criar uma cooperativa de catadores. Além disso, deve-se investir em infraestruturas para a coleta, triagem e beneficiamento de material reciclável. Deve haver também o incentivo da administração pública à indústria da reciclagem e compostagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais orgânicos, reutilizáveis e reciclados e sensibilizar e conscientizar a população da importância da coleta seletiva a partir de projetos de educação ambiental.

A reciclagem, beneficiamento e reutilização de resíduos da construção civil (RCC) em agregados e subprodutos de construção civil viabiliza a geração de trabalho e renda, apresentando-se como um interessante mecanismo de valorização de resíduos que pode ser estimulado pela administração pública.

A transformação dos RCCs tem como objetivo não só o aspecto financeiro, mas também o ambiental, uma vez que reduz as disposições desse material em locais impróprios, os grandes volumes encaminhados para a disposição final e o número de viagens de transporte dos resíduos.

O processo de reciclagem de resíduos da construção civil pode ser feito em usinas fixas de RCC ou unidades móveis instaladas nas próprias obras. Resumidamente, a reciclagem de RCC segue um processo que compreende as seguintes etapas:

- recepção do entulho;
- triagem manual (seleção dos resíduos *Classe A* segundo a Resolução CONAMA nº 307/2002);
- remoção dos materiais magnetizáveis;
- peneiramento (classificação por granulometria); e
- armazenamento do agregado reciclado.

Essas etapas permitem que sejam obtidos agregados como: areia, bica corrida, britas (0,1, 2, 3), rachão e brita reciclada que, segundo DEGANI (2003), quando devidamente selecionados, podem ter uma infinidade de aplicações, das quais destacam-se: obras de drenagem; execução de contra pisos; agregados para a produção de concretos e argamassas; preenchimento de vazios em construções; preenchimento de valas de instalações; reforço de aterros; fabricação de blocos de concreto residual, dentre outros artefatos pré-moldados. Os agregados também podem



ser processados e transformados em blocos e pisos para pavimentação, obtendo assim maiores ganhos com seu reaproveitamento.

De acordo com Corrêa e Corrêa (2001) em seu estudo “Valoração de bio sólidos como fertilizantes e condicionadores de solos”, a valorização da matéria orgânica do esgoto - proveniente de ETEs - pode se dar através da incorporação de bio sólidos em solos como fontes de Nitrogênio, Fósforo e matéria orgânica, utilizando-se do método de mercado e de bens substitutos.

A aplicação do composto produzido pode ser feita em canteiros de jardinagem e áreas verdes de responsabilidade da Prefeitura Municipal. Contudo, no caso da horticultura, seu manejo e aplicabilidade exigem maiores cuidados devido a questões sanitárias. Para que a valoração e o uso do lodo como forma de complemento de adubação ocorram de forma segura e sustentável, certas características e padrões de qualidade mínimos estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 375/2006, que define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgotos gerados em ETEs, entre outras providências, precisam ser alcançados.

Os gastos envolvidos nos processos podem variar de acordo com os tratamentos a que será submetido o lodo para alcançar os padrões estabelecidos pelo CONAMA, sendo então necessária uma avaliação para a verificação da viabilidade econômica do mecanismo a ser implementado.

5.6.2. Programa de inclusão de catadores organizados na coleta seletiva municipal³

O art.18, parágrafo 1º, da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) faz uma importante observação que é a priorização do acesso aos recursos da União aos municípios que implantarem a coleta seletiva com a participação de cooperativa ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda. Sendo assim, as orientações feitas neste programa têm como objetivo implantar a coleta seletiva utilizando-se participação de catadores organizados, facilitando posteriormente o acesso a recursos.

³ Este programa utilizou como referência as publicações do Ministério do Meio Ambiente (MMA): Elementos para a organização da coleta seletiva e projeto dos galpões de triagem (2008); Coleta seletiva com a inclusão dos catadores de materiais recicláveis (2013).



A coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras formas de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos são hoje considerados instrumentos da PNRS.

O art. 36 da PNRS responsabiliza o titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, quando há o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, para:

- I - adotar procedimentos para reaproveitar os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis oriundos dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;
- II - estabelecer sistema de **coleta seletiva**;
- III - articular com os agentes econômicos e sociais medidas para viabilizar o retorno ao ciclo produtivo dos resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis oriundos dos serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos.

Segundo o art. 42 o poder público poderá instituir medidas indutoras e linhas de financiamento para atender, prioritariamente, às iniciativas de estruturação de sistemas de coleta seletiva e de logística reversa.

Tanto a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), quanto o Decreto nº 7.404/10 que a regulamenta, incentivam a construção de modelos de gestão de resíduos que tenham a coleta seletiva como ação estruturante para trazer soluções de ordem econômica, ambiental e também para as questões ligadas à inclusão social e econômica dos catadores de materiais recicláveis.

A Lei nº 11.445/2007 permite que o poder público contrate as associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis para realizar serviços de coleta seletiva no município com dispensa de licitação. O Decreto nº 7.217/2010 regulamenta essa lei e considera que os catadores são prestadores de serviços públicos de manejo de resíduos sólidos e não apenas mão de obra terceirizada.

Com essas normativas, os gestores públicos possuem base legal para formalizar a relação que possuem com associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis.



5.6.2.1. Como implantar coleta seletiva com participação dos catadores de materiais recicláveis nos municípios

Vários modelos de coleta seletiva são adotados no Brasil, mas, em linhas gerais, podem ser classificados em dois grandes grupos: coleta porta a porta, em que veículos específicos percorrem as ruas fazendo a coleta em cada domicílio; e coleta em pontos determinados para os quais a população leva os resíduos separados - os Pontos de Entrega Voluntária - PEVs ou Locais de Entrega Voluntária - LEVs - chamada de coleta ponto a ponto.

O que é bom no modelo porta a porta? O contato direto com os usuários, a facilidade de verificar a adesão do usuário ao serviço e a dispensa de deslocamento do usuário ao PEV, ampliando as possibilidades de adesão, porém é inviável na zona rural. O que é bom no modelo dos Pontos de Entrega Voluntária - PEVs? A economia de custos de transporte, pois o caminhão não precisa parar a cada 20 ou 30 metros.

Cada modalidade de coleta apresenta vantagens e desvantagens e os gestores devem fazer a escolha do modelo baseado nas características do município em questão. O modelo proposto ao município de Araponga busca equacionar a presença dos catadores no processo da coleta seletiva de forma organizada e estruturada, por meio de ações permanentes e duradouras, sob responsabilidade e apoio do município. Assim, o modelo de coleta porta a porta está sendo proposto como adequado para a zona urbana e o modelo de Pontos de Entregas Voluntárias (PEVs), adequados para a zona rural do município.

A inclusão dos catadores é parte desse modelo (porta a porta): com carrinhos manuais ou veículos econômicos (dependendo das condições operacionais específicas), os catadores fazem a coleta de porta em porta, interagindo com os moradores, informando e ajudando a corrigir as imperfeições da segregação, levando os resíduos para pontos pré-definidos de acumulação temporária (onde não é feita a triagem).

A combinação de uma atividade porta a porta de baixo custo com um transporte de “longa distância” permite reduzir sensivelmente os custos operacionais da coleta. Por outro lado, a qualidade dos resíduos segregados nas residências melhora consideravelmente com o contato direto do catador com os moradores, indicando problemas e buscando soluções em conjunto. O recolhimento semanal dos resíduos,



ou duas vezes por semana, em geral, é suficiente no caso das áreas residenciais. No modelo de PEVs, os catadores são elementos sensibilizadores e atuam como conscientizadores das comunidades e podem atuar fomentando a adesão da comunidade rural ao modelo de entrega voluntária.

5.6.2.2. Etapas e metodologia para sua implantação

Há duas grandes etapas na implantação da coleta seletiva: a etapa de planejamento e a de implantação propriamente dita.

- A etapa de planejamento está sendo feita durante a elaboração do PMSB.
- A etapa de implantação compreende a elaboração de projetos, a realização de obras, a aquisição de veículos, equipamentos e materiais, a estruturação de grupos de catadores e o apoio à sua organização, a sensibilização e mobilização dos geradores de resíduos, a capacitação das equipes envolvidas, a articulação de parcerias, operação da coleta e operação das unidades de triagem.

Durante o planejamento é necessário ponderar algumas informações do diagnóstico do município:

- O município de Araponga produz cerca de 2,7 ton/dia de resíduos sólidos na zona urbana e 4,11ton/dia na zona rural. Desses, segundo a estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil em 2008, usada como referência para a composição estimada das quantidades parciais dos resíduos de Araponga, 31,9% são considerados resíduos secos passíveis de reciclagem.
- Considerando uma densidade média de 48kg/m³ para os resíduos recicláveis secos domiciliares, e utilizando a fórmula $d = m/V$, são gerados diariamente 17,8m³ de recicláveis secos na zona urbana e 27,3m³ na zona rural, o que significaria transportar respectivamente 125m³ e 191,4m³ por semana, considerando que a coleta seja feita no intervalo de sete dias.



- Também é importante saber se há catadores atuando nos municípios, quantos são e em que condições trabalham - se trabalham de forma individual ou familiar ou em associações e cooperativas. Cada catador com um carrinho manual consegue recolher até 160kg/dia de resíduos recicláveis. Em 2036, quando a meta de reaproveitamento de recicláveis atingir 70% na zona urbana serão necessários 7 catadores fazendo rodízio, considerando dividir a zona urbana em 5 setores (7 catadores/setor/dia).
- No caso dos catadores organizados em associações e cooperativas, é necessário saber como funcionam essas organizações, quantos catadores trabalham na coleta e quantos na triagem, qual a capacidade de processamento de material, qual a renda obtida mensalmente, de quais equipamentos dispõem para coleta e para processamento dos recicláveis, quem são os principais compradores, em que condições são comercializados os resíduos (se soltos ou prensados, com que padrão, com que grau de separação), qual a estrutura administrativa e qual apoio recebem.

A implantação da coleta seletiva no âmbito do município deverá ser orientada por um Programa de Coleta Seletiva, que pode comportar três subprojetos: um Projeto de Coleta e Triagem de Materiais Recicláveis, um Projeto de Inclusão dos Catadores e um Projeto de Mobilização Social e Educação Ambiental. Esses três projetos são intrinsecamente dependentes.

As ações do Programa de Coleta Seletiva também exigem forte interação da equipe do município e uma série de ações operacionais. São elas: estruturação das cidades em setores de coleta seletiva a partir dos mapas e cadastros de geradores; planejamento da logística de transporte com soluções para a coleta porta a porta e para o transporte dos resíduos das áreas de acumulação temporária até os galpões de triagem; instalação de uma unidade de acumulação temporária e de área para triagem de forma a permitir o processamento dos materiais e seu escoamento; organização de grupos locais de coleta e apoio aos grupos de catadores organizados para a gestão do negócio, auxiliando sua capacitação para melhoria dos resultados na valorização dos resíduos; mobilização social e educação da população em torno do conceito da



redução dos resíduos a serem aterrados e do aproveitamento dos resíduos sólidos; e planejamento do envolvimento da população, domicílio por domicílio, com os grupos locais de coleta e agentes de saúde.

5.6.2.2.1. Projeto de Coleta e Triagem de Materiais Recicláveis

O Projeto de Coleta e Triagem de Materiais Recicláveis se encarregará da elaboração da setorização e do traçado dos roteiros de coleta, do estudo da logística de transporte e da frota, do estudo e definição da localização das unidades de recepção provisória dos resíduos e dos galpões de triagem, do seu dimensionamento, do estudo da operação interna e dos fluxos de materiais nos galpões, da escolha de equipamentos de coleta e processamento dos materiais e da proposição de rotinas operacionais na coleta e na triagem. São três as ações principais:

a) Setorização do município para a coleta

A setorização da coleta deverá ser estruturada para atingir o maior número de habitantes. Como o município possui um número de habitantes na zona rural relevante (60,5%), a estruturação deverá ocorrer em duas zonas, na rural e na urbana.

Na zona urbana, a estruturação dos setores é mais fácil devido à densidade, e deve ser feita pensando na coleta porta a porta, com postos de acumulação temporária que devem ser instalados para permitir a coleta num raio de 1,5 km.

Na zona rural, devido à dificuldade de acesso, a coleta deve ser quinzenal ou mensal e para facilitar a implantação devem ser instalados pontos de entregas voluntárias (PEVs) em locais específicos e onde a população possa eventualmente acessar, como igrejas e capelas. Exemplo disso é o caso do município de Rolândia no PR, que tem um perfil rural, e que para implementar a coleta na zona rural instalou PEVs em nove capelas do município.

b) Planejamento da logística de transporte

Para o planejamento da logística de transporte é preciso estabelecer alguns parâmetros:

- A velocidade de coleta não varia com diferentes tipos de veículos, pois é dada pela velocidade de abordagem do catador em cada residência. Admite-se que, no modelo proposto para zona urbana, a velocidade média de coleta seja de 4



km/h e a velocidade de transporte dos caminhões que levam resíduos dos pontos de acumulação temporária aos galpões de triagem deve ser considerada como de 40 km/h, em média.

- A capacidade de transporte varia segundo o tipo de veículo: moto com carreta ou carrinho elétrico, 4 m³; Kombi com gaiola, até 8 m³; e caminhão baú ou com gaiola, 32 m³. A escolha dos veículos a serem utilizados na etapa da coleta porta a porta depende das condições topográficas e da logística necessária.
- Segundo a meta estabelecida neste PMSB, a quantidade de material a ser coletado não chegará a 100% em 2036. Deverá crescer ano a ano até atingir a meta de 70%.
- A capacidade dos veículos devem ser planejadas com foco no aumento do material a ser coletado e de forma que atenda tanto a zona rural quanto a zona urbana.
- O custo da coleta com transporte será menor à medida que se ampliar a quantidade de material coletado num determinado roteiro, pois os veículos circulam com menor ociosidade. Por esta razão, é conveniente que o ritmo de implantação respeite um processo de “universalização por setor”, ou seja, é melhor completar a implantação da coleta em um setor, operando com toda a capacidade os veículos e os pontos de acumulação temporária, em vez de iniciar em vários setores ao mesmo tempo.

A logística, assim como na setorização, requer duas soluções, uma com foco na zona urbana e outra na zona rural.

Como planejamento para a zona urbana, na coleta porta a porta podem ser utilizados veículos leves e adaptados para coleta de baixa velocidade. Após serem armazenados em posto de acumulação temporária, pode-se utilizar veículos maiores para o transbordo para a área de triagem final.

Como planejamento para a zona rural, no transporte dos pontos de acumulação temporária (PEVs) aos galpões de triagem, os veículos mais apropriados são caminhões baú ou com carroceria adaptada.

Feitas tais considerações, é conveniente, se ainda não houver veículos, planejar a aquisição de um veículo de menor capacidade (8m³), o que representaria, num universo de aproveitamento e coleta de 70% de resíduos recicláveis secos em 2036, 14



operações de transbordo, por semana, na zona urbana e 14 na zona rural. Caso optem pelo uso de um veículo maior (32m³), serão então necessárias 8 operações de transbordo por semana, sendo 4 na zona urbana e 4 na zona rural.

c) Instalação de uma rede de pontos de acumulação temporária e unidades de triagem

A rede de pontos de acumulação temporária deve ser coerente com a setorização da coleta seletiva e deve prever pelo menos um ponto em cada setor. O ideal é que sejam utilizados para isso os PEVs que recebem resíduos da construção civil e resíduos volumosos, que também deverão ser previstos e instalados por determinação da Resolução Conama 307/02.

Cada uma dessas instalações deve prever local para a acumulação temporária dos resíduos da coleta seletiva, bem como a guarda dos veículos e vestiários para os catadores.

Eles são dotados, também, de uma pequena área administrativa, sanitários e refeitório para os catadores vinculados ao setor e para o funcionário encarregado da recepção dos resíduos. O planejamento da coleta seletiva também deve prever a instalação de unidades de triagem dos materiais coletados.

5.6.2.2.2. Projeto de Inclusão dos Catadores

O Projeto de Inclusão dos Catadores é coordenado pelo município e deverá ser feito com o envolvimento de diversas secretarias municipais cujas atividades principais não são a gestão de resíduos sólidos. É o caso das Secretarias de Educação, Saúde, Habitação, Desenvolvimento Social e Trabalho e Renda, por exemplo.

Embora o foco principal do projeto seja o apoio à organização dos catadores em associações ou cooperativas para a execução de atividades de coleta de materiais recicláveis secos domiciliares porta a porta, outras ações são indispensáveis para sua inclusão, tais como: acesso a atendimento médico; alfabetização e educação formal; acesso à habitação de qualidade; capacitação para o trabalho; e assistência técnica para a gestão do negócio. Para isso, existem diversos programas do Governo Federal que podem ser acessados pelo município e demais parceiros.

O planejamento da inclusão dos catadores exige dimensionar o problema do município em função do número de pessoas a serem envolvidas e do tipo de atividade.



Ações para o encerramento de lixões e inclusão produtiva dos catadores deverão fazer parte desse rol de ações municipais.

Além do dimensionamento de quantidade de material gerado e de pessoas a serem incluídas, é necessário que a Prefeitura Municipal se planeje para contratar as cooperativas/associações para a prestação de serviço de coleta e triagem do material. Essa contratação pode ser feita com dispensa de licitação, de acordo com a Lei nº 11.445/2007 (que altera a Lei nº 8.666/1993), e o pagamento por esse serviço configura-se como um dos principais pilares que garantem a viabilidade econômica das cooperativas e associações de catadores.

Geralmente, esse pagamento é realizado de acordo com o volume e o tipo de material coletado pelos catadores. Por exemplo, pode-se pagar um valor mais alto pela tonelada de um material que tenha um preço mais baixo no mercado. Desse modo, estimula-se o catador a recolher todos os tipos de materiais da mesma forma.

A integração dos catadores de materiais recicláveis nos Programas de Coleta Seletiva melhora a eficiência dos processos de tratamento adequado dos resíduos urbanos. Essa inserção é uma forma de ampliar a atuação dos catadores na cadeia produtiva da reciclagem e contribui para aumentar a produtividade da triagem ao aumentar a quantidade e melhorar a qualidade dos materiais que chegam aos galpões das associações. Isso é possível graças à experiência em mobilização social e aos vínculos sociais que os catadores criam com a população, que, pouco a pouco, reforçam sua educação para a reciclagem.

5.6.2.2.3. Projeto de Mobilização Social e Educação Ambiental

O Projeto de Mobilização Social e Educação Ambiental é o terceiro elemento do Programa de Coleta Seletiva do município. Por meio dele, será possível chegar aos moradores, mostrar a nova forma de atuação para a coleta dos resíduos gerados em cada domicílio e orientar os moradores para a correta segregação dos resíduos e seu acondicionamento para a coleta.

O objetivo da mobilização social é criar nas pessoas um sentimento de aceitação em relação à coleta seletiva, considerando que é necessário mudar hábitos no que se refere às rotinas domésticas e criar, pelo menos, mais um local de acondicionamento dos resíduos.



A mobilização social deve ser planejada de tal forma que acompanhe a implantação do programa de coleta seletiva, setor por setor. Deve-se lançar mão de várias estratégias (mídia em geral, teatro, comunicadores religiosos, etc.). É importante salientar que dentro do programa de educação ambiental geral irão constar formas de sensibilizar a população a respeito do tema.

5.6.2.2.4. Estrutura física e gerencial necessária para a implantação

Um programa de coleta seletiva estruturado deve conhecer os fluxos já existentes de resíduos para tirar o máximo proveito deles, do ponto de vista logístico.

É necessário construir galpões para triagens que disponham de uma área de recepção de resíduos, em silos, de onde gradativamente os catadores retirem os recicláveis para a seleção, que deve ser feita preferencialmente em mesas fixas, devido ao baixo custo.

Cada galpão deve ter, também, uma área administrativa, banheiros, vestiários masculino e feminino e copa para refeições dos catadores. Na parte externa, deve haver pátio para manobras de veículos de carga e descarga (de um e outro lado) e estacionamento para veículos de passeio e eventualmente de veículos operacionais da cooperativa ou associação.

Os galpões devem ser equipados com balança, prensa, carrinho para transporte dos fardos e empilhadeira. Nos galpões pequenos, pode ser dispensada a empilhadeira. É importante que os galpões estejam na malha urbana onde os resíduos são triados. Na fase de coleta e de triagem, os resíduos possuem menor densidade, ao passo que, depois de manejados e enfardados, ocupam menos espaço e dão mais produtividade para o transporte até os locais de processamento.

Para cada tonelada de material a ser manejado, são necessários cerca de 300 m² no galpão. Considerando o planejamento de atingir a meta de 1,51ton/dia em 2036, o espaço adequado para triagem será de aproximadamente 460m².

Entretanto, como a implantação do programa demanda um tempo, à medida que se evolui no programa, pode haver alteração nos próximos projetos, adequando-se às circunstâncias do local.

Também deve-se considerar no dimensionamento dos galpões que cada triador pode processar 200 kg de material por dia - para o processamento de 1,51 toneladas diárias (meta para 2036), portanto, recomenda-se ter 8 triadores. Cada enfardador



pode processar cerca de 600 kg de material por dia, portanto serão necessários três enfardadores trabalhando diariamente ao atingir a meta em 2036.

5.6.2.3. Considerações finais do programa

Ao atingir a meta de fim de plano de 70% de redução dos resíduos secos recicláveis enviados para aterro em 2036, a quantidade de catadores envolvidos no programa de reciclagem do município de Araponga será de aproximadamente 21 trabalhadores (8 triadores, 7 catadores, 3 enfardadores, 2 ajudantes para coletas nos PEVs da zona rural e mais 1 motorista). Além de representar renda para 21 pessoas, o programa também traz receita para o município.

A zona rural do município, apesar de representar certa dificuldade devido à logística, é mais suscetível ao envolvimento nas questões ambientais.

5.6.3. Programas e ações de capacitação técnica

Grande parte do sucesso da implementação da gestão dos resíduos sólidos deve ser atribuído a bons programas de capacitação técnica e educação ambiental. A área de gestão de resíduos sólidos de maneira geral sofre de grandes carências de capacitação e por essa razão a administração pública deve investir pesadamente na qualificação de seus quadros. Particularmente para a coleta seletiva, há um grande despreparo das equipes técnicas atuantes, na medida em que essa atividade foi deixada na informalidade, realizada por iniciativa própria de catadores ou de sucateiros. E, por essa razão, há relativamente poucos acúmulos para planejamento, implantação e monitoramento do programa.

Assim, alguns aspectos precisam ser bem trabalhados com a equipe que irá atuar na gestão dos resíduos e um processo de capacitação deve ser oferecido pelo município à equipe técnica. Devem ser abordados os seguintes aspectos:

- Processo de planejamento da coleta, abordando dimensionamento da produção de resíduos sólidos urbanos, estudos locais das unidades de processamento (em caso de coleta seletiva), logística de transporte e definição de roteiros de coleta.
- Operação de produtividade na coleta e na triagem (em caso de coleta seletiva), abordando diferentes métodos de operação e resultados



esperados e obtidos, identificação de problemas e encaminhamento de soluções, etc.

- Monitoramento do Programa, abordando sistemas de registro e controle de atividades e resultados, consumo de insumos, produtividade, indicadores do cumprimento das metas.
- Segurança e medicina no trabalho, abordando os riscos envolvidos na atividade, medidas de prevenção, equipamentos de proteção e sua função, saúde do trabalhador, etc.
- Em caso de valoração dos resíduos sólidos (geração de valor social e renda por meio dos resíduos) organização administrativa e financeira dos empreendimentos, abordando sistema de registro e controle de atividade, de entrada e saída de material, de jornada de trabalho e produtividade de cada trabalhador, despesas e receitas, elaboração de orçamentos, etc.

Para se obter outras formas de valoração dos resíduos sólidos deve-se considerar outras questões tais como:

- Cooperativismo e associativismo, abordando as diferentes formas de trabalho, vantagens e desvantagens dessas formas, diferenças do trabalho coletivo e individual, apropriação do produto do trabalho na economia solidária, etc.
- Gestão de empreendimentos, destacando aspectos da organização do trabalho, gestão financeira, parcerias, negociação de preços, pesquisa de mercado, desenvolvimento tecnológico, produtividade, etc.
- Organização administrativa e financeira do empreendimento, abordando sistema de registro e controle de atividade, de entrada e saída de material, de jornada de trabalho e produtividade de cada trabalhador, despesas e receitas, elaboração de orçamentos, etc.

Para as equipes envolvidas em ambas as frentes - coleta regular e coleta seletiva - devem ser asseguradas oportunidades de participação em seminários e congressos, bem como o próprio município deve organizar palestras e ciclos de debates sobre temas de interesse do Programa. Considerando a interdependência das ações de gestão dos resíduos sólidos que envolvem diversas áreas da administração pública, as informações acerca do Plano devem ser niveladas entre os representantes



de cada área. Para preparação da equipe sugere-se que sejam realizadas oficinas de capacitação e reuniões periódicas.

- Oficinas de Capacitação: são excelentes instrumentos para difusão do conhecimento teórico-prático.
- Reuniões periódicas: propõe-se que seja elaborado um cronograma pela equipe gerencial do Plano ou grupo gestor, que contemple a realização de reuniões periódicas de monitoramento, objetivando a avaliação da implementação do Plano e possíveis proposições de medidas corretivas.

A limpeza urbana (serviços de varrição, poda e capina, roçagem e raspagem) também enfrenta dificuldades na organização e operação dos serviços, devido à limitação financeira e falta de pessoal capacitado. Portanto, é importante investir também na capacitação desses profissionais. Sugere-se ainda que sejam abordados os seguintes aspectos:

- Principais funções do programa no ambiente urbano e a importância de cada uma.
- Conceitos de trabalho em equipe.
- Segurança e medicina no trabalho, abordando os riscos envolvidos nas atividades de limpeza urbana, medidas de prevenção, uso adequado de equipamentos de proteção e sua função, saúde do trabalhador, etc.
- Utilização correta dos equipamentos disponibilizados.
- Forma correta de coletar e acondicionar os resíduos provenientes desses serviços.

5.6.4. Ações preventivas e corretivas a serem aplicadas, incluindo programa de monitoramento

Para o bom funcionamento dos serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos de Arapongá, ações preventivas e corretivas deverão ser implementadas visando o melhoramento contínuo e progressivo da gestão de resíduos sólidos e limpeza urbana. Essas ações são fundamentais, uma vez que têm o intuito de garantir maior segurança e continuidade operacional das questões ambientais e sanitárias, visando reduzir a vulnerabilidade do setor.

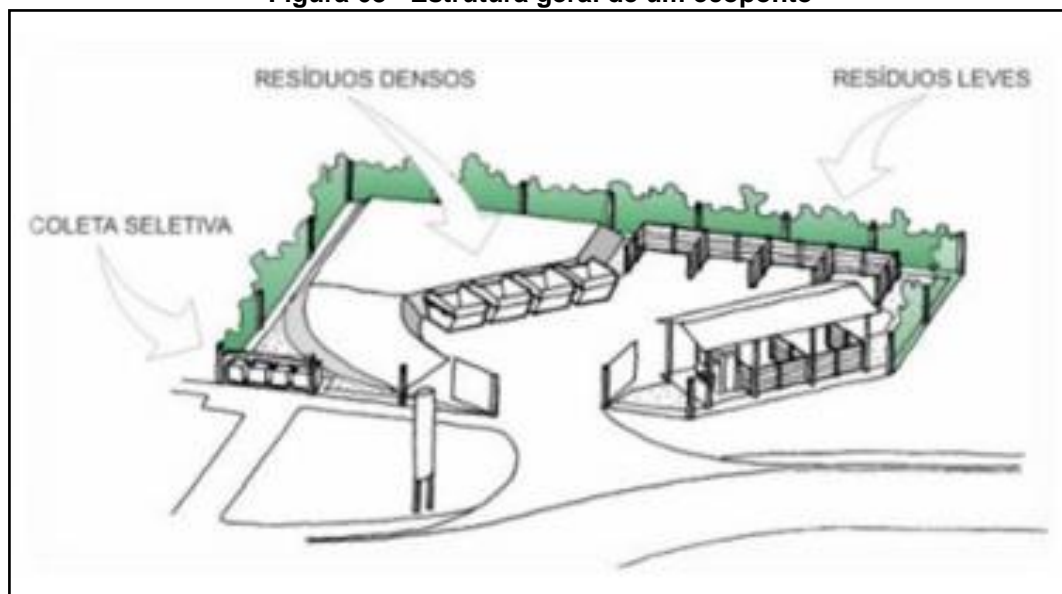


As ações preventivas têm como objetivo prevenir o aparecimento de falhas no setor, para que imprevistos não atrapalhem ou prejudiquem seu funcionamento. Já as ações corretivas são medidas tomadas para eliminar as consequências imediatas de não conformidades.

A criação/instalação de ecopontos pode se configurar uma ação preventiva para transformar o cenário da disposição irregular de entulhos em pontos viciados no município. São chamados de pontos viciados os locais que recebem comumente RCCs, resíduos de poda, resíduos de grande volume, entre outros objetos. Essa destinação é realizada por caçambeiros informais e pela população desinformada dos prejuízos que isso acarreta. Os ecopontos consistem em locais adequadamente estruturados para que os munícipes possam voluntariamente levar resíduos provenientes de construção civil, resíduos volumosos e possivelmente resíduos de poda e capina, evitando o despejo irregular desses materiais. Desta maneira, auxiliam com a recuperação de áreas já degradadas e favorecem no aspecto paisagístico do município.

Para a estruturação desses pontos, as diretrizes para o projeto, implantação e operação, devem estar em consonância com a NBR 15112 (ABNT, 2004), que estabelece normas e fixa requisitos para a criação de áreas de transbordo e triagem. A Figura 68 mostra o modelo da estrutura geral de um ecoponto.

Figura 68 - Estrutura geral de um ecoponto



Fonte: Pinto e Gonzalez, 2005.



De forma complementar à criação dos ecopontos, é de extrema importância a criação de uma legislação que proíba a disposição de lixo, entulho, entre outros rejeitos em terrenos baldios e lugares inadequados, pois serve como força inibidora de ações prejudiciais ao meio ambiente e à sociedade. Sugere-se a aplicação de punição financeira à pessoa física ou jurídica pelo descumprimento da lei.

Entre as prioridades das ações corretivas, destacam-se aquelas que buscam sanar os passivos ambientais presentes no município. Primeiramente, os passivos ambientais devem ser estimados e tratados como responsabilidade do poder público para com o meio ambiente, procurando a mitigação e recuperação dos danos causados, reestabelecendo a qualidade ambiental.

Ao analisar o cenário atual de Araponga, uma das questões que deve ser priorizada, em concordância com a PNRS, é o encerramento do lixão. Dar fim à disposição inadequada dos resíduos deve ocorrer o mais rápido possível para que problemas futuros de saúde pública e ambientais não tomem proporções irreversíveis, e conseqüentemente, dificultem a previsão de eventuais situações emergenciais.

Para o encerramento das atividades do lixão, recursos técnicos e financeiros são necessários para remediar as áreas já degradadas e a alocação de um novo aterro sanitário. De acordo com FEAM (2010), destacam-se as seguintes medidas que norteiam e auxiliam no processo de desativação do lixão:

- Caracterização e identificação do empreendimento e dos responsáveis pelo projeto.
- Levantamento topográfico/cadastral com indicação de cursos d'água, poços ou cisternas e edificações existentes no entorno de até 500m.
- Caracterização geológica/geotécnica da área.
- Diagnóstico ambiental simplificado, com a descrição dos aspectos físicos e socioeconômicos da área de entorno do depósito de resíduos sólidos.
- Memorial descritivo das propostas para os processos de recuperação, contendo orientações para execução dos serviços de reconfirmação geométrica, selagem do lixão, drenagem das águas pluviais, drenagem dos gases, drenagem e tratamento dos lixiviados, cobertura vegetal e isolamento da área.
- Definição das alternativas de uso futuro da área.



- Definição de um programa de monitoramento da estabilidade do maciço, do estado de manutenção dos sistemas de drenagem (pluvial, gases e lixiviados), qualidade das águas superficiais e subterrâneas, crescimento e controle da cobertura vegetal, sistemas de sinalização e isolamento da área.
- Custos estimados e cronograma de execução.

5.6.4.1. Plano de Monitoramento

O Plano de Monitoramento serve de auxílio para que as ações preventivas e corretivas tomadas sejam as mais permanentes e eficientes possíveis. É recomendado que as ações pendentes e/ou atrasadas sejam relatadas à administração pública na primeira oportunidade.

O monitoramento a ser realizado tem caráter fiscalizatório, proporcionando o cumprimento das questões que envolvem o Plano e identificando as atividades efetivas e potencialmente degradadoras da qualidade do meio ambiente. Essa fiscalização deve ser realizada de forma planejada e articulada pelo poder público por meio de suas secretarias e dos órgãos relacionados às questões de saneamento do município, em especial ao sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

Utilizando-se de alguns conceitos estabelecidos por Bateman (1998), e modificados para melhor adequação ao presente Plano, algumas ações foram elencadas para melhor monitoramento das ações e procedimentos propostos para o gerenciamento dos resíduos sólidos (Quadro 56).

Quadro 56 - Ações de monitoramento

• Estabelecer padrões de desempenho que indiquem o progresso rumo aos objetivos de longo prazo;
• Monitorar a eficiência e eficácia dos projetos e metas pela coleta de dados de seu desempenho;
• Fornecer <i>feedback</i> à população, sobre o progresso e desempenho do plano;
• Identificar problemas através da comparação entre dados de desempenho e os padrões pré-estabelecidos; e
• Por último, executar ações corretivas.

Fonte: adaptado de Bateman (1998)



5.6.5. Programa de educação ambiental em resíduos sólidos

O programa de educação ambiental em resíduos sólidos está inserido no Programa de Educação em Saneamento Básico (PESB) que está sendo entregue ao município juntamente com este PMSB.

O PESB contém ações pedagógicas que foram formalizadas a partir do princípio dos 3Rs: a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos. O programa discorre sobre diversos temas como: compostagem, coleta seletiva, tipologia de resíduos e diferentes alternativas para disposição final ambientalmente adequada.

5.7. Ações para emergências e contingências

As ações para emergência e contingência têm como objetivo identificar as estruturas disponíveis e estabelecer as formas de atuação dos órgãos operadores, tanto em caráter preventivo como corretivo, procurando aumentar o grau de segurança e a continuidade operacional do sistema de resíduos sólidos.

Para que a operação e manutenção dos serviços ocorram a contento, deverão ser utilizados mecanismos locais e corporativos de gestão, com o intuito de prevenir ocorrências indesejadas por meio do controle e monitoramento das condições físicas das instalações e dos equipamentos, para minimizar a ocorrência de sinistros e interrupções na prestação dos serviços.

Em caso de ocorrências anormais, que excedam a capacidade de atendimento local, os órgãos operadores deverão dispor de todas as estruturas de apoio (mão de obra, materiais e equipamentos), de manutenção estratégica, das áreas de gestão operacional, de controle de qualidade, de suporte como comunicação, suprimentos e tecnologias de informação, dentre outras. A disponibilidade de tais estruturas resultará em maior segurança e continuidade operacional, sem comprometimento ou paralisações dos serviços.

As medidas de emergência e contingência foram propostas com o intuito de orientar a atuação dos setores responsáveis para controlar e solucionar os impactos causados por situações críticas não esperadas. Assim, a seguir são apresentadas algumas dessas ações a serem adotadas para os serviços de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos.



5.7.1. Operacional

- **Ocorrência de avarias ou falha mecânica nos veículos coletores:** acionar empresas previamente cadastradas para assumirem emergencialmente a coleta nos roteiros programados, dando continuidade aos trabalhos. **Responsável:** prestador dos serviços de Coleta de Resíduos Sólidos.

- **Ocorrência de avarias em equipamentos e veículos em unidades do sistema de manejo de resíduos sólidos (aterros, oficinas, galpões, usinas, etc.):** contratar serviço especializado para realizar a manutenção dos equipamentos e acionar empresas previamente cadastradas para assumirem emergencialmente as funções comprometidas. **Responsável:** prestador responsável pela unidade do sistema de manejo de resíduos sólidos (aterros, oficinas, galpões, usinas, etc.).

- **Ocorrência de acidentes de trabalho por ocasião da coleta de resíduos sólidos:** iniciar primeiros socorros; comunicar aos socorristas; substituir função do operário lesionado à outro funcionário por período temporário. **Responsável:** prestador dos serviços de Coleta de Resíduos Sólidos.

- **Ocorrência de acidentes de trabalho em unidades do sistema de manejo de resíduos sólidos (aterros, oficinas, galpões, usinas, etc.):** iniciar primeiros socorros; comunicar aos socorristas; substituir função do operário lesionado a outro funcionário por período temporário. **Responsável:** prestador responsável pela unidade do sistema de manejo de resíduos sólidos (aterros, oficinas, galpões, usinas, etc.).

- **Ocorrência de desestabilização ou rompimento de taludes no aterro sanitário:** retirar população das áreas de riscos, caso haja; conter o desmoronamento através de tecnologias de contenção de encostas; retirar material desmoronado com o objetivo de prevenir a intensificação do assoreamento a montante; iniciar a execução de obras de reconstrução das paredes ou obras de contenção de talude, tais como utilização de manta geotêxtil, revegetação ou outro procedimento. **Responsável:** prestador responsável pela operação do Aterro Sanitário.

- **Ocorrência de má operação do aterro no que se refere à compactação da massa de resíduos:** contratar máquinas e profissionais especializados para realizarem a compactação adequada. **Responsável:** prestador responsável pela operação do Aterro Sanitário.



5.7.2. Gestão e gerenciamento

- **Falta de financiamento para o sistema operacional e a realização de manutenções:** buscar fontes emergenciais alternativas de financiamento municipais para realização das manutenções. Em casos extremos, como em calamidades públicas, por exemplo, buscar recursos junto ao governo estadual e federal para gestão de emergência. **Responsável:** prestadores dos serviços manejo de resíduos sólidos e o Executivo Municipal.

- **Paralisação da coleta regular:** acionar empresas e veículos previamente cadastrados para assumirem emergencialmente a coleta nos roteiros programados, dando continuidade aos trabalhos; contratar empresa especializada em caráter de emergência. **Responsável:** prestador do serviço de coleta de resíduos sólidos e o Executivo Municipal.

- **Paralisação dos serviços de varrição e poda e capina:** mobilizar equipe de plantão e equipamentos; acionar Concessionária de Energia Elétrica, Corpo de Bombeiros e Defesa Civil; demandar equipe operacional da Divisão Institucional responsável para cobertura e continuidade do serviço. **Responsável:** prestador(es) do serviço de varrição, poda e capina.

- **Paralisação dos serviços de coleta seletiva de resíduos recicláveis:** acionar a Divisão Institucional responsável para providências, ou seja, reestabelecer a parceria com a associação responsável. **Responsável:** prestador(es) do serviço de Coleta Seletiva.

- **Paralisação dos serviços de coleta de resíduos perigosos e de serviços de saúde:** celebrar contrato emergencial com empresa especializada na coleta desses resíduos. **Responsável:** prestador(es) do serviço de coleta de resíduos perigosos.

5.7.3. Imprevisíveis

- **Ocorrência de incêndios em edificações do sistema de manejo de resíduos sólidos (oficinas, galpões, usinas, etc.):** comunicar à população, instituições e autoridades e realizar evacuação total da área atingida. Após incêndio encerrado, isolar a área, avaliar estragos, elaborar plano de manutenção corretiva, fazer as ações necessárias para reestabelecer o sistema e reiniciar o atendimento



convencional. **Responsável:** prestador responsável pela unidade do sistema de manejo de resíduos sólidos (aterros, oficinas, galpões, usinas, etc.).

- **Ocorrência de danos às edificações do sistema de manejo de resíduos sólidos (oficinas, galpões, usinas, etc.) devido a desastres naturais:** comunicar à população, instituições e autoridades; isolar a área; realizar avaliação dos estragos; elaborar plano de manutenção corretiva; fazer as ações necessárias para reestabelecer o sistema e reiniciar o atendimento convencional. **Responsável:** prestador responsável pela unidade do sistema de manejo de resíduos sólidos (aterros, oficinas, galpões, usinas, etc.).

- **Ocorrência de incêndios, explosões ou vazamentos de lixiviado em aterros:** comunicar à população, instituições e autoridades; conter fluxo de possíveis vazamentos e isolar a área; realizar avaliação dos estragos; elaborar plano de manutenção corretiva; fazer as ações necessárias para reestabelecer o sistema e reiniciar o atendimento convencional. Os resíduos deverão ser transportados e dispostos temporariamente em aterros localizados em cidades vizinhas. **Responsável:** operador do aterro sanitário.

6. Audiência Pública

A Audiência Pública que culminou na aprovação social do Plano Municipal de Saneamento Básico de Araponga foi realizada no dia 05 de agosto de 2016, às 14h, no Salão Paroquial. O relatório fotográfico a seguir apresenta alguns momentos registrados durante a realização do evento e a lista de presença.



Figura 69 - Relatório fotográfico da Audiência Pública do PMSB de Arapongas





Figura 70 - Página 1 da lista de presença da Audiência Pública do PMSB de Araponga

Prefeitura Municipal de Araponga

Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Araponga

Audiência Pública realizada em 05/08/2016

Lista de presença

Nome	Representação
Rosilene Ferreira Lima	Ibio
Cynthia Franco Andrade	IBio AGB Doce
Felício Augusto	ACMA
Adilson Macedo Correia	Adilson
Patrick Felipe da Rocha Gonçalves	Patrick
Vitória dos Santos Prieto	Vitória (Escola)
Maria Clara de Souza Silva	Maria Clara / C. C. C. J. S.
Kallan José dos Santos Castro	Kallan / C. C. C. J. S.
Helysone Moreira Silva Gompa	Escola
Tatiana Da Rocha Vieira	Escola Estadual Cônego José Cornelindo de Souza
Junio da Silva Luiz	(SHS)
João Paulo Freitas Alves Pereira	(SHS)
Márcia Cristina Vieira	Sec. Turismo
MARIO HENRIQUE MACEDO	GPA / PREFEITURA
Jaqueline Pereira Lopes	Secretaria Municipal Saúde
Alípio Viana de Oliveira	
Durandir dos Santos Reis	JMS
Maícel de Oliveira Pylton	Secretaria de Meio Ambiente
José Gerardo Rivelli	GPA - Araponga



7. Minuta de Projeto de Lei

Para facilitar o processo de transformação do presente PMSB em Lei Municipal, a SHS - Engenharia Sustentável elaborou uma minuta de projeto de lei que está sendo entregue ao Município, através de Volume Complementar.

Solicita-se que o Departamento Jurídico da Prefeitura Municipal avalie essa minuta, fazendo as modificações desejadas para que possa submetê-la à Câmara de Vereadores para aprovação.

8. Considerações finais do PMSB

A Lei nº 11.445/07 (Lei do Saneamento) regulamentada pelo Decreto Federal nº 7.217/10 institui como diretrizes para a prestação dos serviços públicos de saneamento básico: o planejamento, a prestação de serviços com regras, a regulação, a regulamentação legal de posturas e procedimentos racionais visando o uso de equipamentos públicos e de recursos naturais pelos cidadãos, a sustentabilidade econômico-financeira dos sistemas, sempre que possível, mediante remuneração pela cobrança da prestação dos serviços, entre outros rearranjos, e ainda assegura o controle social do Setor.

O PMSB ora entregue ao município de Araponga é o principal instrumento a subsidiar o Executivo Municipal como titular dos serviços, na implementação de todos os procedimentos solicitados na Lei do Saneamento. Assim, em última instância, o atendimento ao presente plano representaria a instituição de uma Política Municipal de Saneamento Básico.

É natural que esta primeira versão do PMSB apresente um enfoque mais detalhado sobre as medidas que se prestem ao “entendimento dos problemas”, como a execução de estudos e cadastros, projetos e planos setoriais, que servirão de suporte à posterior implementação de estruturas físicas e procedimentos “definitivos”.

É importante ressaltar que os problemas relacionados ao saneamento básico não se resolvem, equacionam-se. Assim, conforme os gestores forem conhecendo as demandas do município podem planejar seu crescimento com maior controle e domínio, preparando cada setor para atender melhor à população atual e futura.



O PMSB foi configurado considerando um horizonte de planejamento de vinte anos, devendo ser revisto ao menos a cada quatro anos, sempre anteriormente à formalização do Plano Plurianual.

As ações previstas neste PMSB irão custar aos cofres públicos, dentro desse prazo mencionado, cifras estimadas na casa dos seis zeros. Os programas governamentais fomentadores de recursos foram criados a partir da consciência do Governo Federal sobre a situação de carência em recursos financeiros que acomete a maioria dos municípios brasileiros na hora de fazerem frente à sua demanda por saneamento básico.

A adequação dos serviços públicos de saneamento básico nos municípios brasileiros impõe-se como um importante desafio aos gestores públicos. Por serem serviços diretamente relacionados à saúde das pessoas e à salubridade ambiental, são considerados serviços de *natureza essencial* e, como tal, devem ser tratados legalmente como *Direito dos cidadãos e Dever do Estado*.

Para enfrentar os problemas vigentes e alcançar os objetivos estabelecidos neste PMSB, o administrador terá de lidar com esforços de cunho político e financeiro, na medida em que as ações requeridas exigem reformulações institucionais, gerenciais, operacionais e cooperação efetiva entre as diversas instâncias públicas, e dessas, com a sociedade civil.

Ora, sabe-se que as administrações públicas brasileiras estão longe de terem suas secretarias, departamentos e divisões trabalhando integrada e articuladamente, compartilhando decisões e locando investimentos em prol do desenvolvimento geral do município. Antes, as diversas pastas do governo municipal competem por recursos despendendo grande energia tentando apropriar-se de melhores colocações no *ranking* de priorização dos investimentos municipais.

Assim, dadas essas questões, é esperado que haja dificuldades na construção de uma Política Municipal de Saneamento, porém isso não deve desestimular o gestor público ou fazê-lo desacreditar da viabilidade da empreitada. A seu favor, para mudar esse quadro, há todo um arcabouço legal e institucional.

As evidências históricas estão aí mostrando que, mesmo em crise, mesmo quando faltam dinheiro e diálogo entre as partes envolvidas e sobram fragilidades, quando o objetivo final do poder local é melhorar a vida dos cidadãos, o



compartilhamento de esforços rumo à universalização dos benefícios é o único caminho a ser trilhado, com chances reais de sucesso.

A equipe da *SHS Engenharia Sustentável* deseja a todos que se envolverem nesse caminho muita determinação e toda a boa sorte que houver nesse mundo!



9. Bibliografia

- AGEITEC - Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2014. Árvore do conhecimento. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/eucalipto/Abertura.html>.
- ALBURQUERQUE, P. E. P.; DURÃES, F. O. M. Uso e manejo de irrigação. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 508p.
- ALMEIDA FILHO, G. S. de et al.. Diretrizes para projeto de controle de erosão em áreas urbanas. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12, 1997, Vitória. Anais... São Paulo. V.3, p. 167-171. 1997.
- ALMEIDA FILHO, G. S.; GOUVEIA, M. I. F.; RIDENTE JÚNIOR, J. L.; CANIL, K. Prevenção e controle da erosão urbana no estado de São Paulo. In: 21º, 2001. ANAIS. JOÃO PESSOA: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2001.
- ANA - Agência Nacional de Águas (Brasil). Boletim de Monitoramento dos Reservatórios do Doce / Agência Nacional de Águas, Superintendência de Operações e Eventos Críticos. Brasília: ANA, 2015.
- ANA - Agência Nacional de Águas, 2010. Disponível em: <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/metadata.show?id=180&currTab=distribution>.
- ANA - Agência Nacional de Águas, 2013. Disponível em: <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/metadata.show?id=180&currTab=distribution>.
- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Atlas de Abastecimento Urbano de Água: panorama nacional. Elaboração Engecorps/Cobrape. Brasília: ANA, 2010.
- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. PRODES - Programa de Despoluição de Bacias Hidrográficas. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/projetos/Prodes.aspx>. Acesso em: jan. 2016.
- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Programa de Gestão de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/institucional/SobreaAna/gestaoderecursoshidricos.aspx>. Acesso em: jan. 2016.



ANGULO et al. Resíduos de construção e demolição: avaliação de métodos de quantificação. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental: Rio de Janeiro. v. 16, n. 3, p. 299-306, jul/set 2011.

ASCE (American Society of Civil Engineers); WEF (Water Environment Federation). Design and Construction of Urban Stormwater Management Systems. New York, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004: Resíduos sólidos: Classificação, Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13896: Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.112: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8.419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8418. Apresentação de projetos de aterros de resíduos industriais perigosos - procedimento. Rio de Janeiro, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.849: Resíduos sólidos urbanos - Aterros sanitários de pequeno porte - Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento. Rio de Janeiro, 2010.

ATLAS BRASIL - Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2013. Disponível em: <http://atlasbrasil.org.br/2013/>.

ATLAS DIGITAL DAS ÁGUAS DE MINAS, s.d. Disponível em: < <http://www.atlasdasaguas.ufv.br/> >. Acesso em 26 de out. 2015.



- ATLAS DIGITAL DE MINAS GERAIS, 2006. Projeto FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais). Disponível em http://www.iga.mg.gov.br/MAPSERV_IGA/ATLAS/.
- BAPTISTA M., BARRAUD S.; ALFAKIH E., NASCIMENTO N., FERNANDES W., MOURA P., CASTRO L. Performance-costs evaluation for urban storm drainage. *Water Science & Technology* 51(2) - 2005, 99-107.
- BAPTISTA, M. Nascimento, N. Barraud, S. Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana, Porto Alegre, ABRH, 2005.
- BARROS, R. T. V. et al. Saneamento. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. (Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios - volume 2).
- BESEN, G. R. et al. Resíduos sólidos: vulnerabilidades e perspectivas. In: SALDIVA P. et al. Meio ambiente e saúde: o desafio das metrópoles. São Paulo: Ex Libris, 2010.
- BID - BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO. PROCIDADES. Disponível em: <<http://www.bidprocidades.org.br/sit/index.do>>. Acesso em: jan. 2016.
- BNDES - BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financieiro/Produtos/FINEM/saneamento.html>. Acesso em: jan. 2016.
- BRAGA, R.; CARVALHO, P. F. de (Org.). Recursos Hídricos e Planejamento Urbano e Regional. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal - Deplan - UNESP - IGCE, 2003.
- BRASIL. Decreto 1º de 25 de janeiro de 2010. Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, localizada nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo, e dá outras providências.
- BRASIL. Decreto nº 7.217 de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências.
- BRASIL. Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010 - regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos.



BRASIL. Decreto nº 7.212, de 30 de dezembro de 2015. Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências.

BRASIL. Decreto nº 7.257, de 4 de agosto de 2010. Regulamenta a Medida Provisória nº 494 de 2 de julho de 2010, para dispor sobre o Sistema Nacional de Defesa Civil - SINDEC, sobre o reconhecimento de situação de emergência e estado de calamidade pública, sobre as transferências de recursos para ações de socorro, assistência às vítimas, restabelecimento de serviços essenciais e reconstrução nas áreas atingidas por desastre, e dá outras providências.

BRASIL. Lei nº 6.766 de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências.

BRASIL. Lei Federal nº 9.985 de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Brasília, 2000.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Institui o Estatuto das Cidades. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal. Estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, de 3 de agosto de 2010, Brasília, DF.

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



BRASIL. Lei nº 12.340, de 1º de dezembro de 2010. Dispõe sobre as transferências de recursos da União aos órgãos e entidades dos Estados, Distrito Federal e Municípios para a execução de ações de prevenção em áreas de risco de desastres e de resposta e de recuperação em áreas atingidas por desastres e sobre o Fundo Nacional para Calamidades Públicas, Proteção e Defesa Civil; e dá outras providências.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Impactos na Saúde e no Sistema Único de Saúde decorrente de Agravos Relacionados ao Saneamento Ambiental Inadequado — Relatório Final. Brasília: Ministério da Saúde, 2010. 246 p.

BUARQUE, S. C.; Metodologia e técnicas de construção de cenários globais e regionais. Texto para discussão nº 939. Brasília, IPEA. Fevereiro de 2003. ISSN 1415-4765.

CADASTRO INDUSTRIAL DE MINAS GERAIS -
<http://www.cadastroindustrialmg.com.br/>.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Programa Saneamento para Todos. Disponível em:<http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/assistencia_tecnica/produtos/financiamento/saneamento_para_todos/index.asp>. Acesso em: jan. 2016.

CANHOLI, A. P., Drenagem Urbana e Controle de Enchentes. São Paulo. Ed. Oficina de Textos, 2005.

CARDOSO, F. J. Análise, concepção e intervenções nos fundos de vale da cidade de Alfenas [MG]. Labor & Engenho, Campinas [SP], Brasil, v.3, n.1, p.1-20, 2009.

CARVALHO, N.O. Hidrossedimentologia Prática. CPRM e ELETROBRÁS. Rio de Janeiro, RJ. 384p. 1994.

CBH CARATINGA - MG, 2015. Disponível em: <http://www.cbhcaratinga.org.br/rio-caratinga>.



CBH DOCE - COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE. Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce e Planos de Ações para as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito da Bacia do Rio Doce. Volume I, Relatório Final. Elaborado pelo Consórcio ECOPLAN-LUME. 472 p., 2010.

CBH DOCE - COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE. Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos Piranga - PARH Piranga in Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce e Planos de Ações para as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito da Bacia do Rio Doce. Elaborado pelo Consórcio ECOPLAN-LUME. 127 p., 2010.

CBH DOCE - MG, 2015. Disponível em: <http://www.cbhdoce.org.br/a-bacia/>.

CBH MANHUAÇU - MG, 2015. Disponível em: [http://www.cbhmanhuacu.org.br/ a-bacia](http://www.cbhmanhuacu.org.br/a-bacia).

CBH PIRANGA-MG, 2015. Disponível em: <http://www.cbhpiranga.org.br/a-bacia>.

CI FLORESTAS - Centro de Inteligência em Florestas, 2015. Disponível em: <http://www.ciflorestas.com.br/texto.php?p=eucalipto>.

CIDADES-BRASIL, 2015. Disponível em: <http://www.cidade-brasil.com.br/municipio-araponga.html>.

CLIMATE-DATA, 2015. Disponível em: <http://pt.climate-data.org/location/176511/>.

CNES - Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde, 2015. Disponível em: <http://cnes.datasus.gov.br/>.

COMITÊ PCJ - Câmara Técnica de Saneamento CT- SA, Modelos de Gestão de Serviços de Saneamento - Piracicaba, 2014.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 348, de 16 de agosto de 2004. Altera a Resolução CONAMA nº 307, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.



CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2010. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 307/2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 375 de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 005 de 1993. Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 283 de 2001. Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 313 de 2002. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 334 de 2003. Dispõe sobre os procedimentos de licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 358 de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.

CONSONI et al. Origem e Composição do Lixo. In: JARDIM. N.S., Coord. Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. São Paulo: IPT/CEMPRE, 1995.

COPASA. Companhia de Saneamento de Minas Gerais, 2015. Dados recolhidos em campo.



COPASA. Disponível em: <[CORRÊA, R. S.; CORRÊA, A. S. Valoração de bio-sólidos como fertilizantes e condicionadores de solos. *Sanare*, v. 16, p. 49-56, 2001.](http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/agencia-virtual/mais-servicos/agua-esgoto/relatorio-anual-de-qualidade-da-agua/lut/p/a1/xVLRbslgFP0aHwI00hYfO5NZW52LW2LblwUprRgLtdBm2dcP3LJsydTtabzce8nhcM4BWMAMFpIOoqZGKEkPbi6C5wVKozhNUbJaz9QIK5Xs9X8dn3vBXADC1gwaVqzg7kWhgOmWqqpLdLwvIR6hITtOsmN67QRpmcn8hGiNZdMUDCIzvRuo6FCA827QTB3kNY9BVzXyqqR6viBGtUJBai0YFBYcLRVINR2JQUO7MS0lrXkWtTyNDFRwnzihWFQYh_4DG8BrjwKtuMgBCH2mR9ghgki1mtuvalzK0LXokguAvDYXXDTLafL2ok0OyBkpWD2ael9S0vvgOZTD89QQmJEUERCbxJP0djH3gfggsbcmgjPiogD-PjHVJJrtq0rsT8ei8j-A_fmLwZm__8Rfs76Gy3MvtDC7Fe0bdOQfbXw D0Mbvz5VzYbo6A0Uhz-p/dl5/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/>. Acesso em setembro de 2015.</p></div><div data-bbox=)

CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2014. CPRM - GEOBANK - Download de arquivos vetoriais. Disponível em: http://geobank.cprm.gov.br/pls/publico/geobank.download.downloadVetoriais?p_webmap=N&p_usuario=1.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2014. Manual de cartografia hidrogeológica. João Alberto Oliveira Diniz; Adson Brito Monteiro, Robson de Carlo da Silva; Thiago Luiz Feijó de Paula. Superintendência Regional de Recife, 119p.

D'ELLA, D. M. C. Relação entre utilização de água e geração de resíduos sólidos domiciliares. *Revista de saneamento ambiental*, São Paulo, no. 65, p.38-41, maio de 2000.

DAL PONT, C. B.; VALVASSORI, M. L.; GUADAGNIN, M. R.; MILIOLI, B. V.; GALATTO, S. L. Metodologia Para Elaboração De Plano Municipal De Gestão Integrada De Resíduos Sólidos. In 4º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos. Porto Alegre/RS – Brasil, 2013.

DATASUS, 2010. Cadernos de informações de Saúde de Minas Gerais. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/cadernos/mg.htm>.

DATASUS. Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0203>>. Acesso em agosto de 2015.



- DEGANI, Clarice Menezes. Sistemas de gestão ambiental em empresas construtoras de edifícios. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-28082003-161920/>>. Acesso em: 20-11-2015.
- DER-MG - Departamento de Estradas e Rodagem de Minas Gerais, 2015. Disponível em: <http://der.mg.gov.br/mapa-rodoviario>.
- DNIT Norma 022/2006 - Drenagem - Dissipadores de energia - Especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2006.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tecnologias de Saneamento Básico Rural desenvolvidas pela Embrapa. IV Seminário Internacional de Engenharia de Saúde Pública. Belo Horizonte, MG. 2013.
- FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente - Orientações básicas para a operação de aterro sanitário. Belo Horizonte: FEAM, 2006. 36p.
- FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente - Orientações técnicas para atendimento à deliberação Normativa 118/ 2008 do Conselho Estadual de Política Ambiental. 3ª ed. - Belo Horizonte. 2008.
- FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Orientações básicas para drenagem urbana. Fundação do Meio Ambiente. Belo Horizonte: FEAM, 2006.
- FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente. Reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos / Fundação Estadual do Meio Ambiente; Fundação Israel Pinheiro. Belo Horizonte: FEAM, 2010. 36p.
- FEAM. Disponível em < <http://www.feam.br/>> acessado: 03 de agosto de 2015.
- GEOFABRIK. Disponível em: download.geofabrik.de/south-america/brazil.html.
- GONÇALVES, J. L. de M.; NOGUEIRA JR., L. R.; DUCATTI, F. Recuperação de Solos Degradados, In: Kageyama, P. Y. et al. (org). Restauração ecológica de ecossistemas naturais. Botucatu: FEPAF, 1a ed. Revisada: 2008.
- GOOGLE EARTH (2015). Imagem de satélite capturada em junho de 2015.
- GOVERNO FEDERAL - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2012). Plano Nacional de Resíduos Sólidos - Versão pós Audiências e Consulta Pública para Conselhos Nacionais. Brasília - DF.



HIDROWEB - SISTEMA DE INFORMAÇÕES HIDROLÓGICAS. Agência Nacional de Águas. Disponível em <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em 22/08/2015.

IBAM, Instituto brasileiro de administração municipal. Limpeza Urbana, 2010.

IBAM. Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos / José Henrique Penido Monteiro [et al.]; coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

IBGE - Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 270 p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. IBGE Cidades - Censo demográfico.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. IBGE Cidades. Fundações Privadas e Associações sem Fins Lucrativos no Brasil.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Portal de mapas do IBGE. Disponível em: <http://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#mapa201739>.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012. IBGE Cidades. Ensino - Matrículas, Docentes e Rede Escolar.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012. IBGE Cidades. Produto Interno Bruto dos Municípios.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_tecnico_vegetacao_brasileira.pdf.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2013. Geomorfologia. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/interativos/arquivos/downloads>.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2013. Geomorfologia. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_interativos/.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2013. IBGE Cidades. Estatísticas do Cadastro Central de Empresas.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2014. IBGE Cidades - Frota.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2010. Censo demográfico.



IBIO AGB Doce - Termo de Referência para elaboração de Plano Municipal de Saneamento Básico – Bacia Hidrográfica Do Rio Doce / UGRH 1 Piranga. Ato Convocatório 20/2014.

IMRS - Índice Mineiro de Responsabilidade Social, 2013. Software disponível em: <http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/produtos-e-servicos1/2741-indice-mineiro-de-responsabilidade-social-imrs-2>.

INOUE, K. P. Drenagem - terminologia e aspectos relevantes ao entendimento de seu custo em empreendimentos habitacionais horizontais- São Paulo. EPUSP, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL (IBAM). Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Qualidade das águas superficiais de Minas Gerais em 2014: resumo executivo. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2015. 175p.

INVENTÁRIO FLORESTAL DE MINAS GERAIS, 2009. Disponível em: <http://geosisemanet.meioambiente.mg.gov.br/inventarioFlorestal/>.

JADOVSKI, I. Diretrizes Técnicas e Econômicas para Usinas de Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição. 2005. 182 f. Trabalho de Conclusão (Mestrado em Engenharia) - Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia, UFRGS, Porto Alegre, 2006.

JARDIM, Niza Silva et al. Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. São Paulo. IPT: CEMPRE, 1995.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A.; Tratamento de Esgotos Domésticos. 4ª edição. Rio de Janeiro. 2005.

LEAL, Jane Terezinha da Costa Pereira. Água para consumo na propriedade rural. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2012. 18p.

LEOPOLD, L.B., 1968. Hydrology for Urban Planning - A Guide Book on the Hydrologic Effects on Urban Land Use. USGS circ. 554, 18p.

MAGALHÃES, R. C. Erosão: definições, tipos e formas de controle. VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Goiânia, 2001.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: www.agricultura.gov.br/vegetal/registros-autorizacoes/registro/registro-estabelecimentos-produtos. Acesso em: 14-1-2016.



- MARTINEZ JUNIOR, F., MAGNI, N. L. G. Equações de Chuvas Intensas no Estado de São Paulo. DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica), 1999.
- MARTINS, J. R. S. Gestão da drenagem urbana: só tecnologia será suficiente? São Paulo, 2012.
- MEC - Ministério da Educação, 2015. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/>.
- MINAS GERAIS. Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999 - Política Estadual de Recursos Hídricos. Belo Horizonte, 1999.
- MINAS GERAIS. Lei nº 15.910 / 2005. Dispõe sobre o fundo de recuperação, proteção e desenvolvimento sustentável das bacias hidrográficas do estado de minas gerais - fhidro, criado pela lei nº 13.194, de 29 de janeiro de 1999, e dá outras providências.
- MINAS GERAIS. Lei Delegada nº 180, de 20 de janeiro de 2011. Dispõe sobre a estrutura orgânica da Administração Pública do Poder Executivo do Estado de Minas Gerais e dá outras providências.
- MINAS GERAIS. Resolução conjunta SEMAD-IGAM nº 1548, de 29 de março 2012. Dispõe sobre a vazão de referência para o cálculo da disponibilidade hídrica superficial nas bacias hidrográficas do Estado. Belo Horizonte: Diário do Executivo, 2012.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE, Fundação Nacional de Saúde - FUNASA. Saneamento Rural. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/engenharia-de-saude-publica-2/saneamento-rural/>. Acesso em: jan. 2016.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES; Ministério da Saúde. Guia para Elaboração de Planos Municipais de Saneamento. 152 p. Brasília (DF), 2011.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES; Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Plano Nacional de Saneamento Básico. 172 p. Brasília (DF), 2013.
- MIRANDA, L.F.R.; ANGULO, S.C.; CARELI, E.D. A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008. Revista Ambiente Construído. Porto Alegre. v. 9, n. 1, p. 57-71, jan/mar 2009.
- MOTA, Suetônio. Urbanização e meio ambiente. Rio de Janeiro [RJ]: ABES, 1999.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. Coleta seletiva com a inclusão dos catadores de materiais recicláveis. Comitê Interministerial para Inclusão Social e Econômica dos Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis - CIISC (2013).



- MMA - Ministério do Meio Ambiente. Elementos para a organização da coleta seletiva e projeto dos galpões de triagem (2008).
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. Orientações para elaboração de Plano Simplificado de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PSGIRS para municípios com população inferior a 20 mil habitantes. Brasília, 2013.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação. Brasília, 2012.
- MOTA, S. Urbanização e Meio Ambiente. Rio de Janeiro, ABES, 1999.
- ONOFRE, F.L. Estimativa da geração de resíduos domiciliares. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). UFPA, 2011.
- 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.
- PINTO, T.P. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. 1999. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- PMGIRS. Diagnóstico Setorial. Serviço Municipal de Limpeza Urbana Araponga (1ª Etapa) in: Gestão integrada de Resíduos Sólidos Urbanos para os Municípios da Área de Influência do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Aimorés-MG. (2002). Cedido pela Prefeitura.
- PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2010. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/IDH/IDHM.aspx?indiceAccordion=0&li=li_IDHM. >
- PNUD, IPEA E FJP, 2013. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Disponível em: <http://atlasbrasil.org.br/2013/>.
- PORTO, M.F.A. Aspectos Qualitativos do Escoamento Superficial em Áreas Urbanas. In: Tucci, C.E.M.; Porto, R.L.L.; Barros, M.T. Drenagem Urbana. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH, 1995, V.5, p.387-414.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAPONGA, 2015. Disponível em: <http://araponga.mg.gov.br/site/>.
- PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS. Rede Nossa São Paulo Rede Social Brasileira por Cidades Justas e Sustentáveis. Abril de 2013.



- RIGHETTO, A. M. (coordenador). Manejo de Águas Pluviais Urbanas. Projeto PROSAB - Programa de Pesquisas em Saneamento Básico. Rio de Janeiro, ABES: 2009.
- RIGHETTO, A. M., PORTO, R. M., VILLELA, S. M. - Adequação de Metodologia para Estudos Hidrológicos de Macrodrenagem Urbana: aplicação para a Cidade de São Carlos In: X Simpósio Brasileiro.
- ROTTA, C. M. S. Estudo da recuperação de áreas degradadas por processos erosivos: procedimentos e eficiência dos métodos, 2012. 166p. Dissertação (Mestrado em Geotecnia), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2012.
- SCHALCH, V., LEITE, W. C. A., FERNANDES JR., J. L., CASTRO, M. C. A. A. Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. 91 p., 2002. Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo.
- SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Classificação e Panorama da Destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos em Minas Gerais ANO BASE 2014.
- SHS Consultoria e Projetos de Engenharia Ltda. EPP. Dados levantados em campo durante o ano de 2015.
- SIM - Sistema de Informações de Mortalidade, 2009. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=060701>.
- SIMÕES, S.J. C.; COIADO, E. M., Processos Erosivos, Cap 10, In: 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.
- SMDU. São Paulo (cidade). Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: aspectos tecnológicos; diretrizes para projetos. São Paulo: 2012, 128p. il. v.1.
- SMDU. São Paulo (cidade). Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: aspectos tecnológicos; diretrizes para projetos. São Paulo: 2012, 128p. il. v.3.
- SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2012.



- SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2014. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos>.
- SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico do manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2014. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos>
- SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Glossários de informações e indicadores de água e esgotos e resíduos sólidos. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/glossarios>.
- SNIS, Sistema Nacional de informações sobre Saneamento, Glossário de Indicadores - Resíduos Sólidos in: Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, 2014.
- TOMAZ, P., Cap. 5 - Microdrenagem. Curso de Manejo de águas pluviais, 2012.
- 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. Inundações Urbanas. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007. 393p.
- TUCCI, C. E. M. Programa de drenagem sustentável: apoio ao desenvolvimento do manejo das águas pluviais urbanas - Versão 2.0. Brasília: Ministério das Cidades, 2005.
- TUCCI, C. E. M.. Águas urbanas. Estudos Avançados, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 97-112, jan. 2008. ISSN 1806-9592. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10295>. Acesso em: 09 mar. 2016. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200007>.
- TUCCI, C. E. M.; NEVES, M. G. F. P. Resíduos sólidos na drenagem urbana: Aspectos Conceituais. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 13, p. 125-136, 2009.
- TUCCI, C.E.M., Porto, R.L.L., Barros, M.T. Drenagem Urbana, Porto Alegre: ABRH/Editora da Universidade/UFRGS, 1995.



VON SPERLING, M.; Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.

Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental;
Universidade Federal de Minas Gerais. 3ª ed., 2005.

WU, I-PAI. Design hydrographs for small watersheds in Indiana. ASCE, 1963. IN:
PAIVA, J. B. D. de; PAIVA, E. M. C. D. de (organizadores). Hidrologia aplicada à
gestão de pequenas bacias hidrográficas. Porto Alegre: ABRH, 2001.



10. Anexos



Anexo 1 - Relatório anual de qualidade da água - Sede - COPASA



Anexo 2 - Relatório anual de qualidade de água - Estevão de Araújo - COPASA